

**COLLOQUE**  
**PRÉVENTION DES RISQUES**  
**LIÉS À L'AMIANTE**  
**JEUDI 19 OCTOBRE 2017**

Organisé par :

**Carsat** Aquitaine  
Région Nouvelle-Aquitaine



En partenariat  
avec :



**OPPBTB**  
La prévention BTB

[www.oppbtp.fr](http://www.oppbtp.fr)



Etude de la pénibilité  
Chantier test de désamiantage et de remise en  
peinture du Pont d'Aquitaine

- **Alain Garrigou**, Professeur d'ergonomie, Equipe EPICENE - Inserm U121 - Bordeaux Population Health Research Center, IUT de Bordeaux
- **Pierrick Pasquereau**, Technicien du Département Hygiène Sécurité et Environnement, IUT de Bordeaux
- **Fabienne Goutille**, Anthropologue et Doctorante en ergonomie,
- **Sylvain Ruaud**, consultant de Ressources Ergonomie

Instituts  
thématiques

**Inserm**

Institut national  
de la santé et d



EPICENE / Epidemiology  
of cancer and environmental  
exposures

université  
de **BORDEAUX**

**iut**  
de **BORDEAUX**



Ressources  
**Ergonomie**

# 1. Rappel de la demande

La demande initiale émane de la DIRECCTE Aquitaine qui pilote le pôle amiante Aquitain.

Dans le cadre d'une convention de recherche négociée avec l'université, la DIRECCTE souhaite 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.**

Les objectifs de l'étude sont :

- **Analyser les formes de pénibilité liées aux activités de retrait de peinture contenant de l'amiante et du plomb**
- **Caractériser leurs déterminants en vue de prévenir et de limiter la pénibilité.**
- **Enrichir le futur cahier des charges afin d'y intégrer des solutions de prévention.**

**L'équipe de l'université souhaite remercier l'entreprise prestataire et les opérateurs pour avoir accepté les observations**



## 2. Méthodologie mise en œuvre

- ⇒ **Comprendre le travail pour le transformer:**  
observations: enregistrements sonore et vidéo,  
instrumentations.
  - échanges et entretiens: explications des comportements (gestes, postures actions...)
  - permet d'exprimer les difficultés
  
- ⇒ **Valider les interprétations**
  
- ⇒ **Proposer des idées d'évolutions**

## → Entretien préalable aux observations

En début d'intervention, entretiens avec les opérateurs et leur encadrement de proximité avec l'anthropologue et l'ergonome

- ⇒ description des situations de travail, des spécificités techniques, les difficultés particulières rencontrées
- ⇒ perception, ce qui est le plus pénible, le plus risqué dans leur situation de travail et **leur représentation du risque.**
- ⇒ expliquer les comportements qu'ils adoptent en situation et ainsi, parfois, mettre à jour les compromis qu'ils peuvent faire entre leur sécurité, leur santé et les différentes exigences de production.

## → Observations de l'activité des opérateurs en situation réelle de travail

Prises de vidéos :

Des vidéos en début d'intervention

⇒ comprendre ce qui se passe,

⇒ dégager des moments particuliers, des phases, des heures particulières par rapport à l'intensité physique, aux efforts, à l'exposition à des fibres d'amiantes.

Des vidéos couplées à des mesures

⇒ de la fréquence cardiaque

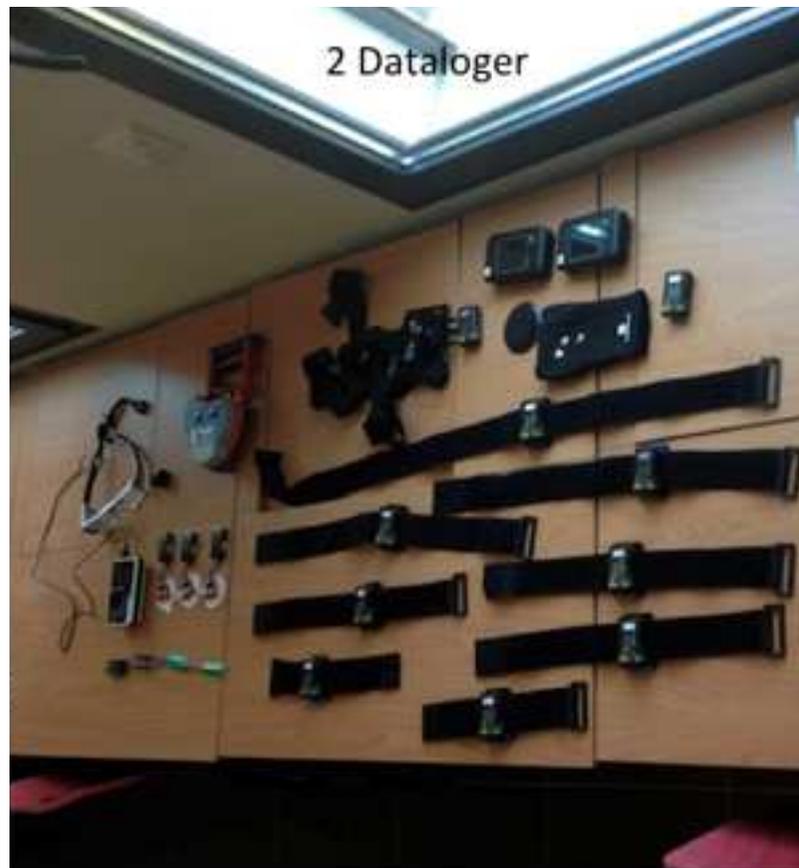
⇒ à des facteurs bio mécaniques (intensité effort, répétitivité, angles)

**caractériser la pénibilité et permettre d'établir des liens entre l'activité et la pénibilité ou l'exposition à des fibres d'amiantes.**

## → **Caractérisation de la pénibilité et identification de ses déterminants au travers de la mesure de la fréquence cardiaque**

- **la fréquence cardiaque est considérée comme l'un des meilleurs moyens pour mettre en évidence et objectiver le niveau d'astreinte de l'organisme à des situations de travail**
- **concordance des mesures de la fréquence cardiaque et de l'activité**
  - ⇒ **repérer les pics d'expositions et donc les situations de travail les plus contraignantes.**
- **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 :**
  - ⇒ **prendre en considération l'ensemble des activités des opérateurs au-delà de celles réputées comme les plus sollicitantes .**

# Détail des des observations instrumentées



## → Récapitulatifs des différentes phases d'observations

Les résultats présentés dans **présentation** s'appuient sur des mesures de la fréquence cardiaque instantanée réalisées :

### → Le 15 novembre:

- ⇒ cinq opérateurs munis d'un cardio-fréquencemètre polar :
  - un **sas-man**
  - **deux sableurs**
  - un « **décapeur** » utilisant un marteau à aiguilles.
  - un **opérateur de surveillance**

**Seuls les deux sableurs et « le décapeur » sont entrés en zone confinée.** Un des opérateurs qui réalisait le sablage à l'abrasif perdu a parallèlement été filmé au moyen d'une caméra Go Pro.

### → Le 16 novembre:

- ⇒ cinq opérateurs munis d'un cardio-fréquencemètre polar:
  - un **sas-man**
  - **deux sableurs**
  - un **décapeur** utilisant d'un marteau à aiguilles.
  - un **opérateur de surveillance**

**. Seuls les deux sableurs et un autre opérateur sont entrés en zone confinée**

## Récapitulatifs des différentes phases d'observations (suite)

- ⇒ Le **29 décembre** matin, 2 opérateurs ont été munis d'un cardio-fréquencemètre polar : les 2 sont entrés en zone pour se consacrer à des tâches **d'aspiration de la grenaille** (abrasif recyclé). Les opérateurs ont été filmés au moyen d'une caméra Go Pro.
- ⇒ Le **29 décembre** après-midi, 2 opérateurs ont été munis d'un cardio-fréquencemètre polar : les 2 sont entrés en zone pour se consacrer à des tâches de **grenailage** (abrasif recyclé). Un seul des sableurs a été filmé au moyen d'une caméra Go Pro. Un des enregistrements de la fréquence cardiaque n'a pas fonctionné. Il s'agit de l'opérateur non filmé.
- ⇒ Le **5 janvier**, seul l'opérateur réalisant le sablage avec de la grenaille a été muni d'un cardio-fréquencemètre polar. Le film réalisé au moyen d'une Go Pro n'a fonctionné que durant une cinquantaine de minutes, la caméra est vraisemblablement tombée...
- ⇒ Le **12 janvier**, 2 opérateurs se consacrant à du retrait de peinture avec le procédé à induction ont été munis d'un cardio-fréquencemètre polar. Les opérateurs ont été filmés au moyen d'une caméra Go Pro.

### 3 - Analyse globale des fréquences cardiaques (15 novembre 2016)

Les résultats des 5 opérateurs confrontés aux valeurs limites de la littérature en physiologie et médecine du travail.

Enregistrement du 15 novembre 2016										
Nom	Age	Poids	Taille	Valeurs limites						
				FC crête	FC à ne pas dépasser = FCMT - 20 bpm		Indice $\Delta FC = FC \text{ crête} - FC \text{ moyenne}$	Seuil absolu à ne pas franchir même à court terme		
				FCMT (bpm) Fréquence Cardiaque Maximale Théorique = 220 (bpm)-âge (années)			si $\Delta FC < 20$ pénibilité acceptable si $20 < \Delta FC < 30$ pénibilité notable si $\Delta FC > 30$ pénibilité excessive		20-29 ans : 170 bpm 30-39 ans 160 bpm 40-49 ans 150 bpm, 50-59 ans 140 bpm	
				Valeur FCMT de chaque opérateur	FC crête relevée le 15 11 2016	Valeur seuil pour l'opérateur		FC moyenne relevée le 15 11 2016	Seuil suivant l'âge de l'opérateur	FC crête relevée le 15 11 2016
F	48	71	1,8	172	144	152	40	104	150	144
H	58	84,2	1,67	162	131	142	35	96	140	131
V	50	92	1,92	170	119	150	44	75	140	119
A	47	90	1,87	173	163	153	54	109	150	163
A2	29	83	1,85	191	156	171	47	109	170	156

➔ Nous constatons des niveaux d'astreinte élevés dépassant les seuils limites pour l'opérateur A qui réalisait du sablage. L'opérateur T a atteint une valeur crête approchant les seuils limites, car «en plus» de son travail de sas-man il alimentait la sableuse en sacs de sable....

### 3 - Analyse globale des fréquences cardiaques (16 novembre 2016)

Les résultats des 5 opérateurs confrontés aux valeurs limites de la littérature en physiologie et médecine du travail.

Nom	Age	Poids	Taille	Valeurs limites						
				FC crête		Indice $\Delta FC = FC \text{ crête} - FC$		Seuil absolu à ne pas		
				FCMT (bpm) Fréquence Cardiaque Maximale Théorique = 220 (bpm)-âge (années)	FC à ne pas dépasser = FCMT- 20 bpm	si $\Delta FC < 20$ pénibilité acceptable	si $20 < \Delta FC < 30$ pénibilité notable	si $\Delta FC > 30$ pénibilité excessive	20-29 ans : 170 bpm	30-39 ans 160 bpm
Valeur FCMT de chaque opérateur	FC crête relevée le 16 11 2016	Valeur seuil pour l'opérateur		FC moyenne relevée le 16 11 2016	Seuil suivant l'âge de l'opérateur	FC max relevée le 16 11 2016				
F	48	71	1,8	172	126	152	24	102	150	126
U	58	84,2	1,67	162	157	142	36	121	140	157
V	50	92	1,92	170	121	150	27	94	140	121
A	47	90	1,87	173	178	153	56	122	150	178
A2	29	83	1,85	191	167	171	56	111	170	167

➔ Nous constatons également le 16 novembre, des niveaux d'astreinte élevés dépassant les seuils limites pour les opérateurs A,A2 et U qui ont tous participés à l'acheminement en zone de l'appareil à induction.

### 3 - Analyse globale des fréquences cardiaques

#### Tableau de synthèse 15 novembre 2016

15 novembre 2016			
Opérateurs	Niveau de pénibilité lourd 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	Lourd	CCR moyen : plutôt lourd CCR 99 P : excessif	Sablage
A2	Très lourd	CCR moyen : excessif CCR 99 P : excessif	Décapage au marteau aiguille
V	Modéré	CCR moyen : acceptable CCR 99 P : acceptable	Sablage
U	Modéré	CCR moyen : acceptable CCR 99 P : plutôt lourd	N'est pas entré en zone
T	Plutôt lourd	CCR moyen : plutôt lourd CCR 99 P : plutôt lourd	Sas-man, n'est pas entré en zone. Alimente la sableuse en sac de 35 kg

**Constats : les niveaux d'astreinte physique constatés sont très élevés, ils dépassent les seuils limites pour l'un des sableurs et l'opérateur réalisant le décapage au marteau à aiguilles.**

## → Tableau de synthèse 16 novembre 2016

16 novembre 2016			
Opér.	Niveau de pénibilité lourd 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 CCR 99 P : excessif	Port en zone de l'appareil à induction (escalier,..) et sablage
A2	Lourd	CCR moyen : plutôt lourd CCR 99 P : excessif	Port en zone de l'appareil à induction (escalier,..) et décapage au marteau aiguilles
V	Modéré	CCR moyen : acceptable CCR 99 P : acceptable	Sablage
U	Très lourd	CCR moyen : excessif CCR 99 P : excessif	Port en zone de l'appareil à induction (escalier,..)
T	Plutôt lourd	CCR moyen : acceptable 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

### Constats :

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.

## 4. Codage de l'activité

codage des vidéos de manière chronologique avec **un protocole de description** définissant les différentes **classes d'observables** prises en compte dans l'observation (activités, postures,...)

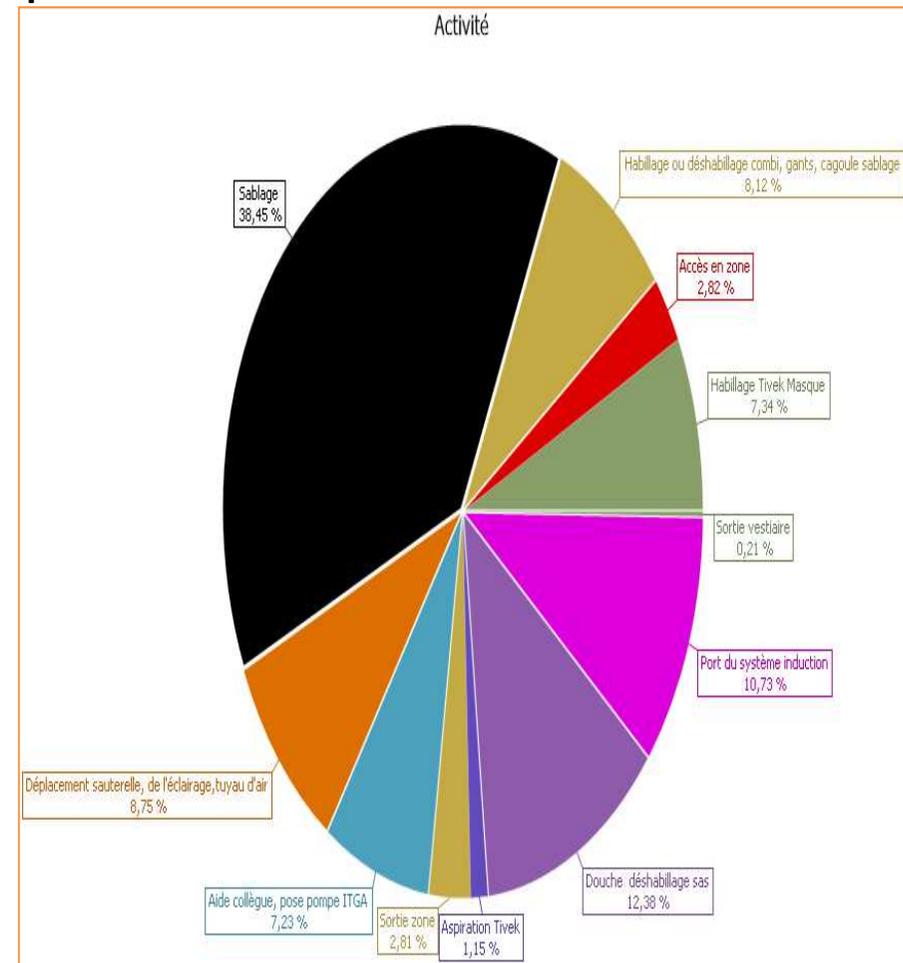
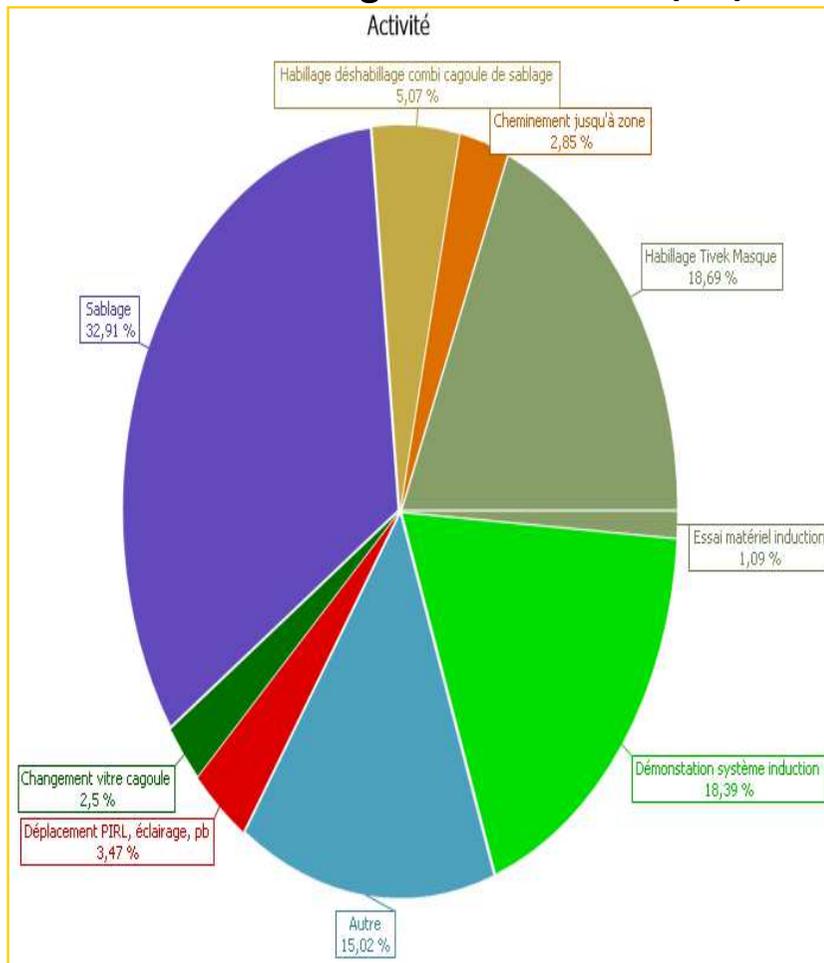
**Sablage du 15 novembre –Fréquence cardiaque opérateur A**  
(codage de 2H35 d'enregistrement vidéo)



## → Codage de l'activité part relative des différentes activités

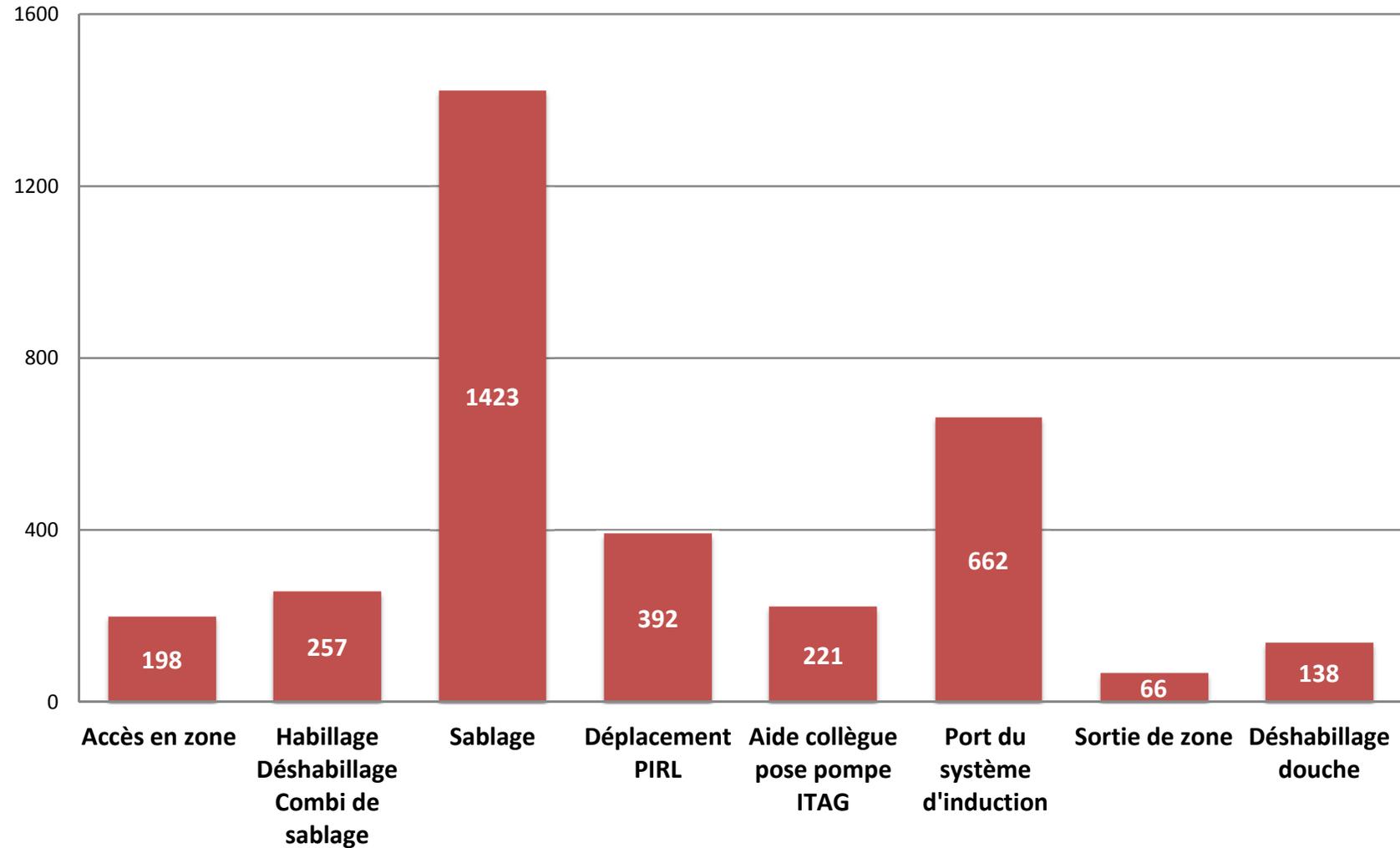
Le logiciel Captiv permet une analyse rapide des données codées et ainsi pour la classe d'observables activités, de connaître la part du temps relative que représente chacune des sous activités.

**Sablage du 15 et du 16 /11/ 2016 – part relative des différentes activités**



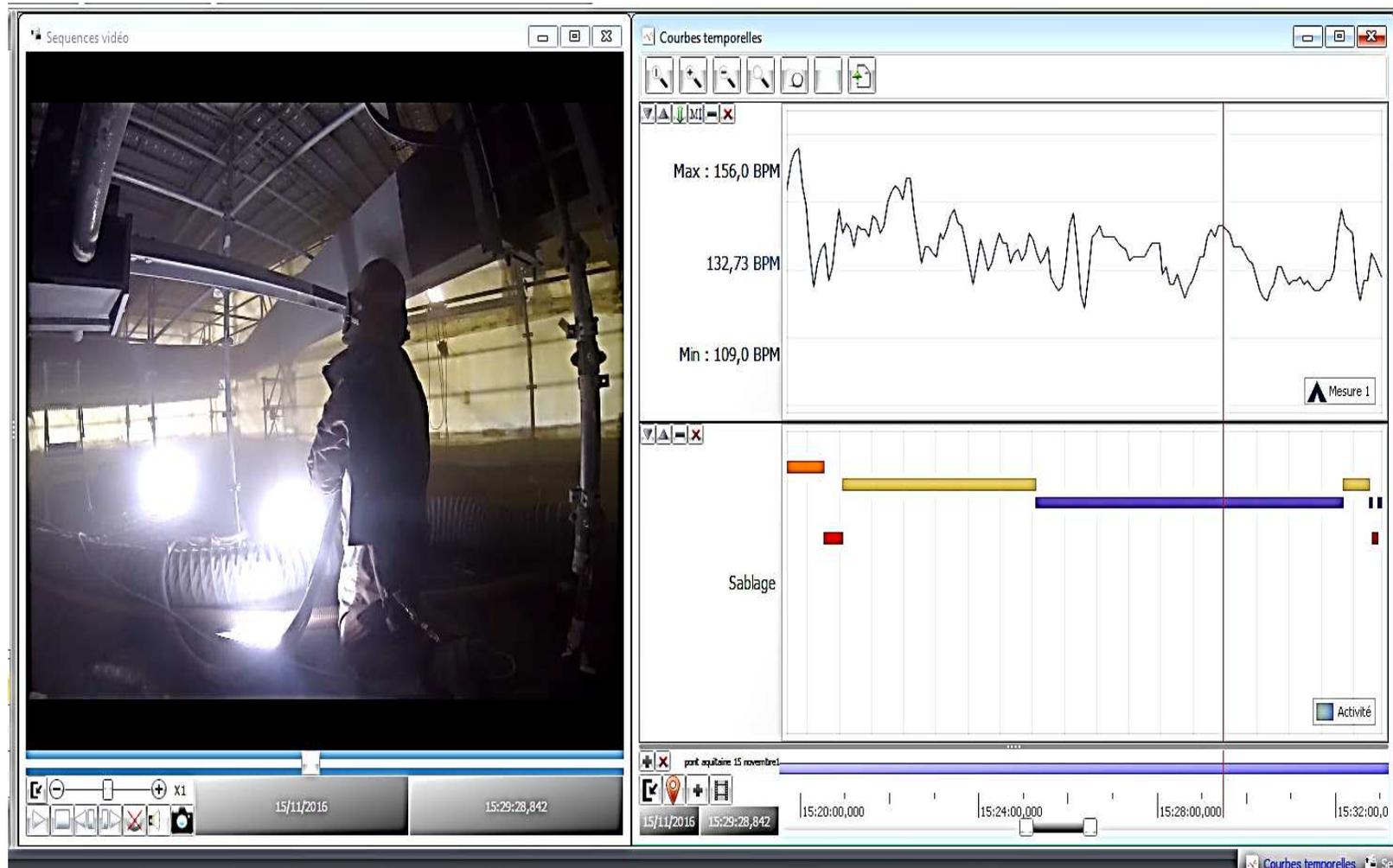
## → Analyse de la Fréquence Cardiaque suivant les activités

Temps en seconde où l'opérateur a dépassé 70 % de la Fréquence Cardiaque Maximale Théorique



## → Analyse des fréquences cardiaque par pics

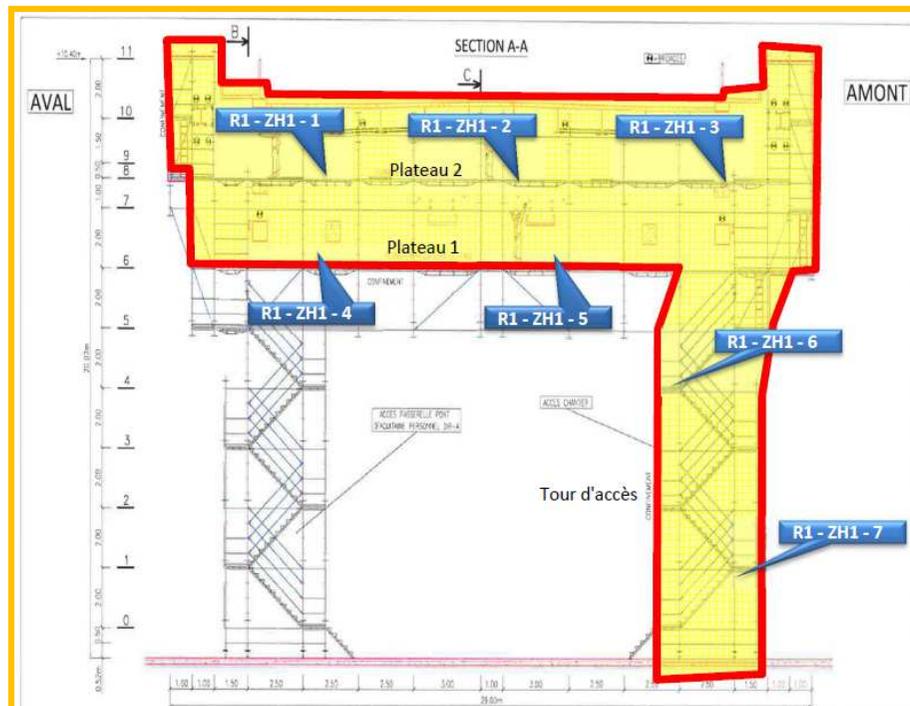
Le lien entre les pics d'exposition et les différentes caractéristiques de la situation de travail nous permet d'appréhender les principaux déterminants de l'activité de l'opérateur.



## 5. Analyse de la pénibilité

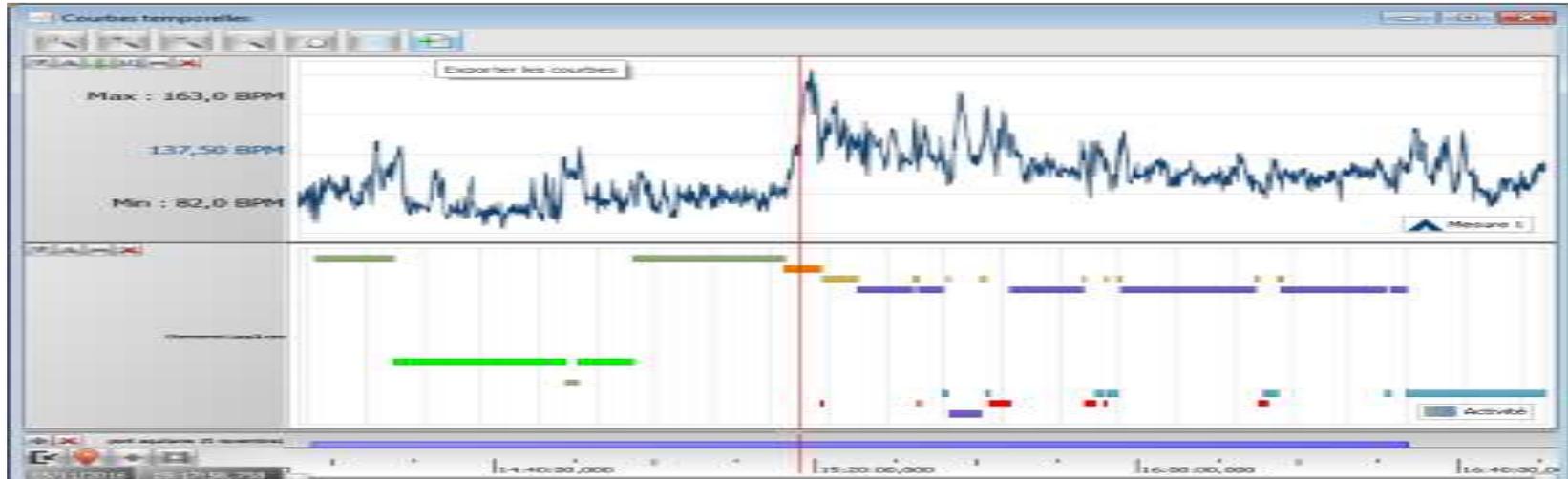
### 5.1. Accès en zone

Le sas étant en contre-bas de la zone confinée, les opérateurs doivent gravir, équipés d'un combinaison Tivek et d'un masque respiratoire, des escaliers formés de 37 marches et une échelle de 8 barreaux, ouvrir une trappe pour se trouver au premier niveau de la zone de sablage, à 12 m au-dessus de l'entrée, ou au second niveau ce dernier étant lui à 15 m du niveau d'entrée.



## → Pénibilité liée à l'accès en zone

- 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)**.



### Remarques :

- lors de ce déplacement du sas personnel jusqu'à la zone de travail, l'opérateur utilise **la cartouche filtrante** de son masque, il se connecte à l'adduction d'air au bout de **5 mn 38 s**. Les efforts réalisés avec un masque **en ayant recours à la cartouche sont physiquement plus coûteux**.
- L'activité d'accès en zone représentée en orange sur le graphe ci-dessus dure plus de 4 minutes. Il s'agit de la **fréquence cardiaque la plus élevée enregistrée sur l'ensemble de la vacation**. Cette activité de rentrée et de « montée » en zone de confinement est répétée **3 fois par jour** !

## ➔ Pistes de transformations pour réduire la pénibilité

- Prévoir un accès « facile » à la zone contaminée en évitant d'avoir à porter le masque.
- Positionner le ou les sas à proximité immédiate de la zone contaminée, le pont mesure près de 400 m !
- Ascenseur d'accès à la zone de travail...
- ...

## 5. Analyse de la pénibilité

### 5.2. Pénibilité liée au port d'une combinaison « étanches » associée à une température atmosphérique élevée

⇒ Dans les conditions de chaleurs extérieur supérieures à 21°C, l'organisme met en route des mécanismes d'échange de chaleur. Le rythme cardiaque peut ainsi augmenter de 10 à 15 pulsations/mn, même au repos. Le port d'une combinaison, si elle est étanche va contrecarrer ce mécanisme.

⇒ Les opérateurs s'exposent à des crampes, une déshydratation ou encore à un épuisement. Le risque le plus grave est le coup de chaleur pouvant aller jusqu'au décès.

## ➤ Difficultés d'utilisation de la cagoule de sablage



➡ au cours d'une vacation, consacrée à du sablage à l'abrasif perdu, l'opérateur a passé 12 mn (en temps cumulé) à mettre ou à enlever la combinaison ou la cagoule de sablage pour un temps de sablage effectif de 42 mn

➡ Il a dû ainsi retirer sa cagoule à 10 reprises dont 6 fois pour remplacer la visière rayée par l'abrasif. Le temps cumulé de changement des visières de la cagoule est de 9 mn 20 sec. Avec des pulsations à 150BPM

**L'entretien des protections qu'imposent les risques de projections d'abrasifs sur l'opérateur représentent près de 30 % du temps consacré au sablage seul !**

## → Pistes de transformations afin de réduire la pénibilité

- Acquisition ou conception d'une cagoule de sablage plus légère et plus souple.
- Réemployer le principe de pré-collage de plusieurs films sur la visière de cette cagoule. Les films disposent sur leur bord d'un ergot « facilement attrapable avec les gants » en cours d'activité.
- Privilégier d'autres procédés de décapage de la peinture ?
- ...

## 5- Analyse de la pénibilité

### 5.3. Pénibilité et représentation liée et représentation du port du masque respiratoire à adduction d'air

#### - Un port du masque unanimement reconnu comme pénible à porter :

« Le port du masque **c'est une contrainte pour respirer**, on force beaucoup sur le cœur et sur les poumons quand même. Le moindre petit effort, la moindre tâche ça te demande beaucoup d'efforts ».

#### - L'air en continue ou air à la demande?

Les opérateurs privilégient de l'air à la demande par rapport à de l'air en continu qui n'est utilisé qu'en dernier recours .

## ➔ Représentation et utilisation de l'air à la demande

« Réglé à la demande déjà, ça sèche moins le visage, enfin au niveau de la bouche, surtout. C'est tout pâteux et c'est désagréable à la fin, ça vient très très vite au bout de 10 minutes ça commence à sécher toute la bouche. Vous savez que vous allez 2 heures dedans, c'est pas évident ».

« Les vibrations elles viennent en fait par rapport à l'air qu'on respire à l'intérieur du masque, si on en envoie trop d'air c'est ça qui fait vibrer »

**Pour certains opérateurs, l'air à la demande sert à rester conscient de l'effort fourni et ainsi de se gérer :**

En continu « je me mets en danger, je ne suis plus conscient de ce que je fais, tandis à la demande je pourrai à certain moment être obligé de m'arrêter. A certains moments il faut pas que je pousse trop, à la demande tu n'as pas cette sensation »,

## ➔ Représentation et utilisation de l'air en continu

« je règle en continu pour le sablage uniquement ».

« ça te fait moins transpirer en continu car tu as toujours de l'air donc tu as moins la sensation de la fatigue en continu mais ce n'est pas recommandé je ne sais pas, comment expliquer ça ? »

« Car ça fait une pression positive à l'intérieur donc ça pousse les fibres, donc du coup c'est peut-être un petit peu psychologique normalement il y a rien qui passe, mais je préfère, vu qu'il y a beaucoup, beaucoup de poussière, je préfère le laisser en continu et puis vu qu'on fait quand même quelques efforts, dès fois on force un peu et on a tendance un peu à transpirer, au moins on a la tête au frais»

« comme pour les PF 12, il y a quand même quelques efforts, mais vu là que c'est vraiment l'amiante on est directement en contact avec, je préfère ».

## → Pistes de transformations pour réduire la pénibilité

- Réflexion avec les fabricants de masques concernant des améliorations techniques afin de fournir de l'air tempéré et « **pas trop sec**» permettant ainsi aux opérateurs de **travailler avec un air délivré en continu, plus protecteur par rapport aux fibres d'amiantes.**
- Mettre en débat les stratégies individuelles mises en œuvre notamment pour ce qui concerne l'usage du mode à la demande et en continu du masque à adduction d'air. Apporter un éclairage technique et scientifique?
- Pouvoir démarrer les PF 12 de l'extérieur dans un environnement non contaminé.

## 5. Analyse de la pénibilité

### 5.4. Pénibilité et accessibilité des zones à décaper/sablage

décapage des poutres à 2 mètres du sol ➡ travaille des bras en élévation au dessus du niveau du cœur durant 10 mn 39 sec.



L'opérateur a principalement traité le dessous de la poutre, pour les parois horizontales, il a utilisé une plateforme individuelle roulante légère PIRL dénommée « gazelle » sur le chantier .

## → Pénibilité et difficultés d'accès aux zones à décaper

le déplacement de la plateforme, la montée et descente sont physiquement très sollicitants jusqu'à **147 pulsations/mn!**



la Gazelle ne permet pas de contrebalancer la pression de la lance ce qui oblige l'opérateur a compenser les pieds joints d'où une plus grande sollicitation pour le dos.

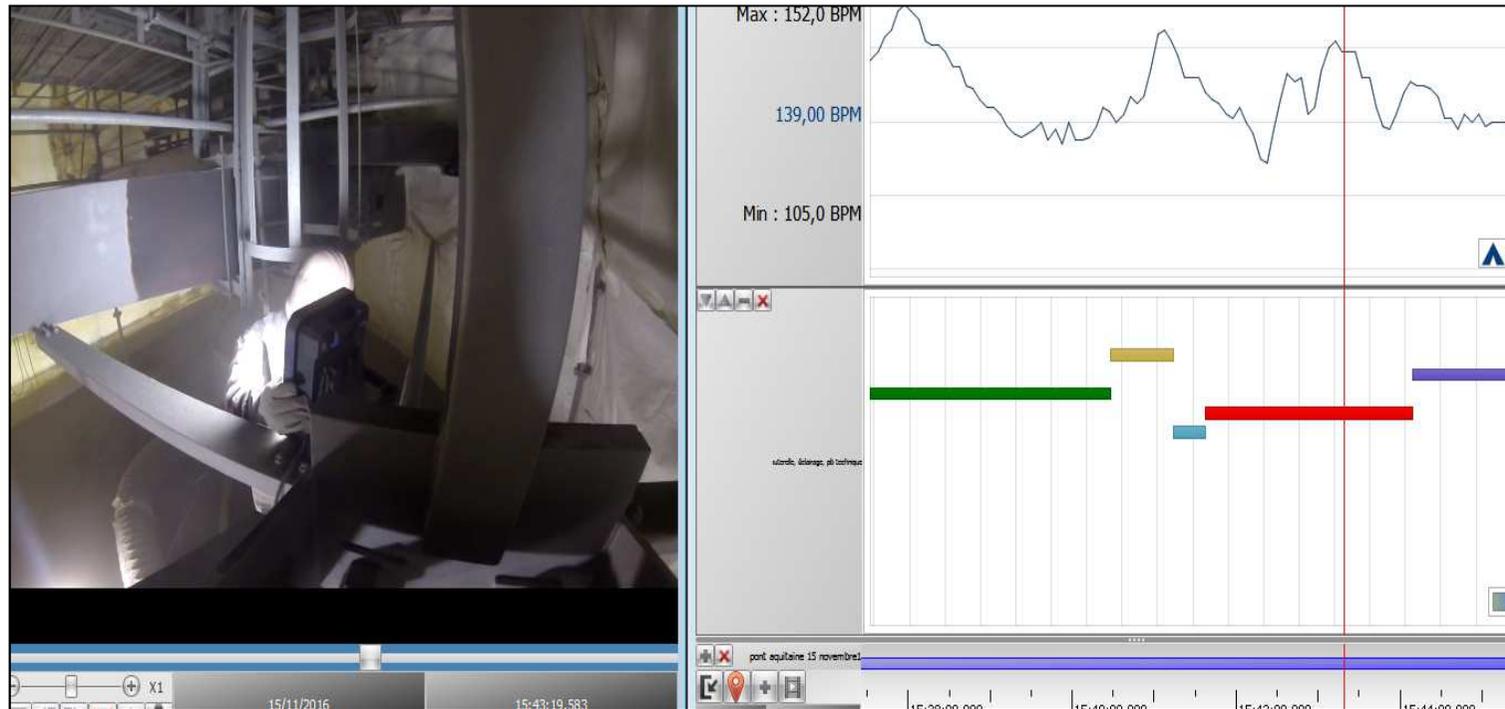
## ➔ Pistes de transformations pour réduire la pénibilité

- Gestion amont lors de la préparation et la planification des travaux de décapage, à la conception de l'échafaudage d'un plancher supplémentaire à fin de rendre plus accessible l'ensemble des zones à traiter?
- Mise à disposition d'un nombre de gazelles suffisantes au démarrage du chantier ?
- ...

## 5. Analyse de la pénibilité

### 5.5. Pénibilité en lien avec les besoins d'éclairage

- présence de zones peu ou pas éclairées obligation d'utiliser un projecteur



⇒ difficile à positionner pour être à la bonne hauteur, un bon angle. Chute fréquente, levage des bras au dessus du cœur **d'où une fréquence cardiaque égale à 139 pulsations/mn !**

## 6. Analyse globale des postures et des risques de TMS

Recherche de postures très sollicitantes pouvant favoriser le développement de Troubles Musculo-squelettiques sur les articulations suivantes:

⇒ Les poignets

⇒ Les hanches

⇒ Le dos

# Exemples de postures adoptées durant le sablage à l'abrasif perdu



# Poignet gauche

## 6.1. Activités de sablage

### Zones d'analyse

Zone d'analyse : Tout le projet

Durée : 2:25:58,788

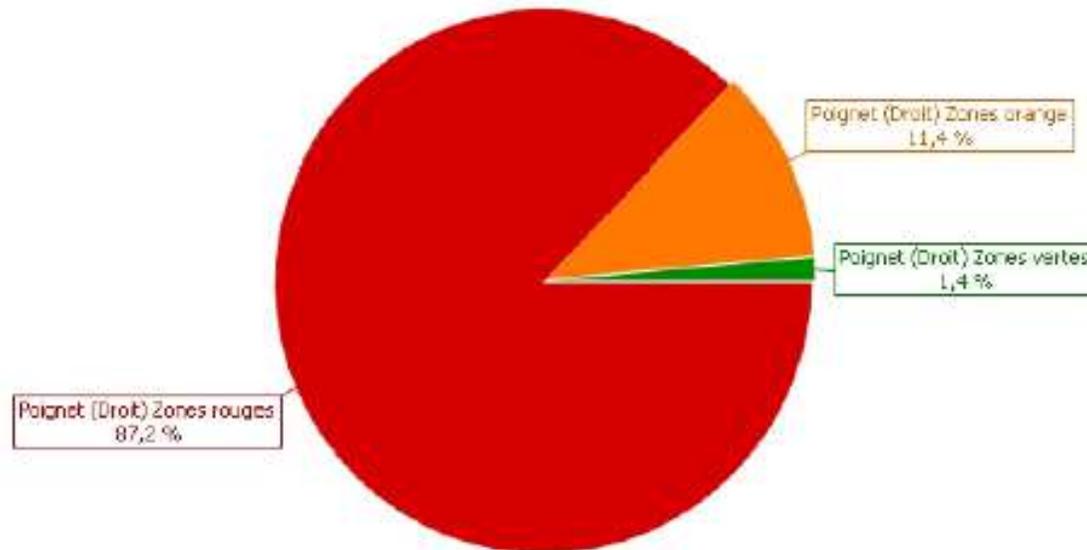
Nb Zone : 1

### Seuil

Angle (°)	Zones orange	Zones rouges
Flexion	30	45
Extension	-10	-30
Adduction	5	12
Abduction	-5	-12

### Axes :

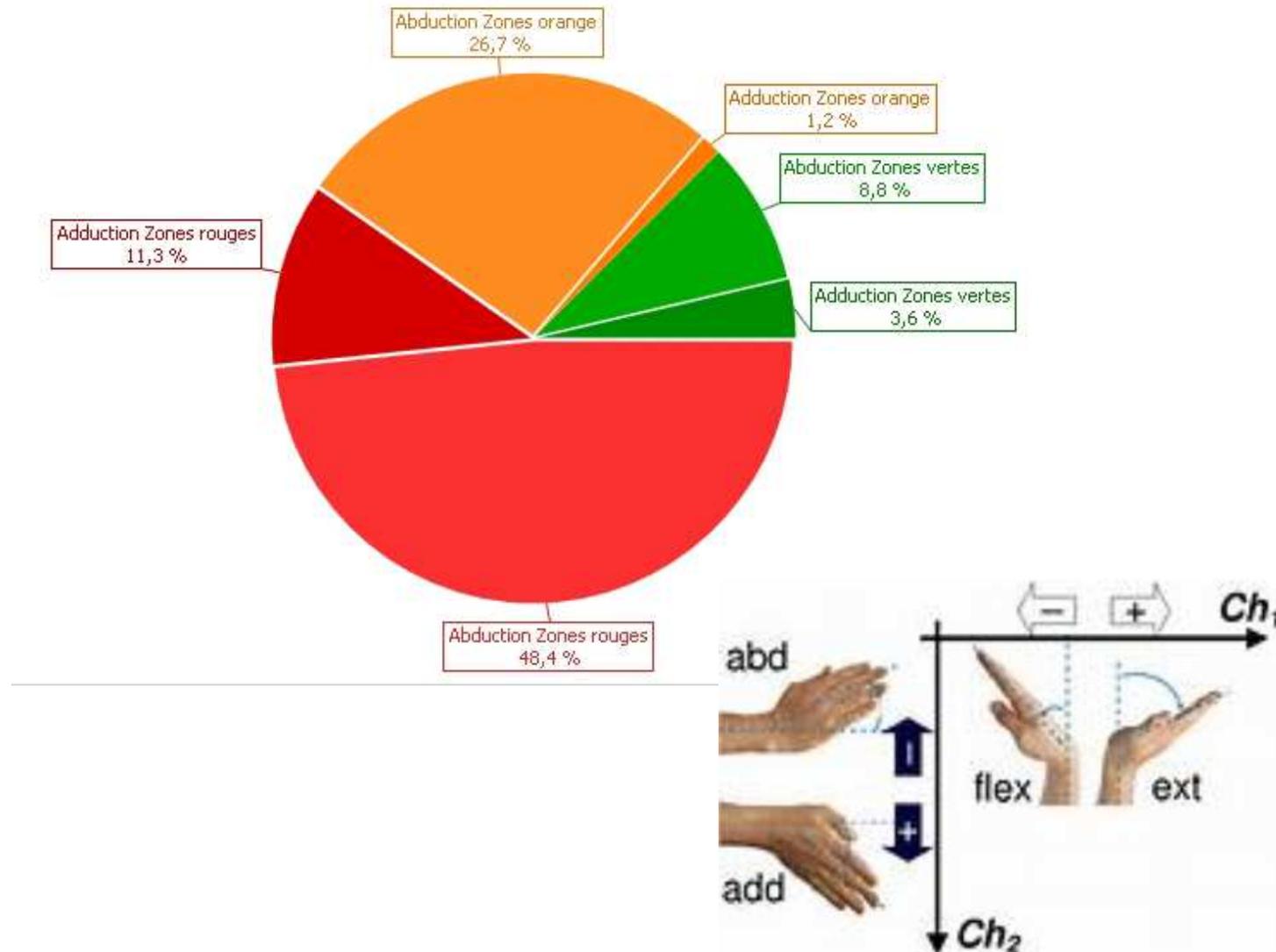
	Moyenne	Max	Ecart type
Flex/Ext	-29,2°	40,5°	19,6°
Abd/Add	-3,9°	180,0°	37,4°



# Poignet gauche détail

## 6.1. Activités de sablage

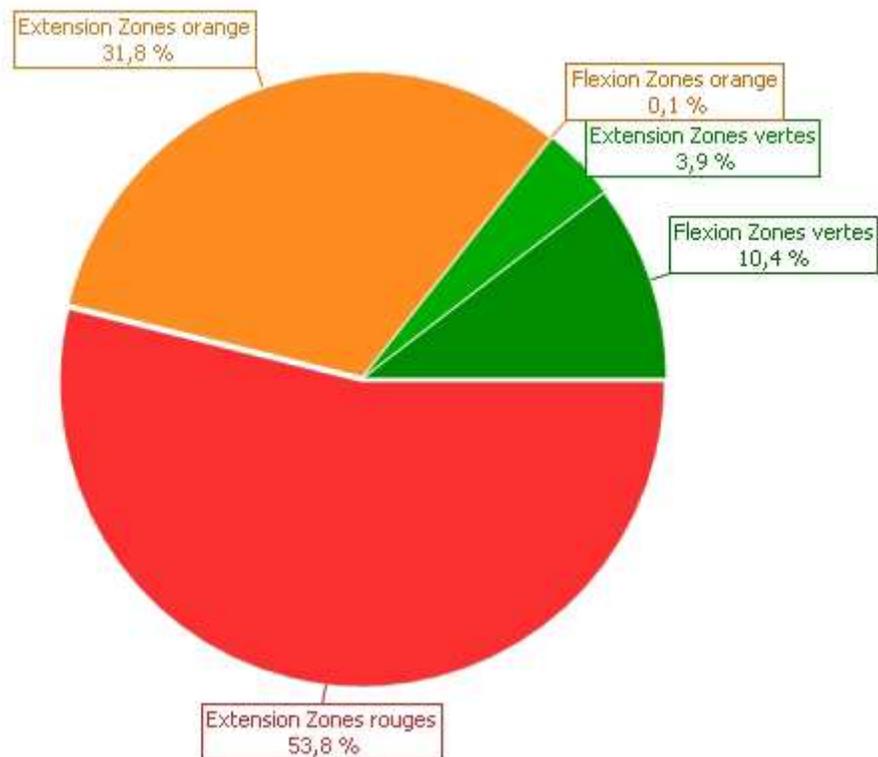
Angle Poignet (Gauche) Abd/Add (°)



## Poignet gauche détail

### 6.1. Activités de sablage

#### Angle Poignet (Gauche) Flex/Ext (°)



# Dos

## Zones d'analyse

Zone d'analyse : Tout le projet

Durée : 2:25:56,766

Nb Zone : 1

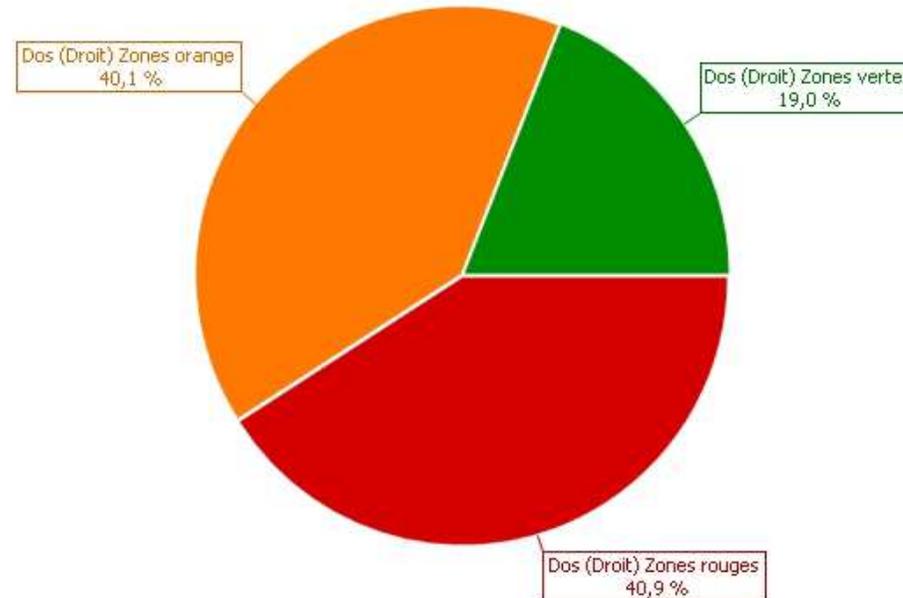
## 6.1. Activités de sablage

### Seuil

Angle (°)	Zones orange	Zones rouges
Rotation gauche	-15	-30
Rotation droite	15	30
Flexion	30	45
Extension	-5	-10
Flexion latérale droite	5	10
Flexion latérale gauche	-5	-10

### Axes :

	Moyenne	Max	Ecart type
Rotation	-2,8°	180,0°	43,2°
Flexion frontale	10,3°	180,0°	19,6°
Flexion latérale	-1,6°	89,8°	18,7°



# Epaule droite

## Zones d'analyse

Zone d'analyse : Tout le projet  
Durée : 2:25:56,766  
Nb Zone : 1

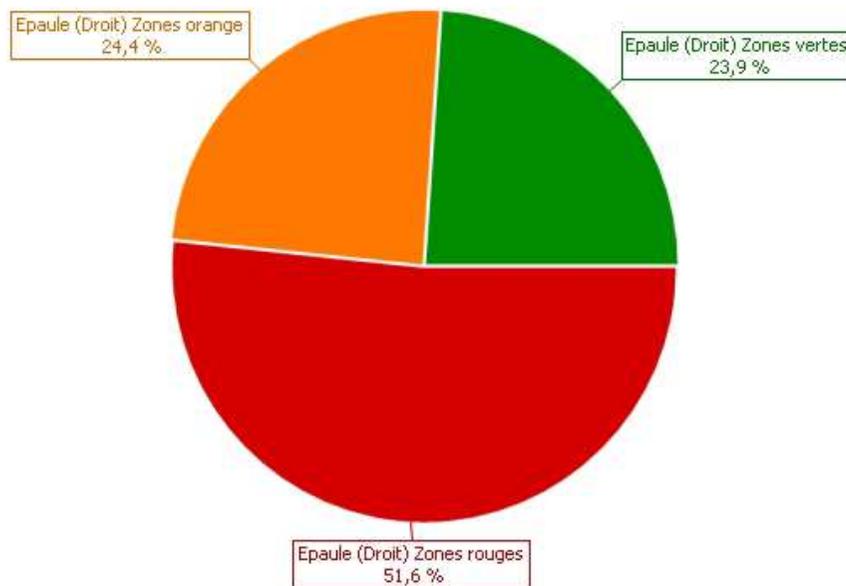
# 6.1. Activités de sablage

## Seuil

Angle (°)	Zones orange	Zones rouges
Rotation horizontale interne	-70	-90
Rotation horizontale externe	3	5
Rotation verticale	60	90
	0	0
Rotation interne	-40	-60
Rotation externe	40	60

## Axes :

	Moyenne	Max	Ecart type
Rotation horizontale	-64,5°	180,0°	45,3°
Rotation verticale	47,5°	178,0°	32,5°
Rotation	10,7°	180,0°	50,3°



# Epaule gauche

## Zones d'analyse

Zone d'analyse : Tout le projet

Durée : 2:25:56,766

Nb Zone : 1

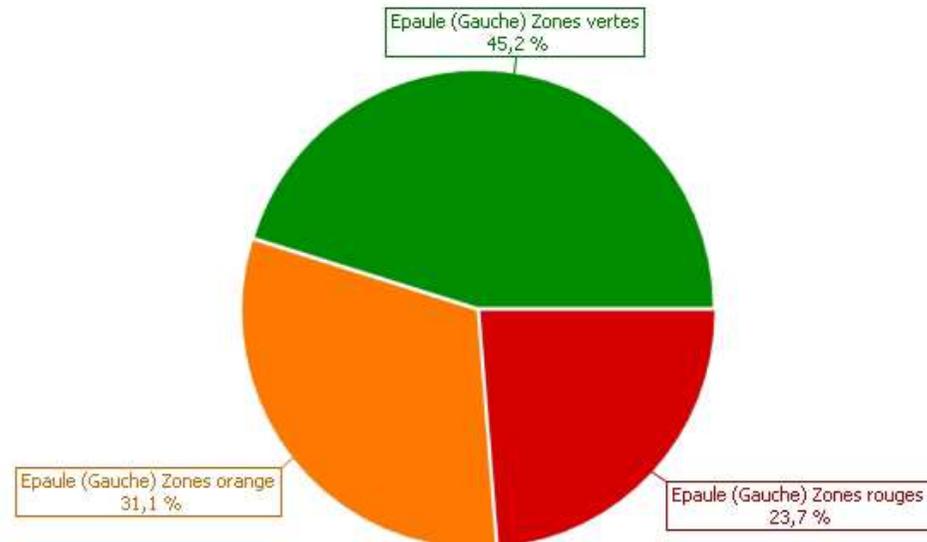
## 6.1. Activités de sablage

### Seuil

Angle (°)	Zones orange	Zones rouges
Rotation horizontale interne	-70	-90
Rotation horizontale externe	3	5
Rotation verticale	60	90
	0	0
Rotation interne	-40	-60
Rotation externe	40	60

### Axes :

	Moyenne	Max	Ecart type
Rotation horizontale	-51,7°	180,0°	52,0°
Rotation verticale	53,0°	166,8°	34,0°
Rotation	9,5°	180,0°	28,9°



# Hanche droite

## Zones d'analyse

Zone d'analyse : Tout le projet

Durée : 2:25:56,766

Nb Zone : 1

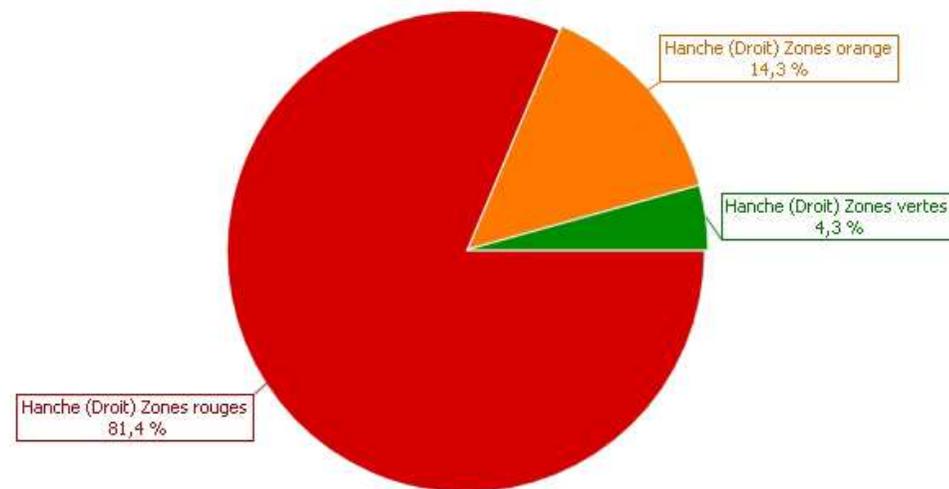
## 6.1. Activités de sablage

### Seuil

Angle (°)	Zones orange	Zones rouges
Rotation externe	10	30
Rotation interne	-4	-10
Flexion	70	100
Extension	-3	-10
Abduction	20	30
Adduction	-3	-5

### Axes :

	Moyenne	Max	Ecart type
Rotation	8,3°	179,9°	37,2°
Abd/Add	3,7°	82,2°	9,8°
Flex/Ext	-9,2°	180,0°	43,0°



## → Constats :

- 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.

## → Pistes de transformations pour réduire la pénibilité

- Support facilement déplaçable (roues sur l'un des cotés) ou équilibreur de charge pour soutenir le fouet de la lance ,...
- Conception d'une commande électrique de la lance de sablage pour l'abrasif perdu (comme c'est déjà le cas pour la grenaille)?
- Lance plus petite plus fine?
- Alternance entre des tâches physiquement lourdes et d'autres «véritablement» moins lourdes ?

## 6.2. Aspiration

- Les vacations de sablage sont suivies d'une aspiration de l'abrasif et de la matière décapée : peinture comportant des fibres d'amiantes et de plomb.
- **Dans le cas du sablage à l'abrasif perdu, la vacation d'aspiration est réalisée après deux vacations de sablage.** Lorsqu'il s'agit d'abrasif recyclé, la grenaille étant plus lourde la vacation d'aspiration est effectuée après chaque vacation de sablage évitant ainsi que le poids du plancher soit trop important par rapport aux capacités de résistance mécanique de l'échafaudage.
- Les jours où est employé **l'abrasif perdu**, le sableur enchainera deux vacations de 2 H de sablage pour terminer par une vacation de 2H d'aspiration.
- Lorsque **l'abrasif recyclé** est employé, le sableur enchainera une vacation de 2 H de sablage puis une vacation de 2H d'aspiration et une dernière vacation de 2 H de sablage.



**Difficulté d'accès obligeant l'opérateur à se coucher au sol**



**Balayage à la balayette réalisé à genoux**



**Balayage à la balayette réalisé accroupi**



**Balayage à la balayette en adoptant la posture chevalier servant (un genou au sol et l'autre pied posé au sol en fente avant)**

## → Une opération d'aspiration très pénalisante

- Ils sont en posture debout **moins de 20 % du temps**.
  - les deux opérateurs adoptent différentes postures pénibles, durant près **de 80% du temps** avec une posture à genoux qui va **jusqu'à 60%** pour l'un des opérateurs
- ➔ **La posture à genoux maintenue dans la durée est pathogène.**

## → Pénibilité et sablage en résumé

- des niveaux d'astreintes cardiaques élevés dépassant les seuils limites de la littérature
- des postures et des efforts très contraignants susceptibles d'engendrer de la fatigue, des lésions musculo-squelettiques.
- un taux d'amiante élevé dans le cas de l'abrasif perdu et très élevé xxx pour l'abrasif recyclé.

## → Pénibilité et sablage en résumé (suite)

activités associées très pénalisantes:

- le port d'un masque respiratoire (air en continu, à la demande, cartouche)
- un accès difficile à la zone confinée,
- le port des combinaisons et de cagoules de sablage,
- le changement des visières de la cagoule de sablage,
- l'utilisation, le déplacement d'escabeau, de PIRL pour accéder à certaines zones à décaper.
- le déplacement des projecteurs d'éclairage (besoin d'éclairage renforcé par la présence de poussières en suspension),
- l'aspiration de l'abrasif.

Outre la pénibilité qu'elles engendrent, ces différentes sous-opérations présentent aussi l'inconvénient d'être chronophages.

**Conclusion : ce n'est pas seule l'activité de sablage, en tant que tel, qui rend pénible ce procédé de décapage mais l'ensemble des activités associées .**

## 6.3. Traitement chimique



## → Discussion sur le traitement chimique

- **Il n'est pas associé à des activités comme le port de cagoules de sablage, le balayage et l'aspiration des poussières**
- **un taux de fibres d'amiante beaucoup moins élevé .**
- **le décapage chimique peut être source de TMS** au niveau des poignets, des avant-bras et des épaules à cause de l'utilisation du racloir
- **Utilité de faire un sablage de finition?**

## 6.4. Décapage par induction

les enregistrements réalisés reposent sur un enregistrement vidéo de 40 mn réalisé le premier jour d'utilisation du procédé.

Le décapage par induction se fait par le passage à proximité du métal à décaper d'une tête d'induction qui chauffe ce dernier ce qui a pour effet de décoller la peinture en surface. Pour ce faire l'opérateur doit maintenir à bout de bras la tête de l'appareil d'un poids évalué à 8 kg , fixée au bout d'une gaine dans laquelle passe un câble électrique et un circuit de refroidissement.

Le jour de l'expérimentation, **un second opérateur** l'assistait pour soutenir la gaine et le soulager du port de la tête lorsqu'il montait ou descendait de l'escabeau.

Après avoir passé «la tête d'induction» le retrait de la peinture se fait au moyen de différents types racloirs dont certains munis d'un manche (environ 60 cm).

## → Décapage par induction passage de la tête d'induction



## ➔ Décapage par induction – retrait de la peinture avec un racloir



### Constats :

- Le retrait de la peinture au racloir semble demander de la force.
- L'opérateur est amené à travailler bras en élévation au dessus du niveau du cœur.
- Sur la photographie le geste parait très sollicitant au niveau du poignet (flexion de grande amplitude tout en exerçant une force).

## ➔ Pistes de transformations pour réduire la pénibilité

- Système de roulettes permettant de maintenir toujours la même distance entre la tête de l'appareil et le métal mais aussi de réduire le port de charges et donc la force exercée au niveau des avant bras et du dos. L'opérateur « appuierait » la tête de l'appareil sur le métal plutôt qu'à tenter de le maintenir.



- Système d'aspiration des vapeurs sur la tête d'induction cf. : photographies ci-de droite dessus,
- Etude de la faisabilité d'un système de suspension avec un équilibreur de charge?
- Etudier le bénéfice de l'utilisation de racloirs avec des manches pour retirer la peinture, d'affûter les bords du racloir, ...

## → Pénibilité et procédé de décapage par induction en résumé

- Il n'est pas associé à des activités comme le port de cagoules de sablage, le balayage et l'aspiration des poussières.
- un taux de fibres d'amiante beaucoup moins élevé .
- le décapage Thermique peut être source de TMS au niveau des poignets, des avant-bras et des épaules à cause de l'utilisation du racloir
- Coût cardiaque assez important dû au port de la plaque d'induction très lourde.
- Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP) fumées de plomb et au chrome exa-valent peuvent être dépassées dans le cas où les EPI ne sont pas pris en compte

## 7. Conclusion : comparatif de la pénibilité des différents procédés de décapage

« L'activité » d'accès en zone qui est commune aux différents procédés est très pénalisante sur le plan cardiaque.

### Décapage à l'abrasif perdu ou recyclé

- 👉 Niveaux d'astreintes cardiaques élevés \* dépassant les seuils limites pour de nombreuses activités associées au sablage proprement dit : se vêtir et dévêtir d'une combinaison et d'une cagoule de sablage, changer les visières, l'aspiration \*\* de l'abrasif.
- 👉 Des postures et des efforts très contraignants, notamment lors du sablage et l'aspiration, sources de TMS au niveau des membres supérieurs, du rachis.
- 👉 Des opérations associées chronophages (aspiration de l'abrasif perdu = 1/3 des vacances ou 1/2 pour l'abrasif recyclé).
- 👉 Un taux d'amiante élevé XXX dans le cas de l'abrasif perdu et très élevé xxx pour l'abrasif recyclé.

\* 7 enregistrements de 1H30 à 2H de 3 opérateurs

\*\* un enregistrement de 45 mn de la FC d'un opérateur

### Décapage par induction

- 👉 Des niveaux d'astreintes cardiaques \* plus modérés, en dessous des seuils limites. L'opération la plus couteuse est le retrait au racloir de la peinture.
- 👉 Ce procédé présente l'avantage de ne pas être associé à des activités comme le port de combinaisons, cagoules de sablage, le changement de visières et l'aspiration de l'abrasif physiquement très pénalisantes.
- 👉 Taux de fibres d'amiante «peu» élevé xxx.
- 👉 Les postures et les efforts fournis lors du retrait de la peinture au racloir sont susceptibles d'engendrer des TMS des membres supérieurs.
- 👉 Ce procédé génère des fumées toxiques de plomb et de chrome hexavalent dépassant la VLEP (sans port d'EPI).

\* un enregistrement de la FC d'un opérateur durant 35 mn

### Décapage chimique

- 👉 Des niveaux d'astreintes cardiaques plus modérés, en dessous des seuils limites. L'opération la plus couteuse est le retrait au racloir de la peinture.
- 👉 Ce procédé présente l'avantage de ne pas être associé à des activités comme le port de combinaisons, cagoules de sablage, le changement de visières et l'aspiration de l'abrasif physiquement très pénalisantes.
- 👉 Taux de fibres d'amiante peu élevé xxx.
- 👉 Les postures et les efforts fournis lors du retrait de la peinture au racloir sont susceptibles d'engendrer des TMS des membres supérieurs.
- 👉 Le décapage chimique permet de retirer la couche de peinture mais pas celle contre l'oxydation donc un sablage est nécessaire !
- 👉 Ce procédé peut générer des vapeurs toxiques (produit de la réaction chimique).

## 8. Perspectives

- Les enjeux de produire un retour d'expérience au sein de l'entreprise et au niveaux des préventeurs institutionnels
- Les enjeux de la rédaction du cahier des charges pour l'appel d'offre et l'intégration des critères de santé et de performance
- L'accompagnement de ce chantier atypique par les préventeurs institutionnels