

# Performance 2

## **Rapport Tâche 2 – Partie 3 -** Rapport des mesures d'étalonnages des capteurs et systèmes de ventilation - Anjos

Le 30/06/2022

Auteur(s) : Anjos Ventilation



Ce document est extrait des travaux réalisés dans le cadre du projet Performance 2  
Les organismes présentés ci-dessous contribuent à ce projet :

## Partenaires financiers du projet



### Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

Contacts : Etienne Marx, suivi technique du projet  
Frédérique BIENVENU, chargée des suivis administratifs et financiers

### Ministère de la Transition Ecologique

Contact : Léa GAROT, Cheffe de projet Acoustique et Qualité de l'Air Intérieur, DHUP/QC1

## Partenaires techniques du projet



### Cerema

Contact : Adeline Mélois, [adeline.melois@cerema.fr](mailto:adeline.melois@cerema.fr)



### Société ANJOS Ventilation

Contact : Jérémy Depoorter, [jdepoorter@anjos.com](mailto:jdepoorter@anjos.com)



### Société AERECO

Contact : Marc Legree, [marc.legree@aereco.com](mailto:marc.legree@aereco.com)



### Université Savoie Mont Blanc - Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement (USMB - LOCIE)



Contact : Evelyne Gonze, [Evelyne.gonze@univ-smb.fr](mailto:Evelyne.gonze@univ-smb.fr)

Rapport établi par :

Date	Version	Commentaires
02/05/2022	v1	Création du document – Anjos
15/06/2022	v2	Relecture – Adeline Mélois, Cerema
30/06/2022	Vf	Finalisation



### Notice analytique :

Références	Informations
Commanditaire :	ADEME 500 Route des Lucioles 06560 Valbonne
Objet de l'étude :	Retour d'expérience sur des systèmes de ventilation intelligents hygro-réglables installés dans des bâtiments occupés depuis dix ans
Résumé de la commande :	Prestations réalisées dans le cadre de l'appel à projet "Vers des bâtiments responsables à l'horizon 2020" - Edition 2020. Réponse technique et financière présentée à l'ADEME
Référence du dossier :	Convention de financement ADEME / Partenaires du projet n°2004C0014 notifiée le 08/07/2020
Communicabilité :	<input type="checkbox"/> Libre (avec acceptation du commanditaire dans le contrat) <input checked="" type="checkbox"/> Contrôlée (communiquée avec l'autorisation du commanditaire) <input type="checkbox"/> Confidentielle
Pilote du projet :	Cerema : Adeline Mélois Adeline.melois@cerema.fr
Constitution de l'équipe :	Cerema, Anjos, Aereco, USMB-LOCIE
Mots clés :	Ventilation, Performance, Evaluation, Logement

### Liste des destinataires :

Contact	Adresse	Nbre et Type
Etienne Marx Frédérique Bienvenu	ADEME, 500 Route des Lucioles, 06560 Valbonne	1 (PDF)

### Résumé :

Ce rapport intègre les travaux réalisés en tâche 2 du projet Performance 2 par Anjos, et détaille les procédés d'étalonnage réalisés sur les capteurs et terminaux des systèmes de ventilation hygro-réglable, ainsi que les résultats obtenus. Ces terminaux ont été installés dans les logements lors du Projet Performance 1 en 2008. Le but est d'une part, d'évaluer les performances de ces terminaux dans le temps, d'autre part, de réétalonner les capteurs et de remettre en état les terminaux pour qu'ils soient ensuite réinstallés dans les logements.

Torcieu, 30/06/2022



# SOMMAIRE

<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS</b>	<b>3</b>
Liste des figures	3
Liste des tableaux	4
<b>1 INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
1.1 Présentation de l'immeuble de Villeurbanne/Grand Clément.	5
<b>2 CARACTERISATION DES PERFORMANCES DES TERMINAUX DE VENTILATION HYGRO-REGLABLES</b>	<b>6</b>
2.1 Présentation des terminaux de ventilation	6
2.2 Protocole d'essai	6
2.3 Conditions de caractérisation	9
2.4 Résultats	11
2.5 Terminaux après nettoyage	12
2.6 Terminaux après maintenance	13
<b>3 CARACTERISATION DES PERFORMANCES DES CAPTEURS</b>	<b>15</b>
3.1 Protocole	15
3.2 Résultats	18
<b>4 CONCLUSION</b>	<b>21</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>22</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>23</b>
Annexe 1 : Compte rendu type d'un essai hygroaéraulique	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Annexe 2 : Certificat d'étalonnage de l'appareil GP500	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Annexe 3 : Fiche technique du GP500-1	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Annexe 4 : Certificat d'étalonnage des capteurs de pression, humidité, température	





## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

Figure 1 : A) Composition de l'entrée d'air hygoréglable ISOLA HY 7/40. B) Capuchon de façade CE2A.....	6
Figure 2 : Composition du banc d'essai hygro-aéraulique .....	7
Figure 3 : A) Exemple de montage d'une entrée d'air sur le banc hygro-aéraulique. B) Montage de deux bouches d'extraction sur le banc hygro-aéraulique .....	8
Figure 4 : Bouche d'extraction cuisine vue de l'intérieur avant (a) et après nettoyage (b). Bouche d'extraction cuisine en vue arrière avant (c) et après nettoyage (d).....	9
Figure 5 : Résultat brut des mesures d'humidité relative (HRS1, courbe verte et HRS2, courbe rouge en % <sup>HR</sup> ), température (TempS1, courbe jaune et TempS2, courbe bleue en °C), débit (Qv, courbe orange en m <sup>3</sup> /h) et pression (DP en Pa) en fonction du temps.....	10
Figure 6 : <b>A)</b> Performances hygro-aéraulique des bouches cuisine 10-45/120 et 10-45/135 avant nettoyage. <b>B)</b> Performances hygro-aéraulique des bouches salle de bain 5-40 avant nettoyage (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites. Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6).....	11
Figure 7 : Performances hygro-aéraulique des entrées d'air Isola HY avant nettoyage. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6).....	11
Figure 8 : <b>A)</b> Performances hygro-aérauliques des bouches cuisine 10-45-120 après nettoyage. <b>B)</b> Performances hygro-aérauliques des bouches salle de bain 5-40 après nettoyage. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6).....	12
Figure 9 : <b>A)</b> Performances hygro-aérauliques des bouches cuisine 10-45-120 après maintenance. <b>B)</b> Performances hygro-aérauliques des bouches salle de bain 5-40 après maintenance (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6).....	13
Figure 10 : Performances hygro-aérauliques des entrées d'air Isola HY après maintenance. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6).....	13
Figure 11 : Schéma récapitulatif des câblages entre les différents produits et de leurs capteurs (en bleu clair).....	15
Figure 12 : Exemple de la disposition des capteurs pour l'étalonnage en humidité .....	17
Figure 13 : Comparaison des valeurs mesurées (cercles) par rapport aux incertitudes des données constructeurs (traits pointillés) .....	19

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des terminaux de ventilation étudiés. (En orange, les composants instrumentés de capteurs ; en blanc les composants non instrumentés ; en gris les composants non étudiés).....	5
Tableau 2 : Bouches installées par type de logement et pièce.....	6
Tableau 3 : Récapitulatif de l'état des bouches et entrées d'air dans les logements (en gras : les systèmes conformes aux préconisations de pression ; en vert : systèmes instrumentés et fonctionnels ; en blanc : système fonctionnel et non instrumenté ; en rouge : système encrassé ; en bleu système cassé ; en gris : système absent)..	10
Tableau 4 : Ecart de concentration en CO <sub>2</sub> (pour [CO <sub>2</sub> ] = 400, 1000 et 1700 ppm) entre les valeurs de concentration de CO <sub>2</sub> mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement .....	18
Tableau 5 : Ecart de température (pour 18, 25 et 30 °C) entre les valeurs de température mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement .....	20
Tableau 6 : Ecart d'humidité relative (pour 30, 50 et 66 %) entre les valeurs d'humidité relative mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement .....	20

# 1 INTRODUCTION

Ce rapport tout d'abord présente les essais réalisés sur les terminaux de ventilation (bouches d'extraction et entrées d'air) prélevés dans les logements volontaires afin de caractériser leurs performances, notamment le fonctionnement hygro-réglable, et de les comparer aux performances évaluées à réception de l'immeuble dans le cadre du projet Performance 1.

Dans un deuxième temps, ce document comporte la synthèse des essais (étalonnage et caractérisations) réalisés sur les capteurs permettant de caractériser le fonctionnement de la ventilation et la qualité de l'air intérieur. Ces capteurs n'ont pas d'impact sur le fonctionnement même de la ventilation.

## 1.1 Présentation de l'immeuble de Villeurbanne/Grand Clément.

Le site de Lyon (basé à Villeurbanne) est constitué de 6 niveaux (5 étages locatifs) et a été construit au départ du projet Performance 1. Ce bâtiment est un type HLM avec des logements de T2 à T5. Lors de ce projet, 7 logements (1 logement T5, 2 logements T4, 2 logements T3 et 2 logements T2) seront étudiés.

Ainsi, un total de 22 bouches d'extractions et 23 entrées d'air ont pu être étudiées. Le Tableau 1 répertorie les différents terminaux de ventilations utilisés lors de cette étude en fonction des logements. Il est nécessaire d'ajouter que les bouches d'extraction WC ne possèdent pas la fonction hygroréglable. Cette fonction ne sera donc pas étudiée pour ces systèmes.

Tableau 1 : Liste des terminaux de ventilation étudiés. (En orange, les composants instrumentés de capteurs ; en blanc les composants non instrumentés ; en gris les composants non étudiés)

Etage	Ref Logt	Cuisine	SdB 1	Toilette	WC 1	WC 2		Séjour	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Chambre 4	
2	V1-T5	HYGRO 10-45/135	HYGRO 5-40	HYGRO 5-40	TEMPO 5/30	TEMPO 5/30		2xISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	
2	V2-T4	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30			ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40		
3	V3-T3	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30			ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40			
3	V4-T2	HYGRO 5-40/90	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30			ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
4	V5-T2	HYGRO 5-40/90	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30			ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
6	V6-T4	HYGRO 10-45/120	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30			ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40		
Total prod.immeuble		7	8		8		23	8	7	4	3	1	23

## 2 CARACTERISATION DES PERFORMANCES DES TERMINAUX DE VENTILATION HYGRO-REGLABLES

### 2.1 Présentation des terminaux de ventilation

Les entrées d'air étudiées sont de type ISOLA HY 7/40 représentées en Figure 1A. Elles sont composées d'un volet transparent réagissant au taux d'humidité, d'une mousse acoustique située sous le canal du passage d'air et d'un socle permettant la fixation de l'entrée d'air sur la menuiserie. Un capuchon de façade est aussi décrit en Figure 1B.

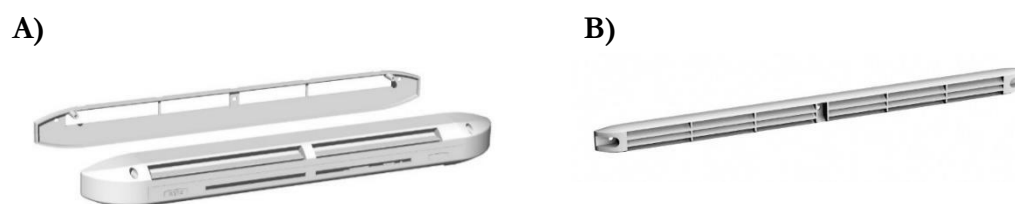


Figure 1 : A) Composition de l'entrée d'air hygroréglable ISOLA HY 7/40. B) Capuchon de façade CE2A

Les bouches d'extraction utilisées sont dépendantes du type de logement et répertoriées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Bouches installées par type de logement et pièce

Type de logement	Bouche Cuisine	Bouche SdB	Bouche WC
T2	Alize Hygro 5-40/90	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30
T3-T4	Alize Hygro 10-45/120	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30
T5	Alize Hygro 10-45/135	Alize Hygro 5-40	Alize Hygro 5/30

### 2.2 Protocole d'essai

Des mesures aérauliques sur les terminaux de ventilation ont été réalisées sur un banc d'essai hygro-aéraulique (présenté Figure 2) afin de caractériser le rapport débit/humidité relative suivant la norme 13141-10<sup>1</sup> et les exigences du « code d'essais aérauliques et acoustiques des composants et systèmes de ventilation hygroréglable ». <sup>2</sup> Un logiciel informatique interne permet d'effectuer à la fois la

programmation des données d'entrées (hygrométries, températures, pressions) et l'enregistrement des données.



*Figure 2 : Composition du banc d'essai hygro-aéranulique*

Les essais effectués consistent à faire varier l'hygrométrie à la montée et à la descente selon un programme établi sur le logiciel d'acquisition et à mesurer le débit des entrées d'air et des bouches d'extractions.

Ainsi, ce laboratoire se compose de deux salles à température et humidité relative contrôlées. Pour cela, ils sont chacun équipés d'un humidificateur d'air et d'un climatiseur ainsi que de sondes de mesures permettant de contrôler l'hygrométrie et la température des salles. Un sécheur d'air permet de générer de l'air sec qui est ensuite acheminé par le plafond dans les deux salles.

Le banc d'essai pour les bouches d'extraction se compose de :

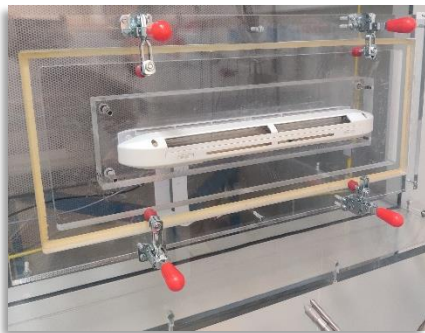
- Un ventilateur.
- 12 conduits  $\varnothing$  125 mm sur lesquels est monté un registre motorisé piloté par le capteur transmetteur de pression qui permet de garder la pression à la bouche constante lorsque celle-ci se ferme ou s'ouvre.
- 12 conduits  $\varnothing$  40 mm dans lesquels est inséré un tube de Pitot relié à un capteur transmetteur de débit.
- 12 prises de pressions situées à 6 diamètres de la bouche en essai (tube de Pitot).
- Un panneau sur lequel sont montées les bouches en essai.

Le banc d'essai pour les entrées d'air est constitué de :

- Un ventilateur.
- Des conduits sur lesquels est monté un registre motorisé piloté par le capteur de fréquence du moteur.
- 2 conduits  $\varnothing$  40 mm sur lesquels est inséré un tube de Pitot relié à un capteur transmetteur de débit.
- 2 prises de pressions situées à 6 diamètres de l'entrée d'air en essai (tube de Pitot).
- 2 enceintes sur lesquelles sont montées les entrées d'air en essai.
- 2 prises de température et humidité situées dans l'enceinte.
- 2 prises de température et humidité situées en sortie de l'entrée d'air.

Un exemple de montage d'entrée d'air et de bouche d'extraction sont présentés Figure 3A et Figure 3B respectivement.

A)



B)

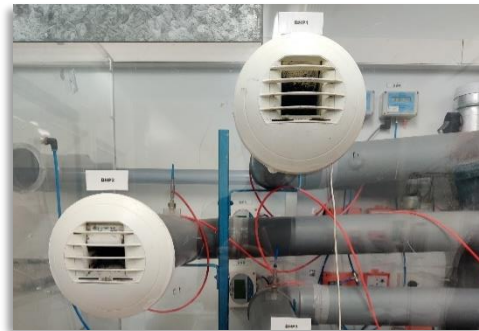


Figure 3 : A) Exemple de montage d'entrée d'air sur le banc hygro-aéraulique. B) Montage de deux bouches d'extraction sur le banc hygro-aéraulique



## 2.3 Conditions de caractérisation

Les terminaux ont été caractérisés avant et après nettoyage et remise en état. Un exemple de bouche d'extraction, avant et après nettoyage, est présenté en Figure 4.

(a)



(b)



(c)



(d)



*Figure 4 : Bouche d'extraction cuisine vue de l'intérieur avant (a) et après nettoyage (b). Bouche d'extraction cuisine en vue arrière avant (c) et après nettoyage (d)*

Le Tableau 3 récapitule l'état des bouches et entrées d'air avant nettoyage.

Tableau 3 : Récapitulatif de l'état des bouches et entrées d'air dans les logements (en gras : les systèmes conformes aux préconisations de pression ; en vert : systèmes instrumentés et fonctionnels ; en blanc : système fonctionnel et non instrumenté ; en rouge : système encrassé ; en bleu système cassé ; en gris : système absent)

Etage	Ref Logt	Cuisine	SdB 1	Toilette	WC 1	WC 2	Séjour	Chambre 1	Chambre 2	Chambre 3	Chambre 4	
2	V1-T5	<b>HYGRO 10-45/135</b>	HYGRO 5-40	HYGRO 5-40	TEMPO 5/30	TEMPO 5/30	2xISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	
2	V2-T4	HYGRO 10-45/120	<b>HYGRO 5-40</b>		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40		
3	V3-T3	<b>HYGRO 10-45/120</b>	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40			
3	V4-T2	HYGRO 5-40/90	HYGRO 5-40		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
4	V5-T2	<b>HYGRO 5-40/90</b>	<b>HYGRO 5-40</b>		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40				
6	V6-T4	<b>HYGRO 10-45/120</b>	<b>HYGRO 5-40</b>		TEMPO 5/30		ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40	ISOLA HY 7-40		
Total prod.immeuble		7	8		8	23	8	7	4	3	1	23

La caractérisation hygro-aéraulique a été réalisée selon la norme NF EN ISO 13141<sup>1</sup> avec les conditions suivantes : 2 cycles isothermes ( $20 \pm 1$  °C) ont été réalisés de 25 à  $80 \pm 2$  %<sup>HR</sup> par pas de 5 %<sup>HR</sup>. Seul le second cycle est conservé pour l'analyse des mesures et un exemple est présenté Figure 5.

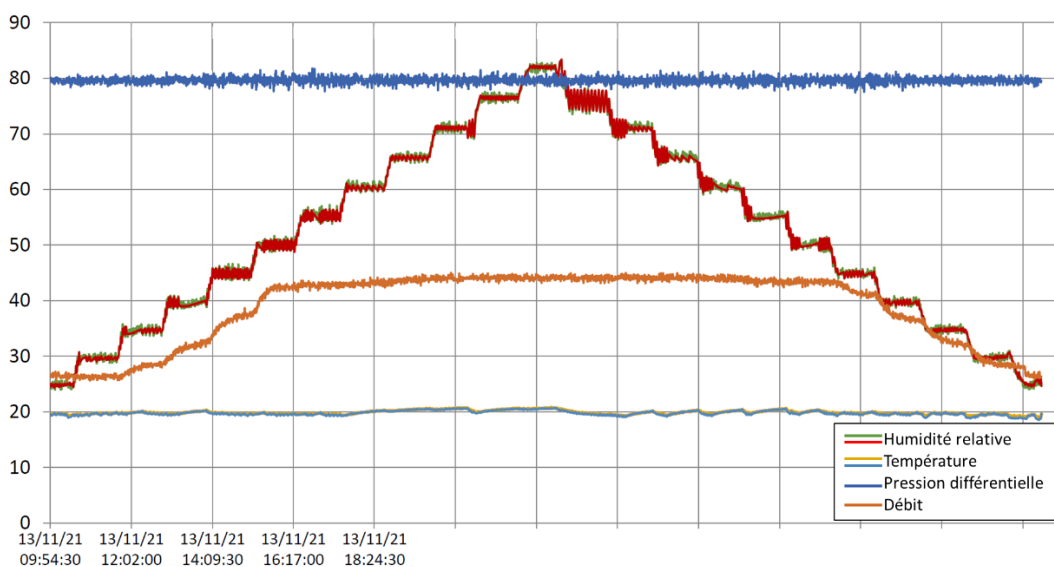


Figure 5 : Résultat brut des mesures d'humidité relative (HRS1, courbe verte et HRS2, courbe rouge en %<sup>HR</sup>), température (TempS1, courbe jaune et TempS2, courbe bleue en °C), débit ( $Q_v$ , courbe orange en  $m^3/h$ ) et pression (DP en Pa) en fonction du temps

Les données ont ensuite été récupérées sous le format CSV et présentées sous forme de compte rendu tel que décrit en Erreur ! Source du renvoi introuvable..



## 2.4 Résultats

### 2.4.1 Terminaux avant nettoyage

Les performances hygro-aérauliques des terminaux de ventilation ont été testées avant nettoyage (produits directement récupérés des logements). Les résultats généraux sont répertoriés en Figure 6 et Figure 7.

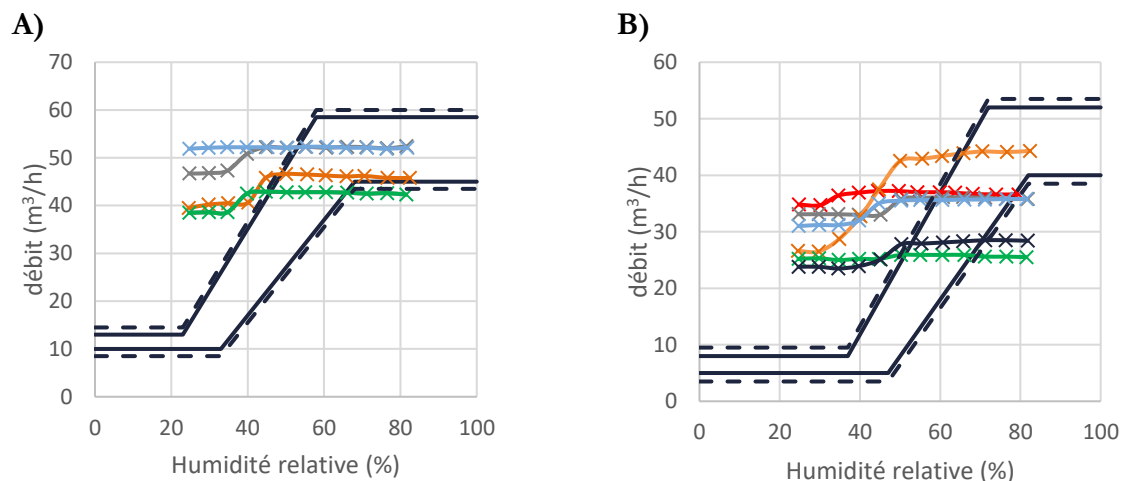


Figure 6 : **A)** Performances hygro-aéraulique des bouches cuisine 10-45/120 et 10-45/135 avant nettoyage. **B)** Performances hygro-aéraulique des bouches salle de bain 5-40 avant nettoyage (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites. Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6)

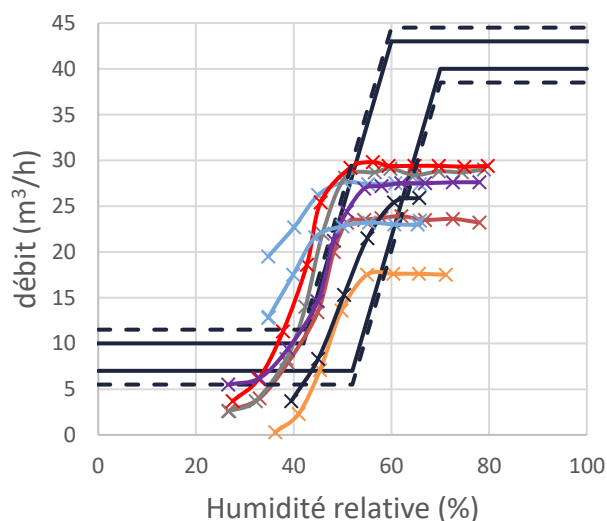


Figure 7 : Performances hygro-aéraulique des entrées d'air Isola HY avant nettoyage. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6)

D'après les courbes observées, les terminaux possèdent toujours une fonction hygroréglable même si l'amplitude entre les débits minimum et maximum sont réduites (surtout pour les bouches cuisine). Ceci pourrait être induit par un encrassement très important sur ces terminaux dû à un manque de maintenance des systèmes qui ne permet pas une bonne régulation.

## 2.5 Terminaux après nettoyage

Les terminaux de ventilation ont été nettoyés et leurs performances hygro-aérouliques ont été vérifiées. Celles-ci sont représentées en Figure 8A et Figure 8B, pour les bouches cuisine 10-45-120 et salle de bain 5-40 respectivement. Afin de permettre la réinstallation des terminaux de ventilation dans les logements pour le début de la campagne in-situ, les tests sur les entrées d'air ont été directement réalisés après remise en état.

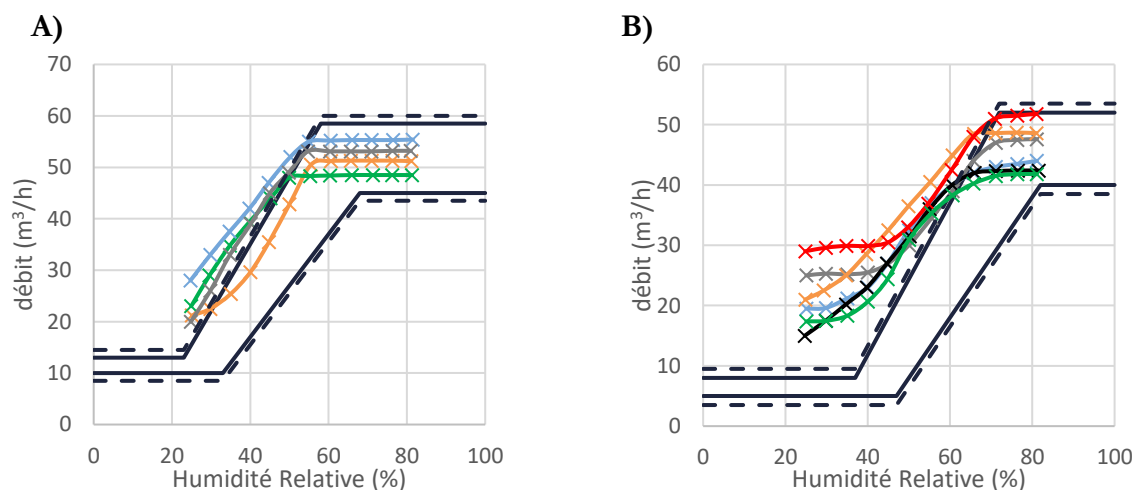


Figure 8 : **A)** Performances hygro-aérouliques des bouches cuisine 10-45-120 après nettoyage. **B)** Performances hygro-aérouliques des bouches salle de bain 5-40 après nettoyage. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6)

Après nettoyage, la fonction hygroréglable est retrouvée, symbolisée par l'augmentation de l'amplitude entre les débits extrêmes.

## 2.6 Terminaux après maintenance

Les terminaux de ventilation ont ensuite été remis en état. Ainsi, les volets et canaux ont été remplacés pour toutes les bouches, les volets des entrées d'air ainsi que la mousse acoustique ont aussi été remplacés. Il est aussi important de constater qu'aucune tresse n'a été modifiée lors de cette remise en état. Les performances hygro-aérauliques ont ensuite été mesurées et sont présentées en Figure 9 et Figure 10. L'amplitude a pu être une nouvelle fois améliorée et la dispersion des courbes a pu être réduite.

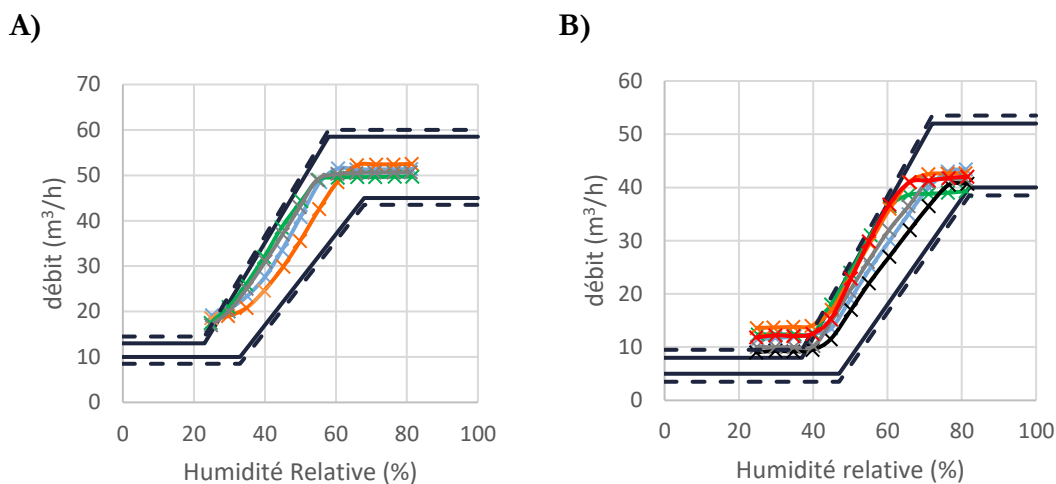


Figure 9 : **A)** Performances hygro-aérauliques des bouches cuisine 10-45-120 après maintenance. **B)** Performances hygro-aérauliques des bouches salle de bain 5-40 après maintenance (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6)

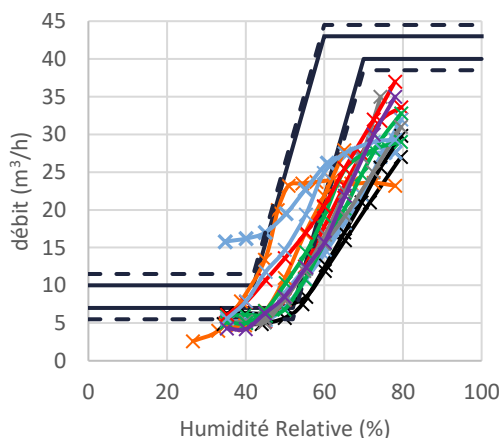


Figure 10 : Performances hygro-aérauliques des entrées d'air Isola HY après maintenance. (Trait plein : Limite de conformité ; Traits avec croix : Mesures ; Traits pointillés : Incertitude limites ; Trait Bleu : V1 ; Trait Orange : V2 ; Trait Gris : V3 ; Trait Rouge : V4 ; Trait Noir : V5 ; Trait Vert : V6)

En conclusion de cette partie, il est possible d'affirmer que le manque de maintenance sur les terminaux de ventilation apporte une diminution de la fonction hygroréglable. Avec un entretien des systèmes, il est donc possible de conserver cette fonction hygroréglable.

## 3 CARACTERISATION DES PERFORMANCES DES CAPTEURS

### 3.1 Protocole

#### 3.1.1 Etalonnage des capteurs de position

Les terminaux de ventilation sont équipés de capteurs de position dans le but de connaître avec précision la section de passage d'air. Ceci permet de déduire le débit résultant des terminaux de ventilation. Pour cela, ces systèmes sont équipés de capteurs à effet Hall de la marque Farnell (N°UGN3503U ; code : 405-681). Ce capteur permet de générer une tension variable en fonction de la distance qui le sépare d'un aimant. Cette tension est ensuite mesurée sur la carte d'acquisition qui renvoie la donnée sur le multiplexe puis à l'unité centrale comme schématisé en Figure 11.

Les cartes d'acquisition ont été réalisées par AERECO lors du projet Performance 1 en 2008, et sont constituées d'un capteur de température et d'un capteur d'humidité relative. Ces cartes d'acquisition peuvent être équipées d'un capteur de CO<sub>2</sub> SHT75 fourni par Telaire dans le cas où les cartes d'acquisition seraient positionnées dans un séjour ou une chambre.

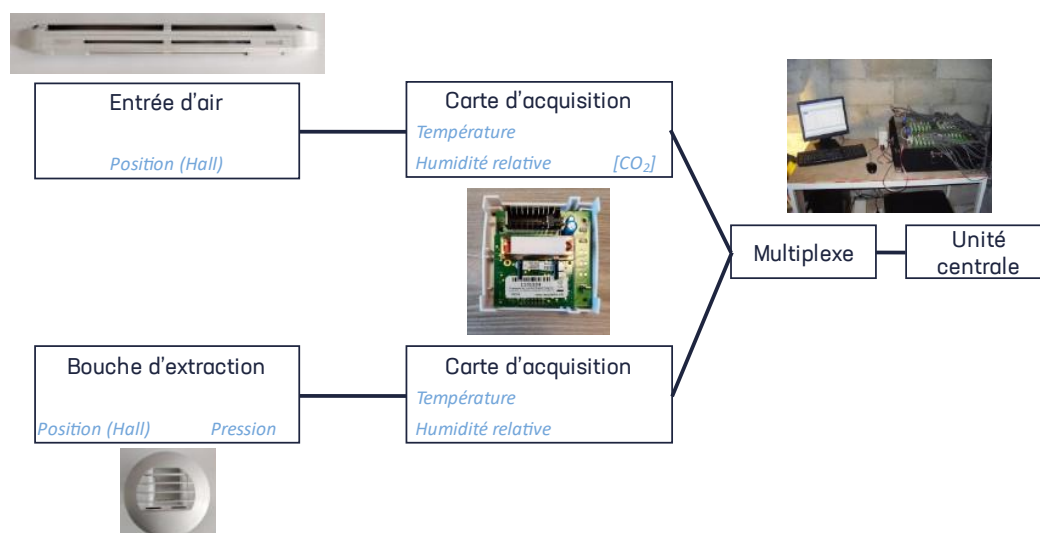


Figure 11 : Schéma récapitulatif des câblages entre les différents produits et de leurs capteurs (en bleu clair)

Lors de la caractérisation hygro-aéraulique des terminaux de ventilation après nettoyage, un capteur à effet Hall a été remis en place et a permis de mesurer la distance entre le volet et une référence, ceci dans le but d'en déduire la position du volet en fonction de l'hygrométrie de la pièce. Les mesures de ce capteur à effet Hall ont été envoyées à la carte d'acquisition et ont été corrélées aux valeurs d'humidité relatives mesurées lors de l'étalonnage des terminaux de ventilations afin d'en déduire l'étalonnage du capteur à effet Hall.

### 3.1.2 Etalonnage des capteurs de pression

Les capteurs de pression ont été étalonnés en imposant une pression constante (de 0 à 200 Pa par pas de 50 Pa) grâce à un générateur de pression différentiel KIMO GP500 (certificat d'étalonnage en Annexe 2 ; échelle :  $-2500$  à  $2500 \pm (0.15 \% + 0.8)$  Pa). Les capteurs sont reliés au multiplexe et les mesures déduites du capteur de pression permettent d'étalonner ces derniers avec précision. Dans certains cas, les capteurs de pression, déjà utilisés lors du projet Performance 1, ne fonctionnaient plus. Ainsi, ceux-ci ont été remplacés par des capteurs de pression différentiels Sensirion SDP10000-L et étalonnés selon le même protocole.

### 3.1.3 Etalonnage des capteurs de CO<sub>2</sub>

Les capteurs CO<sub>2</sub> du projet Performance 1 (Capteurs Telaire SHT75) ont été réutilisés et intégrés aux cartes d'acquisition pour les chambres et séjours.

Les capteurs de CO<sub>2</sub>, utilisés pour la mesure dans le séjour et les chambres, ont été étalonnés par le CETIAT sous différentes concentrations (400, 1000 et 1700 ppm). Ces concentrations sont obtenues par dilution d'un mélange étalon unique de gaz considéré comme étalon primaire (Bouteille de CO<sub>2</sub> Air liquide Alphagaz N48) et dont la concentration est connue et certifiée par le fournisseur. Le banc de dilution utilisé au CETIAT est composé de mélanges étalons primaires et d'azote pur (Bouteille de N<sub>2</sub> Air Liquide Alphagaz 2 Azote Smartop) utilisé pour la dilution, d'un système de mesure et de régulation des débits de gaz étalon et de dilution à l'aide de débitmètres massiques régulateurs étalonnés sur le banc de débitmétrie gaz du CETIAT accrédité par le COFRAC.

Afin de pouvoir réinstaller tous les capteurs avant le début de la campagne sur site, il n'a pas été possible d'étalonner tous les capteurs au CETIAT. Ainsi, le reste de ces capteurs a été étalonné selon le même mode opératoire ( $[CO_2] = 400, 1000, 1700$  ppm). Les concentrations ont été obtenues par dilution d'un mélange étalon unique de gaz considéré comme étalon primaire et dont la concentration est connue et certifiée par le fournisseur. Le banc de dilution est composé de mélanges étalons primaires et d'azote pur utilisé pour la dilution, d'un système de mesure (capteur EE892) et de régulation des débits de gaz étalon et de dilution (MOD 4400, 2M

Process) à l'aide de débitmètres massiques régulateurs étalonnés sur le banc de débitmétrie gaz.

L'étalonnage a été réalisé après avoir placé les cartes d'acquisition dans une enceinte à 400 ppm pendant 2 semaines afin que les capteurs soient recalibrés à cette concentration (c'est-à-dire que les capteurs recalent leur valeur mesurée la plus basse pendant cette période à 400 ppm). Les capteurs ont ensuite été étalonnés sur le banc avec un 3 plateaux de concentrations de 400, 1000 et 1700 ppm d'une période de 15 min.

### 3.1.4 Etalonnage des capteurs d'humidité relative

L'humidité relative est mesurée grâce au capteur d'humidité relative-température SHT75 (Sensirion) placé sur les cartes d'acquisition. Ces capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéraulique.

Les capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéraulique afin de pouvoir contrôler à la fois la température et l'humidité relative. Les cartes d'acquisition ont été placées dans la salle (certificat des capteurs température, humidité en Annexe 3) comme présenté en Figure 12. Des sondes de température et d'humidité ont été placées au centre du cercle tandis que d'autres ont été positionnées à 20 mm des cartes d'acquisition afin de mesurer la différence de température et d'humidité entre les sondes au centre et ces dernières. Pour l'étalonnage en humidité relative, la température est fixée à 25 °C. Les paliers étalons étudiés ont été à 35, 50 et 80 % avec une durée par palier de 3 heures.



Figure 12 : Exemple de la disposition des capteurs pour l'étalonnage en humidité

### 3.1.5 Etalonnage des capteurs de température

La température est mesurée grâce au capteur d'humidité relative-températures SHT75 (Sensirion) placé sur les cartes d'acquisition. Ces capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéroulique.

Les capteurs ont été étalonnés dans le laboratoire hygro-aéroulique afin de pouvoir contrôler à la fois la température et l'humidité relative. Des sondes de température et d'humidité ont été placées au centre du cercle tandis que d'autres ont été positionnées à 20 mm des cartes d'acquisition afin de mesurer la différence de température et d'humidité entre les sondes au centre et ces dernières. Pour l'étalonnage en température, l'humidité relative est fixée à 50 %. Les paliers étalons étudiés ont été à 18, 25 et 30 °C avec une durée par palier de 3 heures.

## 3.2 Résultats

### 3.2.1 Evaluation de la dérive des capteurs CO<sub>2</sub>

Les valeurs de CO<sub>2</sub> calculées à partir de données des étalonnages réalisés dans cette tâche sont comparées aux valeurs calculées à partir des données constructeurs (datées du projet Performance 1) afin d'évaluer la dérive des capteurs de CO<sub>2</sub> (Tableau 4). Il en résulte qu'après 13 ans, les dérives observées sont faibles (surtout à 400 ppm) avec la technique de mesure FTIR simple bande.

Il est à noter que ces dérives ont tendance à être légèrement plus élevées dans les chambres que dans les séjours.

Tableau 4 : Ecart de concentration en CO<sub>2</sub> (pour [CO<sub>2</sub>] = 400, 1000 et 1700 ppm) entre les valeurs de concentration de CO<sub>2</sub> mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement

[CO <sub>2</sub> ] (ppm)	Séjour			Chambre		
	400ppm	1000ppm	1700ppm	400ppm	1000ppm	1700ppm
V1	22	171	346	43	106	254
V2	64	47	176	18	142	329
V3	49	6	70	10	42	79
V4	3	154	331	6	178	393
V5	31	149	287	8	126	283
V6	6	178	393	8	126	283



De plus, en prenant en compte les données constructeurs qui indiquent une augmentation de 2 % de plus pendant la durée de vie du capteur (désignée à 15 ans), les valeurs obtenues avec les données du nouvel étalonnage ont été comparées à la dérive calculée à partir des informations constructeurs (Figure 13). Il est important de noter qu'à 400 ppm, tous les capteurs ont été conformes aux données constructeurs, ce qui n'est plus le cas à 1000 et 1700 ppm. Ceci est attendu compte-tenu des valeurs d'intercomparaisons présentées précédemment.

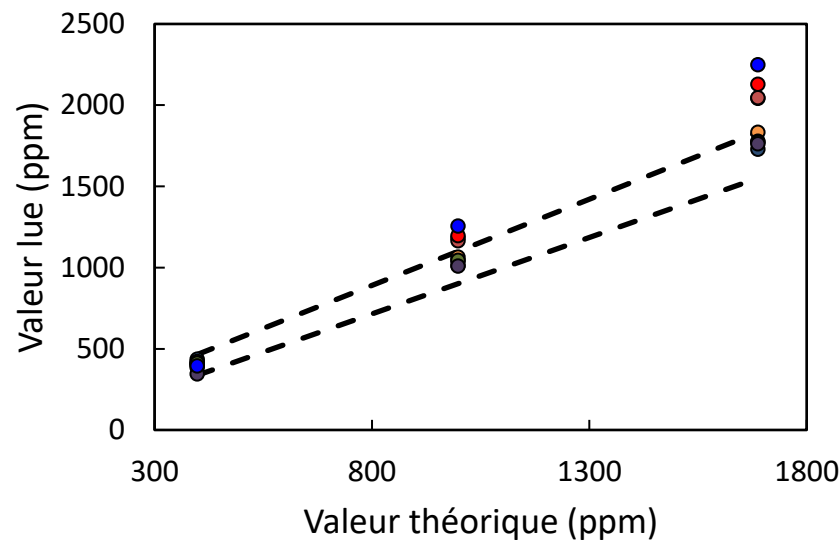


Figure 13 : Comparaison des valeurs mesurées (cercles) par rapport aux incertitudes des données constructeurs (traits pointillés)

### 3.2.2 Etalonnage des capteurs de température

De la même manière que les capteurs CO<sub>2</sub>, la comparaison entre les valeurs mesurées et celles d'origine est représentée Annexe 4. Il en résulte que les capteurs de température n'ont pas ou très peu été affectés dans le temps. A noter que les capteurs installés dans les pièces d'air vicié sont ceux ayant moins été déréglés au cours du temps.

Tableau 5 : Ecart de température (pour 18, 25 et 30 °C) entre les valeurs de température mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement

T (°C)	Cuisine			SdB			WC			Chambre			Séjour		
	18	25	30	18	25	30	18	25	30	18	25	30	18	25	30
V1	0,4	0,3	0,2	1,0	0,9	0,8	1,3	1,2	1,1	1,4	1,6	1,7	1,1	1,2	1,3
V2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	1,1	1,0	0,9	1,6	1,8	1,9	0,9	1,0	1,1
V3	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,8	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2
V4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,8	0,7	0,6	1,6	1,8	1,9	1,7	1,9	2,0
V5	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,1	0,0	0,1	0,8	0,9	1,0	1,1	1,0	0,9
V6	0,5	0,4	0,3	0,9	0,8	0,7	1,0	0,9	0,8	0,5	0,6	0,7	1,6	1,8	1,9

### 3.2.3 Etalonnage des capteurs d'humidité relative

Une nouvelle fois, la comparaison des capteurs d'humidité relative d'origine et mesurées pour l'étalonnage est présentée dans le Tableau 6. Ainsi, les écarts obtenus pour les chambres et le séjour sont celles qui présentent les mesures les plus fidèles. Comme attendu, les pièces humides présentent des variations très importantes d'humidité relative ce qui amène au dérèglement des capteurs dans le temps.

Tableau 6 : Ecart d'humidité relative (pour 30, 50 et 66 %) entre les valeurs d'humidité relative mesurées en 2022 et celles d'origine en fonction du type de pièce et de logement

HR (%)	Cuisine			SdB			WC			Chambre			Séjour		
	30%	50%	66%	30%	50%	66%	30%	50%	66%	30%	50%	66%	30%	50%	66%
V1	5	4	2	5	5	3	4	4	3	6	2	11	-	-	-
V2	-	-	-	7	6	4	6	5	2	0	0	2	0	0	1
V3	7	7	4	5	3	1	4	5	4	1	2	1	1	0	1
V4	-	-	-	4	4	3	7	4	0	0	0	1	0	1	0
V5	16	10	3	4	3	2	14	9	2	1	1	2	3	4	3
V6	5	5	3	3	3	1	5	5	3	2	1	2	1	0	2

## 4 CONCLUSION

En conclusion, les terminaux de ventilation ont été nettoyés et remis en état ce qui a permis de constater que l'encrassement pouvait apparaître lors d'un défaut de maintenance de ces systèmes. Ensuite, l'étalonnage des différents capteurs a été réalisé et la précision des capteurs dans le temps dépend de l'utilisation des pièces dans lesquels ils ont pu être installés. En effet, pour les capteurs d'humidité relative, les variations d'humidité relative dans les pièces humides diminuent la fiabilité de ces capteurs dans le temps. Pour les capteurs CO<sub>2</sub> et de température, il n'y a que très peu de variations entre les pièces.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] AFNOR. NF EN 13141-10. 2009.
- [2] CSTB. Avis Technique 14.5 - Systèmes de ventilation mécanique Hygroréglable QUINOA pour logements individuels. 2019:1–50.

# ANNEXES

## Annexe 1 : Compte rendu type d'un essai hygroaéranulique

	<b>RAPPORT D'ESSAI (labo 1)</b> <b>d'une bouche d'extraction hygroréglable</b>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------

Date : 14/11/2021

Opérateur : DSA

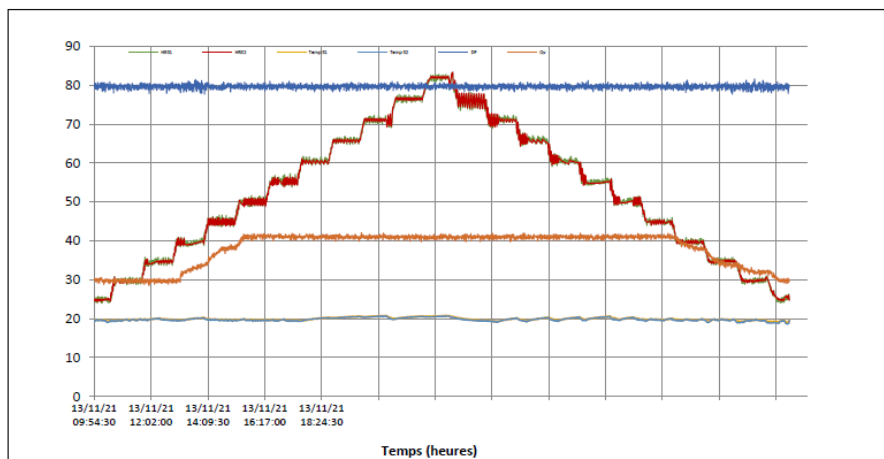
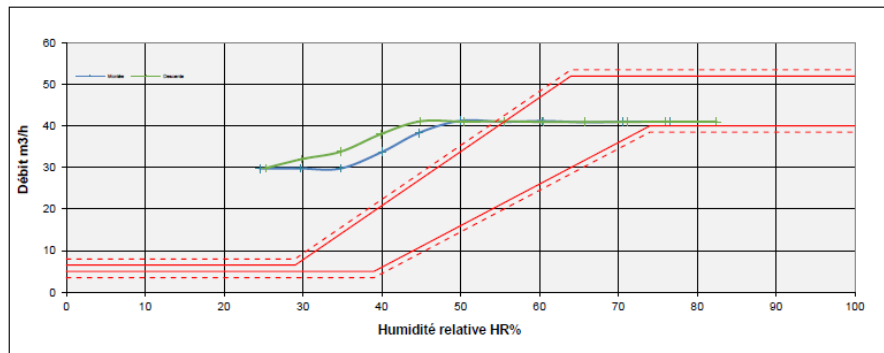
Type d'essai : Essai hygro-aéranulique d'une bouche d'extraction hygroréglable  
sous une différence de pression de 80 Pa

Produit : ALIZE HYGRO 5-40-90

Poste : BH\_P3

Commentaires : ESSAI AVANT NETTOYAGE

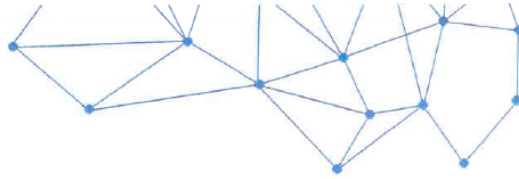
Remarques : B42 T2 - CUISINE - PERFORMANCE VILLEURBANNE



Commentaires :

Signature :

Annexe 2 : Certificat d'étalonnage de l'appareil GP500



**CERTIFICAT D'ETALONNAGE**  
CALIBRATION CERTIFICATE  
N°PEP2100011

1 / 3

Délivré à : **ANJOS VENTILATION**  
Issued for :

Roche Blanche

01230 TORCIEU

INSTRUMENT ETALONNE  
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation : **Banc d'étalonnage autonome basse pression GP500-1**  
Designation : **Autonomous calibration bench for low pressure GP500-1**

Constructeur : **Kimo**  
Manufacturer :

Type : **GP500 1**  
Type :

N° de série : **5F180408924**  
Serial number :

N° Inventaire :  
Inventory number :

Ce certificat comprend 3 page(s)  
The certificate includes

Date : **02 Février 2021**

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  
**Sabrina LUTAUD**

P.O. Stéphane THIBERT  
Service Laboratoire

Ce document est en tout point conforme à la norme FD X 07-012  
This document is complying standard FD X 07-012

Sauermann Industrie S.A.S  
ZA Bernard Moulinet - Rue Koufra  
24700 Montpon-Ménéstérol - France


+33 (0)5 53 80 85 00  
services@sauermanngroup.com

www.sauermann.fr

S.A.S au capital de 11 992 050 € - RCS Périgueux 391 699 311 - SIRET 391 699 311 00034 - APE 2813Z - n° TVA : FR 78 391 699 311

## CARACTÉRISTIQUES

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES GÉNÉRALES

Afficheur	LCD graphique rétroéclairé Dimensions : 85 x 51 mm Résolution : 240 x 180 pixels
Connexion ports de mesure	Raccords cannelés pour tubes Ø 4x7 mm
Connexion ports de génération	Raccords coupleurs rapides DN2.7
Alimentation	230 Vac ±10% / 50-60 Hz ou sur batterie
Consommation	19 W
Autonomie	8 heures
Interface PC	USB
Température d'utilisation	De 0 à + 50° C
Température de stockage	De -10 à + 70° C
Environnement	Air, gaz non agressifs, gaz non corrosifs
Langues	Français, anglais
Poids	4.5 kg
Conformité	Directives CEM 2004/108/CE et NF EN 61010-1
Fusible sur la phase et sur le neutre	1 A 250 V temporisé
Appareil à relier à la terre de protection	

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES EN MESURE ET GÉNÉRATION DE PRESSION

<b>GP 500 - 1</b>	
Echelle de mesure	De -2500 à +2500 Pa
Précision* en mesure	±(0.15%  Valeur lue  +0.8) Pa
Echelle en génération	De -2500 à -5 Pa et de +5 à +2500 Pa
Précision* en génération	De ±5 à ±2500 Pa : ±1 Pa
Résolution	De -2500 à -1000 Pa : 1 Pa De -1000 à -100 Pa : 0.1 Pa De -100 à +100 Pa : 0.01 Pa De +100 à +1000 Pa : 0.1 Pa De +1000 à 2500 Pa : 1 Pa
Autozéro	Automatique Manuel (clavier)
Unités	Pa, daPa, hPa, mmH <sub>2</sub> O, mmHg, mbar, inWg

## Annexe 4 : Certificat d'étalonnage des capteurs de pression, humidité, température



### RAPPORT D'INTERVENTION

#### CLIENT :

Société : ANJOS Ventillation  
 Lotissement Roche Blanche  
 01230 Torcieu  
 N° client : C1061  
 Contact : Eric CORNIL - ecornil@anjos-ventillation.com - 04.74.37.44.44

#### INTERVENTION ATARYA :

Du : 3 novembre 2021  
 Au : 4 novembre 2021  
 Intervenant : Jules VEYRAT  
 Commercial : Manaëlle AARASSE  
 N° commande : A106102101

#### RESUME DE L'INTERVENTION :


Poste	Référence	Qte prévue	Qte réalisée	Observations
Poste 1	FDS-100	NA	NA	Forfait déplacement sur site
Poste 2	ESP-103	3	3	Etalonnage en pression absolue (10mbar à 2bar) en 5 points (CPAH1/CPA1/CPALA), etalonnage avant et après ajustage du capteur CPA1.
Poste 3	ESH-101	5	13	Etalonnage en humidité avec contrôle en température (5 à 95%HR) en 4 points (HR1/HR2/HR3/HR4/HR5/HR6/HR7/HR8/HRA1/HRA2/13562014/13562015/13562016)
Poste 4	EST-100-1	5	13	Etalonnage en température (-35 à +165°C) en 3 points (PT01/PT02/PT03/PT04/PT05/PT06/PT07/PT08/HRA1/HRA2/13562014/13562015/13562016)

#### REMARQUES :

Certificats rendus sur site au client.

#### SIGNATURES :

**Client**  
Eric CORNIL



**Intervenant**  
Jules VEYRAT

