

# Mesure de perméabilité à l'air

---

## *Rapport d'essai*



## **Extension d'un bâtiment de bureaux**

### **Europac du Chêne, Bâtiment B6**

1 rue Monod, 69500 BRON

Dossier n° 080-2019

Date de la mesure : 12/06/2019

**Q4Pa-surf en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) : 0,42**

**Objectif en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) : 1,30**

**Objectif atteint**

## Table des matières

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Préface .....  | 4  |
| 1.1   | Domaine d'application .....  | 4  |
| 1.1   | Référence normatives et réglementaires.....                                  | 4  |
| 1.2   | Termes et définitions .....  | 4  |
| 2     | Extension 1.....   | 6  |
| 2.1   | Information sur l'essai et le matériel .....                                 | 6  |
| 2.1.1 | Information sur le bâtiment.....   | 6  |
| 2.1.2 | .....  | 6  |
| 2.1.3 | Coordonnées du client.....   | 6  |
| 2.1.4 | Coordonnées de la société réalisant les mesures de perméabilité à l'air..... | 6  |
| 2.1.5 | Méthode d'essai .....  | 6  |
| 2.1.6 | Objet de l'essai.....  | 6  |
| 2.1.7 | Matériel utilisé.....  | 7  |
|       | MACHINE A FUMEE ASTB 3.....  | 7  |
|       | JAUGE ASTB 1.....  | 7  |
|       | ASTB 3.....  | 7  |
|       | THERMOMETRE ASTB 1 .....   | 7  |
|       | STYLO FUMEE.....   | 7  |
|       | VENTILATEUR ASTB 2 .....   | 7  |
|       | JAUGE ASTB 3.....  | 7  |
|       | VENTILATEUR ASTB 1 .....   | 7  |
|       | JAUGE ASTB 2.....  | 7  |
| 2.1.8 | Logiciel utilisé pour l'édition du rapport.....                              | 7  |
| 2.2   | Essai selon la norme NF EN 13829 et le GA P50-784, méthode Méthode 3 .....   | 7  |
|       | Essai en Pressurisation réalisé le 12/06/2019 (Essai #1).....                | 7  |
| 2.2.1 | Températures et conditions climatiques .....                                 | 8  |
| 2.2.2 | Synthèse des pressions à débit nul .....                                     | 8  |
| 2.2.3 | Résultats en Pressurisation.....   | 8  |
| 2.2.4 | Paramètres de calibration.....   | 8  |
| 2.2.5 | Exploitation des données mesurées .....                                      | 9  |
| 2.2.6 | Enregistrement des critères de la norme NF EN 13829 et du GA P50-784.....    | 9  |
| 2.2.7 | Surface équivalente de fuite .....   | 10 |
| 2.3   | Analyse des résultats.....   | 10 |
| 2.3.1 | Perméabilité à l'air sous 4 Pa.....  | 10 |
| 2.3.2 | Diagnostic qualitatif de l'enveloppe .....                                   | 10 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.2.1 | A-Infiltration en partie courante .....   | 10 |
| 2.3.2.2 | B-Liaisons périphériques (parois, plancher, plafond) .....                          | 11 |
| 2.3.2.3 | C-Menuiseries.....  | 13 |
| 2.3.2.4 | D-Eléments traversant les parois et/ou les sols .....                               | 19 |
| 2.3.2.5 | E-Trappes d'accès / de visites.....   | 21 |
|         | Aucune infiltration majeure détectée.....   | 21 |
| 2.3.2.6 | F-Appareillages électriques (prises, tableau, etc.).....                            | 21 |
|         | Aucune infiltration majeure détectée.....   | 21 |
| 2.3.2.7 | G-Liaisons parois/ouvrants.....   | 21 |
| 2.3.2.8 | H-Autres.....   | 24 |
|         | Aucune infiltration majeure détectée.....   | 24 |
| 2.4     | Commentaires généraux .....   | 24 |
| 2.4.1   | Particularités et adaptations par rapport à la stricte application de la norme..... | 29 |
| 2.5     | Etat des ouvertures de l'enveloppe pendant l'essai .....                            | 29 |
| 2.5.1   | Conditionnement du bâtiment pour la mesure.....                                     | 29 |
| 2.5.2   | Présence d'éléments sensibles .....   | 30 |
| 2.6     | Courbes des débits de fuite.....  | 31 |
| 2.7     | Pressions à débit nul .....   | 32 |
| 2.7.1   | Essai en Pressurisation réalisé le 12/06/2019 (Essai #1) .....                      | 32 |
| 2.8     | Informations supplémentaires .....  | 32 |
|         | Protocole de contrôle du matériel.....  | 33 |
|         | Documents relatifs à la société.....  | 35 |
|         | Documents relatifs aux équipements .....  | 36 |

## 1 PREFACE

### 1.1 Domaine d'application

Mesure de la perméabilité à l'air des ouvrages de bâtiments neufs ou existants

### 1.1 Référence normatives et réglementaires

Norme NF EN 13829, GA P50-784 de décembre 2014 et arrêtés du 24 Mai 2006 et du 13 Juin 2008

### 1.2 Termes et définitions

| Symbole          | Grandeur   | Unité                               |
|------------------|--|-------------------------------------|
| $\dot{V}_r$      | Relevés du débit d'air   | m <sup>3</sup> /h                   |
| $\dot{V}_m$      | Débit d'air mesuré   | m <sup>3</sup> /h                   |
| $\dot{V}_{env}$  | Débit d'air à travers l'enveloppe du bâtiment                                      | m <sup>3</sup> /h                   |
| $\dot{V}_L$      | Débit de fuite d'air   | m <sup>3</sup> /h                   |
| $\dot{V}_{50}$   | Débit de fuite d'air à 50 Pa   | m <sup>3</sup> /h                   |
| $C_{env}$        | Coefficient de débit d'air   | m <sup>3</sup> (h.Pa <sup>n</sup> ) |
| $C_L$            | Coefficient de fuite d'air   | m <sup>3</sup> (h.Pa <sup>n</sup> ) |
| $n$              | Exposant du débit d'air  | -                                   |
| $\Delta p_v$     | Différence de pression ventilateur   | Pa                                  |
| $\Delta p_0$     | Différence de pression à débit nul (moyenne)                                       | Pa                                  |
| $\Delta p_{01}$  | Différence de pression à débit nul avant l'essai (équipement de ventilation fermé) | Pa                                  |
| $\Delta p_{02}$  | Différence de pression à débit nul après l'essai (équipement de ventilation fermé) | Pa                                  |
| $\Delta p_e$     | La différence de pression entre les extrémités                                     | Pa                                  |
| $n_{50}$         | Taux de renouvellement d'air sous 50 Pa  | h <sup>-1</sup>                     |
| <b>ATbat</b>     | Surfaces déperditives hors plancher bas  | m <sup>2</sup>                      |
| <b>Q4Pa-surf</b> | Perméabilité à l'air sous 4 Pa   | m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> ) |

#### Enveloppe du bâtiment : ATbat (m<sup>2</sup>)

Surfaces déperditives hors plancher bas au sens de la Réglementation Thermique, c'est-à-dire, l'ensemble des parois donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé, hors plancher bas.

Pour les bâtiments à usage de logement collectif, en l'absence de justification basée sur le fascicule 1 des règles Th-U, les parois donnant sur des circulations communes ne sont pas prises en compte dans le calcul du Q4Pa-surf

#### Débit de fuite d'air : $\dot{V}_L$ (m<sup>3</sup>/h)

Débit d'air traversant l'enveloppe d'un bâtiment :

$\dot{V}_{50}$  : débit d'air sous 50 Pa de gradient de pression (norme NF EN 13829)

$\dot{V}_4$  : débit d'air sous 4 Pa de gradient de pression (Réglementation Thermique)

#### Volume intérieur (m<sup>3</sup>)

Le volume intérieur V est le volume d'air à l'intérieur du bâtiment ou de la partie de bâtiment mesuré. Il est calculé en multipliant l'aire nette de plancher par la hauteur nette moyenne sous plafond. Le volume des meubles n'est pas déduit.

En précision du paragraphe 6.1.1 de la norme NF EN 13829 (repris ci-dessus), le volume intérieur est identique au volume défini dans l'arrêté du 24 mai 2006, annexe 3 : « le volume chauffé est le volume délimité par les surfaces de parois prises en compte dans le calcul du coefficient Ubat ».

#### Taux de renouvellement d'air à la pression de référence $n_{50}$ (h<sup>-1</sup>)

Débit de fuite rapporté au volume intérieur pour un gradient de pression d'essai de référence (50Pa)

### **Perméabilité à l'air sous 4 Pa : Q4Pa-surf ( $m^3/(h.m^2)$ )**

Le paragraphe 3.5 de la norme NF EN 13829 définit la perméabilité à l'air comme le débit de fuite d'air rapporté à l'aire de l'enveloppe à la pression différentielle d'essai de référence à travers l'enveloppe du bâtiment.

Il est précisé dans le GA P50-784 que dans la réglementation thermique française applicable aux bâtiments neufs ou existants (arrêtés du 24 mai 2006 et du 13 juin 2008), le débit de fuite est exprimé à la pression différentielle de 4 Pa. L'indicateur extrait est nommé Q4Pa-surf dont l'unité est  $m^3/(h.m^2)$ .

### **Coefficient de débit d'air $C_{env}$ , coefficient de fuite d'air $C_L$ , exposant du débit d'air $n$**

Données de la loi d'écoulement calculées à partir des grandeurs mesurées et des conditions d'ambiance.

Exposant  $n$ , compris entre 0.5 et 1, il dépend de la nature de l'écoulement:

Un écoulement proche de 1 caractérise un écoulement laminaire, alors qu'un exposant proche de 0.5 caractérise un écoulement inertiel.

Les coefficients  $C_{env}$  et  $n$  sont déterminés par régression linéaire des couples de mesures  $\{\Delta P, \dot{V}_{env}\}$  à l'aide de la méthode des moindres carrés. Le coefficient  $C_L$  est obtenu par correction du coefficient de débit d'air  $C_{env}$  pour les conditions normales  $[(20 \pm 1)^\circ C$  et  $1,013 \times 10^5$  Pa].

Le débit de fuite sous la dépression voulue est déduit de la courbe {débit ; pression}.

Les résultats sont présentés sous forme d'indicateurs et incluent des intervalles de confiance selon la norme NF EN 13829.

### **Coefficient de corrélation**

Valeur définissant le degré de précision et de confiance de la mesure : compris entre 0.99 et 1

## 2 EXTENSION 1

### 2.1 Information sur l'essai et le matériel

#### 2.1.1 Information sur le bâtiment

**Adresse :** 1 rue Monod, 69500 BRON

**Date de construction :** 2019

**Hauteur de l'enveloppe :** 4.0 m

**Nombre de niveaux :** 1

**Volume chauffé :** 3831.3 m<sup>3</sup>

**Incertitude sur le volume chauffé :** 10 %

**SHON :** 980.6 m<sup>2</sup>

**SHAB :** 891.0 m<sup>2</sup>

**SU :** 891.0 m<sup>2</sup>

**ATbat :** 2077.58 m<sup>2</sup>

**Incertitude sur l'ATbat :** 0%

**Source de l'ATbat :** Etude thermique

**Zone mesurée :** Bureaux

**Permis de construire n° :**

**Permis de construire groupé :** Non

**Type :** Bureaux

**Mode constructif :** Structure portante et remplissage

**Matériau :** Bois

**Isolation :** Isolation répartie

**Ventilation (système) :** Centrale de traitement d'air à débit d'air variable

**Ventilation (moteur) :** Autoréglable

**Chauffage :** Electrique thermodynamique

**Refroidissement :** Electrique thermodynamique

#### 2.1.2

#### 2.1.3 Coordonnées du client

**Nom :** P.F.I

**Adresse :** 1 quai Jules Courmont, 69002 LYON

**Téléphone :**

**E-mail :**

**Rôle et fonction :** Maître d'ouvrage

**Mobile :**

**SIRET :**

#### 2.1.4 Coordonnées de la société réalisant les mesures de perméabilité à l'air

**Nom :** ASTB

**Adresse :** 1 Boulevard Dalgabio, 42000 SAINT-ETIENNE

**Téléphone :** 04.27.77.75.81

**E-mail :** delorme@astbthermique.com

**Nom de l'intervenant :** JULIEN RICHARD

**Mobile :** 06.11.05.52.85

**SIRET :** 52862429900046

**Numéro d'autorisation :** 0299

#### 2.1.5 Méthode d'essai

**Etat du bâtiment au moment de l'essai :** à réception

**Zone mesurée :** Bâtiment entier

**Méthode :** Méthode 3

**Justification du choix de la méthode :** Essai réalisé pour déterminer l'indicateur Q4Pa-surf de la réglementation thermique française.

**Emplacement du dispositif de mesure :** 1 système sur chaque porte d'entrée en venant du palier (non inclu)

**Condition de réalisation de l'essai :** Un essai en pressurisation (Paliers décroissants), Pas d'essai en dépressurisation

#### 2.1.6 Objet de l'essai

**Type de bâtiment :**

Bureaux

**Q4Pa-surf visé en m<sup>3</sup>/(h.m<sup>2</sup>) :**

1,30 (RT 2012)

**Objectif étude thermique**

## 2.1.7 Matériel utilisé

## MACHINE A FUMEE ASTB 3

**Modèle :** TINY-CX**Fournisseur :** OTTEC**Type :** Machine à fumée**Numéro de série :** MAF CX-144317**Etalonnage (début) :****Etalonnage (fin):**

JAUGE ASTB 1

**Modèle :** DG-700**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Manomètre**Numéro de série :** 60661 - ASTB1**Etalonnage (début) :****Etalonnage (fin):**

ASTB 3

**Modèle :** Modèle 4 - 230V**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Ventilateur**Numéro de série :** CE 2592 - ASTB 3**Etalonnage (début) :** 03/05/2019**Etalonnage (fin):** 03/05/2021

THERMOMETRE ASTB 1

**Modèle :** VTB**Fournisseur :** KIMO**Type :** Thermomètre**Numéro de série :** TH 09110076 - ASTB 1**Etalonnage (début) :** 05/12/2017**Etalonnage (fin):** 05/12/2021

STYLO FUMEE

**Modèle :** -**Fournisseur :** SMOKE-PEN**Type :** Machine à fumée**Numéro de série :** Smoke Pen**Etalonnage (début) :****Etalonnage (fin):**

VENTILATEUR ASTB 2

**Modèle :** Modèle 4 - 230V**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Ventilateur**Numéro de série :** CE 2157 - ASTB 2**Etalonnage (début) :** 03/05/2019**Etalonnage (fin):** 03/05/2021

JAUGE ASTB 3

**Modèle :** DG-700**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Manomètre**Numéro de série :** 60565 - ASTB 3**Etalonnage (début) :** 05/12/2018**Etalonnage (fin):** 05/12/2019

VENTILATEUR ASTB 1

**Modèle :** Modèle 4 - 230V**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Ventilateur**Numéro de série :** CE 2793 - ASTB 1**Etalonnage (début) :** 28/09/2017**Etalonnage (fin):** 28/09/2019

JAUGE ASTB 2

**Modèle :** DG-700**Fournisseur :** Minneapolis**Type :** Manomètre**Numéro de série :** 60006 - ASTB 2**Etalonnage (début) :** 24/04/2019**Etalonnage (fin):** 24/04/2020

## 2.1.8 Logiciel utilisé pour l'édition du rapport

Infiltria 4.22.12

## 2.2 Essai selon la norme NF EN 13829 et le GA P50-784, méthode Méthode 3

## Essai en Pressurisation réalisé le 12/06/2019 (Essai #1)

### 2.2.1 Températures et conditions climatiques

|                        |  |
|------------------------|--|
| Température intérieure | 22,90 °C   |
| Température extérieure | 17,80 °C   |
| Pression barométrique  | 99019,38 Pa (Pression barométrique corrigée avec l'altitude) |

Station météo

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Altitude du lieu de mesure                   | 197.0 m                     |
| Estimation du vent sur l'échelle de Beaufort | Force 1 (Très légère brise) |

### 2.2.2 Synthèse des pressions à débit nul

Différences de pressions à débit nul avant et après l'essai

|  |                            |                             |
|--|----------------------------|-----------------------------|
| $\Delta p_{01}$ : -0,82 Pa                   | $\Delta p_{01+}$ : 0,00 Pa | $\Delta p_{01-}$ : -0,82 Pa |
| $\Delta p_{02}$ : 0,01 Pa                    | $\Delta p_{02+}$ : 0,03 Pa | $\Delta p_{02-}$ : -0,02 Pa |
| <b>Moyenne générale : -0,40 Pa</b>           |                            |                             |
| <b>Pression minimale à tester : 10,00 Pa</b> |                            |                             |

Note : ces valeurs sont des moyennes mesurées pendant 30 secondes

### 2.2.3 Résultats en Pressurisation

| $\Delta p$ visé en Pa | $\Delta p_m$ en Pa | $\Delta p$ en Pa | $\Delta p_v$ en Pa | $\dot{V}_r$ en m <sup>3</sup> /h | $\dot{V}_m$ en m <sup>3</sup> /h | $\dot{V}_{env}$ en m <sup>3</sup> /h | Erreur en % (*) | Configuration | $\Delta p_e$ en Pa |
|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| 55,00                 | 55,28              | 55,68            | -163,71            | 4796,56                          | 4833,64                          | 4918,37                              | 0,14            |               | 0,59               |
| 50,00                 | 50,91              | 51,32            | -142,13            | 4493,71                          | 4528,45                          | 4607,83                              | -1,10           |               | 1,81               |
| 45,00                 | 44,73              | 45,13            | -121,68            | 4154,10                          | 4186,22                          | 4259,60                              | -0,63           |               | 0,85               |
| 40,00                 | 39,63              | 40,04            | -104,15            | 3852,18                          | 3881,96                          | 3950,01                              | -0,40           |               | 0,86               |
| 35,00                 | 35,29              | 35,69            | -92,14             | 3613,64                          | 3641,58                          | 3705,41                              | 0,65            |               | 0,05               |
| 30,00                 | 30,75              | 31,15            | -75,63             | 3294,10                          | 3319,57                          | 3377,76                              | 0,21            |               | 1,45               |
| 25,00                 | 25,23              | 25,64            | -59,24             | 2919,81                          | 2942,38                          | 2993,96                              | 0,78            |               | 1,15               |
| 20,00                 | 19,28              | 19,68            | -486,97            | 2484,04                          | 2503,25                          | 2547,13                              | 1,75            |               | 0,44               |
| 15,00                 | 15,08              | 15,48            | -341,95            | 2094,82                          | 2111,01                          | 2148,02                              | 0,28            |               | 0,30               |
| 10,00                 | 10,12              | 10,53            | -198,50            | 1598,80                          | 1611,16                          | 1639,40                              | -1,74           |               | 0,25               |

(\*) Erreur entre le  $\dot{V}_{env}$  mesuré et le  $\dot{V}_{env}$  calculé

### 2.2.4 Paramètres de calibration

| Configuration | Coefficients de calibration |
|---------------|-----------------------------|
| Ouvert        | C=788.9;N=0.4717            |
| A             | C=271.4;N=0.4964            |
| B             | C=79.22;N=0.5024            |
| C             | C=19.69;N=0.5145            |
| D             | C=13.36;N=0.4913            |
| E             | C=5.462;N=0.4964            |

## 2.2.5 Exploitation des données mesurées

|                  | Valeur                                      | Intervalle de confiance à 95% | Bornes de l'intervalle de confiance |
|------------------|---|-------------------------------|-------------------------------------|
| n                | 0,65  | $\pm 2,30\%$                  | [0,63 ; 0,66]                       |
| C <sub>env</sub> | 362,45 m <sup>3</sup> /(h.Pa <sup>n</sup> ) | $\pm 5,11\%$                  | [344,41;381,44]                     |
| C <sub>L</sub>   | 358,30 m <sup>3</sup> /(h.Pa <sup>n</sup> ) | $\pm 5,11\%$                  | [340,46 ; 377,07]                   |
| Corrélation      | 0,999601                                    |                               |                                     |
| V <sub>50</sub>  | 4528,09 m <sup>3</sup> /h                   | $\pm 1,11 \%$                 | [4478,08 ; 4578,66]                 |
| n <sub>50</sub>  | 1,18 h <sup>-1</sup>                        | $\pm 10,06 \%$                | [1,06 ; 1,30]                       |
| V <sub>4</sub>   | 880,32 m <sup>3</sup> /h                    | $\pm 3,08\%$                  | [853,66 ; 907,82]                   |
| Q4Pa-Surf        | 0,42 m <sup>3</sup> /(h.m <sup>2</sup> )    | $\pm 3,08 \%$                 | [0,41 ; 0,44]                       |

Note : Pour un vent inférieur à 3 m/s ou compris entre 0 et 2 sur l'échelle de Beaufort, les essais présentant une incertitude supérieure à 15 % sur le V<sub>4</sub> ne sont pas retenus

## 2.2.6 Enregistrement des critères de la norme NF EN 13829 et du GA P50-784

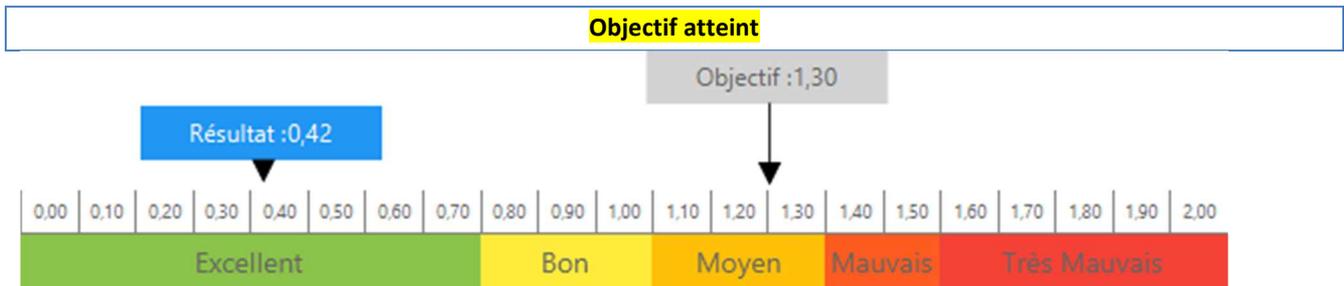
|   |  |
|---|--|
| <br>Conforme   | La vitesse du vent est inférieure ou égale à 6 m/s ou comprise entre 0 et 3 inclus sur l'échelle de Beaufort   |
| <br>Conforme   | Les valeurs absolues de $\Delta p_{0,1+}$ , $\Delta p_{0,1-}$ , $\Delta p_{0,2+}$ , $\Delta p_{0,2-}$ sont inférieures ou égales à 5 Pa  |
| <br>Conforme | L'essai comprend au moins 5 paliers de pression strictement croissants ou strictement décroissants, à peu près équidistants et l'écart entre deux paliers contigus mesurés ne dépasse pas 10 Pa  |
| <br>Conforme | Un des paliers de pression mesuré est supérieur ou égal à 50 Pa en valeur absolue  |
| <br>Conforme | La différence de pression minimale mesurée est égale, en valeur absolue, à 10 Pa ou à 5 fois la valeur absolue de la différence de pression à débit nul avant essai ( $\Delta p_{0,1}$ ), en prenant la plus grande valeur. Un écart de +/- 3 Pa est toléré. |
| <br>Conforme | L'essai présente une incertitude inférieure à 15 % sur le q <sub>4</sub>   |
| <br>Conforme | L'exposant de débit d'air se situe entre 0,5 et 1  |
| <br>Conforme | Le coefficient de détermination r <sup>2</sup> est supérieur ou égal à 0.98  |
| <br>Conforme | La différence de pression entre les extrémités n'excède pas 2 Pa ou 10 % de chaque différence de pression mesurée, en prenant en compte la plus grande de ces deux valeurs.  |

### 2.2.7 Surface équivalente de fuite

| Pression | Type de bord        | Surface équivalente de fuite | Soit un carrée de côté |
|----------|---------------------|------------------------------|------------------------|
| 4 Pa     | Bords vifs (Cd=0,6) | 947,08 cm <sup>2</sup>       | 30,77 cm               |

## 2.3 Analyse des résultats

### 2.3.1 Perméabilité à l'air sous 4 Pa



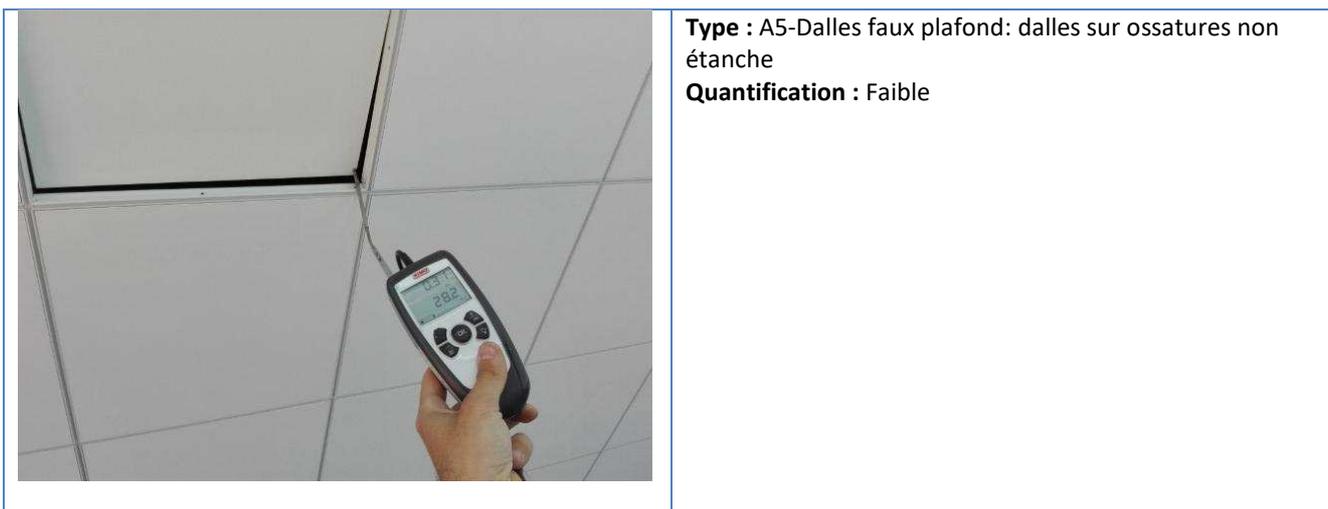
|                               | Bâtiment en entier | Habitat collectif | Bâtiment tertiaire |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Référence RT2005              | 0,8                | 1,2               | 1,2 ou 2,5         |
| Valeur par défaut RT2005      | 1,3                | 1,7               | 1,7 ou 3           |
| BBC Effinergie neuf et RT2012 | 0,6                | 1,0               | -                  |

**Résultat conforme à l'objectif fixé par le bureau d'étude thermique.**

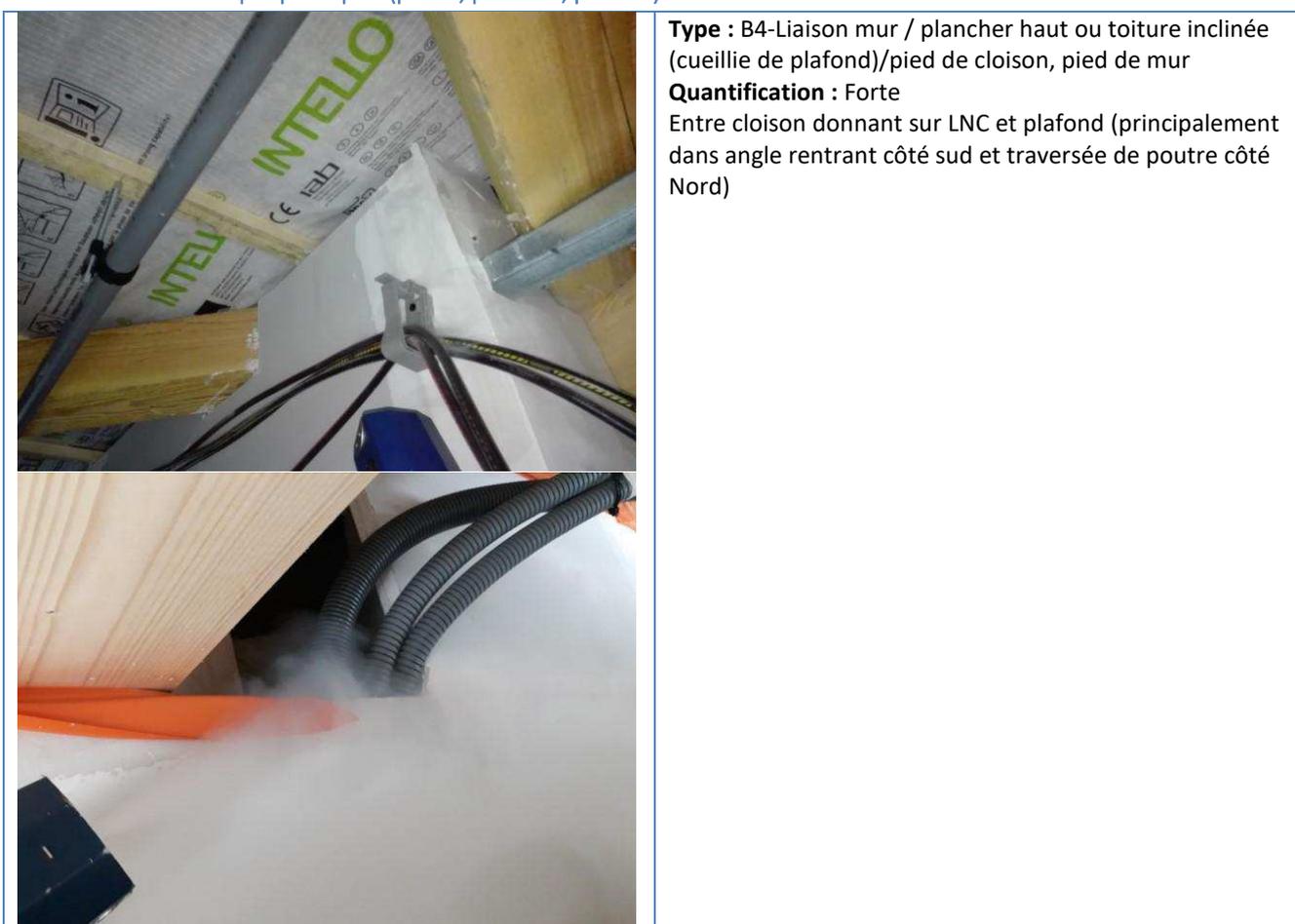
### 2.3.2 Diagnostic qualitatif de l'enveloppe

#### 2.3.2.1 A-Infiltration en partie courante

|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>Type :</b> A1-Autre infiltration en partie courante<br/> <b>Quantification :</b> Faible<br/>                     Liaisons entre panneaux OSB au sol</p> |
|--|---|

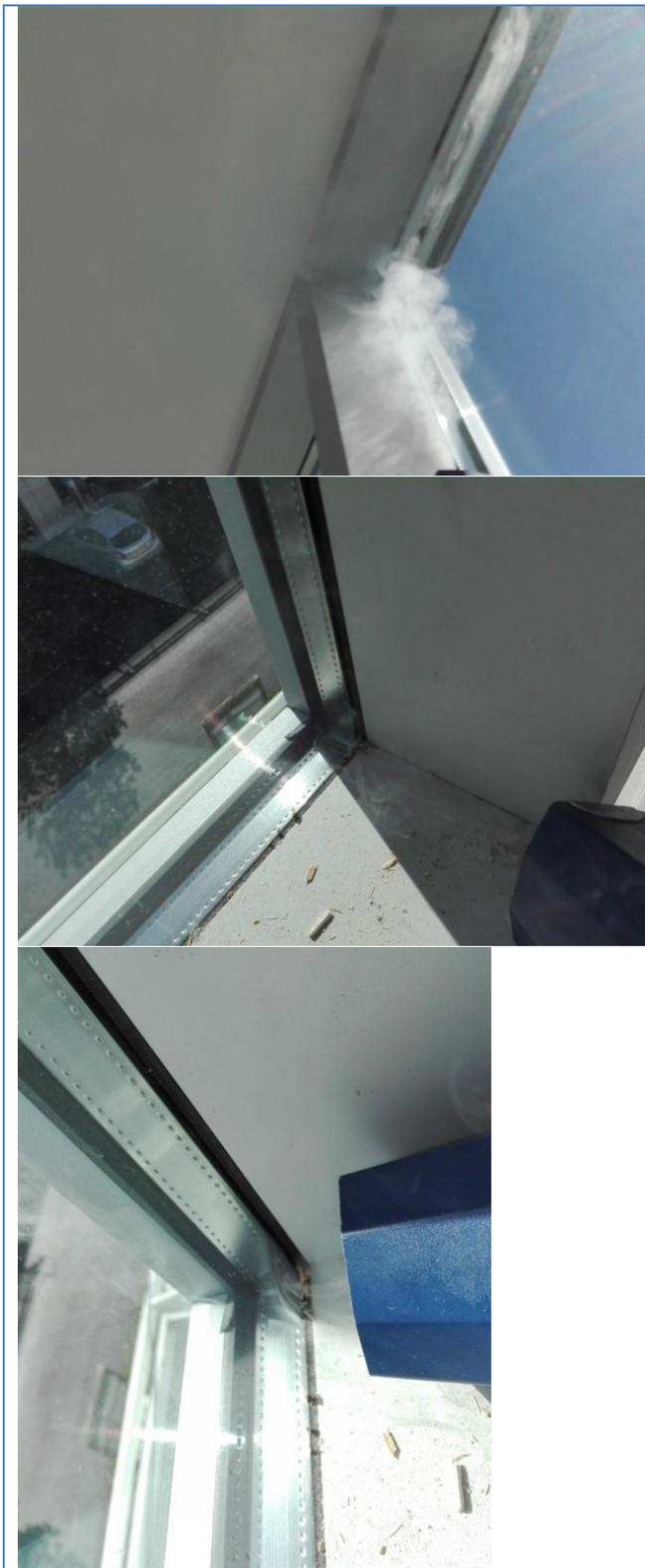


### 2.3.2.2 B-Liaisons périphériques (parois, plancher, plafond)





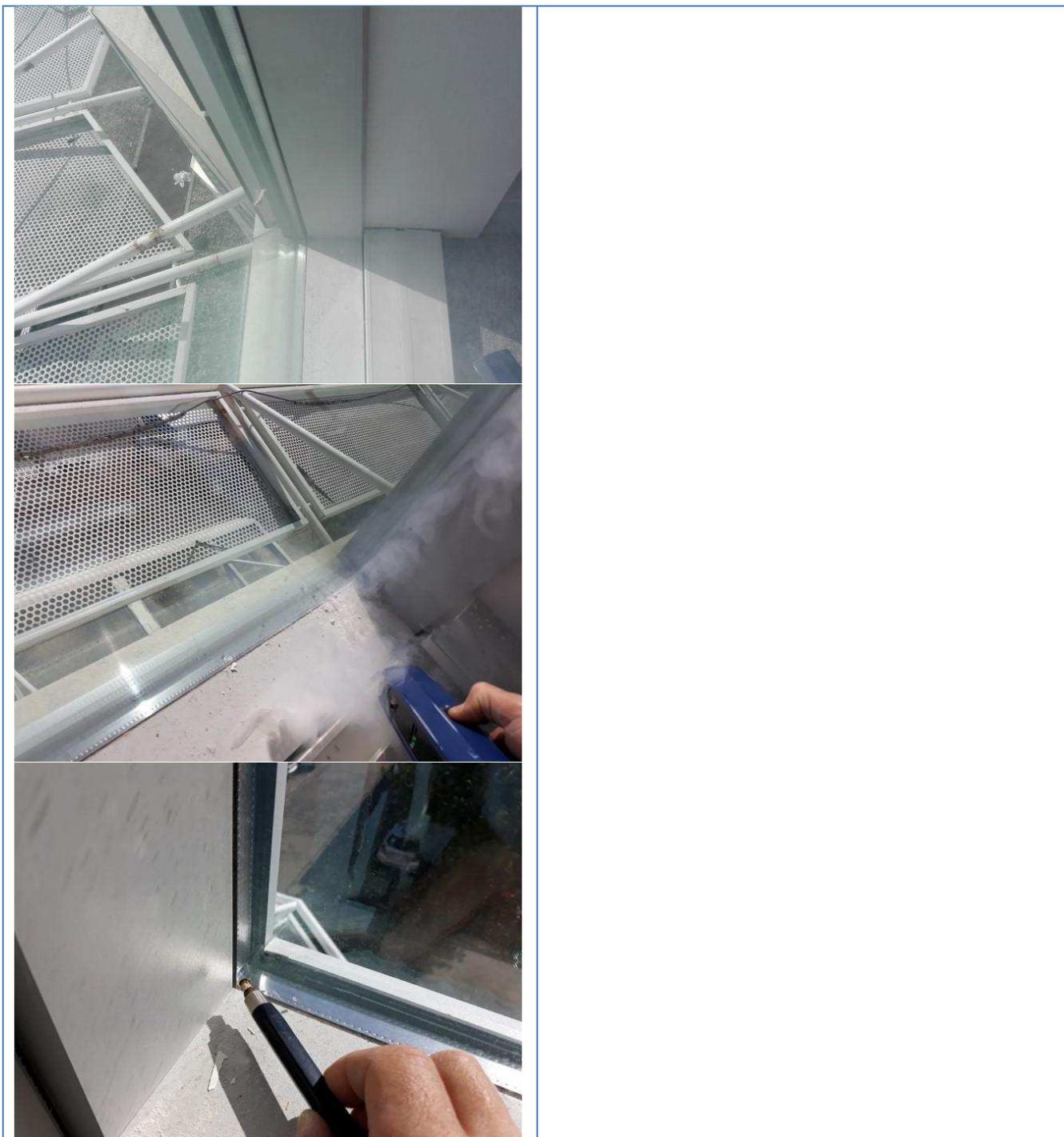
### 2.3.2.3 C-Menuiseries

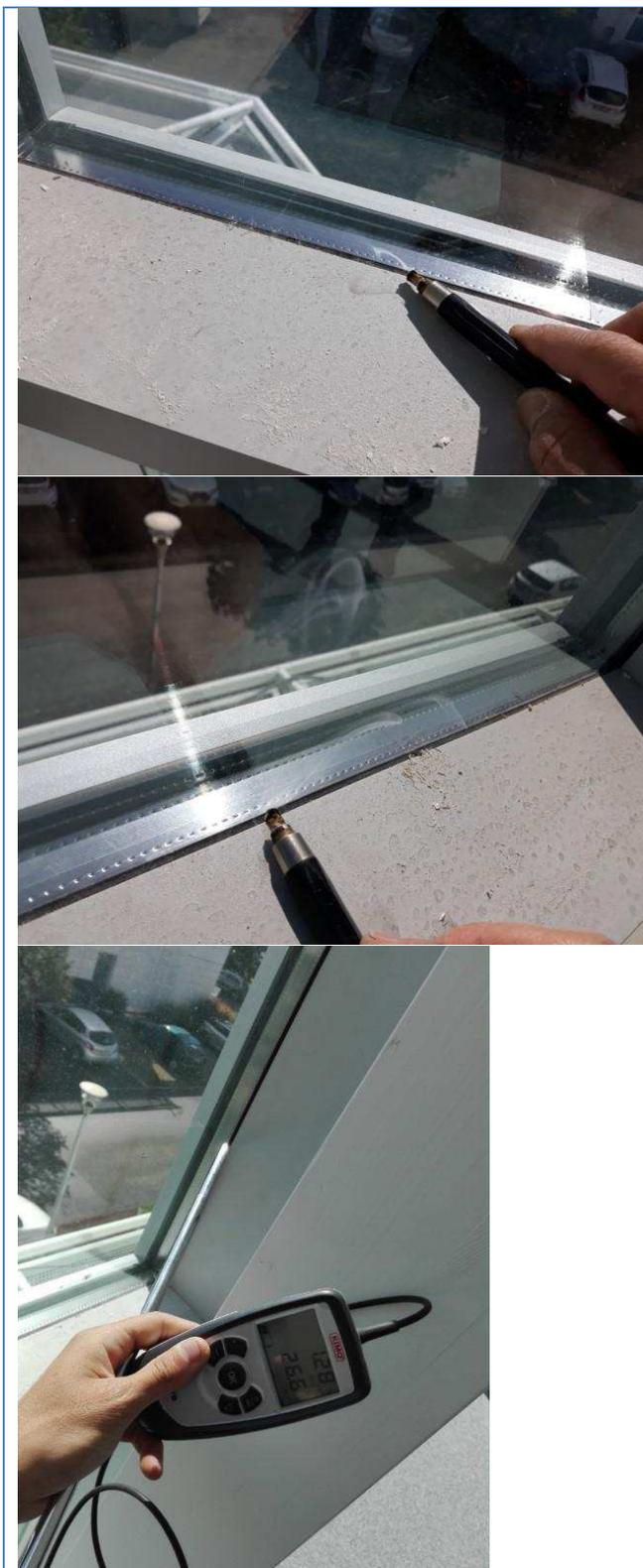


**Type :** C3-Fenêtre et porte fenêtre: Jonction vitrage / montant de menuiserie (joint défectueux)

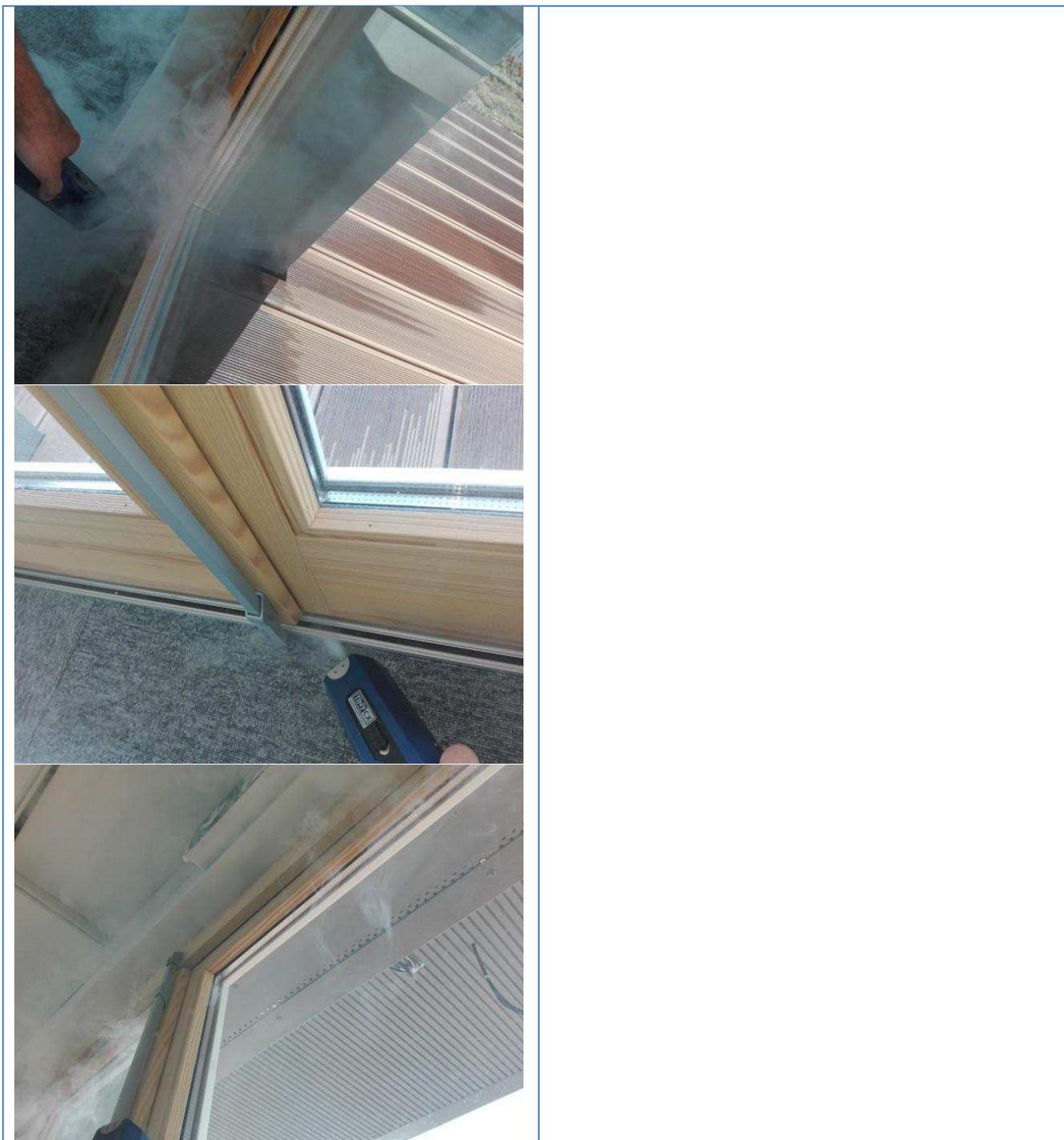
**Quantification :** Forte

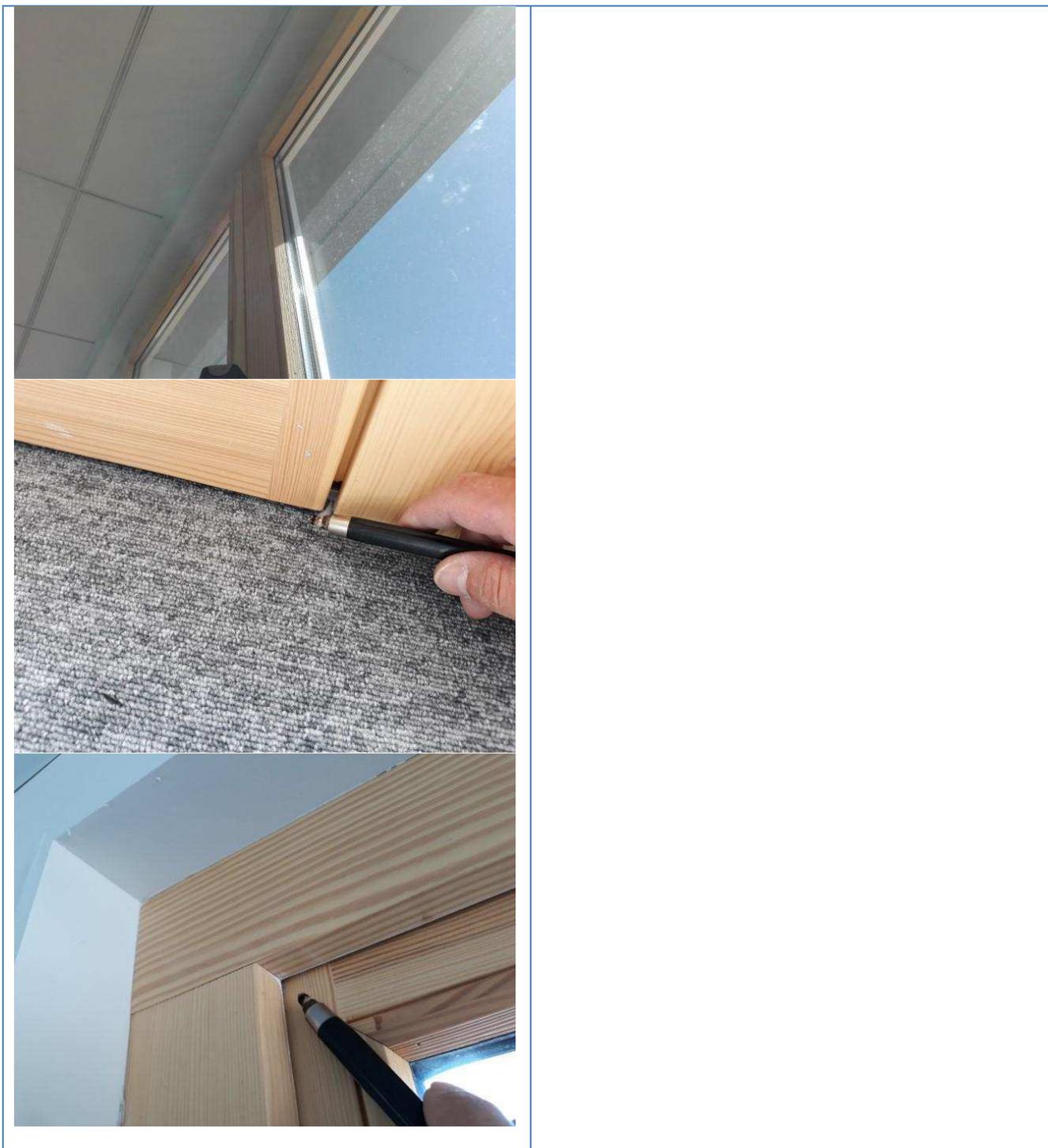
Au niveau des joints de vitrage et des jonctions de montant du mur rideau

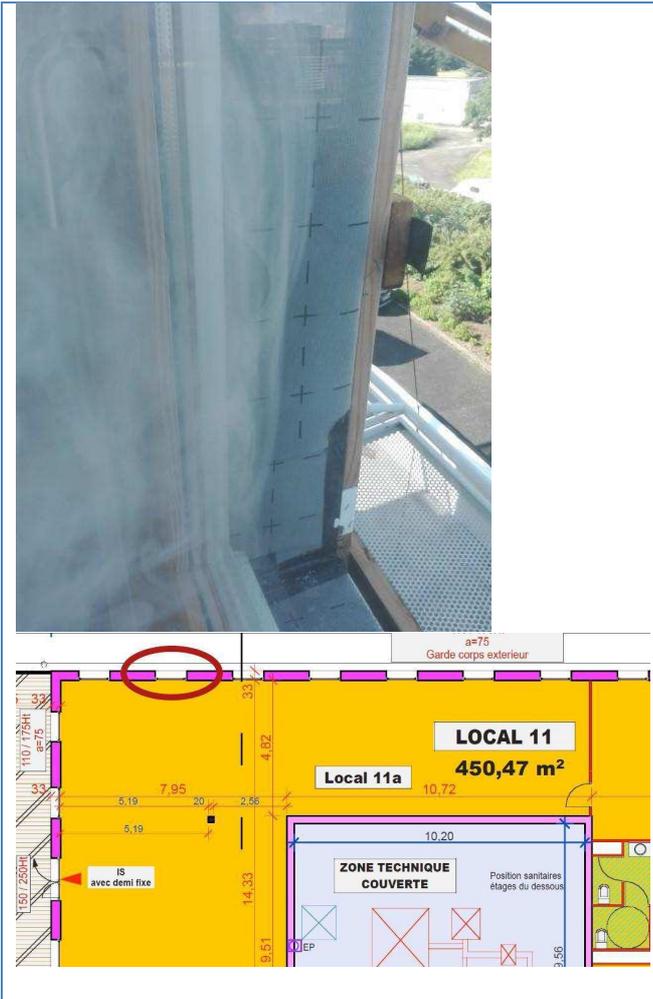




|  |  |
|--|--|
|   |  |
|  | <p><b>Type :</b> C2-Fenêtre et porte fenêtre: Jonction cadres Ouvrant/Dormant (absence ou défaut de compression des joints)</p> <p><b>Quantification :</b> Moyenne</p> <p>Entre ouvrant et dormant dans les angles et entre les battants (PFen. terrasse toutes)</p> |

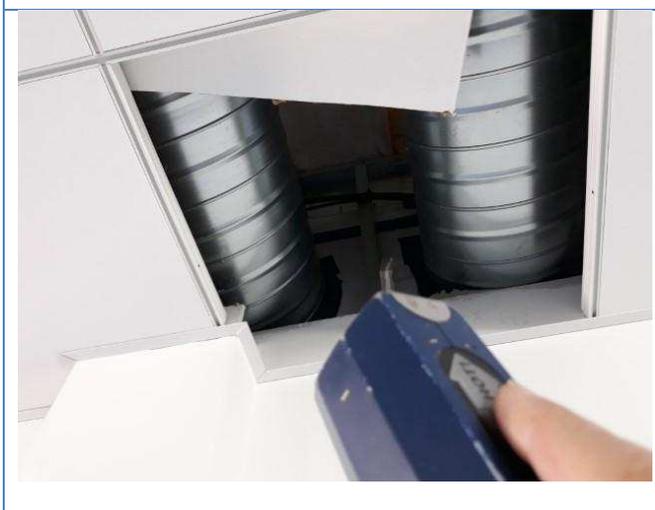




|  |  |
|--|--|
|  | <p><b>Type :</b> C2-Fenêtre et porte fenêtre: Jonction cadres Ouvrant/Dormant (absence ou défaut de compression des joints)</p> <p><b>Quantification :</b> Faible</p> <p>Entre ouvrant et dormant (Ponctuel : Voir repérage)</p> |
|--|--|

### 2.3.2.4 D-Éléments traversant les parois et/ou les sols

|   |  |
|---|--|
|  | <p><b>Type :</b> D3-Traversée de plancher et de murs et/ou cloisons (tout type de plomberie, conduits et gaines électriques...)</p> <p><b>Quantification :</b> Faible</p> <p>Traversée d'une EU dans plancher bois</p> |
|---|--|

|   |  |
|---|--|
|    | <p><b>Type :</b> D3-Traversée de plancher et de murs et/ou cloisons (tout type de plomberie, conduits et gaines électriques...)<br/><b>Quantification :</b> Faible<br/>Traversée d'une EP dans plafond</p>                               |
|   | <p><b>Type :</b> D3-Traversée de plancher et de murs et/ou cloisons (tout type de plomberie, conduits et gaines électriques...)<br/><b>Quantification :</b> Faible<br/>Traversées de gaines électriques dans cloison donnant sur LNC</p> |
|  | <p><b>Type :</b> D3-Traversée de plancher et de murs et/ou cloisons (tout type de plomberie, conduits et gaines électriques...)<br/><b>Quantification :</b> Faible<br/>Traversées des gaines CTA vers LNC</p>                            |

### 2.3.2.5 E-Trappes d'accès / de visites

Aucune infiltration majeure détectée

### 2.3.2.6 F-Appareillages électriques (prises, tableau, etc.)

Aucune infiltration majeure détectée

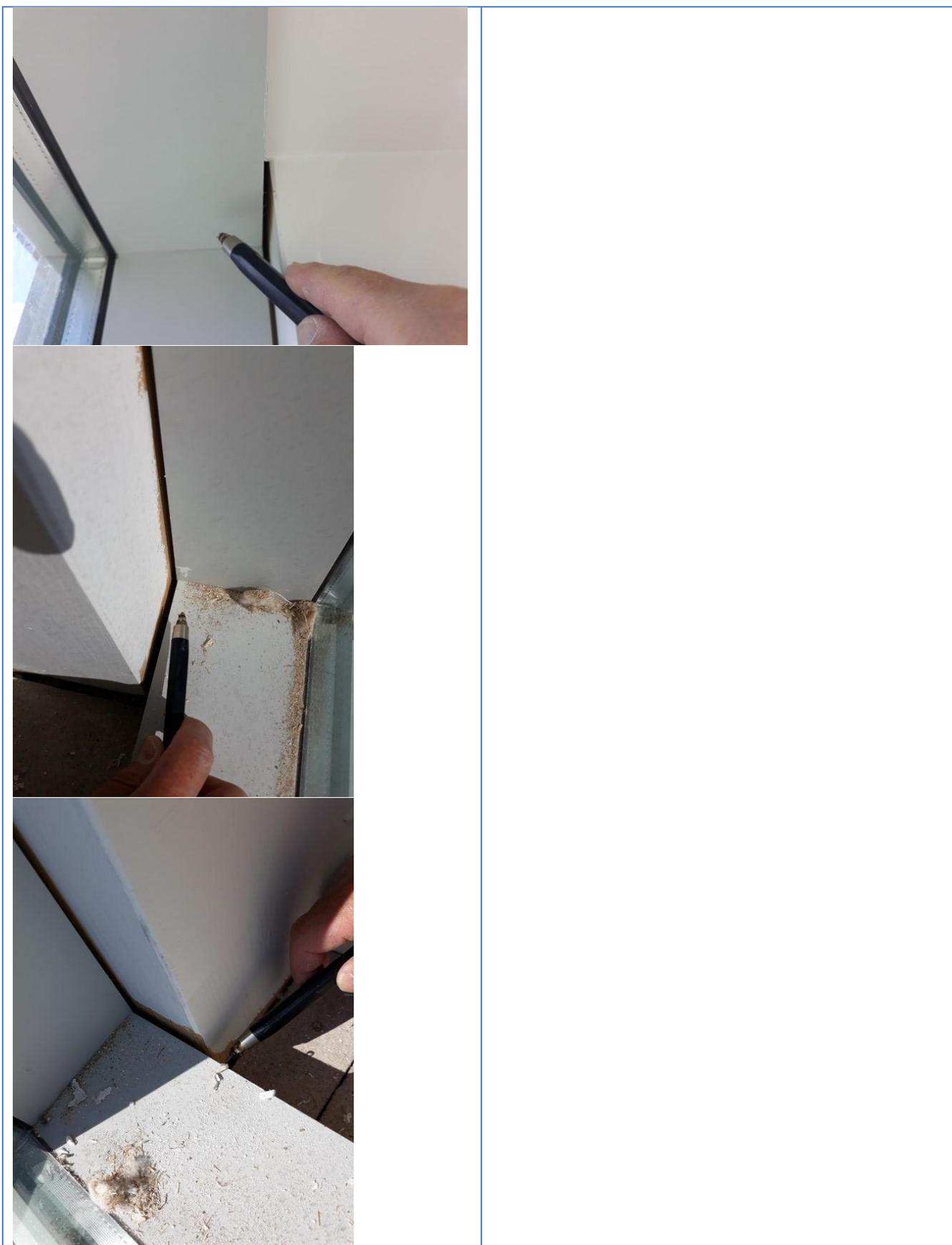
### 2.3.2.7 G-Liaisons parois/ouvrants

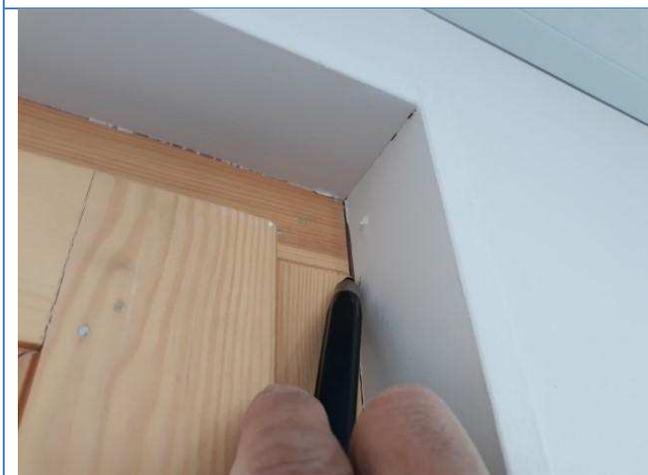


**Type :** G2-Fenêtre et porte-fenêtre y-c coffre VR: Liaison menuiserie avec maçonnerie appuis/tableau/linteau

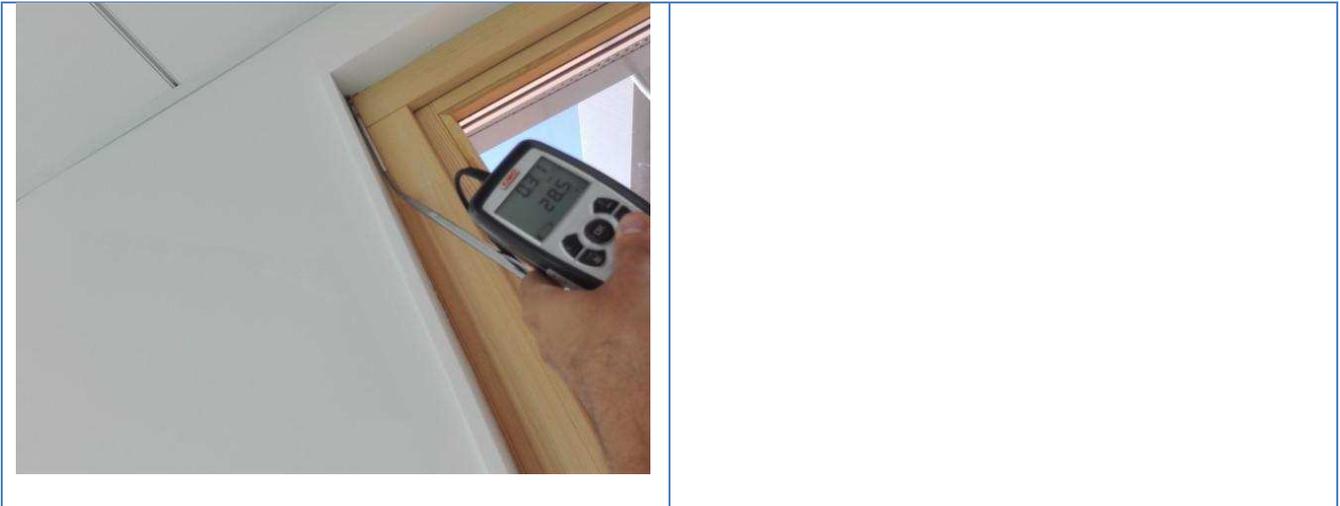
**Quantification :** Forte

Entre traverses haute et basse du mur rideau et le plafond (au niveau des poteaux)





**Type :** G4-Fenêtre et porte-fenêtre y-c coffre VR: Liaison menuiserie dormant doublage  
**Quantification :** Faible  
Entre BA13 et dormant menuiserie (ponctuel)



### 2.3.2.8 H-Autres

Aucune infiltration majeure détectée

## 2.4 Commentaires généraux

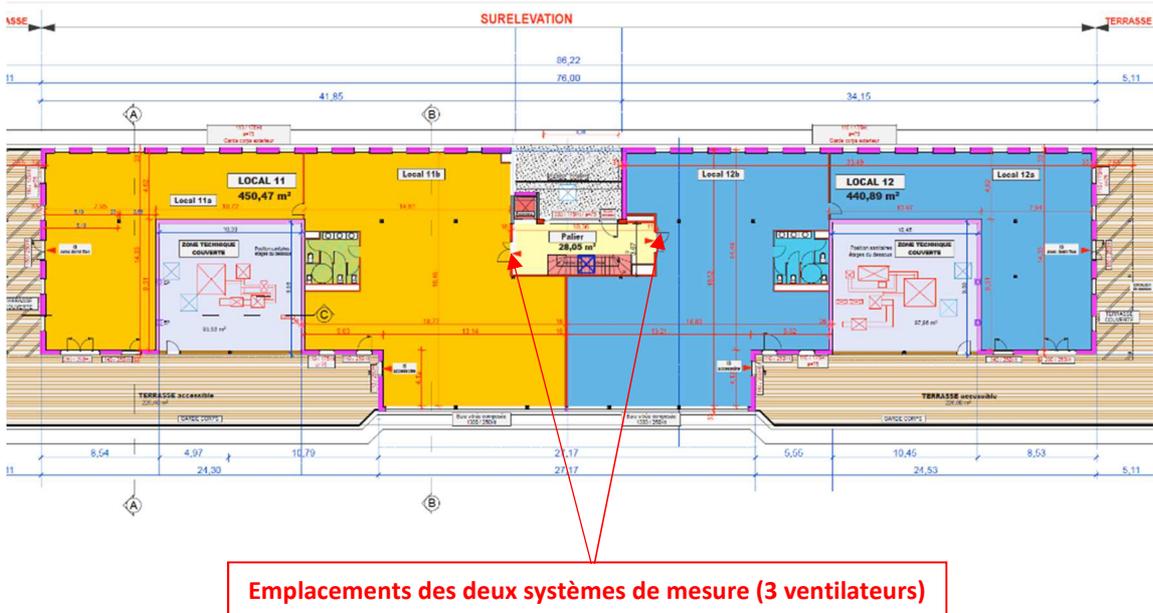
Pour les besoins du test, le système VMC a été arrêté.

La sonde de pression extérieure a été placée sans influence directe par le ventilateur.

Une mise en pression préliminaire à 55 Pa a été réalisée afin soulever les éventuelles problèmes d'obturations ou de fuites importantes.

La porte des communs ont été laissées ouvertes afin d'éviter tout problème de mise en dépression des parties non soumises.

### **Plan et repérage du matériel installé pour la mesure :**





### Calcul du nombre de ventilateur nécessaire

|   |           |                |  |  |
|---|-----------|----------------|--|--|
| Q4pa-surf CIBLE :                       | 1,30      | m3/(h.m2)      |  |  |
| q <sub>50</sub> à atteindre :           | 15 824,80 | m3/h           | $(Q4Pa-surf * Atbat) / ((4/50)^{0,7})$ |  |
| VH :                                    | 3 831,30  | m <sup>3</sup> |  |  |
| SU :                                    | 891,00    | m <sup>2</sup> |  |  |
| ATBAT :                                 | 2 077,58  | m <sup>2</sup> |  |  |
| Débit max d'un ventilateur Blowerdoor : | 7200      | m3/h(50pa)     |  |  |
| Nombre de ventilateur nécessaire :      | 2,20      |                |  |  |

### Colmatage des CTA :



**Extraits de l'étude thermique :**

|   |           |  |                       |
|---|-----------|--|-----------------------|
|                    |           | <b>BUREAUX BRON<br/>BATIMENT B6</b>  |                       |
|   |           | <b>1 rue Jacques MONOD</b>   |                       |
|   |           | <b>69500 BRON</b>  |                       |
| <b>DCE</b>  |           | <b>CALCUL THERMIQUE</b>  |                       |
| DATE : DECEMBRE 2018  |           | INDICE : 1   | ECHELLE : -           |
| MAITRE D'OUVRAGE  |           | PATRIMOINE FONCIER<br>INVESTISSEMENT<br>1, Quai Jules Courmont<br>69002 LYON | -                     |
| ARCHITECTE  |           | Sophie Sturlèse<br>Architecte DE HMONP<br>12 rue Cavenne<br>69007 LYON       | T: 04 26 78 29 94     |
| <b>BUREAUX D'ETUDES</b>   |           |  |                       |
|                  | STRUCTURE | RBS<br>Bâtiment J – 213, rue de Gerland<br>69007 LYON                        | Tél. : 04 78 69 30 34 |
|                  | FLUIDES   | EMCON ENGINEERING<br>110, Allée des Illas<br>01150 SAINT-VULBAS              | Port : 06 67 34 38 57 |
|   | ECONOMIE  |  |                       |
| BUREAU DE CONTROLE  |           | BTP CONSULTANTS<br>ZAC du bois des cotes - 300 RN6<br>69760 LIMONEST         | Tél. : 04 37 49 64 66 |
| ETABLI AVEC LES PLANS :   |           | -  | -                     |

Clima-Win 4.8 build 4.8.2.1 - licence : EMCON  
Étude : A30 -Bureaux Bron

**DONNÉES ADMINISTRATIVES DU PROJET**

|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Auteur de l'étude</b>            |                                     |
| <b>Nom:</b>                         | EMCON                               |
| <b>Adresse:</b>                     | RBS - Batiment J<br>213 rue Gerland |
| <b>CP - Ville:</b>                  | 69007 LYON                          |
| <b>Téléphone:</b>                   |                                     |
| <b>Opération</b>                    |                                     |
| <b>Nom:</b>                         | A30-BUREAU BRON                     |
| <b>Date:</b>                        | 20/11/2018                          |
| <b>N° permis:</b>                   |                                     |
| <b>Date permis:</b>                 | 20/11/2018                          |
| <b>Adresse:</b>                     | batiment B6<br>1 rue jacques MONOD  |
| <b>CP - Ville:</b>                  | 69500 Bron                          |
| <b>Téléphone:</b>                   |                                     |
| <b>Maître d'ouvrage</b>             |                                     |
| <b>Nom:</b>                         | P.F.J                               |
| <b>Adresse:</b>                     | 1 quai Jules COURMONT               |
| <b>CP - Ville:</b>                  | 69002                               |
| <b>Téléphone:</b>                   | 0472697330                          |
| <b>Maître d'œuvre</b>               |                                     |
| <b>Nom:</b>                         | Batiment B6                         |
| <b>Adresse:</b>                     | 1 rue Jacques MONOD                 |
| <b>CP - Ville:</b>                  | 69500 Bron                          |
| <b>Téléphone:</b>                   |                                     |
| <b>Installateur</b>                 |                                     |
| <b>Nom:</b>                         |                                     |
| <b>Adresse:</b>                     |                                     |
| <b>CP - Ville:</b>                  |                                     |
| <b>Téléphone:</b>                   |                                     |
| <b>Descriptif</b>                   |                                     |
| Surélévation d'un bâtiment existant |                                     |

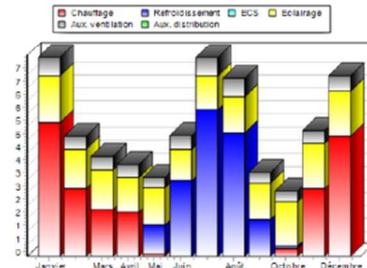
Clima-Win 4.8 build 4.8.2.1 - licence : EMCON  
Étude : A30 -Bureaux Bron

**Détail du calcul des déperditions pour le bâtiment Bâtiment**

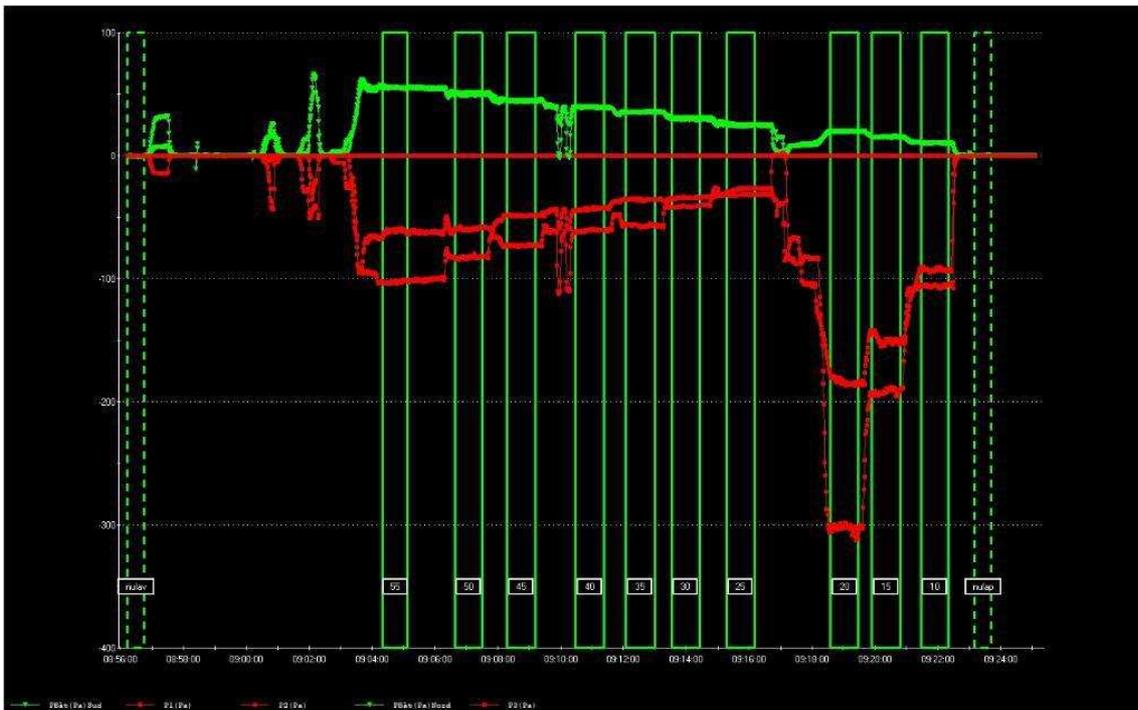
|  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
|--|--------------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------|
| <b>Bilan global</b>  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Déperditions</b>  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Transmission (a)</b>  | <b>Infiltration (b)</b>        | <b>Ventilation (c)</b>  | <b>Dans locaux (d)</b>       | <b>Dans CTA (e)</b>             | <b>Totales (f=a+b+c+d+e)</b> |                   |
| 20540 W  | 4367 W                         | 3876 W                  | 24907 W                      | 3876 W                          | 28783 W                      |                   |
| <b>Puissances</b>  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Surpuissance (g)</b>  | <b>Puissance totale(h=f+g)</b> | <b>Préchauffage (i)</b> | <b>Charge locaux (j=f-i)</b> | <b>Puissance locaux (k=j+g)</b> |                              |                   |
| 0 W  | 28783 W                        | 0 W                     | 28783 W                      | 28783 W                         |                              |                   |
| <b>Description détaillée</b>   |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Caractéristiques générales</b>  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| Groupe ventilation double flux hygiénique<br>Bâtiment entièrement chauffé<br>Bâtiment partiellement climatisé<br>QvBase pour calcul déperditions et apports sans prise en compte des débits de fuite |                                |                         | <b>Dimensions</b>            | <b>Surface</b>                  | <b>Volume</b>                |                   |
|  |                                |                         |                              | 891.00 m²                       | 3831.30 m³                   |                   |
|  |                                |                         | <b>Température</b>           |                                 | <b>Intérieure</b>            | <b>Extérieure</b> |
|  |                                |                         |                              | -                               | -11.00 °C                    |                   |
|  | <b>Débits Qv</b>               | <b>Qv base</b>          | <b>Qv</b>                    |                                 |                              |                   |
|  |                                | 1900.0 m³/h             | 3522.3 m³/h                  |                                 |                              |                   |
| <b>Infiltrations</b>   |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Perméabilité</b>  | <b>Coeff expo</b>              | <b>Coeff hauteur</b>    | <b>Surface déperditve</b>    | <b>Infiltrations</b>            |                              |                   |
| 1.30 m³/h/m²   | -                              | -                       | 2077.58 m²                   | 427.6 m³/h                      |                              |                   |
| <b>Détail des parois</b>   |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Composant</b>   |                                |                         | <b>Surface</b>               | <b>U</b>                        | <b>Déperditions</b>          |                   |
| Mur ext  |                                |                         | 780.74 m²                    | 0.15 W/m².K                     | 3463 W                       |                   |
| Mur int  |                                |                         | 267.10 m²                    | 1.51 W/m².K                     | 7643 W                       |                   |
| Plancher isolé   |                                |                         | 872.00 m²                    | 0.02 W/m².K                     | 521 W                        |                   |
| Toiture isolée   |                                |                         | 902.00 m²                    | 0.10 W/m².K                     | 2690 W                       |                   |
| <b>Total</b>   |                                |                         |                              |                                 | <b>14317 W</b>               |                   |
| <b>Détail des menuiseries</b>  |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Composant</b>   | <b>Nombre</b>                  | <b>Dimensions</b>       | <b>U</b>                     | <b>Déperditions</b>             |                              |                   |
| Fenêtre  | 36                             | 69.30 m²                | 1.40 W/m².K                  | 2911 W                          |                              |                   |
| Porte Fenêtre  | 11                             | 42.75 m²                | 1.40 W/m².K                  | 1796 W                          |                              |                   |
| Porte d'entrée local technique   | 3                              | 6.60 m²                 | 2.42 W/m².K                  | 420 W                           |                              |                   |
| Porte d'entrée intérieure CF 1/2h  | 2                              | 9.09 m²                 | 2.37 W/m².K                  | 564 W                           |                              |                   |
| Baie vitrée 4/16/4   | 0                              | 0.00 m²                 | 1.40 W/m².K                  | 0 W                             |                              |                   |
| <b>Total</b>   |                                |                         |                              |                                 | <b>5690 W</b>                |                   |
| <b>Détail des ponts thermiques</b>   |                                |                         |                              |                                 |                              |                   |
| <b>Composant</b>   |                                |                         | <b>Longueur</b>              | <b>U</b>                        | <b>Déperditions</b>          |                   |
| angle sortant  |                                |                         | 77.40 m                      | 0.07 W/m.K                      | 155 W                        |                   |

Clima-Win 4.8 build 4.8.2.1 - licence : EMCON  
Étude : A30 -Bureaux Bron

| Résultats RT2012  |                   |                               |                           |              |              |             |              |
|---|-------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Bâtiment  |                   |                               |                           |              |              |             |              |
| Dép. : RHÔNE  | Altitude : 202 m  | Site : LYON BRON              | Cep : 59.00 kWhep/(m².an) |              |              |             |              |
| Date PC : 20-11-2018  | Num PC : en cours | Cepmax : 110.00 kWhep/(m².an) |                           |              |              |             |              |
| At : 2950 m²  | AtBat : 2078 m²   | SHON RT : 980.60 m²           |                           |              |              |             |              |
| Consommation mensuelle par poste en énergie primaire (kWhep/m²) |                   |                               |                           |              |              |             |              |
|   | Chauffage         | Refruid.                      | ECS                       | Éclairage    | Aux. vent.   | Aux. dist.  | Cep          |
| Janvier   | 5.10              | 0.00                          | 0.00                      | 1.80         | 0.70         | 0.00        | 7.60         |
| Février   | 2.60              | 0.00                          | 0.00                      | 1.50         | 0.50         | 0.00        | 4.60         |
| Mars  | 1.80              | 0.00                          | 0.00                      | 1.50         | 0.50         | 0.00        | 3.80         |
| Avril   | 1.70              | 0.00                          | 0.00                      | 1.30         | 0.50         | 0.00        | 3.50         |
| Mai   | 0.10              | 1.10                          | 0.00                      | 1.40         | 0.40         | 0.00        | 3.00         |
| Juin  | 0.00              | 2.90                          | 0.00                      | 1.20         | 0.50         | 0.00        | 4.60         |
| Juillet   | 0.00              | 5.60                          | 0.00                      | 1.30         | 0.70         | 0.00        | 7.60         |
| Août  | 0.00              | 4.70                          | 0.00                      | 1.40         | 0.70         | 0.00        | 6.80         |
| Septembre   | 0.00              | 1.40                          | 0.00                      | 1.40         | 0.40         | 0.00        | 3.20         |
| Octobre   | 0.30              | 0.10                          | 0.00                      | 1.70         | 0.40         | 0.00        | 2.50         |
| Novembre  | 2.60              | 0.00                          | 0.00                      | 1.70         | 0.50         | 0.00        | 4.80         |
| Décembre  | 4.60              | 0.00                          | 0.00                      | 1.70         | 0.60         | 0.00        | 6.90         |
| <b>Total</b>  | <b>18.90</b>      | <b>15.80</b>                  | <b>0.00</b>               | <b>17.80</b> | <b>6.40</b>  | <b>0.00</b> | <b>59.00</b> |
| Consommations annuelles par poste et par energie en kWhep/m²    |                   |                               |                           |              |              |             |              |
|   | Gaz               | Fioul                         | Charbon                   | Bois         | Élec         | Réseau      |              |
| Chauffage   | -                 | -                             | -                         | -            | 18.90        | -           |              |
| Climatisation   | -                 | -                             | -                         | -            | 15.80        | -           |              |
| ECS   | -                 | -                             | -                         | -            | -            | -           |              |
| Éclairage   | -                 | -                             | -                         | -            | 17.80        | -           |              |
| Aux. vent.  | -                 | -                             | -                         | -            | 6.40         | -           |              |
| Aux. dist.  | -                 | -                             | -                         | -            | -            | -           |              |
| <b>Total</b>  | -                 | -                             | -                         | -            | <b>59.00</b> | -           |              |



**Graphique des données importées de TECLOG4 (logiciel utilisé pour la mesure) :**



### 2.4.1 Particularités et adaptations par rapport à la stricte application de la norme

Les deux zones n'étant que très peu communicantes, elles ont été mises en pression simultanément afin de ne pas compter les fuites liées à ces communications.

## 2.5 Etat des ouvertures de l'enveloppe pendant l'essai

### 2.5.1 Conditionnement du bâtiment pour la mesure

|   | Mesure de Q4Pa-surf                                       | Méthode A     | Méthode B     | Essai  |
|---|---|---------------|---------------|--|
| <b>Ouvertures* pour la ventilation naturelle : Si prises en compte dans le calcul thermique</b>   | Non Colmatées   | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Ouvertures* pour la ventilation naturelle : Si non prises en compte dans le calcul thermique, avec système de fermeture</b>  | Non Fermées   | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Ouvertures* pour la ventilation naturelle : Si non prises en compte dans le calcul thermique, sans système de fermeture</b>  | Non Laissées en l'état                                    | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Ouvertures* pour la ventilation mécanique ou le conditionnement d'air global du bâtiment (utilisation permanente)</b>  | Non Colmatées   | Non Colmatées | Non Colmatées | Non Conduit de rejet CTA (x2) et conduit d'air neuf CTA (x2)                               |
| <b>Ouvertures* pour la ventilation mécanique ou le conditionnement d'air (utilisation par intermittence uniquement) : Prises en compte dans le calcul thermique réglementaire</b>     | Non Colmatées   | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Ouvertures* pour la ventilation mécanique ou le conditionnement d'air (utilisation par intermittence uniquement) : Non prises en compte dans le calcul thermique réglementaire</b> | Non Laissées en l'état                                    | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Fenêtres, portes et trappes de l'enveloppe</b>   | Non Fermées   | Non Fermées   | Non Fermées   | Non Toutes les portes, fenêtres et portes-fenêtres donnant sur l'extérieur ou LNC, fermées |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Appareil à combustion avec prise d'air à l'extérieur du volume testé (système étanche)</b>   | Non Laissées en l'état                                    | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Appareil à combustion avec prise d'air à l'intérieur du volume testé (système ouvert), pris</b>  | Non Conduits de gaz brûlés<br>- Si clapets de fermeture : | Non Fermées   | Non Colmatées | Non Sans objet   |

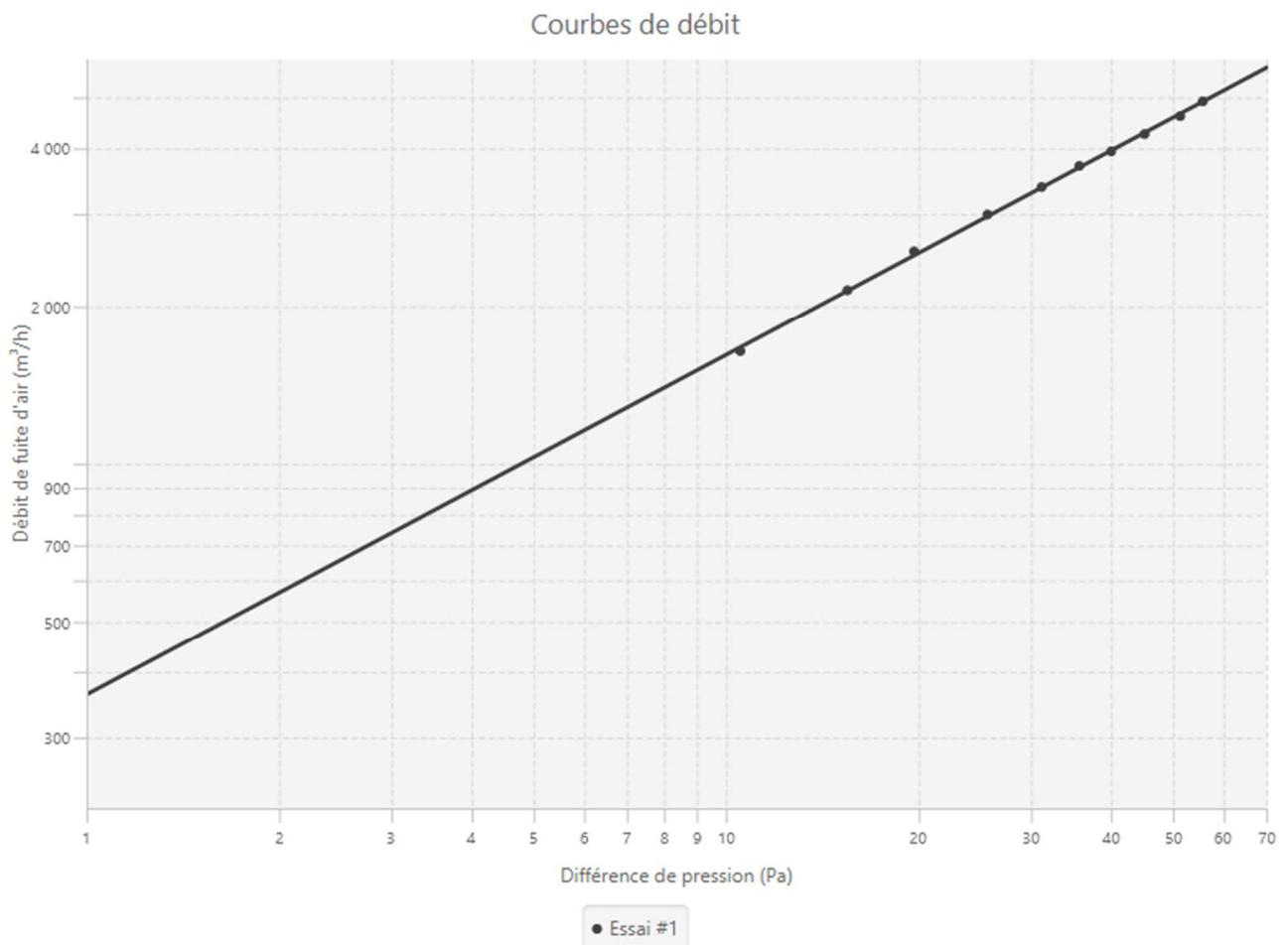
|  | Mesure de Q4Pa-surf   | Méthode A   | Méthode B   | Essai          |
|--|---|---|---|----------------|
| <b>en compte dans le calcul thermique réglementaire, et dont le débit d'air prélevé dans le volume chauffé est lui aussi pris en compte dans le calcul thermique</b>   | fermées<br>- Sinon : laissés en l'état<br>Orifices d'amenée d'air : colmatés  |   |   |                |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Appareil à combustion avec prise d'air à l'intérieur du volume testé (système ouvert), pris en compte dans le calcul thermique réglementaire, mais dont le débit d'air prélevé dans le volume chauffé n'est pas pris en compte dans le calcul thermique</b> | Non Conduits de gaz brûlés<br>- Si clapets de fermeture : fermés<br>- Sinon : laissés en l'état<br>Orifices d'amenée d'air : en position normale d'utilisation                                    | Non Fermées   | Non Colmatées   | Non Sans objet |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Appareil à combustion avec prise d'air à l'intérieur du volume testé (système ouvert), non pris en compte dans le calcul thermique réglementaire</b>  | Non Conduits de gaz brûlés<br>- Si clapets de fermeture : fermés<br>- Sinon : laissés en l'état<br>Orifices d'amenée d'air<br>- Si ouvertures réglables : fermées<br>- Sinon : laissées en l'état | Non Fermées   | Non Colmatées   | Non Sans objet |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Système de brassage d'air : ouvertures de soufflage et de prises d'air à l'intérieur du volume testé</b>  | Non Laissées en l'état  | Non Fermées   | Non Colmatées   | Non Sans objet |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Coupe-feu et coupe-fumée</b>  | Non En position normale de fonctionnement et non colmatés   | Non En position normale de fonctionnement et non colmatés | Non En position normale de fonctionnement et non colmatés | Non Sans objet |
| <b>Ouvertures non destinées à la ventilation : Autres ouvertures non destinées à la ventilation</b>  | Non Fermées   | Non Fermées   | Non Colmatées   | Non Sans objet |

## 2.5.2 Présence d'éléments sensibles

| Elément sensible                                       | Etat  | Commentaire |
|--|---|-------------|
| Hotte de cuisine à évacuation sur l'extérieur          | Aucune  |             |
| Conduit de fumée                                       | Aucun   |             |
| Arrivée d'air  | colmatées au niveau du conduit de rejet CTA   |             |
| Extraction d'air                                       | colmatées au niveau du conduit d'air neuf CTA |             |
| Poêle à bois   | Aucun   |             |
| Cheminée (préciser le type de foyer : ouvert ou fermé) | Aucune  |             |
| Évacuation de sèche-linge                              | Aucune  |             |

| Élément sensible   | Etat               | Commentaire |
|--|--------------------|-------------|
| Spots encastrés  | Aucun              |             |
| Trappe de désenfumage  | Aucune             |             |
| Sols (préciser l'état de finition :<br>plinthes, revêtement de sol, ...) | Fini               |             |
| Interrupteurs  | Laissés en l'état  |             |
| Prises électriques   | Laissées en l'état |             |
| Système de ventilation lié à un process                                  | Aucun              |             |
| Grille d'aération  | Aucune             |             |
| Ventilation de cage d'ascenseur  | Aucune             |             |
| Bouches de désenfumage non munies<br>de clapet                           | Aucune             |             |
| Gaines/Fourreaux   | Laissés en l'état  |             |

## 2.6 Courbes des débits de fuite



## 2.7 Pressions à débit nul

### 2.7.1 Essai en Pressurisation réalisé le 12/06/2019 (Essai #1)

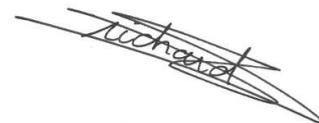
|  |                            |                             |
|--|----------------------------|-----------------------------|
| $\Delta p_{01}$ : -0,82 Pa                   | $\Delta p_{01+}$ : 0,00 Pa | $\Delta p_{01-}$ : -0,82 Pa |
| $\Delta p_{02}$ : 0,01 Pa                    | $\Delta p_{02+}$ : 0,03 Pa | $\Delta p_{02-}$ : -0,02 Pa |
| <b>Moyenne générale : -0,40 Pa</b>           |                            |                             |
| <b>Pression minimale à tester : 10,00 Pa</b> |                            |                             |

Note : ces valeurs sont des moyennes mesurées pendant 30 secondes

| Mesure | Différence de pression naturelle |                 |
|--------|----------------------------------|-----------------|
|        | Avant la mesure                  | Après la mesure |
| 1      | -0,64                            | -0,03           |
| 2      | -0,56                            | -0,04           |
| 3      | -0,58                            | 0,01            |
| 4      | -0,68                            | 0,01            |
| 5      | -0,63                            | 0,00            |
| 6      | -0,61                            | -0,01           |
| 7      | -0,63                            | -0,02           |
| 8      | -0,62                            | -0,01           |
| 9      | -0,70                            | 0,02            |
| 10     | -0,71                            | -0,02           |
| 11     | -0,74                            | 0,03            |
| 12     | -0,72                            | 0,00            |
| 13     | -0,72                            | 0,00            |
| 14     | -0,61                            | 0,02            |
| 15     | -0,74                            | 0,02            |
| 16     | -0,84                            | 0,08            |
| 17     | -1,03                            | 0,06            |
| 18     | -1,08                            | 0,03            |
| 19     | -1,05                            | 0,03            |
| 20     | -0,96                            | -0,02           |
| 21     | -0,99                            | 0,06            |
| 22     | -1,00                            | 0,00            |
| 23     | -0,90                            | 0,06            |
| 24     | -0,89                            | 0,03            |
| 25     | -1,03                            | 0,04            |
| 26     | -1,11                            | 0,02            |
| 27     | -1,10                            | -0,02           |
| 28     | -0,96                            | -0,05           |
| 29     | -0,92                            | -0,02           |
| 30     | -0,79                            | -0,03           |
| 31     | -0,79                            | 0,01            |

## 2.8 Informations supplémentaires

Rapport édité par JULIEN RICHARD, le 12/06/2019



## PROTOCOLE DE CONTROLE DU MATERIEL



42, bd Vivaldi 42000 SAINT-ETIENNE  
Tel : 04.77.92.08.14 Mobile : 06.11.05.52.85  
Fax : 04.77.92.08.11  
Courriel : [delorme@astbthermique.com](mailto:delorme@astbthermique.com)  
[www.astbthermique.com](http://www.astbthermique.com)

### Protocole de Contrôle en Service du ou des systèmes de mesures utilisés pour contrôler la perméabilité à l'air d'un bâtiment

Ce document présente le protocole de contrôle en service utilisé par l'opérateur pour s'assurer de l'intégrité du matériel avant chaque mesure.

#### ➤ Le Ventilateur :

- Ne présente pas de dommage visible (fente, déformation, casse) au niveau :
  - du carter
  - des pales
  - des orifices (ou anneaux) de réduction
  - des connecteurs de prise de pression
- Les prises de pression dans le ventilateur ne sont ni bouchées ni encrassées.
- Le moteur du ventilateur n'est ni trop décalé ni trop désaxé, conformément aux recommandations du fabricant.
- La bâche du ventilateur pour les tests à débit nul ne présente pas de trou ou de déchirure et l'élastique est en bon état.
- Le variateur de vitesse du ventilateur ne présente pas de dommage visible (fente, déformation, casse) au niveau :
  - Du boîtier,
  - De l'interrupteur On/Off et de la molette de commande de vitesse.
  - Des deux connectiques 230V et de son orifice de branchement sur le ventilateur.
  - De la connectique jack et de son orifice de branchement sur le boîtier.

#### ➤ Le manomètre :

- A un niveau de piles / batterie suffisant et ne présente pas de dommage visible (fente, déformation, casse) au niveau :
  - Du boîtier
  - De l'écran
  - Des connecteurs de prise de pression
  - Des tuyaux de pression ventilateur et bâtiment qui ne sont ni percés ni bouchés.
  - De la connectique jack et USB et de leurs orifices de branchement sur le boîtier.



42, bd Vivaldi 42000 SAINT-ETIENNE  
Tel : 04.77.92.08.14 Mobile : 06.11.05.52.86  
Fax : 04.77.92.08.11  
Courriel : [delorme@astbthermique.com](mailto:delorme@astbthermique.com)  
[www.astbthermique.com](http://www.astbthermique.com)

➤ **Fausse porte :**

- La bâche de la fausse porte ne présente pas de trou ou de déchirure, en dehors des ouvertures prévues par le fabricant (ex : passage des tuyaux de pression, emplacement du ventilateur), et l'élastique disposé à recevoir le ventilateur est en bon état.
- Le cadre de la fausse porte ne présente pas de dommage visible (déformation, casse) qui impacte l'étanchéité de celle-ci.
- Le tuyau de prise de pression extérieure n'est ni percé ni bouché et est raccordé à un té pour réduire les effets de pression dynamique.

➤ **Thermomètre :**

- A un niveau de piles / batterie suffisant et ne présente pas de dommage visible (fente, déformation, casse) au niveau :
  - Du boîtier
  - De la ou des sondes
  - De l'écran

## DOCUMENTS RELATIFS A LA SOCIETE



# CERTIFICAT QUALIBAT

## MESURES DE LA PERMÉABILITE A L'AIR

Numéro MB 0299 Validité du 17/10/2018 au 30/09/2019



### Situation administrative et juridique

**Date de création :** 24/11/2010 **Dénomination sociale :** ASTB  
**Forme juridique :** SAS  
**Capital :** 10 000  
**Registre du commerce ou répertoire des métiers :** RC SAINT-ETIENNE  
**Numéro Siren :** 528 624 299  
**Code NACE :** 7120B  
**Numéro caisse de congés payés :**  
**Assurance Responsabilité Civile :** MMA IARD 114918962  
**Situation fiscale et sociale :** A jour au 31/12/2017

**Dénomination commerciale :**  
**Téléphone :** 04 27 77 75 81 **Fax :**  
**Portable :** 06 11 05 52 85  
**Responsabilité légale :** BOULLIARD CYRILLE PRÉSIDENT  
 DELORME FABRICE DIRECTEUR GÉNÉRAL  
**Responsable technique :** DELORME FABRICE  
**Site Internet :** www.astbthermique.com  
**E-mail :** delorme@astbthermique.com

### Classification

|                             | Effectif moyen | Tranche de classification | Chiffre d'affaires H.T. | Tranche de classification |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Globale                     | 3              | EFF1                      | 231 426                 | CA2                       |
| Partielle (dans l'activité) | 2              | EFF1                      | 208 443                 | CA1                       |

### Qualification 8711

Mise en place d'un système de mesures et réalisation des mesures de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments

| Code | Date d'attribution (*) | Date d'échéance | Liste des implantations visées |
|------|------------------------|-----------------|--------------------------------|
| 8711 | 17/10/2018             | 05/04/2023      | Etablissement siège            |

| Opérateur(s) de mesures autorisé(s) pour tout type de bâtiments |         |                                    |                     | Compétences spécifiques      |                              |
|---|---------|------------------------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|
| Prénom  | Nom     | Date de validation de la formation | Date d'autorisation | Mention Bâtiments Collectifs | Mention Bâtiments Tertiaires |
| Fabrice   | DELORME | 21/01/2011                         | 06/04/2011          |                              |                              |
| Julien  | RICHARD | 08/04/2016                         | 23/09/2016          |                              |                              |

(\*) ou du plus récent renouvellement

L'entreprise identifiée ci-dessus a été évaluée et jugée conforme aux exigences du référentiel pour l'attribution et le suivi de la qualification d'entreprise pour la réalisation des mesures de perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments par les opérateurs de mesures autorisés listés sur le présent certificat. En conséquence de quoi, il lui est délivré le présent certificat.

Le Président de la commission

**Christophe ACHTE**  
 QUALIBAT (association loi 1901) 55, avenue Kléber 75784 Paris cedex 16 - www.qualibat.com

Le Président de Qualibat

**Alain MAUGARD**



1/1

DOCUMENTS RELATIFS AUX EQUIPEMENTS



CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex  
Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCE : G190243 / 1930664

CHAINE D'ETALONNAGE  
DEBITMETRIE GAZEUSE



ACCREDITATION COFRAC N° 2.1124  
portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

## CERTIFICAT D'ETALONNAGE

N° G193887AB

DELIVRE A : ASTB  
Immeuble le White Carbon  
1 Boulevard Dalgabio  
42100 Saint-Etienne

### INSTRUMENT ETALONNE

Désignation : Infiltromètre

Constructeur : MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

Type : Model 4.1 N° série : CE 2592

N° d'identification :

Ce certificat comprend 5 pages et 2 pages annexes

Date d'émission et signature

Fabrice FOURNEAUX  
Réfèrent Technique Suppléant  
2019.05.03 15:41:03 +02'00'

Certificat d'Etalonnage n° G193887AB



**Le certificat final signé annule tous les résultats et documents provisoires communiqués.**

**Chaque révision annule et remplace la précédente.**

**Tout exemplaire périmé doit être détruit ainsi que les éventuelles copies.**

**Nous attirons votre attention sur les risques d'erreurs encourus à conserver une version périmée.**

| Révision | Date       | Nature de la modification | Pages modifiées |
|----------|------------|---------------------------|-----------------|
| 00       | 29/04/2019 | Première édition          | -               |
|          |            |                           |                 |
|          |            |                           |                 |

Les résultats et le certificat sont la propriété exclusive du demandeur et le CETIAT s'interdit leur communication à des tiers sauf autorisation écrite.

Toute utilisation commerciale du nom du CETIAT et des résultats est soumise à l'accord préalable du CETIAT.

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Le certificat établi par le CETIAT n'est valable que pour le matériel qui lui a été présenté, et dans les conditions particulières de l'étalonnage.

Les informations relatives aux équipements de mesure utilisés pour l'étalonnage sont conservées dans le dossier archivé au CETIAT.

Le certificat signé numériquement est transmis au client.  
Un exemplaire est conservé au CETIAT.

Certificat d'Etalonnage n° G193887AB



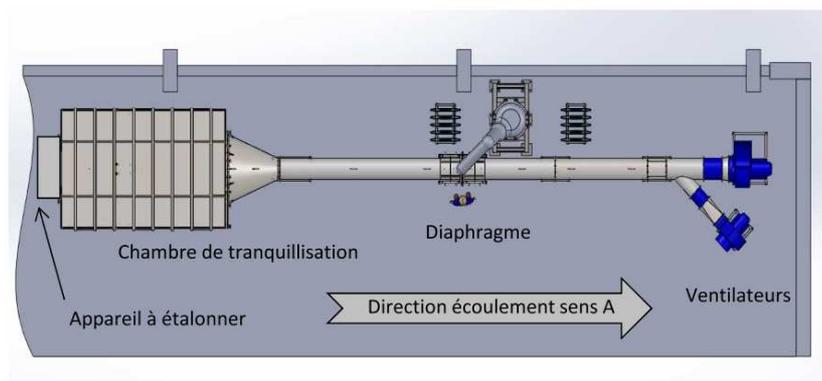
## 1. OBJET

Etalonnage à l'air ambiant d'un infiltromètre MINNEAPOLIS BLOWERDOOR, pour un débit volumique de référence compris entre 26 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> et 7503 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

## 2. METHODE D'ETALONNAGE

La méthode consiste à placer en série l'appareil à étalonner et une installation de référence donnant la valeur du débit massique de référence noté q<sub>mr</sub>.

Le débit massique de référence est mesuré à partir de la mesure de la pression différentielle aux bornes d'un diaphragme. L'installation est schématisée ci-dessous:



La pression P, la température T et la température de rosée TR de l'air ambiant sont mesurées en amont de l'appareil à étalonner, ce qui permet le calcul de la masse volumique de l'air ambiant, et par suite du débit volumique de référence q<sub>vr</sub> (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), ramené aux conditions en amont de l'appareil à étalonner :

$$q_{vr} = \frac{q_{mr}}{\rho} = 3600$$

On relève également :

- L'indication moyenne DP mesurée aux bornes de l'appareil en étalonnage (en Pa).

On calcule ensuite :

- Le débit volumique q<sub>vd</sub> relevé (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), selon les préconisations constructeurs et pour une masse volumique de l'air de 1,204 kg/m<sup>3</sup>, en utilisant la formule suivante:  
q<sub>vd</sub> relevé = C \* (DeltaP)<sup>n</sup>

Le débit volumique dans les conditions réelles est ensuite calculé selon les recommandations constructeurs en utilisant la formule suivante :

$$q_{vd} \text{ mesuré} = q_{vd} \text{ relevé} * (1,204 / \rho)^{0,5}$$

avec rho : masse volumique de l'air à l'amont du ventilateur.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. TABLEAU DE RESULTATS

Chaque point de débit est répété au moins une fois. Les résultats reportés dans le tableau ci-dessous correspondent aux moyennes de ces répétitions.

| Configuration du ventilateur | qmr                | □                 | qvr                             | Paval | DeltaP | qvd relevé                      | qvd mesuré                      | E    | Incertitude d'étalonnage        |
|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-------|--------|---------------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|
|                              | kg.s <sup>-1</sup> | kg.m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | Pa    | Pa     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | %    | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| E                            | 8,310E-03          | 1,157             | 25,86                           | 30    | 23,1   | 24,09                           | 24,58                           | -5,0 | 0,63                            |
| E                            | 1,556E-02          | 1,158             | 48,39                           | 30    | 78,5   | 45,36                           | 46,26                           | -4,4 | 0,59                            |
| E                            | 2,349E-02          | 1,159             | 72,96                           | 30    | 177,3  | 69,08                           | 70,41                           | -3,5 | 0,76                            |
| D                            | 2,033E-02          | 1,157             | 63,3                            | 30    | 24,4   | 61,4                            | 62,6                            | -1,0 | 1,4                             |
| D                            | 3,963E-02          | 1,159             | 123,1                           | 30    | 91,3   | 119,3                           | 121,6                           | -1,2 | 1,4                             |
| D                            | 6,120E-02          | 1,159             | 190,1                           | 30    | 219,1  | 185,4                           | 189,0                           | -0,6 | 3,2                             |
| C                            | 3,138E-02          | 1,156             | 97,7                            | 30    | 21,4   | 93,7                            | 95,6                            | -2,1 | 2,5                             |
| C                            | 8,425E-02          | 1,157             | 262,2                           | 30    | 149,2  | 255,0                           | 260,2                           | -0,8 | 2,8                             |
| C                            | 1,364E-01          | 1,161             | 423,0                           | 30    | 378,7  | 412,3                           | 419,8                           | -0,8 | 5,4                             |
| B                            | 1,253E-01          | 1,158             | 389,7                           | 30    | 23,1   | 388,9                           | 396,5                           | 1,8  | 9,4                             |
| B                            | 3,314E-01          | 1,159             | 1029                            | 30    | 157,8  | 1010                            | 1029                            | 0,0  | 11                              |
| B                            | 5,108E-01          | 1,163             | 1581                            | 30    | 374,9  | 1552                            | 1579                            | -0,1 | 42                              |
| A                            | 4,464E-01          | 1,158             | 1387                            | 30    | 26,7   | 1389                            | 1416                            | 2,1  | 43                              |
| A                            | 8,842E-01          | 1,158             | 2749                            | 29    | 103,7  | 2720                            | 2774                            | 0,9  | 71                              |
| A                            | 1,305E+00          | 1,158             | 4058                            | 29    | 225,9  | 4000                            | 4079                            | 0,5  | 116                             |
| Open                         | 1,222E+00          | 1,169             | 3764                            | 30    | 27,7   | 3733                            | 3789                            | 0,6  | 117                             |
| Open                         | 1,781E+00          | 1,168             | 5488                            | 30    | 61,0   | 5470                            | 5552                            | 1,2  | 152                             |
| Open                         | 2,437E+00          | 1,169             | 7503                            | 31    | 114,7  | 7428                            | 7538                            | 0,5  | 193                             |

Avec  $E = [(qvd - qvr) / qvr] * 100$ .

et les coefficients du ventilateur suivants ont été utilisés pour le calcul du débit de l'appareil en étalonnage pour les différentes configurations:

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| E                            | CE 2592   | 4,760 | 0,5166 |
| D                            | CE 2592   | 12,31 | 0,5032 |
| C                            | CE 2592   | 19,30 | 0,5157 |
| B                            | CE 2592   | 81,69 | 0,4968 |
| A                            | CE 2592   | 273,2 | 0,4952 |
| Open                         | -         | 745,4 | 0,4848 |

Certificat d'Etalonnage n° G193887AB



### 3.2. CONDITIONS DE L'ETALONNAGE

#### MONTAGE

- Position de montage : Horizontal
- Etalonnage du débitmètre en air ambiant
- Pression atmosphérique = de 98576 Pa à 99559 Pa.
- Pression relative à l'aval du débitmètre = environ 30 Pa.
- Température de l'air ambiant : (22,1 ± 0,5) °C.

#### REGLAGES - CONFIGURATION

- Pas de réglage initial.

### 4. CONSTAT DE VERIFICATION

**Norme ou texte de référence : FD P50-784 (juillet 2016) "Performance thermique des bâtiments".**  
 Erreur maximale tolérée : 2 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> ou 5 % de la valeur mesurée (la plus grande de ces deux valeurs)

#### . Avec les coefficients utilisés antérieurement

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      | Constat de vérification FD P50-784 |
|------------------------------|-----------|-------|--------|------------------------------------|
| E                            | CE 2592   | 4,760 | 0,5166 | Conforme                           |
| D                            | CE 2592   | 12,31 | 0,5032 | Conforme                           |
| C                            | CE 2592   | 19,30 | 0,5157 | Conforme                           |
| B                            | CE 2592   | 81,69 | 0,4968 | Conforme                           |
| A                            | CE 2592   | 273,2 | 0,4952 | Conforme                           |
| Open                         | -         | 745,4 | 0,4848 | Conforme                           |

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu compte de l'incertitude associée au résultat

*Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée.*

*Ce certificat d'étalonnage garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI). L'accréditation par le COFRAC, section Laboratoire, garantit le respect par le laboratoire des exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 v 2005 et des méthodes référencées dans la portée d'accréditation disponible sous [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr).*

*Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European Cooperation for Accreditation) et d'ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) de reconnaissance de l'équivalence des documents d'étalonnage.*

**Etalonnage effectué du 25/4/2019 au 26/4/2019 par Julien SAVARY et Fabrice FOURNEAUX.**

**Procédure d'étalonnage appliquée : PE 4.1.G**

A1/2

**ANNEXE**

**HORS**

**CERTIFICAT**

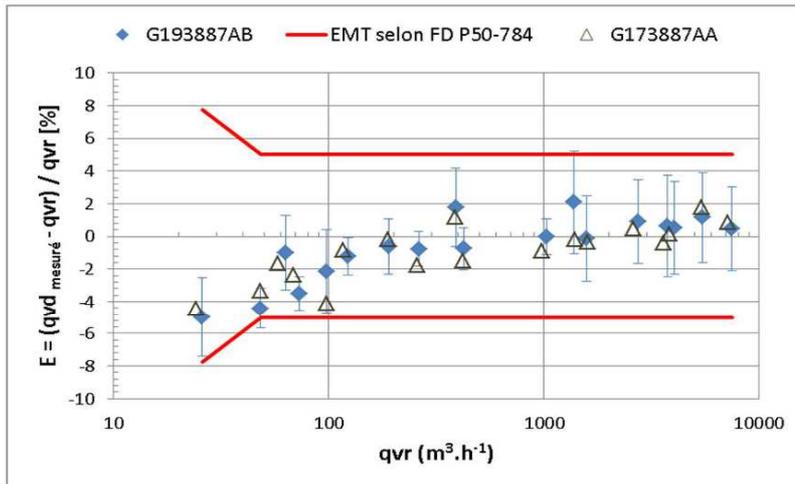
**D'ETALONNAGE**

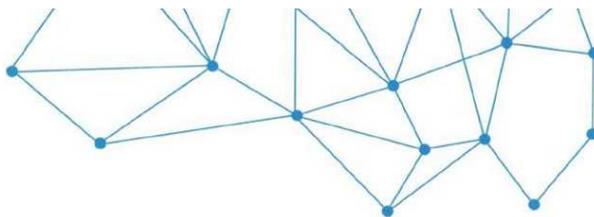
**N° G193887AB**

**ANNEXE HORS CERTIFICAT D'ETALONNAGE**  
N° G193887AB

A2/2

**Résultats avec les coefficients utilisés antérieurement**





**CERTIFICAT D'ETALONNAGE**  
**CALIBRATION CERTIFICATE**  
**N°REV1700350**

1 / 2

Délivré à : **ASTB**  
Issued for :  
1 Boulevard Dalgabio  
42000 SAINT ETIENNE

**INSTRUMENT ETALONNE**  
**CALIBRATED INSTRUMENT**

Désignation : **Thermo-anémomètre à fil chaud VTB**  
Designation : **Hotwire thermo-anemometer VTB**

Constructeur : **Kimo**  
Manufacturer :

Type : **VTB**  
Type :

N° de série : **09110076**  
Serial number :

N° Inventaire : **ASTB**  
Inventory number :

Ce certificat comprend **2** page(s)  
The certificate includes

Date : **05 Décembre 2017**

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous la forme de  
Fac Similé Photographique Intégral.  
This certificate may not be reproduced other than in full by  
photographic process.

Responsable Métrologie  
Metrology Manager

**Sébastien COUPEAU**

P.O. FROST VERMOREL  
Service Laboratoire

**Kimo Instruments**  
ZA Bernard Moulinet - Bâtiments C et N - Rue Koufra  
24700 Montpon-Ménéstérol  
Tél : 05 53 80 85 00 - Fax : 05 53 80 16 81  
kimo@kimo.fr - www.kimo.fr

Bretagne 02 99 54 77 00  
Centre 02 38 23 00 40  
Est 03 88 48 16 90  
Midi-Pyrénées 05 61 72 84 00

Nord 03 20 90 92 95  
PACA 04 42 97 33 94  
Paris Est 01 60 06 14 72  
Paris Ouest 01 30 02 81 20

Rhône-Alpes 04 72 15 88 72  
Sud-Ouest 05 53 81 44 44

SA au capital de 1 027 657 € - RCS Périgueux 349 282 095 - Siret 349 282 095 000 18 - APE 2651 B - TVA FR 14 349 282 095

KIMO - Société du Groupe Saueremann

Certificat d'étalonnage N°REV1700350  
**ETALONNAGE EN VITESSE D'AIR**  
 AIR VELOCITY CALIBRATION

2 / 2

**1- Caractéristiques de l'appareil :***Instrument features :*

Désignation : Thermo-anémomètre à fil chaud VTB

Description : Hotwire thermo-anemometer VTB

avec sonde de vitesse fil chaud télescopique et capteur de température PT100 1/3DIN  
 with telescopic hot wire probe and temperature sensor type PT100 1/3DIN

N° série sonde / Probe S.N. :

N° inventaire sonde / Probe I.N. :

Echelle : 0,15 à 3 m/s

Résolution : 0,01 m/s

Range : 3,1 à 30 m/s

Resolution : 0,1 m/s

**2- Méthode d'étalonnage :***Calibrating principles :*

Les points d'étalonnage sont réalisés par comparaison avec les moyens suivants:

- MV004 Banc de vitesse d'air, plage d'utilisation de 0 à 35m/s,  
 - ETV019 étalon n°:-, certificat d'étalonnage n°MEV1700130, contrôlé(s) avec la référence ETV007 n°:0109 (sonde LDA-200802001), raccordé(s) aux étalons nationaux par le certificat COFRAC n°A1715741J.

The points of calibration are realized with means of calibration according to:

- MV004 Bench air velocity, measuring range 0 to 35m/s,  
 - ETV019 a standard sn°:-, calibration certificate n°MEV1700130, controlled with standard ETV007 sn°:0109 (sonde LDA-200802001), traceable to standard national reference by COFRAC certificate n°A1715741J.

**3- Conditions d'environnement :***Environmental conditions :*

Température ambiante : 20,6 °C

Humidité relative : 24,3 %HR

Pression atmosphérique : 1029 hPa

Ambient temperature:

Relative humidity:

Atmospheric pressure:

**4- Conditions d'étalonnage :***Calibrating conditions :*

Tolérance appliquée à l'étalonnage : 3%mes+/-0,05 m/s de 0,15 à 3 m/s

Calibrating accuracy :

3%mes+/-0,2 m/s de 3,1 à 30 m/s

**5- Résultats des mesures :***Measurement results :*

| n° | Vref  | Unit | Vi   | Unit | Vi-Vref | Unit | Incertitude |
|----|-------|------|------|------|---------|------|-------------|
| 1  | 0,49  | m/s  | 0,47 | m/s  | -0,020  | m/s  | 0,037       |
| 2  | 5,05  | m/s  | 5,0  | m/s  | -0,050  | m/s  | 0,121       |
| 3  | 9,96  | m/s  | 9,7  | m/s  | -0,260  | m/s  | 0,150       |
| 4  | 14,97 | m/s  | 15,0 | m/s  | 0,030   | m/s  | 0,182       |
| 5  | 24,98 | m/s  | 25,1 | m/s  | 0,120   | m/s  | 0,266       |

Vref: valeur lue sur l'appareil étalon, Vi: valeur lue sur l'appareil du client.

L'unité de l'incertitude de mesure est exprimée dans la même unité que Vref. Les incertitudes mentionnées prennent en compte les incertitudes de l'étalonnage (étalon de référence, moyen, condition d'environnement, résolution de l'appareil ...). Ces incertitudes sont élargies avec un coefficient k=2.

Vref: value displayed by our reference instrument, Vi: value displayed by customer's instrument.

For uncertainty, unit is the same as the one of Vref. Uncertainties above mentioned take into account calibration uncertainties (reference instrument, calibration mean, environment conditions, instrument resolution...). These uncertainties are extended with coefficient k=2.

Etalonnage effectué par Verdier Florian

le 04/12/17

Calibration performed by

| Contrôle en température |         |
|-------------------------|---------|
| Temperature check       |         |
| Vref (°C)               | Vi (°C) |
| 21,4                    | 21,3    |



**CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES**

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex  
Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCE : G190242 / 1930664

CHAINE D'ETALONNAGE

DEBITMETRIE GAZEUSE



ACCREDITATION COFRAC N° 2.1124  
portée disponible sur [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)

## CERTIFICAT D'ETALONNAGE

N° G193885AB

DELIVRE A : ASTB  
IMMEUBLE LE WHITE CARBON  
1 BOULEVARD DALGABIO  
42000 SAINT ETIENNE

### INSTRUMENT ETALONNE

Désignation : Infiltromètre

Constructeur : MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

Type : Model 4.1

N° série : CE 2157

N° d'identification :

Ce certificat comprend 6 pages et 2 pages annexes

Date d'émission et signature

Fabrice FOURNEAUX  
Référent Technique Suppléant  
2019.05.03 15:37:38 +02'00'

Certificat d'Etalonnage n° G193885AB



**Le certificat final signé annule tous les résultats et documents provisoires communiqués.**

**Chaque révision annule et remplace la précédente.**

**Tout exemplaire périmé doit être détruit ainsi que les éventuelles copies.**

**Nous attirons votre attention sur les risques d'erreurs encourus à conserver une version périmée.**

| Révision | Date       | Nature de la modification | Pages modifiées |
|----------|------------|---------------------------|-----------------|
| 00       | 25/04/2019 | Première édition          | -               |
|          |            |                           |                 |
|          |            |                           |                 |

Les résultats et le certificat sont la propriété exclusive du demandeur et le CETIAT s'interdit leur communication à des tiers sauf autorisation écrite.

Toute utilisation commerciale du nom du CETIAT et des résultats est soumise à l'accord préalable du CETIAT.

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Le certificat établi par le CETIAT n'est valable que pour le matériel qui lui a été présenté, et dans les conditions particulières de l'étalonnage.

Les informations relatives aux équipements de mesure utilisés pour l'étalonnage sont conservées dans le dossier archivé au CETIAT.

Le certificat signé numériquement est transmis au client.  
Un exemplaire est conservé au CETIAT.

Certificat d'Etalonnage n° G193885AB



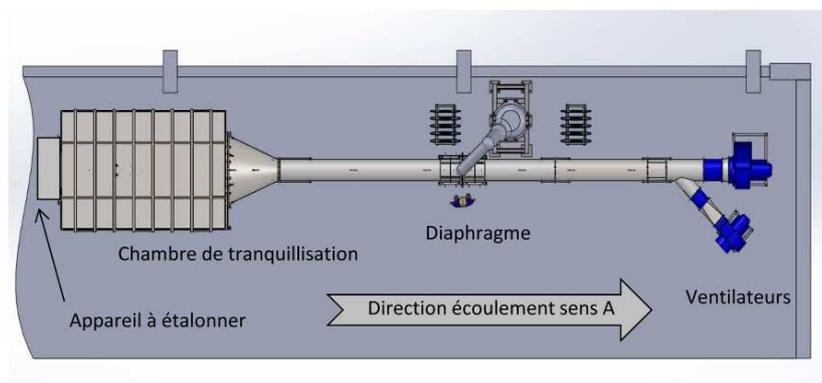
## 1. OBJET

Etalonnage à l'air ambiant d'un infiltromètre MINNEAPOLIS BLOWERDOOR, pour un débit volumique de référence compris entre 26 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> et 7572 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

## 2. METHODE D'ETALONNAGE

La méthode consiste à placer en série l'appareil à étalonner et une installation de référence donnant la valeur du débit massique de référence noté q<sub>mr</sub>.

Le débit massique de référence est mesuré à partir de la mesure de la pression différentielle aux bornes d'un diaphragme. L'installation est schématisée ci-dessous:



La pression P, la température T et la température de rosée TR de l'air ambiant sont mesurées en amont de l'appareil à étalonner, ce qui permet le calcul de la masse volumique de l'air ambiant, et par suite du débit volumique de référence q<sub>vr</sub> (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), ramené aux conditions en amont de l'appareil à étalonner :

$$q_{vr} = \frac{q_{mr}}{\rho} = 3600$$

On relève également :

- L'indication moyenne DP mesurée aux bornes de l'appareil en étalonnage (en Pa).

On calcule ensuite :

- Le débit volumique q<sub>vd</sub> relevé (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), selon les préconisations constructeurs et pour une masse volumique de l'air de 1,204 kg/m<sup>3</sup>, en utilisant la formule suivante:  
q<sub>vd</sub> relevé = C \* (DeltaP)<sup>n</sup>

Le débit volumique dans les conditions réelles est ensuite calculé selon les recommandations constructeurs en utilisant la formule suivante :

$$q_{vd} \text{ mesuré} = q_{vd} \text{ relevé} * (1,204 / \rho)^{0,5}$$

avec rho : masse volumique de l'air à l'amont du ventilateur.



### 3. RESULTATS

#### 3.1. TABLEAU DE RESULTATS

Chaque point de débit est répété au moins une fois. Les résultats reportés dans le tableau ci-dessous correspondent aux moyennes de ces répétitions.

##### 3.1.1 Résultats avec les coefficients utilisés antérieurement

| Configuration du ventilateur | qmr                | $\square$         | qvr                             | Paval | DeltaP | qvd relevé                      | qvd mesuré                      | E   | Incertitude d'étalonnage        |
|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-------|--------|---------------------------------|---------------------------------|-----|---------------------------------|
|                              | kg.s <sup>-1</sup> | kg.m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | Pa    | Pa     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | %   | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| E                            | 8,186E-03          | 1,131             | 26,07                           | 30    | 23,0   | 25,91                           | 26,74                           | 2,6 | 0,62                            |
| E                            | 1,509E-02          | 1,132             | 47,97                           | 30    | 77,6   | 47,38                           | 48,85                           | 1,8 | 0,58                            |
| E                            | 2,259E-02          | 1,134             | 71,70                           | 29    | 173,0  | 70,52                           | 72,65                           | 1,3 | 0,75                            |
| D                            | 2,016E-02          | 1,130             | 64,2                            | 30    | 24,1   | 63,8                            | 65,9                            | 2,6 | 1,5                             |
| D                            | 3,930E-02          | 1,148             | 123,2                           | 30    | 91,4   | 122,8                           | 125,8                           | 2,1 | 1,4                             |
| D                            | 5,997E-02          | 1,149             | 187,8                           | 31    | 215,6  | 187,2                           | 191,6                           | 2,0 | 3,2                             |
| C                            | 3,117E-02          | 1,148             | 97,8                            | 29    | 21,5   | 99,8                            | 102,2                           | 4,5 | 2,5                             |
| C                            | 8,414E-02          | 1,150             | 263,4                           | 30    | 147,6  | 262,7                           | 268,7                           | 2,0 | 3,0                             |
| C                            | 1,360E-01          | 1,153             | 424,7                           | 30    | 375,8  | 420,2                           | 429,3                           | 1,1 | 5,4                             |
| B                            | 1,250E-01          | 1,152             | 390,4                           | 30    | 22,9   | 393,4                           | 402,1                           | 3,0 | 9,4                             |
| B                            | 3,300E-01          | 1,154             | 1029                            | 30    | 157,1  | 1022                            | 1044                            | 1,4 | 11                              |
| B                            | 5,084E-01          | 1,156             | 1583                            | 30    | 373,9  | 1571                            | 1603                            | 1,3 | 42                              |
| A                            | 4,357E-01          | 1,129             | 1390                            | 29    | 25,2   | 1375                            | 1420                            | 2,2 | 45                              |
| A                            | 8,653E-01          | 1,129             | 2758                            | 30    | 100,1  | 2719                            | 2808                            | 1,8 | 70                              |
| A                            | 1,278E+00          | 1,131             | 4067                            | 30    | 219,4  | 4005                            | 4131                            | 1,6 | 116                             |
| Open                         | 1,208E+00          | 1,150             | 3782                            | 29    | 27,4   | 3761                            | 3849                            | 1,8 | 118                             |
| Open                         | 1,788E+00          | 1,153             | 5580                            | 29    | 62,5   | 5548                            | 5669                            | 1,6 | 148                             |
| Open                         | 2,426E+00          | 1,154             | 7572                            | 30    | 115,7  | 7417                            | 7578                            | 0,1 | 208                             |

Avec  $E = [(qvd_{\text{mesuré}} - qvr) / qvr] * 100$ .

et les coefficients du ventilateur suivants ont été utilisés pour le calcul du débit de l'appareil en étalonnage pour les différentes configurations:

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| E                            | CE 2157   | 5,462 | 0,4964 |
| D                            | CE 2157   | 13,36 | 0,4913 |
| C                            | CE 2157   | 21,33 | 0,5027 |
| B                            | CE 2157   | 83,18 | 0,4960 |
| A                            | CE 2157   | 280,0 | 0,4935 |
| Open                         | -         | 788,9 | 0,4717 |

### 3.1.2 Résultats avec des coefficients "corrigés"

| Configuration du ventilateur | qmr<br>kg.s <sup>-1</sup> | □<br>kg.m <sup>3</sup> | qvr<br>m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | Paval<br>Pa | DeltaP<br>Pa | qvd<br>"relevé"<br>m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | qvd<br>"mesuré"<br>m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | E<br>% | Incertitude<br>d'étalonnage<br>m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
|------------------------------|---------------------------|------------------------|--|-------------|--------------|--|--|--------|--|
| E                            | 8,186E-03                 | 1,131                  | 26,07                                  | 30          | 23,0         | 25,91  | 26,74  | 2,6    | 0,62   |
| E                            | 1,509E-02                 | 1,132                  | 47,97                                  | 30          | 77,6         | 47,38  | 48,85  | 1,8    | 0,58   |
| E                            | 2,259E-02                 | 1,134                  | 71,70                                  | 29          | 173,0        | 70,52  | 72,65  | 1,3    | 0,75   |
| D                            | 2,016E-02                 | 1,130                  | 64,2                                   | 30          | 24,1         | 63,8   | 65,9   | 2,6    | 1,5  |
| D                            | 3,930E-02                 | 1,148                  | 123,2                                  | 30          | 91,4         | 122,8  | 125,8  | 2,1    | 1,4  |
| D                            | 5,997E-02                 | 1,149                  | 187,8                                  | 31          | 215,6        | 187,2  | 191,6  | 2,0    | 3,2  |
| C                            | 3,117E-02                 | 1,148                  | 97,8                                   | 29          | 21,5         | 95,5   | 97,8   | 0,0    | 2,5  |
| C                            | 8,414E-02                 | 1,150                  | 263,4                                  | 30          | 147,6        | 257,2  | 263,1  | -0,1   | 3,0  |
| C                            | 1,360E-01                 | 1,153                  | 424,7                                  | 30          | 375,8        | 416,0  | 425,0  | 0,1    | 5,4  |
| B                            | 1,250E-01                 | 1,152                  | 390,4                                  | 30          | 22,9         | 382,3  | 390,7  | 0,1    | 9,4  |
| B                            | 3,300E-01                 | 1,154                  | 1029                                   | 30          | 157,1        | 1005   | 1027   | -0,3   | 11   |
| B                            | 5,084E-01                 | 1,156                  | 1583                                   | 30          | 373,9        | 1554   | 1585   | 0,2    | 42   |
| A                            | 4,357E-01                 | 1,129                  | 1390                                   | 29          | 25,2         | 1345   | 1390   | 0,0    | 45   |
| A                            | 8,653E-01                 | 1,129                  | 2758                                   | 30          | 100,1        | 2671   | 2758   | 0,0    | 70   |
| A                            | 1,278E+00                 | 1,131                  | 4067                                   | 30          | 219,4        | 3943   | 4068   | 0,0    | 116  |
| Open                         | 1,208E+00                 | 1,150                  | 3782                                   | 29          | 27,4         | 3761   | 3849   | 1,8    | 118  |
| Open                         | 1,788E+00                 | 1,153                  | 5580                                   | 29          | 62,5         | 5548   | 5669   | 1,6    | 148  |
| Open                         | 2,426E+00                 | 1,154                  | 7572                                   | 30          | 115,7        | 7417   | 7578   | 0,1    | 208  |

Avec  $E = [(qvd_{\text{mesuré}} - qvr) / qvr] * 100$ .

et les coefficients du ventilateur suivants ont été utilisés pour le calcul du débit de l'appareil en étalonnage pour les différentes configurations:

Tableau des coefficients "corrigés"

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| E                            | CE 2157   | 5,462 | 0,4964 |
| D                            | CE 2157   | 13,36 | 0,4913 |
| C                            | CE 2157   | 19,69 | 0,5145 |
| B                            | CE 2157   | 79,22 | 0,5024 |
| A                            | CE 2157   | 271,4 | 0,4964 |
| Open                         | -         | 788,9 | 0,4717 |

### 3.2. CONDITIONS DE L'ETALONNAGE

#### MONTAGE

- Position de montage : Horizontal
- Etalonnage du débitmètre à la pression atmosphérique à l'amont.
- Pression atmosphérique = de 97671 Pa à 98472 Pa.
- Pression relative à l'aval du débitmètre = environ 30 Pa.
- Température de l'air ambiant : (23,9 ± 2) °C.

#### REGLAGES - CONFIGURATION

- Pas de réglage initial.

Certificat d'Etalonnage n° G193885AB



#### 4. **CONSTAT DE VERIFICATION**

**Norme ou texte de référence : FD P50-784 (juillet 2016) "Performance thermique des bâtiments".**

Erreur maximale tolérée : 2 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> ou 5 % de la valeur mesurée (la plus grande de ces deux valeurs)

**. Avec les coefficients utilisés antérieurement**

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      | Constat de vérification FD P50-784 |
|------------------------------|-----------|-------|--------|------------------------------------|
| E                            | CE 2157   | 5,462 | 0,4964 | Conforme                           |
| D                            | CE 2157   | 13,36 | 0,4913 | Conforme                           |
| C                            | CE 2157   | 21,33 | 0,5027 | Non Conforme                       |
| B                            | CE 2157   | 83,18 | 0,4960 | Non Conforme                       |
| A                            | CE 2157   | 280,0 | 0,4935 | Non Conforme                       |
| Open                         | -         | 788,9 | 0,4717 | Conforme                           |

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il a été tenu compte de l'incertitude associée au résultat

**. Avec les coefficients "corrigés" :**

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      | Constat de vérification FD P50-784 |
|------------------------------|-----------|-------|--------|------------------------------------|
| E                            | CE 2157   | 5,462 | 0,4964 | Conforme                           |
| D                            | CE 2157   | 13,36 | 0,4913 | Conforme                           |
| C                            | CE 2157   | 19,69 | 0,5145 | Conforme                           |
| B                            | CE 2157   | 79,22 | 0,5024 | Conforme                           |
| A                            | CE 2157   | 271,4 | 0,4964 | Conforme                           |
| Open                         | -         | 788,9 | 0,4717 | Conforme                           |

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il a été tenu compte de l'incertitude associée au résultat

*Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée.*

*Ce certificat d'étalonnage garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI). L'accréditation par le COFRAC, section Laboratoire, garantit le respect par le laboratoire des exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 v 2005 et des méthodes référencées dans la portée d'accréditation disponible sous [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr).*

*Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European Cooperation for Accreditation) et d'ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) de reconnaissance de l'équivalence des documents d'étalonnage.*

**Etalonnage effectué du 23/4/2019 au 24/4/2019 par Julien SAVARY et Fabrice FOURNEAUX.**

**Procédure d'étalonnage appliquée : PE 4.1.G**

A1/2

**ANNEXE**

**HORS**

**CERTIFICAT**

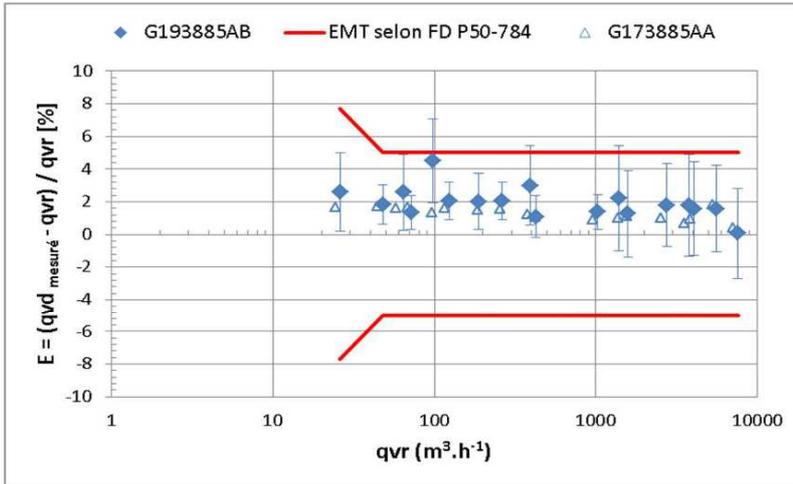
**D'ETALONNAGE**

**N° G193885AB**

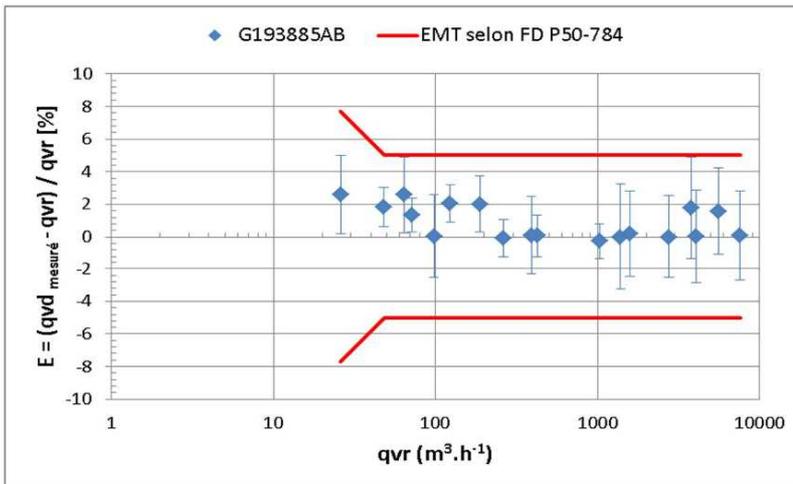
**ANNEXE HORS CERTIFICAT D'ETALONNAGE**  
**N° G193885AB**

A2/2

**Résultats avec les coefficients utilisés antérieurement**



**Résultats avec les coefficients "corrigés"**





CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AERONAUTIQUES ET THERMIQUES

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
BP 52042 - 69603 VILLEURBANNE Cedex  
Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCES : P180717 / 1832610

CHAINE D'ETALONNAGE : PRESSION

LABORATOIRE ACCREDITE



ACCREDITATION N°2.1160

Portée disponible sur www.cofrac.fr

**CONSTAT DE VERIFICATION**

N° CV-P1825578B

DELIVRE A : ASTB

IMMEUBLE LE WHITE CARBON  
1 BOULEVARD DALGABIO  
42000 SAINT ETIENNE

| Identification de l'instrument  | Conditions de vérification   |
|---|--|
| Désignation : Capteur de pression différentielle<br>Constructeur : The Energy Conservatory<br>Type : DG 700<br>N° série : 60565.107.700E.E<br>Identification : -<br>Gamme : -500 à 500 Pa | Norme ou texte de référence : FD P50-784<br>Critère : 1 Pa jusqu'à 100 Pa et 1% de la valeur au-delà<br>Procédure de vérification : PE-MANO-01<br>Température d'étalonnage : (20±1)°C<br>Date de vérification : 05 décembre 2018<br>Date d'émission : 05 décembre 2018 |

**RESULTATS**

Voie A

| Pression appliquée Pref (Pa) | Incertitude de Pref (Pa) | Pression indiquée Pi (Pa) | Ecart-type expérimental de répétabilité (Pa) | Correction Pref - Pi (Pa) | Incertitude de l'étalonnage (Pa) | Conformité |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|------------|
| -500,48                      | 0,65                     | -501                      |  | 0,52                      | 0,87                             | Conforme   |
| -350,29                      | 0,50                     | -351                      |  | 0,71                      | 0,76                             | Conforme   |
| -200,07                      | 0,35                     | -200                      | 0,02   | -0,07                     | 0,68                             | Conforme   |
| -100,00                      | 0,25                     | -100,0                    |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -49,92                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,08                      | 0,50                             | Conforme   |
| -24,94                       | 0,17                     | -24,9                     |  | -0,04                     | 0,50                             | Conforme   |
| -9,90                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,10                      | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       | 0,00   | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| 9,85                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,15                     | 0,50                             | Conforme   |
| 24,93                        | 0,17                     | 24,9                      |  | 0,03                      | 0,50                             | Conforme   |
| 49,93                        | 0,20                     | 50,0                      |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 99,95                        | 0,25                     | 100,0                     |  | -0,05                     | 0,50                             | Conforme   |
| 200,11                       | 0,35                     | 200                       | 0,01   | 0,11                      | 0,68                             | Conforme   |
| 350,29                       | 0,50                     | 351                       |  | -0,71                     | 0,76                             | Conforme   |
| 500,49                       | 0,65                     | 501                       |  | -0,51                     | 0,87                             | Conforme   |
| 350,23                       | 0,50                     | 351                       |  | -0,77                     | 0,76                             | Conforme   |
| 200,03                       | 0,35                     | 200                       |  | 0,03                      | 0,68                             | Conforme   |
| 99,94                        | 0,25                     | 100,0                     |  | -0,06                     | 0,50                             | Conforme   |
| 49,93                        | 0,20                     | 50,0                      |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 24,90                        | 0,17                     | 25,0                      |  | -0,10                     | 0,50                             | Conforme   |
| 9,88                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,12                     | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,91                        | 0,15                     | -9,9                      |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -24,91                       | 0,17                     | -24,9                     |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -49,96                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,04                      | 0,50                             | Conforme   |
| -100,00                      | 0,25                     | -100,0                    |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -200,09                      | 0,35                     | -200                      |  | -0,09                     | 0,68                             | Conforme   |
| -350,22                      | 0,50                     | -351                      |  | 0,78                      | 0,76                             | Conforme   |
| -500,45                      | 0,65                     | -501                      |  | 0,55                      | 0,87                             | Conforme   |

Ce constat de vérification comprend 2 pages

Constat de vérification : N° CV-P1825578B

page 2/2

**RESULTATS (suite)****Voie B**

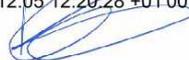
| Pression appliquée Pref (Pa) | Incertitude de Pref (Pa) | Pression indiquée Pi (Pa) | Ecart-type expérimental de répétabilité (Pa) | Correction Pref - Pi (Pa) | Incertitude de l'étalonnage (Pa) | Conformité |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|------------|
| -500,48                      | 0,65                     | -502,1                    |  | 1,62                      | 0,66                             | Conforme   |
| -350,29                      | 0,50                     | -351,1                    |  | 0,81                      | 0,51                             | Conforme   |
| -200,07                      | 0,35                     | -200,3                    | 0,04   | 0,27                      | 0,50                             | Conforme   |
| -100,00                      | 0,25                     | -100,1                    |  | 0,10                      | 0,50                             | Conforme   |
| -49,92                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,08                      | 0,50                             | Conforme   |
| -24,94                       | 0,17                     | -25,0                     |  | 0,06                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,90                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,10                      | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       | 0,00   | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| 9,85                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,15                     | 0,50                             | Conforme   |
| 24,93                        | 0,17                     | 25,0                      |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 49,93                        | 0,20                     | 50,0                      |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 99,95                        | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,25                     | 0,50                             | Conforme   |
| 200,11                       | 0,35                     | 200,5                     | 0,06   | -0,42                     | 0,50                             | Conforme   |
| 350,29                       | 0,50                     | 351,1                     |  | -0,81                     | 0,51                             | Conforme   |
| 500,49                       | 0,65                     | 501,6                     |  | -1,11                     | 0,66                             | Conforme   |
| 350,23                       | 0,50                     | 351,1                     |  | -0,87                     | 0,51                             | Conforme   |
| 200,03                       | 0,35                     | 200,5                     |  | -0,47                     | 0,50                             | Conforme   |
| 99,94                        | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,26                     | 0,50                             | Conforme   |
| 49,93                        | 0,20                     | 50,0                      |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 24,90                        | 0,17                     | 25,1                      |  | -0,20                     | 0,50                             | Conforme   |
| 9,88                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,12                     | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,91                        | 0,15                     | -9,9                      |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -24,91                       | 0,17                     | -24,9                     |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -49,96                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,04                      | 0,50                             | Conforme   |
| -100,00                      | 0,25                     | -100,1                    |  | 0,10                      | 0,50                             | Conforme   |
| -200,09                      | 0,35                     | -200,4                    |  | 0,31                      | 0,50                             | Conforme   |
| -350,22                      | 0,50                     | -351,1                    |  | 0,88                      | 0,51                             | Conforme   |
| -500,45                      | 0,65                     | -502,1                    |  | 1,65                      | 0,66                             | Conforme   |

Les incertitudes élargies mentionnées correspondent à deux fois l'incertitude-type composée.

La comparaison au critère d'acceptation prend en compte l'incertitude du résultat d'étalonnage

Ce constat de vérification garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI).

Nicolas MAZIERES  
Responsable d'étalonnages  
2018.12.05 12:20:28 ±01'00'





**CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES**

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex  
Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCE : G170552 / 1730524

CHAÎNE D'ÉTALONNAGE  
DEBITMETRIE GAZEUSE



ACCREDITATION COFRAC N° 2.1124  
portée disponible sur www.cofrac.fr

## CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE

N° G173981AA

DELIVRE A : ASTB  
IMMEUBLE LE WHITE CARBON  
1 BOULEVARD DALGABIO  
42000 SAINT ETIENNE

### INSTRUMENT ETALONNE

Désignation : Infiltromètre

Constructeur : MINNEAPOLIS BLOWERDOOR

Type : Model 4.1

N° série : CE 2793

N° d'identification : ASTB 1

Ce certificat comprend 6 pages et 2 pages annexes

Date d'émission et signature

Fabrice FOURNEAUX  
Réfèrent Technique Suppléant  
2017.09.28 15:55:52 +02'00'

Certificat d'Etalonnage n° G173981AA



**Le certificat final signé annule tous les résultats et documents provisoires communiqués.**

**Chaque révision annule et remplace la précédente.**

**Tout exemplaire périmé doit être détruit ainsi que les éventuelles copies.**

**Nous attirons votre attention sur les risques d'erreurs encourus à conserver une version périmée.**

| Révision | Date       | Nature de la modification | Pages modifiées |
|----------|------------|---------------------------|-----------------|
| 00       | 26/09/2017 | Première édition          | -               |
|          |            |                           |                 |
|          |            |                           |                 |

Les résultats et le certificat sont la propriété exclusive du demandeur et le CETIAT s'interdit leur communication à des tiers sauf autorisation écrite.

Toute utilisation commerciale du nom du CETIAT et des résultats est soumise à l'accord préalable du CETIAT.

La reproduction de ce certificat n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Le certificat établi par le CETIAT n'est valable que pour le matériel qui lui a été présenté, et dans les conditions particulières de l'étalonnage.

Les informations relatives aux équipements de mesure utilisés pour l'étalonnage sont conservées dans le dossier archivé au CETIAT.

Le certificat signé numériquement est transmis au client.  
Un exemplaire est conservé au CETIAT.

Certificat d'Etalonnage n° G173981AA



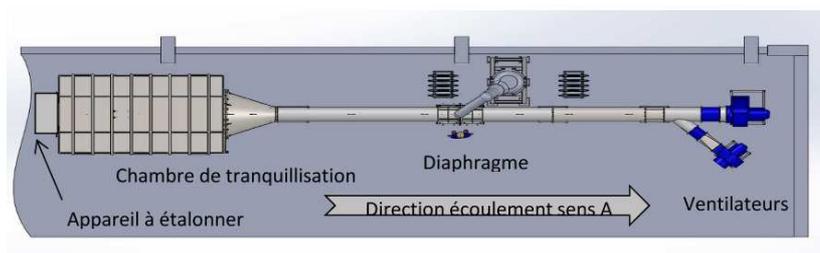
## 1. OBJET

Etalonnage à l'air ambiant d'un infiltromètre MINNEAPOLIS BLOWERDOOR, pour un débit volumique de référence compris entre 25 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> et 7160 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.

## 2. METHODE D'ETALONNAGE

La méthode consiste à placer en série l'appareil à étalonner et une installation de référence donnant la valeur du débit massique de référence noté q<sub>mr</sub>.

Le débit massique de référence est mesuré à partir de la mesure de la pression différentielle aux bornes d'un diaphragme. L'installation est schématisée ci-dessous:



La pression P, la température T et la température de rosée TR de l'air ambiant sont mesurées en amont de l'appareil à étalonner, ce qui permet le calcul de la masse volumique de l'air ambiant, et par suite du débit volumique de référence q<sub>vr</sub> (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), ramené aux conditions en amont de l'appareil à étalonner :

$$q_{vr} = \frac{q_{mr}}{\rho} = 3600$$

On relève également :

- L'indication moyenne DP mesurée aux bornes de l'appareil en étalonnage (en Pa).

On calcule ensuite :

- Le débit volumique q<sub>vd</sub> relevé (en m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>), selon les préconisations constructeurs et pour une masse volumique de l'air de 1,204 kg/m<sup>3</sup>, en utilisant la formule suivante:  
q<sub>vd</sub> relevé = C \* (DeltaP)<sup>n</sup>

Le débit volumique dans les conditions réelles est ensuite calculé selon les recommandations constructeurs en utilisant la formule suivante :

$$q_{vd} \text{ mesuré} = q_{vd} \text{ relevé} * (1.204 / \rho)^{0.5}$$

Certificat d'Etalonnage n° G173981AA



### 3. RESULTATS

#### 3.1. TABLEAU DE RESULTATS

Chaque point de débit est répété au moins une fois. Les résultats reportés dans le tableau ci-dessous correspondent aux moyennes de ces répétitions.

##### 3.1.1 Résultats avec les coefficients utilisés antérieurement

| Configuration du ventilateur | qmr                | □                 | qvr                             | Paval | DeltaP | qvd relevé                      | qvd mesuré                      | E     | Incertitude d'étalonnage        |
|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-------|--------|---------------------------------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
|                              | kg.s <sup>-1</sup> | kg.m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | Pa    | Pa     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | %     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| E                            | 8,127E-03          | 1,166             | 25,09                           | 30    | 20,8   | 20,44                           | 20,77                           | -17,2 | 0,66                            |
| E                            | 1,496E-02          | 1,166             | 46,17                           | 29    | 69,8   | 40,63                           | 41,28                           | -10,6 | 0,57                            |
| E                            | 2,239E-02          | 1,167             | 69,09                           | 30    | 156,8  | 64,26                           | 65,28                           | -5,5  | 0,74                            |
| D                            | 1,890E-02          | 1,167             | 58,3                            | 31    | 20,3   | 53,1                            | 53,9                            | -7,5  | 1,6                             |
| D                            | 3,794E-02          | 1,170             | 116,7                           | 29    | 81,1   | 108,1                           | 109,7                           | -6,0  | 1,4                             |
| D                            | 6,235E-02          | 1,171             | 191,7                           | 31    | 221,2  | 181,0                           | 183,5                           | -4,3  | 3,2                             |
| C                            | 3,078E-02          | 1,173             | 94,5                            | 30    | 20,7   | 85,1                            | 86,2                            | -8,8  | 2,5                             |
| C                            | 8,243E-02          | 1,173             | 252,9                           | 30    | 144,6  | 234,3                           | 237,4                           | -6,1  | 2,7                             |
| C                            | 1,358E-01          | 1,178             | 414,9                           | 31    | 384,8  | 390,3                           | 394,6                           | -4,9  | 5,3                             |
| B                            | 1,240E-01          | 1,176             | 379,7                           | 30    | 21,4   | 374,1                           | 378,6                           | -0,3  | 9,8                             |
| B                            | 3,223E-01          | 1,176             | 986                             | 30    | 144,8  | 967                             | 979                             | -0,8  | 10                              |
| B                            | 5,206E-01          | 1,181             | 1587                            | 31    | 381,6  | 1565                            | 1581                            | -0,4  | 42                              |
| A                            | 4,474E-01          | 1,179             | 1367                            | 30    | 25,7   | 1364                            | 1379                            | 0,9   | 45                              |
| A                            | 8,587E-01          | 1,179             | 2622                            | 30    | 95,8   | 2616                            | 2644                            | 0,8   | 67                              |
| A                            | 1,272E+00          | 1,179             | 3884                            | 31    | 212,0  | 3877                            | 3917                            | 0,9   | 112                             |
| Open                         | 1,160E+00          | 1,167             | 3577                            | 29    | 24,5   | 3516                            | 3571                            | -0,2  | 116                             |
| Open                         | 1,748E+00          | 1,168             | 5386                            | 29    | 57,9   | 5331                            | 5411                            | 0,5   | 143                             |
| Open                         | 2,323E+00          | 1,168             | 7160                            | 31    | 103,5  | 7068                            | 7176                            | 0,2   | 187                             |

Avec  $E = [(qvd_{\text{mesuré}} - qvr) / qvr] * 100$ .

et les coefficients du ventilateur suivants ont été utilisés pour le calcul du débit de l'appareil en étalonnage pour les différentes configurations:

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| E                            | -         | 3,669 | 0,5664 |
| D                            | 2763      | 11,33 | 0,5132 |
| C                            | -         | 17,53 | 0,5213 |
| B                            | -         | 81,68 | 0,4968 |
| A                            | 2793      | 273,2 | 0,4952 |
| Open                         | 2793      | 745,3 | 0,4848 |

Certificat d'Etalonnage n° G173981AA



### 3.1.2 Résultats avec des coefficients "corrigés"

| Configuration du ventilateur | qmr                | □                 | qvr                             | Paval | DeltaP | qvd "relevé"                    | qvd "mesuré"                    | E    | Incertitude d'étalonnage        |
|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|-------|--------|---------------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|
|                              | kg.s <sup>-1</sup> | kg.m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | Pa    | Pa     | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> | %    | m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> |
| E                            | 8,127E-03          | 1,166             | 25,09                           | 30    | 20,8   | 25,11                           | 25,51                           | 1,7  | 0,66                            |
| E                            | 1,496E-02          | 1,166             | 46,17                           | 29    | 69,8   | 46,11                           | 46,84                           | 1,4  | 0,57                            |
| E                            | 2,239E-02          | 1,167             | 69,09                           | 30    | 156,8  | 69,18                           | 70,28                           | 1,7  | 0,74                            |
| D                            | 1,890E-02          | 1,167             | 58,3                            | 31    | 20,3   | 58,3                            | 59,3                            | 1,6  | 1,6                             |
| D                            | 3,794E-02          | 1,170             | 116,7                           | 29    | 81,1   | 116,4                           | 118,1                           | 1,2  | 1,4                             |
| D                            | 6,235E-02          | 1,171             | 191,7                           | 31    | 221,2  | 191,9                           | 194,6                           | 1,5  | 3,2                             |
| C                            | 3,078E-02          | 1,173             | 94,5                            | 30    | 20,7   | 94,5                            | 95,7                            | 1,3  | 2,5                             |
| C                            | 8,243E-02          | 1,173             | 252,9                           | 30    | 144,6  | 252,9                           | 256,2                           | 1,3  | 2,7                             |
| C                            | 1,358E-01          | 1,178             | 414,9                           | 31    | 384,8  | 415,1                           | 419,6                           | 1,1  | 5,3                             |
| B                            | 1,240E-01          | 1,176             | 379,7                           | 30    | 21,4   | 374,1                           | 378,6                           | -0,3 | 9,8                             |
| B                            | 3,223E-01          | 1,176             | 986                             | 30    | 144,8  | 967                             | 979                             | -0,8 | 10                              |
| B                            | 5,206E-01          | 1,181             | 1587                            | 31    | 381,6  | 1565                            | 1581                            | -0,4 | 42                              |
| Λ                            | 4,474E 01          | 1,179             | 1367                            | 30    | 25,7   | 1364                            | 1379                            | 0,9  | 45                              |
| A                            | 8,587E-01          | 1,179             | 2622                            | 30    | 95,8   | 2616                            | 2644                            | 0,8  | 67                              |
| A                            | 1,272E+00          | 1,179             | 3884                            | 31    | 212,0  | 3877                            | 3917                            | 0,9  | 112                             |
| Open                         | 1,160E+00          | 1,167             | 3577                            | 29    | 24,5   | 3516                            | 3571                            | -0,2 | 116                             |
| Open                         | 1,748E+00          | 1,168             | 5386                            | 29    | 57,9   | 5331                            | 5411                            | 0,5  | 143                             |
| Open                         | 2,323E+00          | 1,168             | 7160                            | 31    | 103,5  | 7068                            | 7176                            | 0,2  | 187                             |

Avec  $E = [(qvd_{\text{mesuré}} - qvr) / qvr] * 100$ .

et les coefficients du ventilateur suivants ont été utilisés pour le calcul du débit de l'appareil en étalonnage pour les différentes configurations:

Tableau des coefficients "corrigés"

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      |
|------------------------------|-----------|-------|--------|
| E                            | -         | 5,491 | 0,5012 |
| D                            | 2763      | 13,03 | 0,4982 |
| C                            | -         | 20,37 | 0,5064 |
| B                            | -         | 81,68 | 0,4968 |
| A                            | 2793      | 273,2 | 0,4952 |
| Open                         | 2793      | 745,3 | 0,4848 |

### 3.2. CONDITIONS DE L'ETALONNAGE

#### MONTAGE

- Position de montage : Horizontal
- Etalonnage du débitmètre en air ambiant
- Etalonnage du débitmètre à la pression atmosphérique à l'amont.
- Pression atmosphérique = de 99801 Pa à 99999 Pa.
- Pression relative à l'aval du débitmètre = environ 30 Pa.
- Température de l'air ambiant :  $(21,5 \pm 1,7) ^\circ\text{C}$ .

#### REGLAGES - CONFIGURATION

- Pas de réglage initial.

Certificat d'Etalonnage n° G173981AA



#### 4. CONSTAT DE VERIFICATION

Norme ou texte de référence : FD P50-784 (juillet 2016)

Erreur maximale tolérée : 2 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> ou 5% de la valeur mesurée (la plus grande de ces deux valeurs)

##### . Avec les coefficients utilisés antérieurement

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      | Constat de vérification |
|------------------------------|-----------|-------|--------|-------------------------|
| E                            | -         | 3,669 | 0,5664 | Non Conforme            |
| D                            | 2763      | 11,33 | 0,5132 | Non Conforme            |
| C                            | -         | 17,53 | 0,5213 | Non Conforme            |
| B                            | -         | 81,68 | 0,4968 | Conforme                |
| A                            | 2793      | 273,2 | 0,4952 | Conforme                |
| Open                         | 2793      | 745,3 | 0,4848 | Conforme                |

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il a été tenu compte de l'incertitude associée au résultat

##### . Avec les coefficients "corrigés" :

| Configuration du ventilateur | N° Anneau | C     | n      | Constat de vérification |
|------------------------------|-----------|-------|--------|-------------------------|
| E                            | -         | 5,491 | 0,5012 | Conforme                |
| D                            | 2763      | 13,03 | 0,4982 | Conforme                |
| C                            | -         | 20,37 | 0,5064 | Conforme                |
| B                            | -         | 81,68 | 0,4968 | Conforme                |
| A                            | 2793      | 273,2 | 0,4952 | Conforme                |
| Open                         | 2793      | 745,3 | 0,4848 | Conforme                |

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il a été tenu compte de l'incertitude associée au résultat

*Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée.*

*Ce certificat d'étalonnage garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI). L'accréditation par le COFRAC, section Laboratoire, garantit le respect par le laboratoire des exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 v 2005 et des méthodes référencées dans la portée d'accréditation disponible sous [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr).*

*Le COFRAC est signataire de l'accord multilatéral de EA (European Cooperation for Accreditation) et d'ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) de reconnaissance de l'équivalence des documents d'étalonnage.*

**Etalonnage effectué les 22/9/2017 et 25/9/2017 par Mickael VILHEM.**

**Procédure d'étalonnage appliquée : PE 4.1.G**

**ANNEXE**

**HORS**

**CERTIFICAT**

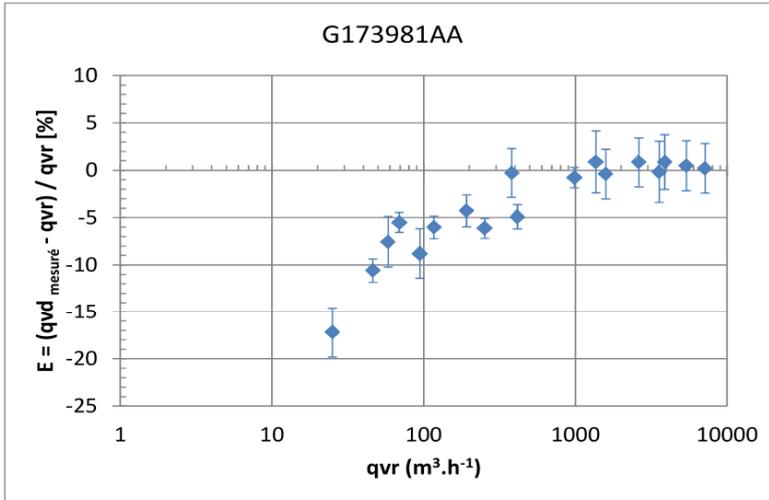
**D'ETALONNAGE**

**N° G173981AA**

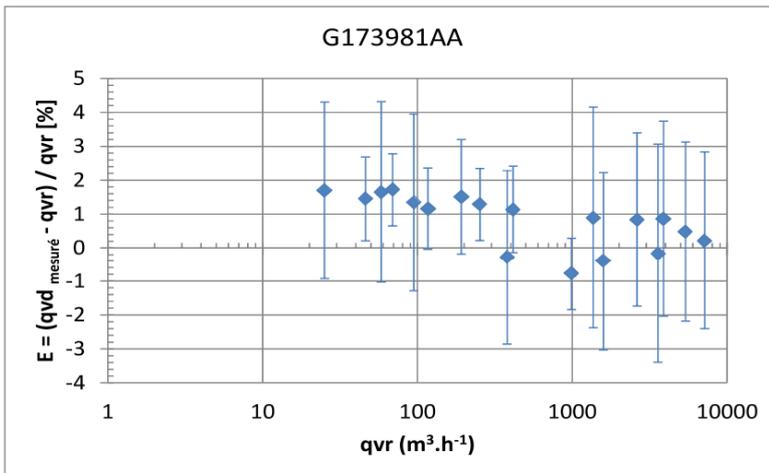
**ANNEXE HORS CERTIFICAT D'ETALONNAGE**  
**N° G173981AA**

A2/2

**Résultats avec les coefficients utilisés antérieurement**



**Résultats avec les coefficients "corrigés"**





CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AERONAUTIQUES ET THERMIQUES  
 Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts  
 BP 52042 - 69603 VILLEURBANNE Cedex  
 Tél. +33 (0)4.72.44.49.00 - Fax. +33 (0)4.72.44.49.49

REFERENCES : P190225 / 1930664

CHAINE D'ETALONNAGE : PRESSION

LABORATOIRE ACCREDITE



ACCREDITATION N°2.1160  
 Portée disponible sur www.cofrac.fr

## CONSTAT DE VERIFICATION

N° CV-P1920588D

DELIVRE A : ASTB

IMMEUBLE LE WHITE CARBON  
 1 BOULEVARD DALGABIO  
 42000 SAINT ETIENNE

| Identification de l'instrument   | Conditions de vérification   |
|--|--|
| Désignation : Capteur de pression différentielle<br>Constructeur : The Energy Conservatory<br>Type : DG 700<br>N° série : 60006.107.700E<br>Identification : ASTB DG700 60006<br>Gamme : -500 à 500 Pa | Norme ou texte de référence : FD P50-784<br>Critère : 1 Pa jusqu'à 100 Pa et 1% de la valeur au-delà<br>Procédure de vérification : PE-MANO-01<br>Température d'étalonnage : (20±1)°C<br>Date de vérification : 24 avril 2019<br>Date d'émission : 24 avril 2019 |

## RESULTATS

Voie A

| Pression appliquée Pref (Pa) | Incertitude de Pref (Pa) | Pression indiquée Pi (Pa) | Ecart-type expérimental de répétabilité (Pa) | Correction Pref - Pi (Pa) | Incertitude de l'étalonnage (Pa) | Conformité |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|------------|
| -500,59                      | 0,65                     | -502                      |  | 1,41                      | 0,88                             | Conforme   |
| -350,44                      | 0,50                     | -351                      |  | 0,56                      | 0,78                             | Conforme   |
| -200,27                      | 0,35                     | -200                      | 0,06   | -0,27                     | 0,69                             | Conforme   |
| -100,11                      | 0,25                     | -100,1                    |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -49,95                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,05                      | 0,50                             | Conforme   |
| -24,96                       | 0,17                     | -25,0                     |  | 0,04                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,92                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,08                      | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       | 0,00   | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| 10,12                        | 0,15                     | 10,1                      |  | 0,02                      | 0,50                             | Conforme   |
| 25,01                        | 0,18                     | 25,0                      |  | 0,01                      | 0,50                             | Conforme   |
| 50,12                        | 0,20                     | 50,2                      |  | -0,08                     | 0,50                             | Conforme   |
| 100,15                       | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,05                     | 0,50                             | Conforme   |
| 200,21                       | 0,35                     | 200                       | 0,09   | 0,21                      | 0,69                             | Conforme   |
| 350,51                       | 0,50                     | 351                       |  | -0,49                     | 0,78                             | Conforme   |
| 500,61                       | 0,65                     | 501                       |  | -0,39                     | 0,88                             | Conforme   |
| 350,45                       | 0,50                     | 351                       |  | -0,55                     | 0,78                             | Conforme   |
| 200,13                       | 0,35                     | 200                       |  | 0,13                      | 0,69                             | Conforme   |
| 100,13                       | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 49,98                        | 0,20                     | 50,1                      |  | -0,12                     | 0,50                             | Conforme   |
| 25,06                        | 0,18                     | 25,0                      |  | 0,06                      | 0,50                             | Conforme   |
| 9,92                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,08                     | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,95                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,05                      | 0,50                             | Conforme   |
| -25,18                       | 0,18                     | -25,2                     |  | 0,02                      | 0,50                             | Conforme   |
| -50,06                       | 0,20                     | -50,0                     |  | -0,06                     | 0,50                             | Conforme   |
| -100,02                      | 0,25                     | -100,0                    |  | -0,02                     | 0,50                             | Conforme   |
| -200,26                      | 0,35                     | -200                      |  | -0,26                     | 0,69                             | Conforme   |
| -350,46                      | 0,50                     | -351                      |  | 0,54                      | 0,78                             | Conforme   |
| -500,55                      | 0,65                     | -502                      |  | 1,45                      | 0,88                             | Conforme   |

Ce constat de vérification comprend 2 pages

Constat de vérification : N° CV-P1920588D

page 2/2

**RESULTATS (suite)****Voie B**

| Pression appliquée Pref (Pa) | Incertitude de Pref (Pa) | Pression indiquée Pi (Pa) | Ecart-type expérimental de répétabilité (Pa) | Correction Pref - Pi (Pa) | Incertitude de l'étalonnage (Pa) | Conformité |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|--|---------------------------|----------------------------------|------------|
| -500,59                      | 0,65                     | -501,6                    |  | 1,01                      | 0,66                             | Conforme   |
| -350,44                      | 0,50                     | -350,9                    |  | 0,46                      | 0,51                             | Conforme   |
| -200,27                      | 0,35                     | -200,3                    | 0,06   | 0,03                      | 0,50                             | Conforme   |
| -100,11                      | 0,25                     | -100,1                    |  | -0,01                     | 0,50                             | Conforme   |
| -49,95                       | 0,20                     | -50,0                     |  | 0,05                      | 0,50                             | Conforme   |
| -24,96                       | 0,17                     | -25,0                     |  | 0,04                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,92                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,08                      | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       | 0,00   | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| 10,12                        | 0,15                     | 10,1                      |  | 0,02                      | 0,50                             | Conforme   |
| 25,01                        | 0,18                     | 25,0                      |  | 0,01                      | 0,50                             | Conforme   |
| 50,12                        | 0,20                     | 50,2                      |  | -0,08                     | 0,50                             | Conforme   |
| 100,15                       | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,05                     | 0,50                             | Conforme   |
| 200,21                       | 0,35                     | 200,4                     | 0,03   | -0,16                     | 0,50                             | Conforme   |
| 350,51                       | 0,50                     | 350,9                     |  | -0,39                     | 0,51                             | Conforme   |
| 500,61                       | 0,65                     | 501,2                     |  | -0,59                     | 0,66                             | Conforme   |
| 350,45                       | 0,50                     | 350,9                     |  | -0,45                     | 0,51                             | Conforme   |
| 200,13                       | 0,35                     | 200,3                     |  | -0,17                     | 0,50                             | Conforme   |
| 100,13                       | 0,25                     | 100,2                     |  | -0,07                     | 0,50                             | Conforme   |
| 49,98                        | 0,20                     | 50,1                      |  | -0,12                     | 0,50                             | Conforme   |
| 25,06                        | 0,18                     | 25,0                      |  | 0,06                      | 0,50                             | Conforme   |
| 9,92                         | 0,15                     | 10,0                      |  | -0,08                     | 0,50                             | Conforme   |
| 0,00                         | 0,15                     | 0,0                       |  | 0,00                      | 0,50                             | Conforme   |
| -9,95                        | 0,15                     | -10,0                     |  | 0,05                      | 0,50                             | Conforme   |
| -25,18                       | 0,18                     | -25,2                     |  | 0,02                      | 0,50                             | Conforme   |
| -50,06                       | 0,20                     | -50,0                     |  | -0,06                     | 0,50                             | Conforme   |
| -100,02                      | 0,25                     | -100,0                    |  | -0,02                     | 0,50                             | Conforme   |
| -200,26                      | 0,35                     | -200,3                    |  | 0,04                      | 0,50                             | Conforme   |
| -350,46                      | 0,50                     | -351,0                    |  | 0,54                      | 0,51                             | Conforme   |
| -500,55                      | 0,65                     | -501,6                    |  | 1,05                      | 0,66                             | Conforme   |

Les incertitudes élargies mentionnées correspondent à deux fois l'incertitude-type composée.

La comparaison au critère d'acceptation prend en compte l'incertitude du résultat d'étalonnage

Ce constat de vérification garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au Système international d'unités (SI).

Nicolas MAZIERES  
Responsable d'étalonnages  
2019.04.24 15:21:31 +02'00'