



**HAL**  
open science

# **Analyse ergonomique d'un chantier test de retrait de peintures contenant de l'amiante sur un ouvrage de grande ampleur : les enjeux pour l'appel d'offres**

Alain Garrigou, Sylvain Ruaud, Pierrick Pasquereau, Fabienne Goutille

## ► To cite this version:

Alain Garrigou, Sylvain Ruaud, Pierrick Pasquereau, Fabienne Goutille. Analyse ergonomique d'un chantier test de retrait de peintures contenant de l'amiante sur un ouvrage de grande ampleur : les enjeux pour l'appel d'offres. 53ème Congrès de la SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018, Oct 2018, Bordeaux, France. <hal-03415398>

**HAL Id: hal-03415398**

**<https://hal.science/hal-03415398v1>**

Submitted on 4 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



# Analyse ergonomique d'un chantier test de retrait de peintures contenant de l'amiante sur un ouvrage de grande ampleur : les enjeux pour l'appel d'offres

Alain Garrigou<sup>1</sup>, Sylvain Ruaud<sup>2</sup>, Pierrick Pasquereau<sup>1</sup>, Fabienne Goutille<sup>1</sup>

1 : IUT de Bordeaux et équipe Epicene U1219 Inserm/Université de Bordeaux, [alain.garrigou@u-bordeaux.fr](mailto:alain.garrigou@u-bordeaux.fr), [pierrick.pasquereau@u-bordeaux.fr](mailto:pierrick.pasquereau@u-bordeaux.fr), [fabienne.goutille@u-bordeaux.fr](mailto:fabienne.goutille@u-bordeaux.fr),

2 : [s.ruaud@cegetel.com](mailto:s.ruaud@cegetel.com), Ressources ergonomie

Résumé. Cette communication présente une étude ergonomique menée dans le cadre d'un chantier test de retrait de peinture contenant de l'amiante et du plomb sur un pont de grand ampleur. Cette étude, financée par la Direccte a cherché à évaluer les risques liés aux efforts physiques, de même que les risques de TMS pour les membres supérieurs ou bien le rachis et ce pour quatre techniques de retrait différentes : projection d'abrasif perdu et recyclé, induction électro-magnétique et traitement chimique. Les résultats de cette étude vont alors contribuer à la rédaction des cahiers des charges de l'appel d'offres final.

*Mots-clés : Amiante, méthodes et techniques, analyse de l'activité, construction*

## Ergonomics study of withdrawal activities of paint containing asbestos and lead particules: stakes for the tendering process

Abstract. In this communication we will present a study focused on the evaluation of the physical strain and the MSD risks, during an activity of paint withdrawal containing asbestos and lead particules. This study has been financed by the Direccte, in a context of a test construction site concerning a bridge of high height. This study deals with the comparison of 4 techniques: Projection of lost and recycled abrasive, electromagnetic induction and chemical treatment. The results of this study will be integrated into the future technical specifications, that will base the tendering process.

---

\*Ce texte original a été produit dans le cadre du congrès de la Société d'Ergonomie de Langue Française qui s'est tenu à Bordeaux du 3 au 5 octobre 2018. Il est permis d'en faire une copie papier ou digitale pour un usage pédagogique ou universitaire, en citant la source exacte du document, qui est la suivante :

Garrigou, A., Ruault, S., Pasquereau, P. & Goutille, F. (2018). Ergonomie et Construction : des ergonomes pour conduire une prévention et des changements pérennes. Actes du 53<sup>ème</sup> Congrès de la SELF, Bordeaux, 3-5 Octobre 2018.

Aucun usage commercial ne peut en être fait sans l'accord des éditeurs ou archiveurs électroniques. Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page.

## 1. RAPPEL DE LA DEMANDE

La demande de cette étude émane de la DIRECCTE Aquitaine qui pilote le pôle amiante Aquitain. Ce dernier regroupe, entre autre, la DREAL, l'OPPBTBTP et la CARSAT Aquitaine pour coordonner les actions des services de l'État et les partenaires intervenant dans le domaine de l'amiante et développer les actions de sensibilisation et d'information dans un souci de prévention. Dans le cadre d'une convention de recherche négociée avec l'université, la DIRECCTE a souhaité que soit étudiée la pénibilité des métiers de désamiantage, l'efficacité des mesures de prévention et de protection et les améliorations apportées par les nouvelles techniques y compris mécanisées de désamiantage. Plus spécifiquement, sur le chantier du pont d'Aquitaine, les objectifs de l'étude sont alors d'analyser les formes de pénibilité liées aux activités de retrait de peinture contenant de l'amiante et du plomb et de caractériser leurs déterminants en vue de prévenir et de limiter la pénibilité.

## 2. MÉTHODOLOGIE

Sur le plan méthodologique, l'intervention ergonomique part du postulat selon lequel il est nécessaire de comprendre le travail pour le transformer. Cela suppose l'accès aux situations de travail à travers des observations et des échanges avec les différents acteurs engagés dans l'action, lesquels sont les plus à même d'expliquer les comportements qu'ils adoptent, d'exprimer les difficultés qu'ils rencontrent, de valider les interprétations et de proposer des idées d'évolution.

### 2.1. Entretiens

En début d'intervention, l'anthropologue de l'équipe a réalisé six entretiens individuels de une heure à une heure trente avec les opérateurs et leur encadrement de proximité. L'objectif principal de ces entretiens est de comprendre, du point de

vue de leur perception, ce qui est le plus pénible, le plus risqué dans leur situation de travail et ainsi approcher leur représentation du risque. Les opérateurs ont pu ainsi évoquer ce que représente l'amiante pour eux, comment ils s'exposent, se protègent de l'amiante et ce qui pourrait être mis en place pour travailler dans de meilleures conditions.

### 2.2. Analyse de l'activité

N'ayant pas eu le temps d'être formé pour pouvoir pénétrer dans l'espace de confinement et y observer directement les opérateurs, nous avons eu recours, avec leur accord préalable, à des enregistrements vidéos mis en œuvre par les opérateurs eux même.

Cette pratique originale témoigne du fort intérêt des opérateurs pour une étude mettant en évidence la réalité de leur situation de travail et qui peut mener à des améliorations de leurs conditions de travail.

### 2.3. Caractérisation de l'intensité physique

En physiologie du travail, la prise en compte de la fréquence cardiaque est considérée comme l'un des meilleurs moyens pour mettre en évidence et objectiver le niveau d'astreinte (réponse) de l'organisme à des situations de travail comportant des contraintes physiques élevées.

La synchronisation des mesures de la fréquence cardiaque et de l'activité des opérateurs permet de repérer les pics d'expositions et donc les situations de travail les plus contraignantes puis, en s'appuyant également sur des auto confrontations avec les opérateurs, d'identifier les différents facteurs qui en sont à l'origine.

L'identification des différents déterminants de la pénibilité est un préalable à des transformations de types techniques, organisationnelles efficaces permettant de réduire le niveau global de pénibilité.

L'effet cumulatif intervenant fortement sur le niveau pénibilité (considérée ici comme un phénomène d'usure physique), il nous est donc apparu indispensable de prendre en considération l'ensemble des activités des opérateurs au-delà de celles réputées comme les plus sollicitantes (sablage).

### 2.4. Analyse des contraintes posturales

L'utilisation de capteurs de mouvements posés sur différents segments corporels d'un sableur a permis de mesurer les angulations correspondantes aux différentes postures qu'il a adoptées durant le sablage. Les angulations relevées sont comparées à des zones de mobilités angulaires catégorisées dans la littérature internationale en 3 zones : acceptable, à éviter et dangereuse.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Intensité physique

Les niveaux d'astreinte physique observés sont très élevés. Ils dépassent les seuils limites pour l'un des sableurs, l'opérateur réalisant le décapage au marteau à aiguilles et l'un des opérateurs qui intervenait pour aider ses collègues à rentrer le matériel. La manutention de l'appareil d'induction notamment dans les escaliers a été très éprouvante. Les résultats des analyses de la fréquence cardiaque correspondant aux deux jours étudiés sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

| Opérateurs | Niveau de pénibilité lourde de Grille de pénibilité (Meunier, SMOUK, KNOCHE (FC de réf. 99)) | Abaque de modélisation et classification des profils cardiaques des postes de travail (Meunier) | Remarques/activité   |
|------------|--|---|--|
| A          | Lourd  | CCR moyen : plutôt lourd<br>CCR 99 P : excessif   | Sablage  |
| A2         | Très lourd   | CCR moyen : excessif<br>CCR 99 P : excessif   | Décapage marteau aiguille  |
| V          | Modéré   | CCR moyen : acceptable<br>CCR 99 P : acceptable   | Sablage  |
| U          | Modéré   | CCR moyen : acceptable<br>CCR 99 P : plutôt lourd   | N'est pas entré en zone  |
| T          | Plutôt lourd   | CCR moyen : plutôt lourd<br>CCR 99 P : plutôt lourd   | Sas-man, n'est pas entré en zone. Alimente la sableuse en sac de 35 kg |

Tableau 1 : analyse jour 1

| Opér. | Niveau de pénibilité lourde Grille de pénibilité (Meunier, Smolik, Knoche (FC de réf. 99)) | Abaque de modélisation et classification des profils cardiaques des postes de travail (Meunier) | Remarques /activité   |
|-------|--|---|---|
| A     | Très lourd   | CCR moyen : excessif<br>CCR 99 P : excessif   | Port en zone de l'appareil à induction (escalier,...) et sablage  |
| A2    | Lourd  | CCR moyen : plutôt lourd<br>CCR 99 P : excessif   | Port en zone de l'appareil à induction (escalier,...) et décapage au marteau aiguilles  |
| V     | Modéré   | CCR moyen : acceptable<br>CCR 99 P : acceptable   | Sablage   |
| U     | Très lourd   | CCR moyen : excessif<br>CCR 99 P : excessif   | Port en zone de l'appareil à induction (escalier,...)   |
| T     | Plutôt lourd   | CCR moyen : acceptable<br>CCR 99 P : acceptable   | A aidé au départ/ port en zone de l'appareil à induction (escalier,...) sans rentrer en zone Alimente la sableuse en sac de 35 kg |

Tableau 2 : analyse jour 2

### 3.2. Analyse des phases de l'activité

sur une vacation consacrée exclusivement à du sablage (sans aspiration), la part du sablage proprement dite représente entre 32 % et 38 % du temps total de la vacation (Cf. tableau 3, couleur noire). La part consacrée aux opérations associées est très importante : habillage et déshabillage de la Tyvek ® et de la combinaison de sablage, cheminement en zone, déplacement de la plateforme mobile, de l'éclairage

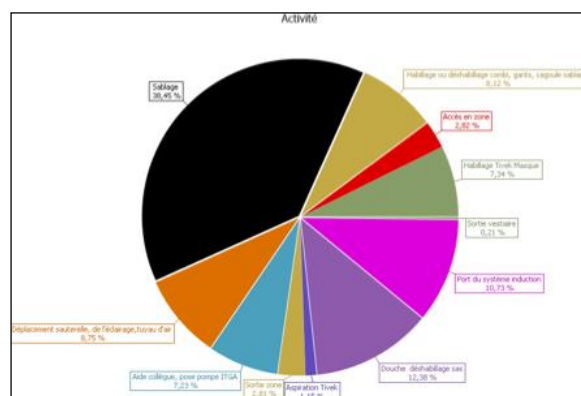


Tableau 3 : Durée relative des phases de l'activité

### 3.3. Analyse des fréquences cardiaques par phases d'activité

Les dépassements de la valeur seuil de 70 % de la FCMT, qui caractérisent une astreinte cardiaque élevée, concernent la quasi-totalité des activités associées au sablage. Elles représentent 58 % du temps de dépassement de la valeur seuil de 70 % de la FCMT contre 42 % pour le sablage (cf. tableau 4).

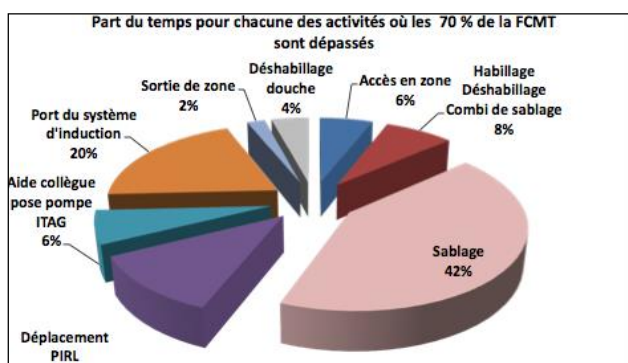


Tableau 4 : durée en % des durées par phase d'activité où 70% de la FCMT est dépassée

L'analyse des pics de fréquence cardiaque a permis d'identifier des phases de l'activité sollicitantes en matière d'efforts physiques et en particulier l'accès à la zone de travail qui nécessite de monter 5 niveau par des escaliers tout en portant les moyens de protection et le matériel de travail (cf. tableau 5).



Comme l'illustre la capture d'écran ci-dessous, la fréquence cardiaque passe pour l'opérateur observé de 92 bpm à 163 bpm (+71 bpm).



Tableau 5 : Intensité physique lors de la phase d'accès à la zone de travail

### 3.4. Analyse des contraintes posturales

L'analyse par seuillage des différentes postures adoptées par l'opérateur durant le sablage montre d'importantes sollicitations articulaires à risques de part des angulations de grandes amplitudes (extrêmes) et leur maintien sur de longues durées. Les poignets, les coudes, les épaules et le dos sont concernés. Ces données caractérisent des postures qui, répétées ou maintenues dans le temps, sont sources de Troubles Musculo-Squelettiques. Ces résultats sont illustrés par les figures suivantes en ce qui concerne l'activité de sablage pour ce qui concerne les angulations du poignet droit (figure 6), la flexion du dos, (figure 7) et l'épaule droite (figure 8) :

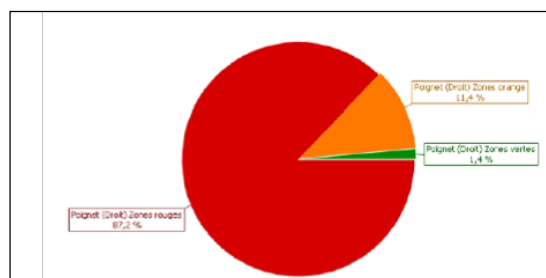


Figure 6 : Angulations poignet droit lors du sablage

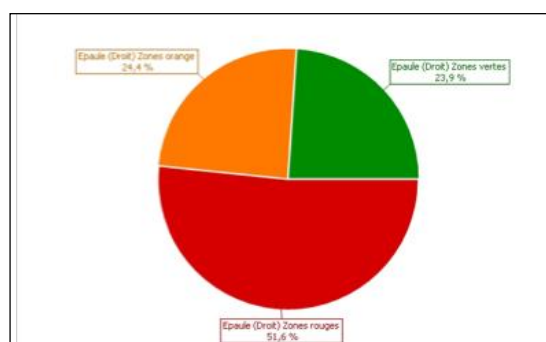


Figure 7 : Angulations en flexion du dos lors de l'activité de sablage

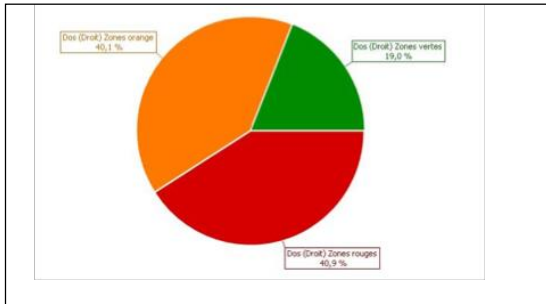


Figure 8 : Angulation de l'épaule droite lors de l'activité de sablage

L'ensemble de ces résultats font apparaître des mobilisations du corps et des différents articulations qui se traduisent par une risque de TMS élevé. Ces éléments sont à mettre en relation avec avec différents déterminants qui concernent l'accessibilité au chantier, les outils de travail, les conditions d'éclairage, les techniques de retrait de peinture, etc....

## DISCUSSION : COMPARAISON DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE RETRAIT

Si l'on compare les différentes techniques de retrait de peinture qui ont été observées, nous arrivons au constat suivant :

- Pour le **décapage à l'abrasif perdu ou recyclé**, nous constatons des niveaux d'astreinte cardiaque élevées qui dépassent les seuils limites recommandés. cela correspond aux activités associées au sablage (habillage, sablage, aspiration, etc....). De plus les postures et les efforts sont très contraignants pour les membres supérieurs et le rachis notamment lors du sablage et de l'aspiration. Certaines opérations sont très chronophage en particulier l'aspiration de l'abrasif qui peut représenter entre 30% et 50% du temps total. Enfin la question de l'efficacité de la filtration des fibres d'amiantes pour l'abrasif recyclés semble poser problème.

- Pour le **décapage par induction**, les niveaux d'astreintes cardiaques apparaissent plus modérés, le retrait de la peinture au racloir restant problématique. Dans ce qui a été étudié, ce procédé ne nécessite pas le port d'équipements de protection, ce qui allège le coût physiologique. Par contre le retrait de la peinture nécessite des postures et des efforts susceptibles d'engendrer des TMS des membres supérieurs. La question de la toxicité des fumées, de même que la libération de fibres d'amiantes, de particules de plomb ou de chrome hexavalant doit être investiguées.
- Pour **décapage chimique**, les niveaux d'astreintes cardiaques paraissent plus modérés, l'opération la plus coûteuse étant le retrait au racloir de la peinture. De la même manière dans ce qui a été observé, ce procédé n'a pas nécessité le port d'équipements de protection, ce qui allège le coût physiologique. Les postures et les efforts fournis lors de l'activité de retrait de peinture au racloir sont susceptibles d'engendrer des TMS des membres supérieurs. Toutefois, cette technique nécessite un sablage de finition qui pose les mêmes problèmes que ce que nous avons décrit ci-dessus. Enfin les mêmes questions se posent au sujet de la toxicité des fumées et particules générés par ce procédé.

## CONCLUSION

Pour conclure nous tenons à souligner l'originalité de l'action de la Direccte qui a tenu à financer une étude pendant le chantier test afin d'évaluer les risques associés à chacune des techniques de retrait de l'amiante. Cette étude est articulée à une étude technique menée par la Diren sur la qualité de retrait des peintures et de remise en peinture. Ces deux études vont servir à préparer les cahiers des charges qui serviront de base à

l'appel d'offre pour ce chantier hors norme qui va durer plus de trois ans.

Cette étude est aussi l'opportunité d'intégrer les apports de l'ergonomie et de l'ergotoxicologie dans la conduite de tels projets d'envergure, voire les transférer à d'autres activités du BTP.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Garrigou, A., Ruaud, S., Pasquereau, P., Goutille, F., (2017). *Etude de la pénibilité Chantier test de désamiantage et de remise en peinture du Pont d'Aquitaine*. Rapport d'étude équipe EPICENE, Université de Bordeaux.