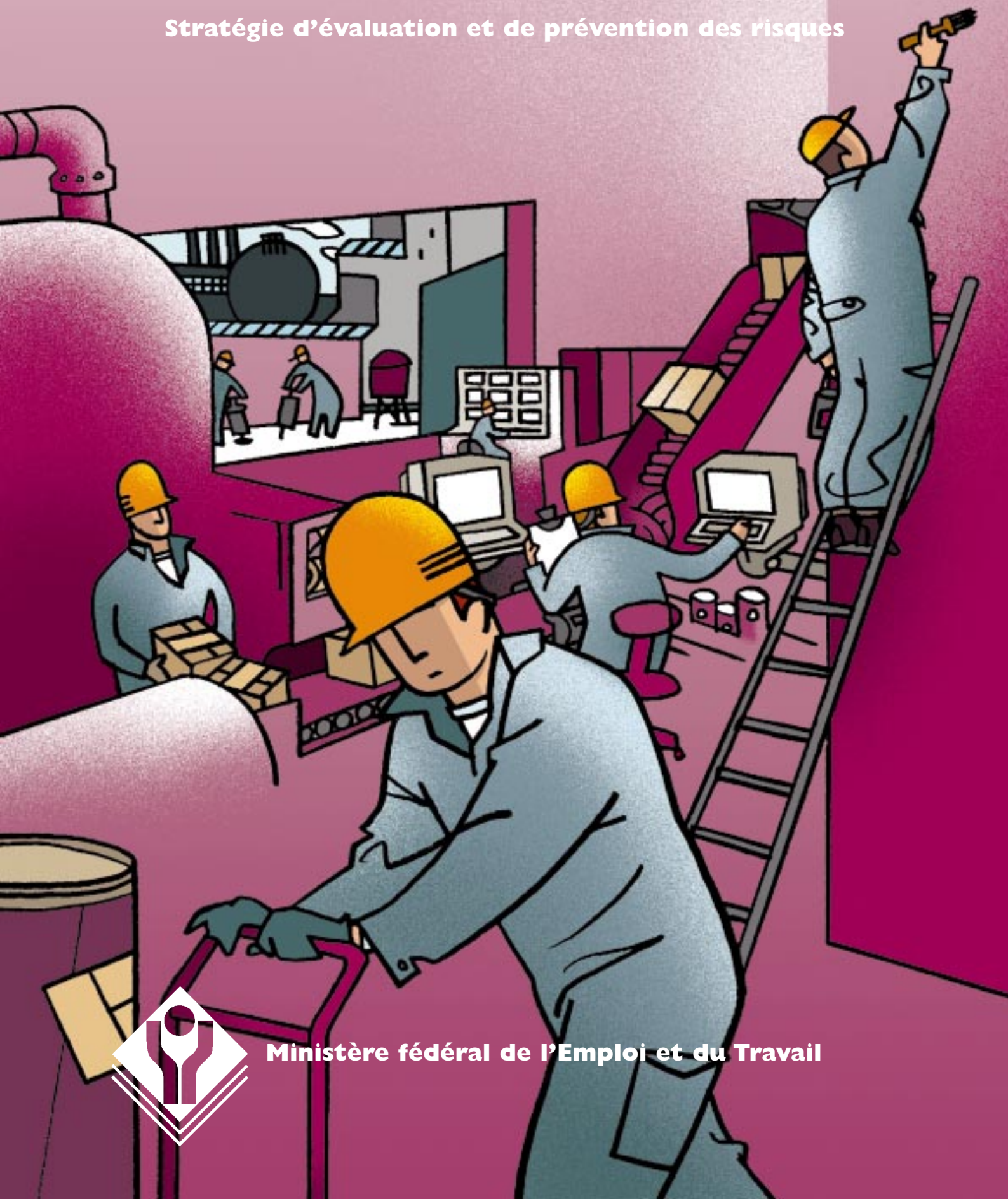


# TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES du dos et des membres supérieurs (TMS)

Stratégie d'évaluation et de prévention des risques



Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail



**Ministère fédéral  
de l'Emploi et du Travail  
rue Belliard 51  
1040 Bruxelles**

# **TROUBLES MUSCULOSQUELETTIQUES du dos et des membres supérieurs (TMS)**

**Stratégie d'évaluation et de prévention des risques**

**Université catholique de Louvain - Unité Hygiène et Physiologie du Travail  
Institut National de Recherche sur les Condition de Travail (INRCT)  
Services fédéraux des affaires Scientifique, Technique et Culturelles (SSTC)**

**en collaboration avec le  
Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail**

Cette brochure peut être obtenue gratuitement

- Par téléphone au 02 233 42 14
- Par commande directe sur le site du Ministère:  
<http://www.meta.fgov.be>
- Par écrit au:  
Service publications du  
Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail  
rue Belliard 51  
1040 BRUXELLES  
Fax: (02)233 42 36  
E-mail: [publi@meta.fgov.be](mailto:publi@meta.fgov.be)

Deze brochure is ook verkrijgbaar in het Nederlands

La reproduction, même partielle, des textes de cette brochure est autorisée moyennant la citation de la source.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
Objectif .....	5
Philosophie générale de la méthode .....	5
Stratégie .....	6
Conditions de mise en oeuvre .....	7
<b>NIVEAU 1 - <i>DEPISTAGE</i></b> .....	<b>9</b>
Dépliant de sensibilisation aux TMS .....	11
Exemple d'utilisation de la fiche de <i>Dépistage</i> des TMS .....	12
Aide à l'utilisation de la fiche de <i>Dépistage</i> des TMS .....	13
Fiche de <i>Dépistage</i> des TMS .....	14
<b>NIVEAU 2 - <i>OBSERVATION</i></b> .....	<b>15</b>
Introduction aux TMS du membre supérieur et de la nuque .....	17
Comment procéder? .....	18
Comment utiliser ce document? .....	18
Exemple d'utilisation de la méthode .....	20
Sélection des rubriques applicables à l' <i>Observation</i> du poste de travail .....	21
Rubriques de l' <i>Observation</i>	
1: Poste de travail assis .....	22
2: Travail de bureau avec écran .....	23
3: Poste de travail debout .....	24
4: Poste de travail: autres positions .....	25
5: Poste de travail: encombrement .....	26
6: Disposition des outils, matériaux .....	27
7: Outils .....	28
8: Outils vibrants .....	29
9: Positions: nuque, épaules .....	30
10: Positions: coudes, poignets/mains .....	31
11: Efforts des poignets/mains .....	32
12: Répétitivité .....	33
13: Aides à la manutention manuelle .....	34
14: Caractéristiques de la charge .....	35
15: Levage de charge .....	36
16: Traction/poussée avec les bras .....	39
17: Environnement de travail .....	40
18: Eclairage .....	41
19: Organisation temporelle .....	42
20: Organisation du travail .....	43
Synthèse de l' <i>Observation</i> .....	44

<b>NIVEAU 3 - ANALYSE</b> .....	<b>47</b>
Introduction .....	49
Outil d'analyse .....	50
A. Révision de l' <i>Observation</i> avec le préventeur .....	50
B. <i>Analyse</i> proprement dite .....	51
C. Synthèse des résultats au terme de l'analyse .....	53
Quantification des facteurs de risque a visée épidémiologique.....	55
A. Introduction .....	55
B. Description de la méthode de Quantification .....	56
<b>NIVEAU 4 - EXPERTISE</b> .....	<b>59</b>
Méthode d' <i>Expertise</i> .....	61
Exemple d' <i>Expertise</i> appliquée aux poignets .....	61
A. Introduction .....	61
B. Mesurage des forces .....	62
C. Mesurage des angulations, des vitesses et de la répétitivité .....	62

## INTRODUCTION

### OBJECTIF

L'objectif principal de l'analyse des risques de troubles musculosquelettiques (TMS) est:

- non pas de quantifier ces risques,
- mais de les prévenir, ou de les éliminer ou tout au moins de les réduire.

La stratégie décrite dans cette brochure est dès lors conçue pour ne recueillir que l'information nécessaire à la recherche de mesures de prévention et/ou d'amélioration des risques.

Le but de cette brochure est de

- sensibiliser les personnes des entreprises à la problématique des troubles musculosquelettiques.
- décrire la philosophie générale de stratégie de prévention des TMS à mettre en œuvre dans leur entreprise.
- leur fournir les méthodes des deux premiers niveaux de la stratégie (**Dépistage** et **Observation**) leur permettant de démarrer l'intervention et de résoudre eux-mêmes en partie ou complètement les problèmes de TMS.
- décrire la méthode de niveau 3, **Analyse**, organisant la collaboration entre le préventeur et les personnes de l'entreprise qui ont réalisé les niveaux précédents de la stratégie.
- présenter la méthode de niveau 4, **Expertise**, faisant appel à un expert qui travaillera en collaboration avec les intervenants aux trois premiers niveaux de la stratégie.

### PHILOSOPHIE GÉNÉRALE DE LA MÉTHODE

- Dans la majorité des cas, le **Dépistage** (niveau 1) des situations de travail<sup>(1)</sup> où existe un risque de troubles musculosquelettiques pour le dos ou les membres supérieurs est aisé, dès que l'on donne la parole aux salariés et qu'on les écoute.
- Cependant, le nombre de ces situations est très élevé et il serait utopique et impossible de vouloir les étudier toutes en détails.
- Ce serait inutile, puisque des remèdes ou des mesures de prévention/amélioration peuvent être pris d'emblée, à partir de simples Observations (niveau 2), par les personnes directement concernées dans l'entreprise.
- Dans certains cas, une **Analyse** (niveau 3) plus détaillée, comprenant des mesurages, peut s'avérer nécessaire.
- Enfin, dans des cas particuliers ou très graves, une **Expertise** (niveau 4) peut être indispensable, basée sur des techniques d'évaluation très spécifiques.

<sup>(1)</sup> "Situation de travail" designe:

- un seul poste de travail occupé par un seul travailleur
- ou un groupe de personnes travaillant de manière dépendante à plusieurs postes de travail

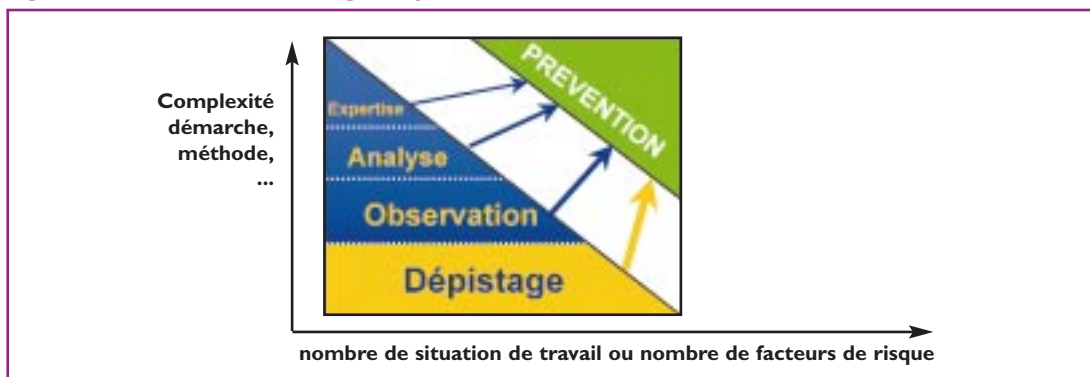
## STRATÉGIE

La stratégie est ainsi basée sur une approche progressive à quatre niveaux dont les caractéristiques sont résumées au tableau 1. Elle est illustrée à la figure 1.

Tableau 1: Comparaison des quatre niveaux de la stratégie

	Niveau 1 Dépistage	Niveau 2 Observation	Niveau 3 Analyse	Niveau 4 Expertise
Quand?	Tous les cas	Si problème	Cas difficiles	Cas complexes
Comment?	Observations simples	Observations qualitatives	Observations quantitatives	mesurages spécialisés
Coût?	faible 10 minutes	Faible 2 heures	Moyen 2 jours	Elevé 2 semaines
Par qui?	Personnes de l'entreprise	Personnes de l'entreprise	Personnes de l'entreprise + Préventeurs	Personnes de l'entreprise + Préventeurs + Experts
Compétence travail ergonomie	élevée faible	élevée moyenne	moyenne élevée	faible spécialisée

Figure 1: Illustration de la stratégie de prévention



### Niveau 1 - Dépistage

Ce premier niveau est à réaliser *par des personnes connaissant parfaitement les conditions de travail*, sans qu'aucune formation particulière en ce qui concerne les troubles musculosquelettiques soit indispensable.

Le but est de, rapidement, au moyen d'observations simples du travail,

- reconnaître les situations de travail où un risque de troubles musculosquelettiques pourrait exister.
- situer ce problème dans le contexte général de la situation de travail.
- apporter éventuellement des premières solutions immédiates à ce problème.

Les acteurs principaux sont les salariés. A défaut, ou mieux en attendant que les salariés aient pris l'habitude de faire ce diagnostic eux-mêmes, la méthode sera mise en œuvre par un préventeur avec participation active des salariés.

### Niveau 2 - Observation

Aussitôt qu'un problème est suspecté, *des personnes de l'entreprise* (encadrement technique, ingénieurs ou service interne de prévention et de protection, *avec* les salariés) doivent disposer d'un outil leur permettant de:

- Observer de manière systématique la situation de travail.
- Déterminer pour quelles raisons techniques ou organisationnelles le problème existe.
- Déterminer des causes moins évidentes du problème, liées aux communications, au contenu du travail, aux relations interindividuelles ...
- Déterminer la gravité du problème.
- Déterminer ce sur quoi on peut agir de manière à éviter ce problème et améliorer la situation de travail.
- Déterminer qui fait quoi et quand.
- Estimer si ces mesures seront suffisantes et si le risque résiduel<sup>(2)</sup> est acceptable<sup>(3)</sup> ou si un problème subsiste et une aide extérieure doit être recherchée.

<sup>(2)</sup> "risque résiduel": risque après la mise en application des mesures de prévention/amélioration envisagées.

<sup>(3)</sup> "acceptable": risque toléré par la réglementation ou par l'entreprise ou la société

Pour ce faire, la méthode d'**Observation** doit remplir certaines conditions:

- Utiliser un vocabulaire courant et les mots "risque", "problème" dans leur acception courante.
- Concerner la situation de travail dans toutes les circonstances, au cours de la journée ou de l'année et non pas à un instant précis, dans des circonstances particulières.
- Ne requérir aucune quantification et donc aucun mesurage.

### Niveau 3 - Analyse

Si au terme de l'étude d'**Observation** le risque résiduel est jugé inacceptable, **les personnes de l'entreprise** qui ont mené cette étude doivent:

- demander l'**assistance** d'un **préventeur** mieux formé sur ces problèmes, venant par exemple d'un service externe de prévention et de protection.
- rechercher **avec lui** les mesures complémentaires de prévention ou d'amélioration.
- estimer à nouveau si le risque résiduel est acceptable ou non.

La méthode d'**Analyse** requiert donc l'**assistance** de **préventeurs** ayant une formation spécifique (méthodologique et technique) en gestion des risques et idéalement, mais pas nécessairement, en ce qui concerne les risques de troubles musculo-squelettiques (ergonomes, médecins du travail, préventeurs de sécurité et hygiène ...).

- Elle requiert plus de rigueur dans l'usage des termes "dommage", "exposition", "risque" ....
- Elle concerne la situation de travail dans des circonstances particulières.
- Elle ne requiert cependant que des mesurages courants, avec du matériel facilement disponible.

### Niveau 4 - Expertise

Si le risque résiduel est encore inacceptable, l'**assistance** d'un **expert** est requise. **L'Expertise** est réalisée par les **mêmes personnes de l'entreprise** et **préventeurs**, avec l'assistance supplémentaire d'experts très spécialisés.

- Elle concerne des situations particulièrement complexes.
- Elle requiert des mesurages et des études spécialisées.

## CONDITIONS DE MISE EN OEUVRE

La méthodologie a été conçue de manière:

- **Participative**, tout spécialement lors des niveaux 1, **Dépistage**, et 2, **Observation**, en associant l'encadrement technique, les salariés, leurs représentants et le Comité de Prévention et de Protection de l'entreprise.
- **Structurée**, de manière à pouvoir être modulée en fonction de la taille de l'entreprise et de la formation des intervenants.
- **En complémentarité**: Lorsque le niveau 2, **Observation**, ne permet pas de déterminer les mesures de prévention ou d'amélioration, le problème est approfondi par **les mêmes personnes** avec l'aide de **préventeurs** (niveau 3) ayant une formation spécifique ou **d'experts** (niveau 4).

Ces **préventeurs** et **experts** ne prennent donc pas en charge le problème, mais **apportent** aux **personnes de l'entreprise** leur compétence particulière pour mieux aboutir à la prévention.

- Les niveaux 1, **Dépistage** et 2, **Observation**, précèdent nécessairement tout niveau 3, **Analyse**.
- Les trois premiers niveaux (**Dépistage**, **Observation** et **Analyse**) précèdent nécessairement tout niveau 4, **Expertise**.

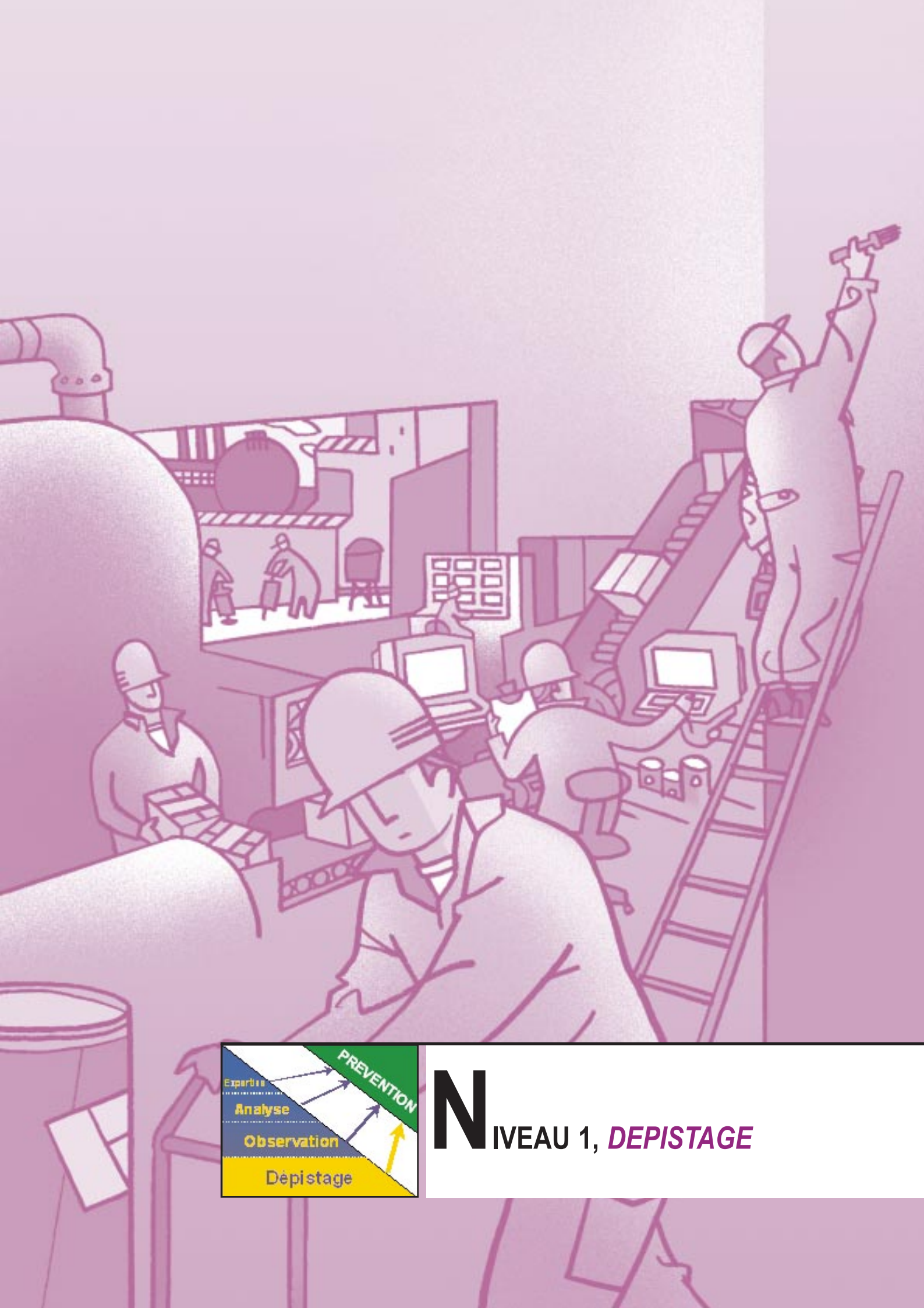
La stratégie est déléguée par l'employeur aux intervenants internes et externes qui doivent en assumer la responsabilité: qualité des observations, des mesurages, pertinence des mesures de prévention ou d'amélioration.

- La responsabilité de la mise en pratique de ces mesures de prévention ou d'amélioration incombe cependant, dans tous les cas, à l'employeur.
- Les documents de **Dépistage**, **Observation**, **Analyse** et **Expertise** préparés par les intervenants internes, avec ou sans l'assistance d'intervenants externes, sont communiqués à l'employeur et au Comité de Prévention et de Protection qui décident les actions qui seront prises.

Une protection individuelle et/ou une surveillance médicale doivent être instaurées:

- en attendant que les mesures de prévention ou d'amélioration soient apportées,
- ou si le risque résiduel est inévitable.





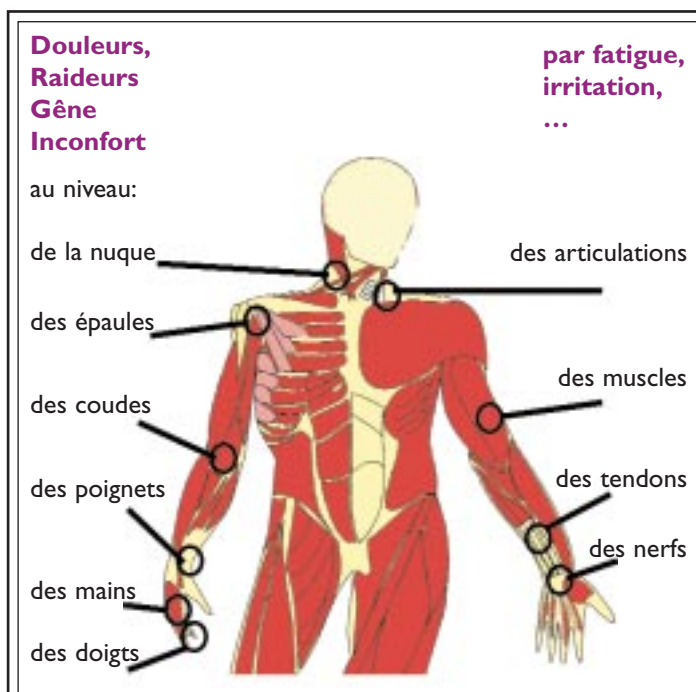
# NIVEAU 1, *DEPISTAGE*



# NIVEAU 1, *DEPISTAGE*

## Souffrez-vous ou risquez-vous de souffrir de **Troubles MusculoSquelettiques**

### De quoi s'agit-il?



### Combien de personnes dans les entreprises?

- 30 % à la nuque
- 15 % aux épaules
- 10 % aux coudes
- 15 % aux poignets

### Qui doit faire quoi?

- Les «**experts**» peuvent proposer des solutions particulières
- Le médecin du travail, le responsable sécurité, l'ergonome... les «**conseillers en prévention**», peuvent analyser vos conditions de travail en détail et vous aider à diminuer les problèmes

Mais c'est **VOUS** et votre maîtrise directe qui connaissez le mieux **VOTRE** travail de tous les jours

Et c'est **VOUS** et votre maîtrise qui pouvez le mieux **dépister** et **éliminer** les problèmes

### Posez-vous les questions suivantes

- Avez-vous eu des problèmes ou des plaintes de nuque, d'épaules, de coudes ou de poignets à cause des conditions de travail?
- Travaillez-vous dans des positions inconfortables: torsions, bras levés, poignets fléchis...
- Faites-vous des efforts lourds et répétés des bras ou des mains: serrages, tractions, pressions, frappes, prises...?
- Devez-vous toujours répéter les mêmes actions et gestes?
- Travaillez-vous avec des machines ou outils inadéquats?
- Demandez-vous:
  - Quand cela survient;
  - A quoi cela est dû techniquement;
  - Ce que l'on peut faire tout de suite pour l'éviter;
  - Ce qu'il faut approfondir.

**Aidez-vous de l'exemple et du tableau joints à ce dépliant pour écrire vos remarques et surtout vos conseils d'amélioration**


## Fiche de Dépistage de TMS

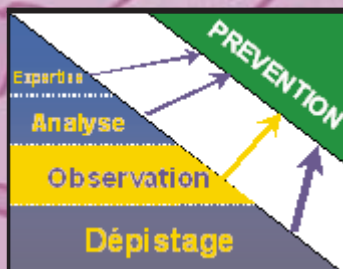
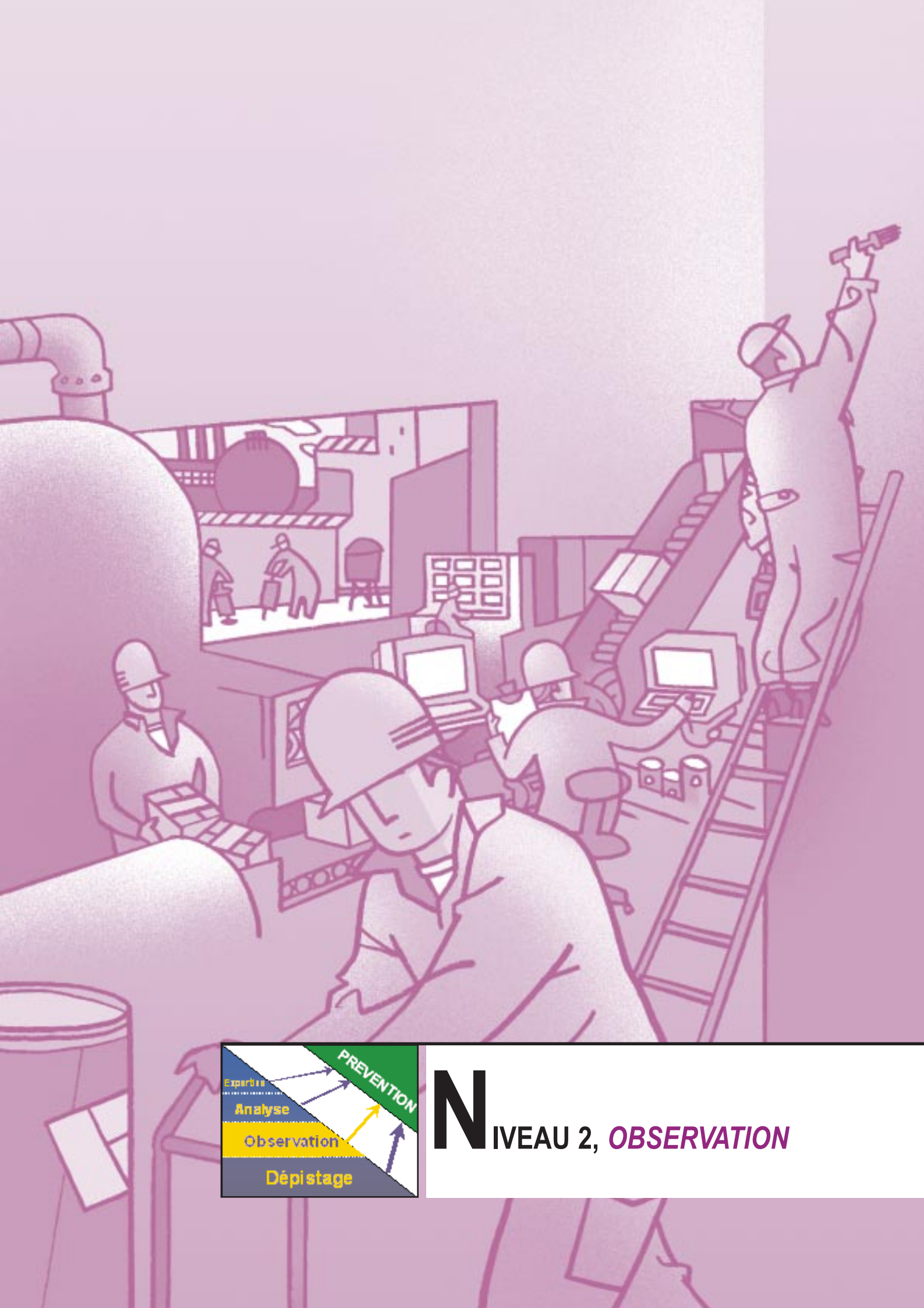
<b>Date:</b>					
<b>Poste de travail:</b>					
<b>Problèmes ou plaintes de nuque, épaules, coudes ou poignets attribués aux conditions de travail</b>					
<b>Quoi?</b>	<b>Quand?</b> <small>(phase de travail particulière ...)</small>	<b>A quoi est-ce dû techniquement?</b>	<b>Que peut-on faire tout de suite pour l'éviter?</b>	<b>Que faut-il approfondir?</b>	
<b>Positions inconfortables: torsions, bras levés, poignets fléchis...</b>					
<b>Efforts lourds et répétés des bras ou des mains: serrages, tractions, pressions, frappes, prises...</b>					
<b>Répétition des mêmes actions et gestes</b>					
<b>Machines ou outils inadéquats</b>					
<b>Conclusion: Urgence d'un approfondissement:</b>					

## Exemple d'utilisation de la Fiche de Dépistage de TMS

Poste de travail: Conditionnement de biscuits (ligne 28)		Date: 26/10/99		
Problèmes ou plaintes de nuque, épaules, coudes ou poignets attribués aux conditions de travail		Nombreuses plaintes au niveau de la nuque et des poignets, absences régulières à cause de ces problèmes		
Quoi?	Quand? (phase de travail particulière ...)	A quoi est-ce dû techniquement?	Que peut-on faire tout de suite pour l'éviter?	Que faut-il approfondir?
Positions inconfortables: torsions, bras levés, poignets fléchis...	bras levés pour placer les paquets dans les boîtes, torsion des poignets	plan de travail trop haut et pas possible de s'asseoir	abaisser le plan de travail de 10 cm et prévoir un siège	le choix du siège avec le médecin du travail
Efforts lourds et répétés des bras ou des mains: serrages, tractions, pressions, frappes, prises...	surtout pour évacuer les boîtes pleines	boîtes trop lourdes et difficiles à saisir	prévoir des ouvertures latérales pour pouvoir prendre les boîtes plus facilement	est-il possible d'utiliser des boîtes moins lourdes?
Répétition des mêmes actions et gestes	pour prendre les paquets de biscuits et les placer dans la boîte	travail en ligne avec temps de cycle de l'ordre de la seconde	regarder comment font les différents travailleurs et chercher à éviter les gestes inutiles	est-il possible d'organiser la rotation avec des postes voisins moins répétitifs?
Machines ou outils inadéquats	/	/	/	/
<b>Conclusion: Urgence d'un approfondissement: l'analyse doit être poursuivie, le plus vite possible</b>				

## Aide à l'utilisation de la fiche de **DEPISTAGE des TMS**

Quoi ?	Exemples
<p><b>Positions inconfortables:</b>  <b>torsions, bras levés, poignets fléchis...</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positions inconfortables, répétées ou fixes</li> <li>• Tête en rotation, penchée latéralement, fléchie en avant ou en arrière...</li> <li>• Épaules levées</li> <li>• Bras levés ou en arrière</li> <li>• Avant-bras tordus (serrage, vissage...)</li> <li>• Poignet fortement fléchi en avant ou en extension</li> <li>• Main fortement tournée sur le côté, vers le bas ou vers le haut</li> <li>• Travail souvent avec les prises suivantes</li> </ul> 
<p><b>Efforts lourds et répétés des bras ou des mains:</b>  <b>serrages, tractions, pressions, frappes, prises...</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efforts (soulever, pousser ou tirer des objets ou des outils) lourds, répétés ou soudains</li> <li>• Machines, outils ou objets trop lourds, ou glissants et difficiles à saisir</li> <li>• Utilisation fréquente du bout des doigts pour presser, pousser ou tirer</li> </ul>
<p><b>Répétition des mêmes actions et gestes</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouvements répétés ou rapides</li> </ul>
<p><b>Machines ou outils inadéquats</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contact direct avec des objets, outils, bords ou pièces, qui sont tranchants ou peuvent induire une compression locale</li> <li>• Utilisation fréquente de la paume ou du poing comme marteau ou chocs dans les mains ou les bras</li> <li>• Manches de machine ou d'outil trop petit ou trop grand</li> <li>• Machines vibrantes</li> </ul>



# NIVEAU 2, *OBSERVATION*



# NIVEAU 2, *OBSERVATION*

## Introduction aux troubles musculosquelettiques du membre supérieur et de la nuque

### Qu'appelle-t-on troubles musculosquelettiques (TMS)?

Un ensemble de troubles d'une ou de plusieurs parties des membres supérieurs (mains, poignets, coudes et épaules), de la nuque ou du dos et qui sont dus à l'accumulation de petites blessures répétées provoquées par des contraintes mécaniques.

### Quels en sont les symptômes ?

Une gêne, un affaiblissement, une fatigue, une douleur persistante au niveau des articulations, des muscles, des tendons, des nerfs, avec ou sans manifestations physiques qui peuvent entraîner une incapacité de travail. Les utilisateurs d'outils vibrants se plaignent parfois de picotements dans les mains.

Ces troubles évoluent vers de l'arthrose, des tendinites, ou des compressions nerveuses (par exemple le syndrome du canal carpien qui est le problème le plus connu car le plus fréquent).

### Quelles en sont les causes?

On sait maintenant que certaines conditions de travail en sont la cause. Les principaux facteurs sont les efforts importants, la répétition des gestes, les mauvaises postures telles que les bras en l'air, les poignets fléchis, ... et le manque de repos. L'utilisation d'outils vibrants aggrave le risque.

Ces efforts, gestes, postures, ... se rencontrent aussi en dehors du travail: par exemple lors de sports (tennis, golf, squash, ...), de bricolage (maçonnerie, menuiserie, électricité ...), des hobbies (tricot, couture, crochet, ...), de jardinage sans oublier les tâches ménagères.

Enfin, certains facteurs individuels (âge, sexe, maladies chroniques, ...) et psychosociaux (stress, rythme élevé de travail, mauvaise ambiance de travail, ...) jouent aussi un rôle.

### Quelle est l'importance du problème?

Le nombre de personnes souffrant de TMS a augmenté au cours des 20 dernières années dans tous

les pays industrialisés (U.S.A., CEE, pays nordiques, Asie, ...).

Ils représentent environ 15% du coût des accidents et maladies professionnelles et les coûts indirects (perte de production, remplacement de personnel, absence pour maladie, ...) seraient deux à trois fois plus grands.

En Belgique, 10 à 40% des salariés des secteurs industriels et tertiaire souffriraient de ces problèmes, principalement de la nuque et des poignets.

### Pourquoi en parle-t-on tant aujourd'hui?

Les bras et les mains permettent aussi bien des travaux de précision que de travaux de force, des mouvements lents et minutieux que des mouvements rapides. Auparavant, les TMS étaient surtout liés à certaines professions: bûcherons, bouchers, emballeuses ou caissières. A présent, on les rencontre dans de très nombreux secteurs d'activité et cela pour différentes raisons:

- L'automatisation du processus industriel a permis de diminuer la charge globale de travail mais avec plus d'efforts au niveau des bras et surtout avec des gestes plus répétitifs.
- Les salariés des pays industrialisés se préoccupent d'une qualité de vie meilleure au travail. Certaines maladies, qui paraissaient inévitables dans certaines professions (chaudronniers, maçons, ...), ne sont plus acceptées.
- Certaines nouvelles techniques de travail (ordinateurs, scanner, ...) entraînent une aggravation de certaines postures (souris, clavier, ...).

### Comment lutter contre les TMS?

Les entreprises doivent mettre en place une stratégie de prévention en réunissant toutes les compétences disponibles : opérateurs, hiérarchie, préventeurs internes ou externes (médecin du travail, conseiller en sécurité, ergonomes, ...) et éventuellement experts. Toutes ces personnes doivent collaborer en rassemblant leurs compétences différentes.

*L'Observation* de la situation de travail fait suite à un *Dépistage* réalisé au préalable et sera éventuellement suivie, si la situation n'est toujours pas acceptable, d'une *Analyse* plus fine avec l'aide de *préventeurs*.

## Comment procéder?

Au départ, une personne doit prendre en charge l'organisation de l'**Observation**. Cette personne, le **coordinateur**, sera suivant le cas:

- un chef d'équipe ou contremaître qui connaît le fonctionnement des opérations
- un technicien ou ingénieur responsable de la maintenance
- un(e) infirmier(e)
- le préventeur en sécurité ou le médecin du travail (sans que cette personne ne soit indispensable).

L'organisation pratique de l'**Observation** est un point essentiel pour le succès de la méthode. On peut procéder de deux façons:

*Idéalement, un groupe de travail se réunit durant environ deux heures à proximité du poste de travail étudié.*

Le **coordinateur** joue le rôle d'animateur. Il a dû:

- prendre connaissance de la méthode auparavant
- sélectionner les rubriques applicables au poste de travail
- et organiser la réunion.

## Qui réunir?

Idéalement 5 à 6 personnes (maximum 10) motivées, prêtes à faire abstraction d'éventuels conflits antérieurs, à reconsidérer l'ensemble de la situation et à se concentrer sur le sujet de la réunion:

- plusieurs opérateurs expérimentés et acceptés par leurs collègues, qui connaissent très bien le travail tel qu'il est réellement réalisé
- des contremaîtres, chefs d'équipe, techniciens connaissant plutôt "comment le travail est sensé être réalisé"
- le coordinateur et d'autres préventeurs si possible.

## Quand?

Éviter les périodes plus critiques comme par exemple les périodes de restructuration ou d'accroissement saisonnier de la production.

## Où?

Si possible, près du poste de travail pour pouvoir vérifier directement un point ou une hypothèse de discussion.

## Comment informer les participants?

Un contact direct semble nécessaire pour leur expliquer brièvement le but de la réunion et ce

qui est attendu d'eux. Il semble exclu de faire lire les textes d'introduction à tous les participants, et, a fortiori, les documents d'**Observation**.

La tâche primordiale du coordinateur sera d'animer la réunion:

- de la diriger.
- de prendre note des suggestions en remplissant les feuilles.
- de rédiger le rapport de synthèse.

*A défaut, le coordinateur sera le seul observateur du poste de travail. Cette solution n'est pas idéale mais reste utile si une réunion de groupe n'est pas possible.*

Le **coordinateur** doit cependant:

- bien connaître le poste de travail (aussi bien que les opérateurs eux-mêmes !).
- prendre les avis des opérateurs de façon informelle.
- avoir des connaissances techniques pour la recherche et la mise en œuvre pratique des solutions.

Cette façon de faire n'est donc conseillée que si la mise sur pied d'une réunion d'un groupe de travail n'est pas possible au sein de l'entreprise.

## Comment utiliser ce document ?

La méthode comprend 20 rubriques d'**Observation** qui, toutes, ne sont peut-être pas applicables au poste de travail observé.

*Un premier travail va donc consister à choisir parmi ces 20 rubriques celles qui concernent le poste.*

- Il ne s'agit pas de choisir seulement les rubriques qui apparaissent directement concerner le poste: cela pourrait fausser l'**Observation**.
- Il faut plutôt éliminer les rubriques qui n'ont et qui ne sont pas susceptibles d'avoir un rapport avec le poste: par exemple, la rubrique "outils vibrants" pour un poste de secrétariat.

Cette sélection n'est pas toujours aussi facile. Pour un travail debout, la rubrique relative au poste de travail assis peut logiquement être éliminée, sauf si une des solutions consiste à changer la position principale de l'opérateur.

*Il est conseillé de parcourir rapidement la rubrique avant de la sélectionner ou non, et non de se baser uniquement sur son titre.*

La première table permet de cocher les rubriques sélectionnées.

Pour chaque rubrique, les parties suivantes sont discutées (voir exemple d'utilisation ci-dessous):

- **Comment est la situation concernant ...?**

les participants seront invités à réfléchir sur certains aspects du poste. Le but est de voir si un problème existe et, si oui, de savoir à quoi cela est dû. Les raisons sont directement notées.

Différents aspects sont repris pour guider l'**Observation** du poste de travail.

Après cette discussion ou cette réflexion, il faut décider si la situation actuelle est acceptable ou doit être améliorée.

- **Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?**

on discute ensuite des solutions techniques, organisationnelles, relatives à la formation du personnel,... susceptibles d'éliminer ou de réduire le problème et qui peuvent être mises en place facilement. Ces solutions sont aussi notées.

En conclusion, il est estimé:

- si la situation future après mise en place des solutions envisagées sera certainement acceptable
- ou si un doute subsiste et si la recherche et la mise en œuvre des solutions demande une **Analyse** complémentaire avec l'aide de **pré-venteurs**.

Pour guider cette réflexion et les discussions, les fiches contiennent en plus deux sortes d'informations:

- **Pourquoi s'en soucier?**

cette section explique pourquoi il faut s'intéresser aux aspects repris dans la rubrique et les problèmes qui pourraient en résulter.

- **Recommandations:**

cette section donne des recommandations pour améliorer la situation. Elle permet d'éviter des discussions trop générales, de trouver des pistes de solutions et de se focaliser sur des solutions pratiques et réalisables.

La lecture en continu des deux sections d'aide à l'utilisateur n'est pas nécessaire et peut s'avérer fastidieuse. Ces informations seront utilisées en cas de besoin durant l'**Observation** du poste de travail.

*Il est conseillé au coordinateur de lire ces sections attentivement avant la réunion pour pouvoir facilement et rapidement s'y référer durant la réunion ou lors de l'**Observation** seule du poste de travail.*

Une table à la fin de la méthode permet de synthétiser pour les différentes rubriques ce qui est acceptable, ce qui doit être amélioré et ce qui

nécessite une **Analyse** complémentaire. Une seconde table est destinée à la synthèse des mesures de prévention/amélioration envisagées.

## Exemple d'utilisation de la méthode



### 3: POSTE DE TRAVAIL DEBOUT

#### Comment est la situation concernant:

- la hauteur du plan de travail?

*La hauteur dépend de la pièce à usiner. Le plan de travail est bas (60 cm de hauteur) pour les pièces les plus grandes, et il faut se pencher pour toutes les autres pièces.*

- l'inclinaison du corps en avant ou en arrière?

*Le corps est souvent incliné car il faut se pencher pour prendre les pièces de la bande transporteuse placée derrière la table de travail. Cette table est inutilement trop large.*

- la durée de maintien de la station debout?

*L'opérateur est toujours debout et bouge très peu. Toutes les 10 minutes, il doit prendre la pièce et la mettre sur une palette située à 3 m de son poste.*

- l'appui des genoux, hanches, tronc, bras ...?

*Durant l'usinage de la pièce, l'opérateur est appuyé contre le bord du plan de travail ce qui fait mal à la longue.*

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable

à améliorer

#### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

- Prévoir un plan de travail réglable en hauteur pour l'ajuster en fonction de la pièce à usiner: à étudier: la distance de réglage
- Réduire à 45 cm la largeur du plan de travail par un panneau vertical, pour faciliter la prise de la pièce sur la bande transporteuse.
- Fournir un siège assis-debout: à choisir avec le médecin du travail.
- Rapprocher la palette de stockage: réétudier la disposition générale du poste.

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable

à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>HAUTEUR DU PLAN DE TRAVAIL</b>	Si mauvaise: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Épaules levées, dos ou nuque courbés</li> <li>• Fatigue générale et locale</li> </ul>	Respecter les hauteurs suivant le type de tâches <ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail de précision: hommes 100 - 110 cm, femmes 95 - 105 cm</li> <li>• Travail léger: hommes 90 - 95 cm, femmes 85 - 90 cm</li> <li>• Travail lourd: hommes 75 - 90 cm, femmes 70 - 85 cm</li> <li>• Adapter la hauteur du plan de travail suivant la taille de l'opérateur et la tâche</li> </ul>
<b>INCLINAISON DU CORPS EN AVANT OU EN ARRIÈRE</b>	Ces inclinaisons entraînent tôt ou tard: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une fatigue des muscles dorsaux</li> <li>• Des compressions des disques entre les vertèbres</li> <li>• Des maux de dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placer les commandes, les outils, le matériel, à portée de l'opérateur</li> <li>• Maintenir le circuit du produit à une hauteur constante</li> <li>• Prévoir un espace pour les pieds à la base du plan de travail pour permettre à l'opérateur de se rapprocher de la tâche</li> <li>• Placer les charges à saisir ou à déplacer à plus de 60 cm de hauteur</li> </ul>
<b>DUREE DE MAINTIEN DE LA STATION DEBOUT</b>	La station debout prolongée entraîne: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des lourdeurs dans les jambes et des varices</li> <li>• Une fatigue du dos et de la nuque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir un siège de type "assis-debout"</li> <li>• Prévoir des phases de travail pendant lesquelles l'opérateur peut marcher et s'asseoir</li> </ul>
<b>APPUI DES GENOUX, HANCHES, TRONC, BRAS, ...</b>	L'appui local diminue la contrainte de la posture debout: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue musculaire</li> <li>• Douleurs dans les jambes et le dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménager le rebord du plan de travail pour permettre un appui à hauteur des hanches</li> <li>• Placer un support en hauteur pour se tenir à une main quand travail en hauteur</li> <li>• Varier la posture pour ne pas s'appuyer en permanence</li> <li>• Ne jamais s'appuyer sur un bord tranchant</li> </ul>

## Sélection des rubriques applicables à l'*Observation* du poste de travail

(Regardez la rubrique avant de la choisir ou non)

POSTE DE TRAVAIL:	DATE:	
Rubriques d' <i>Observation</i>	Aspects concernés	Applicable ?
<b>1: Poste de travail assis</b>	Hauteur du plan de travail Qualité du siège Appui dorsal Réglage en hauteur du siège Appui pieds Durée de la position assise	<input type="checkbox"/>
<b>2: Travail de bureau avec écran</b>	Aménagement du poste	<input type="checkbox"/>
<b>3: Poste de travail debout</b>	Hauteur du plan de travail Inclinaison du corps Durée de maintien de la station debout Appui des genoux, hanches, tronc, bras ...	<input type="checkbox"/>
<b>4: Poste de travail: autres positions</b>	Position tordue Position fixe prolongée Position agenouillée, accroupie, allongée, ...	<input type="checkbox"/>
<b>5: Poste de travail: encombrement</b>	Encombrement au poste de travail Encombrement sous les plans de travail	<input type="checkbox"/>
<b>6: Disposition des outils, matériaux, ...</b>	Contrôle visuel Distance de prise	<input type="checkbox"/>
<b>7: Outils</b>	Outils adaptés Forme du manche ou de la poignée Poids Commandes	<input type="checkbox"/>
<b>8: Outils vibrants</b>	Indispensables et adaptés	<input type="checkbox"/>
<b>9: Positions: nuque, épaules</b>	Position de la nuque Position des épaules	<input type="checkbox"/>
<b>10: Positions: coudes, poignets/mains</b>	Position des coudes et des avant-bras Position des poignets et mains	<input type="checkbox"/>
<b>11: Efforts des poignets/mains</b>	Efforts des poignets et mains	<input type="checkbox"/>
<b>12: Répétitivité</b>	Répétitivité des gestes	<input type="checkbox"/>
<b>13: Aides à la manutention manuelle</b>	Aides à la manutention manuelle	<input type="checkbox"/>
<b>14: Caractéristiques de la charge</b>	Poignées Dimensions de la charge Bords coupants, surfaces rugueuses, ...	<input type="checkbox"/>
<b>15: Levage de charge</b>	Position de départ Distance de prise de charge Hauteurs de prise et de dépose Trajet parcouru Fréquence de manutention Poids	<input type="checkbox"/>
<b>16: Traction/poussée avec les bras</b>	Traction/poussée avec les bras	<input type="checkbox"/>
<b>17: Environnement de travail</b>	Températures Courants d'air	<input type="checkbox"/>
<b>18: Eclairage</b>	Reflets Eblouissements	<input type="checkbox"/>
<b>19: Organisation temporelle</b>	Contraintes de temps Périodes de repos Heures supplémentaires	<input type="checkbox"/>
<b>20: Organisation du travail</b>	Primes à la production Rotation du personnel	<input type="checkbox"/>



## 1: POSTE DE TRAVAIL ASSIS

### Comment est la situation concernant:

- la hauteur du plan de travail?
- la qualité du siège?
- l'appui dorsal?
- le réglage en hauteur du siège?
- l'appui pieds?
- la durée de la position assise?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable

à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable

à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>HAUTEUR DU PLAN DE TRAVAIL</b>	Si mal adapté: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaises positions</li> <li>• Bras tendus et dos courbé</li> <li>• Mouvements difficiles</li> </ul>	Adapter la hauteur du plan de travail suivant le type de tâche: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail avec appui des avant-bras: quelques cm au-dessus des coudes</li> <li>• Poste industriel qui requiert la liberté des bras: 5 à 15 cm sous les coudes</li> <li>• Travail sur ordinateur ou dactylographie: clavier légèrement en dessous des coudes</li> </ul>
<b>QUALITÉ DU SIÈGE</b>	Si mauvaise qualité: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaises positions</li> <li>• Compression des cuisses</li> <li>• Ou sous les genoux</li> <li>• Mauvaise stabilité</li> <li>• Mouvements difficiles</li> </ul>	Choisir un siège avec les caractéristiques suivantes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauteurs du siège et du dossier ajustables</li> <li>• Surface de l'assise large pour permettre les mouvements</li> <li>• Assise légèrement inclinée vers l'avant (2 à 5°)</li> <li>• Siège tournant et mobile sur roulettes</li> <li>• Piétement à 5 branches</li> <li>• Rembourrage de l'assise et du dossier d'environ 2,5 cm</li> </ul>
<b>APPUI DORSAL</b>	Si pas ou mauvais appui, colonne non soutenue et problèmes de dos	Siège avec appui lombaire juste au-dessus des hanches et utilisable quelle que soit la tâche et de façon à ce que la colonne vertébrale reste droite
<b>RÉGLAGE EN HAUTEUR DU SIÈGE</b>	Si trop haut ou trop bas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexion des dos et nuque</li> <li>• Compression des cuisses</li> <li>• Mauvaise position des épaules et des bras</li> </ul>	Ajuster la hauteur du plan de travail pour avoir: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les cuisses horizontales</li> <li>• Les jambes verticales</li> <li>• Les pieds à plat sur le sol ou sur un appui-pieds</li> </ul> Former l'opérateur à ajuster la hauteur du siège et du dossier suivant sa taille
<b>APPUI-PIEDS</b>	Pour les sujets petits, pour éviter les compressions sous les genoux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angle d'inclinaison: proche de 10°</li> <li>• Surface (profondeur x largeur): 30 x 40 cm</li> <li>• Adhérence au sol importante</li> </ul>
<b>DURÉE DE LA POSITION ASSISE</b>	Si trop long, maintien prolongé de mauvaises positions (cou fléchi ...)	Organiser le travail afin de permettre des déplacements et/ou l'alternance entre les positions assis et debout



## 2: TRAVAIL DE BUREAU AVEC ECRAN

Comment est la situation concernant l'aménagement du poste?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>AMÉNAGEMENT DU POSTE</b>	<p>Si accessoires mal placés (écran, clavier, souris, porte-documents ...): mauvaises positions, fatigue musculaire et douleurs de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La nuque: surtout si l'écran ou le porte-documents sont trop hauts ou trop bas</li> <li>• Des épaules et des bras: surtout quand le clavier est mal placé</li> <li>• Des poignets et des mains: quand fléchis ou tordus ou comprimés par un bord de table</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter les reflets: écran ni face ni dos à une fenêtre</li> <li>• Choisir le mobilier et l'équipement pour que le travail soit possible avec la nuque droite, les épaules relâchées, les poignets droits et les coudes à 90°</li> <li>• Adapter la disposition du matériel au type de tâches: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Porte-documents face à l'opérateur pour la saisie de données (encodage ...)</li> <li>• Écran face à l'opérateur pour les tâches où l'écran est regardé en continu</li> </ul> </li> </ul>



### 3: POSTE DE TRAVAIL DEBOUT

**Comment est la situation concernant:**

- la hauteur du plan de travail?
  
- l'inclinaison du corps en avant ou en arrière?
  
- la durée de maintien de la station debout?
  
- l'appui des genoux, hanches, tronc, bras ...?

**En conclusion, la situation actuelle est**

**acceptable à améliorer**

**Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?**

**La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail**

**acceptable à analyser**

	<b>Pourquoi s'en soucier?</b>	<b>Recommandations:</b>
<b>HAUTEUR DU PLAN DE TRAVAIL</b>	Si mauvaise: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Épaules levées, dos ou nuque courbés</li> <li>• Fatigue générale et locale</li> </ul>	Respecter les hauteurs suivant le type de tâches <ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail de précision: hommes 100 - 110 cm, femmes 95 - 105 cm</li> <li>• Travail léger: hommes 90 - 95 cm, femmes 85 - 90 cm</li> <li>• Travail lourd: hommes 75 - 90 cm, femmes 70 - 85 cm</li> <li>• Adapter la hauteur du plan de travail suivant la taille de l'opérateur et la tâche</li> </ul>
<b>INCLINAISON DU CORPS EN AVANT OU EN ARRIÈRE</b>	Ces inclinaisons entraînent tôt ou tard: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une fatigue des muscles dorsaux</li> <li>• Des compressions des disques entre les vertèbres</li> <li>• Des maux de dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placer les commandes, les outils, le matériel, à portée de l'opérateur</li> <li>• Maintenir le circuit du produit à une hauteur constante</li> <li>• Prévoir un espace pour les pieds à la base du plan de travail pour permettre à l'opérateur de se rapprocher de la tâche</li> <li>• Placer les charges à saisir ou à déplacer à plus de 60 cm de hauteur</li> </ul>
<b>DUREE DE MAINTIEN DE LA STATION DEBOUT</b>	La station debout prolongée entraîne: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des lourdeurs dans les jambes et des varices</li> <li>• Une fatigue du dos et de la nuque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fournir un siège de type "assis-debout"</li> <li>• Prévoir des phases de travail pendant lesquelles l'opérateur peut marcher et s'asseoir</li> </ul>
<b>APPUI DES GENOUX, HANCHES, TRONC, BRAS, ...</b>	L'appui local diminue la contrainte de la posture debout: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue musculaire</li> <li>• Douleurs dans les jambes et le dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aménager le rebord du plan de travail pour permettre un appui à hauteur des hanches</li> <li>• Placer un support en hauteur pour se tenir à une main quand travail en hauteur</li> <li>• Varier la posture pour ne pas s'appuyer en permanence</li> <li>• Ne jamais s'appuyer sur un bord tranchant</li> </ul>



## 4: POSTE DE TRAVAIL: AUTRES POSITIONS

### Comment est la situation concernant:

- la position tordue?
- la position fixe prolongée?
- les autres positions (agenouillé, accroupi, allongé, ...)?

En conclusion, la situation actuelle est

**acceptable** à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

**acceptable**

à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>POSITION TORDUE</b>	Si torsion du tronc : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue musculaire</li> <li>• Problèmes de dos</li> </ul>	Sièges mobiles et tournants <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produits et commandes en face de l'opérateur</li> <li>• Convoyeurs ou tables pivotantes pour tout changement de direction du produit</li> </ul>
<b>POSITION FIXE PROLONGEE</b>	Une position fixe prolongée entraîne : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une fatigue des muscles contractés en continu (charge statique)</li> <li>• Une surcharge des articulations et des tendons</li> </ul>	Alternier avec des tâches permettant des mouvements <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire tous les efforts musculaires continus (statiques)</li> <li>• Fournir des appui-coudes rembourrés au niveau du siège</li> <li>• Eviter le maintien des bras en l'air ou du corps en avant</li> <li>• Eviter le maintien:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• D'un effort élevé pendant plus de 10 secondes</li> <li>• D'un effort modéré pendant plus d'une minute</li> <li>• D'un effort faible pendant plus de 4 minutes</li> </ul> </li> </ul>
<b>AUTRES POSITIONS (agenouillé, accroupi, allongé ...)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue des jambes</li> <li>• Problèmes de hanches, genoux, chevilles</li> <li>• Perte d'équilibre et risque de chute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localiser matériel, produits et outils dans la zone facile à atteindre par l'opérateur</li> <li>• Organiser le poste afin de travailler debout ou assis</li> <li>• Disposer les charges à manipuler à une hauteur de 70 à 80 cm</li> <li>• Prévoir des points d'appui stables</li> </ul>







## 7: OUTILS

### Comment est la situation concernant:

- les outils adaptés au travail et au personnel?
- la forme du manche ou de la poignée?
- le poids?
- les commandes?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>OUTILS ADAPTÉS AU TRAVAIL ET AU PERSONNEL</b>	Si mal choisi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surcharge de travail, mauvaises positions, problèmes d'épaules</li> <li>• Blessure de la main, ampoules, tendinite, ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choisir l'outil le plus adapté au type de travail de sorte que le poignet reste droit et à hauteur normale (voir catalogues)</li> <li>• Standardiser les vis, les boulons, ... pour réduire le nombre d'outils nécessaires</li> <li>• Outil utilisable par tous: femmes, hommes, gauchers</li> </ul>
<b>FORME DU MANCHE OU DE LA POIGNÉE</b>	Si mal adapté: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaise position du bras: levé, écarté, tordu, poignet tordu ...</li> <li>• Compressions de la main ou des doigts (par exemple si trop petit ou si bords tranchants)</li> <li>• Augmentation de la force</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forme telle que le poignet reste droit et qui se moule dans la main</li> <li>• Poignée ni lisse ni rugueuse, ni coupante               <ul style="list-style-type: none"> <li>• En bois ou métal recouvert de caoutchouc ou plastique</li> <li>• Longueur de 10 à 12 cm</li> <li>• Diamètre d'environ:                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- 60 mm pour les outils de force</li> <li>- 2 mm pour les outils de précision</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Utilisables par les droitiers et les gauchers</li> </ul>
<b>POIDS</b>	Si trop lourd: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue du bras, crampes, tendinite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si travail de force: environ 1,5 kg et &lt; 2 kg</li> <li>• Si travail de précision: environ 400 g et &lt;1,5 kg</li> <li>• Si outils plus lourds, systèmes spéciaux: balançoires, appui-coudes, ...</li> </ul>
<b>COMMANDES</b>	Si mal placées: mauvaises positions Si trop dures: effort continu et fatigue Si trop sensibles: risque d'accidents	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commandes faciles à actionner sans contrainte des doigts, de la main ou des poignets</li> <li>• Commandes ni trop dures ni trop sensibles</li> <li>• Utilisables par les gauchers</li> </ul>



## 8: OUTILS VIBRANTS

Les outils vibrants sont-ils indispensables et adaptés au travail et au personnel?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>OUTILS VIBRANTS</b>	<p>Les vibrations entraînent des:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitations des mouvements et douleurs articulaires (mains, coudes) typiques de machines à percussion, marteaux-piqueurs, burineurs ...</li> <li>• Phénomènes du doigt blanc quand il fait froid (meuleuses verticales, polisseuses ...)</li> <li>• Picotements, perte de sensibilité (polisseuses ou ébarbeuses à grande vitesse ...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser la machine et l'outil le plus adapté au travail</li> <li>• Entretien régulièrement la machine et l'outil (affûtage)</li> <li>• Poignées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir des poignées antivibratoires</li> <li>• Recouvrir les surfaces de contact de caoutchouc, feutre, liège...</li> <li>• Éviter de tenir la machine ailleurs que par les poignées</li> </ul> </li> <li>• Utiliser des gants, ni trop encombrants, ni trop minces</li> <li>• Améliorer les postures et diminuer les efforts: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supporter l'outil par un contrepoids</li> <li>• Adapter la hauteur du plan de travail</li> <li>• Former l'opérateur à utiliser l'outil au mieux, avec les forces de préhension et de pression les plus faibles nécessaires</li> </ul> </li> <li>• Bloquer les objets à usiner</li> <li>• Modifier l'organisation du travail: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminuer la durée d'utilisation par jour</li> <li>• Augmenter le nombre de pauses</li> <li>• Alternier avec un travail sans vibrations</li> </ul> </li> </ul>







## 11: EFFORTS DES POIGNETS/MAINS

Comment est la situation concernant les efforts exercés par les poignets et les mains?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

Pourquoi s'en soucier?

Recommandations:

### EFFORTS AVEC LES POIGNETS ET LES MAINS

Si efforts importants (serrage, pression...) ou efforts faibles mais prolongés (clavier, souris...) :

- Fatigue
- Problèmes aux articulations

Si le talon de la main est utilisé comme marteau ou pour presser :

- Compression des tendons, nerfs, vaisseaux sanguins
- Syndrome du canal carpien entre autres

- Eviter au maximum:
  - Les efforts de serrage, de pression
  - Les efforts brusques
  - Les prises fines avec les doigts
  - L'utilisation du talon de la main comme marteau
- Evaluer la nécessité de serrer "à fond"
- Prévoir des aides techniques (type de raccord, joints d'étanchéité ...)
- Prévoir des outils avec un manche de longueur suffisante
- Prévoir des outils pneumatiques ou électriques
- Transporter les objets (dossiers) dans des containers avec des poignées pour éviter les pincements de doigts
- Utiliser une pince ou, à défaut, la main entière, plutôt que les doigts, pour prendre les petits objets
- Prévoir des pauses régulières lorsque les efforts, même faibles, sont prolongés



## 12: RÉPÉTITIVITÉ

Comment est la situation concernant la répétitivité des gestes?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>RÉPÉTITIVITÉ</b>	<p>Si tâche répétitive sans temps de récupération:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Accumulation des contraintes et de la fatigue au niveau des tendons et des muscles</li><li>• Perte de précision</li><li>• Baisse de vigilance avec risque d'accident</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aménager le travail pour utiliser alternativement chaque bras ou main</li><li>• Organiser des rotations fréquentes entre postes qui demandent des positions et des efforts différents</li><li>• Organiser des pauses courtes et répétées: (5 min par heure)</li><li>• Rechercher des outils pneumatiques ou électriques pour les tâches les plus répétitives</li><li>• Etudier avec les opérateurs la meilleure façon de réaliser la tâche répétitive pour minimiser les contraintes de force et de position</li><li>• Apprendre cette technique à tous</li><li>• Réduire la cadence du travail, si possible</li></ul>



## 13: AIDES A LA MANUTENTION MANUELLE

Comment est la situation concernant les aides à la manutention?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

**Pourquoi s'en soucier?**

**Recommandations:**

**AIDES À LA MANUTENTION**

Les aides à la manutention réduisent :

- Les positions défavorables
- Les efforts musculaires
- Dès lors, les problèmes de bras, nuque et dos

Choisir le type d'aides en fonction du poids de la charge et de la fréquence de manutention

Choisir le type d'aides en fonction du poids de la charge et la fréquence de manutention.

Utiliser un aide mécanique quand:

- Le poids est important: >15kg pour les femmes et >25kg pour les hommes
- La distance de transport dépasse 10 m
- La fréquence de levage est plus que plusieurs fois par heure

Choisir avec soin l'aide : un aide mal conçu n'est pas utilisé : palans, chariots à fourche ...



## 14: CARACTERISTIQUES DE LA CHARGE

### Comment est la situation concernant:

- les poignées?
- les dimensions de la charge?
- les bords coupants, les surfaces rugueuses, ...?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>POIGNÉES</b>	Si poignées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prise plus facile</li> <li>• Risque de chute plus faible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre des poignées aux objets de plus de 4,5 kg</li> <li>• Mettre des poignées pour 2 personnes si plus de 18 kg</li> <li>• Placer les poignées au-dessus ou à hauteur du centre de gravité</li> <li>• Poignée légèrement rugueuse avec:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forme cylindrique ou ovale de diamètre entre 1,9 et 3,8 cm</li> <li>• Longueur de 11,5 cm (largeur de la main)</li> <li>• Espace libre &gt;5 cm (épaisseur de la main), 7,5 cm si gants</li> </ul> </li> </ul>
<b>DIMENSIONS DE LA CHARGE</b>	Si grandes dimensions : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction du champ de vision</li> <li>• Risque de chute ou de heurt</li> <li>• Contraintes musculaires</li> <li>• Risque de problèmes de dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limiter les dimensions des charges ou objets à, au maximum:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 cm en largeur; 35 cm en hauteur ; 40 cm en profondeur</li> </ul> </li> <li>• Utiliser des aides techniques pour les charges plus encombrantes</li> </ul>
<b>BORDS COUPANTS, SURFACE RUGUEUSE, ...</b>	Si objet coupant ou rugueux : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques de blessures locales</li> <li>• Diminution de la précision des gestes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supprimer toute arête vive ou toute surface trop rugueuse pour la peau</li> <li>• Emballer les objets dangereux</li> <li>• Conditionner les charges très chaudes, froides ou salissantes</li> <li>• En dernier ressort, utiliser des gants</li> <li>• Protéger les mains de la chaleur et du froid:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manches/poignées en caoutchouc, en plastique ou en bois</li> <li>• Sortie de l'air d'un outil pneumatique dans la direction opposée à celle des mains ou du visage de l'opérateur</li> </ul> </li> </ul>





## 15: LEVAGE DE CHARGE (2/3)

### Comment est la situation concernant:

- la hauteur de prise et de dépose de la charge?
  
- le trajet parcouru?

En conclusion, la situation actuelle est

**acceptable** à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

**acceptable** à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>HAUTEUR DE PRISE ET DE DÉPOSE DE LA CHARGE</b>	<p>Si l'objet est trop haut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinaison vers l'arrière avec les bras vers le haut</li> <li>• Problèmes de dos et des épaules</li> </ul> <p>Si l'objet est trop bas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexion du tronc vers l'avant</li> <li>• Problèmes de dos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Points de prise et de décharge le plus possible dans le même plan vertical pour réduire les torsions</li> <li>• Ecarter les deux points pour forcer l'opérateur à tourner tout le corps ou à faire un pas plutôt qu'à se tordre</li> </ul> <p>Si les dimensions des charges sont toujours les mêmes, prévoir un support à idéalement 75 cm et entre 60 et 90 cm</p> <p>Si les dimensions varient, support réglable en hauteur (table élévatrice)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviter absolument les positions au sol ou au-dessus des épaules</li> <li>• Prévoir une manutention mécanisée pour les objets rangés plus hauts que les épaules</li> <li>• Aménager les surfaces de stockage en tenant compte:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• De la taille des opérateurs:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- hauteur entre 85 et 175 cm pour les hommes</li> <li>- hauteur entre 80 et 165 cm pour les femmes</li> </ul> </li> <li>• Du poids des objets:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- charges de plus de 10 kg à hauteur des hanches</li> <li>- charges plus légères entre les genoux et les épaules</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• De la distance d'atteinte: objets manipulés fréquemment placés plus près</li> </ul>
<b>TRAJET PARCOURU</b>	<p>Plus la distance est grande :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus la fatigue musculaire est grande</li> <li>• Ainsi que le risque de chute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporter la charge à deux mains</li> <li>• Limiter les distances à 2 m si possible</li> <li>• Réduire le poids de la charge et le tonnage journalier si trajet entre 2 et 10 m</li> <li>• Transport mécanisé dès que trajet &gt; 10 m</li> <li>• Utiliser des glissières, bandes transporteuses, tables à billes...</li> <li>• Eliminer les changements de niveaux entre plans de travail</li> </ul>



## 15: LEVAGE DE CHARGE (3/3)

### Comment est la situation concernant:

- la fréquence de manutention?
- le poids?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

#### Pourquoi s'en soucier?

#### Recommandations:

#### FRÉQUENCE DE MANUTENTION

Si efforts de levage fréquents :

- Fatigue générale
- Fatigue musculaire locale
- Moindre coordination des mouvements

- Limiter la fréquence à < 1 fois par 5 minutes, si possible
- Aides mécaniques si charge lourde, encombrante ou manipulée fréquemment
- Si fréquence de manipulation est élevée:
  - Stocker les charges lourdes (> 10 kg) à la hauteur des hanches
  - Stocker les objets légers entre 60 cm (genoux) et 150 cm (épaules)

#### POIDS

Le poids maximal dépend des conditions du levage, c'est à dire de tous les facteurs passés en revue ci-dessus. S'il est supérieur, le risque d'accidents et de problèmes de dos ou des bras-mains augmente très rapidement

- Indiquer le poids sur les charges
- Pour des levages occasionnels réalisés en face de soi, avec une bonne prise et pour une distance à parcourir de 70 cm, manipuler une charge dont le poids limite recommandé est inférieur à:

#### Éloignement des mains par rapport au corps

Hauteur de la prise

	≤ 20 cm	≤ 35 cm	≤ 50 cm
40 cm	19 kg	11 kg	8 kg
75 cm	22 kg	12 kg	9 kg
100 cm	20 kg	11 kg	8 kg
140 cm	17 kg	10 kg	7 kg



## 16: TRACTION/POUSSEE AVEC LES BRAS

Comment est la situation concernant les efforts de traction ou de poussée avec les bras?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<p><b>EFFORTS DE TRACTION OU DE POUSSEE AVEC LES BRAS</b></p>	<p>Si chariot de transport :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins d'efforts et de problèmes musculaires</li> </ul> <p>Mais risques de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se coincer les doigts et les mains</li> <li>• Se blesser aux pieds et aux jambes</li> <li>• Se luxer une articulation des bras, des épaules et du dos •</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prévoir : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chariots à main à 2, 3 ou 4 roues: charge inférieure à 200 kg</li> <li>• Transpalette à main: charge inférieure à 700 kg</li> <li>• Utilisation maximale: 200 fois par journée de travail</li> <li>• Distance de transport inférieure à 35 m</li> </ul> </li> <li>• Chariot à moteur ou convoyeur pour les charges lourdes à déplacer sur de longues distances</li> <li>• Faire en sorte que le sol ne soit ni glissant, ni irrégulier</li> <li>• Réduire le frottement des surfaces de roulement</li> <li>• Prévoir de préférence 4 roues de grand diamètre, à large bande et sans frottement</li> <li>• Prévoir des poignées légèrement au-dessus de la hauteur des coudes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Environ 110 cm pour les hommes</li> <li>• Environ 100 cm pour les femmes</li> </ul> </li> <li>• Réduire le chargement lorsqu'il faut pousser ou tirer <ul style="list-style-type: none"> <li>• Avec les mains au-dessus des épaules ou sous la taille</li> <li>• Ou pendant plus de 5 secondes</li> <li>• Ou lorsque l'objet ne se trouve pas directement devant soi</li> </ul> </li> <li>• Réduire la distance à parcourir, par exemple en rapprochant le lieu de stockage</li> <li>• Préférer la poussée à la traction</li> <li>• Utiliser des chaussures antidérapantes</li> </ul>





## 18: ECLAIRAGE

Comment est la situation concernant:

- les reflets?
  
- les éblouissements?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable à améliorer

Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable à analyser

Pourquoi s'en soucier?

Recommandations:

**ECLAIRAGE:  
REFLETS ET  
ÉBLOUISSE-  
MENTS**

- Si mauvais éclairage:
- Mauvaise vision
  - Reflets et éblouissements
  - Mauvaises positions de travail
  - Mauvaise perception des objets ou des éléments dangereux
  - Risque d'accident

- Eclairer en fonction de la perception requise et de la grandeur et du contraste des objets à manipuler, des détails d'outils....:
- Supprimer toute surface brillante (métal poli, verre, feuille plastique ...)
- Uniformiser l'éclairage sur le plan de travail
- Eviter les ombres et contrastes importants:
- Eclairer plus les objets et les éléments dangereux
- Entretien régulier avec nettoyage des luminaires



## 19: ORGANISATION TEMPORELLE

### Comment est la situation concernant:

- les contraintes de temps?
- les périodes de repos?
- les heures supplémentaires?

En conclusion, la situation actuelle est

acceptable

à améliorer

### Que peut-on faire DE CONCRET pour l'améliorer?

La situation ou les solutions envisagées sont-elles à Analyser plus en détail

acceptable

à analyser

	Pourquoi s'en soucier?	Recommandations:
<b>CONTRAINTES DE TEMPS</b>	Si contraintes de temps : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moindre respect de ses limites physiologiques</li> <li>• Fatigue locale et générale</li> <li>• Risque d'accidents</li> <li>• Mouvements rapides et brutaux</li> <li>• Effort plus important</li> <li>• Travail soutenu sans pauses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adapter l'organisation et les procédures techniques pour limiter la fréquence des situations d'urgence</li> <li>• Répartir les tâches de manière à rendre possible une assistance en cas d'urgence</li> <li>• Attribuer un ensemble de tâches à un groupe d'opérateurs</li> <li>• Eviter les facteurs qui augmentent le rythme de travail notamment:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des échéances serrées ou qui changent fréquemment</li> <li>• Le contrôle constant du rendement par un système électronique</li> </ul> </li> </ul>
<b>PÉRIODES DE REPOS</b>	Si pas de périodes de repos organisées : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaises postures et rythme de travail plus faible</li> <li>• Fatigue musculaire locale et générale</li> <li>• Pauses désordonnées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si travail lourd:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pauses obligatoires réparties tout au long de la journée</li> </ul> </li> <li>• Si effort physique et mental modéré:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pauses de 10 à 15 minutes matin et après-midi</li> </ul> </li> <li>• Si cadence imposée par la machine:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pauses de 3 à 5 minutes toutes les heures</li> </ul> </li> </ul>
<b>HEURES SUPPLÉMENTAIRES</b>	Si heures supplémentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatigue générale et locale</li> <li>• Efforts plus importants</li> <li>• Temps de réaction plus long</li> <li>• Risque accru d'accidents</li> <li>• Détérioration des performances</li> </ul> De plus, à la longue, risque de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolement par rapport à la famille et aux amis</li> <li>• Problèmes psychosociaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personnel suffisant pour couvrir les pics de production</li> <li>• Réduction des heures supplémentaires:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personnel supplémentaire lors de surcharge de production</li> <li>• Modification de l'organisation du travail (passage de 2 à 3 postes...)</li> </ul> </li> <li>• A l'engagement, prévenir de la possibilité d'heures supplémentaires</li> <li>• Prévenir bien à l'avance quand elles devront être effectuées</li> <li>• Augmentation de la durée de travail par jour plutôt que le nombre de jours par semaine</li> </ul>



## Synthèse de l'Observation

POSTE DE TRAVAIL:				DATE:	
Rubriques d'Observation	Sélection	Situation actuelle		Situation future	
	non applicable	acceptable	à améliorer	acceptable	à analyser
1: Poste de travail assis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2: Travail de bureau avec écran	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3: Poste de travail debout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4: Poste de travail: autres positions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5: Poste de travail: encombrement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6: Disposition des outils, ...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7: Outils	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8: Outils vibrants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9: Positions: nuque, épaules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10: Positions: coudes, poignets/mains	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11: Efforts des poignets/mains	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12: Répétitivité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13: Aides à la manutention manuelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14: Caractéristiques de la charge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15: Levage de charge (1, 2, 3)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16: Traction/poussée avec les bras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17: Environnement de travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18: Eclairage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19: Organisation temporelle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20: Organisation du travail	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Bilan des mesures de prévention/amélioration envisagées

- reprendre les mesures envisagées dans les différentes rubriques
- en précisant *qui* fait *quoi* et *quand*?
  - Quand la mise en œuvre est-elle *planifiée*?
  - Quand cela a-t-il été *réalisé*? (vérification ultérieure)
- par ordre de priorité

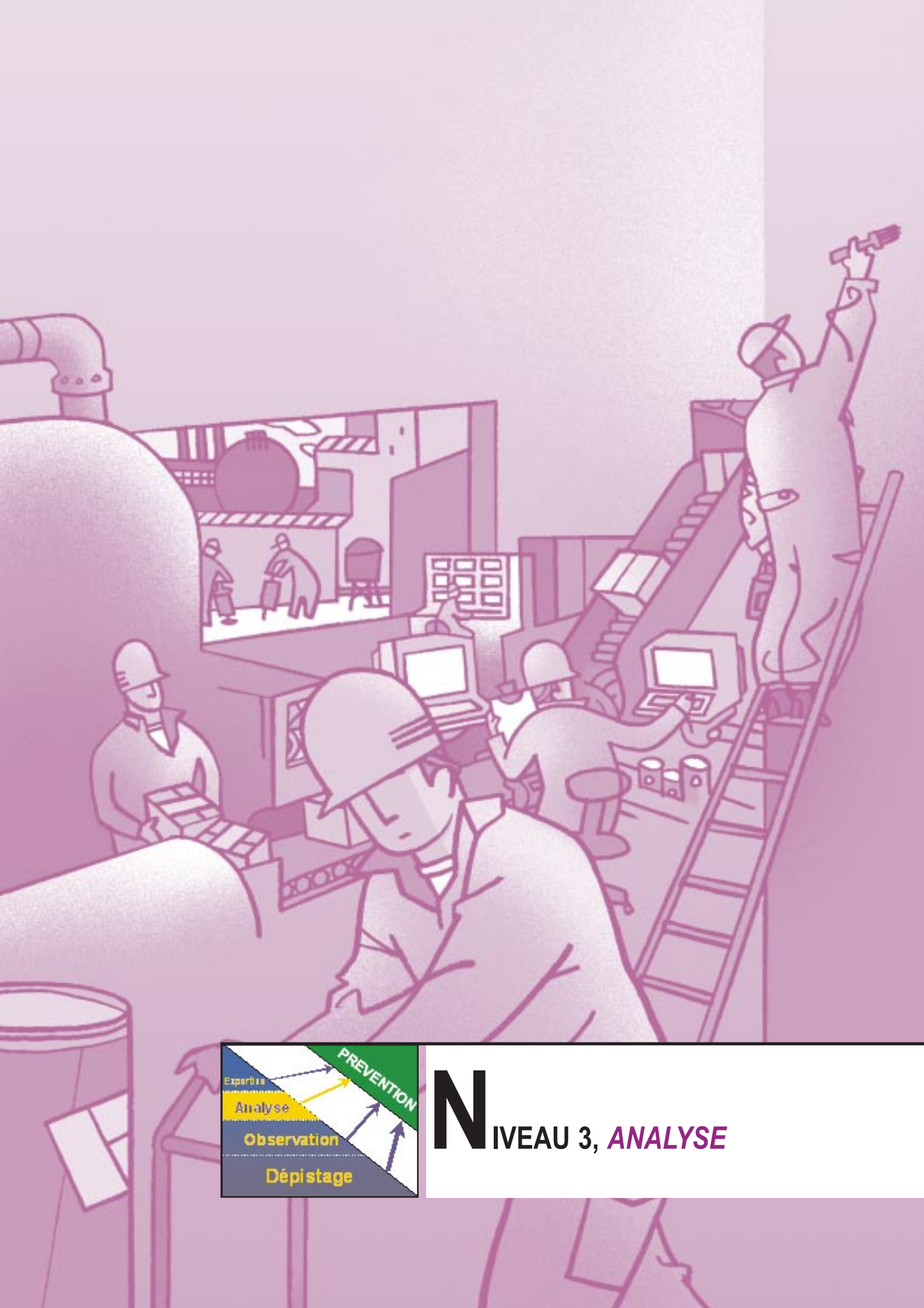
Qui	Quoi	Quand	
		Planification	Réalisation

### Nécessité d'une *Analyse* (niveau 3) plus approfondie tenant compte:

- de l'efficacité des mesures de prévention/amélioration décrites ci-dessus
- du risque résiduel après la mise en place de ces mesures
- de *l'urgence* et des *objectifs: sur quoi* doit-elle porter ?

--





# NIVEAU 3, *ANALYSE*



# NIVEAU 3, ANALYSE

## INTRODUCTION

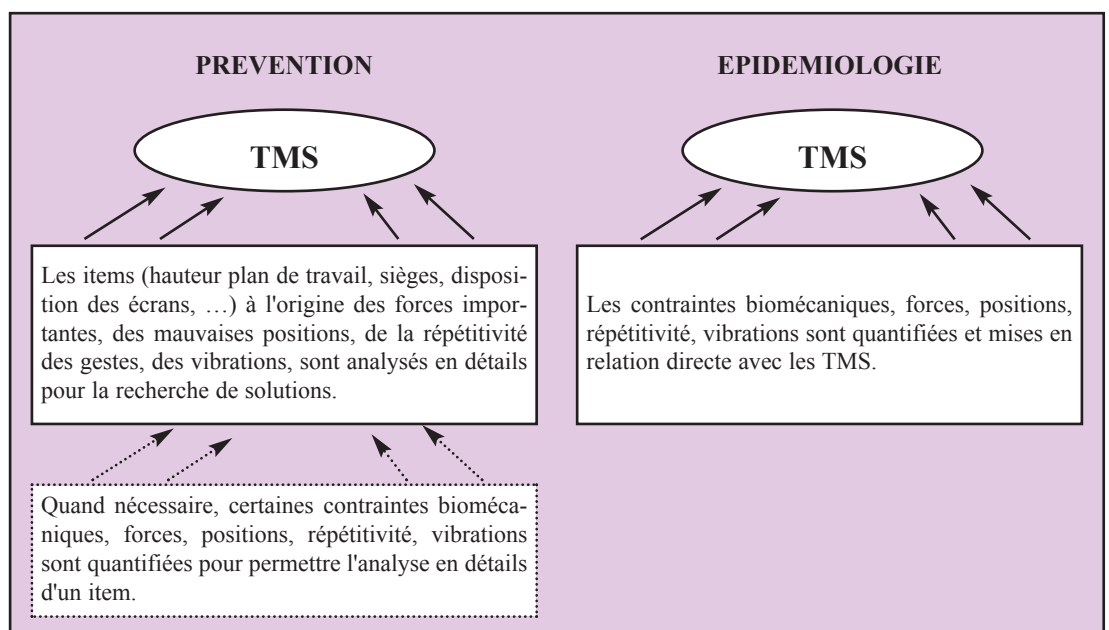
L'analyse de la situation de travail peut avoir des objectifs très différents:

- **Prévention:** les raisons des gestes, des efforts (forces)... inconfortables ou dangereux sont recherchées afin de déterminer comment modifier les conditions de travail et supprimer les risques.
- **Épidémiologie:** les amplitudes des gestes, des efforts (forces)... sont quantifiées afin de déterminer les risques et les mettre en relation avec les plaintes ou pathologies présentées par certains opérateurs.

Les points étudiés et la méthodologie utilisée sont différents dans ces deux cas:

- **Prévention:** les 49 aspects des 20 rubriques d'**Observation** doivent être pris en considération pour la recherche de solutions. Si nécessaire pour mieux savoir agir, les gestes, forces... sont mesurés.
- **Épidémiologie:** les positions, gestes, forces, répétitivité, vibrations sont systématiquement mesurés sans en rechercher directement les raisons.

La figure suivante illustre cette distinction entre prévention et épidémiologie des TMS



La méthodologie présentée dans le présent document concerne essentiellement la prévention.

À l'étape précédente de la stratégie de prévention (niveau 2: **Observation**), la situation de travail a été observée par les **personnes de l'entreprise**. Malgré cette **Observation**, la situation reste inacceptable:

- soit parce que les améliorations mises en œuvre sont insuffisantes,
- soit parce qu'aucune solution n'a pu être trouvée pour certains problèmes identifiés,
- soit encore parce que la complexité du problème dépasse les compétences des personnes qui ont réalisé cette **Observation**.

Pour aider les **personnes de l'entreprise**, il est fait appel à un **préventeur**.

Le terme **préventeur** désigne une personne ayant une formation en ce qui concerne les problèmes de santé et de sécurité au travail. En pratique, il s'agit le plus souvent de conseillers externes en prévention: l'ergonome, le médecin du travail, le conseiller en prévention/protection sécurité, le psychologue du travail... Une formation générale en ergonomie est désirable. Elle n'est pas indispensable, sous peine de restreindre le champ d'action de la méthode.

L'intervention de ce préventeur est l'élément neuf du niveau 3, **Analyse** de la stratégie. Il apporte et joint ses compétences en ergonomie à celles concernant les situations de travail des **personnes de l'entreprise**.

Un autre élément qui va de pair avec la présence d'un **préventeur** est l'utilisation rendue possible d'outils tels que la vidéo ou l'ordinateur. A ce niveau, des mesurages spécifiques aux problèmes rencontrés pourront être entrepris afin de plus facilement trouver des solutions techniques ou de mieux justifier la nécessité de certaines solutions.

La démarche à adopter par le **préventeur** lors de son intervention est la suivante:

1. **Révision** de l'**Observation** de la situation de travail avec le coordinateur qui a mené cette **Observation**:
  - en prenant connaissance du travail accompli précédemment au niveau **Observation**;
  - en revoyant ce travail et en y apportant sa compétence;
  - en déterminant ce qui nécessite une **Analyse** particulière complémentaire.
2. **Analyse** proprement dite de la situation de travail sous ces points particuliers, avec éventuellement des mesurages, toujours dans une optique de prévention et en collaboration avec les **personnes de l'entreprise**.

Si nécessaire, une **Quantification** des contraintes biomécaniques liées à la situation actuelle est réalisée afin de les comparer à celles de la situa-

tion future ou de souligner l'importance du problème et par conséquent de justifier la mise en œuvre de solutions, ou encore d'établir une liaison entre une exposition et un traumatisme.

La durée de l'**Analyse** et donc son coût dépendent directement du problème rencontré et de la nécessité ou non de quantifier certaines contraintes biomécaniques.

## OUTIL D'ANALYSE

### A. Révision de l'**Observation** avec le préventeur

Dans l'esprit de la continuité de la stratégie et de la collaboration entre les protagonistes des niveaux successifs, les informations collectées au niveau de **Dépistage** et au niveau d'**Observation** sont passées en revue par le **préventeur** avec ceux qui ont étudié ces informations et, au minimum, le **coordinateur** à ces niveaux (animateur du groupe ou à défaut l'observateur isolé).

La discussion doit porter sur:

- Les informations relatives à la situation de travail: nombre de pièces produites, poids des pièces, organisation du travail, rotation des opérateurs, taille et ancienneté des opérateurs, variation de la production au cours de la journée, de la semaine, de l'année, ...
- Le choix des rubriques applicables réalisé au départ parmi les 20 disponibles.
- Les observations réalisées pour les rubriques sélectionnées.
- Les différentes solutions qui ont été dégagées, en les confirmant ou non.
- Les rubriques ou les aspects de ces rubriques qui nécessitent une **Analyse** complémentaire.

Le **préventeur** est appelé à:

- Confirmer ou non les solutions préconisées, mises ou non en œuvre lors du niveau 2, **Observation**.
- **Analyser** plus en profondeur certains problèmes qui n'ont pu être résolus jusque là.
- Aider l'entreprise à mettre en œuvre les solutions préconisées.

Pour faciliter ces tâches, une banque de données a été développée par l'Unité Hygiène et Physiologie du Travail de l'UCL: elle fournira des informations sur les facteurs de risque, mais principalement des recommandations illustrées par des photos et schémas sur:

- ce qu'il faut éviter (mauvaises positions, mauvais outils, mauvaise hauteur du plan de travail...)
- et ce qu'il faut faire (bonnes positions, outils ergonomiques, hauteur adéquate...).

## B. Analyse proprement dite

### 1. Objectifs

Cette seconde phase de l'*Analyse* a pour but de rechercher des solutions aux problèmes non résolus précédemment. Elle est donc orientée vers certains aspects particuliers de la situation de travail.

Elle va consister en une collecte d'informations plus spécifiques ou moins évidentes pour déterminer ce sur quoi il serait possible d'agir pour résoudre ces problèmes particuliers. Il peut s'agir par exemple d'étudier un geste spécifique tel que le retournement d'un objet pour un test de qualité... La répétitivité en est un autre exemple: le problème est simple à constater mais demande à être analysé en détails pour être résolu.

Cette collecte d'informations spécifiques doit être préparée par le *préventeur*, avec les *personnes de l'entreprise* et le *coordinateur* qui ont réalisé les niveaux antérieurs.

### 2. Choix des opérateurs sur lesquels portera l'Analyse

L'évaluation de ces gestes ou problèmes particuliers sur plusieurs opérateurs est souvent requise, sans cependant qu'il faille les observer tous.

Un choix purement aléatoire n'est pas indiqué dans le contexte présent. Au contraire, on recherchera systématiquement les différences interindividuelles afin de faciliter l'identification de mesures de prévention simples et efficaces. Il faut donc prendre des opérateurs:

- de différentes tailles, de façon à observer les limites des dimensions des postes de travail;
- des deux sexes: hommes et femmes étant en moyenne différents, non seulement en taille, mais aussi en force et en aptitude physique;
- de différentes anciennetés: l'expérience dans cette situation de travail ayant souvent permis de développer des techniques économes en efforts ou positions.

Il est recommandé également de *NE PAS* conduire l'*Analyse* sur des opérateurs présentant des TMS au moment de l'étude. En effet, ceux qui présentent de tels troubles ont peut-être adopté des comportements compensatoires qui soulagent une articulation mais en surchargent une autre. Ces comportements sont intéressants à reconnaître, mais ne seront pas utiles dans l'optique de prévention.

Par contre, il peut être intéressant d'inclure dans le groupe de l'*Analyse* des personnes qui ont par le passé présenté de tels troubles, mais qui ont développé des méthodes alternatives de travail de manière à ne plus en souffrir.

Le choix des opérateurs à observer est une étape cruciale. Si ce choix est mal fait, les résultats de l'*Analyse* ne seront pas fiables et aucune information ne pourra en être déduite pour l'ensemble des opérateurs.

Le nombre d'opérateurs à observer dépend de la taille du groupe. Le tableau suivant est basé sur des notions de statistiques. Il donne la taille de l'échantillon nécessaire pour qu'on soit sûr à 95% qu'au moins un opérateur parmi les 20% les plus exposés fasse partie de l'étude. Cette probabilité n'est correcte que si l'échantillonnage est purement aléatoire, ce qui n'est donc pas strictement le cas. Le tableau permet cependant de déterminer l'ordre de grandeur du nombre d'opérateurs à considérer idéalement.

### 3. Conditions de travail à analyser

Tout comme pour les opérateurs, le choix des moments d'*Observation* ne doit pas être strictement aléatoire, mais doit autant que nécessaire tenir compte des différentes variations des conditions de travail liées à:

- La production: normale, habituelle, saisonnière...
- L'état de la ligne de production: machines en panne, mal réglées, nouvelles machines...
- La rotation des opérateurs.
- L'absentéisme.
- Le cycle de travail: préparation des matières premières, production, nettoyage de la ligne de production...

A défaut de temps ou de moyens pour étudier les points à approfondir dans tous ces cas de variations, il apparaît indispensable de caractériser correctement les situations analysées en vérifiant si elles sont bien représentatives des conditions générales ou les pires. A titre d'exemple, il n'est peut-être pas possible d'étudier les conditions quand tous les opérateurs sont présents et quand l'un d'eux ou plusieurs manquent. Cependant, il est nécessaire de vérifier si ce changement dans le nombre d'opérateurs a une influence sur le rythme de travail, la répétitivité... Si c'est le cas, il sera nécessaire de prouver la pertinence générale de l'*Analyse* réalisée.

Taille du groupe	N	N ≤ 6	7-8	9-11	12-14	15-18	19-26	27-43	44-50	>50
Taille de l'échantillon	Ns	N	6	7	8	9	10	11	12	14

#### 4. Enregistrement vidéo

Le *préventeur* va rechercher l'information manquante à la fin de l'*Observation* par des méthodes qu'il choisira en fonction des besoins:

- en comparant les façons de travailler de certains opérateurs;
- en cherchant à comprendre ce qui détermine ces différences;
- en repérant les "bons" et "mauvais" gestes;
- en recherchant ce sur quoi on peut agir techniquement
- ...

La méthode principale est l'observation directe des opérateurs dans leur situation de travail. La vidéo peut être un outil complémentaire, mais ne peut pas remplacer cette observation directe. Elle permet cependant, en plus:

- La vision des séquences de travail au ralenti pour la compréhension de cycles de travail très courts, l'identification des raisons de positions extrêmes ...
- La vision des mêmes images par différentes personnes (opérateurs, service méthodes ...) afin d'obtenir des avis complémentaires.
- L'étude de la pertinence et de l'impact réel de certaines solutions proposées.
- La constitution plus tard d'un matériel didactique pour former les opérateurs et en particulier les débutants.
- La mise au point d'aide pour la mise en œuvre efficace de certaines solutions préconisées, comme l'organisation d'une formation à la manutention.

La vidéo permet l'étude des positions. Cependant, l'image vidéo est à deux dimensions, ce qui peut fausser l'appréciation de ces positions si l'angle de prise de vue n'est pas adéquat.

Elle ne permet pas d'évaluer les forces et les efforts, mais permet de compléter les données récoltées directement aux postes de travail (poids des pièces, nombre de pièces ...) par des informations sur leur fréquence et les positions dans lesquelles ils sont exercés.

Un des risques liés à l'utilisation de la vidéo est de modifier le comportement et donc la façon de travailler de l'opérateur qui se sait filmé. Ce risque est minimisé si:

- Une étroite collaboration s'est établie précédemment entre le préventeur et les opérateurs.
- Les raisons de ces enregistrements vidéo et l'usage qui en sera fait ont été clairement expliqués à chaque opérateur et ce d'autant plus s'il n'a pas participé aux niveaux précédents de la stratégie.
- Son consentement a été acquis tout à fait librement.

L'enregistrement vidéo doit comprendre au moins deux parties:

1. **Une vue d'ensemble** de la situation de travail permettant de voir les dimensions, l'encombrement des postes:
  - d'une durée relativement courte (5 minutes);
  - réalisée avec la caméra à la main en se déplaçant autour des postes;
  - avec des plans larges alternant avec des plans serrés.
2. **Des vues partielles** correspondant aux aspects à analyser:
  - la durée et le type de prise de vue sont fonction directement de l'aspect concerné: la collecte de données sur la répétition des gestes demande un enregistrement plus long que l'analyse d'un geste particulier;
  - la focalisation de l'image est appropriée aux besoins: large dans le premier exemple, plus serrée dans le second.

#### Conseils pour optimiser l'utilisation de la vidéo (St. Vincent et al.1998)

- Utiliser un pied de caméra pour les plans fixes qui permettent dans certains cas de mieux décomposer, comprendre et améliorer certains gestes.
- La plupart du temps, utiliser la caméra de manière mobile afin de suivre les déplacements de l'opérateur ou de décrire ses opérations sous différents angles.
- Filmer d'abord les activités principales (cycles de base), puis les activités connexes et les variations importantes de ces activités principales.
- Filmer de façon à pouvoir toujours identifier l'action en cours et faire directement le lien entre, par exemple, une mauvaise position et l'action réalisée.
- Prévoir différentes prises de vue. Après un plan d'ensemble, focaliser la vidéo sur la zone (nuque, poignets ...) ou sur un aspect particulier (siège, encombrement du plan de travail ...).
- Éviter de trop restreindre le champ de vision puisque, par exemple, la position d'une zone corporelle est en relation avec les autres parties du corps:
  - prendre des vues en tournant autour de l'opérateur si possible;
  - à défaut, prendre au minimum des vues du côté droit ou gauche et de l'arrière des postes de travail et de l'opérateur;
  - se placer de 3/4 avant ou arrière, du côté qui est le plus concerné par les aspects à approfondir.
- Utiliser l'horloge interne pour des repères temporels sur l'enregistrement vidéo.

## 5. Mesurages éventuels

Dans certains cas, il peut s'avérer nécessaire de réaliser quelques mesurages simples d'angulations ou de forces ou encore de fréquences. Ces mesurages sont en général difficiles, si l'on veut qu'ils soient rigoureusement corrects et représentatifs. Ils seront réalisés plutôt par des *experts* et ils seront décrits au niveau 4, *Expertise*.

Cependant, sans recourir à des goniomètres électroniques ou des enregistrements EMG, il est possible de réaliser des mesurages ponctuels par des goniomètres en plastique, des pesons à ressort... Ces mesurages peuvent servir à vérifier que telle façon de faire a un avantage sur une autre, que telle disposition est préférable à telle autre...

## 6. Exploitation des données

L'exploitation des données est la partie qui requiert toutes les compétences du *préventeur*.

En pratique, les séquences ont été filmées dans un but bien précis défini lors de la *Révision de l'Observation* et la méthode d'analyse dépend chaque fois de ce que l'on recherche.

Il s'agit à ce niveau de la stratégie de regarder les enregistrements vidéo de manière à déterminer ce pourquoi ils ont été réalisés: clarifier un problème particulier, décomposer un geste précis ... Aucune méthodologie particulière ne peut donc être définie: les problèmes sont connus, on sait ce que l'on recherche.

Il y a lieu d'insister sur le fait que l'*Analyse* ainsi décrite est totalement différente de la *Quantification* qui sera discutée et décrite ultérieurement. Les questions auxquelles on tente de répondre sont ici du type:

- "Pourquoi le bras est-il à ce moment en abduction?"
- "Que peut-on faire pour l'éviter?"

Les discussions sur ces questions devraient conduire directement vers les solutions.

Par contre, la méthode de quantification cherche à répondre à des questions du type:

- "Quel est le pourcentage du temps pendant lequel le bras est en abduction?"

Pour ce faire, elle cherche à quantifier les positions, les forces, la répétitivité... sans se soucier directement des raisons de ces contraintes: cela nécessite des arrêts sur image à intervalles réguliers, un dépouillement d'une centaine d'images et la codification des positions au moyen de grilles standard.

Dans le contexte du niveau 3, *Analyse*, une telle étude systématique sur images arrêtées est inti-

le et peut même nuire en concentrant l'attention sur les contraintes plutôt que sur les raisons de ces contraintes.

L'*Analyse* circonstanciée des informations collectées et la recherche des solutions n'est pas du ressort exclusif du *préventeur*, même si, dans la majorité des cas, il en était l'exécutant.

- Idéalement doivent y participer directement ceux qui connaissent les contingences techniques et pratiques – les opérateurs et l'encadrement.
- A défaut d'une participation directe, il faudra leur demander, plus tard, mais avant toute mise en œuvre, leur avis sur les recommandations formulées par le *préventeur*.

Cette intervention en cascade est la plus fréquente. Elle n'est pas toujours celle qui conduit aux meilleures solutions et certainement pas le plus rapidement.

Le succès de l'intervention du *préventeur* est directement lié à:

- La qualité du travail effectué aux niveaux antérieurs de l'intervention.
- La qualité de cette concertation avec les personnes concernées de l'entreprise.

## C. Synthèse des résultats au terme de l'analyse

Au terme de l'*Analyse*, un rapport est en général attendu du *préventeur*.

Cette *Analyse* devrait normalement être la dernière étape de l'intervention. Le rapport doit donc faire la synthèse de toutes les informations progressivement récoltées et des solutions/améliorations progressivement mises en œuvre ou projetées.

### 1. Le contenu

Ce rapport doit comprendre:

- L'exposé du problème:
  - La façon dont le problème est apparu et a été posé au départ: plaintes, maladies, absences ...
  - Les avis des opérateurs et des personnes de l'entreprise lors du niveau de *Dépistage*.
- Les résultats de l'intervention, sans trop s'attarder aux différentes interventions successives mais en rendant aux intervenants leurs mérites respectifs:
  - Les aspects (parmi les 20) qui ont été *Observés* en détails et les solutions proposées.
  - Les aspects qui ont été *Analysés* en détails et les solutions qui sont proposées.
  - Le cas échéant, les aspects pour lesquels une *Expertise* est à réaliser.

- Une synthèse des solutions et améliorations techniques ou organisationnelles.
- La proposition d'élaboration de prototypes ou la réalisation d'essais si certaines solutions demandent à être mises au point techniquement.
- Les mesures à prendre le cas échéant pour l'information et la formation adéquate des opérateurs en ce qui concerne:
  - Les procédures optimales de réalisation des tâches.
  - Les procédures de travail à éviter.
  - Les risques de santé et de sécurité.
- Une hiérarchisation des mesures préconisées selon:
  - ce qui est indispensable,
  - ce qui est nécessaire,
  - ce qui est souhaitable, toutes les solutions n'ayant pas en général la même efficacité, le même degré d'urgence ni le même coût.
- Une justification globale de ces solutions, en montrant que:
  - Elles sont réellement susceptibles de résoudre les problèmes décrits précédemment.
  - Elles ne vont pas engendrer d'autres problèmes pour l'ensemble ou pour certains opérateurs.
  - Elles sont compatibles avec les exigences de productivité et de rentabilité de l'entreprise.
- La justification éventuelle de la nécessité d'une **Expertise** complémentaire.
- Un schéma de réalisation des solutions préconisées avec **qui fait quoi, quand, comment** et avec quel **suivi** dans le temps, afin d'augmenter la probabilité que le rapport soit suivi d'effets concrets.
- Une synthèse de ce rapport final en 1 page reprenant les solutions techniques principales.

## 2. Présentation écrite

La critique majeure concernant de tels rapports est qu'ils sont en général beaucoup trop littéraires et conventionnels.

Le but étant de donner l'information nécessaire à la prise de décision, le rapport doit être court, simple et débarrassé de toute considération superflue, générale ou hors de propos.

Sans tomber dans le style télégraphique:

- des alinéas, des retraits sont utilisés, comme dans le présent texte, pour souligner et hiérarchiser les informations;
- le nombre de tableaux, de graphiques statistiques... est réduit au minimum;
- les informations y sont présentées sous une forme systématique, facile à saisir, intuitive;
- des schémas techniques, photos, sont utilisés si nécessaire.

Enfin, le texte est revu mot par mot pour:

- supprimer toute répétition;
- simplifier la lecture et la compréhension;
- respecter la suite logique des items, idées ...;
- faciliter la recherche d'une information particulière.

Contrairement à l'habitude, le rapport commencera par la synthèse de 1 page, repoussant en second plan et en annexe l'information détaillée.

## 3. Présentation verbale

Les circonstances déterminent la procédure exacte à suivre.

Idéalement cependant, la synthèse doit être présentée simultanément ou séquentiellement:

- A l'employeur, parce qu'il a la responsabilité des conditions de santé au travail et est celui qui décide.
- Aux opérateurs, parce qu'ils sont directement concernés. La mise en œuvre de solutions techniques, même excellentes, sans consultation préalable des intéressés, compromet temporairement voire définitivement leur efficacité.
- A toutes les personnes qui ont participé aux différentes étapes de l'intervention, parce qu'ils en ont le mérite principal.
- A la hiérarchie, à l'encadrement technique, parce qu'ils sont responsables de la mise en œuvre et du maintien des solutions.
- Aux autres partenaires de la prévention (médecins du travail, préventeurs ...), bien naturellement.

Le succès de l'intervention dépend non seulement de sa qualité, mais bien souvent surtout de la façon dont elle est présentée. Dès lors, un soin particulier doit être apporté à l'élaboration du matériel audiovisuel. Ce point sort des objectifs du présent document et ne sera pas abordé, sauf en ce qui concerne l'exploitation des enregistrements vidéo.

Alors que tous les protagonistes (employeurs, encadrement, opérateurs) pensent bien connaître les conditions de travail, ils en ont des visions parfois étonnamment différentes. Une bande vidéo est alors très utile pour arriver à une représentation commune de la situation et des problèmes, ainsi que des possibilités d'amélioration. Cette bande doit attirer l'attention sur le travail qui est réalisé et les conditions générales de travail, et non pas sur la manière dont tel ou tel opérateur le réalise.

Une bande vidéo peut également être préparée dans une optique de formation des opérateurs et en particulier des nouveaux arrivés dans la situa-

tion concernée. Il s'agit cette fois d'une bande vidéo orientée vers la façon de réaliser le travail. C'est donc une bande différente mais complémentaire de la précédente. *Avec l'accord individuel* de chaque opérateur (après qu'il a été complètement informé des objectifs poursuivis), la bande vidéo est préparée avec des séquences illustrant certaines manières de travailler qui peuvent être "dangereuses" et les comparant à d'autres, plus favorables pour la santé (économies de forces, de mouvements, gestes plus souples...). Cette bande ne pourra être utilisée par la suite, de nouveau, qu'avec l'accord des opérateurs et sans qu'aucune culpabilisation soit possible.

#### 4. Suite et suivi de l'étude

Le processus de présentation et de discussion du rapport final doit être structuré dès le départ, de sorte qu'il aboutisse à des décisions, quelles qu'elles soient (fussent-elles de ne rien faire!).

Pour ce faire, à un stade ou un autre, mais de préférence dès le début de l'intervention du *préventeur*, la procédure est définie une fois pour toute en ce qui concerne:

- les personnes de l'entreprise avec qui le *préventeur* collaborera;
- la programmation dans le temps;
- la nature du rapport;
- la ou les présentations de ce rapport;
- la suite qui lui sera donnée, avec si nécessaire l'intervention d'un *expert*;
- la façon dont la situation de travail sera suivie plus tard en ce qui concerne la mise en œuvre des solutions et l'étude de leur efficacité.

Cette planification, avec *qui* fait *quoi*, *quand* et *comment* est indispensable pour que les recommandations ne restent pas lettres mortes mais se traduisent par des actions concrètes pour les opérateurs.

Si l'étude a démarré suite à des plaintes ou, a fortiori, des problèmes musculosquelettiques concrets chez certains opérateurs, reste à s'occuper concrètement de ces personnes pour qu'elles récupèrent et puissent retrouver le plus vite possible des conditions de vie et des conditions de travail normales. C'est là un problème médical que doit traiter directement ou indirectement (avec le médecin généraliste) le médecin du travail.

Il y a lieu d'attirer l'attention sur le fait que des conditions de travail peuvent être acceptables pour un opérateur sans TMS, mais rester dangereuses pour quelqu'un avec TMS. La récupération peut s'en trouver ralentie ou, dans certains cas, les problèmes peuvent continuer à s'aggra-

ver. Il ne s'agit donc pas de remettre directement au travail les personnes avec TMS dès que les conditions de travail ont été améliorées.

Tous les documents de travail qui ont servi aux différents niveaux seront conservés dans l'entreprise afin de servir plus tard de point de référence lors de modifications des postes ou lors de la conception de nouvelles conditions de travail.

## QUANTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE A VISEE EPIDEMIOLOGIQUE

### A. Introduction

Comme souligné déjà, un grand nombre de méthodes ont été décrites pour "évaluer" le risque de troubles musculosquelettiques. Ces méthodes ont été proposées dans les journaux scientifiques internationaux par des chercheurs dont la responsabilité et l'intérêt sont l'établissement des relations générales entre contraintes (positions, forces, vitesses ...) et astreintes (plaintes ou pathologies TMS spécifiques), plutôt que la solution d'un problème à un poste de travail particulier.

Ces méthodes sont donc conçues dans une optique *épidémiologique* et non de *prévention*.

Leur utilisation systématique sur le terrain résulte, selon nous, de trois contrevérités:

#### 1. "*Ce qui n'est pas quantitatif, n'existe pas*".

Cette opinion souvent prêtée aux décideurs, et en particulier aux ingénieurs, a coûté très cher aux entreprises. Comme les documents antérieurs l'ont montré (au niveau *Observation* principalement), les problèmes sont souvent simples, évidents, peu coûteux à résoudre et toute exigence de quantification entraîne des dépenses non justifiées (... si ce n'est à titre dilatoire!). Même si cela est bien la demande générale des décideurs, il y a avantage à ne pas y répondre systématiquement et, a priori, sous peine d'entretenir le besoin.

Le succès de la quantification est peut-être dû également au fait qu'elle apparaît souvent comme savante, alors qu'en réalité elle est plutôt plus facile que la prévention!

#### 2. "*La quantification conduit aux solutions*".

L'expérience montre qu'au contraire, comme suggéré déjà, la quantification du détail peut nuire à la compréhension de l'ensemble, le "comment?" remplace souvent le "pourquoi?" et la quantification se termine en constatations stériles.

3. **"La quantification est indispensable pour déterminer s'il y a ou non un risque"**. Cette troisième contrevérité repose implicitement sur la croyance qu'un "risque" existe au-dessus d'un seuil (15 kg, 45° ...), et qu'en dessous, ce "risque" est inexistant. Hélas, tel n'est le cas dans aucun domaine et une situation de travail n'est pas à améliorer "en dessous d'un certain seuil" mais **"le plus possible"**, selon tous les principes de logique et selon les termes des réglementations nationales et internationales.

La quantification du risque TMS par une entreprise pour une situation de travail donné peut évidemment être utile, voire nécessaire dans certains cas:

- Elle peut s'avérer nécessaire plus tard en cas de développement de certaines pathologies par certaines personnes, par exemple, pour une demande de compensation au titre de maladie professionnelle.
- Elle peut faire découvrir des problèmes particuliers.
- Elle permet de comparer cette situation à d'autres et de le faire entrer dans le cadre d'une étude épidémiologique.
- Elle est l'outil indispensable aux chercheurs pour mettre au point les recommandations qui pourront être utilisées d'emblée dans les entreprises.

La discussion ci-dessus tend donc seulement à décourager la quantification systématique et indépendante occultant parfois la prévention.

Dans un cas particulier, il appartient au **préventeur** de déterminer s'il doit ou non procéder à une **Quantification** des risques et les raisons (épidémiologiques, techniques, politiques ...) pour lesquelles il y procède.

## **B. Description de la méthode de Quantification**

### **1. Introduction**

Au contraire de l'**Analyse** décrite ci-dessus, il ne s'agit plus cette fois de repérer un geste ou une activité particulière, mais de caractériser **l'exposition moyenne des opérateurs**, celle qui est susceptible d'entraîner une pathologie à court ou à moyen terme.

Les aspects statistiques de représentativité de l'échantillon d'opérateurs et de périodes de travail prennent dès lors cette fois toute leur importance.

La quantification va cependant concerner la zone du membre supérieur identifiée comme étant la plus à risque au cours des étapes précédentes.

La méthodologie générale consiste à:

- Identifier des périodes de travail représentatives.
- Réaliser un enregistrement vidéo en temps réel durant ces périodes représentatives.
- Évaluer le niveau de force.
- Réaliser les **observations** instantanées en encodant les positions de la zone corporelle concernée sur les fiches prévues à cet effet.
- Identifier les facteurs de risque les plus importants.
- Interpréter les résultats en termes de risque d'apparition de plaintes ou de pathologies TMS.

### **2. Identification des périodes de travail représentatives**

Il s'agit d'évaluer l'exposition moyenne de l'opérateur, occupé à plusieurs activités au cours de la journée ou de plusieurs jours.

Une analyse ergonomique préalable est nécessaire pour déterminer la durée au cours de laquelle toutes les variations du travail sont rencontrées.

Cette analyse comprend deux parties:

- L'**observation** de la situation de travail et des activités afin de préciser:
  - les types de travaux effectués;
  - la répartition temporelle des activités;
  - la durée d'un cycle de travail;
  - ...
- La discussion avec les opérateurs concernant:
  - les rotations de poste;
  - la répartition des différentes tâches sur la journée, la semaine ...;
  - les variations de la quantité de travail au cours du temps;
  - l'organisation du travail;
  - les habitudes individuelles;
  - ...

A partir de ces informations est défini l'intervalle de temps (en heures, en jours...), couvrant plusieurs cycles de travail, s'ils existent, pendant lesquels toutes les variations de travail susceptibles d'influencer l'exposition sont rencontrées.

Comme discuté déjà pour l'**Analyse**, la prise en compte de tous ces facteurs de variations en pratique peut s'avérer impossible. Plus encore que ci-dessus, il appartient au **préventeur** de prouver que les facteurs non pris en compte ne sont pas susceptibles d'influencer la validité des résultats.

Cet intervalle de temps étant défini, le plan de mesurage est élaboré en répondant aux 3 questions suivantes:

- Combien de périodes d'analyse doivent être considérées?

- De quelle durée?
- A quels moments pendant cet intervalle de temps?

#### a. Combien de périodes d'analyse au cours de cet intervalle de temps?

Il est recommandé de:

- prendre au départ 3 périodes d'analyse;
- étudier la cohérence des résultats entre ces 3 périodes;
- augmenter le nombre de périodes si cette cohérence est insuffisante.

#### b. Pendant combien de temps?

La durée des périodes d'analyse doit rester guidée par le bon sens pratique: en fonction du temps de cycle ou des circonstances de travail, elle varie en général entre 15 et 60 minutes.

#### c. A quels moments pendant cet intervalle de temps?

Au hasard, en évitant les périodes d'inactivité systématique (pauses), de sorte que les périodes d'enregistrement correspondent à des moments de travail effectif.

### 3. Enregistrements vidéo

Les conseils donnés ci-dessus au niveau *Analyse* sont d'application.

- Positionnement de la caméra pour avoir la meilleure vue possible de la zone corporelle concernée par l'analyse: une position entre les plans sagittal et frontal donne les meilleurs résultats.
- Champ de vision assez large afin de filmer l'intégralité des mouvements réalisés par la zone concernée.
- Pas d'obstacles dans le champ de prise de vue.

Le dépouillement ultérieur est facilité en plaçant des autocollants sur des repères anatomiques:

- au niveau de l'acromion,
- de l'épicondyle latérale,
- du processus styloïde radial ou cubital.

L'enregistrement est surveillé en continu de façon à garder la zone corporelle dans le champ de vision.

### 4. Détermination du niveau de force

L'estimation du niveau de force peut être réalisée par 3 méthodes différentes et complémentaires:

- La quantification des poids externes manipulés: cette information doit avoir été ou sera collectée systématiquement.
- La technique de "force matching", en demandant à l'opérateur de reproduire sur un dynamomètre manuel le niveau moyen de force

développé à différents moments représentatifs du travail: cette méthode requiert un appareil particulier et demande d'interrompre et donc d'interférer avec le travail.

- L'échelle subjective de Borg (1990): en demandant à l'opérateur d'indiquer sur une échelle de 0 à 10 le niveau d'effort qu'il estime avoir exercé au cours de l'activité.

L'échelle de Borg, bien que subjective, sera systématiquement utilisée parce que:

- Elle permet de quantifier l'astreinte et de donner une valeur directement en rapport avec les capacités de la personne.
- Elle est utilisable pour les différents types d'effort et pour chaque zone corporelle.
- Elle est facile à utiliser et ne nécessite aucun matériel particulier.
- Elle interfère peu avec les conditions de travail.
- Elle est validée.

#### L'échelle de Borg (1990)

0	Rien du tout
0,5	Extrêmement faible
1	Très faible
2	Faible
3	Modéré
4	
5	Fort
6	
7	Très fort
8	
9	
10	Extrêmement fort
.	Maximale

### 5. Analyse des enregistrements vidéo et encodage

La quantification est basée sur le dépouillement d'images fixes à intervalles de temps réguliers et repose sur l'hypothèse que la distribution observée des paramètres est identique à celle qui serait obtenue si les paramètres étaient observés en continu.

- Le nombre total d'images analysées doit être de 100 environ pour que les résultats soient statistiquement représentatifs de l'exposition.
- L'image est arrêtée à intervalles de temps fixes de 10 à 30 secondes.

- Les positions des segments corporels auxquels on s'intéresse sont repérées et les scores de position correspondants sont déterminés et notés.

### Codification des positions

Des scores sont donnés pour les positions de chaque zone du membre supérieur. Ces scores correspondent à des positions et non à des classes de nocivité. La méthode ne combine donc pas dans une même classe deux positions extrêmes, ce qui permet de connaître la distribution exacte de chaque position.

La classification des positions est la suivante:

#### La nuque:

- Flexion/extension:
  - 1 neutre (0 à 40° de flexion)
  - 2 flexion franche (> 40°) ou extension
- Flexion latérale:
  - 1 neutre (< 10°)
  - 2 flexion latérale visible gauche ou droite
- Rotation:
  - 1 neutre (<10°)
  - 2 rotation visible gauche ou droite

#### Les épaules:

- Flexion ou abduction:
  - 1 neutre (0 à 20°)
  - 2 flexion ou abduction de 20 à 60°
  - 3 flexion ou abduction > 60°
- Adduction, extension ou rotation:
  - 1 neutre
  - 2 adduction ou extension ou rotation visible

#### Les coudes:

- Flexion/extension:
  - 1 flexion de 0 à 60°
  - 2 flexion de 60 à 100°
  - 3 flexion >100°
- Pro-supination:
  - 1 neutre
  - 2 supination
  - 3 pronation extrême

#### Les poignets et mains:

- Flexion/ extension:
  - 1 neutre de -30 à +30°
  - 2 extension > 30°
  - 3 flexion > 30°
- Déviations:
  - 1 neutre
  - 2 déviation cubitale visible
  - 3 déviation radiale visible
- Prises:
  - 1 pas de prise
  - 2 prise digitale (avec quelques doigts)
  - 3 prise globale (avec toute la main)
  - 4 pression (du bout des doigts ou avec toute la main) ou marteau hypothenar
  - 5 autres

### 6. Indice de variabilité

La répétitivité est définie en terme de "variabilité gestuelle". Si la variabilité gestuelle est grande, la répétitivité est dite importante.

L'indice de variabilité gestuelle est le nombre de fois où, d'une image à la suivante (sur 100 images), le code de position (p.ex. flexion/extension de l'épaule) se modifie, quelle que soit l'importance de la modification. L'indice varie donc entre 0 et 100.

- 0 : la variabilité est nulle: la position est maintenue de manière continue (position statique).
- 100 : la variabilité est maximale: la position change en permanence (position dynamique).

### 7. Vibrations manu-brachiales

Le mesurage des vibrations requiert un matériel spécifique et coûteux et des compétences que seuls des experts dans le domaine possèdent. Si de tels mesurages sont nécessaires, ils seront réalisés au cours du niveau 4 *Expertise*.

### 8. Interprétation des données

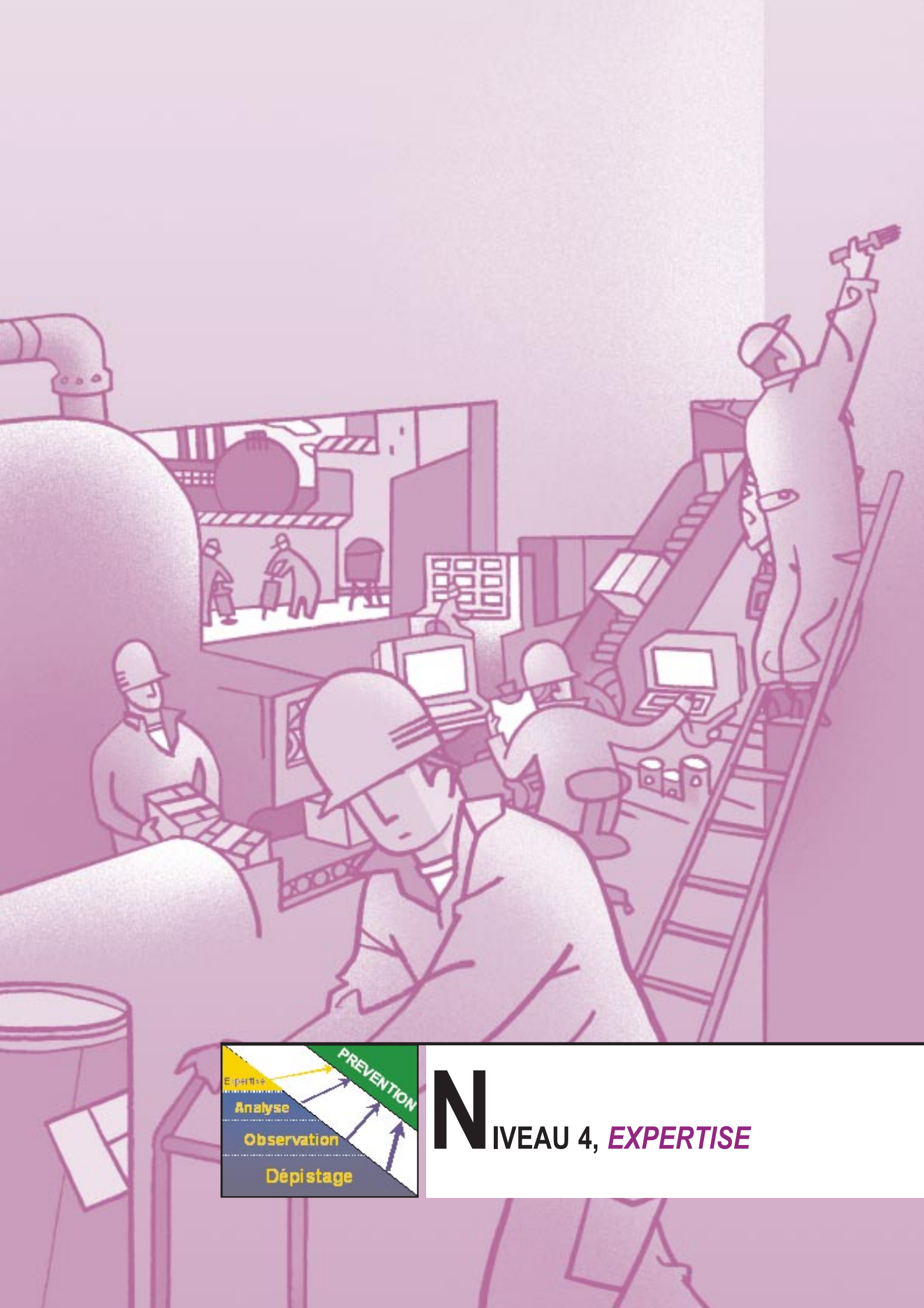
L'interprétation se fait sur la base:

- Des pourcentages de temps pendant lesquels survient chaque composante posturale.
- Des indices de variabilité pour chaque composante.

Si des différences sont observées entre les résultats de plusieurs périodes d'analyse, les raisons doivent en être recherchées.

- Il peut s'agir de variations dans les conditions de travail: autre produit, autre vitesse...
  - Si ces variations n'étaient pas attendues, l'étude ergonomique de base doit être reprise.
  - Si elles étaient attendues, il faut globaliser les résultats partiels en les pondérant en fonction du temps pendant lequel les différentes conditions de travail sont rencontrées.
  - Dans le doute, il faut augmenter le nombre de périodes d'analyse pour mieux décrire la situation dans son ensemble.
- Il peut s'agir également de variations dans la procédure adoptée par l'opérateur, variations dues à l'apparition de fatigue ou destinées à alterner les contraintes. De nouveau, un jugement doit être porté quant aux raisons de ces variations et quant à la nécessité de périodes d'analyse complémentaires.

Si, au cours de la tâche, certaines activités sont a priori plus contraignantes que d'autres, il peut être intéressant de chercher à les quantifier séparément et d'en comparer les contraintes biomécaniques.



# NIVEAU 4, *EXPERTISE*



# NIVEAU 4, *EXPERTISE*

## METHODE D'EXPERTISE

Le niveau 4 de la stratégie, l'*Expertise*, est entrepris lorsque les niveaux précédents n'ont pu aboutir à une amélioration suffisante des conditions de travail. Malgré les améliorations apportées par les *personnes de l'entreprise* avec l'aide du *préventeur*, la situation reste inacceptable et d'autres mesures de prévention doivent être mises en place. Aussi, est-il fait appel à une aide supplémentaire, un *expert* dans le domaine de l'ergonomie et des TMS.

De nouveau, cet *expert* travaillera en collaboration avec les intervenants des précédents niveaux de la stratégie.

Dans certains cas, l'*expert* n'interviendra que de manière ponctuelle: par exemple, pour la comparaison d'astreintes électromyographiques ou de vitesses de mouvements entre deux situations. Dans ce cas, il est souhaitable mais il n'est pas indispensable qu'il soit informé de tous les antécédents de l'étude: le *coordinateur* et le *préventeur* lui demandent de répondre à un besoin bien précis et intégreront cette réponse dans leur réflexion et leur recherche de solutions.

Dans d'autres cas, parce que l'*Observation* et l'*Analyse* n'ont pas été poussées assez loin ou parce que le problème est particulièrement complexe, la participation de l'*expert* sera plus importante. Une première étape consistera alors à informer cet *expert* de tout ce qui a été réalisé précédemment et notamment des mesures de prévention préconisées et éventuellement déjà mises en œuvre.

Le recours à l'*Expertise* peut également avoir un autre but: celui de valider de l'extérieur et/ou par des mesurages plus savants les résultats de la *Quantification* décrite au chapitre précédent, pour s'assurer du bien fondé des améliorations proposées, justifier financièrement les investisse-

ments ou étayer une relation de cause à effet entre contraintes et une pathologie.

Les mesurages sophistiqués qui seront réalisés par l'*expert* dépendront donc du contexte de son intervention selon qu'il lui est demandé de:

- Mieux caractériser les facteurs de risque que sont les positions, les efforts, la répétitivité des gestes et éventuellement les vibrations.
- Valider des solutions envisagées.
- Rechercher les modifications ultimes à apporter pour l'amélioration du poste de travail.
- Ou de caractériser l'exposition globale des opérateurs par une prédiction du risque.

Le rapport d'*Expertise* doit comprendre:

- La justification des techniques utilisées.
- L'évaluation du problème actuel.
- Les mesures de prévention/amélioration préconisées.
- Le risque résiduel après prévention/amélioration.

## EXEMPLE D'EXPERTISE APPLIQUEE AUX POIGNETS

### A. Introduction

Différentes méthodes de quantification des principaux facteurs de risque existent. Ces méthodes sont généralement spécifiques à la zone corporelle concernée par les TMS. Les méthodes les plus connues se rapportent soit à la région de la nuque, soit au niveau des poignets qui sont généralement les zones présentant les prévalences de TMS les plus élevées.

Un exemple des méthodes susceptibles d'être mises en œuvre pour l'*Expertise* des contraintes au niveau des poignets est repris ci-dessous (Malchaire et Indesteege 1997).

## **B. Mesurage des forces**

L'activité myoélectrique de deux groupes musculaires (les fléchisseurs du poignet et ceux des doigts) est captée à l'aide de trois électrodes de surface appliquées sur la peau préalablement nettoyée à l'alcool. La première électrode, de masse, est fixée sur l'épitrôchlée. Les deux autres sont fixées sur le tiers proximal de l'avant-bras, sur une trajectoire oblique qui relie l'épitrôchlée à la moitié du poignet lorsque l'avant-bras est placé en supination.

Le signal brut est filtré entre 20 et 500 Hz puis redressé pour donner la valeur RMS (root mean square) qui est échantillonnée 10 fois par seconde et enregistrée sur un data logger digital porté par le sujet.

Le signal électrique ainsi mesuré est fonction non seulement de l'activité myoélectrique, mais du type d'électrodes, de la conductance de la peau, de la morphologie individuelle ... Afin de supprimer autant que faire se peut l'influence de ces facteurs non désirés, un étalonnage est réalisé. Cet étalonnage a lieu au cours d'un test d'effort maximal de préhension effectué à l'aide d'un dynamomètre par exemple de type JAMAR. Cet effort est effectué avec le bras le long du corps, l'avant-bras à l'horizontale, le coude fléchi à 90°, le poignet en position neutre et le dynamomètre, dont la poignée est réglée au deuxième cran, dans la main (Mathiowetz 1990). L'effort demandé est un effort progressif pour atteindre le maximum que le sujet maintient quelques secondes. Un encouragement verbal accompagne les quatre essais effectués. Les valeurs maximales de l'EMG lors des trois derniers essais sont moyennées pour donner la valeur EMGmax de référence.

Lors du dépouillement en laboratoire, le signal EMG brut en microvolts est traduit en valeur relative (% EMGmax) en le divisant par la valeur EMGmax enregistrée lors de l'étalonnage.

La méthode d'étalonnage décrite ci-dessus est critiquable pour les raisons suivantes:

- Un phénomène dynamique est rapporté à une valeur de référence obtenue lors d'un effort statique.
- Alors que, pendant l'étalonnage statique, la position des électrodes sur les muscles est fixe au cours des activités et principalement lors des rotations de l'avant-bras, cette position varie et l'activité myoélectrique enregistrée pour un même effort varie.
- Duque et coll. (1995) ont démontré que la relation entre le signal électrique et les forces statiques développées sont fortement fonction de

la posture du poignet. Idéalement, un étalonnage statique devrait être réalisé pour différentes postures du poignet. Ceci est cependant, en pratique, extrêmement difficile à réaliser et à utiliser lors de l'interprétation.

- Le signal EMG obtenu ne représente pas seulement la force développée par les fléchisseurs des doigts mais également celle développée par les fléchisseurs du poignet qui sont plus superficiels.

Cette méthode d'enregistrement de l'EMG et son étalonnage ne permettent donc pas une estimation précise des forces développées par le poignet et la main. Elle doit être comprise comme étant une estimation de la contrainte musculaire totale au niveau du poignet et de la main, contrainte qui reflète probablement mieux que la simple force de préhension ou de pression le degré de risque encouru.

Les paramètres pris en considération pour caractériser la contrainte biomécanique sont les suivants.

- Le niveau d'activité musculaire développé en moyenne par l'opérateur et exprimé en valeur relative (en pourcentage du signal EMGmax développé lors de l'effort maximal volontaire de préhension) (mEMGr).
- Le pourcentage de temps pendant lequel l'activité musculaire du sujet a été supérieure à 15% de l'EMGmax (pEMG%) (Byström 1991, Mathiassen et Winkel 1991, Kilbom 1994).

## **C. Mesurage des angulations, des vitesses et de la répétitivité**

Les mesurages des angulations du poignet sont réalisés à l'aide de goniomètres électroniques (p.ex. Penny & Giles, type M110) qui donnent un signal électrique proportionnel à la position angulaire du poignet dans les deux plans de mouvement, c.à.d. en déviation radio-cubitale et en flexion-extension.

Le goniomètre Penny & Giles est constitué de deux jauges de contrainte montées dans un câble extensible entre deux masselottes à fixer sur la main et l'avant-bras. Cet ensemble est relié à son tour au même data logger. La gamme d'angulations s'étend de -180 à +180° dans chaque axe de mouvement. La précision est de l'ordre du degré.

L'examineur réalise, en premier lieu, un étalonnage électrique qui consiste à enregistrer les signaux correspondant aux angles de référence de 0°, +90° et -90° pour chacun des deux canaux. Ensuite le goniomètre est installé sur le sujet et l'étalonnage anatomique consiste à enregistrer le signal électrique correspondant aux déplace-

ments maximaux dans les deux plans de mouvement, ce qui permettra, ensuite, d'exprimer les angulations enregistrées en valeurs relatives. Au cours du travail, le signal est filtré par un filtre passe-bas à 10 Hz puis échantillonné 10 fois par seconde et enregistré sur le data logger.

### 1. Protocole de mesurage

Le sujet est appareillé et les goniomètres sont reliés au data logger. Celui-ci est placé, au moyen d'une ceinture ou d'un harnais, dans le dos de l'opérateur afin de gêner le moins possible l'exécution du travail habituel. Ensuite, la personne est suivie au poste de travail où elle effectue son travail. Les mesurages sont effectués selon le plan de mesurage établi préalablement.

### 2. Analyse des enregistrements

Les données sont ensuite analysées en laboratoire. Les étapes de l'analyse, assez complexe, sont les suivantes:

- Transfert des données de la carte mémoire sur ordinateur.
- Vérification de la cohérence des données.
- Dépouillement des données avec calcul des valeurs relatives des angles et de l'EMG à partir des valeurs de référence enregistrées initialement.

Selon Marras et Schoenmarklin (1991), la vitesse et l'accélération des mouvements des poignets discriminent assez bien les différents postes quant au risque de développement du syndrome du canal carpien. L'analyse inclut dès lors le calcul de la vitesse du mouvement (en degrés par seconde), en dérivant le signal angulaire enregistré lors de l'analyse de poste.

Les paramètres pris en considération pour caractériser la contrainte biomécanique sont:

#### a. Pour les positions angulaires:

- Les angles moyens relatifs adoptés par l'opérateur (en % du déplacement maximal individuel) en déviation radiale ou cubitale (mDr) et en extension ou flexion (mFr) (les valeurs sont redressées en valeurs positives afin d'éviter une moyenne arithmétique qui serait proche de zéro).
- Le pourcentage de temps pendant lequel le sujet a travaillé dans des angulations dépassant certains seuils préétablis en déviation radio-cubitale (pD%) et en flexion-extension (pF%).

Les seuils correspondent à des angles limites au-delà desquels l'amplitude de mouvement est considérée comme extrême et susceptible d'engendrer certains dommages (Armstrong 1986), tels que le syndrome du canal carpien (SCC). Les seuils utilisés sont exprimés en terme de

"pourcentage d'une valeur maximale individuelle" et non en valeurs absolues. Ces limites sont fixées à 50% des déviations radio-cubitales maximales (Stetson et coll. 1991) et à 60% des flexions-extensions maximales développées par l'opérateur (Armstrong 1986; Stetson et coll. 1991).

#### b. Pour la répétitivité:

- Le nombre de changements d'état par minute dans les deux axes combinés (radio-cubital ou flexion-extension) (Rang).

Le changement d'état correspond au passage d'une angulation extrême, c.à.d. supérieure aux limites décrites ci-dessus, à une angulation neutre ou vice versa.

Une valeur limite de 25 transitions (d'une zone neutre à une zone extrême et vice versa) par minute est adoptée comme suggéré par Hammer (dans Pelmeur et coll. 1992).

#### c. Pour les vitesses:

- Les vitesses moyennes de mouvement pour les axes de mouvement en déviation radio-cubitale (mVd) et en flexion-extension (mVf).
- Les pourcentages de temps pendant lesquels les vitesses de mouvement dépassent certains seuils préétablis (pVd%, pVf%).

Les seuils ont été calculés sur base de l'étude menée par Marras et Schoenmarklin (1991), qui présentent des vitesses moyennes de mouvement, dans les deux axes, chez des opérateurs occupant des postes à haut risque et sans risque de SCC (incidence nulle). Les seuils de discrimination entre postes à haut risque et à faible risque sont égaux à 30°/s et 50°/s respectivement pour les deux axes de mouvement précités.

Le tableau suivant reprend l'ensemble des paramètres évalués par l'analyse quantitative et les valeurs limites permettant d'interpréter les résultats de la quantification en terme de risque.

Valeurs limites d'exposition pour les paramètres issus de l'analyse quantitative			
	Symbole	Paramètres	Valeurs limites d'exposition
Angulations	mDr (%)	Angulation moyenne relative en déviation	50%
	mFr (%)	Angulation moyenne relative en flexion ou extension	60%
	pD% (% de temps)	% de temps en déviations extrêmes (>50% dév.max)	25%
	pF% (% de temps)	% de temps en flexion/ext. extrêmes (>60% flexion/ext. max)	25%
EMG	mEMGr (%)	EMG moyen relatif	15%
	pEMG% (% de temps)	% de temps avec un EMG relatif >à 15% EMGmax	25%
Répétitivité	Rang (#/min)	# de transitions/min > angles limites	25 transitions / minute
Vitesses	mVd (°/s)	Vitesse moyenne en déviation	30°/s
	mVf (°/s)	Vitesse moyenne en flexion ou extension	50°/s
	pVd% (% de temps)	% de temps avec une vitesse en déviation >à 30°/s	25%
	pVf% (% de temps)	% de temps avec une vitesse en flexion/ext. >à 50°/s	25%

## BIBLIOGRAPHIE

- Armstrong T.J., Upper-extremity posture: definition, measurement and control. In: Corlett N., Wilson J., Manenica I. (eds) The ergonomics of working postures. Models, methods and cases.. Taylor and Francis, London, 1986, 59-73.
- Borg G., Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scand. J. Work Environ. Health, 1990, 16, 1, 55-58.
- Byström S., Physiological response and acceptability of isometric intermittent handgrip contractions. Arbete och Hälsa, 1991, 38: pp. 174.
- Duque J., Masset D., Malchaire J., Evaluation of handgrip force from EMG measurements. Applied Ergonomics, 1995, 26, 1: 61-66.
- Kilbom A., Repetitive work of the upper extremity: Part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide. Int. J. Indust. Erg., 1994, 14, 59-86.
- Malchaire J., Indestegee B. Troubles musculosquelettiques - analyse du risque, Bruxelles, INRCT, 1997, pp. 122.
- Marras W.S., Schoenmarklin R.W., Wrist motions and CTD risk in industrial and service environments. In: Quéinnec Y. and Daniellou F. (eds) Designing for everyone. Proceedings of the 11th Congress of the Int. Ergonomics Association, 1991: 36-38.
- Mathiassen S.E., Winkel J., Quantifying variation in physical load using exposure versus time data. Ergonomics, 1991, 34(12): 1455-1468.
- Mathiowetz V., Grip and pinch strength measurements. In: Amundsen L.R. (ed) Muscle strength testing. Instrumented and non-instrumented systems. Churchill Livingstone, New York, 1990, 163-177.
- Pelmear P. L., Taylor W., Wasserman D. E., Hand-arm vibration -A comprehensive guide for occupational health professionals. Van Nostrand Reinhold, New York, 1992, pp. 226.
- Stetson D.A., Keyserling W.M., Silverstein B.A., Leonard J.A., Observational analysis of the hand and wrist: a pilot study. Appl. Occup. Environ. Hyg., 1991, 6, 11: 927-937.
- St-Vincent M., Chicoine D., Simoneau S., Les groupes ERGO. Un outil pour prévenir les LATR. Institut de recherche en santé et en sécurité au travail du Québec, 1998, pp. 94.

**La rédaction de cette brochure a été achevée le 31 décembre 2001**

Auteurs:

le professeur J. Malchaire, A. Piette (ergonome) et N. Cock (ergonome)

Unité Hygiène et Physiologie du Travail

Université Catholique de Louvain

Couverture et mise en page: Sylvie Peeters

Impression: Van Muysewinckel-Enschede

Diffusion: Service des publications

Editeur responsable: Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail

**Dépôt légal: D/2001/1205/31**