

Quantification des contraintes du membre supérieur par analyse vidéo

1. Introduction

Au contraire de l'*Analyse* décrite au niveau 3 de la stratégie SOBANE, 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.
- Evaluer 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 lequel toutes les variations de travail susceptibles d'influencer l'exposition sont rencontrées. Comme discuté déjà pour l'*Analyse SOBANE*, 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?
- **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.

- **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.

- **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 au niveau *Analyse SOBANE* 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

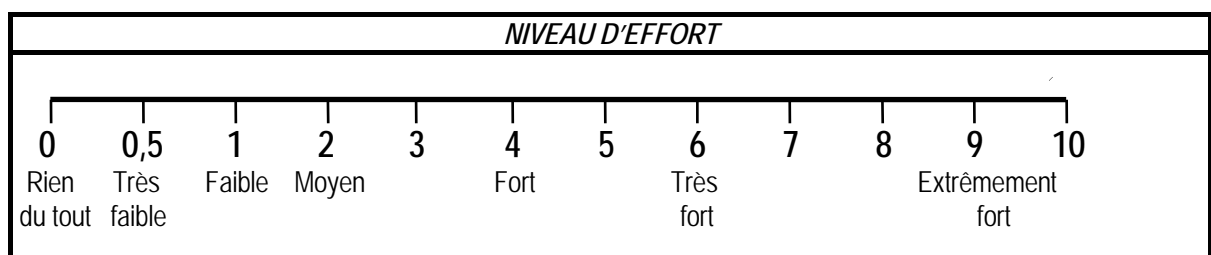
L'estimation du niveau de force peut être réalisée par 3 méthodes différentes et complémentaires:

- 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)



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

NUQUE	
1	2
FLEXION/EXTENSION neutre (0 à 40° de flexion) 	FLEXION/EXTENSION flexion franche (> 40°) ou extension  
FLEXION LATÉRALE neutre (<10°) 	FLEXION LATÉRALE flexion latérale visible (gauche ou droite)  
ROTATION neutre (<10°) 	ROTATION 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

EPAULES		
FLEXION OU ABDUCTION		
1 neutre de 0 à 20° 	2 flexion ou abduction de 20 à 60° 	3 flexion ou abduction > à 60° 
ADDUCTION OU 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

COUDES		
1	2	3
flexion de 0 à 60° 	FLEXION/EXTENSION flexion de 60 à 100° 	flexion > 100° 
neutre 	PRO/SUPINATION supination 	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 hypothénar
 - 5 autres

POIGNETS ET MAINS				
1	2		3	
neutre de -30° à +30° 	FLEXION - EXTENSION extension > 30° 		flexion > 30° 	
neutre 	DEVIATIONS déviation cubitale visible 		déviation radiale visible 	
PRISES				
1 pas de prise	2 prise digitale avec quelques doigts 	3 prise globale avec toute la main 	4 pression (doigts ou main) ou marteau hypothénar. 	5 autre

6. Indice de variabilité

- La répétitivité est définie en termes 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.e. 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. 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.