

FICHE INFO TYPE POUR BRASSEURS D'AIR DANS UNE SALLE DE CLASSE

Objectif des B.A : homogénéiser et maximiser la vitesse d'air pour les usagers dans chaque endroit de la pièce.

5 points à respecter et à prendre en compte pour une installation qui garantit la meilleure performance : *en rouge des points qui rentrent dans des critères de sélection des appareils et en bleu des critères de mise en œuvre*

1. S'assurer de la bonne performance aéraulique et énergétique du brasseur. En effet, un brasseur d'air se doit d'avoir une consommation d'énergie minimisé pour un débit de brassage maximisé.
 2. S'assurer de la bonne performance acoustique du brasseur.
 3. S'assurer de bien choisir le bon brasseur pour la pièce considérée (diamètre, matériau, ...)
 4. S'assurer du bon positionnement des brasseurs au plafond : distance aux murs, entre brasseurs, au sol, au plafond, ...
 5. S'assurer que le brasseur d'air respecte les règles de fixation au plafond.
-

1. Performances énergétiques du brasseur

Les brasseurs d'air devront avoir les caractéristiques suivantes :

- Moteur **DC (courant continu)**. Très important pour garantir une efficacité énergétique satisfaisante.
- Puissance absorbée à vitesse maximale < **60 W**.
- **Efficacité énergétique > 500 m³/Wh à vitesse minimale.**
- **Efficacité énergétique > 140 m³/Wh à vitesse maximale.**
- Puissance de veille à l'arrêt < 0,2 W.

2. Performances acoustiques du brasseur

Les brasseurs d'air devront avoir les caractéristiques suivantes :

- Puissance acoustique < 35 dB(A) à vitesse minimale.
- Puissance acoustique < 45 dB(A) à vitesse maximale.

3. Performances acoustiques du brasseur

Les brasseurs d'air devront avoir les caractéristiques suivantes :

- Diamètre **minimum 132 cm**. En dessous, les brasseurs perdent en efficacité. Pour des salles de classes de taille « standard » le choix se portera sur des brasseurs de **132**

ou 152 cm (qui sont les diamètres les plus présents sur le marché) en fonction des caractéristiques de la pièce aux cas par cas.

- 3 vitesses de fonctionnement minimum (les modèles avec moteur DC en ont généralement 6).
- Pâles non métalliques. Ces dernières sont proscrites, pour des questions de sécurité.

4. Calepinage des brasseurs d'air pour une configuration OPTIMALE = MAXIMISATION DE LA VITESSE

Voici quelques règles générales sur le calepinage des brasseurs d'air :

- Leur positionnement doit être le plus symétrique possible, c'est-à-dire qu'il faut centrer les brasseurs le plus possible dans la pièce pour répartir la vitesse de manière homogène.
- La distance entre le centre du brasseur et les murs doit être supérieure au diamètre du brasseur.
- La distance entre le centre de deux brasseurs adjacents doit être supérieure à 2,5 fois le diamètre du brasseur.
- La distance de montage (distance plafond – pâles) doit être comprise entre 0,25 et 0,35 fois le diamètre du brasseur. 0,35 étant l'optimum.
- La distance sol – pâles doit être supérieure à 2,3 m.
- Les pâles des B .A.P ne doivent pas passer devant le flux lumineux des différents luminaires pour éviter un effet stroboscopiques. Ainsi, si les luminaires sont suspendus, il faudra veiller à placer les B.A à la même hauteur ou plus haut que les luminaires. Si les luminaires sont intégrés dans un faux plafond, il faudra les calepiner de sorte que les pâles ne passent pas devant.

Afin d'avoir une conception optimale et l'uniformité du confort sur l'ensemble de l'espace, le calepinage du ou des brasseurs d'air doit répondre aux règles suivantes **(ces règles ont été établies dans le cadre du « PROJET BRASSE » : Brasseur d'air, une solution de sobriété et d'efficacité. Ce projet a été lauréat de l'appel à projet recherche « BATResp 2020 » de l'ADEME) :**

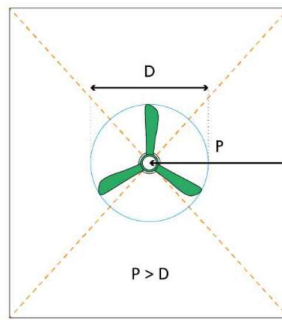
1. **Diamètre :** le diamètre du brasseur doit être le plus grand possible. Il s'agit du **premier paramètre d'aide à la décision** (critère de choix) : **Plus le brasseur sera grand, plus il sera efficace (confort thermique, acoustique et consommation énergétique).**
2. **Symétrie :** La configuration doit être la plus symétrique possible, c'est-à-dire que **le brasseur doit être positionné au centre de la pièce** (ou de chacune des cellules obtenues après découpage de la pièce, voir règle n°3).
3. **Découpage en plusieurs cellules :** Si nécessaire, et sous réserve d'avoir des dimensions suffisantes, la pièce peut être découpée en plusieurs cellules de mêmes dimensions ayant un **facteur de forme** (FF = longueur/largeur) inférieur à celui de la pièce d'origine et se rapprochant au maximum de 1 (cellule carrée pour encore plus de symétrie). Le facteur de forme sera donc un deuxième **paramètre d'aide à la décision** : **plus le facteur de forme de la pièce ou des cellules sera proche de 1, plus le champ de vitesses sera uniforme.**
4. **Facteur de couverture de la cellule :** Le facteur de couverture de la cellule FCC est un paramètre permettant de **s'assurer que la taille du brasseur n'est ni trop petite**

ni trop grande par rapport à la taille de la cellule. En effet, un brasseur trop grand pourrait être « étouffé » par la proximité des parois et, de surcroit, il empêcherait de positionner les autres éléments du plafond comme les systèmes d'éclairage, de sécurité incendie, etc. A l'opposé, un brasseur trop petit conduirait à des vitesses d'air trop faibles, voire imperceptibles, en dehors de la zone située directement sous le brasseur et limiterait ainsi très fortement son champ d'action. **Ce facteur doit donc être compris entre 0,2 et 0,4** et est donné par l'expression :

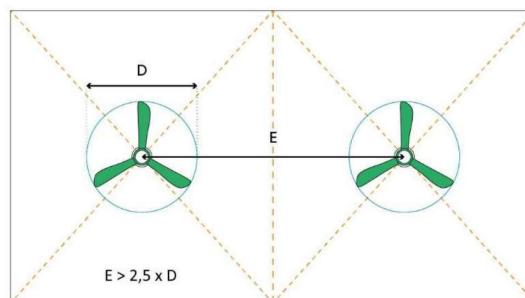
$$FCC = \frac{\text{Diamètre}}{\sqrt{\text{Surface de cellule}}}$$

S'ajoutant au facteur de forme, il s'agit du troisième **paramètre d'aide à la décision** qui va cette fois permettre de maximiser la vitesse d'air moyenne dans la cellule : **plus le facteur de couverture de cellule sera proche de 0,4, plus la vitesse sera élevée.**

5. **Distance aux murs :** La distance entre le centre du brasseur et les murs doit être supérieure au diamètre du brasseur afin de permettre un écoulement optimum de l'air dans la pièce. **Il s'agit du quatrième paramètre.**

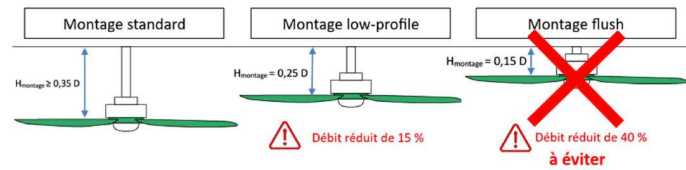


6. **Distance inter brasseurs :** Dans le cas d'un découpage en plusieurs cellules, la présence de plusieurs brasseurs va générer des zones de courant d'air ascendant turbulent entre les brasseurs. Afin de permettre un écoulement optimum dans ces zones, le **cinquième paramètre** qu'est la distance entre le centre de deux brasseurs adjacents doit être supérieure à 2,5 fois le diamètre du brasseur. Une tolérance peut être faite pour 2 fois le diamètre du brasseur si la pièce ne garantit pas cet espace. Le minimum se situe donc à 2 fois le diamètre du brasseur.



7. **Distance de montage :** La distance entre le plan de rotation des pales et le plafond est nommée distance de montage (notée Hmontage). Celle-ci doit être **supérieure à 0,35 fois le diamètre pour permettre un écoulement d'air optimum**, on parlera alors de **montage standard**. Toutefois, la hauteur sous pales exigée et la hauteur sous plafond disponible ne permettant pas toujours de respecter une telle distance, il est possible de **réduire la distance de montage jusqu'à 0,25 fois le diamètre. Ceci a par conséquent de réduire la vitesse d'air de l'ordre de 15 %**. On parle alors de **montage « low-profile »**. Certains fabricants de brasseurs proposent également des

solutions permettant de réduire la distance de montage à 0,15 fois le diamètre, on parle de montage « flush ». Ce type de montage réduit les performances du brasseur de plus de 40 % et doit être évité au maximum.

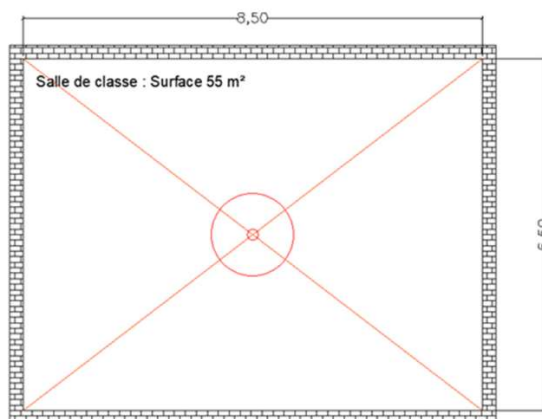


ATTENTION : Tout équipement doit mis en oeuvre conformément aux dispositions prévues par le fabricant de l'équipement. Dans le cas où la distance de montage doit être différentes de celles par défaut prévue par le fabricant, il est nécessaire de se rapproche de ce dernier afin d'obtenir, si cela est disponible, une tige de taille différente permettant d'obtenir une distance de montage adaptée au besoin. En aucun cas, la tige peut être modifiée par un tiers.

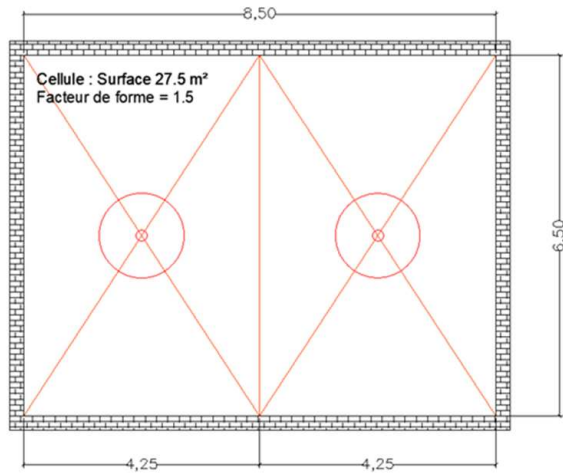
- Hauteurs de pâles :** il est important de positionner le brasseur à une hauteur assurant la sécurité des usagers. Il est donc préconisé de placer les B.A.P à une **hauteur de minimum 2,3 m entre les pâles et le sol.**

Voici un exemple de calepinage pour une salle de classe :

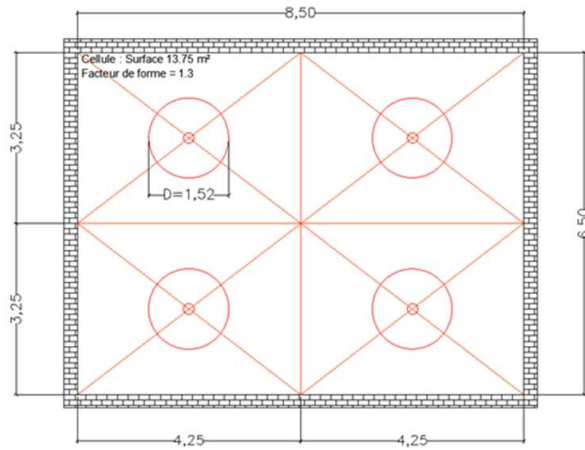
Considérons une pièce de 8,5 x 6,5 m soit une surface de 55 m². Pour le moment nous considérons que la HSP n'est pas une contrainte.



La configuration doit être le plus symétrique possible (brasseur centré). Les règles de calepinage indiquent que la configuration doit être le plus symétrique possible. Nous prédisposons donc le brasseur au centre de cette pièce.



Pour valider un découpage en plusieurs cellules, le facteur de forme de la cellule FF doit diminuer pour se rapprocher de 1. En découpant la pièce en deux, on obtient un facteur de forme de 1,5. Nous pouvons rapprocher ce FF de 1 en redivisant la pièce en deux.

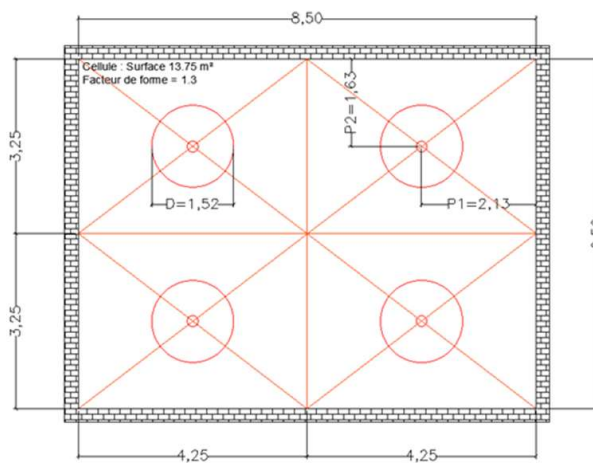


Le facteur de forme de chaque cellule est maintenant de **1,3** (4,25/3,25).

Maintenant, le facteur de couverture doit être compris entre 0,2 et 0,4.

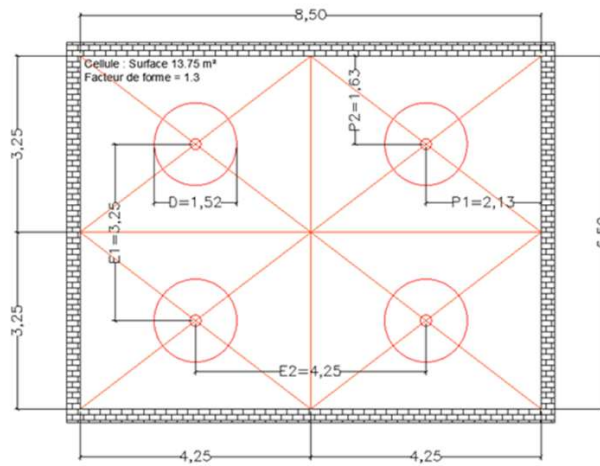
Dans cette configuration le diamètre doit être compris entre **0,75 et 1,5 m**.

Nous cherchons à maximiser la taille alors nous partons sur un diamètre de 152 cm (présent sur le marché équivalent à 150 cm)



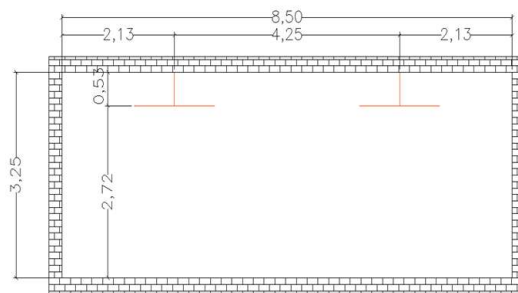
La distance aux murs doit être supérieure à 1,52 cm. Dans ce cas, c'est respecté.

P1 = 2,13 m > 1,52 m
P2 = 1,63 m > 1,52 m



La distance inter brasseurs doit être supérieure à minima à 2×152 cm soit **3,04 m** ou en optimum supérieur à $2,5 \times 152$ cm soit **3,8 m**.

E1 = 3,25 m > 3,04 m
E2 = 4,25 m > 3,8 m



La hauteur de montage doit être supérieure à 0,35 fois le diamètre du brasseur (soit 0,53 m) et la hauteur des pales doit être supérieure à 2,3 m.

Avec une salle de hauteur sous plafond de 3,25 dans ce cas, nous pouvons respecter ces deux exigences.

Avec un B.A de ce diamètre pour respecter ces deux exigences, il faudrait à minima une HSP de $2,3 + 0,53$ soit 2,83 m.

En dessous de cette hauteur, on diminue l'optimum de 0,35 fois le diamètre en hauteur de montage.

5. Règles de fixation des B.A.P

Dans n'importe quel cas, nous respecterons les préconisations spécifiques à chaque fabricant. Cela dit, voici quelques règles génériques :

- Les B.A devront être fixés dans le béton ou un élément structurel capable de reprendre à minima 10 fois le poids du B.A et supportant les vibrations. Un test à l'arrachement ou tout autre test assurant que le support peut reprendre cette charge, sera effectué.
- Dans le cas d'un plenum de faux plafond aucun B.A ne sera fixé directement sur les dalles de faux plafond. L'utilisation de tiges filetées d'un diamètre minimal de 6 mm équipées d'un raidisseur et de câble latéraux ou tout autre dispositif correctement dimensionné permettant de traverser le plenum pour se fixer dans les éléments structuraux du bâtiment est nécessaire. Sauf déclaration plus contraignante par le fabricant, un brasseur d'air doit à minima recevoir 2 points d'ancrages dans des éléments structuraux.
- Un ancrage supplémentaire de sécurité sur la maçonnerie ou l'élément structurel sera mis en place.
- Les B.A devront être munis d'un système de suspension du groupe moteur/pâles avec ROTULE obligatoire. Il faudra donc bien faire attention à cette composante dans la fiche technique du brasseur (information généralement présente).

CAS PRATIQUE SUR LA RENO :

Contexte :

- Modèle Brasseur : Izyfan 152 de chez EXHALE (moteur DC, Rotule intégrée). Modèle validant les caractéristiques aérauliques et énergétiques mentionnées plus haut.
- Poids du brasseur : 5,8 kg
- Calepinage : 4 B.A de diamètre 152 cm par Salle de Classe, repartis selon un calepinage qui respecte les recommandations citées plus haut.
- Support structurel : plafond poutrelles/hourdis béton
- Présence de faux plafond au R+1

Vérification du support

Sur le chantier, nous avons fait appel à l'entreprise HILTI afin d'obtenir des préconisations sur le type de fixation pour notre plafond en poutrelles hourdis, et afin de valider si ce dernier pouvait reprendre les charges du brasseur en mouvement, à l'aide de **plusieurs tests à l'arrachement, précisément 5 par étage.**

Le fabricant annonce sur sa fiche technique que le support doit reprendre une charge de 30kg (soit 5 fois le poids du brasseur environ). Nous avons choisi de nous baser sur la préconisation du guide BRISE qui recommande que le support puisse supporter 10 fois le poids du brasseur. Cela représente donc environ 60 kg de charge à supporter pour notre plafond.

Ainsi pour notre test à l'arrachement, notre valeur cible est bien celle des 60 kg. Cela représente en termes d'unité de force, ~60 daN.

Le test à l'arrachement de HILTI annonce dans son PV une charge limite de service de 86 daN. Ainsi le PV est valide pour supporter les 60 daN de nos brasseurs. De plus, le test a été effectué sur une seule cheville de fixation, là ou notre brasseur en compte 4 dans sa platine de fixation au plafond.

Fixations

Chaque brasseur possède **4 ancrages dans la structure + 1 ancrage de sécurité avec un filin.**

Dans le cas du RDC ou il n'y a pas de faux plafond, la platine de fixation du brasseur a été fixée directement au plafond avec ses 4 ancrages + 1 le filin de fixation.



Figure 1 : fixation platine avec 4 ancrages au plafond RDC

Dans le cas du R+1 ou il y a présence d'un faux plafond : le fabricant EXHALE pour ses brasseurs Izyfan propose une tige extensible qui est fixée sur la dalle avec 4 chevilles et permet un ajustement de la hauteur pour traverser le plénum. Ensuite, le bloc moteur du brasseur est fixé sur l'autre bout de la tige télescopique. Cette tige permet de garder 4 ancrages + 1 ancrage de sécurité sur la structure. Elle doit être serrée au maximum afin qu'il n'y ait aucun jeu entre les deux parties de la tige.

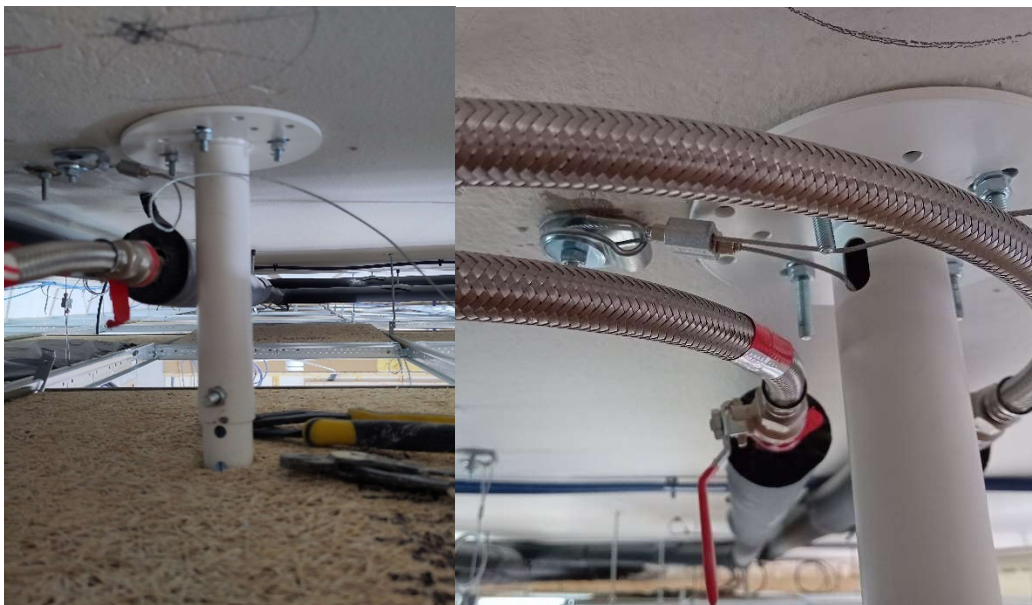
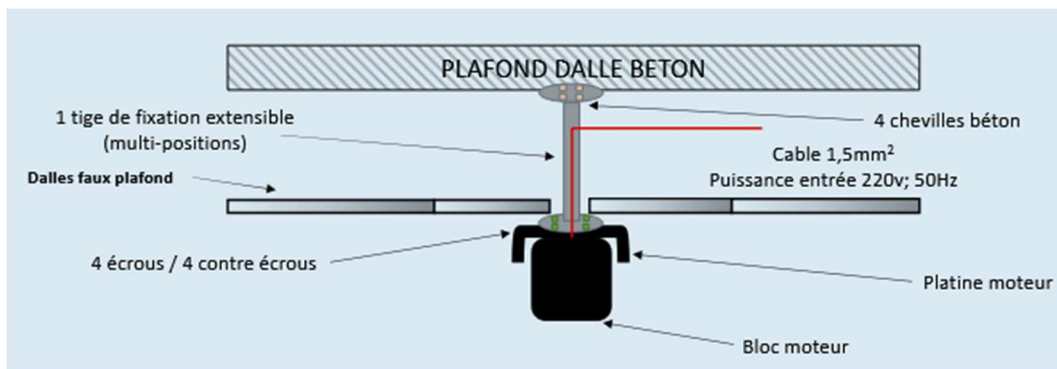


Figure 2 : tige de fixation pour faux plafond avec 4 ancrages + 1 ancrage de sécurité



Figure 3 : platine de fixation du brasseur fixée directement sur la sous face de la tige télescopique



PROTOCOLE

1. Déterminer la hauteur de plenum (distance entre la dalle béton et le faux plafond).
2. Fixer l'embase du tube dans la dalle béton à l'aide de 4 chevilles béton.
3. Faire un trou à l'aide d'une scie cloche dans le faux plafond légèrement supérieur au diamètre du tube mâle.
4. Emboîter les tubes et sélectionner la position adéquate.
5. Insérer la / les vis traversante(s) et serrer au maximum (avec 2 clés) afin qu'il n'y ait plus de jeu entre les 2 tubes.



Figure 4 : éléments issus de la fiche technique du fabricant EXHALE

Le déroulé du test à l'arrachement se fait comme suit :

- ➔ L'entreprise ELIEZ a effectué la veille la pose de fixations type chevilles chimiques dans le plafond à différents endroits (5 positions différentes au total par étages).
- ➔ Le lendemain, l'entreprise HILTI est venue faire ses tests de tractions, qui consistent à l'aide d'une machine, à tirer sur la cheville jusqu'à rupture/glisserment et de mesurer la force limite qui est appliquée. Au bout de chaque test, HILTI note la charge mesurée lors de la rupture/glisserment.
- ➔ Ensuite, HILTI prend la moyenne des mesures et applique des coefficients de sécurité, pour fournir une valeur dite « Charge limite de service » qui correspond à la charge maximale admissible en exploitation. En effet on ne retiendra pas comme valeur maximale la valeur de rupture/glisserment de la cheville pour prendre une marge de sécurité.
- ➔ On compare ensuite la valeur cible avec la valeur limite de service afin de valider ou non la qualité du support pour nos équipements au plafond.



Figure 5 : test à l'arrachement

ANNEXE : PV RAPPORT TEST A L'ARRACHEMENT HILTI



HILTI France
126 rue Gallieni
92100 Boulogne-Billancourt

N° SECTEUR : TFRC02062 N° CLIENT : 0012046073 N° PV : 102805
REPRÉSENTANT : ELENA MEDDOUR
DATE DU RENDEZ-VOUS : 27/10/2025 État du PV : **Validé**

COMPTE RENDU D'ESSAIS DE TRACTION

ENTREPRISE : ELIEZ
ADRESSE : 30 B RUE DU BAILLY
CODE POSTAL : 93210
COMMUNE : LA PLAINE ST DENIS

REF. CHANTIER : chantier Ecole polyvalente publique Franc Nohal
ADRESSE : 9 Rue Franc-Nohain
CODE POSTAL : 75013
COMMUNE : PARIS

APPLICATION : supportage
NOM DU RESPONSABLE : KIMAN TAN
TEL : 0660949848 FAX :

CHARGE DEMANDÉE : 300
EMPLACEMENT DES ESSAIS : PLAFOND

PERSONNES PRÉSENTES	Nom : ELENA MEDDOUR	Nom : ILIES ABIDALLAH	Nom : Mathieu Nault
	Sté : HILTI	Sté : HILTI	Sté : ELIEZ
	Qualité RGC	Qualité RGC	Qualité Chef de chantier

TYPE DE CHEVILLE : HIT HY 170 + HIT-SC 16x85 + HAS-U 5.8 M8x110 APP. MESURE : HAT 50 N° 20035
MATÉRIAU SUPPORT : BÉTON (QUALITÉ : MPa) AUTRE (à préciser) : Maçonnerie creuse
APPAREIL DE FORAGE : TE 8 PERÇAGE : Ø : 16 mm PROFONDEUR : 85 mm

ESSAIS	TYPE DE RUINE	ESSAIS	TYPE DE RUINE	ESSAIS	TYPE DE RUINE
N° 1	410 daN C				
N° 2	1120 daN C				
N° 3	600 daN C				
N° 4	380 daN C				
N° 5	510 daN C				

Interprétation selon les recommandations du CISMA* pour la réalisation d'essais de chevilles sur site ou chantier

TYPE DE CHEVILLE	TYPE D'AGRÈMENT		
Mécanique	ATE	001 (mécanique ou chimique)	
Chimique	✓ selon	014 (plastique pour ETICS)	
Plastique pour ETICS	Guide ETAG (n°)	020 (plastique)	
Plastique	Cahier des charges		
Plomb	Sans homologation		
Autre	Sans interprétation (fers HA, vis, clous...)		

Valeur moyenne des 5 essais
les plus défavorables :

$$N_1 = 604,00 \text{ daN}$$

Charge limite ultime :

$$N_{Rd,u} = \frac{0,50 \times N_1}{\gamma_m} = 120,80 \text{ daN}$$

Charge limite de service :

$$N_{Rd,s} = \frac{N_{Rd,u}}{1,40} = 86,29 \text{ daN}$$

Selon les informations communiquées sur la nature de la fixation testée, du matériau support (et de l'existence ou non d'un agrément), rappelées ci-dessus, le coefficient de sécurité γ_m est dans votre cas de : $\gamma_m = 2,50$

Rappel : charge limite ultime / de service sont limitées aux valeurs homologuées.

* : Syndicat des équipements pour Construction Infrastructures Siderurgie et Manutention

TYPES DE RUINE			OBSERVATIONS
			D : autre
Rupture de la cheville	Rupture du support	Rupture par extraction-glisement	Ex : arrêt opérateur



SERVICE TECHNIQUE
Les résultats de ces essais
ne concernent que les
chevilles HILTI

ServiceTechnique@hilti.com