OPPBTP
PUBLICATION

RAPPORT D'ÉTUDE

# ÉQUIPEMENTS D'ASSISTANCE PHYSIQUE POUR LES PEINTRES

## Rapport d'étude sur l'amélioration des conditions de travail

preventionbtp.fr

Nous remercions toutes les personnes qui ont concouru à la réalisation de cette étude, particulièrement :

- Les Métiers de la peinture et de la décoration de la CAPEB et l'Union des professionnels des métiers de la finition (UPMF-FFB) de la FFB qui nous ont ouvert les portes de leurs entreprises adhérentes.
- L'Institut de Recherche et d'Innovation sur la Santé et la Sécurité au Travail (IRIS-ST) qui a facilité la sélection des entreprises participantes et le bon déroulement des expérimentations.
- Les entreprises adhérentes de l'UPMF-FFB ou des Métiers de la peinture et de la décoration de la CAPEB, qui nous ont accueillis et ont participé aux expérimentations.
- Les deux fabricants d'exosquelettes HILTI et HMT.

OPPBTP

L'OPPBTP est l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics. Sa mission est de conseiller, former et informer les entreprises de ce secteur à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles et à l'amélioration des conditions de travail.

L'OPPBTP s'appuie sur des équipes réactives, engagées et professionnelles pour promouvoir et développer l'offre de services élaborée pour tous, quels que soient la taille de l'entreprise, son activité ou son niveau d'expertise en prévention. L'Organisme fait de la prévention un véritable levier de performance et de progrès et met à disposition sur son site www.preventionbtp.fr des publications, outils pratiques, fiches conseils, solutions, vidéos, ainsi que des articles d'actualité pour aider les entreprises dans leur gestion de la prévention.

ISBN : 978-2-7354-0565-7

# ÉQUIPEMENTS D'ASSISTANCE PHYSIQUE POUR LES PEINTRES

## Rapport d'étude sur l'amélioration des conditions de travail

# AVANT-PROPOS

Les éléments issus des analyses de la sinistralité en lien avec les maladies professionnelles alertent sur le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) et interrogent sur les moyens, notamment techniques, qui pourraient être mis en œuvre pour diminuer les sollicitations physiques des compagnons sur les chantiers de peinture.

Ces analyses révèlent également que les entreprises de peinture sont parmi les plus concernées par les TMS reconnus en maladies professionnelles.

Par ailleurs, l'offre commerciale en termes d'équipements d'assistance physique est aujourd'hui conséquente sans pour autant être très lisible à l'heure du choix pour les chefs d'entreprise.

La présente étude est réalisée en partenariat avec les organisations professionnelles concernées par les métiers de la peinture, l'Union professionnelle des métiers de la finition de la Fédération française du bâtiment (UPMF-FFB) de la FFB et les Métiers de la peinture et de la décoration de la CAPEB, ainsi que des entreprises volontaires sollicitées par chacune d'entre elles.

L'objectif du projet est d'expérimenter sur le terrain différentes solutions d'assistance physique. Les chantiers concernés proposent des conditions similaires d'intervention. Les situations de travail sélectionnées sont identifiées parmi les situations communes à l'ensemble de la profession. Elles sont particulièrement sollicitantes et susceptibles de bénéficier d'un équipement d'assistance physique, de quelque nature qu'il soit.

Les expérimentations et la collecte des retours d'expérience des professionnels sur chantier sont de nature à instruire l'adéquation des différents matériels testés avec les tâches des situations de travail observées. Elles visent également à identifier les travaux pour lesquels ces équipements répondent aux besoins et apportent un réel bénéfice aux professionnels.

Les conditions d'usage et d'intégration des différents types d'assistance physique mis en œuvre, ainsi que leurs avantages et limites selon les tâches à effectuer, sont ainsi définis afin d'apporter aux entreprises une aide au choix des matériels adaptés et à leur prescription dans l'organisation du travail.

L'entreprise sera alors en mesure, après avoir réalisé une analyse fine du travail, de préciser les besoins éventuels en assistance physique et de discerner les équipements susceptibles de répondre à ses attentes et dans quelles conditions.

# SOMMAIRE


SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE 4
OBJECTIFS 5

1. PREMIÈRE PHASE : PRÉPARATION DES EXPÉRIMENTATIONS 6
1.1. Cartographie des situations de travail 6
1.2. Situations de travail retenues 10
1.3. Sélection des équipements d'assistance physique à expérimenter 11
1.4. Critères complémentaires pour les expérimentations 13

2. SECONDE PHASE : EXPÉRIMENTATIONS SUR LE TERRAIN 14
2.1. Protocole d'expérimentations 14
2.2. Chantier 1 – Logements collectifs 16
2.3. Chantier 2 – Logements collectifs 28
2.4. Acceptabilité de l'exosquelette 36
2.5. Analyses quantitatives de l'activité 38

3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS 43
3.1. Résultats par équipement d'assistance physique 43
3.2. Avis généraux des utilisateurs 46
3.3. Enseignements par équipement 48

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES 49

POUR ALLER PLUS LOIN 51
ANNEXES 53

# SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

Particulièrement concernés par les troubles musculosquelettiques (TMS), les métiers de la peinture agissent pour diminuer la sinistralité en matière de maladies professionnelles et améliorer les conditions de travail, notamment en réduisant les sollicitations physiques sur les chantiers. L'étude présentée ici a été menée pour expérimenter des équipements d'assistance physique sur le terrain, en vue d'identifier et d'évaluer des solutions adaptées. Elle a été réalisée en collaboration avec des entreprises de peinture volontaires et les organisations professionnelles (Métiers de la peinture et de la décoration de la CAPEB et Union professionnelle des métiers de la finition de la FFB), avec l'appui de l'Institut de recherche et d'innovation sur la santé et la sécurité au travail (IRIS-ST), et a impliqué des industriels et des fabricants de matériels.

L'étude s'est déroulée en deux phases. Tout d'abord, grâce à une cartographie fine des situations de travail, les tâches les plus contraignantes ont pu être identifiées : ponçage, application d'enduit et de peinture, en plafond ou en partie haute des murs. Ces situations de travail impliquent, en effet, des postures « bras en hauteur » répétées et des efforts au niveau des épaules et de la région cervicale. Ensuite, des expérimentations sur deux chantiers de logements collectifs ont permis de comparer les conditions de réalisation du travail, d'une part avec différents équipements d'assistance et, d'autre part, sans assistance physique particulière. Les solutions évaluées correspondent à la ponceuse girafe (avec/sans dépression), au rouleau avec perche, aux pistolets de pulvérisation de type airless, et à deux références d'exosquelettes passifs (assistance au travail « bras en hauteur » et soutien cervical).

Les résultats montrent, pour l'ensemble des solutions, des avantages réels en matière d'amélioration des conditions de travail. Le soulagement pour les travaux « bras en hauteur » est variable selon le type d'équipement, en réduisant la durée d'exposition, ainsi que les amplitudes posturales, ou les efforts, ou encore en agissant dans ces deux axes. Les bénéfices sont particulièrement intéressants lors du travail au plafond. De plus, ces équipements permettent de réduire la fatigue et d'améliorer la productivité des compagnons, tout en conservant la qualité du travail. Cependant, certaines limites d'utilisation ont également été identifiées. Notamment l'usage d'un exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical peut, en effet, s'avérer gênant dans les espaces restreints, lors des tâches de précision ou en position dos courbé ou accroupie.

L'acceptabilité par les compagnons est, par ailleurs, conditionnée à une analyse préalable des besoins d'assistance, pour la recherche de solutions et la sélection d'un équipement. Une phase d'appropriation pour les compagnons utilisateurs et un ciblage correct des situations de travail et des chantiers, pour lesquels ils sont adaptés, sont également indispensables.

Cette démarche ouvre la voie à une amélioration tangible des conditions de travail, tout en renforçant l'attractivité du métier de peintre et la performance des entreprises.

# OBJECTIFS

L'étude a été menée avec l'ambition d'améliorer les conditions de réalisation des travaux sur chantier et de préserver la santé des peintres.

Elle poursuit les objectifs suivants :

- diminuer les contraintes physiques liées aux activités des peintres et ainsi :
  - améliorer le confort de travail et réduire la fatigue ;
  - limiter le risque de TMS qui sont les principales causes de maladies professionnelles ;
  - maintenir les salariés dans leur emploi de façon pérenne ;
  - augmenter l'attractivité du métier par l'introduction de dispositifs innovants ;
  - valoriser l'aspect technique du métier ;
  - augmenter la performance de l'entreprise ;
- aider les entreprises à :
  - s'inscrire dans une démarche de réduction des contraintes physiques et d'intégration d'équipements d'assistance physique ;
  - envisager des solutions d'aide pertinentes ;
  - choisir parmi les équipements adaptés.

À cet effet, l'étude s'est déroulée en deux phases en poursuivant les objectifs suivants :

**1. Première phase –** Préparation des expérimentations :

- identifier et sélectionner avec les professionnels, les situations de travail les plus sollicitantes sur chantier de peinture ;
- identifier et sélectionner les équipements d'assistance physique qui feront l'objet des expérimentations ;
- rechercher les chantiers les plus adaptés pour réaliser les expérimentations.

**2. Deuxième phase –** Expérimentations sur le terrain :

- réaliser les expérimentations de terrain avec les équipements d'assistance physique et pour les situations de travail, choisis lors de la première phase ;
- exploiter les résultats des observations et des entretiens avec les intervenants de chantier et leur encadrement ;
- en déduire les tâches pour lesquelles les équipements d'assistance physique sont les plus adaptés, en mettant en avant les avantages et inconvénients de chacun.

# 1. PREMIÈRE PHASE : PRÉPARATION DES EXPÉRIMENTATIONS

**Les critères conditionnant les expérimentations sont sélectionnés en étroite collaboration avec les professionnels de la peinture.**

Quatre étapes ont composé cette première phase :

- réalisation d'une cartographie des situations de travail des peintres, avec contraintes physiques associées ;
- étude, avec les professionnels, de cette cartographie et sélection des situations de travail les plus sollicitantes ;
- enquête auprès des entreprises volontaires sur les équipements d'assistance déjà en leur possession ;
- sélection des équipements d'assistance physique, des situations de travail à expérimenter et des conditions de réalisation des observations.

## 1.1. Cartographie des situations de travail

Une enquête est lancée auprès des professionnels via les organisations professionnelles partenaires de l'étude afin de collecter, pour les différentes situations de travail courantes des peintres :

- les différents outils utilisés,
- les équipements d'assistance physique éventuellement utilisés,
- les ressentis des peintres en matière de sollicitations physiques et autres contraintes.

Les objectifs poursuivis pour cette enquête sont :

- d'identifier les différentes situations de travail sollicitantes et, pour celles-ci, si les contraintes relèvent de la tâche elle-même et/ou de ses conditions de réalisation ;
- d'identifier, pour chaque situation de travail sollicitante, la manière dont les équipements d'assistance physique existants permettent de réduire la contrainte ;



© OPPBTP

■ de préciser les contraintes physiques ressenties lors de la réalisation du travail sans équipement d'assistance, et les contraintes physiques éventuellement résiduelles lorsqu'un équipement d'assistance est utilisé.

L'outil de questionnement utilisé est présenté en annexe 2.

La synthèse des principaux retours des entreprises est présentée ci-dessous.

### ■ Situations de travail répertoriées

| TRAVAUX | SITUATIONS DE TRAVAIL |
|---|---|
| Travaux intérieurs – murs et plafonds | Ponçage d'enduit, application d'enduit, application de peinture, décollement de papier peint, grattage d'enduit/peinture, jointoiement |
| Travaux intérieurs – menuiseries | Ponçage de peinture/vernis, application de peinture/vernis (escaliers, plinthes, portes, volets) |
| Travaux intérieurs – sols | Décollement de revêtement de sol, ponçage de support, ragréage de support, application de primaire, application de colle, mise en œuvre de revêtement de sol (débit/pose/soudure) |
| Travaux extérieurs – façades et balcons | Application d'enduit, de peinture, de revêtement, application de peinture sur sous-face de balcon, décapage/lavage, décapage chimique/thermique, perçage (fixations en ITE), purges de zones en mauvais état |

### ■ Équipements associés pour les situations de travail principales

| SITUATION DE TRAVAIL | ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS |
|---|---|
| Ponçage (enduit, peinture, vernis) | Papier de verre (ponçage manuel), ponceuse, ponceuse + dispositif de type girafe, ponceuse + dispositif de type girafe autoporté (dépression), ponceuse + dispositif de type girafe monté sur support roulant, ponceuse monobrosse aspiration (sols), exosquelette |
| Application tout revêtement (peinture, enduit, RPE…) | Taloche, lisseuse (enduit), rouleau, brosse, pinceau, rouleau + perche, rouleau alimenté (peinture), système de pulvérisation, machine de projection, porte-seau à roulettes |
| Grattage/décollement | Riflard (enduit, peinture), rouleau (papier peint), décolleuse (papier peint), raclette, scraper, grattoir, pince d'arrachement (sol), outils manuels + manche (enduit, peinture, sol souple), décolleuse électrique autotractée (sol souple) |
| Décapage | Nettoyeur à haute pression, rouleau et racleur (décapage chimique), rouleau et racleur + perche (décapage chimique), décapeur et racleur (décapage thermique) |

© OPPBTP

### ■ Équipements associés pour les situations de travail moins courantes et/ou plus ponctuelles

| SITUATION DE TRAVAIL | ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS |
|---|---|
| Jointoiement de plaques de plâtre | Spatule, banjo, système de jointoiement, rouleau, spatule + perche |
| Ragréage de sol | Lame, lame + manche télescopique, malaxeur fixe, malaxeur mobile |
| Application de colle (revêtement de sol) | Peigne, spatule |
| Débit du revêtement de sol | Dérouleur, dévidoir, arceaux, diable, outils de coupe (cutter, araseur, trusquin) |
| Pose de revêtement de sol | Sans (marouflage manuel), marouflage au rouleau, marouflage au rouleau + manche, outils de coupe (cutter, araseur, trusquin) |
| Soudure de revêtement de sol | Appareil de soudure à air chaud, chariot de soudure, appareil de soudure à air chaud autotracté |
| Perçage (fixations en ITE) | Perceuse |
| Purge de zones en mauvais état (béton, mortier) | Perforateur pneumatique |

Il en ressort :

■ 4 typologies de travaux par rapport à leur localisation en intérieur/extérieur et sol/mur/plafond ;

■ 23 situations de travail, dont 6 pour les travaux intérieurs en murs et plafonds, 2 pour les travaux intérieurs de menuiseries, 8 pour les travaux intérieurs en sols, 7 pour les travaux extérieurs en façades et balcons ;

■ plus de 20 combinaisons outils/équipement d'assistance physique, nécessitant de procéder à une sélection.

▲ Enduisage en plafond

▲ Ponçage au plafond avec ponceuse de type girafe

Les sollicitations physiques exprimées par les professionnels de manière non exhaustive sont présentées ci-dessous.



© OPPBTP

## Contraintes identifiées pour les situations de travail principales

| PONÇAGE (ENDUIT, PEINTURE, VERNIS) | APPLICATION DE PEINTURE /REVÊTEMENT/ENDUIT/VERNIS/PRIMAIRE |
|---|---|
| • Gestes répétés.<br>• Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes).<br>• Pour les parties hautes : contraintes au niveau du cou, des cervicales.<br>• Vibrations/poids (ponceuse).<br>• Efforts main et doigts (ponçage manuel). | • Gestes répétés.<br>• Pour les parties hautes : contraintes au niveau du cou, des cervicales, des épaules, moins importantes que sur les opérations de ponçage.<br>• Problématique travaux en hauteur avec outils sans rallonge : montées/descentes de l'équipement de travail en hauteur.<br>• Position à genoux (application sur plinthes, application primaire au sol). |

| ÉGRENAGE/DÉCAPAGE/DÉCOLLEMENT |
|---|
| • Gestes répétés.<br>• Positions en flexion du dos et à genoux (sol souple).<br>• Vibrations (décolleuse électrique) (sol souple).<br>• Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules, sur la région lombaire.<br>• Pour les parties hautes et basses : contraintes au niveau du cou, des cervicales. |

## Contraintes identifiées pour les situations de travail moins courantes

| SITUATION DE TRAVAIL | CONTRAINTES PHYSIQUES ASSOCIÉES |
|---|---|
| Jointoiement de plaques de plâtre. | • Gestes répétés.<br>• Pour les parties hautes : contraintes au niveau du cou, des cervicales et des épaules.<br>• Poids (banjo) |
| Ragréage de sol. | • Positions dos en flexion, à genoux.<br>• Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (amplitude de gestes). |
| Application de colle.<br>Pose de revêtement de sol. | • Positions dos en flexion, à genoux.<br>• Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (amplitude de gestes). |
| Débit du revêtement de sol.<br>Soudure du revêtement de sol. | • Positions dos en flexion, à genoux (sans chariot ou machine autotractée). |
| Perçage (fixations en ITE).<br>Purge de zones en mauvais état (béton, mortier). | • Vibrations.<br>• Gestes répétés.<br>• Pour les parties hautes : contraintes au niveau du cou, des cervicales.<br>• Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules. |

Les principales contraintes répertoriées pour les situations de travail des peintres sont donc les suivantes, toutes situations de travail confondues :

- gestes répétés ;
- efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes) ;
- pour les parties hautes : contraintes sur la région cervicale ;
- positions à genoux ou dos courbé et contraintes sur les lombaires, pour les travaux en parties basses ou au sol.

© OPPBTP

# 1.2. Situations de travail retenues

Les situations de travail sélectionnées pour les expérimentations sont choisies avec les professionnels en fonction de différents critères :

- leur représentativité,
- le volume d'activité qu'elles génèrent, la récurrence des chantiers concernés,
- les contraintes et sollicitations considérées comme particulièrement à risque, et ressenties par les professionnels comme prioritaires,
- l'existence de solutions, matériels d'assistance intéressants pour les entreprises.

Les travaux en plafond sont courants et reproductibles. Chaque chantier nécessite l'application d'enduit, du ponçage et l'application de peinture.

Les sollicitations physiques les plus représentées dans l'activité des peintres sont celles correspondant aux travaux les plus courants : l'application de peinture sur murs et plafonds. Elles sont liées à des gestes répétés et, pour les tâches en haut des murs et en plafonds, aux efforts et postures contraignantes « bras au-dessus des épaules » et en extension cervicale.

**Les travaux en intérieur de ponçage ou d'application de revêtement (peinture, enduit), sur support béton ou plâtre, réalisés avec bras au-dessus des épaules sont donc retenus pour les expérimentations.**

▲ Ponçage manuel au plafond

▲ Application de peinture au rouleau en plafond (finition)

▲ Ponçage au plafond avec une ponceuse de type girafe

© OPPBTP

# 1.3. Sélection des équipements d'assistance physique à expérimenter

Partant des principales contraintes physiques sur lesquelles il a été choisi d'agir, les échanges avec les professionnels permettent de faire ressortir les équipements suivants en matière d'assistance :

- **La ponceuse de type girafe** est démocratisée et utilisée sur la majorité des chantiers. La ponceuse traditionnelle est utilisée ponctuellement, en complément d'un dispositif de type girafe « standard ».
- **La ponceuse de type girafe avec système à dépression**, permettant de soulager le professionnel d'une partie du poids de la girafe, n'est pas encore un équipement courant chez les peintres.
- **L'exosquelette** de type dispositif passif d'assistance aux travaux réalisés bras en hauteur, semble apporter un confort supplémentaire notamment dans la réalisation du ponçage avec une ponceuse de type girafe, ce qui mériterait d'être confirmé.
- **Le rouleau avec manche/perche** est l'équipement standard du peintre pour les plafonds et les murs ; dans ce cas, le rouleau simple n'est principalement utilisé que dans les situations où la perche ne peut être mise en œuvre (petite pièce de type WC).
- **L'application de peinture ou d'enduit par pulvérisation** au pistolet airless se démocratise ; ce mode d'application n'est que peu utilisé sur les chantiers de rénovation ou les chantiers de particuliers (contraintes d'installation, contraintes de nettoyage, brouillard généré à la mise en œuvre).

Les équipements et associations d'équipements suivants sont arrêtés, constituant la liste des situations de travail à observer sur chantier :

- Pour la situation de travail de ponçage en hauteur (murs et plafonds) :
  - ponceuse de type girafe sans dépression,
  - ponceuse de type girafe sans dépression avec exosquelette,
  - ponceuse de type girafe avec système de dépression,
  - ponceuse de type girafe avec système de dépression et exosquelette.
- Pour la situation de travail d'application de revêtement en hauteur (murs et plafonds) :
  - rouleau associé à une perche,
  - rouleau associé à une perche et un exosquelette,
  - pistolet airless classique,
  - pistolet airless classique associé à un exosquelette.

Le ponçage avec ponceuse de type girafe sans dépression et l'application de revêtement avec rouleau associé à une perche sont les deux situations

© OPPBTP

considérées comme « standards », c'est-à-dire représentatives des méthodes de travail majoritairement mises en œuvre par les peintres à l'heure actuelle.

Deux types d'exosquelettes sont retenus :

■ Un exosquelette passif (non motorisé) d'assistance aux épaules pour les travaux « bras en hauteur », intégrant un système (amovible) de soutien cervical.

▲ Exosquelette passif d'assistance aux épaules pour les travaux « bras en hauteur » + système de soutien cervical

■ Un exosquelette passif de soutien cervical dynamique.

▲ Exosquelette passif de soutien cervical dynamique

© OPPBTP

# 1.4. Critères complémentaires pour les expérimentations

Des chantiers de **construction neuve** permettront d'accéder à des travaux plus longs et de tester, sur un même chantier, différents équipements ou combinaisons d'équipements. Comparativement, en rénovation, les surfaces plus restreintes pourraient nécessiter la fourniture de plusieurs chantiers pour les mêmes expérimentations de matériels.

Chaque situation de travail réalisée avec un équipement d'assistance sera **observée et analysée comparativement à la situation « standard »** qui lui est associée (le ponçage avec ponceuse de type girafe sans dépression ou l'application de revêtement avec rouleau associé à une perche).

© OPPBTP

# 2. SECONDE PHASE : EXPÉRIMENTATIONS SUR LE TERRAIN

**Pour chacune des situations de travail (ponçage, application d'enduit, de peinture) définies dans la première phase, les différentes tâches composantes ainsi que les équipements ou combinaisons d'équipements d'assistance physique retenus sont répertoriés comme premiers éléments du protocole d'expérimentations.**

## 2.1. Protocole d'expérimentations

Les conditions des expérimentations (durée, salariés observés, nombre de chantiers...) sont définies en tenant compte des impératifs suivants :

- Un recensement des équipements tels que ponceuse de type girafe avec ou sans dépression, rouleau avec perche, pistolet airless, exosquelettes, que les entreprises participantes peuvent mettre à disposition, est réalisé afin de déterminer les éventuels besoins en location de matériels (dont les exosquelettes).
- Les équipements d'assistance expérimentés (ponceuse de type girafe avec ou sans dépression, rouleau avec perche, pistolet airless) sont déjà utilisés dans l'entreprise et par les salariés observés. La phase de prise en main et les biais qu'elle pourrait engendrer en matière d'effets sur les conditions de travail, sont ainsi évités.
- Les salariés concernés par les observations sont formés, par l'OPPBTP, à l'installation, au réglage, à l'utilisation de l'exosquelette, puisque ce type de matériel n'est pas déjà utilisé par les entreprises ciblées.
- L'exosquelette est mis à disposition des compagnons en amont des observations pour environ deux semaines de chantier, après la séquence de formation. Un système de traçabilité de son utilisation, renseigné par l'utilisateur, est mis en place.
- Les matériels « standards » des entreprises sont mis en expérimentation, associés ou non à un exosquelette. Des tests supplémentaires pour des matériels plus particuliers (par exemple ponceuse de type girafe avec tête pivotante sur axe) pourraient être réalisés avec les entreprises disposant de ces outils.
- La durée d'observation d'une situation de travail est fixée à deux heures consécutives, si possible, pour collecter de la donnée significative.



© OPPBTP

Pour avoir des surfaces suffisantes, les chantiers proposés sont soit des chantiers de construction neuve, soit des chantiers de rénovation, de taille importante.

En neuf, les supports sont couramment :

- du béton : application d'enduit au pistolet airless et ponçage sur toute la surface ;
- de la plaque de plâtre : ponçage en angle et sur les joints, et application de peinture sur toute la surface.

En rénovation, les supports sont essentiellement de la plaque de plâtre et le ponçage se fait dans les angles et sur les joints.

**Le protocole d'expérimentations défini sur la base de ces informations est détaillé dans la note technique présente en annexe 3.**

**Les relevés d'observations sont réalisés sur la base de la fiche présentée en annexe 4.**

Deux entreprises mettent à disposition quatre références de ponceuses de type girafe, dont une avec dépression et une avec dépression et leds, ainsi que trois machines différentes de pulvérisation de type airless, dont une fonctionnant pour l'enduit.

Concernant les exosquelettes, les expérimentations sont faites avec les équipements suivants qui ont été prêtés par les fabricants :

- exosquelette EXO-S de HILTI, d'assistance aux travaux bras en hauteur, avec soutien cervical intégré amovible ;
- exosquelette MOON de HMT, de soutien cervical dynamique.

Les salariés sont observés, avec prise de photographies et vidéos tout au long de leur journée de travail. Leurs activités sont notées et ils sont questionnés au fur et à mesure des différentes expérimentations réalisées.

Pour l'évaluation de l'usage de l'exosquelette, un questionnaire leur est transmis afin qu'il le renseigne, à froid.

Les observations et analyses sont détaillées dans les paragraphes suivants :

- Détails des observations par typologie de situations de travail. Les constats sont formulés comparativement entre la situation de travail « standard » et la même situation de travail réalisée avec un équipement d'assistance physique (*cf.* chapitres 2.2. et 2.3.).
- Évaluation propre à l'exosquelette (*cf.* chapitre 2.4).
- Analyse quantitative de l'activité (*cf.* chapitre 2.5).

**Le chapitre 3 constitue une synthèse de ces différents résultats**.

© OPPBTP

## 2.2. Chantier 1 – Logements collectifs

Le chantier se déroule dans un immeuble de logements collectifs en construction neuve, constitué de 4 appartements (R+4) avec un sous-sol. L'entreprise est en coactivité avec d'autres corps d'état.

▲ Chantier 1 – Vue générale du chantier terminé

**Les observations sont réalisées sur quatre jours et concernent :**

■ **Les personnes** suivantes : une équipe de deux enduiseurs et une personne supplémentaire, peintre d'une autre équipe.

| | ÂGE | POSTE | EXPÉRIENCE |
|---|---|---|---|
| INTERVENANT 1 | 61 ans | Enduiseur | 43 ans d'expérience professionnelle dont 40 ans en peinture |
| INTERVENANT 2 | 52 ans | Enduiseur | 32 ans d'expérience professionnelle en peinture |
| INTERVENANT 3 | 33 ans | Peintre | 15 ans d'expérience professionnelle en peinture |

■ **Les tâches** suivantes :

- l'égrenage du plafond, l'application d'enduit, le lissage ;
- le ponçage en mur et plafond ;
- l'application de peinture en mur et plafond.

© OPPBTP

■ **Les combinaisons suivantes d'outils manuel, d'équipements d'assistance et de situations de travail :**

| SITUATION DE TRAVAIL | ÉQUIPEMENTS UTILISÉS | NOMBRE D'INTERVENANTS CONCERNÉS |
|---|---|---|
| **Égrenage plafond** | Grattoir sur perche | 2 |
| | Grattoir sur perche + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 2 |
| **Application d'enduit en plafond** | GRACO TEXSPRAY MARK VII | 1 |
| | GRACO TEXSPRAY MARK VII + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 2 |
| **Lissage d'enduit en plafond** | Couteau à enduire sur perche | 2 |
| | Couteau à enduire sur perche + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 2 |
| **Ponçage en plafond** | Sans (ponçage manuel) | 1 |
| | Girafe FESTOOL LHS 2 225 EQI Plus orbitale avec dépression et leds (éclairage rasant) + aspirateur CTL36 EI AC | 1 |
| | Girafe FESTOOL LHS E 225 EQ rotative avec dépression + aspirateur CTL36 EI AC + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 2 |
| | Girafe FESTOOL LHS 2 225 EQI Plus orbitale avec dépression et leds (éclairage rasant) + aspirateur CTL36 EI AC+ exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| **Ponçage de mur** | Girafe FESTOOL LHS 2 225 EQI Plus orbitale avec dépression et leds (éclairage rasant) + aspirateur CTL36 EI AC+ exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| | Girafe FESTOOL LHS E 225 EQ rotative avec dépression + aspirateur CTL36 EI AC + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| **Application de peinture en plafond** | Rouleau + perche | 1 |
| | Rouleau + perche + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| | GRACO TEXSPRAY MARK V | 1 |
| | GRACO TEXSPRAY MARK V + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| **Application de peinture en mur** | GRACO TEXSPRAY MARK V + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |

Une formation est conduite auprès des trois compagnons pour l'installation, l'utilisation et le réglage de l'exosquelette. Chacun note son réglage de ceinture, de hauteur de montant et d'emplacement du soutien cervical. Tous apprennent à le mettre et à l'enlever, ainsi qu'à refaire les réglages.

© OPPBTP

▲ Chantier 1 – Installation et désinstallation de l'exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

## Les observations

▲ Chantier 1 – Remplissage de la machine de projection

© OPPBTP

| ÉGRENAGE, PROJECTION ET LISSAGE D'ENDUIT EN PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS | |
|---|---|
| | **SANS EXOSQUELETTE** |
| GRATTOIR ET LISSEUSE SUR PERCHE | En fin de journée, les salariés éprouvent des douleurs aux cervicales, aux bras et aux épaules.<br>Le poids du couteau avec manche est peu significatif, mais il est ressenti dans la durée d'autant plus qu'il est majoré par le poids de l'enduit.<br>Les gestes de lissage requièrent des efforts, la texture de l'enduit provoque une certaine résistance.<br>La contrainte est majorée par l'exigence de régularité et de précision du geste, et par la durée.<br>Les modes opératoires varient selon les professionnels : par exemple, sur le changement de position des mains (alternance haut-bas) et les changements de sens.<br>Le lissage des grandes surfaces de plafond est souvent fractionné pour intercaler des temps de repos. |
| | Pour l'enduisage avec rouleau et perche, un professionnel indique : « *Ces phases manuelles ne sont que ponctuelles, notamment en plafond. C'est très dur d'étaler l'enduit avec le poids de la perche et de l'enduit. Il faut rallonger l'enduit à l'eau sinon il ne peut pas être étalé. Lorsque l'enduisage n'était fait qu'à la main, en fin de journée et fin de semaine, la fatigue et les douleurs étaient importantes.* » |

▲ Chantier 1 – Égrenage avec exosquelette

© OPPBTP

▲ Chantier 1 – Enduisage sans exosquelette

▲ Enduisage avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical

▲ Chantier 1 – Lissage sans exosquelette

▲ Lissage avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical



© OPPBTP

| ÉGRENAGE, PROJECTION ET LISSAGE D'ENDUIT EN PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS | |
|---|---|
| | **SANS EXOSQUELETTE** |
| MACHINE DE PROJECTION : POIDS DE 80 KG POUR LA MACHINE SEULE + CUVE + TUYAU | **Machine de projection**<br>Les déplacements de la machine sont complexes dans les étages : il faut être au minimum deux pour la monter dans les escaliers (tous les jours). Sur un même étage, le tuyau permet de projeter sur toute la surface sans déplacement de la machine, positionnée sur le palier d'étage.<br>Sur l'une des journées observées, de l'étage 1 à l'étage 2, les peintres ont préféré ne pas monter la machine mais ont exploité la longueur du tuyau (et passé celui-ci par la cage d'escalier).<br>Selon les compagnons, les buses de la machine sont trop fines. Elles se bouchent régulièrement, ce qui implique une manipulation particulière pour la déboucher. L'enduit tire trop vite et oblige à partitionner la surface et à alterner projection et lissage pour un même plafond.<br>De même, ils évoquent d'autres machines, à buses et tuyaux à plus gros débits, qui fonctionnent mieux pour l'enduit. Elles projettent plus de matière et chargent davantage la surface. L'enduit tire alors moins vite et toute la surface d'un plafond peut être recouverte avant de lisser. La consommation n'est pas plus importante : la première couche est plus chargée et la seconde l'est moins.<br>Le nettoyage quotidien de la cuve avec l'enduit n'est pas nécessaire. Avec le volume, l'enduit ne sèche pas. La cuve pleine est laissée à l'étage en fin de journée.<br>La machine est nettoyée en fin de poste, emmenée le soir et ramenée le matin sur le chantier tous les jours (pour éviter les vols).<br>**Tâche de projection**<br>Le travail est plus rapide qu'au rouleau avec perche, car un plafond est réalisé en continu sans pause.<br>La projection au plafond sans rallonge sur pistolet demande des efforts pour maintenir le bras levé.<br>Avec rallonge (plafonds hauts), la difficulté augmente. Dans la durée, le poids supplémentaire de la rallonge se ressent.<br>L'intervenant 3 ressent des douleurs à l'épaule et des difficultés à garder le bras en l'air après projection en continu de la moitié de la surface d'un séjour ; on observe le bras qui tient le pistolet s'abaisser au fur et à mesure : « *ça tire sur l'épaule.* »<br>L'application par projection est nettement moins contraignante qu'à la main (rouleau + perche). Elle est aussi beaucoup plus rapide et permet de gagner en productivité. |

## Ressentis propres à l'exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical intégré amovible

### • Réglage et personnalisation

Le poids de l'exosquelette n'est pas significatif pour les salariés testeurs. Le premier réglage est plus long et nécessite l'intervention d'une tierce personne car il doit être adapté à l'utilisateur. D'un commun accord, les trois compagnons estiment qu'il doit être personnalisé. « *On ne va pas le prêter à chaque fois ; il faut garder les réglages.* » Sur les usages suivants, s'équiper est très rapide (moins de 1 minute).

Le réglage de l'assistance est positionné entre 1 et 1,5 (sur une échelle de 1 à 5) selon les peintres.

Un temps d'appropriation est nécessaire : « *il faut s'habituer lorsqu'on lève les bras, au moment où l'assistance se déclenche* » (léger ressaut). « *Au début, ça va trop vite.* »

### • Utilisation

Aucune gêne, ni difficulté n'est ressentie dans les mouvements, même en baissant les bras pour nettoyer, racler la lisseuse sur le seau (geste régulier). Cette absence de gêne serait à vérifier dans un environnement plus contraint, notamment lors de l'utilisation d'un échafaudage.

© OPPBTP

L'appui destiné aux cervicales (en option sur l'exosquelette testé) permet un soutien de l'arrière de la tête lors de l'extension (regard au plafond), mais nécessite un réglage fin pour que son effet soit positif et durable. Ce soutien complémentaire est prévu pour être dynamique (matériau élastique) mais l'est beaucoup moins qu'un exosquelette conçu spécifiquement pour le soutien cervical.

L'exosquelette doit être protégé lors des phases de pulvérisation d'enduit. Une combinaison jetable, taillée XXL, ou un gilet sans manche sont essayés par les intervenants. L'enfilage de la combinaison requiert d'être deux. Aucun dispositif de protection adapté n'existe pour éviter d'endommager l'exosquelette. En projection d'enduit, compte tenu de la viscosité du produit, la nébulisation est cependant nettement moins importante que pour la projection de peinture, et les besoins de protection de l'exosquelette sont moins importants. On peut imaginer un dispositif de protection différent pour la projection d'enduit (de type cape pour protéger contre les retombées de gouttelettes par gravité) et la projection de peinture (combinaison intégrale).

« *Il est impossible de manutentionner les sacs d'enduit prêt à l'emploi de 25 kg sur l'épaule avec l'exosquelette.* » (du fait des armatures de l'exosquelette dépassant du relief de l'épaule). Les deux peintres réalisant l'approvisionnement de sacs d'enduit et le chargement de la machine, se sont déséquipés avant la manutention. En fin de journée, ils ont gardé l'exosquelette sur une partie du temps de rangement (mais sans charge à porter à l'épaule).

| ÉGRENAGE, PROJECTION ET LISSAGE D'ENDUIT EN PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS |
|---|
| **AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ** |
| Le geste professionnel et sa précision sont inchangés et la qualité du travail est identique avec et sans exosquelette. Le travail est plus rapide avec exosquelette, car un plafond est réalisé en continu **sans effectuer de pause**. Sans exosquelette, le plafond est réalisé en deux temps avec une pause intercalée. Pour ce type de tâches, des pauses intermittentes sont, en effet, nécessaires pour soulager les bras et les épaules.<br>L'exosquelette facilite le maintien en l'air et à la même hauteur du bras qui projette (constat à confirmer dans la durée).<br>Il est ressenti comme allégeant le poids des outils et équipements (couteau à enduire, grattoir, perche, pistolet et tuyau de projection).<br>Il soulage l'utilisateur au niveau des bras et des épaules et le travail est plus rapide. Son effet est significatif au bout d'une journée. « *Ça aide pour projeter et pour tirer aussi.* »<br>Avec la combinaison jetable portée pour protéger l'exosquelette, certains mouvements sont gênés, comme se baisser pour prendre un seau.<br>L'intervenant 1 indique être obligé de prendre davantage de recul pour regarder le plafond car le maintien de la nuque (soutien cervical, insuffisamment dynamique et pas forcément bien réglé à ce moment-là) bloque le regard plus bas que sans soutien (extension des cervicales plus importante). Il ne ressent pas de douleur en fin de journée contrairement au travail sans exosquelette.<br>Intervenant 3 : « *L'exosquelette permet de se concentrer sur la tâche sans avoir la douleur à gérer.* » Il faudrait cependant confirmer, avec une utilisation prolongée, que la douleur au niveau des épaules, présente lorsque cette tâche est réalisée sans exosquelette, est effectivement supprimée. |
| **Test en application manuelle d'enduit sur mur :** l'exosquelette n'est pertinent que pour les gestes amenant la main au-dessus de l'épaule. Il est nécessaire de s'habituer au léger ressaut qu'il faut contrôler quand l'assistance se met en route. Avant d'en avoir fait l'expérience sur cette tâche, les peintres supposent ainsi que les travaux de rechampi et la réalisation de décoration peuvent être plus délicats à effectuer (pour eux, ce serait à vérifier sur un cas réel de chantier). |



© OPPBTP

▲ Chantier 1 – Enduit manuel en mur, avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical

▲ Réparation ponctuelle d'enduit avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical

## PONÇAGE D'ENDUIT EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS

### PONCEUSES DE TYPE GIRAFE, ROTATIVE ET ORBITALE, AVEC DÉPRESSION

#### SANS EXOSQUELETTE

**Ponceuses de type girafe**

La ponceuse de type girafe pèse environ 8 kg (modèle à tête rotative, sans éclairage) ou 11 kg (modèle à tête orbitale, à couronne de leds). La vitesse de rotation est réglable comme l'aspiration (corrélée à la dépression).

La ponceuse orbitale est un peu moins rapide que la rotative et moins abrasive. Son utilisation provoque moins de risques de créer un défaut ; elle est donc plus adaptée pour les finitions ou les plafonds sur lesquels les défauts sont très visibles : « *Les leds aident bien parce qu'on peut laisser passer des choses avec l'orbitale. Sur la rotative, c'est moins indispensable parce qu'on ponce plus fort donc une seule passe suffit et on va plus vite.* » « *Sur les gros chantiers, on ne prend pas l'orbitale à leds pour aller plus vite.* »

**Tâche de ponçage**

Les professionnels tiennent la ponceuse avec une main située en haut sur le manche et l'autre en bas sur la poignée. Pour deux d'entre eux, c'est d'abord la main dominante qui se positionne en hauteur pour guider la ponceuse, l'autre la soutient. **Ils alternent et changent de main**, pour les tâches au plafond, afin de soulager le bras qui dirige.

L'intervenant 3 déplace la tête de ponçage horizontalement (de gauche à droite) lorsque le ponçage est en hauteur (plus de 1,5 m) et verticalement pour le bas des murs.

L'intervenant 1 indique que, pour les hauteurs moyennes (1,5 m ou moins), il préfère s'accroupir pour poncer les murs afin **de se placer en dessous de sa tâche** plutôt que de se pencher en avant. Il travaille alors comme au plafond, **avec les bras en hauteur**.

La dépression, créée sous la tête de ponçage, suffirait presque à maintenir la tête de la ponceuse collée au mur, mais l'aspiration est fréquemment interrompue, un bref instant, à chaque décolmatage obligeant alors le professionnel à reprendre le poids de la girafe.

La ponceuse de type girafe à dépression est perçue par les compagnons comme facilitante, par rapport à la ponceuse de type girafe sans dépression. Le **travail est plus rapide** car nécessite **moins de pause** qu'avec une girafe sans dépression.

Dans le cas présent, la dépression de la ponceuse rotative est moins efficace s'agissant d'un matériel moins récent qui présente des fuites d'air aux raccords et sur le tuyau.

Néanmoins, les salariés réalisent le ponçage par petites séquences, entre lesquelles ils reposent leur bras levé : « *À la longue, ça tire sur tout le muscle derrière l'épaule* ».

Pour les murs, le poids de la ponceuse n'est pas ressenti lorsque la tête est déplacée de haut en bas (du fait de la gravité), mais il l'est à chaque fois qu'elle doit être remontée.

© OPPBTP

▲ Chantier 1 – Ponçage plafond avec ponceuse de type girafe à dépression, sans exosquelette

▲ Ponçage plafond avec ponceuse de type girafe à dépression et leds, sans exosquelette

**PONÇAGE D'ENDUIT EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS**

**PONCEUSES DE TYPE GIRAFE, ROTATIVE ET ORBITALE, AVEC DÉPRESSION**

**AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ**

L'intervenant 3 mentionne en comparatif : « *On voit bien la différence. Au bout de 2 à 3 minutes de ponçage sans exosquelette, on sent qu'il faut s'arrêter. On voit d'ailleurs mieux la différence quand on enlève l'exosquelette et que l'on ponce sans, après avoir poncé avec.* »
L'exosquelette n'a pas d'impact sur la qualité du travail et ne gêne pas pendant la réalisation du ponçage.
Des essais sont réalisés en augmentant l'intensité de l'assistance (de 1,5 à 2/5). « *On sent moins le poids de l'outil et ça ne tire pas au même endroit.* » Les effets ressentis sur tout le muscle derrière l'épaule sont diminués et déportés plutôt devant l'épaule.
Pour les murs, l'exosquelette permet d'alléger le poids de la ponceuse lorsqu'elle est remontée. L'exosquelette accompagne bien le geste et ne gêne pas en redescendant la ponceuse.
L'intervenant 1 indique, après une séquence de ponçage : « *Si je n'avais pas eu l'exosquelette, j'aurais changé de mains plusieurs fois.* »



© OPPBTP

▲ Chantier 1 – Ponçage plafond et mur avec ponceuse de type girafe à dépression et exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

**PROJECTION DE PEINTURE EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS**

**MACHINE DE PROJECTION DE TYPE AIRLESS**

**SANS EXOSQUELETTE**

**Machine de projection – Buses –** Les buses présentes sur le chantier sont soit bouchées soit non adaptées à la projection de peinture. Une buse à jet plus large que prévu est donc utilisée. Elle projette beaucoup plus de matière qu'une buse fine, le nuage de peinture est significatif et le peintre est aspergé en peignant le plafond, même en essayant de tenir la buse au plus près du plafond.
**Réalisation de la projection –** L'intervenant 3 n'aime pas la projection de peinture à l'airless. Il estime que le travail n'est « *pas qualitatif et ne représente pas le métier de peintre* ». Néanmoins, il reconnaît qu'il permet de réaliser les travaux plus rapidement qu'au rouleau sur perche. À la longue, des douleurs au poignet sont ressenties du côté de la main qui tient le pistolet, serre la gâchette et oriente le jet.

▲ Chantier 1 – Projection de peinture en plafond et mur, sans exosquelette

© OPPBTP

## PROJECTION DE PEINTURE EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS

MACHINE DE PROJECTION DE TYPE AIRLESS

### AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ

Pour l'application au plafond, l'exosquelette permet de garder le bras plus haut, plus proche du plafond, plus longtemps et donc de limiter les projections : « *tenir aussi longtemps le bras autant en l'air, je n'y arriverais pas sans l'exosquelette* ». Pour l'application en mur, l'exosquelette n'est pas gênant « *contrairement à ce que je pensais* ». Il accompagne bien le geste et aide bien à la remontée du bras, même si le bénéfice est moins sensible qu'au plafond.
Il permet de réaliser le travail plus rapidement et aussi précisément que sans.
La différence entre la projection avec et sans exosquelette, en matière, de soulagement au niveau des bras et des épaules, est sensible mais il faudrait le vérifier sur une durée plus longue d'utilisation. « *Le pistolet n'est pas très lourd mais rien que le fait d'avoir à tenir le bras en l'air, ça fatigue.* » « *À la fin du plafond, je commence à le sentir, alors sur un grand plafond… Et là, j'ai porté l'exosquelette ce matin donc je ne suis pas très fatigué.* »
L'exosquelette est ressenti comme moins « indispensable » pour les murs.
Les douleurs au poignet sont toujours présentes, comme pour le travail sans exosquelette, et liées à la manipulation du pistolet.
L'exosquelette devient gênant pour ramasser quelque chose au sol, en raison du port de la combinaison jetable par-dessus.

▲ Chantier 1 – Projection de peinture en plafond et mur, avec exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

## APPLICATION MANUELLE DE PEINTURE EN MUR ET PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS

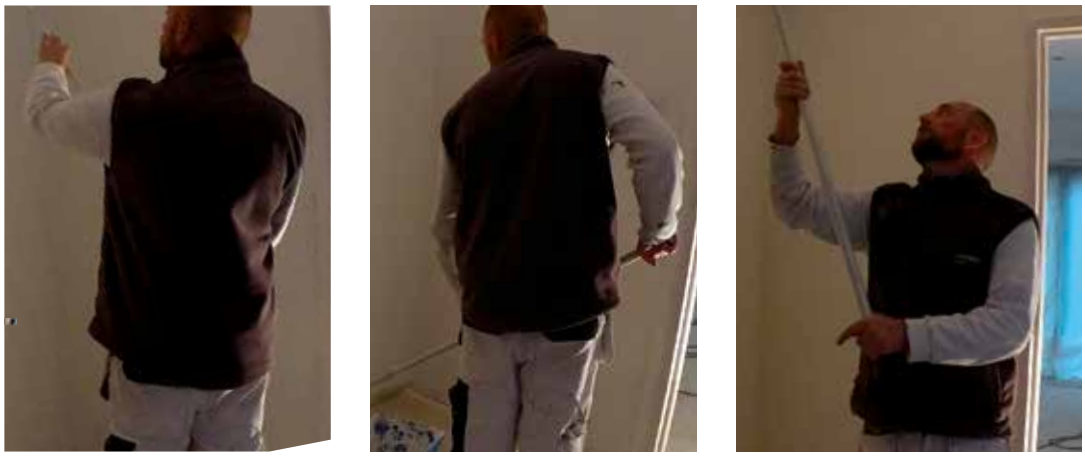
ROULEAU AVEC PERCHE

### SANS EXOSQUELETTE

La perche permet de travailler depuis le sol et de limiter l'utilisation de l'escabeau. Différentes longueurs sont à disposition jusqu'à 5 m. Cela permet notamment de réaliser la peinture dans les cages d'escalier.
La perche est utilisée systématiquement pour des hauteurs de plus de 2 m. Il n'y a que dans les petites pièces sans recul suffisant qu'elle ne peut pas être utilisée.



© OPPBTP



▲ Chantier 1 – Application de peinture au rouleau + perche, en plafond et mur, sans exosquelette

| APPLICATION MANUELLE DE PEINTURE EN MUR ET PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS | |
|---|---|
| | **AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ** |
| ROULEAU AVEC PERCHE | L'apport de l'exosquelette se ressent plus pour l'application en plafond qu'en mur, principalement en raison de l'amplitude d'élévation du bras le plus proche du rouleau plus sollicitante pour le plafond. « On ressent moins le poids de la perche et du rouleau. Le bras en l'air est calé en hauteur et on a juste à faire des mouvements d'allers et retours sur la surface. » Le soutien cervical permet un appui qui soulage.<br>Le maintien de la posture des bras en élévation est fréquemment interrompu pour le rechargement du rouleau. Cette posture est effective pour de courtes durées répétées dans le temps.<br>« Pour les murs, l'exosquelette n'a pas d'intérêt car les bras sont très peu en l'air. »<br>Pour les grandes surfaces de plafond qui ne peuvent être faites en projection, par exemple en rénovation, l'exosquelette apporterait une aide réelle.<br>L'exosquelette apporte une légère limitation d'aisance lorsque les bras sont baissés, notamment pour aller recharger le rouleau en peinture, mais pas de réelle gêne. Ce geste est réalisé sans modification de la position des mains sur la perche. |

▲ Chantier 1 – Application de peinture au rouleau + perche, en plafond et mur, avec exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

© OPPBTP

## 2.3. Chantier 2 – Logements collectifs

Le chantier se déroule dans un ensemble d'immeubles de logements collectifs en construction. L'entreprise est en coactivité avec d'autres corps d'état.

▲ Chantier 2 – Vue générale

Les observations sont réalisées sur quatre jours et concernent :

■ **Les personnes** suivantes : deux équipes de deux personnes.

| | ÂGE | POSTE | EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE EN PEINTURE |
|---|---|---|---|
| INTERVENANTE 1 | 39 ans | Peintre | 7 ans |
| INTERVENANT 2 | 26 ans | Peintre | 8 ans |
| INTERVENANT 3 | 23 ans | Peintre | 2 ans |
| INTERVENANT 4 | 21 ans | Peintre | 3 à 4 ans |

■ **Les tâches** suivantes :

- l'application d'enduit en mur et plafond ;
- le ponçage en mur et en plafond ;
- l'application de peinture en mur et plafond.



© OPPBTP

■ **Les combinaisons suivantes d'outils manuels, d'équipements d'assistance et de situations de travail :**

| SITUATION DE TRAVAIL | ÉQUIPEMENTS D'ASSISTANCE PHYSIQUE UTILISÉS | NOMBRE D'INTERVENANTS OBSERVÉS |
|---|---|---|
| **Application d'enduit en plafond** | Couteau à enduire + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| **Application d'enduit en mur** | Couteau à enduire + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| **Ponçage en plafond** | Sans (ponçage manuel) | 2 |
| | Girafe FLEX GE5+TB-L sans dépression + aspirateur VCE 33L MC | 1 |
| | Girafe MIRKA LEROS 950 sans dépression + aspirateur Mirka DE1230 L PC | 1 |
| | Girafe MIRKA LEROS 950 sans dépression + aspirateur MIRKA DE1230 L PC + exosquelette HILTI EXO-S | 1 |
| | Girafe MIRKA LEROS 950 sans dépression + aspirateur MIRKA DE1230 L PC + exosquelette HMT MOON | 1 |
| **Ponçage de mur** | Girafe FLEX GE5+TB-L sans dépression + aspirateur VCE 33L MC | 1 |
| | Girafe MIRKA LEROS 950 sans dépression + aspirateur MIRKA DE1230 L PC + exosquelette HILTI EXO-S | 1 |
| | Girafe MIRKA LEROS 950 sans dépression + aspirateur MIRKA DE1230 L PC + exosquelette HMT MOON | 1 |
| **Application de peinture en plafond** | Brosse | 1 |
| | GRACO Ultramax II 795 | 1 |
| **Application de peinture en mur** | Brosse + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| | Rouleau + perche + exosquelette HILTI EXO-S avec soutien cervical | 1 |
| | GRACO Ultramax II 795 | |

Comme pour le chantier 1, une formation au port, au réglage et à l'utilisation de l'exosquelette est conduite auprès des compagnons volontaires avant la période de mise à disposition, en amont des observations.

© OPPBTP

## Les observations

**PONÇAGE D'ENDUIT EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS**

**PONCEUSES DE TYPE GIRAFE SANS DÉPRESSION**

**SANS EXOSQUELETTE**

**Ponceuses de type girafe –** La ponceuse (a) pèse 3,5 kg (a) et son moteur est dans la tête. La ponceuse (b) pèse 3,9 kg (b) et son moteur est dans le manche (b).
La ponceuse (a) est plus facile à régler, plus souple d'utilisation dans les petits espaces (mobilité de la tête à 180°) et possède un indicateur de puissance sur le manche. La tête, sans brosse périphérique, ne permet pas d'être posée sur le mur, moteur tournant. La rotation est orbitale avec une légère excentricité facilitant le traitement des angles. Elle est équipée d'un manche qui peut se rallonger. Cependant, avec la rallonge, les deux mains sont éloignées des commandes, ce qui rend l'utilisation plus complexe.
La ponceuse (b) possède des brosses en périphérie de la tête de ponçage qui :

- limitent l'émission de poussières, mais réduisent les possibilités de traitement des angles ;
- autorisent le démarrage de la tête avant son placage au mur.

**L'intervenante 1** a eu une formation à l'utilisation de la ponceuse de type girafe (a) et considère que cette phase de prise en main accompagnée était nécessaire. Elle estime que ses conditions de travail sont améliorées en réalisant le ponçage avec la ponceuse (a). Elle est seule à l'utiliser et à en faire l'entretien régulier. Elle n'est pas certaine de pouvoir tenir une journée entière avec la ponceuse(b), du fait de son poids et de sa tête moins maniable. **L'intervenant 2 préfère la ponceuse (b)** : « *Ce n'est pas la plus légère mais ça va.* » Les brosses autour du disque facilitent le travail et le déplacement ; elle est plus agréable à utiliser et endommage moins le mur en cas de dérapage. Les deux ponceuses sont, selon lui, de maniabilité équivalente.
L'utilisation de la girafe, quelle que soit la marque, nécessite un temps de prise en main et une formation/explication des spécificités par le fabricant.
Le nettoyage est réalisé toutes les semaines et prend 5 à 10 minutes.
Pour la ponceuse (a), il est nécessaire de faire davantage attention à la tête qui comporte le moteur.
**Tâche de ponçage – Ponceuse (a) / intervenante 1 :**
Elle ne ressent pas de fatigue particulière lors de la réalisation du ponçage, mais a des douleurs au niveau des cervicales. Elle décrit une sensation de fourmillement dans les mains survenant parfois en fin de journée. Dans l'usage, elle inverse le positionnement de ses mains très régulièrement pour soulager le bras en hauteur.
Elle **alterne murs et plafonds**, plutôt que de réaliser tous les plafonds puis tous les murs. Ceci pour soulager ses cervicales quand elle réalise un mur. « *Pour les plafonds, c'est la nuque qui force le plus et les trapèzes.* »
Pour le ponçage en plafond, elle utilise une rallonge plus grande et tient la ponceuse « en porte-drapeau » le long du corps : soutien d'une main par en-dessous et direction de l'autre.
**Ponceuse (b) / intervenant 2 :**
Il tient la ponceuse préférentiellement avec la main droite sur le manche et la gauche sur la poignée (souvent à l'extrémité), mais inverse fréquemment les mains « *parce que ça fatigue* ». Les changements de mains sont également nécessaires pour orienter la ponceuse, dans les angles, par exemple.
Pour les murs, il déplace la ponceuse verticalement et toute la surface est poncée ; au plafond, le ponçage est réalisé uniquement là où c'est nécessaire (2e passe). « *Le plafond, c'est plus difficile que les murs parce qu'on reste tout le temps les deux bras levés, en regardant vers le haut.* » (extension des cervicales).
La girafe diminue les contraintes physiques par rapport au ponçage manuel mais « *c'est quand même du sport ! C'est tout le corps qui travaille. Si c'est une demi-journée, ça va, quand c'est la journée entière, c'est dur.* » « *La tâche la plus fatigante pour le peintre, c'est le ponçage.* »



© OPPBTP

▲ Chantier 2 – Ponçage mur et plafond sans exosquelette (ponceuse b)

## Ressenti propre à l'exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical intégré amovible

**L'intervenant 2** essaye le ponçage avec exosquelette mais abandonne rapidement. Il ne souhaite plus expérimenter l'exosquelette.

### Intervenante 1

Le premier réglage est à faire à deux.

Une gêne est ressentie :

- dès le début de l'activité, devant la clavicule gauche (limite douloureuse), causée par la bretelle/sangle de l'exosquelette ; c'est bien l'appui qui est gênant et non le frottement. Après quelques heures, cette gêne d'appui apparaît sur le côté droit ;
- à la ceinture pour les parties basses des murs, car l'Intervenante ressent l'exosquelette comme l'obligeant à avoir le tronc/dos droit (tâches de précision/rechampi) ;
- pour le soutien cervical intégré, proposé en option : la forme du repose-tête est telle qu'on ne peut pas appuyer sa tête en regardant en haut et sur le côté (l'arrière de la tête vers l'épaule, la moitié de l'appui postérieur est dans le vide) ;
- au niveau du brassard, sur le bras qui est le plus en mouvement (celui qui guide la ponceuse) : les mouvements du bras provoquent un va-et-vient du brassard (qui se déplace du coude aux deux tiers supérieurs du bras) ;
- pour les travaux en hauteur sur escabeau.

On notera ici qu'une partie de la gêne exprimée par l'Intervenante (frottements sur les bras, la ceinture) peut trouver son origine dans l'adéquation imparfaite de la taille de l'exosquelette, utilisé pour les tests, avec sa morphologie.

En fin de journée, l'Intervenante 1 a préféré enlever l'exosquelette pour ranger le matériel.

© OPPBTP

## PONÇAGE D'ENDUIT EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS

**PONCEUSES DE TYPE GIRAFE SANS DÉPRESSION**

### AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ

**Exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical**
Pour les plafonds, le confort au niveau de la nuque, engendré par le soutien cervical, est fortement ressenti et apprécié dès le début.
L'aide de l'exosquelette est significative pour le ponçage en plafond. Il permet de **changer moins souvent de main**. Certes, cela permet de gagner du temps mais cela **réduit l'alternance** de mouvements (entre les deux bras) **et supprime les micro-pauses**, autant de **facteurs protecteurs** contre les TMS. Pour le ponçage des murs, la tête est moins relevée, l'apport de l'exosquelette est ressenti moins significatif que pour les plafonds, y compris par rapport à la contrainte de poids de la girafe, mais l'appui-tête est agréable.

### EXOSQUELETTE DE SOUTIEN CERVICAL DYNAMIQUE – ESSAI EN MUR ET PLAFOND

Le travail est facilité et l'apport du soutien cervical ressenti comme davantage nécessaire que le soutien des bras en hauteur (même associé à un soutien cervical inclus). Le seul soutien cervical dynamique diminue significativement les contraintes de cette tâche de ponçage.

▲ Chantier 2 – Ponçage avec girafe (ponceuse a) et exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical inclus

Chantier 2 – Ponçage avec girafe et exosquelette de soutien cervical dynamique ▶

© OPPBTP

**PROJECTION DE PEINTURE EN PLAFOND ET MUR – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS**

**MACHINE DE PROJECTION DE TYPE AIRLESS**

**SANS EXOSQUELETTE**

**Machine de projection –** La machine est facile d'utilisation, avec réglage de la pression nécessaire. Son acheminement dans les étages **nécessite d'être au moins deux** en raison du poids. Les roulettes permettent de déplacer la machine dans les circulations. Mais les obstacles de type câbles au sol sont gênants ou empêchent le roulage. En utilisation, il faut également être deux pour déplacer en même temps le fût de peinture dans lequel plonge le tuyau d'alimentation. La longueur du tuyau permet la projection dans l'ensemble d'un logement sans déplacement de la machine. Celle-ci n'est déplacée qu'au changement de logement, si besoin.

**Entretien/nettoyage :** Pendant les pauses de la journée et s'il ne fait pas trop chaud, la machine peut être laissée en pression sans nécessité de la nettoyer. Son rinçage est fait à l'eau en fin de journée ou de poste, selon la température ambiante.

**Tâche de projection –** L'apport de la projection, par rapport à l'application au rouleau avec une perche, est important en termes d'allègement des contraintes physiques sur les bras et les épaules. « *La projection sur une demi-journée, ça va. Sur la journée complète, on ressent de la fatigue. Mais l'application au rouleau avec perche est quand même plus physique. C'est également beaucoup plus long.* »

Le mode d'application, par projection ou au rouleau + perche, ne change pas les gestes réalisés.

**Pour la projection au mur :**

- Le pistolet est alternativement tenu de la main gauche ou de la main droite, afin de soulager les bras et les épaules.
- Les yeux suivent le pistolet avec mouvements de la tête du bas vers le haut et du haut vers le bas en permanence.
- Une torsion du poignet, pour la main qui tient le pistolet, est constatée lors de la projection en mur (verticale), pour palier, d'après l'intervenant 2, à l'impossibilité de tourner la buse du pistolet (paume tournée vers le haut ou vers le bas).
- Des mouvements de va-et-vient du bas vers le haut et du haut vers le bas sont réalisés ; la projection horizontale est ponctuelle.

**Pour la projection en plafond :**

- La main droite est utilisée en permanence.
- Les yeux suivent le pistolet avec des mouvements de la tête de gauche à droite et de droite à gauche, tête relevée pour visualiser la zone de projection (extension des cervicales).
- La main qui tient le pistolet est bien dans l'axe du bras sans torsion du poignet.
- Des mouvements de va-et-vient du bras de droite à gauche et de gauche à droite, pour projection sur la largeur de l'envergure des bras, sont réalisés.

En fin de journée, la main qui serre le pistolet est fatiguée, même si la pression pour le maintenir en fonctionnement n'est pas importante.

La main qui ne tient pas le pistolet, tient le tuyau d'alimentation. Celui-ci est gênant au niveau des pieds (longueur, rigidité due à la peinture qui s'accumule dessus) ; il nécessite également de l'enjamber à chaque changement de main.

Il a tendance à se tordre au fur et à mesure des déplacements et à s'enrouler, nécessitant régulièrement de le « démêler ». Un deuxième peintre vient régulièrement tirer ou dégager le tuyau.

© OPPBTP

▲ Chantier 2 – Projection de peinture sans exosquelette

| PONÇAGE MANUEL ET APPLICATION MANUELLE DE PEINTURE EN MUR ET PLAFOND – OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS | |
|---|---|
| | **SANS EXOSQUELETTE** |
| PAPIER DE VERRE ET BROSSE | **Ponçage – Réalisation de finitions –** En hauteur, un escabeau, de type échelle parisienne, est utilisé pour un des deux intervenants. Des projecteurs filaires sur pieds permettent le traitement des points singuliers.<br>Le ponçage à la main génère beaucoup de poussières et nécessite le port du masque. Certains angles nécessitent plus de travail. Le ponçage est circulaire ou linéaire.<br>Il implique :<br>• des gestes répétés,<br>• les bras en l'air, des postures courbées, la tête inclinée, le dos en torsion… dans les parties hautes.<br>**Intervenant 4 :** Des douleurs sont ressenties, importantes au niveau des deux épaules, plus modérées dans le cou et parfois dans le bas du corps, à force de monter et descendre de l'escabeau ou de travailler accroupi. *« Je sens la fatigue plus dans les cervicales, les épaules, les mains et les doigts en fin de journée. »*<br>**Intervenant 3 :** *« Le soir, on a mal au dos, un peu à la main (fatigue) mais ça va. »*<br>**Application de peinture – Finitions à la brosse/pinceau :** elles sont effectuées sur une échelle à 2 pans, une jambe de chaque côté, et impliquent les mêmes postures contraignantes que les finitions de ponçage. |

© OPPBTP

| APPLICATIONS MANUELLES D'ENDUIT ET DE PEINTURE EN MUR ET PLAFOND<br>OBSERVATIONS ET RESSENTIS COLLECTÉS | |
|---|---|
| | **AVEC EXOSQUELETTE D'ASSISTANCE AUX TRAVAUX BRAS EN HAUTEUR, AVEC SOUTIEN CERVICAL INTÉGRÉ** |
| COUTEAU À ENDUIRE, BROSSE, ROULEAU AVEC PERCHE | **Finitions d'enduit en hauteur –** Avec l'exosquelette sur l'échelle/l'escabeau, les mouvements sont moins libres et la gestuelle moins fluide. Une **appréhension de la chute** est ressentie. L'exosquelette engendre le besoin de se tenir à l'échelle/l'escabeau pour monter et descendre, et de s'appuyer au mur pendant la réalisation de la tâche. En étant moins à l'aise dans les mouvements, les déplacements de l'échelle/l'escabeau sont plus fréquents que sans exosquelette. Le travail est moins rapide.<br>Les travaux de précision sont plus complexes : sensation de devoir **contrôler son mouvement** pour bien cibler l'endroit ou mettre l'enduit et crainte que le bras parte trop vite vers le haut (ressaut de l'assistance).<br>Les torsions du tronc sont génératrices de déplacements d'éléments de l'exosquelette (par exemple la ceinture) et de gêne. Il en est de même pour les mouvements de grande amplitude dans des pièces exiguës.<br>Le lendemain, l'opératrice 1 rapporte avoir ressenti une douleur lombaire dont elle n'avait pas d'habitude et qu'elle relie volontiers à cette tâche d'enduisage manuel réalisée avec exosquelette.<br>**Finitions de peinture – rechampi à la brosse –** La maîtrise du geste est modifiée ; l'exosquelette gêne la précision du geste. « *On force le bras à redescendre.* » « *Si je ne fais pas attention, j'ai tendance à aller trop loin en fin de mouvement et je plante mon couteau au plafond.* » Il s'agit de contrer la résistance de l'exosquelette.<br>**Application de peinture au rouleau avec perche en mur –** Les bras ne sont pas assez relevés pour ressentir l'assistance de l'exosquelette. La tête est également moins relevée que lors de l'application en plafond. Pour les murs, le gain apporté par l'exosquelette est moins évident, que pour les plafonds, y compris pour les cervicales. |

▲ Chantier 2 – Enduisage manuel avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical

La perception par certains peintres d'une sensation de perturbation de l'équilibre, notamment dans les situations où cet équilibre est sollicité (évolutions sur escabeau, par exemple) est à relier à la **modification du schéma corporel** du fait de l'exosquelette. L'intégration de cet équipement par l'utilisateur dans son schéma nécessitera un temps d'appropriation en jours, variable selon les individus.

© OPPBTP

Application manuelle de peinture au rouleau avec exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

Chantier 2 – Rechampi avec exosquelette d'assistance «bras en hauteur» et soutien cervical

## 2.4. Acceptabilité de l'exosquelette

L'expérimentation de l'exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical, fait l'objet d'un questionnaire particulier « à froid » et d'entretiens avec les utilisateurs. Il s'agit d'évaluer leur ressenti particulier par rapport à cet équipement, avec leur analyse rétrospective, par situation de travail et par tâche qu'ils ont effectuées. Cette étape permet de confirmer ou d'affiner les points forts, les points faibles, les pistes d'amélioration exprimés « à chaud », lors des journées d'expérimentation. Elle vise également à définir les conditions optimales d'installation et d'utilisation à prévoir par l'entreprise, pour s'assurer de l'acceptation pérenne de cet équipement par les équipes opérationnelles.

Les critères appréciés concernent l'utilisabilité, la compatibilité avec les méthodes de travail habituelles (équipements, outils, vêtements de travail), la performance et l'amélioration des conditions de réalisation, l'impact sur la représentation du travail et d'autres ressentis plus subjectifs.

Les tâches évaluées avec l'exosquelette sont plus particulièrement celles réalisées en plafond (ponçage avec ponceuse de type girafe, égrenage, projection d'enduit).

Quatre des compagnons testeurs rencontrés sur les deux chantiers répondent au questionnaire, chaque critère étant évalué sur une échelle de 5 niveaux :

| Pas d'accord | Plutôt pas d'accord | Moyennement d'accord | Plutôt d'accord | Tout à fait d'accord |
|---|---|---|---|---|

**Le détail de leurs réponses figure en annexe 5.**

© OPPBTP

À l'issue des entretiens qui suivent la réponse à ce questionnaire, il ressort globalement :

- **un réel intérêt de l'exosquelette pour toutes les tâches réalisées en plafond**, nécessitant le maintien en permanence des bras levés au-dessus des épaules. Pour les tâches réalisées en mur, l'intérêt est **moindre** ;
- que, parmi les tâches réalisées sur plafond, celle pour laquelle l'exosquelette présente le plus d'avantages, est **le ponçage avec une ponceuse de type girafe**, d'autant plus lorsque celle-ci ne comporte pas de système de dépression ;
- que l'**usage de l'exosquelette** est à privilégier lorsqu'il a vraiment un intérêt par rapport aux tâches réalisées. En fonction des activités courantes des peintres, **son utilisation ne sera donc pas continue sur une journée complète ni sur plusieurs jours consécutifs** (ce qui est cohérent avec la recommandation habituellement faite par les fabricants d'une utilisation non continue) ;
- qu'**un temps d'appropriation est nécessaire**, même s'il n'est pas long, avant de retrouver les gestes habituels, avec la concentration habituelle. Pour les tâches en mur, la poussée liée à l'enclenchement de l'assistance est à apprivoiser. Pour les tâches de précision (rechampi, par exemple), la phase de prise en main semble devoir être plus longue, limitant l'intérêt de l'exosquelette ;
- que **le réglage** de l'exosquelette doit être adapté et surveillé par l'utilisateur lors de l'utilisation pour des bénéfices optimaux ;
- que **la diminution des contraintes physiques** est davantage ressentie pour les muscles des épaules et de la région cervicale (par rapport au dos et aux bras), principalement ciblés par l'assistance, et que, globalement, les efforts à fournir sont ressentis comme moins importants ainsi que la fatigue en fin de journée ;
- que l'exosquelette n'engendre globalement pas de gêne à son utilisation sur les tâches observées s'il est bien réglé et adapté à la morphologie de l'utilisateur. Cependant :
  - Les **vêtements de travail portés en dessous** peuvent occasionner une gêne selon leur épaisseur.
  - Des **vêtements** ou **dispositifs de protection portés au-dessus** peuvent également gêner et sont susceptibles de limiter l'apport de l'exosquelette.
  - Pour **accéder à un échafaudage**, testé ponctuellement, **et y évoluer**, l'exosquelette peut se révéler gênant. Il le sera surtout les premiers temps, avant intégration de l'équipement au schéma corporel, et d'autant plus que l'exosquelette est encombrant. Il serait nécessaire de confirmer que les précautions à prendre, dans une telle configuration, sont compatibles avec la réalité du travail lorsqu'elles sont répétées. Les modèles anthropomorphiques, « proches du corps », sans pièces débordantes, **seront à préférer** pour les travaux sur PIRL, plateforme de travail ou échafaudages.
  - En **position accroupie**, lorsque l'on travaille en bas des murs, les axes du dispositif d'assistance peuvent venir appuyer sur le bas du dos.

© OPPBTP

« *Au début, c'est forcément un peu bizarre, parce que c'est nouveau. À la fin, je ne ressentais même plus que je l'avais sur moi.* »

« *L'exosquelette a été utile, ça aidait énormément dès qu'on levait le bras. Maintenant qu'on ne l'a plus, on sent bien la différence et on le regrette.* »

## 2.5. Analyses quantitatives de l'activité

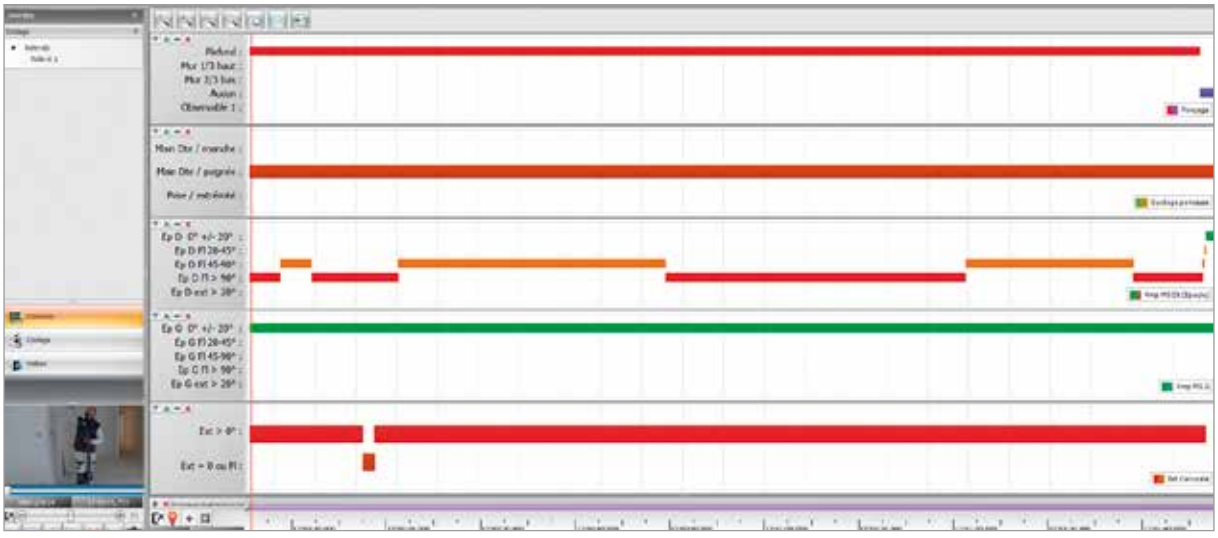
À partir des vidéos réalisées, des analyses quantitatives sont effectuées sur l'activité (outil Captiv'), afin de détecter plus précisément d'éventuelles tendances en matière de changement d'habitudes et de gestes de travail.

Sur les chroniques d'activité illustrées dans les graphiques suivants, sont représentés en parallèle et sur la même échelle de temps : l'endroit du support où le peintre agit (plafond, mur haut ou bas), l'emplacement de ses mains sur la girafe, l'amplitude de flexion de son épaule droite, puis gauche (. 90° signifie le bras au-delà de l'horizontale de l'épaule), et l'extension cervicale (si . 0°, la tête est inclinée en arrière).

### 2.5.1. Chantier 1 – Intervenant 3 – Ponçage au plafond

#### Séquence 1

Une séquence d'une minute et quarante secondes fait l'objet d'un relevé quantitatif des postures et gestes, pendant une phase de ponçage au plafond avec une ponceuse de type girafe avec dépression et leds.



▲ Chantier 1 – Relevé des postures sur une phase de ponçage en plafond avec ponceuse de type girafe à dépression sans exosquelette



© OPPBTP

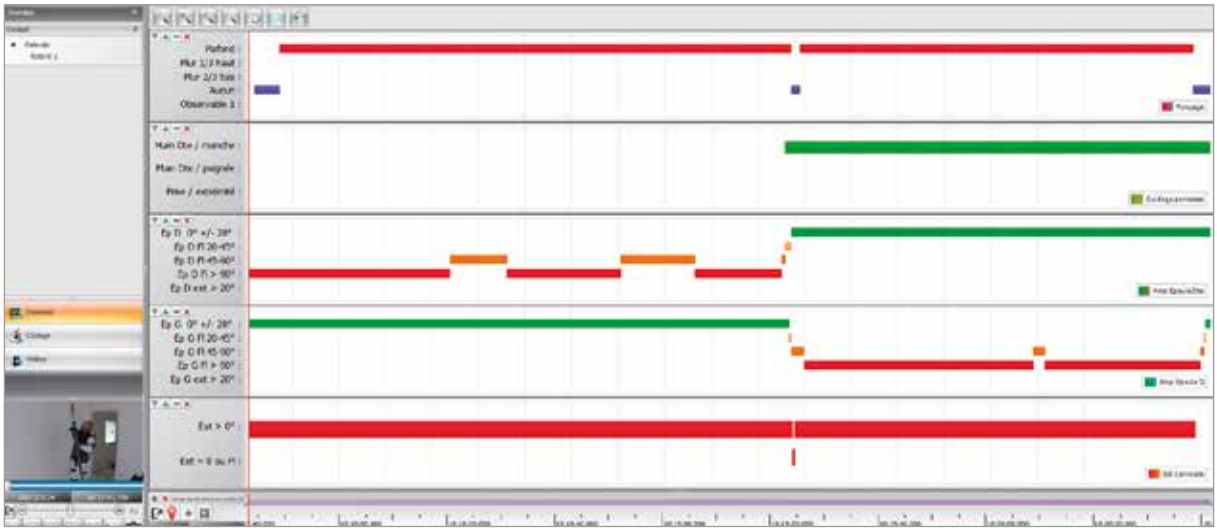
Il ressort que le compagnon n'effectue aucun changement de main (2e ligne) pendant la séquence analysée, sa **main droite** (dominante) sert de guide, positionnée **sur le manche.** L'usage de la ponceuse à dépression **invite moins à changer de main** pour maintenir la ponceuse et guider le mouvement. L'effort à fournir est moins important grâce à la dépression. Cependant, **des contraintes liées à l'amplitude articulaire sollicitée sont constatées tout au long de la séquence, pour l'épaule** de la main qui est sur le manche (3e ligne), **comme pour le rachis cervical** (5e ligne).

- 99 % du temps est passé avec l'épaule droite en amplitude sollicitante, supérieure à 45°, dont 48 % du temps entre 45° et 90°, et 50 % du temps au-delà de 90°.
- 98 % du temps est passé en extension cervicale.

Les deux séquences suivantes, respectivement de trois minutes et deux minutes, font également l'objet d'un relevé quantitatif des postures et gestes pendant une phase de ponçage **au plafond** avec une ponceuse de type girafe à dépression et leds, ainsi que l'exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical.

## Séquence 2 (3 minutes)

Un **changement de main** (2e ligne) est constaté au bout d'une minute et quarante secondes, la main droite (dominante) qui était sur le manche passant sur la poignée à l'extrémité basse de la girafe. À partir de là, l'épaule droite se retrouve en amplitude neutre (3e ligne) et les contraintes sont reportées sur l'épaule gauche (4e ligne). Les cervicales (5e ligne) sont en extension en permanence.



▲ Chantier 1 – Relevé des postures sur une phase de ponçage en plafond, avec ponceuse de type girafe à dépression et exosquelette

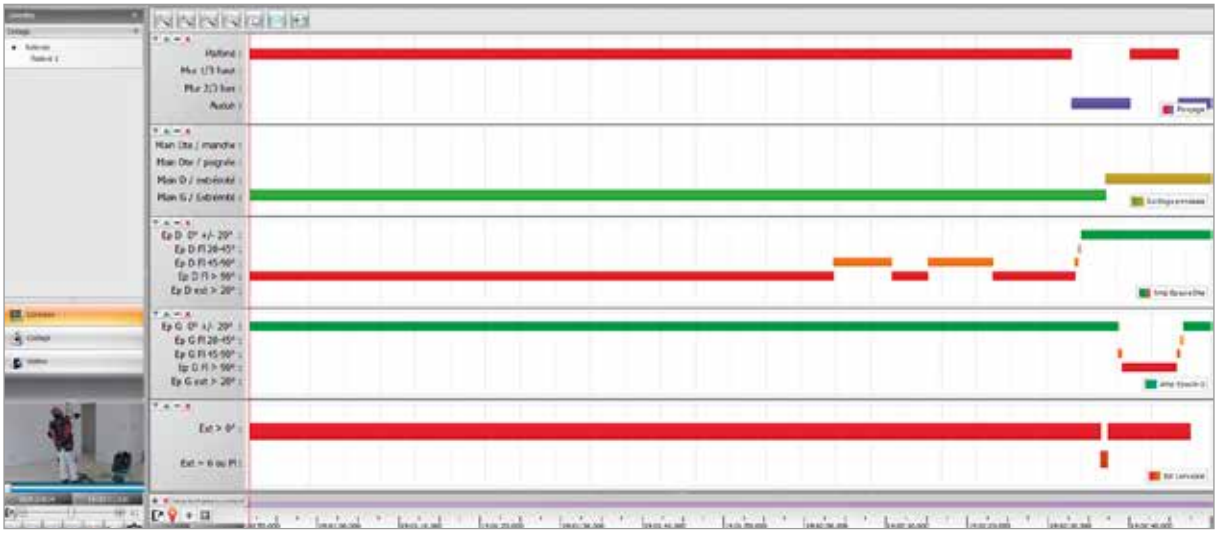
© OPPBTP

### Séquence 3 (2 minutes)

Dans 90 % de la séquence, la main droite (2e ligne) est sur le manche et la main gauche est positionnée à l'extrémité basse de la girafe, dans une prise « en drapeau ».

Pour 86 % du temps de la séquence, l'épaule droite (3e ligne) se trouve en amplitude sollicitante supérieure à 45° (13 % de 45 à 90°, 73 % > 90°). L'épaule gauche (4e ligne) est dans une amplitude neutre, bras proche du corps, pour 93 % du temps de la séquence.

La région cervicale (5e ligne) est en extension dans 97 % du temps de la séquence.



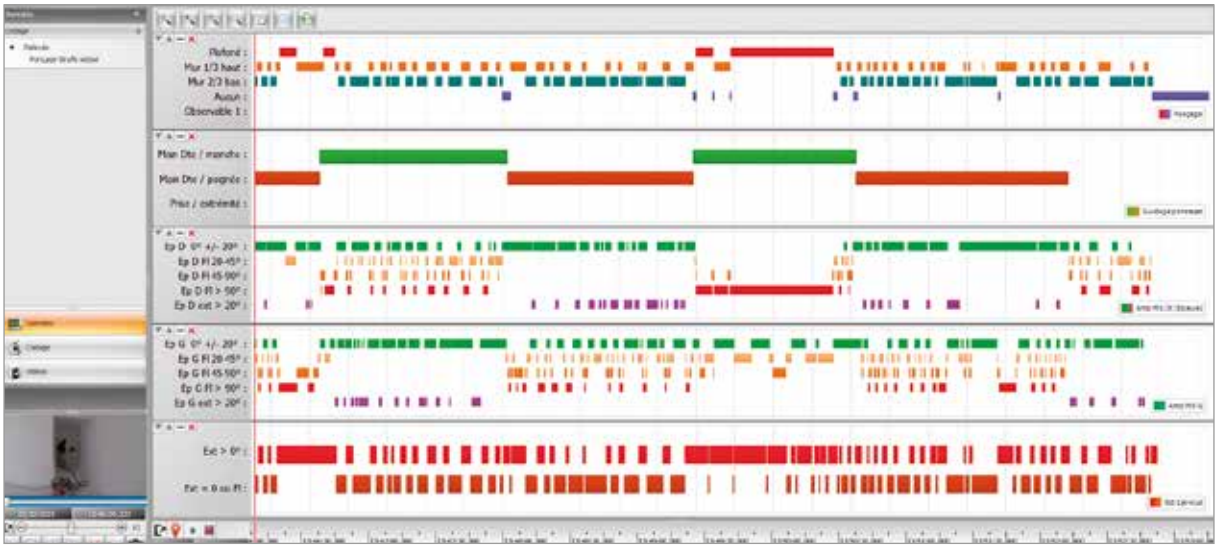
▲ Chantier 1 – Relevé des postures sur une phase de ponçage en plafond, avec ponceuse de type girafe à dépression et exosquelette

Sans être quantifiable, une légère **extension lombaire** (cambrure) est constatée, posture également sollicitante même dans de faibles amplitudes. L'appui cervical de l'exosquelette limitant l'extension cervicale, pourrait nécessiter au rachis lombaire de **compenser** et se placer en extension pour faciliter le regard à la verticale.

## 2.5.2. Chantier 2 – Intervenant 2 – Ponçage au plafond

Une séquence de sept minutes fait l'objet d'un relevé quantitatif des postures et gestes pendant une phase de ponçage de finition en mur et plafond, avec une ponceuse de type girafe sans dépression, sans exosquelette.

© OPPBTP



▲ Chantier 2 – Relevé des postures sur une phase de ponçage en mur et plafond, avec ponceuse de type girafe sans dépression, sans exosquelette

**46 % du temps consacré au ponçage, concerne le plafond** (15 %) **et le tiers supérieur des murs** (31 %). Sur la séquence, l'intervenant change quatre fois de main entre celle tenant le manche et celle tenant la poignée, sur des temps de travail quasiment équivalents pour chaque combinaison (main droite dominante à 52 % du temps sur le manche et 48 % sur la poignée). Les amplitudes articulaires (flexion-extension épaules) relevées sont synthétisées dans le tableau suivant.

| | ÉPAULE DROITE | ÉPAULE GAUCHE |
|---|---|---|
| FLEXION SUPÉRIEURE À 45° | 26 % du temps | 23 % du temps |
| FLEXION COMPRISE ENTRE 45° ET 90° | 5 % du temps | 11 % du temps |
| FLEXION SUPÉRIEURE À 90° | 21 % du temps | 11 % du temps |
| EXTENSION SUPÉRIEURE À 20° | 10 % du temps | 6 % du temps |
| CERVICALES | | |
| EXTENSION | 48 % du temps | |

L'épaule droite reste jusqu'à **46 secondes continues dans une amplitude supérieure à 90°** (flexion) et le rachis cervical, jusqu'à 26 secondes continues en extension.

Lorsque le peintre **ponce au plafond ou sur le tiers supérieur du mur**, il sollicite majoritairement son épaule droite et moins la gauche.

© OPPBTP

**L'extension de l'épaule** (bras vers l'arrière) est davantage sollicitée lorsque le professionnel ponce les deux tiers inférieurs des murs, et uniquement l'épaule du côté qui tient la poignée.

**L'extension cervicale** est naturellement davantage sollicitée lors du ponçage du plafond ou du tiers supérieur des murs, que pour les deux tiers inférieurs des murs. Lorsque la **main droite est sur le manche**, l'épaule droite est souvent dans une amplitude supérieure à 45° et l'épaule gauche est en position neutre.

De même lorsque la **main droite est sur la poignée**, l'épaule droite est en position neutre la majorité du temps et l'épaule gauche est en position supérieure à 45°.

**Toutes les postures évoquées ici (flexion > 45°, extension épaule, extension cervicale) sont à considérer comme sollicitantes et à risque de TMS**.



© OPPBTP

# 3. SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

## 3.1. Résultats par équipement d'assistance physique

Les résultats synthétisés ci-dessous, en points forts et points sensibles, sont exprimés par équipement d'assistance expérimenté (hors exosquelette) en comparaison aux situations de travail réalisées, soit sans assistance physique, soit avec un autre équipement d'assistance physique.

Pour chaque ligne du tableau suivant, la colonne de gauche précise **l'équipement d'assistance évalué/l'outil ou l'équipement d'assistance pris en comparaison**. Pour les exosquelettes, les résultats sont exprimés en comparaison à la tâche effectuée avec le même outil/équipement mais sans exosquelette.

| ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE | POINTS FORTS | POINTS SENSIBLES |
|---|---|---|
| **SITUATION DE TRAVAIL – PONÇAGE EN MUR ET PLAFOND** | | |
| **Ponceuse de type girafe / papier de verre**<br>• Sans dépression | • Moins contraignant physiquement.<br>• Une plus grande mobilité de la tête facilite le travail, permet le traitement des zones singulières (angles) et minimise le ponçage de finition à la main.<br>• Les manches télescopiques permettent une adaptation à la taille de l'utilisateur et à la hauteur de la surface à poncer.<br>• La présence de brosse en périphérie de la tête permet de protéger la surface à poncer.<br>• Permet de travailler depuis le sol (suppression des montées/descentes de l'équipement de travail en hauteur).<br>• Moins d'émission de poussières.<br>• Travail plus rapide. | • Nécessite un temps d'appropriation.<br>• Poids de la ponceuse.<br>• Mobilité de la tête insuffisante pour certains modèles.<br>• Les contraintes restent fortes pour tout le corps et particulièrement au niveau des épaules et des cervicales (extension), notamment pour les travaux en plafond.<br>• Selon les modèles, la commande peut être déportée avec une rallonge rendant l'utilisation moins aisée.<br>• La présence de brosse en périphérie de la tête réduit la surface de ponçage.<br>• Nécessite un entretien et un changement de filtre réguliers du système d'aspiration notamment pour conserver l'efficacité de l'aspiration des poussières. |
| • Avec dépression et leds | • Mêmes points forts que pour la ponceuse de type girafe sans dépression<br>• Gain supplémentaire en termes de contraintes physiques liées au poids de la ponceuse (repris par la dépression).<br>• Les leds permettent de voir d'infimes défauts. | • Nécessite un entretien et un changement de filtre réguliers du système d'aspiration pour conserver l'efficacité de la dépression.<br>• Nécessite un nettoyage et une vérification réguliers des joints afin de conserver l'étanchéité entre tête et surface à poncer.<br>• Tendance à la sur-qualité avec les leds. |
| • Rotative | Ponçage plus fort qu'avec une ponceuse orbitale, donc plus efficace et rapide. | / |
| • Orbitale | Ponçage moins fort qu'avec une ponceuse rotative, adapté pour les finitions. | Ponçage moins rapide. |
| Les réglages sont plus ou moins faciles à visualiser d'un modèle à l'autre. | | |

© OPPBTP

| ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE | POINTS FORTS | POINTS SENSIBLES |
|---|---|---|
| **SITUATION DE TRAVAIL – ÉGRENAGE, LISSAGE, APPLICATION D'ENDUIT ET DE PEINTURE EN MUR ET PLAFOND** | | |
| **Outils à main sur perche (rouleau à peindre, grattoir pour égrenage, couteau à enduire/ outils à main sans perche** | • Travail moins sollicitant pour les épaules qu'en prise directe du rouleau.<br>• Permet de travailler depuis le sol (suppression des montées/descentes de l'équipement de travail en hauteur).<br>• Travail plus rapide. | • Les contraintes restent significatives au niveau des bras, des épaules et des cervicales, notamment pour les travaux en plafonds et pour l'application d'enduit : elles provoquent une fatigue et des douleurs importantes.<br>• Le travail avec perche + rouleau peut, pour certains utilisateurs, provoquer une extension cervicale plus importante qu'en travaillant sur une plateforme avec la prise directe du rouleau par son manche. |
| **Pistolet airless/ rouleau sur perche** | • Diminue les contraintes sur les épaules et les bras, et réduit la durée d'exposition car le travail est plus rapide.<br>• Avec rallonge sur pistolet, diminue les amplitudes articulaires.<br>• Permet de travailler depuis le sol (suppression des montées/ descentes de l'équipement de travail en hauteur).<br>• Augmente considérablement la productivité. | • Pour les travaux en plafonds notamment, engendre des douleurs au niveau des cervicales en extension permanente.<br>• Nécessite des efforts pour maintenir le bras qui projette, levé et à hauteur constante, qui augmentent avec une rallonge.<br>• Engendre une fatigue de la main qui tient le pistolet.<br>• La projection provoque, avec la peinture, une nébulisation impliquant une protection de l'environnement et le port d'une combinaison jetable, de lunettes de protection et d'un masque.<br>• La machine de projection est difficile à approvisionner, notamment dans les étages (son poids nécessite d'être au moins deux pour la transporter) s'il n'est pas possible de la laisser au rez-de-chaussée.<br>• Le tuyau d'alimentation constitue une gêne dans les déplacements.<br>• Nécessite :<br>– un entretien/nettoyage régulier de la machine et des buses pour garder les bénéfices de l'équipement ;<br>– des diamètres de tuyau et tailles de buses adaptés au produit à projeter (enduit, peinture). |

▲ Chantier 1 – Égrenage au plafond avec exosquelette d'assistance « bras en hauteur » et soutien cervical

▲ Chantier 2 – Ponçage au plafond avec exosquelette de soutien cervical dynamique

▲ Chantier 2 – Ponçage au mur avec exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur » et soutien cervical

© OPPBTP

| ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE | POINTS FORTS | POINTS SENSIBLES |
|---|---|---|
| **TOUTES SITUATIONS DE TRAVAIL EXPÉRIMENTÉES (PONÇAGE, ÉGRENAGE, LISSAGE D'ENDUIT, APPLICATION DE PEINTURE ET D'ENDUIT) EN MUR ET PLAFOND** | | |
| Exosquelette d'assistance aux travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical | • Reprend le poids des outils, pour les travaux en plafonds et murs, particulièrement intéressant avec une ponceuse de type girafe sans dépression.<br>• Réduit les efforts.<br>• Bénéfices physiques ressentis particulièrement pour les travaux en plafonds : épaules, bras et cervicales.<br>• Facilite le maintien de la posture bras en hauteur et limite ainsi les projections lors de travaux de peinture.<br>• Permet de garder le geste professionnel et sa maîtrise, hors tâches de précision.<br>• Permet de se concentrer uniquement sur la tâche à réaliser (sans se préoccuper des douleurs).<br>• Travail plus rapide. | • Nécessite un temps d'adaptation/d'appropriation.<br>• La forme du soutien cervical peut gêner le regard vers le haut, tête de côté (regard du professionnel qui contrôle l'état de surface du plafond).<br>• Le soutien cervical peut engendrer une cambrure lombaire afin d'ajuster son regard vers le haut.<br>• L'enclenchement de l'assistance peut gêner à la réalisation de tâches de précision (rechampi, par exemple) d'autant plus si celui-ci n'est pas progressif.<br>• Peut modifier la perception de l'espace et provoquer une gêne, notamment lors de tâches réalisées sur un équipement de travail en hauteur.<br>• Peut gêner en bas du dos sur les positions accroupies.<br>• Les réglages de positionnement et d'assistance doivent être ajustés à l'utilisateur pour une assistance optimale.<br>• La taille doit être adaptée à l'utilisateur et les réglages doivent permettre d'accepter tout type de morphologie, pour éviter les gênes aux mouvements.<br>• Les vêtements de travail, selon les saisons, peuvent gêner.<br>• Nécessite une protection adaptée de l'exosquelette lors de travaux de projection de peinture et d'enduit, inexistante à ce jour.<br>• Le fait de moins ressentir la fatigue (réduction des efforts) risque d'amener l'utilisateur à poursuivre sa tâche plus longtemps et en réduisant les pauses : augmente la durée d'exposition aux postures sollicitantes (qui restent les mêmes avec ou sans exosquelette). |
| Exosquelette dynamique de soutien cervical | • Le soutien cervical dynamique offre un appui postérieur au poids de la tête contribuant notamment à réduire l'effort musculaire nécessaire pour la retenir et limiter l'amplitude d'extension cervicale.<br>Il est complémentaire d'un exosquelette d'assistance aux travaux bras en hauteur, car l'extension cervicale est systématiquement associée à l'élévation des bras (le regard se portant naturellement là où se trouvent les mains).<br>Cependant, à lui seul il apporte déjà un soulagement important ressenti par les professionnels, tant l'hyperextension cervicale est vécue comme une contrainte, même sur une durée modérée.<br>• Quel que soit le modèle, un dispositif spécifique sera plus efficace et plus confortable (forme du soutien plus adaptée) qu'un dispositif intégré à un exosquelette d'assistance aux membres supérieurs. | Comme tout exosquelette, il permet de réduire l'effort nécessaire au maintien de la posture en extension des cervicales. Il limite également l'extension mais ne la supprime pas.<br>Bien que plus confortable, la posture en hyper-extension cervicale reste sollicitante.<br>• Le report d'une partie, même faible, de la contrainte vers la région lombaire (extension) peut être mal vécue par certains professionnels.<br>• Distinct de l'exosquelette des membres supérieurs, il constitue alors un équipement supplémentaire. |

© OPPBTP

## 3.2. Avis généraux des utilisateurs

**Outils sur perche**
Les tâches d'égrenage et de lissage d'enduit en plafond, avec outil sur perche, impliquent des changements de main réguliers, en raison de la nécessité de garder les bras en hauteur.

Le lissage d'enduit au plafond demande plus d'efforts, liés à la résistance du produit à l'étalement.

**Ponceuse de type girafe**
La ponceuse de type girafe avec dépression et leds est préférée à celle sans dépression, pour son aspiration supérieure qui reprend le poids de l'outil. Elle sollicite moins les épaules et les bras.

La ponceuse de type girafe à tête orbitale permet de réaliser un ponçage plus fin, idéal pour les finitions en plafonds. L'excentricité de la tête permet un traitement plus près des angles.

**Pistolet airless**
L'application par projection est beaucoup plus rapide et soulage par rapport à l'application au rouleau sur perche, notamment pour l'enduit en plafond, dont l'application manuelle, très sollicitante, n'est le plus souvent réalisée que ponctuellement sur de petites surfaces.

Pour les travaux de peinture en rénovation, le rouleau sur perche reste une technique de choix lorsque la protection de toutes les surfaces, nécessaire avec la projection, nécessite trop de temps à installer ou n'est pas possible.

L'application de peinture ou d'enduit avec des buses non adaptées (trop fines pour l'enduit ou trop grosses pour la peinture) diminue l'intérêt de ce mode d'application :

- Cela provoque des arrêts répétés et conduit à un travail moins qualitatif qu'au rouleau pour l'application de peinture.
- L'enduit « tire » trop vite avec une buse trop fine et impose d'alterner l'application et le lissage sur une même surface de plafond.

Les avis sont partagés par rapport aux tuyaux chauffants (peinture), ce qui mériterait de réaliser des expérimentations pour identifier les points forts (en particulier la réduction de la nébulisation) et les inconvénients.

**Exosquelettes**
Globalement, l'ensemble des utilisateurs a exprimé un intérêt marqué pour l'exosquelette d'assistance aux efforts bras en hauteur avec soutien cervical pour toutes les tâches au plafond (intérêt moins tranché pour les surfaces verticales). Cet intérêt est d'autant plus marqué que l'outil utilisé est lourd et donc l'exosquelette est particulièrement intéressant pour le ponçage au plafond avec une ponceuse de type girafe sans dépression.

Les bénéfices sont déjà significatifs avec un exosquelette de soutien cervical dynamique seul, plus facile à mettre en œuvre.

© OPPBTP

L'exosquelette doit être porté principalement, voire uniquement si possible, pour les tâches pour lesquelles il apporte des bénéfices significatifs. Il est donc plus adapté pour des chantiers présentant des surfaces conséquentes de plafonds à traiter.

L'exosquelette est moins bien ressenti, au moins les premiers temps, pour les travaux de précision, sur des surfaces verticales (tant que l'activation de l'assistance continue à surprendre l'utilisateur) et pour les travaux en hauteur avec outil à main sans perche, nécessitant un équipement de travail en hauteur.

La protection de l'équipement est compliquée lors de travaux de projection de peinture et d'enduit ; la combinaison jetable ou le gilet sans manche, porté par-dessus, sont gênants dans les mouvements. La conception d'un accessoire vestimentaire de protection adapté est une piste proposée aux fabricants.

© OPPBTP

# 3.3. Enseignements par équipement

| ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE | BÉNÉFICES PHYSIQUES | AUTRES AVANTAGES | LIMITES |
|---|---|---|---|
| Perches/ prolongateurs | • Réduction des amplitudes articulaires.<br>• Diminution de la durée d'exposition aux sollicitations multiples (amplitudes articulaires/ efforts).<br>• Diminution des montées/ descentes du matériel de travail en hauteur. | • Productivité augmentée.<br>• Outil « basique » à faible coût.<br>• Progrès des matériels : rigidité / flexibilité, réglage longueur, poids réduit. | • Agit sur un seul type de contrainte. |
| Ponceuse de type girafe sans et avec dépression et leds | • Réduction de plusieurs contraintes : amplitudes articulaires et efforts.<br>• Diminution de la durée d'exposition aux sollicitations multiples.<br>• Bénéfices amplifiés avec la dépression.<br>• Diminution des montées/ descentes du matériel de travail en hauteur. | • Diminution de l'exposition aux poussières.<br>• Productivité augmentée.<br>• Diversité des références, avec caractéristiques facilitantes (flexibilité de la tête, réglage de la longueur, dépression, brosse périphérique...). | • Poids du matériel en l'absence de système de dépression.<br>• Exigences d'entretien de la ponceuse et du système d'aspiration.<br>• Renouvellement régulier des filtres. |
| Machine de projection avec pistolet airless | • Réduction de plusieurs contraintes : amplitudes articulaires et efforts.<br>• Diminution de la durée d'exposition aux sollicitations multiples.<br>• Diminution des montées/ descentes du matériel de travail en hauteur. | • Productivité augmentée.<br>• Le choix de diamètre de tuyau et de taille de buse, adaptés au travail à réaliser, améliore davantage les conditions de réalisation. | • Nébulisation impliquant la protection de l'environnement et des professionnels.<br>• Exigences d'entretien de la machine, des buses. |
| Exosquelettes | • Réduction des efforts.<br>• Peut être couplé avec un autre équipement d'assistance : dans ce cas, réduction de plusieurs contraintes (amplitudes articulaires, efforts, montées-descentes du matériel de travail en hauteur).<br>• Diminution de la durée d'exposition. | • Polyvalence pour des tâches différentes mais à contraintes semblables.<br>• Simplicité<br>• Coût modéré.<br>• Valorisation. | • Acceptation nécessitant une démarche globale de l'entreprise.<br>• Ne réduit qu'une seule contrainte (efforts).<br>• De préférence à individualiser (vis-à-vis des réglages).<br>• Adéquation à vérifier : à l'environnement de travail (échafaudage) et aux vêtements/EPI.<br>• À protéger pour certains travaux.<br>• Utilisation sur des chantiers de caractéristiques adaptées, en surface et localisation des supports à traiter (surfaces significatives de plafonds à égrener, enduire, poncer et peindre). |



© OPPBTP

# 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude menée sur les équipements d'assistance physique pour les peintres concerne les situations de travail les plus courantes et les plus contraignantes physiquement pour ces professionnels, à savoir le ponçage, l'enduisage et l'application de peinture, en murs et plafonds. Elle concerne différents équipements destinés à réaliser ces tâches et procurant également une assistance physique :

- outils à main sur perche (rouleau, grattoir, couteau à enduire) ;
- ponceuse de type girafe avec ou sans dépression ;
- machine de projection avec pistolet airless ;
- exosquelette d'assistance « bras en hauteur, avec ou sans soutien cervical intégré, et exosquelette de soutien cervical dynamique.

Elle permet d'identifier les bénéfices et les limites de ces équipements testés, notamment en ce qui concerne la réduction des contraintes physiques et l'amélioration des conditions de travail.

Les expérimentations montrent que l'intégration de ces équipements dans le travail permet de diminuer les efforts fournis, voire les postures contraignantes, dans des proportions variables selon l'équipement et la tâche réalisée.

Les simples rallonges rapportées sur les outils à main, les ponceuses de type girafe sans dépression, la machine de projection avec pistolet airless apportent déjà des améliorations, principalement en diminuant **la durée du travail** et donc **la durée des efforts et des postures contraignantes**.

Des résultats encore plus significatifs sont obtenus avec les ponceuses de type girafe avec dépression, et les exosquelettes d'assistance aux travaux « bras en hauteur » et soutien cervical, ou de soutien cervical seul. En effet, ces équipements contribuent, comme pour les précédents, à réduire la durée du travail mais ils permettent également **de diminuer l'intensité des efforts fournis.**

En revanche, les exosquelettes d'assistance « bras en hauteur » ou ceux offrant un soutien cervical n'auront respectivement pas d'effet, ou que peu d'effet, sur la réduction des amplitudes posturales contraignantes, notamment celles des épaules et des cervicales.

Les tâches particulièrement améliorées sont celles réalisées en plafond. Pour les travaux en mur, les gains sont moins notables (en particulier pour les exosquelettes).

© OPPBTP

Cependant, la pérennité de l'efficacité de ces dispositifs et leur adoption par les compagnons nécessitent :

- Une **phase d'analyse préalable de l'activité** pour identifier précisément les besoins d'assistance dans les situations ciblées. Ce n'est qu'une fois cette analyse effectuée que la solution pourra être envisagée.
- Une **phase d'appropriation** pour les professionnels (ponceuses de type girafe, exosquelette).
- Une **adaptation de l'organisation** des chantiers pour optimiser l'utilisation des équipements (machine de projection, exosquelette).
- Une sélection des chantiers sur lesquels ils seront plus adaptés (machine de projection, exosquelette), pour éviter des usages infructueux n'engageant pas à poursuivre.
- Un entretien régulier, un réglage et des accessoires adaptés (ponceuse de type girafe, système d'aspiration, machine de projection, buses de pistolet).
- Une taille et un réglage adaptés à l'utilisateur (exosquelette).
- Le choix des équipements d'assistance physique **en collaboration avec les utilisateurs** pour tenir compte de leurs avis et retours d'expérience, avec idéalement une **phase de tests**, puis une **intégration progressive** (le recours à la location est une option intéressante avant achat).

Ces équipements d'assistance sont de nature à valoriser le travail en diminuant les effets négatifs sur la santé.

Parmi tous les équipements d'assistance physique, le recours aux exosquelettes ne devra s'envisager **qu'après avoir exploré les autres solutions** de prévention organisationnelles et techniques, dont les dispositifs sans « contention » sur l'opérateur (c'est-à-dire prenant appui sur un point fixe ou un support, autre que l'opérateur lui-même).

**Perspectives**

Il apparaît essentiel de poursuivre les travaux en impliquant les entreprises et les fabricants avec l'objectif d'une part d'apporter des améliorations aux équipements expérimentés et d'autre part de vérifier l'impact de l'exosquelette sur les gestes professionnels.

Une communication élargie, une sensibilisation accrue et des formations adaptées pourraient également favoriser leur déploiement à plus grande échelle dans les entreprises.

Enfin, la partie organisationnelle n'est pas à négliger. Une réflexion sur l'optimisation de l'organisation du travail, intégrant ces technologies, pourrait permettre d'améliorer encore davantage les conditions de réalisation du travail et l'efficacité.



© OPPBTP

# POUR ALLER PLUS LOIN

## À consulter ou à télécharger sur preventionbtp.fr

- Réaliser des travaux de peinture au pistolet avec des appareils de pulvérisation sous haute pression sans air (procédé airless)
- Travaux en hauteur – Anticiper 21 situations à risque de chute
- Exosquelettes : trois idées reçues… à revoir
- Exosquelettes dans le BTP : une étude évalue les impacts sur la santé des opérateurs
- Exosquelettes, dispositifs d'assistance physique : 50 modèles à la loupe !
- Un élévateur électrique pour faciliter le chargement et le transport de matériaux

© OPPBTP

- Poncer en hauteur sans poussière avec une ponceuse girafe à dépression

- Poncer les plafonds en plâtre ou en béton efficacement avec un poste de travail intégré

- Ponçage des plafonds : utiliser un exosquelette pour limiter les postures inconfortables et réduire la fatigue

- Projeter peinture et enduits avec une machine embarquée à bord d'un véhicule utilitaire

- Témoignage – Véronique Ikène ose « tout » pour la santé de ses salariés peintres

© OPPBTP

# ANNEXES

**ANNEXE 1**
Cartographie des situations de travail –
Outil de questionnement

**ANNEXE 2**
Matériels des entreprises

**ANNEXE 3**
Note technique

**ANNEXE 4**
Fiche de relevé d'observations

**ANNEXE 5**
Acceptabilité de l'exosquelette –
Réponses des intervenants au questionnaire « à froid »

# ANNEXE 1 – CARTOGRAPHIE DES SITUATIONS DE TRAVAIL – OUTIL DE QUESTIONNEMENT

| EXPERIMENTATION DAP – PEINTRES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CARTOGRAPHIE DES SITUATIONS SOLLICITANTES | | | | | |
| **SITUATION DE TRAVAIL** | **OUTILS UTILISÉS** | **ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE (DAP)** | **SOLLICITATIONS PHYSIQUES RESSENTIES (ÉVENTUELLEMENT RÉSIDUELLES SI DAP UTILISÉ)** | **AUTRES CONTRAINTES (ESPACE NOTAMMENT)** | **COMMENTAIRES** |
| **TRAVAUX INTÉRIEURS – MURS ET PLAFONDS** | | | | | |
| Ponçage d'enduit | À la main avec papier de verre | Sans | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). Pour les parties hautes et basses : contraintes au niveau du cou, des cervicales. | En partie haute, problématique d'utilisation d'un équipement de travail en hauteur de type PIRL en espace restreint | Nécessite un équipement de travail en hauteur, en partie haute. |
| Ponçage d'enduit | Ponceuse | Sans | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). Pour les parties hautes et basses : contraintes au niveau du cou, des cervicales + vibrations. | | |
| Application d'enduit | Taloche | / | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). Pour les parties hautes et basses, contraintes au niveau du cou, des cervicales | | / |
| Ponçage d'enduit | Ponceuse | Munie d'un dispositif de type girafe | | / | Usage de ce type d'équipement y compris en partie basse. La situation est extrêmement difficile pour ceux qui sont amenés à faire cet exercice toute la journée. |
| Ponçage d'enduit | Ponceuse | Munie d'un dispositif de type girafe autoportée, avec système de dépression | | / | / |
| | Ponceuse | De type girafe montée sur support roulant | | / | / |



© OPPBTP

| SITUATION DE TRAVAIL | OUTILS UTILISÉS | ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE (DAP) | SOLLICITATIONS PHYSIQUES RESSENTIES (ÉVENTUELLEMENT RÉSIDUELLES SI DAP UTILISÉ) |
|---|---|---|---|
| **TRAVAUX INTÉRIEURS – MURS ET PLAFONDS** | | | |
| Application de peinture | Rouleau, brosse | Aucun | Gestes répétés.<br>Pour les parties hautes, contraintes au niveau du cou, des cervicales. |
| | Rouleau | + perche | |
| | Rouleau | De type rouleau alimenté | Gestes répétés.<br>Pour les parties hautes, contraintes au niveau du cou, des cervicales.<br>Lourd, environ 5 kg, sollicite également les muscles des cuisses. |
| | Système de pulvérisation (de type airless) | | Pour les parties hautes, contraintes au niveau du cou, des cervicales. |
| Décollement de papier peint | Décolleuse (de moins en moins utilisée) | Aucun | Gestes répétés.<br>Pour les parties hautes, contraintes au niveau du cou, des cervicales. |
| | Rouleau | Avec perche (et application produit chimique pour le décollement papier) | |
| Grattage d'enduit et/ou de peinture | Riflard | Aucun | Efforts sur les bras et les épaules, et positions contraignantes (bras en hauteur, amplitude de gestes, dos courbé, à genoux…).<br>Pour les parties hautes, contraintes au niveau du cou, des cervicales. |
| Jointement de plaques de plâtre | Spatule | Aucun | |
| | / | Banjo | |
| | / | Système de jointement rouleau + spatule + perche | |

Autres contraintes (espace notamment) : /

© OPPBTP

| SITUATION DE TRAVAIL | OUTILS UTILISÉS | ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE (DAP) | SOLLICITATIONS PHYSIQUES RESSENTIES (ÉVENTUELLEMENT RÉSIDUELLES SI DAP UTILISÉ) | COMMENTAIRES |
|---|---|---|---|---|
| **TRAVAUX INTÉRIEURS – MENUISERIES** | | | | |
| Ponçage de peinture/ vernis… | Idem ponçage enduit | | | |
| Ponçage d'escaliers | Ponceuse | Aucun | Nécessite de porter la machine. | / |
| | Manuel (finitions) | Aucun | / | / |
| Application de peinture/ vernis – Plinthes | Pinceau | Sans | Position à genoux, posture particulière pour avoir un suivi du regard. | / |
| Application de peinture/ vernis – Portes | Rouleau | Sans | Postures contraignantes. | / |
| | | Porte-seau à roulettes | Postures contraignantes. | / |
| | / | Pistolet | / | Organisation totalement différente avec une préparation/ protection plus longue. |
| Application de peinture/ vernis – Volets | / | / | Manutention à la dépose et à la pose. Efforts pour le maintien pendant la pose. Postures contraignantes. | La dépose de volet nécessite beaucoup de temps. La pose du volet nécessite beaucoup de concentration. |

Autres contraintes (espace notamment) : /

© OPPBTP

| SITUATION DE TRAVAIL | OUTILS UTILISÉS | ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE (DAP) | SOLLICITATIONS PHYSIQUES RESSENTIES (ÉVENTUELLEMENT RÉSIDUELLES SI DAP UTILISÉ) | COMMENTAIRES |
|---|---|---|---|---|
| **TRAVAUX INTÉRIEURS – SOLS** | | | | |
| Décollement de revêtement de sol souple | Raclette | Aucun | Position courbée, à genoux. Efforts sur les bras et les épaules. | / |
| | Scraper manuel et poignée/pince d'arrachement | Aucun | Position courbée, à genoux. Efforts sur les bras et les épaules. | / |
| | Outils manuels | + manche | / | / |
| | Décolleuse électrique autotractée professionnelle | | Vibrations. | / |
| Préparation/ ponçage du support | Ponceuse monobrosse, aspiration | / | Efforts sur les bras et les épaules. Vibrations. | / |
| Application de primaire | Rouleau | Aucun | Position courbée, à genoux ou debout. | / |
| | Rouleau | + perche-manche télescopique | | / |
| | Lisseuse | Aucun | | / |
| Collage | Peigne, spatule | Aucun | Position courbée, à genoux. | / |
| Pose du revêtement | Marouflage manuel | Aucun | | / |
| | Marouflage au rouleau | / | | / |
| | Outils de coupe : cutter, araseur, trusquin | / | | / |
| Soudure entre lés | Chariot à soudure | / | Risque de brûlures. | / |
| | Chalumeau (pistolet) à air chaud | / | | Nécessité d'un permis feu suivant les locaux. |

Autres contraintes (espace notamment) : /

© OPPBTP

| SITUATION DE TRAVAIL | OUTILS UTILISÉS | ÉQUIPEMENT D'ASSISTANCE (DAP) | SOLLICITATIONS PHYSIQUES RESSENTIES (ÉVENTUELLEMENT RÉSIDUELLES SI DAP UTILISÉ) |
|---|---|---|---|
| **TRAVAUX EXTÉRIEURS – FAÇADES ET BALCONS** | | | |
| Application de peinture, de revêtement plastique épais ou semi-épais, de revêtement d'imperméabilité | Lisseuse inox/taloche | Aucun | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). |
| | Brosse, rouleau | Aucun | |
| | Rouleau | + perche | |
| | | De type rouleau alimenté | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). Poids du rouleau alimenté. |
| | Machine de projection | / | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). |
| Application de peinture sur balcons (sous-face) | Brosse, rouleau | / | Gestes répétés, contraintes au niveau du cou, des cervicales. |
| | Rouleau | + perche | |
| | | De type rouleau alimenté | |
| Décapage / lavage de façade | Nettoyeur à haute pression | / | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). |
| Décapage chimique de RPE ou peinture | Rouleau et racleur | Aucun | Efforts et positions contraignantes sur les bras et les épaules (bras en hauteur, amplitude de gestes). |
| | | + perche | |
| Perçage pour mise en place chevilles de fixation panneaux isolants en ITE | Perceuse | Aucun | Vibrations. |
| Purge de zones en mauvais état (béton, mortier sur armatures corrodées) | Perforateur pneumatique | / | Efforts. Vibrations. |

Autres contraintes (espace notamment) : /



© OPPBTP

# ANNEXE 2 – MATÉRIELS DES ENTREPRISES

| TYPES DE MATÉRIELS POUVANT ÊTRE MIS À DISPOSITION POUR LES EXPÉRIMENTATIONS | RÉFÉRENCES | NOMBRE DE MATÉRIELS POUVANT ÊTRE MIS À DISPOSITION | NOMBRE D'INTERVENANTS DE CHANTIER UTILISANT COURAMMENT LE MATÉRIEL |
|---|---|---|---|
| **ENTREPRISE 1** | | | |
| Ponceuses | De type girafe Festool LHS 2 225 EQI Plus à dépression et leds + aspirateur CTL 36 EI AC | 1 | 15 |
| | De type girafe Festool LHS E 225 EQ rotative à dépression + aspirateur CTL 36 EI AC | 1 | 15 |
| Rouleau, couteau à enduire, grattoir, avec perches | Perche bois ou perches télescopiques 1,5 m/3 m | 25 | 25 |
| Système de pulvérisation (de type airless) | Airless peinture Graco Texspray Mark V | 1 | 5 |
| | Airless enduit Graco Mark VII ou X | 1 | 4 |
| Exosquelettes | / | 0 | / |
| **ENTREPRISE 2** | | | |
| Ponceuses de type girafe | Mirka Leros 950 + aspirateur DE 1230 L PC + rallonge et harnais sans dépression | 2 | 5 |
| | Flex GE5 + TB-L + aspirateur VCE 33 L MC sans dépression | 2 | 5 |
| Rouleaux avec perche | Perches télescopiques 1,10 m à 2 m | 2 | 15 |
| Système de pulvérisation (de type airless) | Pistolet airless à piston Graco Ultramax 795 avec buse courte ou allongée | 1 | 2 |
| Exosquelettes | / | 0 | / |

© OPPBTP

# ANNEXE 3 – NOTE TECHNIQUE

## 1 – Contexte

Les éléments issus des analyses de la sinistralité en lien avec les maladies professionnelles alertent sur le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) et interrogent sur les moyens qui pourraient être mis en œuvre pour diminuer les sollicitations physiques sur les chantiers de peinture.

Les entreprises de peinture ressortent des analyses comme parmi les plus concernées par les TMS reconnus en maladies professionnelles.

Par ailleurs, l'offre commerciale en termes d'équipements d'assistance physique est aujourd'hui conséquente sans pour autant être très lisible à l'heure du choix pour les entrepreneurs.

## 2 – Enjeux de l'étude

L'objectif du projet est d'expérimenter sur le terrain différentes solutions d'assistance physique dans des conditions similaires sur les situations de travail identifiées avec les représentants du métier comme les plus sollicitantes, parmi les situations communes à l'ensemble de la profession, et susceptibles de bénéficier d'un DAP, de quelque nature qu'il soit.

L'étude sera basée sur une expérimentation sur chantier de différents équipements d'assistance physique (DAP) sur des situations de travail définies, ainsi que des échanges avec les compagnons et leur encadrement. Les DAP et situations de travail sélectionnés sont précisés dans cette annexe.

Les observations sont réalisées en partenariat avec les organisations professionnelles, l'UNA PRD de la CAPEB et l'UPMF de la FFB et des entreprises volontaires sollicitées par chacune d'entre elles et volontaires pour participer à l'étude.

## 3 – Situation de référence

Les deux situations de travail identifiées concernent les parties hautes (murs et plafonds) dans les tâches de ponçage et d'application d'enduit, de peinture.

Pour chacune de ces situations de travail (ponçage, application d'enduit, de peinture) :

- Il est nécessaire que la phase de travail puisse être observée sur une durée minimale de deux heures consécutives pour chaque DAP expérimenté.
- Si l'équipement expérimenté n'est pas d'ores et déjà utilisé dans l'entreprise et par l'opérateur concerné, le DAP sera loué et transmis à l'entreprise, pour appropriation et utilisation par l'opérateur, au moins une semaine avant la réalisation des observations.



© OPPBTP

- Des observations d'une durée minimale de deux heures sont également réalisées, comparativement, pour chaque situation de travail, dans une configuration définie comme « normale » à l'heure actuelle, c'est-à-dire utilisant des outils couramment utilisés.
- Plusieurs DAP peuvent être expérimentés sur un même chantier, avec un maximum de trois par journée.
- Plusieurs entreprises proposant des chantiers, ceux-ci devront permettre d'observer les phases de ponçage et d'application d'enduit, de peinture, et s'inscrire dans une des typologies décrites ci-après, vis-à-vis des supports et tâches associées à réaliser.

| SUPPORT | TÂCHES À RÉALISER |
|---|---|
| **SUPPORTS (MURS OU PLAFONDS) NEUFS** | |
| Plaque de plâtre | **Finition B recherchée**<br>Enduisage des bandes<br>Ponçage des bandes<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture<br>**Finition A recherchée**<br>Égrenage<br>Application d'enduit sur toute la surface<br>Ponçage<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture |
| Béton | Égrenage<br>Application enduit GS<br>Application enduit fin<br>Ponçage<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture |
| Carreau de plâtre | Égrenage<br>Application enduit GS<br>Application enduit fin<br>Ponçage<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture |
| **SUPPORTS (MURS OU PLAFONDS) ANCIENS AVEC PAREMENT PLÂTRE** | |
| Revêtu d'une peinture | Lessivage<br>Application enduit si défaut<br>Ponçage si enduit<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture |
| Revêtu d'un papier peint | Dé-tapissage<br>Égrenage<br>Réparations éventuelles (fissures, trous) liées au support et au dé-tapissage<br>Application enduit<br>Ponçage<br>Application d'une couche d'impression et de la peinture |

*NB : Les supports bois nécessitant la pose d'une sous-couche d'interposition sont exclus du champ des chantiers pouvant être sélectionnés car rares et ne nécessitant pas d'enduit, donc de ponçage.*

Pour une situation de travail et un chantier, l'opérateur choisi peut intervenir sur plusieurs DAP et devra également intervenir, comparativement, sur la configuration « standard ».

© OPPBTP

Pour le choix de l'opérateur, l'entreprise s'assurera que l'opérateur et son encadrement de proximité sont volontaires. Il est préférable de choisir un opérateur maîtrisant son geste professionnel et n'évoquant pas de gêne chronique ou de limitation particulière de ses capacités physiques en lien avec ses membres supérieurs.

L'opérateur sera choisi aussi en fonction de son programme de travail prévisionnel, afin que celui-ci comporte une part significative de tâches conformes à la situation de référence.

## 4 – Planning des observations

La durée totale prévisionnelle des observations de l'étude est de 15 jours pour 5 entreprises participantes, répartis de juillet à octobre 2023. Elle sera fractionnée selon les disponibilités des chantiers, des observateurs et selon le nombre de chantiers qu'il sera nécessaire de sélectionner pour expérimenter l'ensemble des DAP.

## 5– Équipements d'assistance retenus pour l'étude

Par situation de travail, la configuration « standard » et les DAP retenus conduisent à 5 voire 6 configurations à expérimenter, listées dans le tableau ci-dessous.

| CONFIGURATIONS DE TRAVAIL EN PONÇAGE DE SURFACE EN HAUTEUR (MUR/PLAFOND) | CONFIGURATIONS DE TRAVAIL EN APPLICATION D'ENDUIT, DE PEINTURE EN HAUTEUR (MUR/PLAFOND) |
|---|---|
| **CONFIGURATION « STANDARD » : PONCEUSE ÉLECTRIQUE AVEC DISPOSITIF DE TYPE GIRAFE** | **CONFIGURATION « STANDARD » : ROULEAU + MANCHE / PERCHE TÉLESCOPIQUE** |
| Ponceuse électrique avec dispositif de type girafe + système de dépression | Pistolet airless ou similaire, avec manche |
| Exosquelette « bras / épaules » + ponceuse de type girafe (sans système de dépression) | Exosquelette « bras / épaules » + rouleau + perche / manche télescopique |
| Exosquelette « bras / épaules » + ponceuse de type girafe avec système de dépression | Exosquelettes « bras / épaules » + « cervicales + rouleau + perche / manche télescopique |
| Exosquelettes « bras / épaules » + « cervicales » + ponceuse de type girafe avec système de dépression | Exosquelette « bras / épaules » + pistolet airless ou similaire / manche |
| | Exosquelettes « bras / épaules » + « cervicales + pistolet airless ou similaire / manche |

Pour les équipements de type **girafe autoportée sur chariot**, pour lesquels les entreprises connaissent déjà, par expérience, les conditions dans lesquelles ils peuvent être utilisés et les contraintes qu'ils présentent (poids, encombrement, défaut d'ergonomie, ponçage possible uniquement en plafond…), il n'est pas nécessaire de réaliser des expérimentations de terrain. En revanche, la collecte du retour d'expérience des entreprises, dans le cadre de l'étude,



© OPPBTP

sera réalisée afin de se doter d'un argumentaire permettant d'interpeller les fabricants et d'envisager avec eux, s'ils le souhaitent, de repenser le chariot avec son système d'aspiration, puisque le principe d'une ponceuse portée permet de supprimer complètement le port de charge. Cette solution apparaît en effet, de manière théorique, comme la plus efficace et la plus conforme aux principes de prévention.

## 6 – Relevé des expérimentations

Deux types de recueils sont envisagés :

1. Observations et entretiens réalisés par l'OPPBTP. Les observations concerneront au moins une série de configurations de travail par situation (ponçage ou application d'enduit, de peinture) et par entreprise. Elles concerneront au moins une fois chacune des configurations.
2. Recueils des données effectués directement par l'entreprise (opérateur testeur ou encadrant). Ces derniers pourront être complétés par un entretien téléphonique mené par l'OPPBTP auprès de l'opérateur.

Les données collectées des observations et entretiens avec les opérateurs concernés par les expérimentations seront saisies sur des formulaires « fiche de données d'observations » selon le modèle figurant ci-après.

Des séquences vidéos seront réalisées sur certaines phases de travail, pour permettre une analyse quantitative de l'activité (par exemple pour évaluer la proportion de temps passé dans une posture particulière).

## 7 – Droit à l'image

Le droit à l'image est protégé par l'article 9 du *Code civil* qui garantit le respect de la vie privée et la dignité des personnes : nul ne peut obtenir et diffuser l'image d'une personne dans un espace privé sans son consentement. Si l'image a été prise dans un lieu public, cette autorisation n'est requise que si la personne peut être identifiée clairement, c'est-à-dire si elle est seule et reconnaissable ; ceci est valable pour un petit groupe de personnes.

Lors des observations des opérateurs en situation, des photos / vidéos pourront être captées pour illustrer les documents et faciliter l'analyse. Dans le cas de prises de vue, le respect du droit à l'image pour les salariés observés est garanti. Aucune photo ne pourra être utilisée sans le consentement de l'opérateur.

© OPPBTP

# ANNEXE 4 – FICHE DE RELEVÉ D'OBSERVATIONS

| FICHE DE DONNÉES D'OBSERVATIONS | | |
|---|---|---|
| Référence du chantier | | |
| Date d'intervention des observations | | |
| Type de chantier neuf / rénovation | | |
| Nature du support neuf | ☐ Béton / ☐ Plaque de plâtre / ☐ Carreau de plâtre | |
| Nature du revêtement sur le support à rénover | ☐ Peinture / ☐ Papier peint | |
| **Situation de travail observée** | **☐ Ponçage / ☐ Application d'enduit et / ou de peinture** | |
| Localisation des travaux | ☐ Murs (durée significative parties hautes) / ☐ plafonds | |
| Si application d'enduit, de peinture – Référence du produit mis en œuvre | Peinture : | Enduit : |
| Nom des intervenants | | |
| **Âge des intervenants** | | |
| Expérience dans le métier (nombre d'années) | | |
| Température (°C) | | |
| Hygrométrie (%) | | |
| Horaires | | |
| Conditions d'éclairage / luminosité | | |
| Conditions de travail normales | ☐ Oui / ☐ Non | Sinon préciser : |



© OPPBTP

| CONFIGURATION « STANDARD » | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Outillage utilisé | | | | | |
| Durée des observations | | | | | |
| Situation observée | ☐ **Ponçage** / ☐ **Application d'enduit** / ☐ **Application de peinture** | | | | |
| **CONTRAINTES PHYSIQUES** | | | | | |
| **CRITÈRES** | **ÉVALUATION** | | | | **COMMENTAIRES, PRÉCISIONS SUR LA CONTRAINTE** |
| | **– –** | **-** | **+** | **++** | |
| Bras | | | | | |
| Épaules | | | | | |
| Cervicales | | | | | |
| Autres (à préciser) | | | | | |
| **AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'OUTILLAGE UTILISÉ** | | | | | |
| Poids ressenti | | | | | |
| Facilité de travail en hauteur (postures, prises…) | | | | | |
| Temps passé (ressenti vis-à-vis de la durée de la tâche) | | | | | |
| Qualité du travail | | | | | |
| Autres (à préciser) | | | | | |
| Compléments de ressenti | | | | | |

– – : contraintes significatives / inconvénients significatifs ;
– : contraintes faibles mais systématiques / inconvénients faibles ;
+ : contraintes faibles et non systématiques / avantages faibles ;
++ : sans contraintes / avantages significatifs

© OPPBTP

| CONFIGURATION « AUTRE » – ÉQUIPEMENT / DAP | |
|---|---|
| Outillage utilisé | |
| **Exosquelette utilisé, le cas échéant** | |
| Durée des observations | |
| Situation observée | ☐ **Ponçage** / ☐ **Application d'enduit** / ☐ **Application de peinture** |

| CONTRAINTES PHYSIQUES – ÉVALUATION COMPARATIVE À LA SITUATION « STANDARD » ET DANS LE CAS D'UN EXOSQUELETTE AJOUTÉ À UN DAP, EN COMPARAISON À LA CONFIGURATION AVEC DAP (HORS EXOSQUELETTE)<br>*(« – – » = beaucoup moins bien ; « + + » = beaucoup mieux)* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **CRITÈRES** | **ÉVALUATION** | | | | **COMMENTAIRES** |
| | **– –** | **-** | **+** | **++** | |
| Bras | | | | | |
| Épaules | | | | | |
| Cervicales | | | | | |
| Autres (à préciser) | | | | | |
| Compléments de ressenti | | | | | |

| AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'OUTILLAGE UTILISÉ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **CRITÈRES** | **ÉVALUATION** | | | | **COMMENTAIRES** |
| | **– –** | **-** | **+** | **++** | |
| **RÉGLAGES**<br>*(« – – » = très insatisfaisant ; « + + » = très satisfaisant)* | | | | | |
| Facilité de réglage<br>• En dehors et au cours de l'activité<br>• Faisable seul, sans outil | | | | | |
| Temps passé à s'équiper | | | | | |
| Déverrouillage de l'assistance<br>• Possible ou non<br>• Faisable seul, sans outil, dans l'activité | | | | | |

– – : contraintes significatives / inconvénients significatifs ;
– : contraintes faibles mais systématiques / inconvénients faibles ;
+ : contraintes faibles et non systématiques / avantages faibles ;
++ : sans contraintes / avantages significatifs ;
lignes grisées = données spécifiques à l'expérimentation d'exosquelette

© OPPBTP

| CRITÈRES | ÉVALUATION | | | | COMMENTAIRES, PRÉCISIONS SUR LA CONTRAINTE |
|---|---|---|---|---|---|
| | – – | - | + | ++ | |
| **RÉGLAGES** *(« – – » = très insatisfaisant ; « + + » = très satisfaisant)* | | | | | |
| Formation<br>• Format (réalisée/non réalisée, durée, formateur…)<br>• Contenu (en/hors situation, apprentissage de l'autonomie pour utiliser l'exo,…) | | | | | |
| Temps d'appropriation / familiarisation : combien de temps faut-il pour se passer des instructions de montage / réglage ? | | | | | |
| Facilité de compréhension / clarté de la notice | | | | | |
| **FACILITÉ D'UTILISATION** | | | | | |
| Poids | | | | | |
| Facilité d'utilisation | | | | | |
| Facilité de mouvement, de contrôle des gestes | | | | | |
| Facilité de déplacement avec le matériel | | | | | |
| Sentiment de gêne<br>(– – = forte gêne) | | | | | |
| Maniabilité dans l'utilisation :<br>• Passage de portes, de seuils<br>• Passage dans les circulations (et angles)<br>• Pour le traitement des surfaces singulières (angles notamment) | | | | | |
| **MAINTENANCE – ENTRETIEN** | | | | | |
| Facilité d'entretien, de nettoyage, de maintenance | | | | | |
| Temps passé à l'entretien, au nettoyage, à la maintenance après utilisation | | | | | |

– – : contraintes significatives / inconvénients significatifs ;
– : contraintes faibles mais systématiques / inconvénients faibles ;
+ : contraintes faibles et non systématiques / avantages faibles ;
++ : sans contraintes / avantages significatifs ;
lignes grisées = données spécifiques à l'expérimentation d'exosquelette

© OPPBTP

| CRITÈRES | ÉVALUATION | | | | COMMENTAIRES, PRÉCISIONS SUR LA CONTRAINTE |
|---|---|---|---|---|---|
| | – – | - | + | ++ | |
| **MAINTENANCE – ENTRETIEN** | | | | | |
| Points de fragilité apparente :<br>• Exposition des pièces sensibles aux chocs, accrochages<br>• Vigilance à maintenir ? (en utilisation, stockage) | | | | | |
| Durabilité dans le temps : robustesse apparente vis-à-vis des contraintes métier ?<br>• Matériaux, assemblage, ... | | | | | |

– – : contraintes significatives / inconvénients significatifs ;
– : contraintes faibles mais systématiques / inconvénients faibles ;
+ : contraintes faibles et non systématiques / avantages faibles ;
++ : sans contraintes / avantages significatifs

| IMPACT EN COMPARAISON AVEC LA CONFIGURATION STANDARD ET DANS LE CAS D'UN EXOSQUELETTE AJOUTÉ À UN AUTRE DAP, EN COMPARAISON À LA CONFIGURATION AVEC L'AUTRE DAP SEUL (HORS EXOSQUELETTE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| CRITÈRES | ÉVALUATION | | | | | COMMENTAIRES |
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Comment jugeriez-vous l'impact **sur la fatigue musculaire** ? (sur une échelle de 0 à 4, de 0 (pas d'impact) à 4 (réduction incontestable) | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact sur les **ports de charge** ? (réduction de l'effet de poids, de 0 à 4) | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact sur **l'amélioration des conditions de travail** ? | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact en termes de **durée de mise en œuvre** ? (pour l'exosquelette, temps nécessaire pour s'équiper et régler) | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact en termes de confort ? | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact **dans votre évolution dans l'espace** ? (Passages étroits, heurts avec l'environnement, les collègues...) | | | | | | |

© OPPBTP

| IMPACT EN COMPARAISON AVEC LA CONFIGURATION STANDARD ET DANS LE CAS D'UN EXOSQUELETTE AJOUTÉ À UN AUTRE DAP, EN COMPARAISON À LA CONFIGURATION AVEC L'AUTRE DAP SEUL (HORS EXOSQUELETTE) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CRITÈRES** | **ÉVALUATION** | | | | | **COMMENTAIRES** |
| | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | |
| Comment jugeriez-vous l'impact sur **votre productivité** ?<br>2 : Idem (avec et sans DAP)<br>0 : Productivité **diminuée**<br>4 : Productivité **augmentée** | | | | | | |
| Comment jugeriez-vous l'impact sur **la qualité du travail** réalisé ?<br>2 : Idem configuration « standard »<br>0 : Qualité diminuée<br>4 : Qualité augmentée | | | | | | |
| Recommanderiez-vous l'équipement à des collègues qui ne sont pas équipés ? | | | | | | |

Échelle de cotation de 0 (n'apporte pas d'amélioration) à 4 (apporte une très forte amélioration des conditions de travail)

| HORAIRES | RELEVÉ DES OBSERVATIONS<br>Relever autant que possible toutes les tâches effectuées [y compris les pauses et communications, les changements d'endroit (pièces), les autres outils / équipements utilisés, ...] |
|---|---|
| | |

© OPPBTP

# ANNEXE 5 – ACCEPTABILITÉ DE L'EXOSQUELETTE – RÉPONSES DES INTERVENANTS AU QUESTIONNAIRE « À FROID »

| CRITÈRE ÉVALUÉ | ÉVALUATION DES QUATRE INTERVENANTS (1 CASE PAR INTERVENANT) – CHANTIER 1, INTERVENANTS 1, 2 ET 3 ET CHANTIER 2, INTERVENANTE 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UTILISABILITÉ** | | | | |
| Facilité de mise en place | | | | |
| Rapidité d'apprentissage | | | | |
| Nécessité de concentration plus importante | | | | |
| Besoin de réajustement des réglages en cours de journée | | | | |
| Facilité d'utilisation | | | | |
| Facilité de déplacement | | | | |
| Facilité de mouvement | | | | |
| Contrôle des gestes | | | | |
| **COMPATIBILITÉ AVEC** | | | | |
| Les vêtements de travail | | | | |
| Les postes de travail et les équipements utilisés | | | | |
| Les outils utilisés | | | | |
| **PERFORMANCE** | | | | |
| La vitesse de travail | Identique | | Supérieure | |
| La productivité | Identique | | Supérieure | |
| L'efficacité | Identique | | Supérieure | |
| La qualité du travail | Identique | | | |
| Tâches appréciées | Toutes tâches au plafond dont projection d'enduit et ponçage avec ponceuse de type girafe | | | |

| Pas d'accord | Plutôt pas d'accord | Moyennement d'accord | Plutôt d'accord | Tout à fait d'accord |
|---|---|---|---|---|



© OPPBTP

| CRITÈRE ÉVALUÉ | ÉVALUATION DES QUATRE INTERVENANTS (1 CASE PAR INTERVENANT) – CHANTIER 1, INTERVENANTS 1, 2 ET 3 ET CHANTIER 2, INTERVENANTE 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **IDENTITÉ PROFESSIONNELLE** | | | | |
| À sa place dans le travail | | | | |
| Valorisation du métier | | | | |
| Reconnaissance du travail / travail non dénaturé | | | | |
| **AFFECTS ET RESSENTIS SUBJECTIFS** | | | | |
| Aime travailler avec | | | | |
| Enthousiaste à l'utiliser | | | | |
| Agréable à utiliser | | | | |
| Confiant lors de l'utilisation | | | | |
| Nerveux lors de l'utilisation | | | | |
| Inquiet lors de l'utilisation | | | | |
| **AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE TRAVAIL** | | | | |
| Avis général | | | | |
| Diminution des efforts | Identiques | Moins importants | Beaucoup moins importants | |
| Diminution de la fatigue | Identique | Moins importante | Beaucoup moins importante | |
| **FAVORABLE À POURSUIVRE SON TRAVAIL AVEC UN EXOSQUELETTE** | | | | |
| Favorable | | | | |

En matière de critères physiques avec évaluation des douleurs ressenties, la cotation est effectuée selon trois niveaux :

| Sans changement | Amélioration/disparition | Aggravation / apparition |
|---|---|---|

| CRITÈRE ÉVALUÉ | ÉVALUATION DES QUATRE INTERVENANTS (1 CASE PAR INTERVENANT) – CHANTIER 1, INTERVENANTS 1, 2 ET 3 ET CHANTIER 2, INTERVENANTE 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| **DOULEURS (COMPARAISON AVEC/SANS)** | | | | |
| Dos | | | | |
| Cou | | | | |
| Épaules | | | | |
| Bras | | | | |

© OPPBTP

L’OPPBTP met à jour, dès que cela s’avère nécessaire, les documents mis à la disposition du public sur son site internet preventionbtp.fr. Néanmoins, certains d’entre eux peuvent être téléchargés et republiés par des sites tiers. Lorsque vous utilisez ces documents portant le logo OPPBTP, nous vous invitons à vérifier qu’ils constituent la dernière version à jour, l’OPPBTP n’étant pas responsable de l’utilisation qui peut être faite de documents obsolètes.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l’OPPBTP est illicite. Il en est de même pour la traduction, l’adaptation ou la transformation, l’arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122 du Code de la propriété intellectuelle). Cette représentation ou reproduction par quelque procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

© OPPBTP 2025
Réalisation : Soft Office
Crédits photos : OPPBTP

Les professionnels de la peinture sont particulièrement exposés aux risques de troubles musculosquelettiques (TMS), notamment par les tâches répétitives qu'ils réalisent en plafond ou en partie haute des murs. C'est pourquoi ils se sont mobilisés pour contribuer à cette étude visant à diminuer les sollicitations physiques sur les chantiers. Des équipements d'assistance physique, utilisés pour la réalisation des opérations d'enduisage, de ponçage et d'application de peinture ont ainsi été expérimentés sur le terrain : ponceuse girafe avec ou sans dépression, rouleau avec perche, pistolet de pulvérisation de type airless, exosquelette passif d'assistance aux épaules, pour les travaux « bras en hauteur », avec soutien cervical et exosquelette passif de soutien cervical dynamique. Leurs bénéfices sont détaillés dans le rapport d'étude, par équipement testé, pour chacune des situations de travail ciblées. Selon les cas, ils diminuent la durée d'exposition et les amplitudes posturales, ou réduisent les efforts, ou cumulent ces axes d'amélioration. Les limites d'usage identifiées, ainsi que les conditions d'une bonne acceptation par les utilisateurs sur chantiers, sont également abordées. Le rapport évoque enfin la nécessité de poursuivre l'analyse de ces équipements d'assistance physique, en impliquant les fabricants, notamment en vue de les améliorer. Sans oublier que la formation des utilisateurs et l'organisation du travail sont des axes essentiels pour agir, de façon bénéfique, sur les conditions de travail.

OPPBTP
Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics

**Retrouvez toutes les publications sur preventionbtp.fr**

SCANNER pour en savoir+

Réf. : F4 G 06 25 – ISBN : 978-2-7354-0565-7 – 1re édition : juillet 2025 – Dépôt légal : juillet 2025.