



# MISE EN ŒUVRE DE CARREAUX DE GRANDS FORMATS

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



## Remerciements

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

- les Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB, 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), pour avoir facilité la sélection des entreprises participantes et le bon déroulement des expérimentations ;
- les entreprises qui nous ont accueillis et ont participé aux expérimentations ;
- les trois fabricants de matériels adaptés à la pose de carreaux de grands formats, Probst, Raimondi et Robotile ;
- les clients qui nous ont reçus, M. et Mme Clément à Bouchemaine (49), M. et Mme Lenormand à Mazé (49), M. et Mme Lesly-Veillard à Labarthe sur Lèze (31) ;
- l'architecte Mme Clémentine Amalric à Toulouse (31) ;
- et pour la fourniture de matériaux, la Matériauthèque de Catherine, Gigacer, Mapei et Fila.



## 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](http://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.

# MISE EN ŒUVRE DE CARREAUX DE GRANDS FORMATS

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







## PRÉFACE

Le carreleur, comme le peintre ou le tapissier, est l'artisan incontournable de l'acte d'architecture et de décoration. Avant son intervention, c'est encore le chantier, après c'est un projet qui prend vraiment forme, qui suscite l'admiration du client et du passant.

L'évolution des attentes des clients et des architectes, permise par des techniques et matériaux nouveaux, a profondément modifié le métier de carreleur ces dernières années. Il y a eu d'abord l'apparition de matériels spécifiques au milieu des années 80, améliorant la pose de carrelage sur mortier de pose, dite « pose scellée », tout en passant du format 5 x 5 cm / 10 x 10 cm à 20 x 20 cm / 30 x 30 cm.

L'arrivée du format 40 x 40 cm puis 60 x 60 cm dans les années 90, a demandé une adaptation du travail et des matériels, en parallèle de la progression de la pose collée.

Aujourd'hui, des nouveaux formats 120 x 120 cm pour le sol et 120 x 300 cm en mur, modifient le métier de carreleur, engendrant des gestes de marbrier et, compte tenu de l'épaisseur de 5 à 8 mm des carreaux, la nécessité d'adapter le matériel pour la pose.

Cette étude a pour but de montrer les problématiques particulières à la pose des grands formats afin que chaque partie concernée, carreleurs, fabricants de carrelage et de matériels, puisse s'en saisir et contribuer aux adaptations nécessaires.

Une dynamique collective est désormais engagée, qu'il nous appartient de soutenir et de faire vivre, avec des résultats concrets, pour permettre ainsi au métier de carreleur de continuer à évoluer et perdurer, conjuguant la meilleure qualité de finition et d'esthétique avec le confort et la sécurité au travail.

**Thierry Toffoli**  
**Président des Métiers de la Maçonnerie**  
**et du Carrelage de la CAPEB**

**Paul Duphil**  
**Secrétaire Général de l'OPPBT**

## AVANT-PROPOS

Les dimensions des carreaux mis en œuvre aussi bien en revêtement de sols, qu'en revêtement mural, augmentent progressivement depuis plusieurs années. Les producteurs de carreaux ont la capacité à produire des carreaux de grande taille et les donneurs d'ordre y trouvent leur intérêt au travers de délais réduits et de nouvelles tendances de décoration qui requièrent moins de joints.

La part de marché des carreaux grand format (supérieurs à 60 cm x 60 cm) est en augmentation constante ces dernières années.

Les entreprises du bâtiment mettant en œuvre du carrelage sont confrontées de plus en plus couramment aux problématiques liées à la mise en œuvre de carreaux de grandes dimensions (format supérieur à 60 cm x 60 cm). En particulier du fait de leur encombrement et de leur poids, ces nouveaux formats sont à l'origine de contraintes, notamment physiques, lors des manipulations et de nouvelles exigences pour tenir le niveau de qualité souhaité.

Pour les entreprises artisanales, et les artisans travaillant souvent seuls, la majeure partie des réalisations avec des carreaux de grand format concernent les travaux de rénovation (source Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB).

Cette situation a un impact significatif sur les capacités physiques des carreurs, tant en phase de manutention des colisages pour approvisionner le lieu de la mise en œuvre que dans la pose des carreaux. Elle se traduit à la longue par des incapacités à mettre en œuvre les carreaux de grande taille.

Ces constats ont fait émerger le besoin de caractériser les difficultés rencontrées par les professionnels carreurs et de trouver des solutions permettant de répondre aux demandes du marché tout en facilitant la mise en œuvre, en améliorant les conditions de travail des carreurs et en garantissant la qualité du résultat final.

Les Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB (Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment) et l'IRIS-ST (L'Institut de Recherche et d'Innovation sur la Santé et la Sécurité au Travail) ont ainsi sollicité l'OPPBT (Organisme Professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux Publics) pour mener en partenariat la présente étude, qui s'est déroulée sur 4 ans, de 2018 à 2022.

Cette étude s'est intéressée à la pose de carreaux de grandes dimensions au sol, représentant environ la moitié du marché des grands formats, l'autre concernant la pose murale.

Trois fabricants de matériels adaptés à la pose de carreaux de grands formats se sont associés aux travaux présentés dans cet ouvrage. Cette large association d'acteurs démontre la volonté de toute la chaîne de construction d'apporter des solutions performantes, respectueuses des compagnons et de leurs conditions de travail, et facilitant l'acte professionnel, la qualité et la rapidité de pose.

Parce que prévention et performance sont indissociables.

# SOMMAIRE



---

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	6
<hr/>	
1. OBJECTIFS	7
<hr/>	
2. RAPPEL DE LA PREMIÈRE PHASE	8
2.1 Méthodologie suivie	8
2.2 Observations de chantiers et constats	8
2.3 Recherche d'équipements et restitution	15
2.4 Perspectives	18
<hr/>	
3. DEUXIÈME PHASE	19
3.1 Méthodologie	19
3.2 Partenariats avec les industriels – sélection d'équipements existants	19
3.3 Expérimentations de terrain et évaluation des équipements existants	26
<hr/>	
4. RÉSULTATS ET RESTITUTION	39
4.1 Évolution des équipements expérimentés	39
4.2 Communication	42
<hr/>	
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	43
<hr/>	
Pour aller plus loin	46
Annexes	47

## Synthèse de l'étude

L'étude porte sur les conditions de mise en œuvre de carreaux de grands formats, correspondant à des dimensions supérieures à 60 cm x 60 cm.

Elle s'est déroulée en deux phases et a permis :

- le recensement des principales caractéristiques des chantiers et des matériaux concernés et des matériels utilisés plus particulièrement à ce jour sur les chantiers ;
- l'identification des contraintes particulières engendrées par les grands formats, qui viennent s'ajouter aux contraintes existantes dans la mise en œuvre de carrelage en revêtement de sols ou de murs ; chaque phase du chantier et tâche et sous-tâche a pu être ainsi caractérisée ;
- l'identification d'équipements d'aide à la manutention et/ou d'aide à la pose susceptibles d'améliorer les conditions de mise en œuvre ;
- l'expérimentation sur le terrain de ces équipements par des professionnels en vue de déterminer leur adéquation aux besoins, de valoriser leurs points forts et d'analyser leurs limites pour définir des pistes d'amélioration.



▲ Photo 1 - Chantier 5 - Encollage du carreau



Un partage de ces retours a été réalisé avec les équipementiers concernés pour initier leur réflexion. Ceux-ci se sont lancés dans un travail d'analyse de la faisabilité vis-à-vis des axes d'amélioration envisagés et de définition des évolutions qu'ils seraient susceptibles d'apporter à leurs matériels.

Certaines modifications ont déjà abouti et d'autres restent en cours.

L'étude a également démontré l'importance de disposer sur les chantiers de matériels adaptés aux produits mis en œuvre et notamment à leurs dimensions. Elle contribue à faire connaître l'existence d'équipements adaptés aux grands formats de carreaux, développés par les industriels. Même si ces équipements peuvent encore évoluer pour mieux répondre aux besoins, le recours à ce type de matériels apporte, en diminuant les contraintes liées notamment aux manutentions et manipulations des carreaux, une réelle amélioration des conditions de travail.

Ses enseignements ont contribué à l'intégration de nouvelles dispositions de prévention dans des Cahiers de Prescriptions Techniques sur la pose de carreaux de grandes dimensions<sup>1</sup>.

Elle met également en évidence que ces équipements adaptés concernent principalement les phases de pose des carreaux et peu la phase d'approvisionnement. Cet axe de travail, qui concerne plus généralement tous les métiers du second-œuvre, reste à approfondir.

## 1. Objectifs

L'étude a été menée avec l'ambition d'améliorer, pour les intervenants sur chantier, les conditions de mise en œuvre des carreaux de grandes dimensions.

À cette fin, elle s'est déroulée en deux phases en poursuivant les objectifs suivants :

### Première phase

- Illustrer les difficultés particulières engendrées par les carreaux de grandes dimensions (format supérieur à 60 cm x 60 cm), tant lors de la manutention des colisages, des carreaux à l'unité, que lors de leur préparation et de leur pose. Produire ainsi des connaissances sur l'activité et les conditions de travail des carreleurs affectés à la mise en œuvre des carrelages de grandes dimensions ;
- Accompagner les carreleurs dans la recherche d'équipements de travail qui pourraient réduire les sollicitations, tout en garantissant la qualité et l'efficacité de la mise en œuvre et la conservation du geste professionnel ;
- Partager les résultats avec les instances représentatives des producteurs de carrelage et celles représentant les donneurs d'ordre en vue de faire prendre conscience des enjeux que représente leur mise en œuvre.

<sup>1</sup> CPT 3526 « Pose collée de revêtements céramiques – pierres naturelles – en travaux neufs dans les locaux P4 et P4S » et CPT 3530 « Pose collée de revêtements céramiques – pierres naturelles – en rénovation de sols intérieurs dans les locaux P4 et P4S »

## Deuxième phase

- Proposer des solutions techniques, voire organisationnelles et humaines, co-construites avec les professionnels et validées sur le terrain ;
- Réduire l'exposition aux différents facteurs de risques identifiés lors de la première phase en mettant à disposition des ressources pour s'en préserver ;
- Améliorer les conditions de travail des professionnels carreleurs.

## 2. Rappel de la première phase

### 2.1 Méthodologie suivie

La première phase de l'étude s'est décomposée en différentes étapes, décrites dans les paragraphes suivants.

- Etude de terrain avec recueil de données sur l'activité réelle sur plusieurs chantiers de rénovation : observations du travail et entretiens avec les opérateurs puis analyse systématique des données d'observations visuelles et d'échanges avec les entreprises, des photographies et des vidéos réalisées (traitées pour analyse à l'aide du logiciel CAPTIV-TEA), afin de caractériser les contraintes et d'identifier les risques engendrés par les grands formats de carreaux sur les différentes phases de travaux ;
- Recherche d'équipements de travail adaptés en vue de réduire les contraintes : cette recherche a été axée sur les différentes solutions d'équipements, de type machines de pose ou dispositifs d'assistance physique, de nature à faciliter la mise en œuvre des carreaux ;
- Synthèse et restitution : les enseignements issus de cette première phase ont été présentés aux Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB et à l'IRIS-ST, puis plus largement aux Journées Professionnelles de la Construction de 2019.

### 2.2 Observations de chantiers et constats

Deux chantiers ont fait l'objet d'observations en 2018 et 2019.

#### 2.2.1 Chantier 1 – logement collectif en étage

**Le chantier se déroule dans un immeuble ancien en rénovation, dans un logement situé en étage et une pièce d'environ 30 m<sup>2</sup>.**

**Les observations concernent l'approvisionnement et la pose de carreaux de 60 cm x 60 cm, d'une masse unitaire de 7,5 kg.**

Lors des observations, la pose est réalisée au sol, dans une pièce de séjour (≈ 30 m<sup>2</sup>), en simple encollage.



Les carreaux sont conditionnés par colis de trois (23 kg / colis).

Les problématiques liées à la manutention des éléments de carrelage sont mises en évidence dès la phase d'approvisionnement (colis de carreaux, sacs de colle, outils), réalisée manuellement par l'escalier collectif en colimaçon.



▲ Photos 2 - Chantier 1 - Vue bâtiment



▲ Chantier 1 - Accès



▲ Chantier 1 - Surface des travaux

Le format des carreaux peut impacter la masse des colis mais détermine surtout leur encombrement. À masse égale, pour toute charge manutentionnée manuellement, la sollicitation physique augmente avec l'encombrement de la charge (prises / déposes, déplacements avec charges, manipulations, etc.).

Lors de l'encollage, l'amplitude des mouvements et des postures de travail, majoritairement à genoux / dos courbé, est également déterminée par la dimension des carreaux.



▲ Photos 3 -Chantier 1 - Séquence pose carreaux

Le réglage de chaque carreau (et le positionnement des cales) nécessite une attention particulière par rapport aux formats plus traditionnels, cette phase nécessite également des postures d'autant plus sollicitantes que le carreau est de grandes dimensions.



▲ Photo 4 - Chantier 1 – Ajustement carreau

## 2.2.2 Chantier 2 – local en rez-de-chaussée

Le chantier se déroule dans un bâtiment ancien de type maison individuelle de plain-pied, en rénovation, d'une surface en rez-de-chaussée d'environ 110 m<sup>2</sup>.



▲ Photos 5 - Chantier 2 - Espace principal après achèvement des travaux

Les observations concernent l'approvisionnement et la pose collée, en double encollage, de carreaux en deux formats : 150 cm x 75 cm x 1 cm (masse unitaire 26,8 kg) et 150 cm x 37 cm x 1 cm (masse unitaire 13,4 kg).

Entre le stock intermédiaire et le poste de préparation, les carreaux sont déplacés, dans leur conditionnement, à l'aide d'un chariot à panneaux.

Les colis pèsent 27 kg, les carreaux de 150 cm x 75 cm sont en conditionnement unitaire, les demi-formats de 150 cm x 37 cm sont colisés par deux.



▲ Photo 6 - Chantier 2  
Chariot d'approvisionnement

Les carreaux sont manipulés à l'unité au poste de préparation avant encollage ou découpe. Chaque manipulation est source d'efforts et/ou de mouvements rendus sollicitants par la dimension et le poids des carreaux ; elle est également situation à risque pour l'intégrité du carreau.



▲ Photos 7 - Chantier 2 – Séquence approvisionnement poste de préparation et encollage



Les manipulations des plus grands carreaux nécessitent souvent d'être **effectuées à deux**, en particulier une fois qu'ils sont encollés et/ou qu'une découpe a été effectuée (fragilisant le carreau et ajoutant de la valeur au carreau par le temps passé à la découpe) ; cette situation est plus compliquée à gérer et plus risquée pour les artisans habitués à travailler seuls.



▲ Photos 8 -Chantier 2 – Séquence manutention à deux après encollage

Les **découpes** des grands formats sont source de **contraintes de diverses natures**. Elles nécessitent des **manipulations** pour positionner le carreau et l'insérer dans la carrelette (selon modèle d'équipement utilisé), des **mouvements** de grandes amplitudes et une **pression psychologique** (« stress ») en lien avec la précision plus difficile à tenir avec une grande dimension et au coût de la casse compte tenu du prix élevé du carreau. En effet, pour maintenir des masses unitaires acceptables, l'épaisseur des carreaux, pour les usages courants, n'augmente pas dans les mêmes proportions que leur superficie (voire diminue), amplifiant ainsi la fragilité des éléments. Pour les lieux exposés à des contraintes particulières (poids, chocs, ...) ou à des passages fréquents de piétons ou de machines (surfaces commerciales par exemple), l'épaisseur des carreaux reste significative. Les risques de casse sont alors moins importants mais les masses unitaires sont élevées.

Par ailleurs, compte tenu des dimensions de chaque carreau, le **nombre de découpes par carreau** est plus important ainsi que l'impact d'une erreur et le risque de casse.



▲ Photos 9 - Chantier 2 – Découpes

À l'**encollage du sol**, la surface encollée est déterminée par la surface du carreau. Les mouvements nécessaires à cette étape sont donc déterminés par la taille du carreau à poser. Même si l'encollage se fait du plus loin vers le plus près, plus le carreau est grand, plus l'amplitude des gestes est grande ne serait-ce qu'à la finition. Sur les grandes surfaces, l'utilisation d'un peigne « tire-colle » trouve son intérêt.

La pose du carreau encollé, sans dispositif d'assistance, nécessite également d'être **réalisée à deux opérateurs, coordonnés et synchronisés** dans leurs mouvements, pour positionner le carreau. Les dimensions du carreau déterminent la posture prise par les opérateurs (porte-à-faux).



▲ Photos 10 - Chantier 2 – Séquence pose du carreau

Les **ajustements et réglages du carreau** collé peuvent se faire seul. Ils nécessitent cependant un savoir-faire expert et, potentiellement selon la qualité du sol, de nombreuses actions et corrections. Ils se font à la main ou au marteau de carreleur, ou encore en s'aidant de ventouses, pour faciliter la prise manuelle pour les corrections, voire pour détacher le carreau du sol avant séchage de la colle (cf. photo ci-dessous).



▲ Photos 11 – Chantier 2 – Ajustements / réglages

Les **exigences en termes de qualité** de la pose sont plus importantes avec les grands formats en raison de **marges de manœuvre plus restreintes** sur la largeur des joints pour un éventuel rattrapage et d'une plus grande visibilité des défauts de planéité par le non-professionnel. Ces contraintes réduisent le niveau



de tolérance des imperfections, en particulier liées à la préparation du sol et/ou à la pose.

Dans le cas où une **reprise** du collage est nécessaire (correction de la planéité, défaut de répartition, recharge en colle, etc.), le décollage du carreau est plus risqué pour l'intégrité du carreau et plus sollicitant pour le compagnon compte tenu de la surface à décoller.

### 2.2.3 Constats et synthèse

La masse et les dimensions des carreaux sont donc les facteurs principaux qui déterminent les conditions de mise en œuvre. L'augmentation des formats implique des charges manutentionnées manuellement plus grandes, dans des postures impliquant des amplitudes de mouvements plus importantes. En phase d'approvisionnement, comme en phase de pose ou d'ajustement et réglage, les tâches réalisées engendrent systématiquement la fourniture d'efforts proportionnels à la taille des carreaux. En phase de pose, les postures sont majoritairement à genoux / dos courbé.

Plus précisément, l'activité a été décomposée en tâches et sous-tâches avec les postures et les contraintes associées :

MISE EN ŒUVRE DE CARREAUX PLEIN FORMAT		MISE EN ŒUVRE DE CARREAUX AVEC DÉCOUPES	
Tâches / sous-tâches	Postures et contraintes associées	Tâches / sous-tâches supplémentaires	Postures et contraintes associées
Manutention du stock à la table d'encollage	<b>Flexion tronc* + Efforts + Préhension</b>	Prise des cotes	<b>Accroupi + flexion</b>
Encollage du sol	<b>Accroupi / à genoux + flexion tronc + rotation</b>	<b>Découpe à la meuleuse</b>	
Encollage du carreau	<b>Debout + efforts membres supérieurs</b>	Manutention du stock au poste de découpe	<b>Flexion + efforts + préhension</b>
Manutention du carreau encollé	<b>Flexion + efforts + préhension</b>	Découpe	<b>Debout + flexion</b>
Pose du carreau	<b>Flexion + rotation + efforts + préhension + synchronisation des 2 opérateurs</b>	Manutention du poste de découpe à la table d'encollage	<b>Debout + préhension + efforts</b>
Réglage carreau	<b>Accroupi ou debout en flexion</b>	<b>Découpe au coupe-carreau</b>	
Lavage carreau (enlèvement mortier)	<b>Accroupi + flexion</b>	Manutention du stock au poste de découpe	<b>Flexion + efforts + préhension + accroupi</b>
		Découpe	<b>Accroupi (précision) + flexion</b>
		Manutention du poste de découpe à la table d'encollage	<b>Accroupi + flexion + efforts + préhension</b>

\* La flexion du tronc est majorée si le stockage est horizontal, et d'autant plus grande que la hauteur de prise est faible

▲ Schéma 1 - Décomposition des tâches et postures / contraintes associées

La mise en œuvre de carreaux de grandes dimensions implique des postures contraignantes et des efforts à tous les stades de la pose. Avec découpes, certaines tâches sont répétées et les difficultés sont ainsi démultipliées.

Les postures contraignantes les plus fréquentes sont :

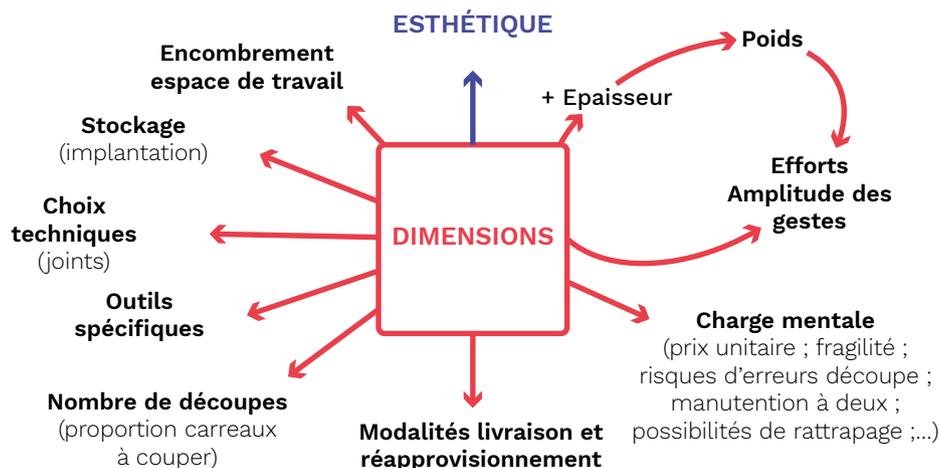
- la position accroupie, genoux au sol par rapport à la position debout (respectivement 2/3 et 1/3 du temps de travail sur une observation de 3 h 45), avec des alternances fréquentes (75 % des positions tenues le sont moins de 3 minutes) et des séquences longues (jusqu'à 10 minutes consécutives à genoux au sol) ;
- les postures en flexion du tronc, majoritaires par rapport aux postures « dos droit » (51 % du temps passé le tronc en flexion supérieure à 45°, sur une observation de 70 minutes).

Les phases de manutention et de pose impliquent des efforts significatifs, qui doivent être réalisés dans ces postures contraintes.

### **Synthèse**

1. La tendance à l'augmentation des formats de carrelages répond à un enjeu esthétique. Un effet fonctionnel est parfois attendu par surcroît, en particulier dans les surfaces de type industriel, en réponse à des enjeux d'hygiène, de bruit (roues des chariots) et de maintenance du fait de la réduction des joints.
2. Les observations et analyses de l'activité ont permis de déterminer que la mise en œuvre de carreaux de grand format engendre des sollicitations, déterminées par les caractéristiques des carreaux, à tous les stades :
  - lors de l'approvisionnement : manutentions, poids, encombrement ;
  - lors des découpes, avec un nombre de carreaux concernés plus important ;
  - dans la mise en œuvre : manutentions, postures, efforts, synchronisation entre les opérateurs ;
  - sur le besoin amplifié de précision d'alignement et de qualité de pose : les reprises et rattrapages sont plus compliqués à réaliser, les défauts de planéité sont visibles instantanément par le non professionnel.

Le format des carreaux a donc des impacts tout au long du chantier, sur différents critères, qu'ils soient de l'ordre des sollicitations physiques (charges, efforts, postures), comme de l'ordre des exigences techniques (approvisionnement, déplacements, mise en œuvre, encombrement, etc.), résumés avec le schéma ci-dessous.



▲ Schéma 2- Synthèse des impacts potentiels des grands formats sur les conditions de réalisation du travail

## 2.3 Recherche d'équipements et restitution

La recherche d'équipements, qui a suivi les observations de chantiers, a été orientée vers des matériels susceptibles de diminuer les postures sous contraintes physiques et les efforts à fournir.

Les équipements identifiés à ce stade ont pu être classés en deux catégories :

- les équipements d'assistance à la manutention et à la pose des carreaux ; certains sont adaptés à la pose de carrelages mais nécessiteraient des évolutions, d'autres sont utilisés pour d'autres applications et devraient également être adaptés ; ils sont répertoriés au chapitre 2.3.1 ;
- les robots d'encollage et de pose des carreaux ; ces équipements sont a priori à destination de grandes surfaces de pose et d'investissement conséquent ; ils sont répertoriés au chapitre 2.3.2.

Lors de la deuxième phase de l'étude, une sélection, parmi ces équipements et de nouveaux matériels identifiés, a été opérée par les professionnels pour faire l'objet d'expérimentations de terrain (cf chapitre 3.3).

## 2.3.1 Assistance à la manutention et la pose de carreaux



- **Équipements existants adaptés aux carreleurs**
- Outils pour carreleurs Raimondi gamme spéciale grands formats

Dispositif d'Assistance Physique (DAP) « Zéro-Gravité »

Bras manipulateur



- **Équipements existant pour d'autres usages**
- À adapter pour l'encollage et la pose des carreaux
- Desserte et DAP Azairis

Visuels issus des documentations fabricants



- **Équipement existant adapté aux carreleurs**
- Machine de pose Fliegman-M FXM-30 - Probst



- **Équipement existant pour d'autres métiers**
- À adapter pour l'encollage, la manutention et la pose des carreaux encollés
- Mobitech 35 mini-grue à ventouses - Axitec



- En 2020, **équipement existant adapté aux carreleurs**, au stade de prototype
- Facilite la pose des carreaux Carlita Machine de pose de carreaux grand format - Robotile



- **Équipement existant adapté aux carreleurs**
- Main de vide Fliegman-Handy FXH 25 – Probst



- **Équipement existant adapté aux carreleurs**
- Machine de pose de dalles à aspiration FXES 25 - Probst

*Visuels issus des documentations fabricants*

### 2.3.2 Robots d'encollage et de pose des carreaux



- Robot pour pose de carrelage de sols industriels Si2Y



- Robot pour pose de carrelage de sols industriels Chantonnay



- Robot pour pose de carrelage de sols industriels Donga

*Visuels issus des documentations fabricants*

## 2.4 Perspectives

La multiplicité des équipements adaptés ou pouvant évoluer pour répondre aux besoins des carreleurs, pour la mise en œuvre de carreaux grand format, a conduit les Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB, l'IRIS-ST et l'OPPBTP à réunir, lors d'une réunion qui s'est tenue le 20 février 2020, différents acteurs concernés, tels que :

- des équipementiers : Axitec, Azairis, Bellota, Probst, Robotile, Ysibot ;
- des représentants du CCCA-BTP, pour les aspects formation ;
- des représentants du bureau d'études Moten Technologies, spécialisé en ergonomie ;
- des représentants d'entreprises de pose de carrelage.

Les échanges qui ont eu lieu ont fait émerger la nécessité d'approfondir la première phase d'étude et l'intérêt collectif d'orienter les travaux engagés vers la recherche de solutions techniques, voire organisationnelles et humaines, co-construites avec les professionnels et validées sur le terrain.



## 3. Deuxième phase

### 3.1 Méthodologie

Afin de cerner les principales difficultés rencontrées sur chantier, un recensement a été réalisé auprès des entreprises en matière de :

- configurations de chantier et contraintes de site, répertoriées en annexe 1 ;
- matériaux mis en œuvre répertoriés en annexe 1 ;
- matériels actuellement utilisés répertoriés en annexe 1.

Les informations, une fois compilées, ont participé à la définition, en relation avec les équipementiers, des besoins en matière d'évolution d'équipements.

Trois équipementiers se sont associés à l'étude et une sélection de matériels a été réalisée, dans leurs catalogues de produits, en tenant compte :

- des équipements pré-identifiés lors de la première phase ;
- des informations de caractérisation collectées sur les chantiers ;
- des caractéristiques mentionnées sur les fiches techniques.

Cet échantillonnage de matériels a fait l'objet de tests d'évaluation sur des chantiers d'entreprises volontaires, suivis d'une analyse ayant conduit à l'identification, pour chaque matériel, des points forts, des limites par rapport à la mise en œuvre de carreaux de grand format et de propositions d'évolutions en vue d'améliorer leurs fonctionnalités par rapport à cette utilisation (cf. chapitre 3.3).

Les équipementiers se sont saisis de ces résultats et certains ont apporté des modifications à leurs matériels.

Le détail de ces étapes est décrit dans les paragraphes suivants.

### 3.2 Partenariats avec les industriels – sélection d'équipements existants

Les recensements réalisés en matière de caractéristiques de chantiers, de matériaux et matériels ont permis d'identifier dans le catalogue des équipementiers des matériels susceptibles d'alléger la charge physique pour les carreleurs. En s'appuyant sur l'expérience de carreleurs, la liste des matériels intéressants a pu être affinée, ce qui a conduit à la sélection décrite, pour les principales caractéristiques, dans les chapitres 3.2.1 à 3.2.3.

### 3.2.1 Robotile

#### Machine de pose de carrelage Carlita



Visuel issu des documentations fabricants



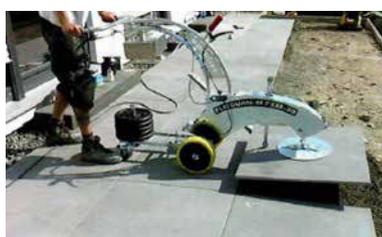
▲ Photo 12 – Chantier 4  
Machine Carlita

- Masse à vide montée : 135 kg
- Démontable en 7 à 8 éléments de 13 à 25 kg
- Capacité de chargement max (statique) : 250 kg (environ 10 m<sup>2</sup> en épaisseur de 10 mm)
- Capacité de levage max (capacité de pose) : 30 kg (contrepoids : jerrycan de 30 l avec amortisseur)
- Capacité de traction : environ 95 kg (23,74 kg par ventouse)
- Accessoire de levage à 4 ventouses indépendantes + manomètre + 2 arceaux
- Formats des carreaux : multiformats, de 1 à 4 éléments
- Repère de surcharge sur plateau
- Socle avec batterie + pompe, monté sur roulettes (diamètre 10-12 cm, orientables, avec freins) et palettisable
- Mât orientable sur quelques degrés
- Éclairage intégré
- Encombrement montée et déployée : hauteur 2,30 m, longueur 2,40 m, largeur 0,94 m
- Possibilité de pose à une personne
- Kit pour mise à la verticale pour réaliser le double encollage
- Fonctionne sur batterie ou secteur

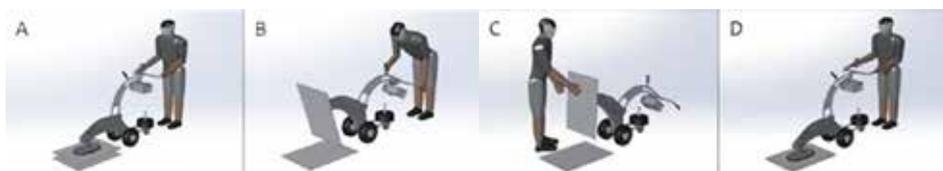


### 3.2.2 Probst

#### Machine de pose Flieguan-M-FXM-30 - Probst



- Masse propre sans contrepoids : 41 kg
- Contrepoids : 5 x 10 kg (disques en fonte)
- Charge admissible : 30 kg
- Possibilité de blocage pour éviter un déplacement involontaire
- Roues libres à bandage caoutchouc
- Pompe à vide à batterie / témoin de niveau de charge de la batterie
- Manomètre et affichage de la force de maintien
- Possibilité de lever le carreau à la verticale pour l'encollage
- Déplacement du carreau en position horizontale
- Dépôt du carreau en actionnant le dispositif de détachement ou en éteignant la pompe à vide



Visuels issus des documentations fabricant

## Ventouse Fliegman-Accu-Handy FXAH-120-Grabo-Greenline



- Ventouse à vide électrique ; sur batterie
- Joint caoutchouc, mousse et filtre
- Capacité de chargement de 120 kg à l'horizontale et 60 kg à la verticale
- Vendue en housse souple ou mallette (avec angle de transport)
- Pédale de commande pour libération du carreau
- Dotée d'un manomètre affichant la dépression
- Masse : 1,5 kg



### ■ 2 accessoires adaptables sur la ventouse :



#### FXAH-120-Solo-Set

Poignée de transport avec adaptateur pour une personne.



#### FXAH-120-Duo-Set

Poignée de transport avec adaptateur pour deux personnes.  
Mât ajustable en hauteur (3 positions), sur double poignée barre horizontale réglable en longueur.

*Visuels issus des documentations fabricant*



### Machine de pose de dalles à aspiration Fliegman-Ergo-stick - FXES-25



- Masse propre sans contreponds : 18 kg
- Charge admissible : 25 kg
- Ventouse fonctionnant par le vide généré au moyen du raccordement à un aspirateur air / liquide en fonctionnement continu
- Manche (5) et porte-à-faux (8) ajustables en longueur ; poignée (3) réglable en hauteur



Visuels issus des documentations fabricant

### 3.2.3 Raimondi

#### Ventouse RV175



- Ventouse à pompe à manomètre de diamètre 175 mm
- Convient pour matériaux non poreux
- Charge maximale de 130 kg à l'horizontale et 60 kg à la verticale
- Livrée dans une mallette
- Pompage manuel pour faire le vide
- Manomètre de contrôle de la préhension
- Gomme facilement remplaçable

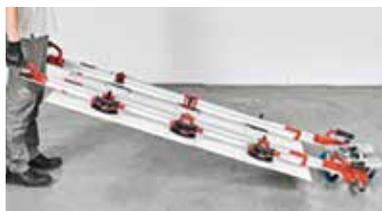
#### ■ 2 accessoires adaptables pour ventouses RV175

##### Easy Move 150



- Cadre de manutention de carrelages de grands formats composé de :
  - deux profils aluminium de longueur fixe
  - un ensemble de 2 x 2 ventouses RV175 (ou davantage selon dimensions du carreau), positionnées en ligne
  - 4 poignées coulissantes en caoutchouc antidérapant
- Masse : 10,4 kg

##### Chariot Only One



- Accessoire conçu pour la manutention, l'encollage et la pose de carreaux grands formats
- Se monte directement sur Easy Move 150
- Composé d'un chariot avec 4 roues pivotantes (espacement des roues réglable en fonction de la taille des carreaux) et de deux poignées équipées d'un système d'attaches rapides et de patins en caoutchouc antidérapant
- Destiné à la pose de carreaux d'une épaisseur de 3 à 20 mm, il permet le déplacement du carreau par un seul opérateur et la verticalisation du carreau contre un mur pour permettre un encollage en position verticale

Visuels issus des documentations fabricant



## Chariot Tyrrel



Visuels issus des documentations fabricant

- Chariot de manutention des grands carreaux en position verticale ; maniabilité sur 360°
- Quatre roues orientables et deux roues centrales fixes
- Accepte les sols non parfaitement plans (petits dénivelés, petites dénivellations de quelques cm)
- Capacité de charge 210 kg ; masse 8,6 kg
- Largeur insert : 4 cm / longueur : 70 cm
- Support de protection en bois
- Poignées intégrées au chariot pour faciliter son transport

## Machine de découpe Raizor



Visuels issus des documentations fabricant

- Composée :
  - de deux guides connectables d'une longueur de coupe de 160 cm chacun, avec ventouse les empêchant de bouger lors de la mesure de la coupe
  - d'une unité de coupe en aluminium avec molette en carbure, d'un essieu sur roulement et d'une pince SNAP pour la séparation des carreaux
- Épaisseurs de carreaux de 3 à 12 mm ; pour les carreaux d'épaisseur supérieure à 6 mm, utiliser une pince de séparation « forte épaisseur »
- Ventouses de guide pivotant à 180°
- Masse : 9 kg ; facile à transporter
- Vendue avec housse de transport

## 3.3 Expérimentations de terrain et évaluation des équipements existants

Des expérimentations sur chantiers ont été réalisées pour chaque équipement (un à deux chantiers par équipementier). Les équipements ont été utilisés, selon le cas, pour l'approvisionnement de la zone de pose, pour l'encollage des carreaux, pour la pose des carreaux, en conditions réelles de travaux.

Des observations de l'activité et des entretiens avec les utilisateurs ont complété ces tests.

L'analyse des retours d'expérience des opérateurs testeurs et des constats des observations a permis de valoriser les points forts des matériels, d'exprimer des pistes d'amélioration et ainsi d'établir des comptes rendus d'expérimentations remis aux fabricants concernés.

Les constats réalisés sont détaillés en annexe 2. Les points forts ainsi que les pistes d'amélioration identifiées sont précisés aux chapitres 3.3.1 à 3.3.3.

### 3.3.1 Équipements Probst

Les deux chantiers, du 18/02/2021 et du 02/06/2021 se déroulent à Angers et Toulouse dans des maisons individuelles en rénovation. Des carreaux de format 120 cm x 120 cm y sont mis en œuvre. Le 18/02, les carreaux utilisés ont une épaisseur de 7 mm correspondant à une masse unitaire de 28,5 kg ; le 02/06, les carreaux posés font 6 mm d'épaisseur, avec une masse unitaire de 25 kg.

#### ■ Expérimentations de la machine de pose de carreaux Fliegman FXM-30 sur les deux chantiers



▲ Photos 13 – Chantier 3 – Expérimentation Fliegman FXM-30 – Ventousage, encollage et pose

#### POINTS FORTS

- Autonomie batterie, avec indicateur de charge de la batterie
- Démontable en plusieurs éléments
- Niveau de bruit raisonnable (perçu, non mesuré) mais continu
- Simplicité de changement du joint mousse, mais changement fastidieux, qui nécessite d'être à deux (un opérateur pour l'extension du joint, un pour le positionnement sur la ventouse)



- Joint souple (mousse caoutchouc naturel) acceptant tout état de surface
- Manomètre et indicateur de force d'aspiration
- Ventousage du carreau en position horizontale ou verticale
- Possibilité de manutention à un seul opérateur
- Roues de grand diamètre, adaptées pour l'extérieur et au franchissement de marches d'accès

### PISTES D'AMÉLIORATION

Encombrement et maniabilité de la machine	<ul style="list-style-type: none"><li>• Des roues orientables, multidirectionnelles faciliteraient les déplacements (notamment pour ajustements fins).</li></ul>
Capacité de chargement de 30 kg maxi	<ul style="list-style-type: none"><li>• La capacité de chargement pourrait être augmentée pour permettre l'utilisation sur une variété de carreaux plus grande.</li></ul>
Joint de ventousage sensible au UV	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un dispositif permettant de protéger le joint pourrait être fourni pour augmenter sa longévité.</li></ul>
Opérations de ventousage	<ul style="list-style-type: none"><li>• Durée de ventousage (dépression) mesurée ponctuellement à 15 s pour obtenir un ventousage significatif. Elle pourrait être réduite.</li><li>• Des repères d'ajustement du positionnement de la ventouse sur le carreau pourraient permettre son équilibrage plus rapide et un basculement ajusté du carreau pour la pose.</li><li>• La notice de la machine pourrait être précisée sur les conditions de ventousage : épaisseur minimale du carreau afin d'éviter les casses, résistance minimale, nécessité de positionner le carreau à plat au sol, etc.</li><li>• Des plots de mousse sur le côté intérieur de la ventouse, répartis sur son plateau, pourraient éviter les déformations trop importantes du carreau en raison du vide créé.</li></ul>
Encollage du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• La position du carreau à l'encollage sur la machine pourrait être réhaussée pour éviter à l'opérateur une posture à genoux ou dos fléchi au moins pour la moitié basse du carreau.</li></ul>
Transport du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le déplacement du carreau pourrait être sécurisé s'il était tenu par plusieurs ventouses, équipées chacune d'un clapet anti-retour.</li></ul>
Positionnement du carreau au sol	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'ajustement fin à la pose du carreau pourrait être facilité pour permettre l'utilisation par un seul opérateur (la distance regard-carreau actuelle et le fait que le carreau à poser masque la zone de pose nécessitent plutôt d'être deux).</li></ul>

***Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreleurs, estiment que cet équipement a un réel intérêt mais pour des chantiers de grande superficie, aux espaces d'évolution dégagés.***

## ■ Expérimentations de la ventouse Flieguan - FXAH 120 - Grabo-Green et ses accessoires associés (poignées simple et double) – sur les deux chantiers



▲ Photos 14 – Chantier 3 – Expérimentation Flieguan Accu Handy FXAH-120 Grabo Green et accessoires – Déplacement et pose

### POINTS FORTS

- Simplicité, compacité du produit et polyvalence : un modèle de ventouse, utilisable seule en poignée « classique » et avec des accessoires de préhension de deux types, poignées de transport pour manutention à un (Solo) ou deux (Duo) opérateurs

#### Accessoires de préhension :

- Deux modèles de poignées de transport Solo et Duo permettant de déplacer un carreau, de taille adaptée, dans une position confortable en hauteur et le dos droit
- Sabot se fixant sur la ventouse et permettant de commander celle-ci sans avoir à se pencher au niveau du carreau
- Accessoires réglables en hauteur (3 positions)
- Poignée Duo réglable en longueur (écartement séparant les deux utilisateurs)
- Accessoires permettant la manipulation finale du carreau (mise en place) et le rattrapage (décollage) éventuel
- Pour la poignée Duo, forme de la partie où se posent les mains de l'utilisateur dessinée pour que la prise soit confortable (axe des poignées proches de l'axe des avant-bras) et pour réduire au maximum le porte-à-faux contraignant pour le dos (cf. photos)

#### Ventouse :

- Autonomie de la batterie : 2 à 3 heures - durée de charge : 1 h 45 ; voyant Led signalant le niveau de batterie
- Performance (simple chambre mais double joint) donnée pour une charge de 120 kg horizontale (arrachement) et 60 kg verticale (cisaillement) sur une surface peu poreuse ; elle permet le décollage d'un carreau pour le repositionner
- Durée de ventousage très courte
- Possibilité de ventousage de tous les états de surface de carreaux (d'une surface complètement polie à une surface avec aspérités/rugueuse) ; mais la charge maximale est en lien avec la porosité du support



- Facilité de changement des filtres
- Possibilité de réaliser de la pose verticale et horizontale avec les ventouses
- Possibilité de manutention d'un carreau avec la ventouse seule (sans accessoire complémentaire, comme poignée) par un opérateur dans une position plus confortable (si le poids et la taille du carreau le permettent) que sa manutention avec prise manuelle (bras en extension)
- Possibilité d'utiliser la sangle bandoulière pour reporter une partie de la charge sur l'épaule (non testé)
- Possibilité de manutentionner des charges différentes que des carreaux (plaques de plâtre, receveur de douche, électro-ménager, ...)



▲ Photos 15 – Chantier 3 – Encollage carreau au sol (support poignée simple ou double)

### PISTES D'AMÉLIORATION

Rangement et transport du dispositif	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un conditionnement dédié (ou 2 : ventouse + batterie / poignées métalliques), léger mais résistant (portabilité, stockage, protection chocs, poussières, UV, ...) pourrait être proposé.</li></ul>
Encollage du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• Double poignée : pour réaliser l'encollage horizontal en position debout, en appui sur la double poignée retournée, il serait nécessaire d'améliorer la stabilité de l'ensemble double poignée/ventouse/carreau, compromise par la présence des goupilles. Par exemple, la barre entre les poignées pourrait être cintrée afin que, le dispositif retourné au sol, les quatre poignées constituent les points les plus bas.</li><li>• Double poignée : un accessoire de prise pourrait faciliter le retournement du carreau, après son encollage en position horizontale.</li><li>• Simple et double poignées : un accessoire type table d'appui (table d'encollage) adaptée permettant le passage de la poignée pourrait compléter le système (ventouse + poignée).</li></ul>

Transport du carreau et pose / ajustement au sol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poignée double : des possibilités élargies d'extension du support, pour permettre un plus grand débord (éloignement des deux poignées l'une par rapport à l'autre), faciliteraient la pose : par exemple, un moyen permettant de rallonger davantage la barre horizontale, de manière différenciée de chaque côté pour permettre un écartement plus grand, et donc une plus grande souplesse à la pose compte-tenu des configurations très variables.</li> <li>• Poignée double : en périphérie des pièces à carreler ou dans leurs angles, l'encombrement de la double poignée et son usage opérateurs face à face, engendre des contraintes posturales pour au moins un des deux opérateurs. Une solution technique (pivot rotatif verrouillable) pourrait être envisagée pour faciliter la pose.</li> <li>• Poignée simple : un système d'articulation entre la ventouse et la poignée permettrait de limiter les contraintes dorso-lombaire (flexion du tronc) en fin de pose : par exemple, l'ajout d'un élément technique autorisant un angle (différent de l'angle actuel de 90 degrés) entre carreau et manche notamment à la pose du carreau (articulation verrouillable/déverrouillable en pied de mât, avec éventuellement un verrouillage commandé depuis la poignée).</li> </ul>
Pose murale de carreaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un support spécifique (bras zéro g, équilibreur de charge, ...) venant compléter la ventouse et permettant de reprendre la charge pourrait être développé pour faciliter l'ajustement du carreau lors de la pose.</li> </ul>

#### ■ Autre suggestion/usage

La ventouse associée à la poignée pourrait avoir une fonctionnalité supplémentaire et servir de « mini » batte vibrante au moment du collage en faisant vibrer et en facilitant l'écrasement du mortier colle, afin d'éviter de réaliser cette tâche à genoux : suppression de la phase de plaquage à genoux avec batte en bois.

Il faudrait pour remplir cet usage (de « mini » batte vibrante), soit un renforcement de la force de vibration de la ventouse, via un système à double vitesse, soit un accessoire supplémentaire de type batte électrique « légère ».

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreleurs, estiment que la ventouse et ses accessoires, poignées simple et double, constituent des équipements très maniables, intéressants pour l'amélioration des postures (notamment du dos) et la diminution des maux au niveau des doigts, notamment pour la prise des carreaux à la verticale, tout en conservant une bonne précision à la pose. Ils sont particulièrement adaptés pour les petites surfaces et permettent de répondre aux besoins d'une grande partie des chantiers de rénovation. La ventouse inspire confiance par son efficacité à maintenir le carreau et génère ainsi moins de stress, de tension.*



## ■ Expérimentation de la machine de pose Flieguan-Ergo-Stick-FXES-25 sur un chantier



▲ Photos 16 – Chantier 5 – Expérimentation Flieguan-Ergo-Stick FXES-25 – Ventousage

### POINTS FORTS

- Capacité de charge de 25 kg
- Raccordement à un aspirateur HP
- Vide obtenu rapidement (en 2 s, le temps de vider le tuyau d'aspiration)
- Longueur du manche ajustable
- Système simple et qui semble robuste, adapté à la vie des chantiers
- Double poignée permettant une bonne prise en main



▲ Photo 17 – Chantier 5 – Expérimentation Flieguan-Ergo-Stick FXES-25 – Déplacement et pose

## PISTES D'AMÉLIORATION

Ventousage	<ul style="list-style-type: none"><li>• La présence d'un support de carreau au-dessus des roulettes faciliterait le ventousage vertical.</li></ul>
Transport du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• La réduction de l'encombrement du manche avec sa double poignée, donc par exemple la diminution de la longueur du retour de manche (poignée) et l'assouplissement du tuyau flexible de l'aspiration permettraient de faciliter les mouvements.</li></ul>
Pose du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'augmentation de la longueur du bras de levier (d'au moins 25 cm) éviterait à la ventouse d'être désaxée par rapport au centre du carreau pour les carreaux de grandes dimensions, nécessitant la fourniture d'un contrepoids par l'opérateur au moment de la pose.</li><li>• Le principe de positionnement de la ventouse et de pose du carreau cache la vue pour ajuster la position du carreau et nécessite donc plusieurs opérateurs pour la bonne mise en place du carreau. Avec un bras de levier rallongé et moins de contrepoids à apporter, la pose par un seul opérateur pourrait être rendue faisable et serait à évaluer.</li></ul>

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreurs, estiment que le système semble plus adapté à la pose de dalles béton en extérieur sans encollage et nécessiterait de subir des adaptations pour réaliser une pose de carreaux de grandes dimensions en intérieur.*

### 3.3.2 Équipement Robotile

Le chantier du 28/04/2021, à Hennebont, concerne la rénovation d'une partie d'un hypermarché (1300 m<sup>2</sup> de surface). Des carreaux de format 100 cm x 100 cm x 13 mm y sont mis en œuvre, avec une masse unitaire de 30 kg.

#### ■ Expérimentation de la machine de pose de carreaux Carlita



▲ Photos 18 – Chantier 4 – Expérimentation Carlita – Encollage et pose



## POINTS FORTS

- Autonomie de la batterie largement suffisante pour une journée de travail
- Système optionnel pour réaliser l'encollage du carreau à la verticale en position debout
- Possibilité de charger la machine d'un stock tampon de carreaux (12 carreaux de 30 kg max, soit environ 360 kg de chargement), permettant de limiter les déplacements et les manutentions
- Manomètre et indicateur de force d'aspiration
- Postures améliorées par rapport à une pose manuelle, lors de la phase de positionnement du carreau au sol / effort limité au simple maniement de l'appareil
- Roues orientables facilitant le déplacement
- Vitesse de pose : 10 m<sup>2</sup>/heure par l'équipe en place n'utilisant la machine que depuis 5 jours. Pose de carreaux envisagée jusqu'à 60-100 m<sup>2</sup>/jour, en rythme régulier de pose après période d'appropriation et d'optimisation de l'utilisation de la machine
- Arceau supérieur de l'accessoire de levage autorisant l'appui lors de la mise en œuvre du carreau (cf photo 18)
- 4 ventouses avec valves anti-retours sécurisantes et performantes / ventousage quasi instantané
- Accessoire de levage suspendu (non rigide) et raccordé à un mât orientable permettant un large débattement pour le positionnement fin du carreau. Les possibilités de rotation du mât donnent une marge de manœuvre pour orienter le carreau (tout en restant dans le polygone de sustentation) et permettent de positionner la machine sans exiger une grande précision ni une obligation de perpendicularité par rapport à la ligne de carreaux à poser. Les déplacements de l'ensemble de la machine s'en voient limités et la liberté de mouvement pour le positionnement du carreau augmentée
- Commande de libération du carreau sur l'accessoire de levage doublée pour être accessible en position debout et à genoux et de manipulation facile du bout des doigts
- Possibilité de décoller le carreau pour réajustement ou recharge colle par exemple
- Maniabilité de la machine assurée par des prises situées à différents endroits (offrant un bras de levier à l'aide des barres latérales).



▲ Photos 19 – Chantier 4 – Expérimentation Carlita – Déplacement machine



▲ Photos 20 – Chantier 4 – Expérimentation Carlita – Pose

### PISTES D'AMÉLIORATION

Poids total et manœuvrabilité de la machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les déplacements et le franchissement de petits obstacles (fils au sol, gravats, ...) pourraient être facilités par le choix des roulettes (qualité des roues, matériau, diamètre, ...).</li> <li>• La mise en évidence des barres latérales de prises possibles (en couleur spécifique par exemple) permettrait de limiter le risque d'utiliser des prises non pertinentes (fragiles, mobiles, ...).</li> </ul>
Chargement de la machine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si les contraintes techniques le permettent (hauteur du centre de gravité conditionnant la stabilité), la hauteur du plan de chargement pourrait être réhaussée d'une dizaine de centimètres afin de rendre le chargement plus confortable.</li> </ul>
Capacité de charge pour l'encollage et la pose	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'augmentation du contrepoids permettrait d'augmenter la marge de sécurité vis-à-vis du basculement, ainsi que la variabilité des carreaux pouvant être mis en œuvre (taille/masse).</li> <li>• Afin de renforcer la sécurité (risque de basculement) en cas de surcharge en bout de mât, l'agrandissement du polygone de sustentation pourrait être envisagé en le décalant en direction du lieu de pose du carreau.</li> <li>• La conception du système double encollage pourrait être revue pour permettre le basculement du carreau dans un autre axe que celui de son déplacement pour la pose, afin de réduire la longueur de bras nécessaire.</li> <li>• La possibilité de stocker les carreaux dans un autre axe que celui de l'axe du bras, avec report de charge, pour réduire sa longueur et augmenter les possibilités de formats de carreaux manipulés, pourrait être envisagée.</li> </ul>
Ventousage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le mode de ventousage du carreau pourrait être modifié pour faciliter sa réalisation. Il requiert actuellement une gestuelle particulière du fait de la nécessité d'exercer un appui, certes bref, mais intense pour accompagner la dépression.</li> </ul>



Encollage du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• La plaque de capotage, actuellement proche de la poignée du treuil (engendrant des risques de blessure en cours de manœuvre), pourrait être échancrée afin de l'éloigner de cette poignée.</li><li>• Le treuil à main du système optionnel pour verticaliser le carreau en vue de son encollage implique des efforts et sollicitations musculo-tendineuses. La motorisation du levage du carreau faciliterait l'opération (a minima le retour à l'horizontale après encollage).</li><li>• Le dispositif « anti-chute » du carreau pour prévenir un décrochage accidentel en position d'encollage vertical serait à modifier dans son principe de fonctionnement pour le rendre moins gênant vis-à-vis du processus de pose et pour conditionner le fonctionnement de la machine à sa mise en place.</li></ul>
Pose du carreau et réajustement	<ul style="list-style-type: none"><li>• La simplification du système d'amortissement de l'accessoire de levage, pour éviter qu'il ne remonte trop « violemment », faciliterait la réalisation de l'opération de libération du ventousage. Une illustration explicative sur la commande pourrait par exemple être une première étape vers la simplification.</li><li>• L'opération courante de décollement du carreau posé, pour réaliser un réajustement ou une recharge en colle, actuellement malaisée, devrait pouvoir être facilitée.</li></ul>

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreurs, estiment que la machine Carlita est particulièrement adaptée pour la pose de carreaux sur de grandes surfaces et qu'après quelques jours d'appropriation sur ce type de surface, elle devrait permettre de réaliser ces travaux à une vitesse supérieure à la pose manuelle traditionnelle.*

### 3.3.3 Chantier Toulouse - Raimondi 03/06/2021

Le chantier 02/06/2021, à Toulouse, concerne la rénovation d'une maison individuelle. Des carreaux de format 120 cm x 120 cm x 6 mm y sont mis en œuvre, avec une masse unitaire de 25 kg.

#### ■ Expérimentation de la ventouse RV175

##### POINTS FORTS

- Capacité de charge
- Présence d'un manomètre
- Fonctionnement toujours possible de la ventouse si le manomètre est cassé

##### PISTE D'AMÉLIORATION

Ventousage	<ul style="list-style-type: none"><li>• Le mode de ventousage du carreau par pompage manuel pour faire le vide, pourrait être revu afin de faciliter le ventousage, actuellement fastidieux et générant une fatigue du pouce/de la main à la longue.</li></ul>
------------	--

### ■ Expérimentation du cadre de manutention Easy Move 150



▲ Photos 21 – Chantier 5 – Expérimentation Easy Move 150 – Déplacement et encollage

#### POINTS FORTS

- 4 Poignées coulissantes ergonomiques, avec caoutchouc antidérapant, facilitant la manipulation des carreaux notamment en pose murale
- Manutention de carreaux jusqu'à 150 cm
- Approvisionnements et manutentions de carreaux facilités notamment au niveau des passages de portes
- Retournement facilité du carreau à deux, offrant ainsi la possibilité de réaliser l'encollage « traditionnel » du carreau, sur table en position horizontale

#### PISTES D'AMÉLIORATION

Encombrement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conception des poignées pourrait être revue pour limiter leur encombrement.</li> </ul>
Ventousage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un support des deux profils, ajustable en hauteur, pourrait être développé afin de compléter le dispositif pour la réalisation de l'encollage du carreau en position horizontale.</li> </ul>
Transport du carreau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des graduations intégrées sur les profils et permettant ainsi d'ajuster directement l'alignement des ventouses des deux supports, afin que le port du carreau soit équilibré, permettraient de faciliter le positionnement des ventouses.</li> </ul>

### ■ Expérimentation du support roulant Only One



▲ Photos 22 – Chantier 5 – Expérimentation Only One – Déplacement, encollage et pose



## POINTS FORTS

- Le chariot à roulettes orientables facilite les déplacements et limite les ports de charges pendant les phases de pose du carreau

## PISTES D'AMÉLIORATION

Montage du cadre Easy Move sur le chariot Only One	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'intégration de repères d'écartement des profils sur le chariot, pour les dimensions courantes de carreaux, faciliterait leur montage.</li><li>• L'adaptation du système d'accroche et l'allègement du chariot permettraient le positionnement des profils avant encollage du carreau et la manipulation du système plus aisés.</li></ul>
Déplacement du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• Les profils pourraient être conçus avec roulettes et patins caoutchouc intégrés pour débrayer les roues lorsque les barres sont verticales ; le carreau servirait alors à rigidifier l'ensemble.</li><li>• La conception du système devrait être modifiée pour pouvoir diminuer le recul nécessaire pour relever le système en position verticale.</li></ul>
Encollage du carreau	<ul style="list-style-type: none"><li>• L'ajout de patins caoutchouc sur le chariot, pour débrayer les roulettes lorsque l'ensemble est en position verticale appuyé sur un mur, permettrait d'améliorer la stabilité de l'ensemble profils-chariot-carreau.</li></ul>

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreleurs, estiment que le système complet Easy Move 150 + Only One est particulièrement adapté pour la pose de carreaux de très grands formats, dans des locaux de grandes surfaces. Le système complet permet la pose facilitée des carreaux à deux, sur les parties courantes de la pièce. Il nécessite néanmoins de repenser les méthodes de travail de l'équipe.*

### ■ Expérimentation du chariot Tyrrel



▲ Photos 23 – Chantier 5 – Expérimentation Tyrrel – Déplacement

## POINTS FORTS

- Chariot compact et très maniable
- Poignées intégrées pour faciliter son transport
- Roulettes permettant le passage de petites irrégularités sur le sol
- Combinaison possible avec le système Easy Move 150 pour déplacer un carreau
- Il permet :
  - l'approvisionnement du poste de travail, d'un carreau ou de colis complets (2 carreaux)
  - la manutention des carreaux en limitant les ports de charges et les postures contraignantes

## PISTES D'AMÉLIORATION

Déplacement du carreau

- L'intégration d'un système de frein améliorerait la stabilité en cas d'arrêt sur support en légère pente.

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreleurs, estiment que le chariot est particulièrement léger, maniable et facile d'utilisation*

## ■ Expérimentation de la machine de découpe Raizor



▲ Photos 24 – Chantier 5 – Expérimentation Raizor – Découpe



## POINTS FORTS

- Légère et maniable
- Adaptable à la longueur des carreaux à découper (un guide permet des coupes de carreaux jusqu'à 1,6 m / deux guides à 3,4 m)
- Ventouses de fixation sur le carreau
- Positionnement sur le carreau (la machine est déplacée et non pas le carreau)
- Pince permettant une très bonne qualité de coupe

*Les utilisateurs ayant réalisé les expérimentations, professionnels carreurs, estiment que la machine est facile d'utilisation ; elle s'adapte au carreau et limite les manutentions de carreau lors des opérations de découpe.*

## 4. Résultats et restitution

### 4.1 Évolution des équipements expérimentés

Pour chaque matériel, les résultats des expérimentations (points forts, constats, pistes d'amélioration, avis généraux des utilisateurs) ont fait l'objet d'un retour commenté au fabricant.

Les trois fabricants concernés par l'étude ont ainsi pu étudier la possibilité et la faisabilité de faire évoluer leur(s) matériel(s).

#### 4.1.1 Probst - Flieguan FXM-30 / Accu-Handy et poignées Solo et Duo / Ergo-Stick FXES-25

##### • Flieguan FXM-30

Aucune modification n'est prévue, la demande de ce type d'équipement sur les différents marchés européens étant très faible actuellement.

Une pré-étude va être menée pour construire un chariot plus léger en association avec la ventouse FXAH-120.

##### • Flieguan-Accu-Handy FXAH-120-Grabo-Green et poignées Solo et Duo

Les modifications sont en cours d'étude chez le fabricant et concernent essentiellement des accessoires venant compléter la ventouse. Deux axes de développement sont priorités :

- Augmentation de la variété des formats de carreaux pouvant être ventusés : le fabricant étudie la possibilité de faire des modifications au niveau du joint d'étanchéité acceptant notamment des formats plus petits que les dimensions minimales actuelles de 300 mm x 180 mm.

- Création d'un cadre modulable permettant d'associer plusieurs ventouses pour la manutention de très grands formats. Le système serait complété par un système de commande à distance pour piloter la mise en dépression et le relâchement des ventouses.

D'ores et déjà, un conditionnement spécifique a été développé pour la ventouse (sac/mallette).

- **Flieguan-Ergo-Stick FXES-25**

Ce matériel ne figure plus au catalogue.

## 4.1.2 Robotile – Carlita

- **Montage/démontage/utilisation/amortissement**

Le fabricant a constaté de son côté que les documents papier fournis à l'acheteur (notamment la notice simplifiée de montage/démontage) ne « suivent » pas la machine. De plus, la machine peut être utilisée par plusieurs équipes, sans passation de consignes. Il envisage de mettre en place un (ou des) QR code(s) sur la machine afin de donner un accès à des tutoriels vidéo montage/démontage/inspection/utilisation et plus précisément l'utilisation et le réglage de l'amortisseur.

- **Effort pour amener les ventouses de l'outil de préhension en contact avec la surface du carreau**

Sur ce premier exemplaire de machine testé, le système de blocage du panier du contrepoids avec le chariot du rail de guidage arrière n'était pas assez « rigide » et provoquait un mauvais positionnement du chariot sur son rail, augmentant l'effort à fournir. **Ce point a fait l'objet d'une modification.**

La mise en contact à plat des 4 ventouses sur le carreau demande néanmoins quelques heures d'apprentissage. Une fois le geste acquis, l'effort à fournir est réduit.

- **Capacité de charge à la pose**

La charge unitaire maximale de 30 kg du carreau à poser (et donc la masse du contrepoids à mettre en mouvement) correspond à la limite maximale admissible pour cette machine. Un autre système d'équilibrage sera développé par Robotile afin de pouvoir mettre en œuvre des charges unitaires plus importantes, donc une variété de carreaux plus grande.

Cette modification nécessitant une nouvelle conception de tout le système d'équilibrage, fera l'objet d'un modèle spécifique pour des charges à partir de 30 kg l'unité.

- **Efforts pénalisants liés au treuil et générant une astreinte physique significative**

**Une piste d'amélioration, rapide et sans modification de la machine, est l'utilisation d'une visseuse/dévisseuse pour actionner le treuil.** La solution a été proposée à l'équipe qui utilise actuellement la machine. Leur retour reste à collecter.



- **Proximité de la poignée du treuil / plaque de capotage (risque de blessure)**

La distance manivelle du treuil / plan arrière du stockage a été augmentée afin d'éliminer le risque de blessure de la main.

- **Dispositif pare-chute double encollage peu pratique**

Le fabricant envisage une amélioration dès que possible.

- **Manœuvrabilité**

La charge de stockage ne devrait pas dépasser les 250 kg afin de limiter l'effort de mise en mouvement de l'ensemble machine + charge embarquée. L'effort le plus sollicitant est celui à fournir pour un changement de direction. Les roulettes actuellement montées sur la machine sont des roulettes simples de 125 mm en polyuréthane élastique vert avec profil ergonomique bombé, de dureté 75 shores A (« grande souplesse et faible effort au démarrage »), donnée pour une charge de 220 kg/unité (roulette), soit une charge maximale admissible de 660 kg (en comptant 3 x 220 kg pour un ensemble à 4 roulettes, avec une marge de sécurité).

Des roulettes doubles, de marque Tente, du même diamètre, de dureté 92 shores A, donnée pour une charge de 750 kg/unité vont être testées.

Une base de déplacement de la machine munie de roulettes pneumatiques, adaptée pour le travail en extérieur, fait également partie des projets de développement produit de Robotile. Cette base « extérieur » sera compatible avec les autres éléments de la machine.

- **Allongement du mât pour format 100 cm x 100 cm**

Une première modification de la longueur du mât pour la prise en charge du format 100 cm x 100 cm n'était pas totalement satisfaisant. **La machine a ensuite été revue afin de garantir sa stabilité et ce pour une prise en charge d'éléments allant jusqu'à 120 cm x 120 cm.**

- **Hauteur du plan de chargement**

La machine étant multi-formats, l'objectif est d'offrir la possibilité de stocker 10 m<sup>2</sup> de carrelage de formats de 60 cm x 60 cm, jusqu'à 100 cm x 100 cm, tout en gardant la stabilité de celle-ci et une hauteur totale inférieure à 2,40 m (actuellement 2,30 m) permettant son évolution en espace de logement conventionnel. En 60 cm x 60 cm, pour 10 m<sup>2</sup>, il faut stocker 28 carreaux, ce qui amène à une hauteur du dernier carreau à environ 90 cm du sol.

L'effort d'appui sur l'outil de préhension, pour sa mise en position de contact des ventouses, est d'autant plus important que l'outil est haut, diminuant la mise en jeu du poids du corps.

Le choix de la hauteur actuelle de 60 cm du plan de chargement à vide est le meilleur compromis permettant de stocker 10 m<sup>2</sup> de carreaux (60 cm x 60 cm) et limitant l'effort à fournir au ventousage.

- **Chargement de la machine par elle-même**

L'utilisation de l'assistance pour charger la machine avec son stock de carreaux (passer de la palette au plateau de la machine) est déjà possible. Elle est facilitée en débrayant le système d'amortissement, comme dans le cas du décollement d'un carreau pour réajustement ou vérification du transfert de colle. Une discussion avec un ou des fabricants de grands formats serait à envisager pour trouver un conditionnement d'usine qui permettrait une simplification du chargement de la machine sur chantier.

- **Modification de l'axe de basculement du carreau pour encollage et de positionnement du stockage des carreaux**

Le système d'équilibrage par contrepoids actuel ne permet pas de modification à ce stade.

- **Fragilité des palettes d'actionnement des ventouses**

**Cette pièce, réalisée en ABS en impression 3D, ayant en principe une bonne résistance aux chocs, a néanmoins été modifiée et réalisée par usinage en POM (polyoxyméthylène), matériau qui offre une bonne résistance à la traction et aux chocs. Les retours chantier permettront de vérifier l'efficacité de cette évolution.**

**Le fabricant a donc d'ores et déjà apporté quatre modifications améliorant l'utilisation de sa machine par les professionnels, à la suite des expérimentations réalisées. Il envisage en outre six autres évolutions dans le futur.**

### **4.1.3 Raimondi - RV175 / Easy Move 150 / Only One / Tyrrel / Raizor**

À ce stade, le fabricant n'a pas fait de retour quant aux évolutions de ses matériels. Les remontées qui lui ont été faites sont toujours à l'étude.

## **4.2 Communication**

La communication est essentielle pour que les résultats de l'étude et les matériels identifiés comme adaptés pour la mise en œuvre de carreaux grands formats soient portés à la connaissance du plus grand nombre d'entreprises.

La présentation de l'étude et ses résultats à l'occasion de manifestations organisées par les organisations professionnelles est particulièrement efficace.

Une journée d'échanges organisée au CFA d'Angers a permis de présenter et de faire manipuler les matériels aux entreprises de la région mais également aux apprentis.

Ces derniers, majoritairement déjà concernés par la pose de carreaux grands formats dans leurs entreprises, ont été particulièrement intéressés et ont ainsi pu découvrir que des améliorations des conditions de pose de ce type de carreaux pouvaient être apportées par l'adaptation des équipements utilisés.



La vidéo produite à l'issue de cette manifestation permet une diffusion plus large des informations issues de l'étude. Elle est accessible via le lien ci-après :

<https://www.youtube.com/watch?v=XfQ9DVBsqHA&t=8s>

## 5. Conclusion et perspectives

Les carreaux grands formats sont une tendance du marché en évolution croissante, tant en proportion des surfaces mises en œuvre qu'en dimensions des carreaux, toujours plus importantes.

Les professionnels carreleurs sont dans l'obligation de prendre en considération ces nouveaux produits et d'adapter leurs méthodes de travail en fonction des caractéristiques des carreaux à poser.

En effet, les grands formats impactent aussi bien **l'organisation du travail** que les **équipements** utilisés. Les méthodes traditionnelles de travail appliquées aux grands formats engendrent des contraintes techniques, économiques et pénalisent les conditions de travail.

Les chantiers de pose de carrelage présentent tous des particularités tant au niveau du type de chantier (construction neuve, rénovation), de la configuration du site, des espaces, que des critères organisationnels.

La mise en œuvre de carreaux de grandes dimensions amplifie toutes les contraintes et impacte toutes les étapes du chantier, de la préparation au repli, en passant par les phases intermédiaires de réalisation des travaux incluant l'approvisionnement, les découpes et la pose.

Les contraintes engendrées par la taille des carreaux et donc leur encombrement se situent au niveau spatial, de l'approvisionnement à la pose, impliquant différents déplacements intermédiaires et manipulations des produits. Elles sont également de l'ordre des sollicitations physiques (charges, efforts, postures), comme de l'ordre des exigences techniques et de qualité de la réalisation (besoin amplifié de précision d'alignement, défauts de planéité davantage visibles).

Les industriels fabricants d'équipements pour la pose de carrelage se sont rendu compte de l'impératif de proposer une offre adaptée aux grands formats.

L'étude menée démontre que des matériels existent, et que leur variété permet de répondre à une majorité des besoins des chantiers, en construction neuve comme de rénovation, pour des locaux de petite ou grande voire très grande surface.

Le choix de l'équipement doit tenir compte de la taille des produits à poser mais également de la configuration du chantier et des locaux dans lesquels ils vont être mis en œuvre.

Les références adaptées aux grands formats concernent néanmoins principalement des matériels d'aide à la pose.

Celles expérimentées dans le cadre de l'étude ont fait ou pourront faire l'objet d'améliorations, identifiées par les professionnels les ayant utilisées. Les réflexions et évolutions futures feront l'objet d'un suivi.

L'étude n'a pas cherché l'exhaustivité dans l'identification et l'évaluation des matériels à destination des grands formats. D'autres références existent, dont l'adéquation aux besoins serait à évaluer. Quelques exemples, identifiés à différentes étapes de l'étude, sont illustrés aux paragraphes 2.3.1, 2.3.2 et ci-dessous.

### ■ Accessoires pour ventouse Grabo



▲ Photos 25 – 3 autres accessoires pour la ventouse Grabo concernant 2 équipementiers

### ■ Étendoir à colle / « tire-colle »

Pour faciliter l'encollage, Robotile a travaillé sur un nouveau type de peigne à colle de grande largeur avec une attention particulière portée à l'homogénéité de la répartition de la colle. Sans être réellement évalué dans le cadre de cette étude, le prototype a été déployé sur un des chantiers observés. Le dispositif permet à l'opérateur d'encoller en position debout et semble apporter un bénéfice significatif en rapidité d'encollage et homogénéité de niveau. Le prototype vu sur chantier avait une largeur de 100 cm, comme les carreaux posés (donc encollage en une seule passe), la largeur de l'outil détermine la quantité de colle mobilisée et donc l'effort associé à sa manipulation.

C'est la société TALIAplast qui assure l'industrialisation de cet équipement en fabriquant et distribuant un tire-colle en 60 cm, avec d'autres formats plus larges à venir.



▲ Photo 26 – Encollage à l'aide d'un étendoir à colle



L'étude a par ailleurs révélé que l'offre d'équipements pour la phase d'approvisionnement ne permettait pas, comme pour la phase de pose, de répondre aux besoins spécifiques conditionnés par les carreaux grands formats.

Plus généralement, la phase d'approvisionnement est souvent problématique pour les métiers du second-œuvre et mérite qu'on s'y intéresse dans le cadre de travaux impliquant les professionnels concernés, en vue d'améliorer les conditions dans lesquels les produits mis en œuvre sont approvisionnés sur chantiers, déchargés puis acheminés jusqu'au poste de travail.

Enfin les constats et résultats de l'étude ont contribué à la révision, par la profession, des Cahiers de Prescriptions Techniques (CPT 3526 « Pose collée de revêtements céramiques – pierres naturelles – en travaux neufs dans les locaux P4 et P4S » et CPT 3530 « Pose collée de revêtements céramiques – pierres naturelles – en rénovation de sols intérieurs dans les locaux P4 et P4S ») afin d'encadrer la pose de carrelages de grands formats dans les grandes surfaces de distribution (super, hypermarchés) et d'introduire des dispositions de prévention des risques associés.

En effet, les concepteurs de ce type d'ouvrages, en construction ou en rénovation, tendent de plus en plus vers l'intégration de carreaux de grands formats, avec épaisseurs importantes, pour différents motifs (esthétique, réduction des joints et donc des bruits, entretien, résistance, ...).

## 📄 POUR ALLER PLUS LOIN

<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Carrelages grand format : des solutions innovantes pour améliorer les conditions de travail</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Vidéo carrelages grands formats</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Une scie verticale pour carrelage de grand format</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Un siège ergonomique pour faciliter les travaux au sol</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Règles professionnelles - pose collée des revêtements céramiques grand format, très grand format, et format oblong en murs intérieurs en travaux neufs</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Page métier carreleur</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Fiche EPI carreleur</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Mémo santé – contraintes physiques : les réflexes à adopter</u></a></li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="#"><u>Mon métier carreleur</u></a></li></ul>	



# Annexe 1

## Caractérisation des chantiers

### Typologie des chantiers de pose de carrelage

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques des chantiers de pose de carrelage, qui sont particulièrement impactantes lorsque les carreaux mis en œuvre sont de grandes dimensions.

Type de chantier		Caractéristiques
Construction neuve	Collectif	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moyenne superficie des pièces : 50 m<sup>2</sup></li><li>• Largeur des portes : de 73 cm à 83 cm</li><li>• Les ascenseurs sont le plus souvent mis en service à la fin du chantier.</li><li>• La circulation est simple à l'intérieur, le sol est peu encombré.</li><li>• Accès au chantier : les abords ne sont réalisés qu'en fin de chantier, en saison humide les accès sont boueux.</li></ul>
Construction neuve	Individuel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Moyenne superficie des pièces : 100 m<sup>2</sup></li><li>• Largeur des portes : de 73 cm à 83 cm</li><li>• Chantier en RdC, R+1 voire R+2 dans des secteurs de forte densité. Pas d'ascenseur et les escaliers définitifs sont installés en fin de chantier.</li><li>• La circulation est difficile. Le sol est encombré car il y a une multitude de gaines (électriques et alimentation eau) au sol.</li><li>• Accès au chantier : les abords ne sont réalisés qu'en fin de chantier, en saison humide les accès sont boueux.</li></ul>
Rénovation	Individuel	<ul style="list-style-type: none"><li>• Logement généralement habité.</li><li>• Le stockage des matériaux n'est pas facile et des protections sont à prévoir (ex : passages de porte).</li><li>• Il peut être demandé le déplacement de meubles.</li><li>• En présence d'escaliers, ceux-ci sont souvent en bois.</li><li>• Largeur des portes : de 73 à 83 cm</li><li>• Largeur des couloirs : de 80 à 90 cm</li><li>• Seuils de porte extérieure fréquents : environ 5 à 10 cm, voire 10 à 15 cm quand les sols extérieurs ne sont pas réalisés.</li></ul>
	Collectif	<ul style="list-style-type: none"><li>• Logement généralement habité. Le stockage des matériaux n'est pas facile et des protections sont à prévoir (ex : passages de porte).</li><li>• Il peut être demandé le déplacement de meubles.</li><li>• Les ascenseurs n'existent pas toujours ou sont parfois très anciens ou petits.</li><li>• Les hauteurs d'étages peuvent être de 3 à 4 m.</li><li>• Largeur des portes : de 73 à 83 cm / bâtiments anciens, largeurs de 60 cm</li><li>• Largeur couloir : de 80 à 90 cm, voire 70 cm (bâtiments anciens)</li></ul>
	Individuel / collectif (secteur dense)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Petites superficies de pièces (ex. salle de bain) 1,80 m x 1,80 m à 2 m x 2 m</li><li>• Accès au chantier : il n'est pas toujours possible de se garer à proximité. Les abords aménagés ne permettent souvent pas de s'approcher de l'habitation. Le stationnement peut être payant ou impossible en zone piétonne.</li></ul>



## Matériaux

De la même façon que pour les caractéristiques de chantiers, les informations relatives aux matériaux, carrelage et mortier, ont été collectées et sont précisées ci-dessous. Pour les carrelages, sont mentionnés les principaux grands formats rencontrés à la date de l'étude.

Carrelages	Caractéristiques
<ul style="list-style-type: none"><li>• Taille : 60 cm x 60 cm</li><li>• Épaisseur : 8 à 10 mm</li><li>• Masse à l'unité : 7 à 8 kg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colisage : 3 carreaux / colis (21 à 24 kg)</li><li>• Transport par Véhicule Utilitaire Léger (VUL) de l'entreprise</li><li>• Manutention des carreaux dans leur emballage</li><li>• Masse carreau encollé : 8 à 9 kg</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Taille : 60 cm x 120 cm</li><li>• Épaisseur : 8 à 10 mm</li><li>• Masse à l'unité : 14 à 16 kg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colisage : 2 carreaux / colis (28 à 32 kg)</li><li>• Transport par VUL de l'entreprise</li><li>• Manutention des carreaux à l'unité en dehors de l'emballage</li><li>• Masse carreau encollé 16 à 18 kg</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Taille : 75 cm x 75 cm</li><li>• Épaisseur : 8 à 10 mm</li><li>• Masse à l'unité : 10 à 12 kg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colisage : 2 carreaux / colis (20 à 24 kg)</li><li>• Transport par VUL de l'entreprise</li><li>• Manutention des carreaux dans leur emballage</li><li>• Masse carreau encollé 12 à 14 kg</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Taille : 90 cm x 90 cm</li><li>• Épaisseur : 4,5 à 10 mm</li><li>• Masse à l'unité épaisseur 9 mm : 17 kg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colisage : 2 par colis (34 kg en épaisseur de 9 mm)</li><li>• Manutention des carreaux dans leur emballage ; obligation de manutention à 2 opérateurs</li><li>• Livraison sur palette, sur le chantier, par le distributeur</li><li>• Masse carreau encollé, + 2,4 kg, soit 19,4 kg en épaisseur de 9 mm</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Taille : 120 cm x 120 cm</li><li>• Épaisseur : 4,5 à 10 mm</li><li>• Masse à l'unité épaisseur 9 mm : 28 kg / épaisseur 10 mm : 38 kg</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Colisage : 2 carreaux / colis (56 kg en épaisseur de 9 mm)</li><li>• Colisage : 1 carreau / colis (38 kg en épaisseur de 10 mm)</li><li>• Manutention des carreaux dans leur emballage / obligation de manutention à 2 opérateurs</li><li>• Livraison sur palette, sur le chantier par le distributeur</li><li>• Masse carreau encollé, + 4,2 kg pour 120 cm x 120 cm, soit 32,4 kg en épaisseur de 9 mm</li><li>• Masse carreau encollé, + 4,2 kg pour 120 cm x 120 cm, soit 42,4 kg en épaisseur de 10 mm</li></ul>
Mortier colle	Caractéristiques
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Masse du sac : 25 kg / Chantier neuf : 20 à 25 sacs / Chantier rénovation : 10 à 20 sacs (pour des superficies courantes)</li></ul>

## Matériels

Enfin, les matériels utilisés couramment par les carreleurs pour réaliser les différentes étapes de la pose ont également été répertoriés et listés ci-dessous, avec leurs principaux avantages et inconvénients.

N°	Étapes	Équipements	Principaux avantages	Principaux inconvénients
1	Démolition de l'ancien carrelage	Masse/ Massette/ burin /pioche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus rapide pour des carreaux partiellement décollés ou très dégradés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impact physique et musculaire important</li> </ul>
		Marteau piqueur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plus rapide dans certains cas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruit et de fortes vibrations</li> <li>• Peut dégrader d'autres éléments périphériques</li> </ul>
2	Dépose de l'ancien revêtement souple	Manuel, type pince	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible investissement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efforts physiques et postures contraignantes : impacts sur les bras, avant-bras, poignets, épaules</li> </ul>
3	Évacuation des gravats / ancien revêtement	Brouette	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à faire rouler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas ou peu utilisable en étage</li> </ul>
		Sac	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les accès étroits, à l'étage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas facilement manipulable</li> <li>• Masse importante</li> </ul>
		Poubelle plastique de 100 litres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport de volumes plus importants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité d'être à 2 pour la déplacer</li> </ul>
4	Réalisation de la chape	Bétonnière	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilement nettoyable et transportable</li> <li>• Peu bruyante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le chargement du sable, ciment et transport sur le lieu final de la chape par brouette</li> </ul>
		Aspirateur de chantier (dé-poussiérage préalable)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduit l'empoussièremment</li> <li>• Meilleur état du support</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruyant</li> </ul>
		Brouette (transport)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à déplacer sur des surfaces peu carrossées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attention à porter aux passages de portes, risque d'abimer les montants</li> </ul>
		Taloche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût faible</li> <li>• Matériel léger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraintes physiques sur les bras, avant-bras, poignets, épaules</li> </ul>



N°	Étapes	Équipements	Principaux avantages	Principaux inconvénients
5	Manutention des carreaux du camion à la zone de stockage	Chariot élévateur (si carreaux sur palette)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilite la phase de transport</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Difficilement transportable sur chantier</li></ul>
		Brouette	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permet de transporter 150 kg assez facilement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Défaut de stabilité</li></ul>
		Diable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limite le port de charge lourde</li><li>• Equipement facile à transporter</li><li>• Peu encombrant</li><li>• Permet de passer des largeurs de portes réduites</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limité dans les cheminements discontinus : non utilisable en cas d'escalier (sauf diable « monte-escalier »), et dans le cas du moindre obstacle sur chantier, gaine au sol, seuil de porte marqué, ...</li></ul>
6	Manutention des carreaux de la zone de stockage au lieu de pose	À la main	<ul style="list-style-type: none"><li>• Possible sur tout type de chantier</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrainte physique, risque de casse (chocs, dépose, ...)</li></ul>
		Brouette / diable	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limite le port de charge lourde</li><li>• Faible investissement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Non utilisable en cas de présence d'escalier</li></ul>
7	Approvisionnement de la zone de travail en mortier	Brouette	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilement nettoyable et transportable ; pas de bruit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrainte physique</li></ul>
		Pompe à chape	<ul style="list-style-type: none"><li>• Facilite le transport à la zone de travail</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bruyant, long à nettoyer et demande beaucoup d'eau, poids des tuyaux</li></ul>

N°	Étapes	Équipements	Principaux avantages	Principaux inconvénients
8	Découpe du carreau	Carrelette manuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à transporter</li> <li>• Rapidité de coupe</li> <li>• Bruit faible</li> <li>• Peut être posée sur une table pour travailler à hauteur d'homme</li> <li>• Adaptée pour tout type de chantier</li> <li>• Certains modèles se positionnent directement sur le carreau évitant la manipulation du carreau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut être posée à même le sol (travail à genoux)</li> <li>• Coupes droites uniquement</li> <li>• La longueur des carreaux nécessite des carrelettes imposantes et plus lourdes</li> <li>• Les tables ne sont pas toujours réglables en hauteur</li> <li>• Certains modèles nécessitent de manipuler le carreau pour le positionner sur la carrelette</li> </ul>
		Meuleuse d'angle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de travail à hauteur d'homme</li> <li>• Réalisation coupes droites et angles / Coupes biseautées</li> <li>• Coût faible</li> <li>• Facilement transportable et utilisable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite une prise électrique accessible si filaire</li> <li>• Bruit</li> <li>• Poussières</li> </ul>
		Scie sur table	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Précision de coupe Permet de couper des fortes épaisseurs (&gt; 12 mm) ou les pierres naturelles</li> <li>• Possibilité d'avoir une aspiration à la source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scies pour découpes à l'humide : la projection d'eau ne permet pas d'utiliser ce type de matériel dans des zones sensibles à l'humidité / la hauteur de la machine n'est pas toujours réglable /</li> <li>• Bruit</li> </ul>
		Coupe carrelage électrique + bac à eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut être posée sur un plan de travail à hauteur d'homme</li> <li>• Peut être reliée à un aspirateur pour aspiration à la source</li> <li>• Pour des coupes difficiles ou fines ou à angle droit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peut être posée à même le sol → travail à genoux</li> <li>• La projection d'eau ne permet pas d'utiliser ce type de matériel dans des zones sensibles à l'humidité</li> <li>• La hauteur de la machine n'est pas toujours réglable</li> <li>• Bruit</li> </ul>
9	Encollage du carreau	Table d'encollage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permet de travailler debout</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les tables ne sont pas toujours réglables en hauteur</li> </ul>
10	Pose du carreau encollé	Ventouses	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure prise en main du carreau</li> <li>• Les systèmes à pompe utilisés par les miroitiers sont plus sûrs et donc plus efficaces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas toujours utilisable sur des carreaux ayant des aspects de surface rugueux</li> </ul>



## Annexe 2

### Constats terrain

#### Équipements Probst – chantiers des 18/02/2021 et 02/06/2021

##### • Expérimentations de la machine de pose de carreaux Flieguan FXM-30 sur les deux chantiers

- L'usage semble plus adapté pour des espaces d'évolution plus grands que celui observé.
- La capacité de charge de 30 kg maximum est potentiellement atteinte ou dépassée même pour des carreaux moins grands que ceux mis en œuvre lors de l'expérimentation mais qui seraient plus épais, (par exemple en 100 cm x 100 cm x 13 mm).

##### • Expérimentations de la ventouse Flieguan-Accu-Handy-FXAH-120-Grabo-Green et ses accessoires associés (poignées simple et double) – sur les deux chantiers

- Les deux modèles de poignées de transport Solo et Duo permettent de déplacer un carreau, la ventouse étant positionnée en son centre. Le choix de la poignée Solo ou Duo est fait en fonction de la taille du carreau, de sa masse et de la nécessité, ou non, d'être deux pour le déplacer.
- La poignée Solo est particulièrement adaptée pour la manipulation de petits formats de masse importante (ex. dalles sur plots). Elle n'est pas conçue pour permettre à un carreleur seul de manutentionner un très grand format. Elle peut être utilisée en double sur des grands formats (deux opérateurs munis chacun de la poignée Solo). La poignée Duo est destinée à la manutention à deux de carreaux de grands formats.
- Pour la poignée double, le réglage de la longueur du mât vertical se fait en fonction de la taille des opérateurs. Cela impose de travailler de préférence avec 2 opérateurs de taille semblable (afin d'éviter une flexion lombaire du plus grand ou une élévation des épaules du plus petit). Le réglage du mat est également nécessaire de façon à passer, lors des déplacements, au-dessus des croisillons positionnés entre les carreaux déjà posés, tout en manutentionnant bras tendus pour réduire la contrainte physique.
- Les expérimentations ont montré qu'il est possible d'utiliser les poignées pour positionner le carreau pour l'encollage (usage qui n'est pas prévu par le fabricant), que ce soit en position verticale, le bord du carreau en appui au sol avec les deux poignées (cf. photo 15) ou à l'horizontale, en appui sur le dispositif de préhension Duo retourné. Néanmoins cet usage nécessiterait des adaptations au niveau des poignées.

### • **Expérimentation de la machine de pose Flieguan-Ergo-Stick-FXES-25 sur un chantier**

- Le fonctionnement est bruyant car l'aspiration en continu est indispensable au vide et donc au ventousage ; un arrêt de l'aspirateur (accidentel ou panne, ...) provoque la chute du carreau.
- La présence des roulettes nécessite de lever le carreau au-dessus pour réaliser son ventousage. Celui-ci doit donc être réalisé avant encollage et l'encollage effectué au niveau du sol, carreau en appui sur le manche (cf photo 16).

## **Équipement - Robotile – chantier du 28/04/2021**

### • **Expérimentation de la machine de pose de carreaux Carlita**

- La machine est fournie avec 2 batteries ; la recharge de batterie est possible sur la machine ; celle-ci peut également fonctionner sur le secteur. Un voyant d'alerte de fin de charge de la batterie est présent ; il reste encore plusieurs heures d'autonomie lorsqu'il commence à clignoter.
- La masse totale de la machine à vide et de sa charge (pleine charge de près de 500 kg) rend difficile sa manœuvre.
- L'utilisation de la machine est limitée à 30 kg correspondant au contreponds maximal (volume du bidon d'eau faisant contreponds). Cette masse est vite atteinte (par exemple pour des carreaux de 100 cm x 100 cm x 13 mm). À la limite du contreponds (charge de 30 kg), les risques de basculement de la machine impliquent de laisser en permanence quelques carreaux au niveau de la plateforme de stock tampon.
- Cette situation à la limite du basculement est également rencontrée avec présence de l'option d'encollage du carreau en position verticale lorsque le carreau est en butée au plus loin, le concepteur ayant rallongé le mât horizontal de 50 cm afin de faciliter le dégagement du carreau avant sa pose. Un sur-lestage de la base est possible mais n'a pas été nécessaire sur le chantier.
- Le dispositif « anti-chute » du carreau pour prévenir un décrochage accidentel en position d'encollage vertical s'avère gênant en l'état actuel.

## **Équipements Raimondi – chantier du 03/06/2021**

### • **Expérimentation de la ventouse RV175**

- Le pompage manuel pour faire le vide est fastidieux et génère une fatigue du pouce/de la main à la longue.

### • **Expérimentation du cadre de manutention Easy Move 150**

- L'encombrement des supports peut limiter à l'heure actuelle l'utilisation du système, notamment pour la pose dans les angles et à proximité des murs.
- Le ventousage des carreaux avant encollage, nécessite de tenir compte de l'épaisseur des barres sur la table d'encollage pour ajuster la hauteur de celle-ci afin qu'elle soit adaptée pour les opérations d'encollage.



### • **Expérimentation du support roulant Only One**

- Les deux profils Easy Move 150, positionnés sur le chariot, rendent l'ensemble encombrant nécessitant une certaine surface de pièce pour permettre les déplacements, notamment quand il est nécessaire de réaliser une rotation. Ce constat laisse entrevoir des difficultés dans les zones proches des murs et dans les angles de pièces. La pose sans rotation du système est nettement plus aisée. Le système nécessite de repenser l'organisation et les méthodes de travail, avec un ordre de pose des carreaux permettant de l'utiliser au maximum en basculements simples sans rotation.
- Les deux profils supports de ventouses doivent être suffisamment écartés pour ne pas être positionnés trop près des roulettes afin de laisser accessibles les poignées.
- La mise en place des profils sur le chariot est délicate en raison du roulement des roulettes et du principe de mâchoires sans verrou.
- Le positionnement trop proche des poignées par rapport aux roulettes peut engendrer la sortie intempestive d'un profil de son logement sur le chariot.
- Pour l'opération d'encollage du carreau en position verticale, la stabilité de l'ensemble est dépendante de l'alignement du chariot par rapport au mur sur lequel l'ensemble repose et de la position des roulettes.



L'OPPBTB 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 OPPBTB, nous vous invitons à vérifier qu'ils constituent la dernière version à jour, l'OPPBTB 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'OPPBTB 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.

© OPPBTB 2023

Réalisation : Sciences & Co

Crédits photos : DR - OPPBTB

Ce rapport traite de l'étude sur la mise en œuvre de carrelages de grands formats, de dimensions supérieures à 60 x 60 cm, réalisée en partenariat avec les Métiers de la Maçonnerie et du Carrelage de la CAPEB et l'IRIS-ST. Il met notamment en évidence les problématiques particulières qu'ils engendrent dans les phases d'approvisionnement et de pose, sur la majorité des chantiers concernés. Il décrit les expérimentations réalisées sur certains matériels et démontre la nécessité, pour les carreleurs, d'adapter leur méthodologie de travail et leurs équipements, afin de réaliser la mise en œuvre de carreaux de grands formats en alliant la qualité de la réalisation à de bonnes conditions de travail.

Enfin, sans être exhaustif sur les équipements expérimentés, il révèle que des adaptations des matériels existants pour la phase de pose permettraient une meilleure adéquation aux besoins des carreleurs et que la phase d'approvisionnement mériterait d'être plus particulièrement étudiée afin de faciliter sa réalisation pour les professionnels, aussi bien pour la livraison des matériaux sur chantier que pour leur amenée au poste de travail.

**OPPBTP**

Organisme Professionnel de Prévention  
du Bâtiment et des Travaux Publics

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

