

# Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

## AUTEURS :

Dib K. <sup>1</sup>, Duvauchelle S. <sup>2</sup>, Bentoglio E. <sup>2</sup>, Lanotte M. <sup>2</sup>, Biclea C. <sup>2</sup>, Bauduin C. <sup>3</sup>, Fort E. <sup>4</sup>, Charbotel B. <sup>4,5</sup>

1. Agemetra, 69600 Oullins, France

2. BTP Santé au Travail, 69626 Villeurbanne Cedex, France

3. BTP Santé Prévention, 69626 Villeurbanne Cedex, France

4. Univ Lyon 1, IFSTTAR, UMRESTTE, UMR\_T9405, F-69373 LYON, France

5. Hospices Civils de Lyon, Service des Maladies Professionnelles, Centre Hospitalier Lyon Sud, 69495 Pierre Bénite, France

## EN RÉSUMÉ

La prévalence des troubles musculosquelettiques (TMS) et les liens avec les contraintes de travail dans une population d'électriciens ont été étudiés par le questionnaire TMS de l'INRS, les échelles de Borg, des mesures de vibrations et des études de poste ergonomiques. Les principaux TMS concernaient le rachis, notamment lombaire, et le poignet droit, en lien avec une exposition intense à des contraintes posturales. Les TMS du poignet et de l'épaule étaient également liés à l'exposition aux vibrations émises par des outils percutants. Un lien fort a été démontré entre la charge physique des membres supérieurs et les TMS du rachis cervical. Ces résultats ont permis d'engager une réflexion au sein de l'entreprise étudiée pour élaborer un plan de prévention des TMS agissant entre autre sur les contraintes biomécaniques et la charge physique.

## MOT CLÉS

Trouble musculo-squelettique / BTP / Posture de travail / Lombalgie / TMS / Pathologie péri-articulaire / Pathologie ostéo-articulaire / Bâtiment et Travaux Publics

Les troubles musculosquelettiques (TMS) sont un des principaux problème de santé au travail dans l'Union Européenne et la première cause de maladies professionnelles reconnues dans de nombreux pays développés [1]. En France, les TMS représentaient 87 % des maladies professionnelles reconnues en 2013 [2]. À ce titre, ils sont un enjeu majeur de prévention, dont la mise en œuvre dans les entreprises demeure pourtant complexe. En 2015, une entreprise de travaux d'installation électrique et son médecin du travail ont conjointement décidé de mettre en place une démarche de prévention des TMS à destination des salariés électriciens, avec l'appui du service de santé au travail du bâtiment et travaux publics (BTP Santé au Travail). Contrairement au secteur de l'in-

dustrie où les exemples d'une telle démarche sont nombreux, il n'a pas été retrouvé dans cette filière de démarche de ce type publiée.

Ce travail présente l'intervention réalisée, en 2015, dans cette entreprise par un groupe de travail issu du service BTP Santé au Travail, avec le soutien méthodologique de l'Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport travail environnement (UMRESTTE). L'objectif principal de cette étude était d'établir un diagnostic en santé au travail comportant une analyse de la prévalence des TMS et du lien avec les contraintes de travail pour les électriciens. En s'appuyant sur cet état des lieux, l'objectif secondaire était d'orienter l'entreprise dans l'élaboration d'un plan de prévention des TMS.

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

### MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

L'entreprise considérée est une filiale d'une firme multinationale comptant parmi les principaux acteurs mondiaux du secteur de la fourniture d'énergie. Au sein de ce groupe, l'entreprise est spécialisée dans la réalisation de travaux d'installation et de maintenance électrique et dans le domaine des télécommunications.

L'entreprise est organisée en plusieurs entités implantées par secteurs géographiques en France et regroupées en divers secteurs d'activités :

- réseaux d'éclairage public et d'assainissement (systèmes hydrauliques en stations d'épuration) ;
- maintenance sur sites industriels, tertiaires et collectivités ;
- énergie : postes et centrales électriques, ateliers de câblage et fabrication d'armoires électriques, réseaux de lignes électriques haute tension ;
- transport : systèmes électriques pour le transport urbain ;
- télécommunications ;
- défense et sécurité.

Entre 2013 et 2015, parmi quatre de ces entités, 12 cas de TMS ont été reconnus en maladies professionnelles chez 9 salariés (3 salariés ayant des TMS bilatéraux, de même localisation à droite et à gauche). Dans le détail, 5 cas concernaient le poignet, 4 cas l'épaule, 2 cas le coude et 1 cas le rachis lombaire. Cette sinistralité importante a motivé la décision d'une démarche de prévention.

#### STRATÉGIE D'ÉCHANTILLONNAGE

L'entreprise, dont l'activité est très diversifiée, souhaitait que les ré-

sultats de cette étude puissent bénéficier à l'ensemble du groupe au niveau national. Afin que l'échantillon soit représentatif du métier d'électricien dans cette entreprise, le protocole d'étude prévoyait d'intégrer des entités des différents secteurs d'activité précités. Ont été sélectionnées des entités implantées dans le Grand Lyon et dont le suivi est assuré par le service BTP Santé au Travail. De ce fait, les secteurs des télécommunications, de la défense et sécurité ne pouvaient pas être concernés par l'étude.

Les 7 entités éligibles représentaient les secteurs suivants :

- réseaux d'éclairage public ;
- réseaux d'assainissement et stations d'épuration ;
- postes et centrales électriques, atelier de câblage et fabrication d'armoires électriques ;
- réseaux de lignes électriques haute tension ;
- maintenance sur sites industriels, tertiaires et collectivités ;
- secteur nucléaire : maintenance des équipements en centrale nucléaire ;
- secteur du transport urbain.

Lors de l'élaboration du protocole d'étude, les électriciens du secteur du transport urbain travaillaient de nuit en déplacement sur un chantier de la région des Hauts-de-France. Devant les contraintes d'organisation de l'enquête, il a été décidé de ne pas les intégrer dans l'échantillon. Au final, six entités ont été sélectionnées pour l'étude. Avant le démarrage du recrutement, une information à l'entreprise des objectifs et modalités de l'étude a été réalisée lors d'un Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT). L'information a été donnée ensuite à l'ensemble des sujets sur chaque

chantier lors d'un quart d'heure sécurité.

L'enquête s'est déroulée entre mars et novembre 2015.

#### CRITÈRES D'INCLUSION ET DE NON INCLUSION

Les sujets ayant participé à l'étude répondaient aux critères d'inclusion suivants : salarié volontaire, en contrat à durée indéterminée (CDI) à un poste d'électricien dans l'entreprise avec une ancienneté minimum de 3 mois au poste, âgés de 18 à 65 ans inclus. Chacun des sujets a donné au préalable son consentement écrit, après avoir reçu une information adaptée.

Ont été exclus de la sélection dans l'étude les sujets montrant une mauvaise maîtrise de la langue française.

#### OUTILS D'ÉVALUATION

##### QUESTIONNAIRE TMS

Le diagnostic en santé au travail était basé sur le questionnaire TMS de l'INRS rédigé en langue française, version actualisée en 2000 [3]. Il comporte 117 questions réparties en 5 chapitres :

- **Données socio-professionnelles** ;
- **TMS des membres supérieurs** (épaule, coude, main/poignet) et du rachis (cervical, dorsal et lombaire). Le questionnaire évalue la présence ou non de symptômes de douleur, inconfort ou courbature, l'intensité et la fréquence des symptômes ;
- **Stress** ;
- **Facteurs psychosociaux** : demande psychologique, autonomie, soutien social, inquiétude sur l'avenir professionnel... ;
- **Vécu du travail manuel** : cadence, force musculaire requise, précision et répétitivité des mouvements, fatigue musculaire ressentie... L'évaluation, réalisée sous forme d'une échelle visuelle ana-

logique (trait non gradué), était traduite lors de l'analyse statistique en note de 0 à 10. La pénibilité des outils et l'environnement physique de travail étaient également questionnés.

Le questionnaire anonymisé était administré par le médecin du travail ou l'interne en santé au travail au cours d'un entretien médical individuel et confidentiel, d'une durée moyenne de 30 minutes, lors de visites de chantier ou d'atelier, dans un endroit prévu à cet effet pour assurer le calme et la confidentialité nécessaires. Ces conditions ont permis aux salariés de s'exprimer librement et d'expliquer certaines de leurs réponses. Ce recueil informel qualitatif d'informations, qui n'apparaît pas comme résultat de l'enquête, a néanmoins permis de comprendre et d'expliquer certains résultats.

### ÉVALUATION DE LA CHARGE PHYSIQUE DE TRAVAIL

Une auto-évaluation de la charge physique de travail a été réalisée à l'aide des échelles de Borg [4].

L'échelle RPE (*Rating of Perceived Exertion*) évalue la charge physique globale du corps entier. Cotée de 6 à 20, elle est corrélée à la fréquence cardiaque (FC) selon l'équation  $FC = 10 \times RPE$ . Une charge physique de travail est considérée comme élevée au niveau du corps entier pour un score RPE supérieur ou égal à 13 [4, 5].

L'échelle CR10 (*Category Ratio 10*) évalue la force localisée à un segment corporel ; ici il s'agit du membre supérieur dominant. Cotée de 0 à 10, elle est corrélée à la force maximale volontaire (FMV) selon la formule  $Force = 10 \times CR10$ . Une charge physique de travail est considérée comme élevée au niveau du membre supérieur pour

un score CR10 supérieur ou égal à 4 [4, 5].

L'auto-évaluation de la charge physique était répétée toutes les deux heures lors d'une journée de travail, en débutant à la prise de poste (H0). La dernière évaluation devait être réalisée en quittant le poste, soit, en cas de longue journée liée aux impondérables des chantiers de BTP, après 10 heures de travail au maximum. Cette évaluation était reportée sur une fiche format A4 anonymisée, remise à chaque salarié lors de l'entretien médical pour le renseignement du questionnaire TMS. Cette fiche comporte les deux échelles RPE et CR10, présentées horizontalement pour des raisons de commodité d'utilisation sur les chantiers (voir partie « Discussion » p. 68) (figure 1).

Préalablement à l'utilisation des échelles de Borg, des explications étaient fournies oralement lors

| Fiche :<br>.....<br>- - - - - | Comment percevez-vous l'effort effectué ?<br>Entourez le chiffre correspondant à l'effort ressenti (à débiter à la prise de poste et à répéter toutes les 2h) |  |
|-------------------------------|---|--|
|                               | CORPS ENTIER  | MEMBRE SUPÉRIEUR LE PLUS SOLICITÉ<br>MAINS, AVANT-BRAS ET BRAS           |
| N° 1<br>H0                    | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |
| N° 2<br>H+2                   | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |
| N° 3<br>H+4                   | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |
| N° 4<br>H+6                   | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |
| N° 5<br>H+8                   | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |
| N° 6<br>H+10                  | RIEN 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 ÉPUISENT<br>TRÈS FAIBLE FAIBLE DUR EXTRÊMEMENT DUR  | RIEN 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 EXTRÊMEMENT DUR<br>LÉGER MODÉRÉ DUR TRÈS DUR |

Figure 1. Fiche anonymisée de renseignement des échelles de Borg, RPE (à gauche) et CR10 (à droite), toutes les 2h lors d'une journée de travail

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

de l'entretien médical et reproduites sur un support écrit accompagnant la fiche d'évaluation. De façon générale, pour permettre l'analyse statistique des échelles de Borg, il est nécessaire d'obtenir une évaluation par au moins dix salariés au même poste ou par tous les salariés à un poste quand ils sont moins de dix [5].

### ÉTUDE ERGONOMIQUE

Une étude ergonomique de l'activité réelle de travail a été menée par deux ergonomes appartenant respectivement au service de BTP Santé au Travail et BTP Santé Prévention. L'objectif principal de l'étude ergonomique était d'identifier et de quantifier les contraintes biomécaniques. L'objectif secondaire était d'identifier leurs déterminants dans les situations de travail.

Trois entités dont l'activité permet d'observer des situations de travail représentatives du métier d'électricien ont été sélectionnées :

- réseaux d'éclairage public ;
- réseaux d'assainissement et stations d'épuration ;
- maintenance sur sites industriels, tertiaires et collectivités.

Le protocole d'étude prévoyait pour chaque entité la réalisation de deux études de poste, sur des activités différentes. Chaque étude de poste devait permettre l'observation d'une équipe différente, composée de deux ou trois opérateurs, lors d'une journée de travail. Au total, six journées d'observation étaient prévues pour 12 opérateurs.

Le protocole d'étude proposait l'utilisation de l'outil OREGÉ ainsi que les critères des tableaux de maladies professionnelles du régime général n° 57 (« *Affections péri-*

*articulaires provoquées par certains gestes et postures de travail* »), n° 69 (« *Affections provoquées par les vibrations et chocs transmis par certaines machines-outils, outils et objets et par les chocs itératifs du talon de la main sur des éléments fixes* »), n° 79 (« *Lésions chroniques du ménisque<sup>1</sup>* »), n° 97 (« *Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par des vibrations de basses et moyennes fréquences transmises au corps entier* ») et n° 98 (« *Affections chroniques du rachis lombaire provoquées par la manutention manuelle de charges lourdes* ») pour l'analyse des actions, gestes et postures. L'observation de l'activité était complétée d'enregistrements vidéos ainsi que d'entretiens informels au poste afin de recueillir des données qualitatives (attraits et contraintes du travail, difficultés rencontrées, douleurs physiques, tâches contraignantes).

Pour chaque étude de poste, il était prévu d'établir une chronique d'activité. Celle-ci détaille la répartition des différentes phases de travail sur le temps d'observation, les postures contraignantes associées et le temps passé dans ces postures pour chaque phase de travail. Une analyse globale et qualitative des situations de travail devait permettre d'appréhender les autres facteurs de risque et déterminants des TMS.

### MESURES DE VIBRATIONS

La réglementation actuelle, à travers les articles R. 4444-1 à R. 4447-1 du Code du travail, impose à l'employeur d'évaluer et, si nécessaire, de mesurer l'exposition quotidienne des salariés aux vibrations mécaniques A(8), exprimée en  $m.s^{-2}$ . La valeur limite d'exposition (VLE) journalière défi-

nie à l'article R. 4443-1 du Code du travail ( $1,15 m.s^{-2}$  sur 8 heures pour les vibrations transmises à l'ensemble du corps et  $5 m.s^{-2}$  sur 8 heures pour celles transmises aux membres supérieurs) correspond au seuil théorique de survenue de pathologies liées aux vibrations. Le seuil d'alerte est la valeur d'exposition journalière imposant le déclenchement d'une action de prévention primaire prévue aux articles R. 4445-1 et R. 4445-2 du Code du travail. Elle est de  $0,5 m.s^{-2}$  pour le corps entier et de  $2,5 m.s^{-2}$  sur le membre supérieur.

Des mesures de vibrations ont été réalisées en conditions réelles d'utilisation sur trois véhicules de service type véhicule léger et utilitaires (modèles Clio, Kangoo et Trafic de marque Renault®) pour évaluer les vibrations transmises au corps entier. Les mesures ont été réalisées au cours de trois journées distinctes sur des trajets entre atelier/dépôt et chantier. L'enregistrement a duré en moyenne 50 minutes par véhicule testé lors d'un trajet sur route et voie rapide avec revêtements enrobés correspondant aux conditions habituelles d'utilisation.

Un total de 15 mesures a été réalisé sur 8 différents outils électromécaniques vibrants de type percutants et rotatifs pour évaluer les vibrations transmises aux membres supérieurs. Des mesures sur marteau-piqueur, disqueuse thermique et pilonneuse ont été réalisées lors d'une demi-journée sur chantier dans l'entité « réseaux d'éclairage public ». Lors d'une seconde demi-journée dans l'entité « réseaux d'assainissement et stations d'épuration », des mesures ont été réalisées sur chantier en station d'épuration pour deux modèles de perforateur

*1. Il s'agit de la version du tableau en vigueur au moment de l'étude*

et une perceuse, et en atelier pour deux modèles de disqueuse. Pour chaque outil, les mesures étaient réalisées sur une durée moyenne et minimum de 2 minutes pour chaque main et, selon les cas, pouvait être reproduite sur différents types de matériaux. Le détail du type d'outil, de l'activité et des matériaux testés est présenté dans le [tableau I](#).

Dans le but d'obtenir des mesures représentatives de l'utilisation réelle des véhicules ou des outils, des salariés ont été tirés au sort en atelier/dépôt ou sur chantier afin de réaliser les mesures pendant leur activité habituelle de travail. Les salariés sélectionnés ont donné leur accord préalablement à la réalisation des mesures. Le choix des véhicules et des outils testés ainsi que les modalités de test (trajet des véhicules, matériaux...) correspondent à l'usage le plus

fréquent et le plus courant qui en est fait habituellement dans l'ensemble des entités. Cette sélection fut décidée après échange avec l'ensemble des responsables Qualité, Sécurité et Environnement (QSE) des entités concernées par l'étude et d'après les indications données par les salariés sélectionnés pour ces mesures.

Le matériel de mesure était un boîtier d'enregistrement VIB dB A(8) associé à un accéléromètre triaxial WBA001 pour le corps entier et un accéléromètre triaxial AP 2042 pour le membre supérieur, de marque o1dB-Metravib®. L'analyse par le logiciel Metravib® des valeurs de vibrations mesurées fournit un résultat sous forme de la valeur d'accélération pondérée subie, également qualifiée de niveau global A(8), exprimée en  $m.s^{-2}$ . Le niveau global A(8) représente l'exposition cumulée pour l'utili-

sation d'un unique outil sur une période de référence de 8 heures, extrapolée à partir des mesures réalisées et sans tenir compte de la durée réelle d'exposition.

L'évaluation de l'exposition globale quotidienne aux vibrations mécaniques doit tenir compte de la pluri-exposition, c'est-à-dire additionner les valeurs d'exposition A(8) de chaque outil utilisé, elles-mêmes pondérées par leur durée d'utilisation respective. N'ayant pu déterminer la réalité de la pluri-exposition par une étude de poste, seule une comparaison entre les valeurs A(8) obtenues par les mesures réalisées et les valeurs limites réglementaires a été possible.

Le logiciel Metravib® détermine également, à partir de chaque valeur A(8), les durées d'utilisation au-delà desquelles les seuils réglementaires sont dépassés, expri-

#### ↓ Tableau I

### > OUTILS, TYPES D'ACTIVITÉ ET MATÉRIAUX SÉLECTIONNÉS POUR LES MESURES DE VIBRATIONS TRANSMISES AUX MEMBRES SUPÉRIEURS.

| Outil et accessoire                         | Marque et Référence       | Activité           | Matériaux   |
|---|---------------------------|--------------------|---|
| Marteau Piqueur pneumatique sur compresseur | KAESER                    | Burinage           | Dalle en béton (épaisseur 4 cm)<br>Enrobés (épaisseur 5 cm)       |
| Disqueuse Thermique                         | HILTI<br>DSH 700          | Découpe            | Dalles en béton (épaisseur 4 cm)<br>Enrobés (épaisseur 5 cm)      |
| Pilonneuse                                  | WACKER<br>Plaque DS 72Y   | Compactage         | Tout venant (épaisseur 50 cm)<br>Enrobés à froid (épaisseur 2 cm) |
| Perforateur (n°1)                           | BOSCH<br>GBH 2-26 RE      | Perçage            | Mur en ciment avec foret de 8mm<br>Bordure avec foret de 25 mm    |
| Perforateur (n°2)                           | HILTI<br>TE 30 A36 TC/AVR | Perforation        | Dalle en béton  |
| Perceuse avec fraise étagée                 | BOSCH<br>GSR 18 VE-2-LI   | Fraisage           | Tôle aluminium  |
| Disqueuse (n°1)                             | BOSCH<br>GWS 24-230 JBV   | Découpe            | Inox<br>Aluminium   |
| Disqueuse (n°2)                             | DEWALT                    | Découpe<br>Meulage | Aluminium<br>Inox et aluminium                                    |

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

mées en durée cumulée en partant du principe que seul cet outil est utilisé et dans les conditions les plus défavorables.

L'ensemble des mesures a été effectué par un infirmier en santé au travail en faisant référence aux normes NF ISO 5349 parties 1 et 2 pour les vibrations transmises au système main-bras et NF ISO 2631-1 pour les vibrations transmises au corps entier [6].

### ANALYSE STATISTIQUE

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel SAS version 9.3. L'étude de la prévalence et de la gravité des TMS, du stress et des facteurs psychosociaux est basée sur le calcul de scores moyens allant de 0 à 100, selon la méthode de calcul proposée pour ce questionnaire [3]. Les paramètres de vécu du travail sont analysés selon des scores allant de 0 à 10. Dans tous les cas, les scores les plus élevés, donc tendant respectivement vers 100 ou vers 10, représentent des effets péjoratifs. Les scores tendant vers 0 correspondent à des effets positifs [3]. Le seuil pour l'interprétation des résultats de TMS, de stress et de facteurs psychosociaux est le score médian de 50. Le seuil pour l'interprétation des paramètres de vécu du travail est le score de 5. Des comparaisons de variables qualitatives ont été réalisées avec le test du Khi Deux.

Une analyse des résultats de l'évaluation de la charge physique de travail a été réalisée : évolution des scores RPE et CR10 au cours de la journée de travail, prévalence des scores RPE  $\geq 13$  et CR10  $\geq 4$  définis comme élevés [4, 5] sur une journée de travail c'est-à-dire sur l'ensemble des six temps d'évaluation de H0 à H+10. Les scores

RPE et CR10 élevés ont été croisés avec les résultats du questionnaire TMS, notamment la prévalence et les scores moyens de gravité des TMS par localisation, ainsi que les scores de vécu du travail. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour cette analyse statistique.

Le seuil de significativité statistique est fixé à 5 % pour l'ensemble des analyses statistiques réalisées.

## RÉSULTATS

### POPULATION ÉTUDIÉE

Un total de 52 questionnaires TMS a été administré au sein des six entités sélectionnées dans l'entreprise. L'effectif total d'électriciens administrativement rattachés aux directions déléguées des six entités participant à l'étude mais situés dans des agences en dehors du Grand Lyon est estimé à 717 sujets en 2015. Les effectifs totaux réellement suivis par le service de santé au travail sur le périmètre du Grand Lyon ne sont pas exactement connus. N'ont pas participé les salariés en arrêt de travail ou en congés lors de l'enquête. En raison du calendrier de l'étude, n'ont pas pu être inclus deux équipes d'électriciens monteurs réseaux, soit 12 salariés dans l'entité « réseaux de lignes électriques haute tension » ainsi que deux équipes de montage d'armoires électriques en atelier, soit 12 salariés dans l'entité « Postes et centrales électriques ». Une équipe de monteurs réseaux, soit 6 salariés, n'a pu être incluse puisque composée uniquement de travailleurs européens ne maîtrisant pas la langue française. Parmi l'ensemble des sujets sollicités lors de l'enquête, un salarié a exprimé son refus d'y participer.

La population était exclusivement masculine, composée de 84,6 % de droitiers, 7,7 % de gauchers et autant d'ambidextres. Les sujets se disaient polyvalents pour 84,6 % d'entre eux. Il existait une forte prévalence de la surcharge pondérale, qui concernait 59,6 % des sujets dont 34,6 % étaient en surpoids (Index de masse corporelle - IMC - entre 25 et 30 kg.m<sup>-2</sup>) et 25 % au stade d'obésité (IMC > 30 kg.m<sup>-2</sup>).

L'âge moyen était de 42,2  $\pm$  11,9 ans avec une dispersion des âges allant de 21 à 64 ans. Les sujets de moins de 35 ans étaient les plus nombreux, soit 20 salariés (38,5 %), devant les seniors (plus de 50 ans), soit 18 sujets (34,6 %). La classe des 35-50 ans était la moins nombreuse, soit 14 salariés (27 %). L'ancienneté moyenne dans l'emploi était de 24,4  $\pm$  12,5 ans. Les extrêmes allaient de 2 à 45 ans d'ancienneté et 38,5 % des sujets avaient plus de 30 ans de carrière. L'ancienneté moyenne dans l'entreprise était de 11,8  $\pm$  9,6 ans.

### TMS

Au cours des 12 derniers mois, 4 sujets (8 %) n'ont déclaré aucune plainte et 48 sujets (92 %) ont déclaré au moins une plainte musculo-squelettique. Parmi ces derniers, 44 sujets se plaignaient d'au moins une plainte au niveau du rachis, 37 sujets au niveau du membre supérieur droit et 25 sujets au niveau du membre supérieur gauche. Parmi les sujets ayant déclaré au moins une plainte, 4 sujets se plaignaient seulement au niveau des membres supérieurs (droit et/ou gauche), 10 sujets se plaignaient seulement au niveau du rachis et 34 associaient des plaintes des membres supérieurs et du rachis. Au niveau du membre supérieur, la localisation la plus fréquente

était le poignet droit (25 sujets) et au niveau rachidien c'est l'étage lombaire qui était le plus en cause (42 sujets) (figure 2). Cette étude montre le caractère multiple et souvent bilatéral des plaintes, avec une prédominance du côté droit. Le score moyen de TMS du rachis lombaire était le plus élevé à  $47,8 \pm 28,6$ . De plus, un sujet sur deux avait un score supérieur à 50. Ce résultat signifie que les TMS du rachis lombaire étaient les plus graves en fréquence et en intensité des symptômes, devant les TMS du poignet droit dont le score moyen était de  $28,1 \pm 16,9$ . Un âge supérieur à 35 ans était statistiquement associé aux TMS. Après 35 ans, la survenue des TMS du rachis, isolés ou associés à des TMS des membres supérieurs, était statistiquement augmentée ( $p = 0,008$ ), ainsi que le nombre de TMS du rachis ( $p = 0,026$ ), avec un risque maximal après 50 ans. Au-delà de 35 ans, le score moyen de TMS était augmenté pour le rachis lombaire ( $p = 0,048$ ), l'épaule droite ( $p = 0,007$ ), le coude droit ( $p = 0,038$ ) et le membre supérieur droit dans son ensemble ( $p = 0,002$ ), avec un risque maximal après 50 ans pour le membre supérieur droit. Il n'existait pas d'association statistique entre survenue des TMS et ancienneté en emploi ou dans l'entreprise après ajustement sur l'âge.

### CHARGE PHYSIQUE DE TRAVAIL

L'intensité perçue des efforts pour le corps entier et le membre supérieur dominant était minimale à la prise de poste et augmentait progressivement tout au long de la journée (figures 3 et 4). Les efforts perçus comme les plus intenses, évalués de très intenses à épu-

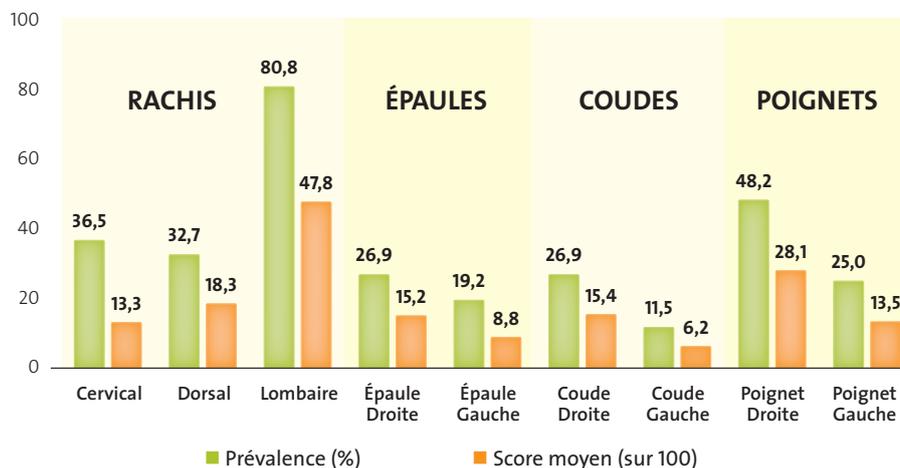


Figure 2. Effectifs déclarant une plainte pour chaque segment corporel (en pourcentage) et scores moyens (sur 100) de TMS par segment corporel.

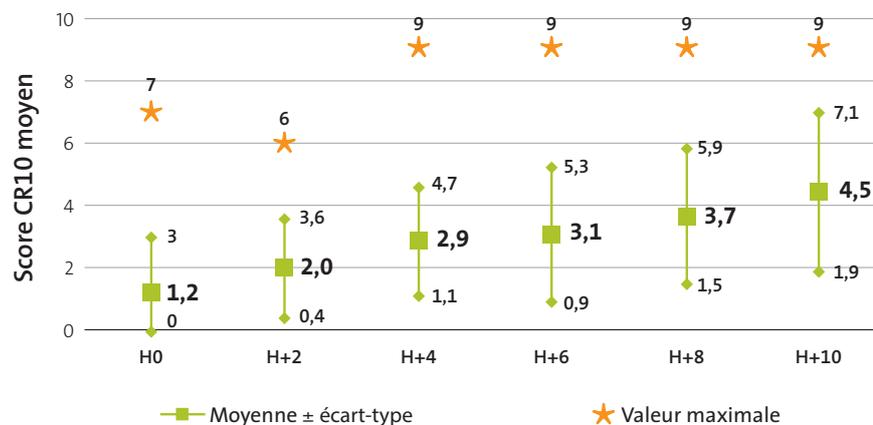


Figure 3. Évolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type des scores CR10 selon l'échelle de Borg.

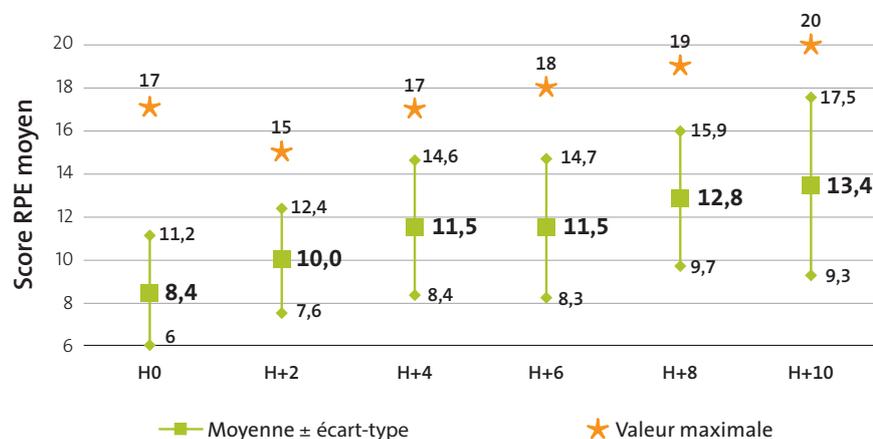


Figure 4. Évolution sur une journée de H0 à H+10 des valeurs moyennes et écarts-type des scores RPE selon l'échelle de Borg.

**Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques** et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

sants, sont survenus en fin de journée. Sur la globalité de la journée de travail, la charge physique de travail était évaluée comme élevée pour 66 % des sujets au niveau du corps entier (RPE ≥ 13) et pour 48 % des sujets au niveau du membre supérieur (CR10 ≥ 4).

Au niveau du corps entier, l'étude n'a pas démontré d'association entre une charge physique de travail élevée et la survenue de TMS. En revanche, au niveau du membre supérieur, un effort de travail élevé était lié à une très nette augmentation (de 0 ± 0 à 22,8 ± 13,9) du score moyen des TMS du rachis cervical (p = 0,004), traduisant des symptômes plus fréquents et plus intenses.

La fatigue musculaire dans les membres supérieurs après le travail était majorée (de 3,6 ± 2,6 à 6,6 ± 2,8) lorsque la charge physique de travail était élevée pour le membre supérieur (p = 0,008) et elle était également majorée (de 3,9 ± 2,4 à 6,2 ± 3,1) avec une charge de travail élevée du corps entier (p = 0,026). Le ressenti de la force musculaire requise dans le travail était également augmenté (de 6,2 ± 1,7 à 7,7 ± 1,8) lorsque la charge physique était élevée pour le corps entier (p = 0,032).

**FACTEURS BIOMÉCANIQUES ÉVALUÉS PAR L'ÉTUDE ERGONOMIQUE**

Quatre études de poste ont permis l'observation de huit électriciens, dont cinq sont qualifiés de chefs d'équipe, dans différentes activités. Les études de poste prévues dans l'entité de maintenance sur sites industriels, tertiaires et collectivités n'ont pas été réalisées car elles n'ont pu être planifiées dans le calendrier de l'étude. La durée moyenne d'observation sur une journée de travail était comprise entre 6 et 7 heures, en débutant à la prise de poste. Chaque observation a permis de réaliser une chronique d'activité, à l'exception de l'observation d'un chef d'équipe dans l'étude de poste n° 2. En effet, un tiers de son activité étant dédiée à la surveillance des travaux il a été décidé de ne pas réaliser de chronique d'activité. Le détail des activités par étude de poste est présenté dans le **tableau II**.

**PRINCIPALES PHASES DE TRAVAIL**

Les principales phases de travail observées sont présentées **figure 5**. La conduite de véhicules et d'engins de chantier ressort

comme une phase de travail très variable (6 à 70 % du temps de travail par sujet) selon l'éloignement géographique des chantiers. Les plus longs temps de conduite sont généralement attribués aux chefs d'équipe. Cela s'explique notamment parce que la conduite, en particulier d'engins de chantier, est préférentiellement réalisée par les chefs d'équipe tandis que les électriciens réalisent plutôt des tâches manuelles. En dehors des tâches de surveillance et débriefing avec l'équipe, propres au chef d'équipe, il n'a été observé aucune différence significative entre électricien et chef d'équipe dans la répartition des autres phases de travail observées et identifiables, les tâches de raccordement/câblage et approvisionnement sont les plus fréquentes pour l'ensemble des sujets.

**CONTRAINTES BIOMÉCANIQUES**

La quantification des contraintes biomécaniques pour chaque poste observé, d'après les chroniques d'activité, est résumée **figure 6**. Toutes études de poste confondues, la contrainte mécanique la plus présente et fréquente est la flexion/

↓ **Tableau II**

> **DÉTAIL DES ACTIVITÉS PAR ÉTUDE DE POSTE ET PRINCIPALES PHASES DE TRAVAIL OBSERVÉES.**

| Étude de poste  | n°1   | n°2  | n°3  | n°4  |
|-----------------|---|--|--|--|
| Entité          | Réseaux d'éclairage public  |  | Réseaux d'assainissement et stations d'épuration   |  |
| Activités       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pose de poteau</li> <li>• Changement d'une platine</li> <li>• Changement d'un luminaire et d'un fusible</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Création d'une alimentation dans une armoire électrique</li> <li>• Installation de boîtiers d'alimentation et raccordement</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation d'une alimentation électrique pour un dégrilleur</li> <li>• Installation d'une armoire électrique Haute Tension</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Démontage et installation d'une pompe de forage immergée</li> </ul> |
| Sujets observés | 1 chef d'équipe<br>1 électricien  | 2 chefs d'équipe<br>1 électricien  | 2 chefs d'équipe   | 1 électricien  |

inclinaison et rotation du rachis dorso-lombaire. Sont également très présentes les contraintes en élévation de l'épaule au-dessus de l'horizontale, de prono-supination et de préhension de la main. Ces observations corroborent la prévalence élevée des plaintes de TMS du rachis lombaire et du poignet.

Les opérations de raccordement/câblage représentent la tâche la plus associée, en fréquence et en durée, aux contraintes mécaniques sur le rachis dorso-lombaire, à l'élévation de l'épaule au-dessus de l'horizontale, aux contraintes de prono-supination et de préhension de la main. Les tâches d'approvisionnement, de rangement du matériel et le travail sur chemin de câble ou goulotte sont également nettement associés aux contraintes du rachis dorso-lombaire et à l'élévation de l'épaule. Les tâches de vissage/dévisage et de boulonnage/déboulonnage sont nettement associées aux contraintes de la main et du poignet en prono-supination et en préhension.

Les activités citées par les sujets comme les plus contraignantes sont :

- le tirage de câbles de grosse section qui nécessite un effort physique intense ;
- le câblage en bas des armoires électriques qui impose des postures contraignantes du rachis, des membres supérieurs et des genoux ;
- les travaux en hauteur qui génèrent de fréquentes montées et descentes d'escabeau pour s'approvisionner en matériels et en outils ;
- les interventions en espace confiné qui imposent des contraintes matérielles et posturales. Par exemple, le travail sur

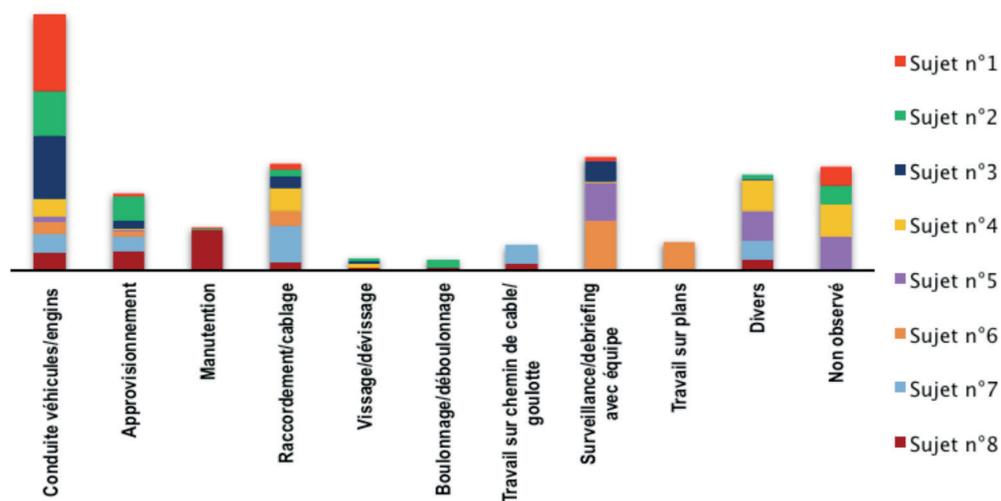


Figure 5. Répartition des phases de travail observées lors des études de poste, exprimées pour chaque sujet en pourcentage de la durée totale d'observation.

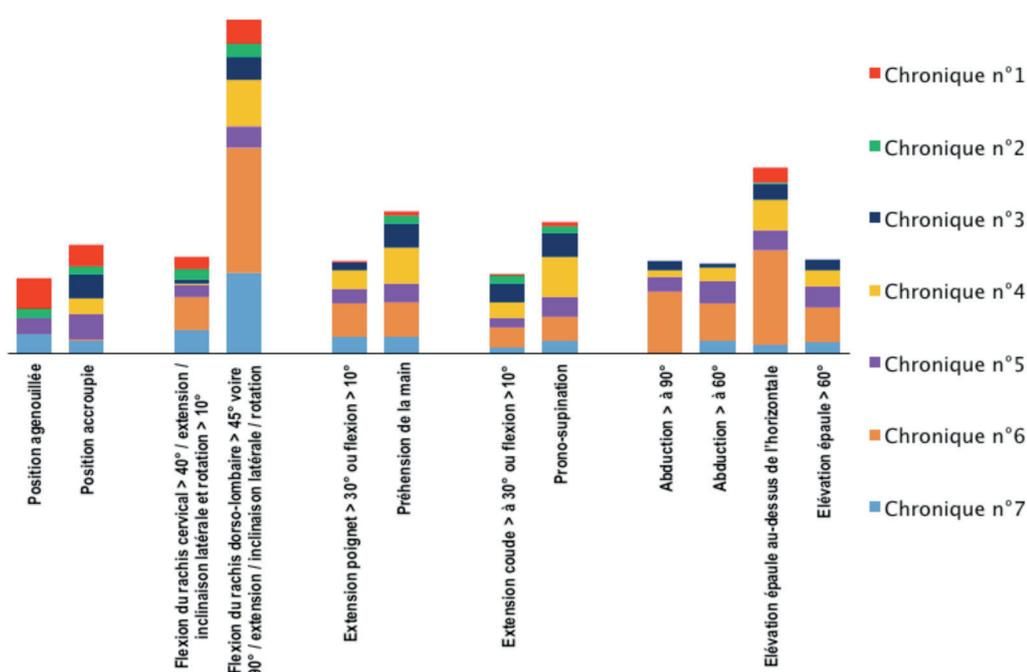


Figure 6. Somme des durées d'exposition aux contraintes mécaniques observées lors des études de poste, exprimées en pourcentage de la durée totale de chaque chronique d'activité.

nacelle impose au sujet de s'accroupir ou de se pencher en avant très fréquemment pour récupérer ou poser son matériel à ses pieds. Également, le positionnement en

hauteur des armoires électriques nécessite parfois de travailler sur un escabeau, obligeant à se positionner de biais par rapport à la zone de travail.

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

L'analyse de l'activité réelle de travail a montré qu'une large partie des contraintes biomécaniques des membres supérieurs, des genoux et du rachis était liée à des problèmes organisationnels. Des difficultés ont notamment été relevées dans :

- la préparation des chantiers (problèmes d'approvisionnement en matériel et outils sur chantier, stockage du matériel dans les dépôts) ;
- le rangement des véhicules de service (véhicules encombrés, nécessité de se pencher en avant ou de se mettre à genoux dans le véhicule pour y récupérer des outils) ;
- l'utilisation inadéquate de certains outils (sertisseuse manuelle, escabeau) ou la non utilisation du

matériel adapté (plate-forme individuelle roulante) ;

- l'organisation générale de l'activité et les méthodes managériales (temps de déplacements perçus comme contraignants, changements de chef d'équipe dans le suivi des chantiers faisant perdre du temps et de l'efficacité aux équipes).

### VIBRATIONS

Lors des études de poste, l'utilisation d'outils électromécaniques vibrants n'a été observée que pendant 3 % du temps de travail sur l'étude de poste n°1. Les chantiers observés comportaient très peu d'utilisation d'outils électromécaniques, paramètre variable, dépendant de l'activité et donc du type de chantier.

Les mesures de vibrations figurant au **tableau III** sont présentées en valeur d'accélération pondérée subie ou niveau global A(8) pour chaque véhicule et outil. Elles sont accompagnées de la durée nécessaire de leur utilisation à ces niveaux-là pour dépasser les seuils réglementaires.

Les véhicules utilisés pour le transport du matériel et des outils depuis l'atelier ou le dépôt jusqu'au chantier présentaient des niveaux globaux A(8) ne dépassant pas les valeurs réglementaires. Le parc automobile de l'entreprise ne présente pas un facteur de risque de TMS du rachis lombaire et ne nécessite pas de prévention particulière.

Les mesures de vibrations mécaniques transmises aux membres supérieurs ont montré un niveau global A(8) dépassant le seuil d'alerte pour tous les outils testés. En prenant en considération la durée d'utilisation estimée pour dépasser ce seuil d'alerte, une action de prévention doit porter en priorité sur le marteau-piqueur, la pilonneuse, les deux perforateurs, la perceuse et la disqueuse n°2. Le niveau global A(8) dépasse également les valeurs limites d'exposition professionnelle quotidienne pour ces six outils, confirmant la priorité définie. À l'exception de la disqueuse thermique et de la disqueuse n°1, l'exposition aux vibrations qu'émettent les outils testés est donc un facteur de risque de TMS des membres supérieurs. La nécessité de prévention est d'autant plus forte que les durées d'utilisation estimées pour dépasser le seuil limite d'exposition journalière sont très courtes. Elles sont facilement atteignables voire dépassées dans l'activité habituelle des sujets pour le marteau-

↓ **Tableau III**

### > MESURES DU NIVEAU GLOBAL A (8) DE VIBRATIONS TRANSMISES AU CORPS ENTIER ET AUX MEMBRES SUPÉRIEURS PAR DIFFÉRENTS VÉHICULES ET OUTILS ET DURÉE THÉORIQUE DE LEUR UTILISATION POUR DÉPASSER LES SEUILS D'ALERTE ET DE LIMITE D'EXPOSITION JOURNALIÈRE.

| Véhicule/Outil      | Niveau global A(8) mesuré en $m.s^{-2}$ | Durée théorique d'utilisation en jours/h/min/s pour dépasser |                   |
|---------------------|---|--|-------------------|
|                     |   | Seuil d'alerte*  | VLE journalière** |
| Clio                | 0,31                                    | 20h 21 min 46s   | 4j 11h 43min 11s  |
| Kangoo              | 0,31                                    | 20h 36 min 9s  | 4j 12h 59min 15s  |
| Trafic              | 0,26                                    | 1j 6h 8 min 30s  | 6j 15h 26min 58s  |
| Marteau Piqueur     | 12,62                                   | 19 min   | 1h 15 min         |
| Pilonneuse          | 21,18                                   | 7 min  | 27 min            |
| Perforateur n°1     | 19,17                                   | 8 min  | 33 min            |
| Perforateur n°2     | 9,17                                    | 36 min   | 2h 23 min         |
| Perceuse            | 6,59                                    | 1h 19 min  | 4h 36 min         |
| Disqueuse Thermique | 4,43                                    | 2h 33 min  | 10h 11 min        |
| Disqueuse n°1       | 4,18                                    | 2h 52 min  | 11h 27 min        |
| Disqueuse n°2       | 7,84                                    | 49 min   | 3h 15 min         |

\*Le seuil d'alerte est de  $0,5 m.s^{-2}$  pour le corps entier et de  $2,5 m.s^{-2}$  pour les membres supérieurs.

\*\*La valeur limite d'exposition (VLE) journalière est de  $1,15 m.s^{-2}$  pour le corps entier et  $5 m.s^{-2}$  pour les membres supérieurs.

piqueur, la pilonneuse et le perforateur n°1 et dans une moindre mesure pour les autres outils, ce qui a été confirmé par les salariés et les responsables QSE de l'entreprise.

L'utilisation d'outils vibrants et leur pénibilité étaient évaluées subjectivement dans le questionnaire TMS. L'utilisation d'au moins un outil vibrant était rapportée par 96 % des sujets dont 53 % estimaient qu'ils vibraient beaucoup. Les principaux outils perçus comme vibrants étaient ceux de type percutant à basse fréquence comme le marteau-piqueur, le perforateur et la pilonneuse, devant des outils rotatifs comme la visseuse, la disqueuse ou la meuleuse. Parmi les outils cités comme pénibles, 7 regroupaient plus de 50 % des réponses : le marteau-piqueur, le perforateur, le marteau, le pull-lift (palan), les clés de serrage, la disqueuse et la meuleuse. Parmi ces 7 outils, 4 sont des outils vibrants. Ces résultats sont cohérents avec la pénibilité perçue des outils vibrants et les mesures de vibrations réalisées.

### STRESS, FACTEURS PSYCHOSOCIAUX ET VÉCU DU TRAVAIL

Au cours des 12 derniers mois, 49 salariés, soit 94 % des sujets, ont présenté au moins un symptôme de stress. Parmi ces sujets, 90 % ont présenté des symptômes anxio-dépressifs et 60 % des symptômes d'angoisse. Le score global moyen de stress était de  $13,3 \pm 11,4$ , traduisant des symptômes peu graves en nombre et en fréquence. Un vécu de stress était rapporté par 55 % des sujets, parmi lesquels 15 % se disaient « de beaucoup à énormément stressés ». Le ressenti de stress était lié à l'existence de sou-

cis professionnels davantage qu'à des soucis familiaux.

Les scores moyens des composantes des facteurs psychosociaux sont présentés figure 7. La demande psychologique était liée principalement à une forte attention requise dont le score moyen était de  $89,6 \pm 8,7$  avec 69 % des sujets ayant un score maximum de 100. Les scores et écarts-type de charge de travail et de pression du travail traduisent leur grande variabilité dans le temps, caractéristique des chantiers de BTP.

L'autonomie des sujets était liée à leur participation à l'organisation du travail et à de bonnes marges de manœuvre, donc à un bon contrôle sur le travail. Les sujets ont déclaré un très bon soutien social de la part des collègues comme du supérieur hiérarchique immédiat. Ce ressenti, partagé par la quasi-totalité des sujets, témoigne d'une solidarité réelle au sein des équipes, également caractéristique du BTP.

La peur de perdre son emploi était

forte et concernait 60 % des sujets de l'échantillon. Parmi ceux-ci, 27 % avaient un peu d'inquiétude, 14 % beaucoup et 19 % énormément. De nombreux sujets ont expliqué cette crainte par le recours récurrent de l'entreprise à la sous-traitance et aux travailleurs étrangers.

Concernant le vécu du travail, les sujets ont décrit un intérêt très positif pour leur travail, qu'ils jugent complexe. De nombreux sujets ont par ailleurs expliqué qu'ils estiment que leurs compétences sont valorisées, qu'ils apprécient leur travail et que celui-ci a du sens. À travers le questionnaire TMS, des contraintes dans l'environnement physique de travail sont rapportées par une majorité de sujets : le froid (67 %), l'humidité (71 %), la chaleur (90 %), le bruit (90 %) et l'empoussièrement (87 %). Des échanges avec les salariés pendant les études de postes ont précisé que l'humidité est la contrainte vécue comme la plus pénible par les sujets.

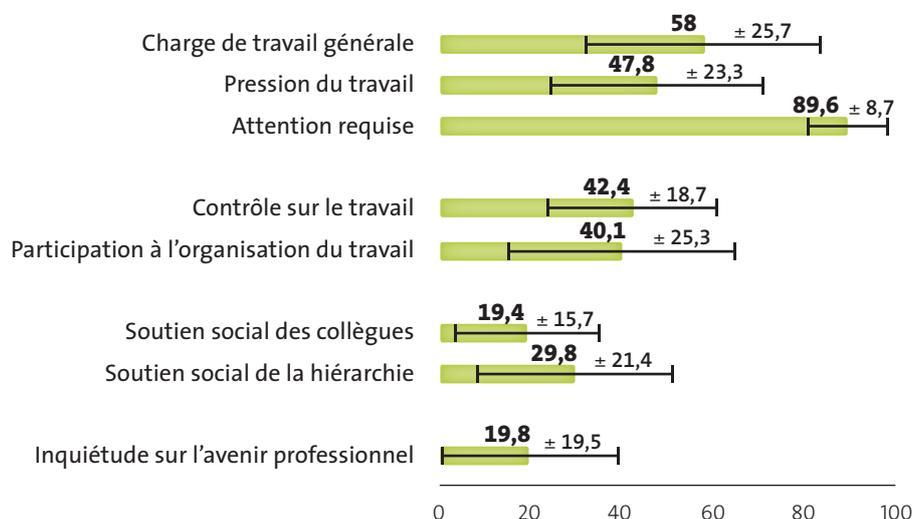


Figure 7. Valeurs moyennes et écarts-types des scores des composantes de facteurs psychosociaux.

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

### DISCUSSION

Par ses caractéristiques socio-professionnelles et la diversité des activités des sujets inclus, l'échantillon de cette étude est représentatif de la population des électriciens de l'entreprise. Les résultats de l'étude sont donc extrapolables à cette population cible, bien que l'échantillon soit relativement faible compte tenu de l'effectif de l'entreprise à l'échelle nationale.

Le point fort de la démarche est la complémentarité des axes d'étude ayant permis de réaliser un état des lieux approfondi de santé au travail. Les outils utilisés dans cette étude sont éprouvés et validés. L'étude confirme leur intérêt dans une démarche de prévention des TMS, notamment lorsqu'ils sont utilisés de façon complémentaire.

### MÉTHODOLOGIE

#### QUESTIONNAIRE TMS

L'administration du questionnaire par l'examineur lors d'entretiens individuels a permis d'éviter une perte de données. Avec seulement 3 réponses manquantes pour l'ensemble des 52 questionnaires, le taux de réponse était de 99,95 %. L'avantage majeur du questionnaire TMS est qu'il explore les deux aspects de la santé et du travail. Il permet, avec un même outil, d'évaluer simultanément les TMS et le vécu par les opérateurs des conditions de travail, et de faire le lien entre les TMS et les facteurs professionnels imputables. Plusieurs démarches de prévention des TMS basées sur ce questionnaire ont souligné cet intérêt [7 à 9].

Le questionnaire TMS est conçu pour recueillir la perception des opérateurs sur leurs symptômes

de TMS, donc des plaintes. Des outils définissant des critères diagnostiques cliniques, objectifs et harmonisés existent, comme le questionnaire de style Nordique [10] ou le protocole SALTSA [11]. Ils sont plutôt conçus pour le dépistage ou le suivi individuel des travailleurs, ou encore pour l'étude épidémiologique à grande échelle d'une population. L'intérêt du questionnaire dans la démarche présente est le recueil de la perception subjective du travail et de la santé des travailleurs, qui est un paramètre central dans la problématique des TMS.

#### ÉCHELLE DE BORG

L'utilisation des échelles de Borg est validée dans l'évaluation de la charge physique de travail [4, 12, 13]. Il s'agit d'une alternative valable à la cardio-fréquencemétrie, méthode de base pour l'évaluation du coût cardiaque d'après la norme ISO 8996 [5]. Les échelles de Borg présentent de nombreux avantages : elles sont simples, peu coûteuses, faciles à mettre en œuvre, reproductibles et acceptables par les salariés. Elles ont également l'avantage de ne pas perturber l'activité des sujets.

Les échelles de Borg ont montré leur validité dans l'évaluation subjective de la charge physique de travail face à des méthodes objectives comme la cardio-fréquencemétrie ou l'électromyographie (EMG) [4]. Utilisées en situation de travail, elles permettent d'évaluer la perception du niveau d'astreinte par l'opérateur, son évolution dans le temps et donc la fatigue, et enfin la répercussion de l'astreinte sur les sujets. Jakobsen *et al* [12] ont montré que pour des tâches de maintenance un score de 4 sur l'échelle

CR10 est un bon indicateur d'une forte charge musculaire. Meyer [4] indique également que l'utilisation des échelles de Borg permet de mettre en évidence des éléments de l'astreinte que d'autres métrologies ne montrent pas (difficultés de locomotion, montée d'un escabeau répétée de façon soutenue...). Ainsi, le score obtenu sur l'échelle RPE peut s'avérer être un indicateur de pénibilité plus complexe et plus complet que la fréquence cardiaque. Les résultats de l'étude ont montré la sensibilité des échelles de Borg RPE et CR10 à évaluer, sur le terrain, la charge physique globale et l'effort local, mais aussi la notion de fatigue musculaire induite par le travail. Les échelles de Borg sont donc des outils éprouvés pour l'évaluation de la charge physique de travail. Dans la présente étude, le choix d'une présentation horizontale, qui diffère des échelles construites par Borg sous forme verticale, découle de la nécessité de fournir aux sujets un support d'évaluation pratique à utiliser sur chantier. Cela peut induire un potentiel biais de classement, car la présentation d'une échelle d'évaluation peut influencer la perception et donc l'évaluation réalisée.

#### VIBRATIONS

La sélection des véhicules et outils pour lesquels ont été réalisées les mesures de vibrations est représentative de l'activité des entités participant à l'étude. Les mesures de vibrations réalisées sont donc extrapolables à tous les chantiers de ces entités. L'exposition aux vibrations émises par des engins de chantier n'a pas été mesurée. Lors des études de poste, seule l'utilisation très occasion-

nelle de la grue auxiliaire par le chef d'équipe de l'entité « réseaux d'éclairage public » a été observée. Dans l'entité « éclairage public et réseaux d'assainissement », il existe un usage régulier et prolongé d'engins de chantier, mais il concerne spécifiquement une agence en dehors du périmètre géographique défini pour l'étude. Il n'a donc pas été réalisé de mesures d'exposition pour ce type d'engins qui, cependant, auraient été utiles pour élargir les résultats de l'étude à l'ensemble de l'entreprise au niveau national.

La réalisation de mesures de vibrations a été préférée à l'utilisation de l'application outil simplifié d'évaluation de l'exposition aux vibrations - OSEV main-bras de l'INRS<sup>2</sup>. Cette application permet d'estimer l'exposition quotidienne A(8) d'un travailleur utilisant un ou plusieurs outils électromécaniques. Cette estimation est basée sur les données de vibrations émises par chaque type d'outil, ses conditions d'utilisation (équipement adapté à la tâche, entretien de l'outil, formation de l'utilisateur...) et la durée estimée de celle-ci. L'application additionne les valeurs A(8) obtenues pour chaque outil. S'agissant d'un outil d'évaluation, ses résultats sont moins précis que les mesures de vibrations. Il était prévu d'évaluer la durée habituelle d'utilisation de chaque véhicule et outil lors des différentes études de poste, ce qui n'a pas été possible car les chantiers observés comportaient très peu d'utilisation d'outils électromécaniques. Ces données manquent donc aux résultats de mesures de vibrations.

2. <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil39>

## RÉSULTATS

### PRÉVALENCE DES TMS

Les plaintes de TMS les plus fréquentes dans l'échantillon d'électriciens concernaient le rachis lombaire (80,8 %) et le poignet droit (48,2 %). À titre indicatif, la proportion des maladies professionnelles indemnisées en France chez les électriciens en 2013 était de 7,2 % pour le rachis lombaire et 30 % le poignet. Au membre supérieur, les TMS reconnus en maladies professionnelles indemnisées prédominaient au niveau du poignet, devant l'épaule et le coude [14]. Une enquête a été menée dans la région Pays de la Loire entre 2002 et 2005 pour évaluer la prévalence des symptômes musculosquelettiques dans une population de travailleurs à l'aide du questionnaire de type Nordique [15]. Ces travailleurs provenaient du secteur des services (59 %), de l'industrie (34 %), du BTP (6 %) et de l'agriculture (1,5 %). Les hommes, qui représentaient 58 % de l'échantillon, étaient à 56 % des ouvriers « cols bleus » tandis que les femmes, soit 42 % de l'échantillon, étaient à 52 % des travailleuses « cols blancs » de faible qualification. Dans cette étude la prévalence des TMS du rachis lombaire était la plus élevée à 57 %, devant les TMS du rachis cervical (40 %), de l'épaule (36 %), du rachis dorsal (26 %) et du poignet (25 %). Selon les auteurs, ces résultats sont tous compris dans les intervalles de valeurs rapportés dans la littérature. Dans une étude évaluant la prévalence des plaintes musculosquelettiques des entreprises de conditionnement du secteur de la parfumerie à partir du questionnaire TMS [7], 69 % des sujets ont déclaré une plainte de TMS du rachis lombaire et 44,4 % au niveau du poignet droit. Ces valeurs sont

inférieures à la prévalence trouvée dans la présente étude et nettement supérieures à celle des Pays de la Loire [15]. Dans ces études, chez les travailleurs et d'autant plus chez les électriciens, il apparaît que le rachis lombaire est la principale localisation des plaintes de TMS. La méthodologie de ces études ne permet pas de savoir dans quelle mesure ces plaintes musculosquelettiques peuvent correspondre à des pathologies avérées.

La répartition des TMS entre membre supérieur droit et gauche est cohérente avec la proportion de droitiers dans l'échantillon, mais montre aussi le caractère bilatéral fréquent des TMS.

### FACTEURS DE RISQUE

#### ENVIRONNEMENTAUX DE TMS

Dans l'échantillon, les TMS prédominaient globalement au rachis par rapport aux membres supérieurs. L'observation de l'activité réelle de travail dans l'entreprise a montré la présence de contraintes biomécaniques intenses, fréquentes et maintenues dans le temps sur le rachis cervical et lombaire en particulier. Ces contraintes sont en lien principalement avec les activités d'approvisionnement, de rangement du matériel et avec le travail sur chemin de câble ou goulotte. L'environnement des interventions et l'organisation du travail sont également des déterminants des TMS du rachis cervical et lombaire. Ces contraintes biomécaniques concernent de nombreuses tâches habituelles des sujets de l'étude. L'exposition aux vibrations transmises au corps entier par les véhicules de service n'est vraisemblablement pas en cause dans les pathologies du rachis lombaire vu les niveaux d'exposition

## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

mesurés. La démonstration d'un lien fort entre charge physique des membres supérieurs et TMS du rachis cervical doit amener une réflexion pour l'amélioration des contraintes biomécaniques et de la charge physique qui s'appliquent aux membres supérieurs. Les résultats des mesures de vibrations émises par les outils électromécaniques sont concordants avec les données de la littérature. Selon une étude de l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, les machines percutantes et roto-percutantes entraînent une forte probabilité de dépasser la VLE pour une utilisation supérieure à 30 minutes par jour, et certaines machines rotatives pour une utilisation supérieure à 4 heures par jour [6]. Les résultats des mesures d'exposition aux vibrations expliquent, au moins partiellement, la forte prévalence des TMS du poignet, du coude et de l'épaule. En effet, les outils testés engendrant les plus fortes expositions aux vibrations sont des outils percutants qui émettent des vibrations de basses fréquences (inférieures à 50 Hz), lesquelles seraient préférentiellement responsables de TMS au niveau des poignets et des coudes. Les vibrations basses fréquences sont associées à une forte préhension qui augmente l'activité musculaire et la quantité d'énergie transmise par les vibrations dans le membre supérieur. Par ailleurs, les vibrations se propagent d'autant plus loin dans le membre supérieur (des doigts vers l'épaule), sans être atténuées par la main tenant l'outil que la fréquence de frappe de l'outil est basse [16]. Ainsi, les outils percutants de très basse fréquence, comme la pilonneuse, pourraient également être

impliqués dans la prévalence des TMS de l'épaule.

La forte prévalence de plaintes de TMS observée dans l'étude interroge sur le lien entre plainte et pathologie avérée, comme celles pouvant être reconnues en maladies professionnelles. Il serait intéressant, dans de nouveaux travaux, d'étudier ce lien et les facteurs favorisant l'évolution des plaintes musculosquelettiques vers des pathologies avérées. Dans l'entreprise, l'étude a mis en évidence la présence dans l'environnement de travail de contraintes physiques intenses, notamment les postures mentionnées au tableau n° 57 et les travaux mentionnés au tableau n° 98 des maladies professionnelles du régime général. Cependant, en dehors des TMS du rachis cervical, il n'a pas été démontré de lien statistique entre TMS et facteurs de risque environnementaux ou charge physique de travail. Ceci pourrait être lié à une forte exposition de l'ensemble des salariés à ces contraintes ou à un manque de puissance statistique de l'étude conditionné par un effectif insuffisant de participants.

### PROPOSITIONS D'ORIENTATION DU PLAN D'ACTION

Dans l'objectif de favoriser une véritable culture de prévention, le service de santé au travail a proposé la formation de personnes ressources dans l'entreprise, compétentes sur la question des TMS. Elles pouvaient appartenir à l'encadrement (chefs d'équipe, chefs de chantier, conducteurs de travaux) ou aux préventeurs (responsables QSE). Elles permettent le transfert

et la diffusion de connaissances et de compétences au sein de l'entreprise à destination des salariés et de la direction. L'entreprise pourrait ainsi s'approprier la démarche et les résultats de l'étude réalisée. Il s'agit de mettre en place une démarche d'amélioration continue dans l'entreprise sur la question des TMS et d'y ancrer une culture de prévention. Pour la formation des personnes ressources, une formation PRAP (prévention des risques liés à l'activité physique) destinée à l'encadrement et aux préventeurs et adaptée à leur fonction a été proposée. Une sensibilisation collective des salariés était également préconisée.

Les mesures de vibrations ont montré que six des outils testés représentent un facteur de risque avéré de TMS des membres supérieurs, après des durées d'utilisation parfois très courtes. L'utilisation d'outils vibrants est vécue par les sujets comme pénible. Ces derniers sont 10 % à avoir suggéré de pouvoir disposer, dans la mesure du possible, d'outils moins vibrants, moins lourds et électriques plutôt que manuels. L'entreprise va investir dans du matériel moins vibrant et plus ergonomique, en priorisant le remplacement du marteau-piqueur, de la pilonneuse et du perforateur n° 2. En vue de cet investissement, le service de santé au travail a proposé que soient réalisées des mesures de vibrations sur du matériel à l'essai avant l'achat de nouveaux outils, véhicules ou engins de chantier. Plusieurs salariés ont suggéré une meilleure préparation des chantiers pour anticiper et mieux organiser le travail afin de limiter les efforts physiques inutiles. Les échanges avec l'entreprise lors de la remise du rapport d'étude

ont soulevé le fait que les sujets n'utilisaient pas toujours ou pas de façon correcte le matériel ou les équipements de protection individuelle (EPI) dont ils disposaient, ce qui est également source de contraintes. L'amélioration de ces contraintes devra donc passer par une réflexion partagée dans l'entreprise sur ces facteurs organisationnels. De façon générale, l'intervention d'un ergonome a été suggérée lorsqu'est envisagée la conception ou la modification d'un poste de travail.

Enfin, environ 10 % des salariés ont suggéré que soit mis en place un échauffement collectif ou individuel avant la prise de poste, après avoir bénéficié d'une formation adaptée. Cette mesure s'impose progressivement dans les grandes entreprises du secteur du BTP. Les données manquent sur les potentiels bénéfiques d'un échauffement avant prise de poste, cependant cette mesure paraît appropriée puisque l'étude a montré que la charge physique de travail est perçue comme élevée et qu'elle est en lien avec les TMS du cou et avec la fatigue dans les membres supérieurs après le travail.

Six mois après la restitution des résultats de l'étude et des propositions d'orientation du plan d'action, l'entreprise a prévu l'acquisition de matériel plus ergonomique et moins vibrant, de faire bénéficier à ses salariés de diverses formations et sensibilisations intégrant les risques mis en évidence par l'étude et de sensibiliser le management aux questions d'organisation du travail. L'entreprise a également diffusé les résultats et le plan de prévention à ses différentes filiales.

## CONCLUSION

Cette démarche avait pour objectif d'établir un diagnostic en santé au travail afin d'orienter l'entreprise dans l'élaboration d'un plan de prévention des TMS à destination des salariés électriciens. Les résultats ont été restitués à l'entreprise de façon globale pour l'ensemble des entités concernées par l'étude. Ils ont montré la réalité des plaintes de TMS, au-delà de la sinistralité des TMS reconnus en maladies professionnelles. Grâce aux résultats de l'étude, un plan de prévention a pu être déployé dans l'entreprise, en y relançant une dynamique de prévention. Une étude de ce type était la première connue dans le secteur de l'électricité à l'échelle d'une grande entreprise. À l'issue, la proposition d'une méthodologie de démarche de prévention des TMS dans une entreprise du BTP est un support pour en favoriser le déploiement à l'avenir dans ce secteur, où une demande émerge en ce sens.

*Les auteurs remercient le service de santé au travail du BTP, l'entreprise et les salariés pour leur participation à l'étude, ainsi que la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (CARSAT) Rhône-Alpes pour sa contribution.*

## POINTS À RETENIR

- La prévention des troubles musculo-squelettiques (TMS) requiert une compréhension de l'activité réelle de travail ainsi que la réalisation d'un diagnostic approfondi en santé au travail.
- L'utilisation d'outils validés reposant sur une évaluation subjective des TMS et des contraintes de travail offre aux salariés un espace d'expression permettant la prise en compte de leur vécu du travail.
- La complémentarité des axes d'étude permet d'appréhender le caractère multifactoriel des TMS.
- L'étude a montré chez les électriciens une forte prévalence de plaintes musculo-squelettiques, généralement multiples et bilatérales.
- Les TMS les plus fréquents et les plus graves prédominaient largement au niveau du rachis lombaire et cervical, et du poignet droit pour les membres supérieurs.
- Les facteurs de risque de TMS identifiés sont des postures contraignantes répétées et maintenues, une charge physique de travail élevée, l'utilisation d'outils électromécaniques vibrants et l'existence d'un stress d'origine professionnel.
- La prise en compte de l'ensemble des facteurs de risque, sans éluder les risques psychosociaux, ainsi qu'une réflexion collective et renouvelée sur l'organisation du travail sont des déterminants à ne pas négliger pour assurer l'efficacité d'une démarche de prévention des TMS.

BIBLIOGRAPHIE  
EN PAGE SUIVANTE



## Évaluation de la prévalence des plaintes de troubles musculosquelettiques et du lien avec les contraintes de travail chez des électriciens du BTP

### BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Les maladies professionnelles en Europe - Statistiques 1990-2006 et actualité juridique. EUROGIP, 2009 ([www.eurogip.fr/fr/produits-information/publications-d-eurogip/89-les-maladies-professionnelles-en-europe-statistiques-1990-2006-et-actualite-juridique](http://www.eurogip.fr/fr/produits-information/publications-d-eurogip/89-les-maladies-professionnelles-en-europe-statistiques-1990-2006-et-actualite-juridique)).
- 2 | Risque MP 2013 : statistiques de sinistralité du CTN F par code NAF. Industries du bois, de l'ameublement, du papier-carton, du textile, du vêtement, des cuirs et des peaux et des pierres et terres à feu. Étude 2014-247-CTN F. Novembre 2014. Assurance Maladie Risques professionnels, 2014 ([www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/document\\_PDF\\_a\\_telecharger/etudes\\_statistiques/MP\\_2013/MP2013-%20CTN%20F%20\(n-2014-247\).pdf](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user_upload/document_PDF_a_telecharger/etudes_statistiques/MP_2013/MP2013-%20CTN%20F%20(n-2014-247).pdf)).
- 3 | CAIL F, MOREL O, APTEL M - Un outil de recueil et d'analyse des facteurs de risque : le questionnaire TMS (nouvelle version) Dossier médico-technique TC 78. *Doc Méd Trav.* 2000 ; 83 : 199-216 ([www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/TC78-pages13-30/TC78-pages13-30.pdf](http://www.inrs.fr/dms/inrs/PDF/TC78-pages13-30/TC78-pages13-30.pdf)).
- 4 | MEYER JP - Évaluation subjective de la charge de travail. Utilisation des échelles de Borg. *Pratiques et métiers TM 33. Réf Santé Trav.* 2014 ; 139 : 105-22.
- 5 | ATAIN-KOUADIO JJ, CLAUDON L, MAZIÈRE P, MEYER JP ET AL. - Méthode d'analyse de la charge physique de travail. Editions INRS ED 6161. Paris : INRS ; 2014 : 39 p.
- 6 | CARUEL E, DONATI M - Comment mesurer les vibrations émises par les machines percutantes ? Notes techniques NT 3. *Hyg Sécur Trav.* 2013 ; 231 : 46-52.
- 7 | DENONCIN R, DE PARSCAU L, DIAOUTI C, LÉANDRE E ET AL. - Questionnaire TMS de l'INRS : utilisation dans les entreprises de conditionnement du secteur de la parfumerie. Études et enquêtes TF 187. *Doc Méd Trav.* 2010 ; 123 : 287-95.
- 8 | PAPELIER A, GAUDEZ C - Influence de l'utilisation des commandes bimanuelles sur le risque de troubles musculosquelettiques. Notes scientifiques et techniques de l'INRS NS 247. Paris : INRS ; 2005 : 84 p.
- 9 | GERLING A, AUBLET-CUVELIER A - Diagnostic ergonomique de risque de TMS. Cas d'une entreprise de petit équipement domestique. Notes scientifiques et techniques de l'INRS NS 223. Paris : INRS ; 2002 : 130 p.
- 10 | KUORINKA I, JONSSON B, KILBOM A, VINTERBERG H ET AL. - Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon.* 1987 ; 18 (3) : 233-37.
- 11 | SLUITER JK, REST KM, FRINGS-DRESEN MH - Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health.* 2001 ; 27 (Suppl 1) : 1-102.
- 12 | JAKOBSEN MD, SUNDSTRUP E, PERSSON R, ANDERSEN CH ET AL. - Is Borg's perceived exertion scale a useful indicator of muscular and cardiovascular load in blue-collar workers with lifting tasks? A cross-sectional workplace study. *Eur J Appl Physiol.* 2014 ; 114 (2) : 425-34.
- 13 | HADDAD M, CHAOUACHI A, CASTAGNA C, HUE O ET AL. - Validity and psychometric evaluation of the French version of RPE scale in young fit males when monitoring training loads. *Sci Sports.* 2013 ; 28 (2) : e29-e35.
- 14 | Risque Maladie professionnelle. Sinistralité de l'année 2013 par CTN, NAF, tableau de MP et syndrome. Étude 2014-142. Novembre 2014. Assurance Maladie Risques professionnels, 2014 ([www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user\\_upload/document\\_PDF\\_a\\_telecharger/etudes\\_statistiques/MP\\_2013/MP%202013-%20par%20tableau%20MP%20et%20syndrome%20-par%20CTN%20et%20NAF%20\(n-2014-142\).pdf](http://www.risquesprofessionnels.ameli.fr/fileadmin/user_upload/document_PDF_a_telecharger/etudes_statistiques/MP_2013/MP%202013-%20par%20tableau%20MP%20et%20syndrome%20-par%20CTN%20et%20NAF%20(n-2014-142).pdf)).
- 15 | PAROT-SCHINKEL E, DESCATHA A, HA C, PETIT A ET AL. - Prevalence of multisite musculoskeletal symptoms : a French cross-sectional working population-based study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2012 ; 13 : 122.
- 16 | KIHLEBERG S, HAGBERG M - Hand-arm symptoms related to impact and nonimpact hand-held power tools. *Int Arch Occup Environ Health.* 1997 ; 69 (4) : 282-88.