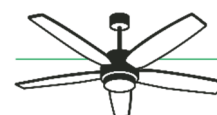


# BRASSE : BRASSEURS D'AIR, UNE SOLUTION DE SOBRIÉTÉ ET D'EFFICACITÉ

---



**BRASSE**  
**BRASSEUR D'AIR :**  
UNE SOLUTION  
DE SOBRIÉTÉ  
ET D'EFFICACITÉ

Etude 1 – Etudes préalables  
Rapport 1.2 - Usages constatés des brasseurs  
d'air plafonniers en PACA et à La Réunion

---

**RAPPORT FINAL**



**FAITS & CHIFFRES**

envirobat**bdm**

Mars  
2022

## BRASSE

### Brasseurs d'air, une solution de sobriété et d'efficacité

#### Étude des performances, de l'impact sur le confort et de l'acceptabilité des brasseurs d'air en réponse aux changements climatiques

Les brasseurs d'air en plafond permettent d'améliorer le confort thermique des usagers des bâtiments tout en diminuant la consommation d'énergie nécessaire au refroidissement de locaux. Ils sont par conséquent une solution permettant de **s'adapter au changement climatique**. Mais ces équipements sont peu préconisés par les équipes de conception de bâtiment. D'un point de vue technique, cela est dû à un **manque de connaissance** sur ces équipements, leurs **performances** et leur **effet sur la qualité des ambiances intérieures**. Cela pourrait également être dû à des **raisons socio-économiques** non encore identifiées.

Ces constats ont fait naître le programme de recherche : BRASSE<sup>1</sup>.

Ce projet de recherche vise principalement à **enrichir** le secteur du bâtiment de connaissances sur ces équipements, de développer des **méthodes** et outils d'aide à l'intégration et à **diffuser** cette connaissance.

#### Les axes de recherche :

- Performances des brasseurs
- Effets sur la qualité des ambiances intérieures
- Outil d'aide à la conception
- Identification des freins sociologiques
- Diffusion des connaissances

#### Les ambitions du projet sont :

- Réaliser un important **retour d'expérience** à travers 4 approches :
  1. Retour d'expérience technique préliminaire
  2. Analyse en sciences sociales
  3. Mesure sur site pour la validation de la méthodologie
  4. POE
- Établir un **protocole standardisé** de détermination des performances des brasseurs d'air présents sur le marché et **approfondir l'étude** de brasseurs d'air.
- Définir une **méthode** permettant de proposer une **conception de locaux équipés** de plusieurs brasseurs d'air (calepinage) prenant en compte les principaux paramètres : thermiques, acoustiques et aérodynamiques.
- **Comprendre le rapport des utilisateurs et des professionnels** aux brasseurs d'air quels que soient leurs profils, le climat ou le territoire dans lequel ils évoluent.
- **Diffuser l'information** pour faire monter en compétence l'ensemble de la filière bâtiment sur ces sujets.

Ce programme de recherche rassemble six entités regroupant des compétences pluridisciplinaires :

- **Surya consultants** : bureau d'études, recherches et développement/ Thermique – énergie – environnement – modélisation (pilote du projet)
- **LASA** : laboratoire privé en acoustique
- **ISEA** : cabinet de recherche et de conseil en sciences sociales – spécialisé en analyse et intervention comportementale
- **Laboratoire PIMENT – Université publique de la Réunion** : Génie de l'Habitat et génie thermique
- **Laboratoire Eiffel aérodynamique, filiale du groupe CSTB** : aérodynamique - expérimentation
- **EnvirobatBDM** : centre de ressources et démarche bâtiments durables méditerranéens – retour d'expérience

Le programme BRASSE est lauréat de l'appel à projets de recherche **Bâtiments responsables 2020** géré par l'Ademe.

<sup>1</sup> BRasseur d'Air : une Solution de Sobriété et d'Efficacité

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée par **Carlos VAZQUEZ**, de l'association Envirobat BDM avec le soutien de **Tangi LE BÉRIGOT** et de **Frédéric BŒUF**, de Surya Consultants, pour les visites à la Réunion, dans le cadre du projet BRASSE - financement ADEME (APR "Vers des bâtiments responsables" - 2020)

### CITATION DE CE RAPPORT

VAZQUEZ C., 2022. Usages constatés des brasseurs d'air plafonniers en PACA et à la Réunion. Tache 1 du Projet BRASSE

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

#### Ce document est diffusé par l'ADEME

20, avenue du Grésillé BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de convention : 2004C0018

Appel à projets de recherche Vers des Bâtiments Responsables à l'horizon 2020"

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Carlos VAZQUEZ – Envirobat BDM

Coordination technique - ADEME : LARUELLE Céline

Direction/Service : DVTD/SB

# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>4</b>
<b>1. CONTEXTE DU PROJET</b> .....	<b>5</b>
1.1. Contexte et objectifs du projet BRASSE .....	5
1.2. Objectifs et structure du volet d'étude technique .....	5
<b>2. PROTOCOLE</b> .....	<b>7</b>
2.1. Base méthodologique.....	7
2.2. Echantillonnage .....	7
2.3. Protocole .....	9
<b>3. PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS</b> .....	<b>1</b>
3.1. Fiches REX Métropole.....	1
3.2. Fiches REX La Réunion .....	27
<b>4. SYNTHESE / CONCLUSIONS</b> .....	<b>45</b>
4.1. Typologies des locaux .....	45
4.2. Brasseurs instrumentés .....	47
4.3. Vitesses d'air .....	47
4.4. Conclusions .....	53

# 1. Contexte du projet

---

## 1.1. Contexte et objectifs du projet BRASSE

Les brasseurs d'air, également connus sous le nom de 'ventilateurs de plafond', ont été historiquement, avant l'avènement de la climatisation, une solution technique efficace permettant de répondre à plusieurs finalités liées au confort hygrothermique dans les bâtiments. Apparus dans les climats chauds et humides, ils ont su s'adapter et évoluer pour conserver et compléter leurs performances liées aux besoins de confort dans des climats plus tempérés.

Initialement prévus pour le confort en été, ils sont également utilisés aujourd'hui pour améliorer le confort d'hiver. En effet, les brasseurs d'air permettent, selon le sens de rotation, de réduire les consommations en chauffage avec un phénomène de destratification d'air, surtout quand ils sont installés dans de volumes à grande hauteur.

Ils sont considérés comme un système de rafraîchissement semi-actif qui est préconisé actuellement comme solution pour obtenir du confort thermique en saison chaude, dans le cas des bâtiments durables et avec une forte conception bioclimatique. Ils élargissent les périodes de confort thermique acceptable, en abaissant la température ressentie par les usagers. Dans le cas des bâtiments moins performants au niveau du confort thermique, les brasseurs peuvent également compléter l'utilisation d'un système de refroidissement actif (climatisation) afin de réduire de quelques degrés la température de consigne, de réduire le nombre d'heures d'utilisation et de diminuer ainsi la consommation énergétique de ces derniers.

Alors que l'implantation des brasseurs est très faible en Europe, la pénétration dans le marché chinois et américain est très importante<sup>2</sup>. Ainsi, on compterait environ 200 millions de ventilateurs aux Etats-Unis au début des années 2000, ce qui représente une moyenne de 2,8 brasseurs par ménage équipé avec ventilateurs.

Le projet BRASSE se questionne sur le faible déploiement des brasseurs d'air en Métropole, en comparaison avec d'autres territoires, comme La Réunion. Il propose une solution afin de déceler l'usage et les performances réelles des brasseurs, ainsi que son acceptabilité en réponse aux changements climatiques.

Pour cela, un consortium pluridisciplinaire a été constitué : bureaux d'étude énergétiques, environnementales et acoustiques, consultants en sciences sociales, laboratoires d'essais et de recherche et centre de ressources. Ce groupement permet d'avoir une vision holistique autour des brasseurs d'air, afin de traiter les sujets tels que le retour d'expérience, la perception des usagers, les blocages à l'usage, la caractérisation et essai en laboratoire, la modélisation numérique et finalement la diffusion au plus grand nombre d'acteurs de l'acte de construire.

Ce rapport développe une des premières phases du projet BRASSE : le retour d'expérience et usagers sur des opérations livrées en région Paca ainsi que à La Réunion.

## 1.2. Objectifs et structure du volet d'étude technique

Les retours d'expérience sont, avec l'étude en sciences sociales<sup>3</sup>, une partie primordiale du projet BRASSE, car ce sont ces deux études qui permettent d'appréhender les dimensions techniques (installation de brasseurs, exploitation, positionnement, régulation, vitesses d'air...) et sociales (appropriation des brasseurs, freins à la diffusion, usage, représentations...) sur une base d'information réelle. Ces observations ont été menées ouvertement afin d'éviter les biais de confirmation et de rendre robuste l'approche globale du projet BRASSE.

Les résultats des retours d'expérience conforment le socle d'hypothèses concernant les contraintes techniques qui influent l'efficacité et la performance des brasseurs. Les conclusions du rapport ont pour objectif de développer la phase d'expérimentation, dans laquelle la recherche portera sur l'identification et mise en évidence des conditions de confort sur l'ensemble des points d'une pièce, et l'instrumentation se fera dans deux laboratoires.

Dans les projets de bâtiments engagés dans des démarches de qualité environnementale, avec des objectifs de sobriété énergétique et de confort thermique, les brasseurs d'air sont des équipements fréquemment déployés. EnvirobatBDM réalise régulièrement des enquêtes dans ce type d'opérations, afin de rédiger des rapports thématiques<sup>4</sup> basés sur la collecte de retours d'expériences concrets. Ce type d'enquête permet de confronter les caractéristiques théoriques d'un système, qui sont inévitablement tributaires de la manière dont le bâtiment a été conçu, réalisé et utilisé.

---

<sup>2</sup> Ventilation Information Paper n°13 Octobre 2017 – International Energy Agency – Air Infiltration and Ventilation Centre

<sup>3</sup> Litvine D., de Laage R. et Hoarau S., 2021. Analyse approfondie des conditions de déploiement des brasseurs d'air - Une étude qualitative de l'offre et de la demande

<sup>4</sup> Voir rapport végétal et architecture et panorama des protections solaires sur [www.enviroboite.net](http://www.enviroboite.net)

Ces enquêtes déploient une série de visites et d'entretiens, compilent les retours négatifs et positifs liés à la conception, la mise en œuvre et l'usage, et finalement confrontent les critères établis dans le protocole d'étude des performances des brasseurs d'air avec les conclusions issus du terrain. L'importance de l'étude de cas concrets repose avant tout sur l'analyse des perceptions positives (bonnes pratiques) et négatives (difficultés, non-qualité) exprimées par les acteurs concernés : maîtres d'œuvre, entreprises, usagers.

Ce rapport apporte des éléments de réponse aux questions suivantes :

- Dans quel type de bâtiment sont déployés les brasseurs d'air ? en Métropole et à La Réunion ?
- Quelle est la répartition des brasseurs d'air sur une pièce ? comment est-elle faite ?
- Quels modèles de brasseurs d'air ont été installés dans les bâtiments suivant la démarche BDM ? et à La Réunion ?
- Les vitesses d'air sont-elles suffisantes pour garantir un confort thermique dans les conditions hygrothermiques constatées ? et en scénario caniculaire ?
- Comment la régulation des brasseurs affecte la vitesse d'air et le ressenti des usagers ?

Les enquêtes menées ne se veulent pas exhaustives, ni représentatives d'une réalité plus large et complexe, que ce soit en région Paca ou dans l'île de La Réunion. Elles représentent un échantillon d'une dizaine de bâtiments et treize locaux (Paca) ainsi que cinq bâtiments et 10 locaux à La Réunion. En région Paca, les bâtiments visités font partie de l'ensemble des bâtiments en démarche BDM (Bâtiments Durables Méditerranéens), et c'est grâce à l'implication d'un réseau actif d'adhérents EnvirobatBDM que l'identification des projets a pu être réalisée, ainsi que les entretiens et l'instrumentation technique. A La Réunion, les locaux visités sont uniquement des bureaux situés dans des bâtiments qui pour certains peuvent être considérés comme performants alors que pour d'autres cela n'est pas le cas. Les installations, et qui plus est les brasseurs d'air, de ces locaux réunionnais sont d'âges différents.

Les résultats, en ce qui concerne les vitesses d'air et les mesures hygrothermiques, ne sont pas extrapolables au-delà de l'échantillon visité. Les réponses et témoignages récoltés répondent strictement à chaque local. Ainsi, les résultats ne permettent pas de créer des conclusions représentatives, mais plutôt d'ouvrir des chemins de réflexion pour la suite du projet, et d'avoir un premier aperçu des performances énergétiques, ainsi que de l'usage des brasseurs d'air.

Le présent rapport est constitué d'une première partie méthodologique, dans laquelle le protocole mis en place est défini, ainsi que les outils d'instrumentation et les différentes étapes. Une deuxième partie décrit les principaux résultats obtenus pour chaque local. Des 'fiches REX' sont rédigées pour décrire les locaux, les brasseurs installés, les vitesses d'air et conditions hygrothermiques constatées, un résumé des témoignages collectés ainsi qu'une série d'observations recueillies pour chaque local. Une troisième partie synthétise ces résultats, afin de permettre d'ébaucher une série des conclusions fondamentales pour les phases ultérieures du projet BRASSE.

## 2. Protocole

---

### 2.1. Base méthodologique

La méthode proposée est issue d'un apprentissage continu pratiqué par EnvirobatBDM depuis environ une quinzaine d'années. La démarche BDM ainsi que le centre de ressources Envirobat compilent des retours d'expérience des opérations de qualité environnementale sur l'ensemble des trois phases critiques d'un projet de construction : conception, réalisation et usage.

Pour cela, nous réalisons diverses actions comme des groupes de travail experts, EnviroFORUMS, colloques thématiques, commissions publiques et enquêtes de terrain. Ces rencontres mettent à disposition des acteurs de la construction un cadre solide d'échange sur leurs propres retours d'expérience. Les échanges sont finalement cristallisés dans des livrables divers : livret compte-rendu de commission, rapport du groupe de travail, guides thématiques et rapports retour d'expérience<sup>5</sup>.

Ce rapport s'inscrit dans la démarche de retours d'expérience issus des enquêtes de terrain. EnvirobatBDM a une forte expérience de suivi des projets, et s'appuie sur la méthode développée par l'AQC dans son projet REX BP<sup>6</sup>.

Cette approche est développée en quatre phases :

- Collecte sur le terrain  
Des entretiens sont tenus de *visu* et *in situ* avec les acteurs clés de chaque projet (maîtres d'ouvrage, maître d'œuvre, exploitants, usagers...). Identification des bonnes pratiques, ainsi que des difficultés rencontrées sur une thématique donnée.
- Capitalisation des données  
Intégration des retours sur une base de données prédéfinie, permettant une ultérieure exploitation des retours.
- Analyse des données  
Extraction des données en fonction d'une thématique particulière. Echanges avec des experts issus du réseau BDM afin d'identifier les retours dominants.
- Valorisation et diffusion des conclusions  
Production d'un livrable en forme de rapport. Réalisation de restitutions publiques (conférences, webinaires...).

Nous distinguons deux axes de caractérisation des retours :

- Le premier distingue une partie qualitative et une partie quantitative. Dans le cadre du projet BRASSE, les témoignages des acteurs ainsi que les observations menées sur le terrain font partie de la base qualitative des retours. En revanche, les mesures réalisées avec les outils d'instrumentation (vitesse d'air, température, taux d'humidité...) font partie de la base quantitative. Le croisement des données au sein de cet axe est essentiel pour comprendre des phénomènes d'ordre technique (par exemple, une baisse de performance) et d'ordre social (mécontentement des usagers, bonne appréciation du confort...).
- Le deuxième axe de caractérisation est celui lié au comportement des acteurs. Nous distinguons les perceptions positives 'bonnes pratiques' des négatives 'mauvaises pratiques ou difficultés'.

Dans le cadre des interviews des acteurs, nous sommes confrontés à un double objectif : limiter la déperdition de l'information et améliorer la transmission des messages. Pour cela, les échanges doivent être efficaces entre les interlocuteurs, que ce soit pour la communication verbale, non verbale (gestes, positions) ou para-verbale (rythme, volume, rapidité de la voix).

Les enquêtes sont orientées pour minimiser les biais de confirmation, afin de réduire une perception faussée et influencée de l'enquêteur qui puisse perturber la capitalisation des retours. Des outils comme l'écoute active, la neutralité et la bienveillance sont déployés avec des questions ouvertes qui rendent plus libre le discours de l'interviewé.

### 2.2. Echantillonnage

Dans un premier temps, EnvirobatBDM a voulu intégrer un maximum des projets en région Paca équipés des brasseurs d'air dans le champ d'étude préalable aux visites. Pour cela, deux actions ont été menées en parallèle :

---

<sup>5</sup> Pour plus d'informations sur l'ensemble de ressources d'EnvirobatBDM, voir [www.enviroboite.net](http://www.enviroboite.net)

<sup>6</sup> Voir [www.dispositif-rexpb.com](http://www.dispositif-rexpb.com)



- Lancement d'un appel à contributions auprès de notre réseau d'acteurs.
- Recherche approfondie des projets contenant des brasseurs sur notre centre de ressources en ligne (<https://www.enviroboite.net/>)

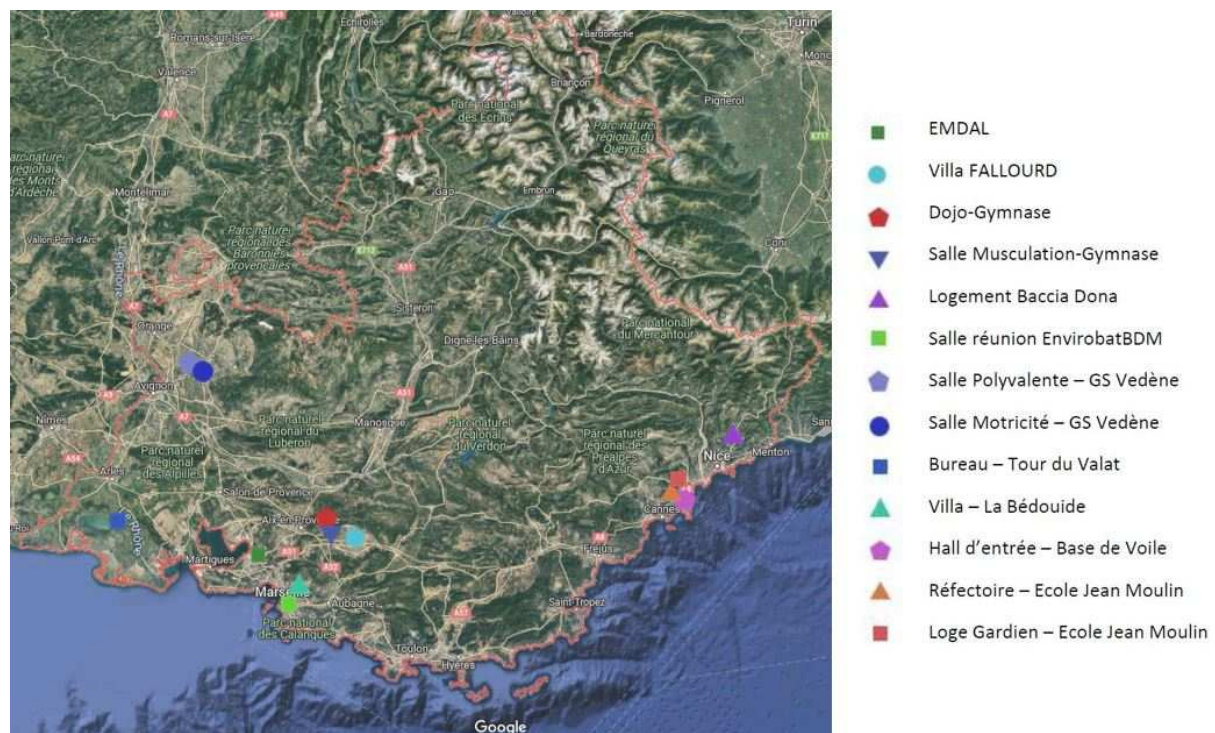
Dans un deuxième temps, d'autres projets ont été analysés et visités, suivant le même protocole, à La Réunion. Cette partie d'expertise a été réalisée par Surya consultants.

### 2.2.1. Du côté de la Région Paca

Notre double démarche de recherche nous a permis d'avoir une vision globale de l'ensemble des projets équipés de brasseurs et suivant une démarche BDM. Le premier échantillon est composé de 19 bâtiments, avec des typologies très variées (maison individuelle, lycée, office de tourisme, bureau, école de voile, gymnase, logements collectifs...) et des contextes géographiques divers (littoral, arrière-pays, montagne...).

Cet échantillon a été analysé avec une grille des critères comme la localisation, la typologie du projet, le type de travaux (neuf ou existant), le climat, l'utilisation d'une climatisation ou pas, le type de ventilation ainsi que l'usage ou pas d'une surventilation nocturne.

Après plusieurs projets de retour d'expérience, nous constatons qu'entre l'échantillon initial et le nombre de bâtiments ou projets enquêtés, la perte est d'environ 50%. Dans ce cas concret, nous avons pu visiter une dizaine des bâtiments, pour un total de treize locaux. La carte de la région Paca ci-dessous montre l'implantation des projets finalement visités.



\*EMDAL = Ecole de musique, danse et art lyrique (à Vitrolles)

La localisation des projets s'articule, pour 80% autour des métropoles Aix-Marseille-Provence et Nice Côte d'Azur. Les projets restants se trouvent à côté d'Avignon (Vedène) et d'Arles (Le Sambuc). Cette concentration est très représentative, d'une part, de la densité urbaine propre à la région Paca, et d'une autre de la répartition des projets BDM sur le territoire.

### 2.2.2. Du côté de L'île de la Réunion

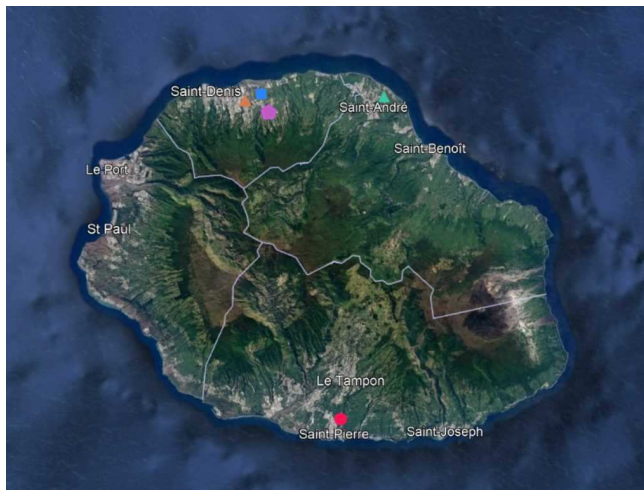
Pour la Réunion, il n'a pas été cherché la variété des typologies. Les paramètres considérés pour ces enquêtes ont été : l'âge du bâtiment et le climat auquel il est soumis.

Les locaux sont donc soit des bureaux pour 90% des cas soit des locaux d'enseignement pour les 10% restant.

Certains locaux étudiés sont récents et ont été considérés à leur construction comme des bâtiments performants et particulièrement adaptés au climat tropical (50%), d'autres ne sont pas désignés comme des bâtiments performants (50%). Il est à noter que les bâtiments dits performants dans ce cas sont des bâtiments récents (moins de 5 ans) et les bâtiments non performants ont été construits bien avant (entre 5 et 20 ans).



Pendant les visites, 27 personnes ont été interrogé sur leurs ressentis et leurs jugements en axant les entretiens particulièrement sur l'usage des brasseurs. Ces enquêtes ont permis quelques fois d'interroger l'utilisateur sur son rapport aux brasseurs et au rafraîchissement dans le cadre de sa vie privé, c'est-à-dire dans les logements.



- ▲ CIRBAT, Saint-André
- Bâtiment DARWIN, Sainte-Clothilde
- Université de la Réunion, Saint-Pierre
- ▲ Hôtel de Région, Saint-Denis
- ◆ Chambre de Commerce et de l'Artisanat, Saint-Denis

## 2.3. Protocole

### 2.3.1. Les objectifs du protocole

Le protocole décrit dans ce document rassemble le mode opératoire ainsi que les indicateurs de mesure fixés dans le cadre du projet BRASSE par l'ensemble des acteurs du groupement, dans l'objectif de préciser et extraire les données relatives au confort thermique et aux ambiances intérieures concernant l'utilisation des brasseurs d'air plafonniers.

Cette partie détermine, d'un point de vue quantitatif, les indicateurs et mesures exécutés qui serviront de base de réflexion pour des phases plus avancées du projet. D'un autre côté, le protocole apporte également, du point de vue qualitatif, un questionnaire de base pour effectuer les visites et échanges avec les différents interlocuteurs.

### 2.3.2. Le périmètre du protocole

#### 2.3.2.1. Les définitions

Sur la base du protocole 'appréciation du confort et des ambiances' rédigé par l'AQC<sup>7</sup>, nous allons définir ci-après quelques notions d'ambiance, de confort et d'indicateur.

**Ambiance** : Elle est définie par « la constitution et les propriétés du milieu dans lequel se trouve un individu » et est caractérisée par « l'ensemble des conditions thermométrique et hygrométrique d'un local ».

*Encyclopédie Larousse en ligne. Consultée le 12 novembre 2021.*

**Confort** : Le confort thermique désigne l'ensemble des multiples interactions entre l'occupant et le bâtiment. Complexe, il peut être décrit avec de nombreux paramètres physiologiques, psychologiques, physiques, quantitatifs ou qualitatifs, plus ou moins incertains et imprécis. Pluridisciplinaire, il est tout ce qui contribue au bien-être, et s'exprime par une sensation agréable procurée par la satisfaction de besoins physiologiques et l'absence de tensions psychologiques.

*Texte produit par des chercheurs du Laboratoire des Sciences de l'Habitat, à l'occasion du 6e congrès européen de Sciences des Systèmes intitulé « Complexité du confort thermique des bâtiments ».*

**Indicateur** : Un indicateur est un élément observable constituant le signe, la trace de la présence d'un phénomène, et permettant la mesure du niveau ou de l'évolution de ce phénomène. C'est donc une information factuelle et concrète (mais pas systématiquement chiffrée) qui renseigne sur un état ou une évolution.

*Définition donnée par le site de l'Éducation nationale française*

<sup>7</sup> Voir [www.qualiteconstruction.com/publication/appreciation-confort-ambiances-protocole/](http://www.qualiteconstruction.com/publication/appreciation-confort-ambiances-protocole/)

### 2.3.2.2. Les indicateurs du confort et d'ambiance

Le protocole s'intéresse au confort hygrothermique en présence d'un brasseur d'air. Les indicateurs suivants sont capitalisés en fonction du confort recherché :

Confort	Indicateur	Outil de mesure
Hygrothermique	Température ambiante	Thermomètre
	Humidité relative ambiante	Hygromètre
	Température rayonnante moyenne	Thermomètre à boule noire
	Vitesse d'air	Anémomètre à boule noire
Qualité d'air intérieur	Concentration dioxyde de carbone	Détecteur de CO2
Visuel	Eclairage lumineux	Luxmètre

Les indicateurs relatifs à l'hygrothermique sont valorisés dans le diagramme psychométrique de Givoni, de manière individuelle pour chaque local, et de façon groupée dans la partie synthèse.

Les indicateurs de QAI et visuel, bien qu'enregistrés lors des visites, n'ont pas été valorisés dans ce document. Les résultats bruts seront exploités dans des phases ultérieures par d'autres membres du consortium.

### 2.3.2.3. Les appareils de mesure

Les appareils ont été choisis en fonction du contexte particulier de notre mission. Les contraintes initiales étaient les suivantes :

- Réaliser des déplacements en région Paca avec les appareils de mesure
- Effectuer des mesures sur un temps donné, d'environ 1h30 – 2h selon le local ou bâtiment visité
- Avoir une certaine autonomie dans la prise de mesure, pour pouvoir réaliser des questionnaires qualitatifs en même temps.
- Enregistrement direct des mesures pour exploitation des données au bureau
- Pouvoir réaliser des mesures à l'intérieur des locaux mais également une mesure extérieure simultanément

Les critères de choix de matériaux :

- Transportabilité et légèreté pour l'ensemble des déplacements
- Prise de mesure sur une durée de 2h maximum avec enregistrement avec carte mémoire SD
- Précision suffisante des appareils pour que les données exploitables soient fiables
- Une maîtrise du coût

Le trépied de mesures répondant à ces problématiques et donc utilisés dans le cadre de ces travaux est le trépied de mesure d'ambiance Intrépide® développé par Surya Consultants.

Le tableau ci-dessous décrit les appareils de mesure en fonction de l'indicateur recherché :

Indicateur	Outil de mesure
Température ambiante	Thermomètre
Humidité relative ambiante	Hygromètre
Température rayonnante moyenne	Thermomètre à boule noire
Température et humidité extérieure	Balise thermomètre-hygromètre mobile avec piles
Vitesse d'air	Anémomètre à boule noire
Concentration dioxyde de carbone	Détecteur de CO2
Eclairage lumineux	Luxmètre

### 2.3.3. Les outils du protocole

#### 2.3.3.1. Fiches REX

Les fiches REX sont un outil de travail permettant d'analyser systématiquement chaque local ou bâtiment visité. Elles servent de base au travail de synthèse qui donne les premiers éléments comparables.

Leur composition est la suivante :

- Description du local  
Sont ici décrits la destination des locaux, l'orientation des menuiseries, les dimensions maximales, la surface, le volume, le niveau par rapport à la rue, le type de surfaces intérieures, les systèmes de protections solaires, ainsi que les systèmes de ventilation, climatisation (s'il y a lieu) et surventilation nocturne.  
Cette description est accompagnée des éléments graphiques type plan et/ou coupes avec l'identification des brasseurs d'air et, quand cela a été possible, leur calepinage.
- Description du brasseur utilisé  
Les données décrites sont le nombre de brasseurs installés dans le local, la marque et modèle, leur matière, diamètre et nombre de pales, leur réversibilité (été/hiver), leur éclairage intégré, la puissance maximale, ainsi que le débit d'air, la puissance acoustique (données fournisseur) et le mode de commande et régulation.
- Partie photographique  
Les photographies prises in situ accompagnent les données définies ci-dessus, afin de donner au lecteur un aperçu de l'installation des brasseurs dans les locaux.
- Lecture de données  
Cette partie est composée, d'une part, d'un tableau des données empiriques recueillies avec le trépied de mesure (date, heure, vitesse d'air, température d'air sec, humidité relative, température rayonnante) et d'un diagramme de Givoni avec l'insertion d'un point représentatif du local en termes de température et humidité.  
Les conditions de prise de mesures sont également décrites (occupation du local lors de la prise de mesure, positionnement des protections solaires, type de ventilation, etc.)
- Témoignages  
Les témoignages recueillis ont été transcrits intégralement, sans aucune déviation sémantique. Cela permet au lecteur d'appréhender le ressenti brut des personnes habitant les locaux, sans filtre analytique.
- Observations  
Les observations ont été menées d'une manière objective, sans émettre un jugement de valeur et en décrivant le plus fidèlement ce qui est aperçu. Certaines incohérences entre les témoignages et nos observations ont été soulevées.

Les fiches REX décrivant les projets en métropole seront nommées 'FRM-X' tandis que les fiches REX provenant de La Réunion seront nommées 'FRR-X'.

#### 2.3.3.2. Guides entretien ISEA

D'un autre côté, EnvirobatBDM a collaboré avec ISEA dans le cadre du déploiement des enquêtes. En effet, une partie des guides entretien réalisés par ISEA a été également intégrée lors de nos entretiens en région Paca. Les réponses de ces questionnaires ont été utilisées dans l'analyse du volet sciences sociales et sont complémentaires des retours qualitatifs réalisés par EnvirobatBDM.

Les cibles étudiées sont des projets avec des brasseurs d'air, en typologie habitation et hors habitation, et en région Paca.

A titre d'exemple, les thématiques intégrées dans les guides entretien sont les suivantes : niveau de confort perçu, perception vis-à-vis du brasseur d'air, degré de compétition avec la climatisation, sensation de contrôle, croyances comportementales, motivations, leviers permettant de stimuler l'utilisation, etc.

Pour plus d'information, voir *Litvine D., de Laage R. et Hoarau S., 2021. Analyse approfondie des conditions de déploiement des brasseurs d'air - Une étude qualitative de l'offre et de la demande.*

#### 2.3.3.3. Les étapes du protocole

Ce chapitre décrit d'une manière générale le déroulement du protocole, une fois la phase d'échantillonnage finalisée. Les étapes décrites ci-après peuvent varier d'un projet à l'autre, en fonction de la typologie, du type du professionnel ou usager

rencontré et également de sa disponibilité pour répondre à nos sollicitations. Ainsi, certaines visites de projet ont été préparées en avance (planimétries, notices techniques brasseurs, échange téléphonique en amont...) tandis que d'autres ont été complétées après.

#### 2.3.3.4. Préparation de la visite

En amont de la visite, nous procédons au recueillement d'une série des documents et données. La plupart des projets sont inscrits en démarche BDM et sont ainsi répertoriés dans notre base de données numérique. Les documents nécessaires à l'étude préalable des bâtiments sont les suivants (liste non exhaustive) :

- Planimétrie complète du bâtiment :
  - Plans et coupes archi pour comprendre le projet (typologie de locaux, circulations, orientations...).
  - Plans et coupes exécutés, notamment en ce qui concerne l'emplacement des brasseurs d'air dans l'ensemble des pièces ou locaux du projet.
  - Etude thermique réglementaire ou autre (STD) pour pouvoir accéder aux compositions des parois (et donc des locaux équipés des brasseurs) si les plans exécutés ne sont pas disponibles. Les systèmes techniques sont également analysés (système de ventilation, rafraîchissement...).
  - Fiches techniques des brasseurs le cas échéant.
  - Documents sur le suivi du projet : livrets commissions BDM, rapport de suivi en phase usage... Cela a pour but de nous alerter si des sujets autour des brasseurs ont été signalés pendant les différentes phases du projet (conception, réalisation, usage), comme des désordres ou bien des bonnes pratiques.
- Coordonnées des acteurs du projets : Moe, gestionnaire, accompagnateur BDM, installateur des brasseurs (si possible). Cela a pour but d'identifier les acteurs les plus pertinents à contacter pour l'expertise. Un tableau des opérations est créé pour le suivi du protocole.

#### 2.3.3.5. Premiers retour avant visite

Une fois les coordonnées des acteurs recueillies, un premier échange téléphonique permet, de fixer une date de visite, ainsi que de recueillir certains retours pour mieux préparer le rendez-vous. Un échange général du projet, puis spécifique aux locaux potentiels équipés des brasseurs, est réalisé pour compléter les informations et identifier des pistes de réflexion ou questionnements qui seront explorés pendant la visite.

Le choix des locaux à instrumenter peut se faire pendant ce premier échange, ou bien une fois sur place. Le nombre des locaux et personnes à interroger peut également être défini pour mieux estimer la durée de la visite.

#### 2.3.3.6. Préparation des outils du protocole

Toujours avant la visite, les documents et données recueillis peuvent déjà être intégrés ou orienter les outils du protocole définis précédemment.

D'un côté, les fiches REX peuvent être complétées dans leur première partie avec les caractéristiques du local et les types des brasseurs utilisés. D'un autre côté, les grilles d'entretien peuvent s'adapter en fonction de la personne qui sera interrogée (usagers hors habitation, usagers habitation). Au-delà de ce questionnaire, les documents de suivi du projet peuvent rajouter des questions qui seront posées pour compléter les retours, plus spécifiques à chaque opération.

#### 2.3.3.7. Visite du bâtiment

A l'arrivée au bâtiment, une remise en contexte du projet BRASSE est réalisée avec notre interlocuteur. Après cet échange, et une fois dans le local à instrumenter :

- Les brasseurs sont repérés dans le local, ainsi que les outils de commande (boîtier, télécommande...).
- La répartition des usagers par rapport aux brasseurs permet d'envisager les éventuelles localisations du trépied de mesure.
- Prise de mesures d'au moins deux points dans le local : sous le brasseur d'air et à l'endroit le plus occupé (chaise bureau, canapé séjour, tables cantine, comptoir accueil...)
- Plusieurs vitesses sont mesurées : arrêt / minimum / medium / maximum (ce point est adapté en fonction des brasseurs d'air et du timing)
- Le trépied reste environ 8-10 min sur chaque point et pour chaque vitesse
- La hauteur de l'anémomètre est de 110 cm

Côté entretiens :

- Ils sont réalisés pendant la prise de mesure : le trépied permet de libérer l'enquêteur
- Une première partie concerne le guide d'entretien usagers réalisé avec ISEA

- Une deuxième porte sur un entretien ouvert (en fonction des questions soulevées en phase préparatoire)

Des photographies sont prises pour mieux illustrer l'emplacement des brasseurs, les dimensions du local, les systèmes techniques mis en place, etc.

### 2.3.3.8. Analyse des données recueillies

Les données extraites se divisent en :

- Mesures réalisées par le trépied comprenant : température d'air intérieur, humidité d'air intérieur, température rayonnante intérieure, lux, CO<sub>2</sub>, vitesse d'air, température et humidité extérieure.  
Les données sont analysées et triées selon chaque local, la localisation de chaque point de mesure et la vitesse du brasseur. Des moyennes sont réalisées sur chaque mesure (qui a été prise pendant 8-10 minutes) afin de dégager des valeurs représentatives.  
Ses valeurs sont ensuite reportées sur les fiches REX et insérées dans un diagramme de Givoni.
- Guides entretien (fournis par ISEA)  
Le traitement de ces données appartient à ISEA
- Questions/réponses préparées en amont, ainsi que d'autres venues lors de l'entretien  
Ces sujets sont analysés en prenant en compte les valeurs quantitatives décrites ci-dessus, afin de donner une vision plus globale. Les corrélations ou contradictions entre les retours qualitatifs et les données mesurées sont reportées sur les fiches REX. Des observations plus génériques, en dehors des retours usagers, sont également reportées aux fiches pour une compréhension plus large des conditions de mesure.

## 3. Principaux résultats obtenus

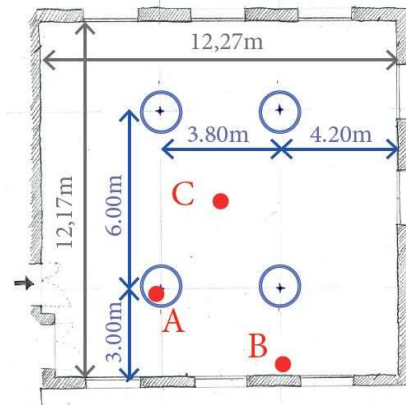
### 3.1. Fiches REX Métropole

#### 3.1.1. FRM-1 : Ecole de Musique, Danse et Art Lyrique

L'École de musique, danse et art lyrique (EMDAL) est située dans la commune de Vitrolles (13).  
Il s'agit d'un projet de réhabilitation à usage d'enseignement.

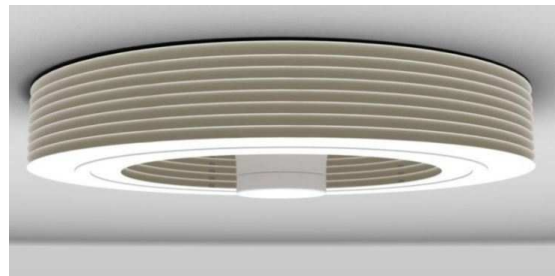
- Description du local

Destination : salle de danse  
Orientations menuiseries : ouest, sud et est  
Dimensions maximales (m) :  
Largeur : 12,17  
Longueur : 12,27  
Hauteur : 3,50 sous faux plafond  
Surface (m<sup>2</sup>) : 150  
Volume (m<sup>3</sup>) : 630  
Altimétrie : rez-de-chaussée  
Surface de parois extérieures : plâtre  
Protections solaires : BSO  
Ventilation : VMC double flux  
Climatisation : CTA avec batterie froide  
Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 4  
Fabricant : Exhale  
Modèle : -  
Matière : -  
Diamètre : 86 cm  
Nombre de pales : sans pales  
Réversible été/hiver : non  
Eclairage intégré : oui  
Puissance électrique max : 50 W  
Débit annoncé : 6900 m<sup>3</sup>/h  
Puissance acoustique max : 45 dB  
Commande/régulation : télécommande à 6 vitesses

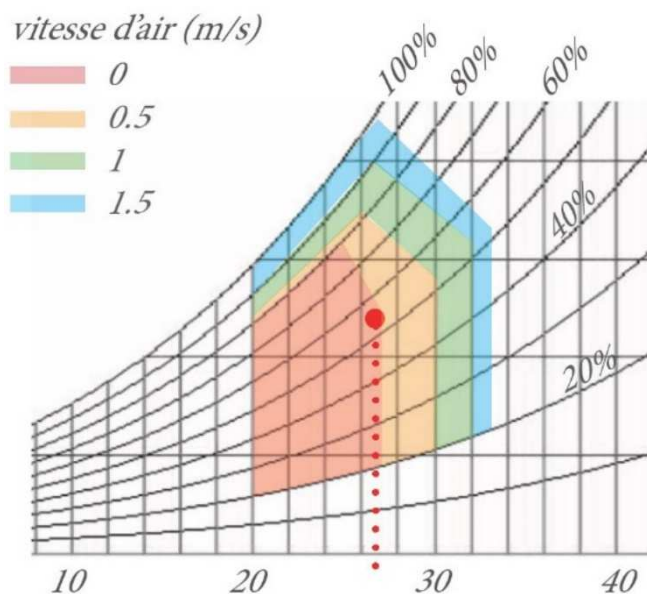


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	15-06-21	12 : 05	Vmaximale (6/6)	0,19	26,67	56	25,47
B	15-06-21	12 : 12	Vmaximale (6/6)	0,18	26,72	55	25,42
C	15-06-21	12 :23	Vmaximale (6/6)	0,27	26,62	56	25,30



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé lors de la prise de mesure
  - Absence de ventilation naturelle : portes et fenêtres fermées
  - Ventilation mécanique activée à partir de 12 heures
  - Protections solaires : BSO déployés sur la moitié des baies vitrées (4 sur 8)

- Témoignages

Chargé de mission prospective patrimoniale et développement durable – Ville de Vitrolles :

*'On ne sent pas l'air qui brasse'*

*'C'est peut-être bien quand la température intérieure est inférieure à 24°C, au-delà, ils ne sont pas très efficaces. La batterie froide de la CTA s'active à partir de 24°C.'*

*'Les danseuses se plaignent de la chaleur à l'intérieur, les brasseurs ne suffisent pas'*

- Observations

Le produit Exhale étant un destratificateur, le sens de brassage est vers le haut sous le brasseur d'air et vers le bas aux parois périphériques.

Sur les trois positionnements, la vitesse choisie est 6 (maximale). La fourchette des vitesses est de 0.13 à 0.26 m/s pour les points A et B, et de 0.17 à 0.38 pour le point C.

Un problème de régulation/activation des brasseurs est constaté, dû sûrement à un défaut électrique interne à l'installation. En effet, il y a une seule télécommande pour les 4 brasseurs d'air, mais lorsque l'on modifie la vitesse, certains brasseurs d'air ne tournent pas à la vitesse choisie. Le même défaut est constaté pour la gestion des éclairages.



### 3.1.2. FRM-2 : Villa Fallourd

La maison individuelle de M FALLOURD est située dans la commune de Puyloubier (13).  
Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage d'habitation.

- Description du local

Destination : salon

Orientations menuiseries : sud et est

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 5,62

Longueur : 8,30

Hauteur : 4,30

Surface (m<sup>2</sup>) : 45 (partie salon)

Volume (m<sup>3</sup>) : 122

Altimétrie : rez-de-chaussée

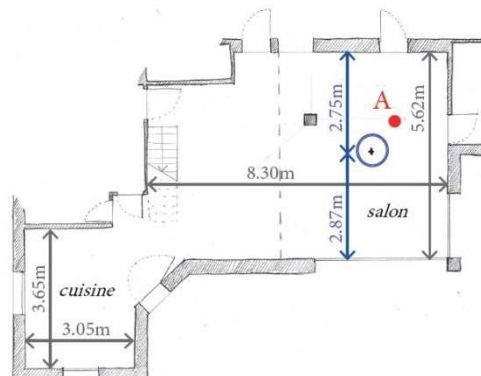
Surface de parois extérieures : plâtre, brique terre crue

Protections solaires : volets battants, BSO

Ventilation : VMC simple flux hygro B

Climatisation : sans objet

Ventilation naturelle nocturne : oui



- Description des brasseurs

Nombre : 1

Fabricant : Faro

Modèle : indus

Matière : acier

Diamètre : 140 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : 47,6 W

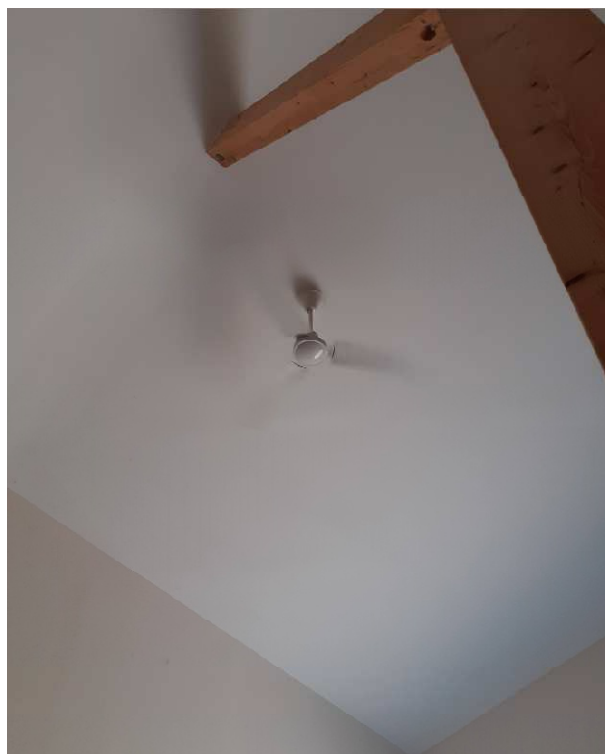
Débit annoncé : 9300 m<sup>3</sup>/h

Puissance acoustique max : pas annoncée

Commande/régulation : boîtier mural à 5 vitesses

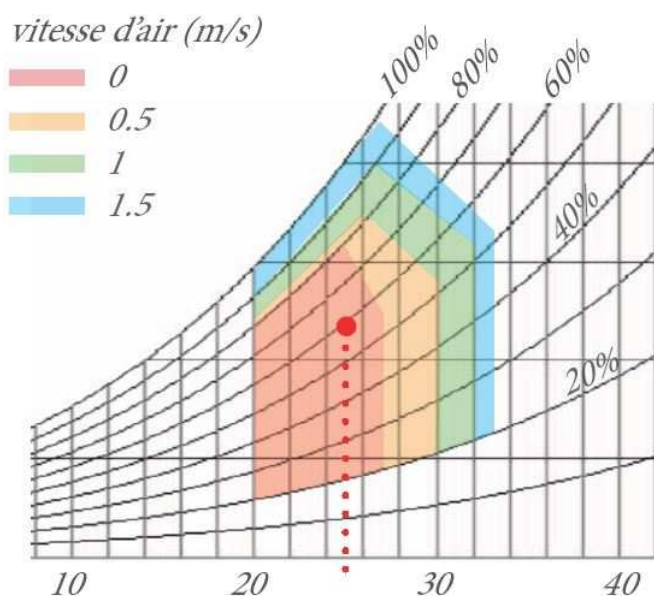


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	16-06-21	9 : 30	Arrêt	0,10	25,28	57	24,61
A	16-06-21	9 : 41	Vmaximale (1/5)	0,65	25,08	60	24,30
A	16-06-21	9 : 50	Vmedium (3/5)	0,45	25,00	61	24,29
A	16-06-21	10 : 05	Vminimale (5/5)	0,27	25,60	60	24,47



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé lors de la prise de mesure
  - Absence de ventilation naturelle : portes et fenêtres fermées
  - Ventilation mécanique activée
  - Protections solaires : BSO non déployés

- Témoignages

Propriétaire :

*'La maison est très bien conçue. Je n'utilise presque jamais le brasseur d'air, surtout en hiver'*

*'L'esthétique du brasseur est un peu ancienne, j'aurais aimé un design plus moderne'*

*'J'utilise seulement la vitesse 1, cela est largement suffisant. Je n'ai pas besoin de plus de vitesse'*

- Observations

L'usage du brasseur d'air est négligeable.

Au moment de tests, on s'est aperçu que le propriétaire n'avait pas complètement compris l'usage du boîtier (sûrement par un usage très réduit). La vitesse 1 est la plus forte et non la plus faible, comme l'utilisateur pense.

D'un autre côté, le boîtier permet de basculer du mode été au mode hiver selon le sens de rotation du bouton. Le mode hiver n'a pas été utilisé, et le boîtier a toujours été positionné en vitesse 1 (la plus forte) en mode été, malgré le gros volume. Le bruit est conforme aux attentes et ne produit pas de gêne.

### 3.1.3. FRM-3A : Dojo - Gymnase

Le dojo fait partie du gymnase situé dans la commune de Saint-Marc-Jaumegarde (13).  
Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage sportif.

- Description du local

Destination : dojo

Orientations menuiseries : nord, sud et est

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 8,45

Longueur : 12,42

Hauteur : 5,05 (4,10 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 105

Volume (m<sup>3</sup>) : 530

Altimétrie : rez-de-chaussée

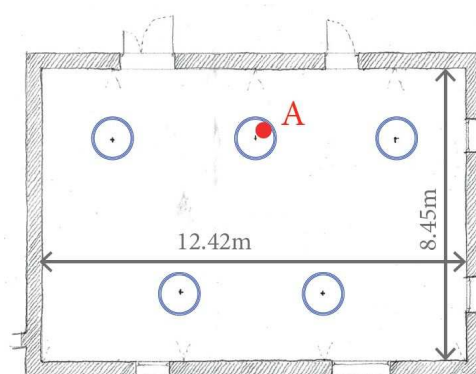
Surface de parois extérieures : bois, tatami plastique

Protections solaires : arbres à proximité

Ventilation : VMC double flux

Climatisation : CTA avec batterie froide

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 5

Fabricant : Frico

Modèle : ICF

Matière : acier

Diamètre : 142,2 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : 70 W

Débit annoncé : 13500 m<sup>3</sup>/h

Puissance acoustique max : pas annoncée

Commande/régulation : double boîtier pour régulation de vitesses et mode été/hiver

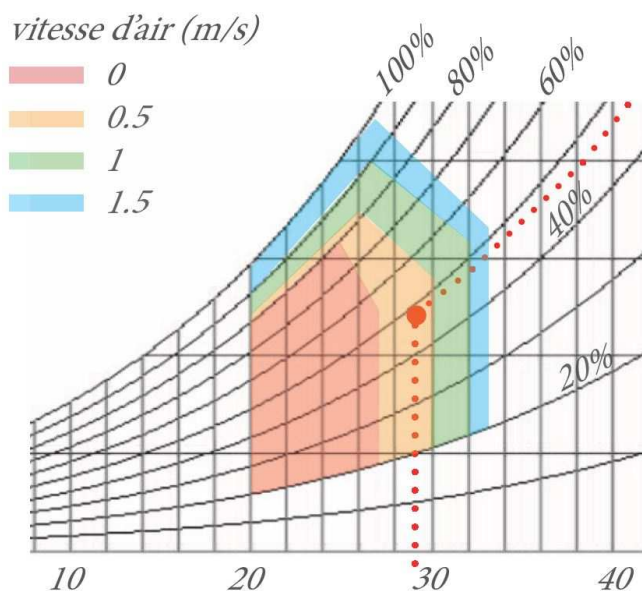


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	21-06-21	16 : 38	Arrêt	0,20	29,23	47	27,93
A	21-06-21	16 : 45	Vmaximale	1,11	29,06	47	28,14



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : ventelles ouvertes en partie haute
  - Protections solaires : sans objet
  - Porte d'entrée fermée puis ouverte pour l'installation du maître et élèves
- Témoignages

Maître :

*'On est assez satisfait des brasseurs d'air, surtout lorsqu'on est beaucoup'*

*'Le seul problème est peut-être la poussière qui s'accumule au-dessus des pales, et qui part dans l'air quand l'on active les e'*  
*'Globalement très efficace'*

- Observations

Le dojo a une activité très intermittente, avec des périodes creuses sans utilisation et des périodes avec une utilisation plus forte (jusqu'à 20 enfants).

Le ressenti des utilisateurs est globalement bon, avec une appréciation de la réactivité des brasseur d'air pour produire une sensation d'air frais très vite.

La ventilation naturelle n'est pas souvent couplée aux brasseurs d'air, car certaines fenêtres sont très hautes et l'on ne peut pas accéder aisément aux poignées pour les ouvrir.

La problématique de poussière qui tombe se produit car les brasseurs d'air ne sont pas utilisés en hiver, malgré des gros volumes.

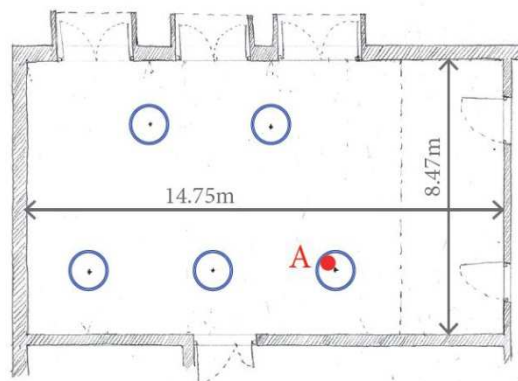


### 3.1.4. FRM-3B : Salle de musculation – Gymnase

La salle de musculation fait partie du gymnase situé dans la commune de Saint-Marc-Jaumegarde (13). Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage sportif.

- Description du local

Destination : salle de musculation  
 Orientations menuiseries : nord et sud  
 Dimensions maximales (m) :  
 Largeur : 8,47  
 Longueur : 14,75  
 Hauteur : 5,05 (4,10 sous brasseur)  
 Surface (m<sup>2</sup>) : 125  
 Volume (m<sup>3</sup>) : 631  
 Altimétrie : rez-de-chaussée  
 Surface de parois extérieures : bois  
 Protections solaires : loggias  
 Ventilation : VMC double flux  
 Climatisation : CTA avec batterie froide  
 Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 5  
 Fabricant : Frico  
 Modèle : ICF  
 Matière : acier  
 Diamètre : 142,2 cm  
 Nombre de pales : 3  
 Réversible été/hiver : oui  
 Eclairage intégré : non  
 Puissance électrique max : 70 W  
 Débit annoncé : 13500 m<sup>3</sup>/h  
 Puissance acoustique max : pas annoncée  
 Commande/régulation : double boîtier pour régulation de vitesses et mode été/hiver



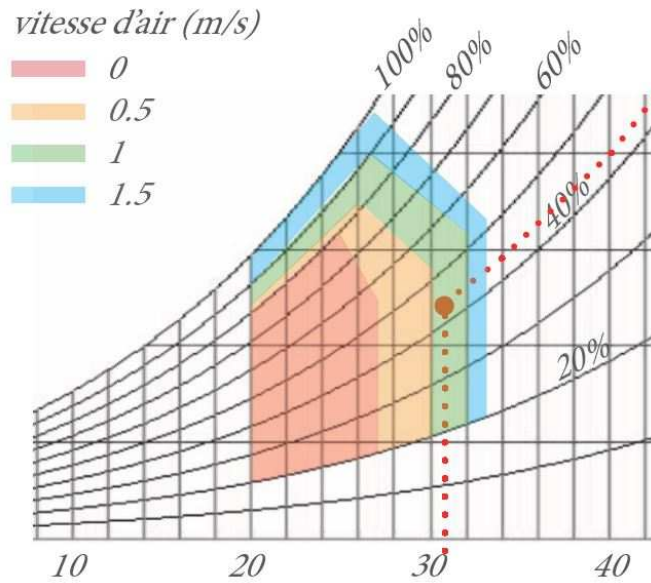
- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	21-06-21	16 : 20	Vmaximale	0,25	30,63	44	27,60

NOTA : Une erreur d'affichage est constatée dans le trépied de mesure. Après plusieurs mesures erronées, on s'est aperçu que la prise de l'anémomètre n'était pas bien enfoncée dans le boîtier. Les mesures, pour cette salle, ne sont donc pas représentatives. On gardera néanmoins les témoignages.



- Conditions de prise de mesure
- Local occupé lors de la prise de mesure
- Ventilation naturelle : portes-fenêtres et ventelles ouvertes
- Protections solaires : le rayonnement est arrêté efficacement par les loggias au niveau de portes-fenêtres
- Témoignages

Abonné à la salle de musculation :

*'Je n'ai jamais régulé les brasseurs d'air, c'est le responsable qui les contrôle'*

*'Le confort est bon et les brasseurs d'air sont appréciés, même si parfois, quand il y a beaucoup de monde, il peut faire très chaud'*

- Observations

Il y a une incohérence sur la perception de l'utilisation des brasseurs d'air. L'abonné interrogé nous dit que l'utilisation appartient au responsable, mais ce dernier nous indique que chaque personne est libre d'utiliser les brasseur d'air selon ses besoins.

Après la réalisation de mesures, les brasseurs d'air sont restés allumés et le responsable a ouvert les 3 portes fenêtrés pour mieux ventiler et amener la fraîcheur. Il se trouve que, d'après les mesures prises, la température extérieure était supérieure à celle mesurée à l'intérieur de la salle.

Globalement, la salle reste très perméable à l'air même en période chaude, avec un usage couplé des brasseurs d'air avec la ventilation naturelle.

### 3.1.5. FRM-4 : Résidence Baccia Donna

L'appartement fait partie de la résidence 'Baccia Donna' située dans la commune de La Trinité (06). Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage d'habitation.

- Description du local

Destination : séjour cuisine

Orientations menuiseries : ouest

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 5,45

Longueur : 3,80

Hauteur : 2,50 (2,20 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 19

Volume (m<sup>3</sup>) : 47,5

Altimétrie : r+2

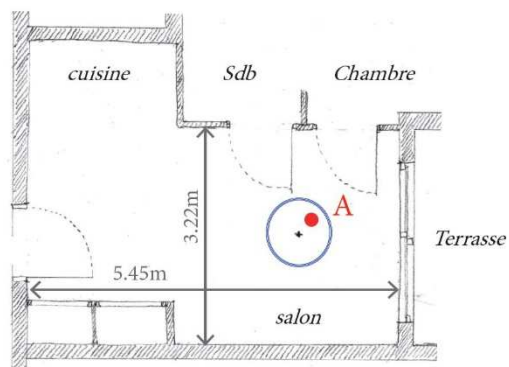
Surface de parois extérieures : plâtre

Protections solaires : volet roulant

Ventilation : VMC simple flux

Climatisation : sans objet

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 1

Fabricant : Faro

Modèle : Timor

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 4

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : oui

Puissance électrique max : 50 W

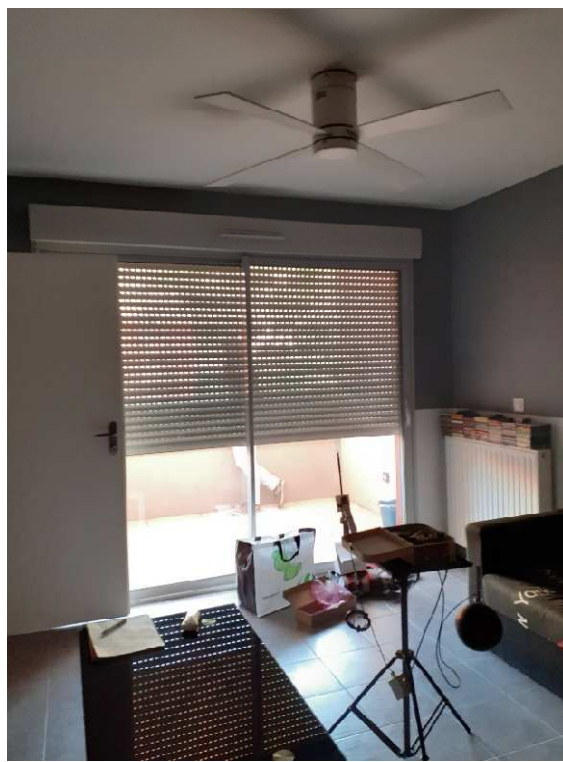
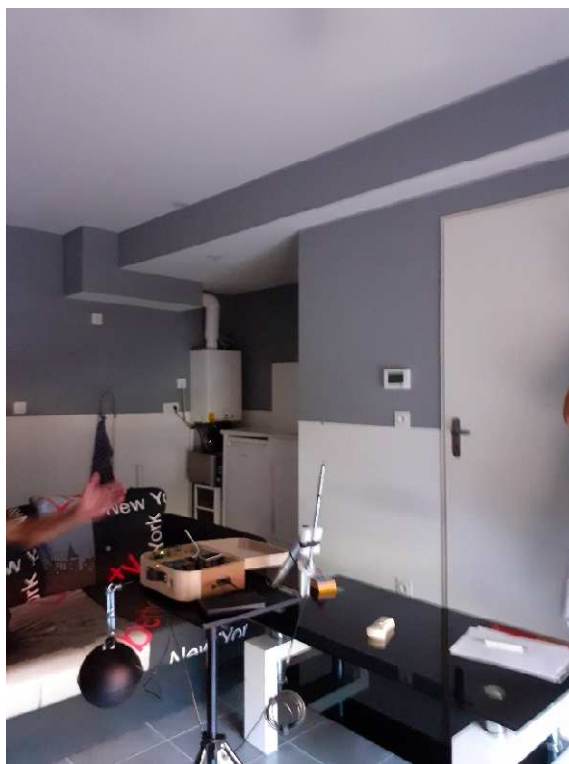
Débit annoncé : 8056 m<sup>3</sup>/h

Puissance acoustique max : pas annoncée

Commande/régulation : télécommande à 3 vitesses



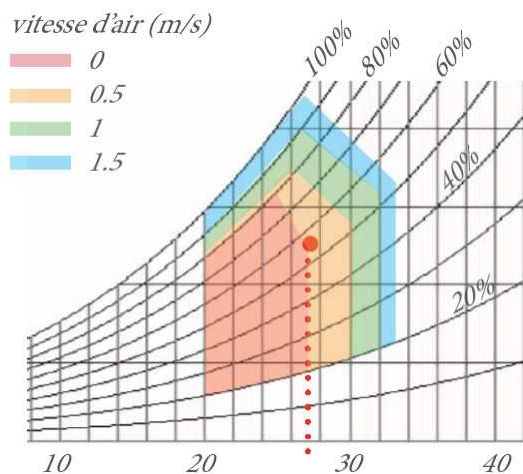
- Images





- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	29-06-21	10 : 25	Arrêt	0,13	27,76	54	26,21
A	29-06-21	10 : 35	Vminimale	0,34	27,14	56	25,42
A	29-06-21	10 : 45	Vmedium	0,60	26,81	57	25,15
A	29-06-21	10 : 55	Vmaximale	0,69	26,88	57	26,01



- Conditions de prise de mesure
- Local occupé lors de la prise de mesure
- Ventilation naturelle : porte-fenêtre fermée
- Protections solaires : volet roulant déployé en quasi-totalité
- Visite de l'appartement avec l'accompagnateur BDM. Les portes de la chambre et la salle de bains ont été ouvertes à plusieurs reprises pour réaliser la visite complète du logement.

- Témoignages

*'Le brasseur d'air est un gadget, il ne sert à rien'*

*'Il ne rafraîchit pas, l'air reste chaud'*

*'Je l'utilise très peu'*

- Observations

Le locataire pense que le brasseur d'air doit rafraîchir l'air (comme une clim') et ne comprend pas pourquoi l'air reste chaud.

La télécommande ne fonctionnait pas, au début des mesures, car la pile n'était pas correctement insérée.

Pendant les mesures, le brasseur d'air est apprécié par le locataire surtout en vitesse medium et maximale. Le mode hiver n'a jamais été utilisé.

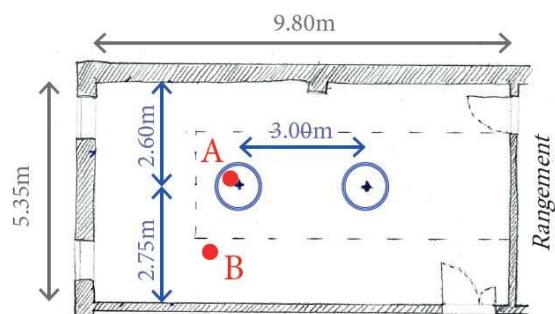
L'accompagnateur BDM indique que ce locataire est très économe en énergie, d'après ses relevés énergétiques.

### 3.1.6. FRM-5 : Bureaux EnvirobatBDM

Les bureaux d'EnvirobatBDM sont situés dans la commune de Marseille (13).  
Il s'agit d'un projet de réhabilitation à usage tertiaire.

- Description du local

Destination : salle de réunion  
Orientations menuiseries : nord-est  
Dimensions maximales (m) :  
Largeur : 5,35  
Longueur : 9,80  
Hauteur : 2,45 (2,24 sous faux plafond)  
Surface (m<sup>2</sup>) : 52  
Volume (m<sup>3</sup>) : 122  
Altimétrie : rez-de-chaussée  
Surface de parois extérieures : plâtre  
Protections solaires : volet accordéon en PVC  
Ventilation : VMC double flux  
Climatisation : sans objet  
Ventilation naturelle nocturne : oui



- Description des brasseurs

Nombre : 2  
Fabricant : S&P  
Modèle : HTB  
Matière : acier  
Diamètre : 90 cm  
Nombre de pales : 3  
Réversible été/hiver : non  
Eclairage intégré : non  
Puissance électrique max : 55 W  
Débit annoncé : 6000 m<sup>3</sup>/h  
Puissance acoustique max : 50 dB  
Commande/régulation : boîtier à 3 vitesses

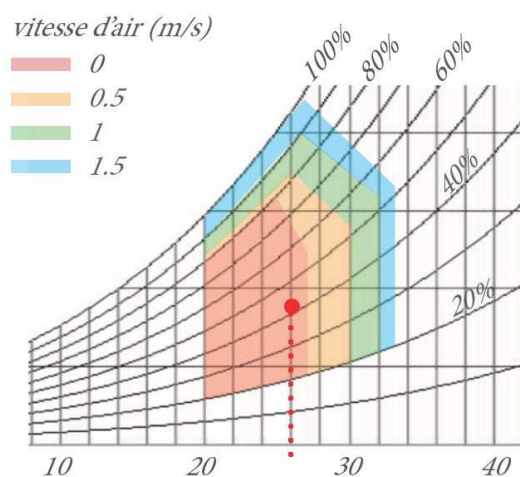


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	30-06-21	11 : 20	Arrêt	0,11	25,94	42	25,30
A	30-06-21	11 : 30	Vmaximale	1,70	26,00	42	25,56
A	30-06-21	11 : 40	Vmedium	1,22	26,21	42	25,72
A	30-06-21	11 : 50	Vminimale	1,04	26,25	43	25,80
B	30-06-21	12 : 00	Vminimale	0,19	27,50	41	26,00
B	30-06-21	12 : 10	Vmedium	0,24	27,87	40	26,09
B	30-06-21	12 : 20	Vmaximale	0,28	27,68	41	26,85



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : porte et fenêtres fermées
  - Protections solaires : volets non déployés
  - Le point B est à environ 150 cm de A

- Témoignages

Equipe EnvirobotBDM :

'Au début tu penses que le bruit peut nuire, mais finalement il n'est pas très bruyant'

'Nous n'avons pas eu des informations pour l'utilisation, mais la prise en main est assez intuitive'

'Le ressenti global est bon, mais on a l'impression qu'il marche surtout sous le brasseur d'air et moins ailleurs'

- Observations

Certains usagers sont dérangés par le bruit en vitesse maximale. De ce fait, seules les vitesses minimale et medium sont utilisées.

Selon les témoignages, les brasseurs d'air restent parfois allumés une fois que la salle de réunion se vide. La perception visuelle et acoustique est très faible et cela contribue à 'oublier' qu'ils sont activés.

Il y a des difficultés pour comprendre le fonctionnement du boîtier de régulation. Les usagers pensent que la vitesse '1' est la plus faible et la '3' la plus puissante, alors que c'est à l'inverse.

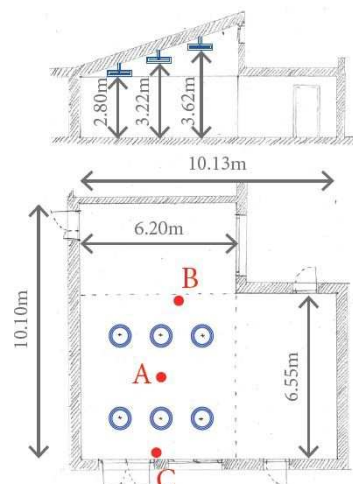
L'usage peut se faire avec les fenêtres ouvertes ou fermées. Parfois, des ventilateurs de pied sont utilisés pour compléter les brasseurs d'air.

### 3.1.7. FRM-6A : Salle polyvalente – Groupe scolaire Frederi Mitan

Le groupe scolaire Frederi Mitan est situé dans la commune de Vedène (84).  
Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage éducatif.

- Description du local

Destination : salle polyvalente  
Orientations menuiseries : nord-est et nord (sheds)  
Dimensions maximales (m) :  
Largeur : 10,10  
Longueur : 10,13  
Hauteur : 2,40 à 4,40  
Surface (m<sup>2</sup>) : 88  
Volume (m<sup>3</sup>) : 252  
Altimétrie : rez-de-chaussée  
Surface de parois extérieures : plâtre  
Protections solaires : store intérieur  
Ventilation : VMC double flux  
Climatisation : plancher chauffant réversible  
Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 6  
Fabricant : S&P  
Modèle : HTB  
Matière : acier  
Diamètre : 90 cm  
Nombre de pales : 3  
Réversible été/hiver : oui  
Eclairage intégré : non  
Puissance électrique max : 55 W  
Débit annoncé : 6000 m<sup>3</sup>/h  
Puissance acoustique max : 50 dB  
Commande/régulation : boîtier à 3 vitesses

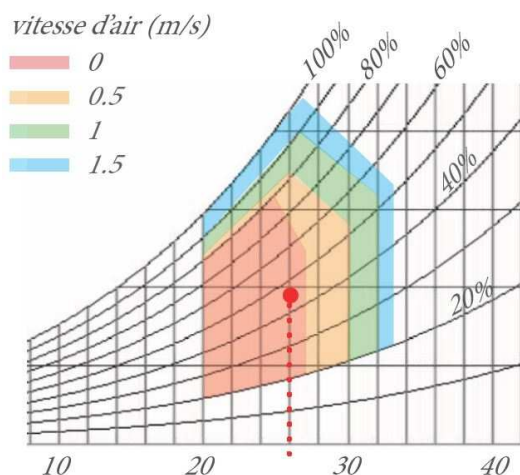


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	02-07-21	10 : 55	Arrêt	0,13	25,98	47	24,80
A	02-07-21	11 : 05	Vminimale	0,20	26,38	46	24,74
A	02-07-21	11 : 15	Vmaximale	0,40	26,00	47	24,80
B	02-07-21	11 : 25	Vmaximale	0,68	25,70	48	24,80
B	02-07-21	11 : 35	Vminimale	0,30	26,00	47	24,85
C	02-07-21	11 : 45	Vminimale	0,25	26,40	46	25,10
C	02-07-21	11 : 55	Vmaximale	1,01	26,15	47	25,30



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : porte et fenêtres fermées
  - Protections solaires : stores non déployés
  - Les brasseurs d'air sont en mode hiver
- Témoignages

Professeur des écoles :

*'J'ai parfois des craintes de chute. A vitesse maximale, on voit comment le brasseur d'air bouge sur lui-même'*

*'On les utilise à partir de juin, en juillet mais également en septembre'*

*'On ne sent pas énormément l'air'*

- Observations

A vitesse maximale, on ressent un bourdonnement des brasseurs d'air, mais également un son métallique émanant d'un ventilateur, sûrement d'une pièce interne. Il n'y a pas d'entretien prévu.

Les brasseurs d'air tournent en mode hiver et les usagers ne s'en sont pas rendu compte. Le bouton pour basculer en mode été se trouve sur les propres appareils, qui sont en hauteur et difficilement atteignables. Le mode été n'est donc pas utilisé.

Le flux d'air est plus fort au droit des parois périphériques (vers le bas) et plus faible au centre de la pièce, là où l'activité a lieu.



### 3.1.8. FRM-6B: Salle de motricité – Groupe scolaire Frederi Mitan

Le groupe scolaire Frederi Mitan est situé dans la commune de Vedène (84).  
Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage éducatif.

- Description du local

Destination : salle motricité

Orientations menuiseries : sud-ouest et nord-ouest

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 8,40

Longueur : 15,30

Hauteur : 2,60

Surface (m<sup>2</sup>) : 117

Volume (m<sup>3</sup>) : 304

Altimétrie : rez-de-chaussée

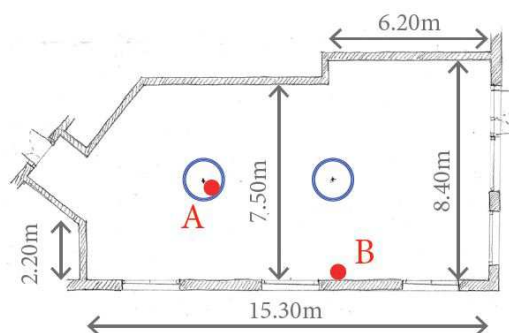
Surface de parois extérieures : plâtre

Protections solaires : BSO

Ventilation : VMC double flux

Climatisation : plancher chauffant réversible

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 1

Fabricant : Exhale

Modèle : -

Matière : -

Diamètre : 86 cm

Nombre de pales : sans pales

Réversible été/hiver : non

Eclairage intégré : oui

Puissance électrique max : 50 W

Débit annoncé : 6900 m<sup>3</sup>/h

Puissance acoustique max : 45 dB

Commande/régulation : télécommande à 6 vitesses

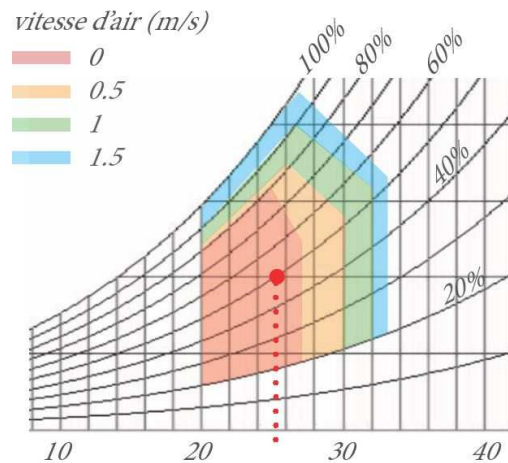


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	02-07-21	10 : 55	Arrêt	0,13	25,98	47	24,80
A	02-07-21	11 : 05	Vminimale	0,20	26,38	46	24,74
A	02-07-21	11 : 15	Vmaximale	0,40	26,00	47	24,80
B	02-07-21	11 : 25	Vmaximale	0,68	25,70	48	24,80



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : porte et fenêtres fermées
  - Protections solaires : BSO déployés sur certaines fenêtres
- Témoignages

Professeur des écoles :

*'Il fait parfois chaud puisqu'on n'aère pas assez. Nous avons des brasseurs d'air mais je ne pense pas que ce soit suffisant'*

*'J'espère que c'est le côté pratique et pas l'esthétique qui a guidé le choix'*

*'Il faudrait avoir plus d'informations. Des aides pour installer les brasseurs d'air'*

- Observations

Avant la prise de mesure, la salle était sans occupation mais les brasseurs d'air étaient allumés, en vitesse maximale (6 sur 6).

L'échange avec le personnel laisse comprendre que l'aération par fenêtres est plus efficace que l'activation des brasseurs d'air (ressentie du personnel).

La vitesse d'air n'est pas facilement perçue par le personnel.

Au niveau bruit, les brasseurs d'air n'apportent aucune nuisance.



### 3.1.9. FRM-7 : Villa La Bedouide

La maison individuelle 'La Bédouïde' est située dans la commune de Marseille (13). Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage d'habitation.

- Description du local

Destination : salon

Orientations menuiseries : sud

Dimensions maximales (m), planimétrie approximative :

Largeur : 4,50

Longueur : 7,20

Hauteur : 4,66

Surface (m<sup>2</sup>) : 32,40

Volume (m<sup>3</sup>) : 151

Altimétrie : rez-de-chaussée

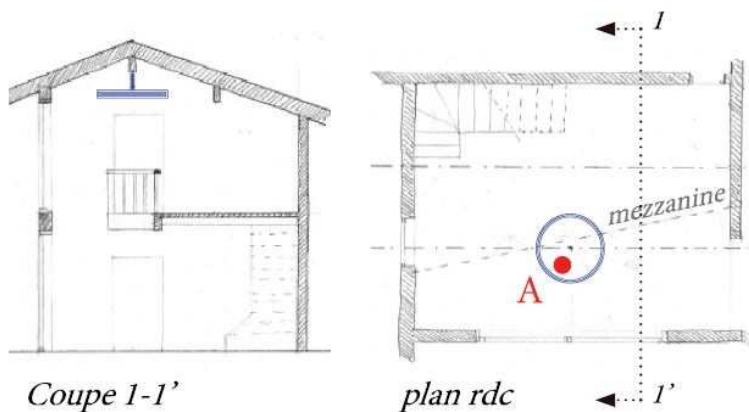
Surface de parois extérieures : bois, enduit à la chaux

Protections solaires : pergola bioclimatique

Ventilation : naturelle

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : oui



- Description des brasseurs

Nombre : 1

Fabricant : Helios

Modèle : DVW

Matière : acier

Diamètre : 140 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : 75 W

Débit annoncé : 13000 m<sup>3</sup>/h

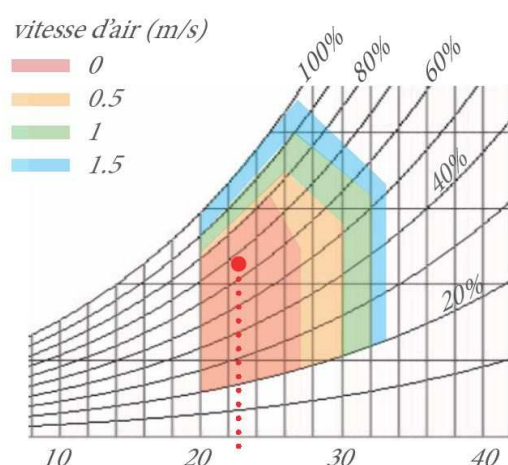
Puissance acoustique max : 44 dB

Commande/régulation : boîtier à 5 vitesses



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	05-07-21	9 : 45	Arrêt	0,12	22,84	65	21,75
A	05-07-21	9 : 55	Vminimale (1/5)	0,33	23,27	64	21,62
A	05-07-21	10 : 03	Vmedium (2/3)	0,42	23,00	65	21,70
A	05-07-21	10 : 10	Vmedium (3/5)	0,63	22,77	65	21,78
A	05-07-21	10 : 15	Vmaximale (5/5)	1,24	22,32	67	21,80



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : porte et fenêtres fermées
  - Protections solaires : pergola bioclimatique performante

- Témoignages

Propriétaire :

*'J'utilise le brasseur d'air principalement en hiver, quand la différence de température entre le bas et la mezzanine est de 2 à 3 °C'*

*'Nous utilisons la vitesse 2 (madame) et la vitesse 3 (moi-même)'*

*'Parfois en hiver, la vitesse d'air peut nuire à certaines personnes. Nous abaissons la vitesse du brasseur'*

- Observations

La maison étant très bien conçue (MOA architecte), en été le brasseur n'est presque jamais utilisé. Pour l'hiver, le propriétaire a mis en place 4 capteurs de température et active le brasseur dès que la différence est supérieure à 2-3 °C entre le haut et le bas pour économiser du chauffage (poêle à bois).

Le niveau 5 n'est jamais utilisé, il est trop bruyant malgré une forte vitesse d'air. Les niveaux 2 et 3 sont les plus utilisés s'adaptant au besoin selon l'utilisateur.

L'accessibilité aux boîtiers est difficile, il faut prendre un tabouret pour y arriver (ils se trouvent dans le placard d'entrée, assez haut).

### 3.1.10. FRM-8 : Bureaux Tour du Valat

Les bureaux de la Tour du Valat sont situés dans la commune d'Arles (13).  
Il s'agit d'un projet de réhabilitation à usage tertiaire.

- Description du local

Destination : bureau

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 4,00

Longueur : 6,17

Hauteur : 2,66

Surface (m<sup>2</sup>) : 25

Volume (m<sup>3</sup>) : 66

Altimétrie : r+1

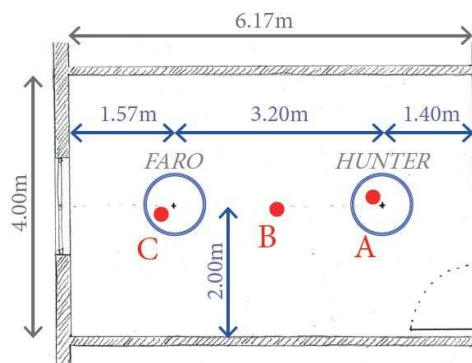
Surface de parois extérieures : plâtre

Protections solaires : sans objet

Ventilation : naturelle

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : oui



- Description des brasseurs

Nombre : 1 / 1

Fabricant : Hunter / Faro

Modèle : Industrie / Polaris

Matière : MDF / polycarbonate

Diamètre : 132 / 132 cm

Nombre de pales : 3 / 3

Réversible été/hiver : oui / oui

Eclairage intégré : non / oui

Puissance électrique max : 75 / 35 W

Débit annoncé : 13600 / 9860 m<sup>3</sup>/h

Puissance acoustique max : pas annoncée

Commande/régulation : boîtier à 3 vitesses / télécommande à 5 vitesses

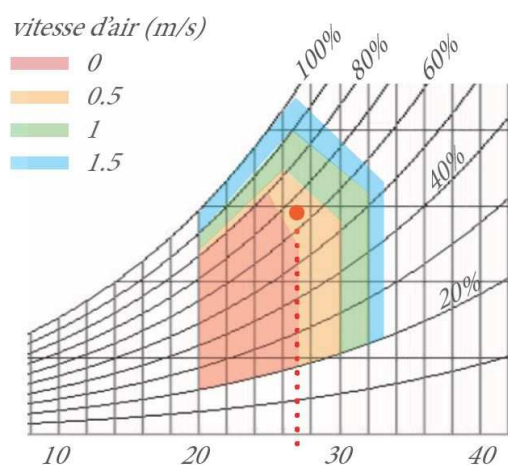


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	06-07-21	13 : 50	Arrêt	0,11	27,34	66	26,02
A	06-07-21	14 : 00	Vminimale	0,24	27,43	66	26,03
A	06-07-21	14 : 10	Vmedium	0,29	27,22	68	26,14
A	06-07-21	14 : 20	Vmaximale	0,44	27,04	69	26,20
B	06-07-21	14 : 28	Vmaximale	0,43	27,05	68	26,20
B	06-07-21	14 : 35	Vminimale	0,30	27,27	68	26,20
C	06-07-21	14 : 42	Vminimale	0,90	27,15	68	26,35
C	06-07-21	14 : 50	Vmaximale	2,01	26,81	69	26,50



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé lors de la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : portes et fenêtres fermées
  - Protections solaires : sans objet
  - Point A = Hunter activé seulement
  - Point B = Hunter et Faro activés
  - Point C = Faro activé seulement

- Témoignages

Employés :

*'Nous avons réalisé une enquête auprès des salariés pour savoir où installer les brasseurs'*

*'Nous sommes globalement contents du fonctionnement des brasseurs'*

*'Le fait que la lumière du brasseur ne soit pas réglable provoque un peu d'inconfort en fonction de la lumière naturelle'*

- Observations

Les utilisateurs se plaignent d'un inconfort thermique dû au télétravail. En effet, certains bureaux ne sont pas rafraîchis la nuit pendant quelques jours en absence des usagers, et les brasseurs ne sont pas suffisants pour avoir une sensation de confort.

La lumière sur le brasseur 'Polaris' n'est pas réglable. Cela génère un certain inconfort et fatigue visuelle en fin de journée. L'utilisation des brasseurs se fait avec ouverture de fenêtres pour 'mieux ventiler et rafraîchir'. Vers la mi-juin, l'utilisation se fait en continu pendant toute la journée.



### 3.1.11. FRM-9 : Base de voile le Ponteil

L'école de voile 'Le Ponteil' est située dans la commune d'Antibes (06).  
Il s'agit d'un projet de construction neuve à usage tertiaire.

- Description du local

Destination : hall d'entrée

Orientations menuiseries : est (paroi vitrée)

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 13,90

Longueur : 14,00

Hauteur : 4,02 (3,05 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 174

Volume (m<sup>3</sup>) : 650

Altimétrie : rez-de-chaussée

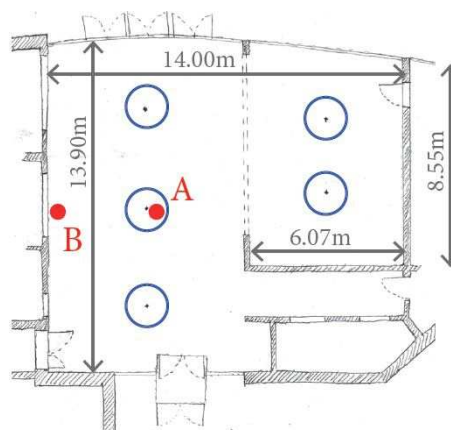
Surface de parois extérieures : plâtre

Protections solaires : sans objet

Ventilation : VMC double flux

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : oui



- Description des brasseurs

Nombre : 5

Fabricant : Faro

Modèle : Lakki

Matière : ABS

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : 50 W

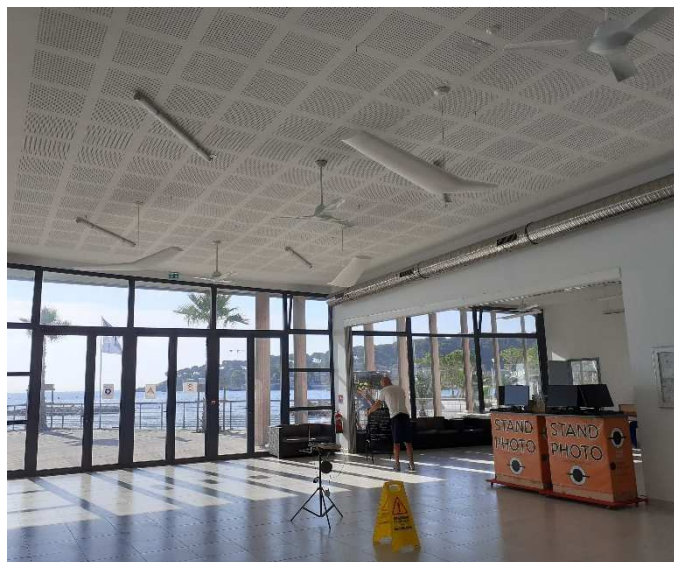
Débit annoncé : pas annoncé

Puissance acoustique max : pas annoncée

Commande/régulation : télécommande à 3 vitesses

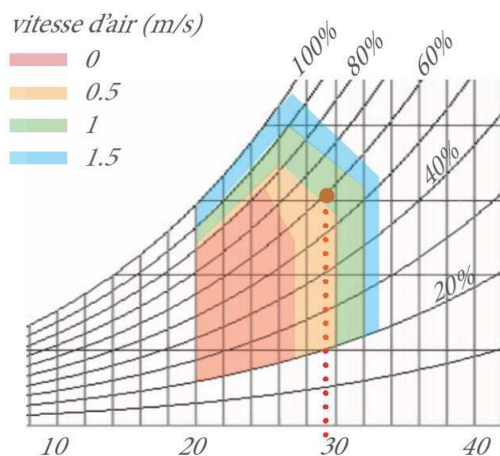


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	08-07-21	8 : 45	Arrêt	0,25	28,51	61	26,71
A	08-07-21	8 : 52	Vminimale	0,87	28,71	59	28,88
A	08-07-21	9 : 00	Vmaximale	1,43	28,49	60	28,75
B	08-07-21	9 : 08	Vmaximale	0,34	29,20	59	28,70
B	08-07-21	9 : 15	Vminimale	0,23	29,85	57	28,83



- Conditions de prise de mesure
  - Local ouvert pendant la prise de mesure (accueil d'élèves avec parents pour début de classe)
  - Ventilation naturelle par ouverture de fenêtres hautes (sur deux façades)
  - Protections solaires : le soleil du matin rentre sur environ 3 mètres à l'intérieur du hall, côté Est.

- Témoignages

Employés :

*'Il faut être vraiment en-dessous pour ressentir de l'air'*

*'Il fait très chaud lors qu'on accueille les gens, l'air n'arrive pas derrière le comptoir d'accueil'*

*'En été, on les met à fond dès le matin'*

*'Certains visiteurs craignent une chute. On les voit un peu osciller sur leur axe'*

- Observations

Sur le hall d'accueil : les employés n'ont complètement conscience des fonctionnalités des brasseurs, notamment le mode hiver, qui n'est pas utilisé.

D'après les usagers, les brasseurs d'air n'arrivent pas à contrer la chaleur à l'intérieur. En effet, entre 8h et 9h, la température intérieure est d'environ 29°C. Le local est ventilé de part et d'autre par des ouvertures hautes, tandis que la façade Est est fortement vitrée sans protections solaires.

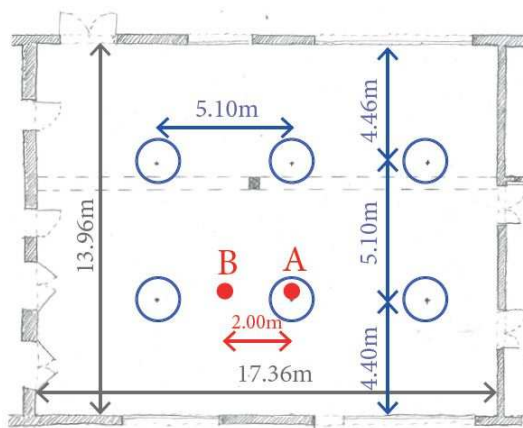
Sur le local d'administration : l'employé nous signale que son brasseur ne sert pas à grande chose, qu'il ne ressent pas l'air. Il se trouve qu'il tourne en mode hiver.

### 3.1.12. FRM-10A : Réfectoire Élémentaire – Groupe scolaire Jean Moulin

L'école Jean Moulin est située dans la commune d'Antibes (06).  
Il s'agit d'un projet de réhabilitation et construction neuve à usage scolaire.

- Description du local

Destination : réfectoire élémentaire  
Orientations menuiseries : est, ouest  
Dimensions maximales (m) :  
Largeur : 13,96  
Longueur : 17,36  
Hauteur : 3,66 (2,86 sous brasseur)  
Surface (m<sup>2</sup>) : 242  
Volume (m<sup>3</sup>) : 887  
Altimétrie : rez-de-chaussée  
Surface de parois extérieures : plâtre, bois en plafond  
Protection solaires : façade en bois ajourée (tasseaux verticaux)  
Ventilation : VMC double flux  
Climatisation : non  
Ventilation naturelle nocturne : non

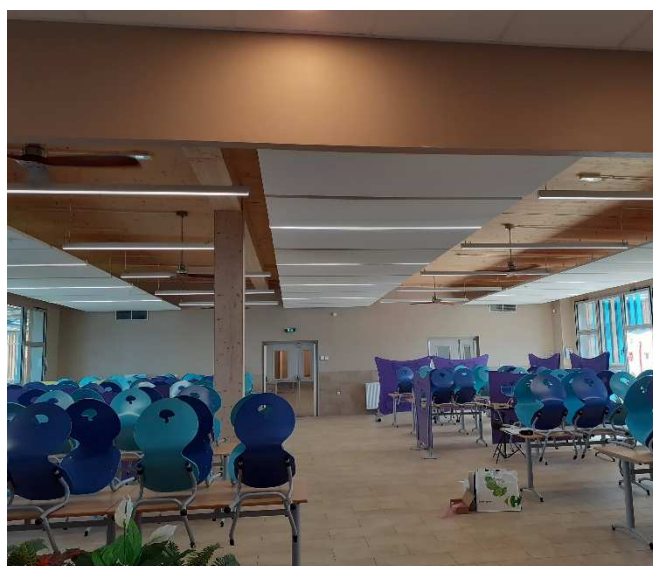


- Description des brasseurs

Nombre : 6  
Fabricant : Faro  
Modèle : Lantau  
Matière : acier (moteur) et bois (pales)  
Diamètre : 132 cm  
Nombre de pales : 3  
Réversible été/hiver : oui  
Éclairage intégré : non  
Puissance électrique max : 65 W  
Débit annoncé : 8853 m<sup>3</sup>/h  
Puissance acoustique max : pas annoncée  
Commande/régulation : télécommande à 3 vitesses



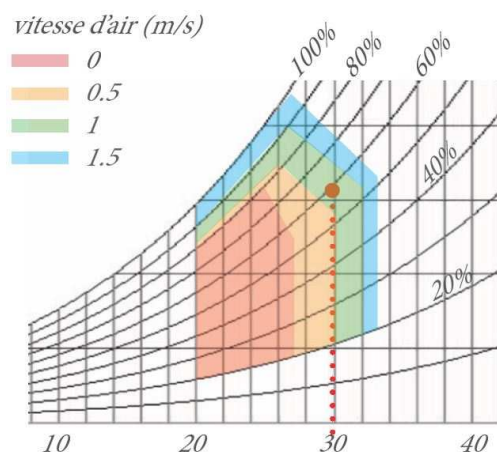
- Images





- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	08-07-21	11 : 10	Arrêt	0,12	29,88	59	28,88
A	08-07-21	11 : 17	Vminimale	0,81	29,54	59	28,70
A	08-07-21	11 : 24	Vmaximale	1,06	29,36	60	28,77
B	08-07-21	11 : 33	Vmaximale	0,29	29,56	59	28,77
B	08-07-21	11 : 41	Vminimale	0,18	30,01	59	28,77



- Conditions de prise de mesure
- Local inoccupé pendant la prise de mesure
- Ventilation naturelle : portes et fenêtres fermées
- Protections solaires : sans objet

- Témoignages

Employés :

*'Je crains qu'il chute et fasse mal à un enfant'*

*'Il est bien, en revanche il bouge un peu'*

- Observations

Les brasseurs d'air fonctionnent en courant continu. La télécommande est rangée dans les locaux propres à la restauration, adjacentes au réfectoire.

Les brasseurs sont situés au-dessus de certaines tables. La distance entre deux brasseurs permet d'installer des tables qui n'ont pas des brasseurs au-dessus.

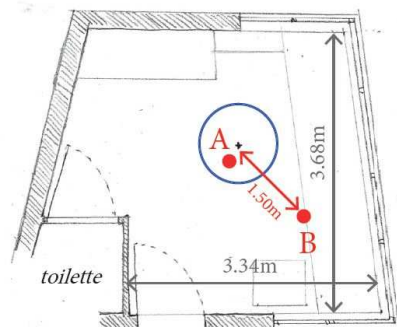
Le bruit est acceptable et ne gêne pas les usagers lors des repas.

### 3.1.13. FRM-10B : Loge gardien – Groupe scolaire Jean Moulin

L'école Jean Moulin est située dans la commune d'Antibes (06).  
Il s'agit d'un projet de réhabilitation et construction neuve à usage scolaire.

- Description du local

Destination : loge gardien  
Orientations menuiseries : Est, sud et ouest  
Dimensions maximales (m) :  
Largeur : 3,34  
Longueur : 3,68  
Hauteur : 2,78  
Surface (m<sup>2</sup>) : 14  
Volume (m<sup>3</sup>) : 39  
Altimétrie : rez-de-chaussée  
Surface de parois extérieures : plâtre  
Protections solaires : volet roulant  
Ventilation : VMC simple flux  
Climatisation : non  
Ventilation naturelle nocturne : non

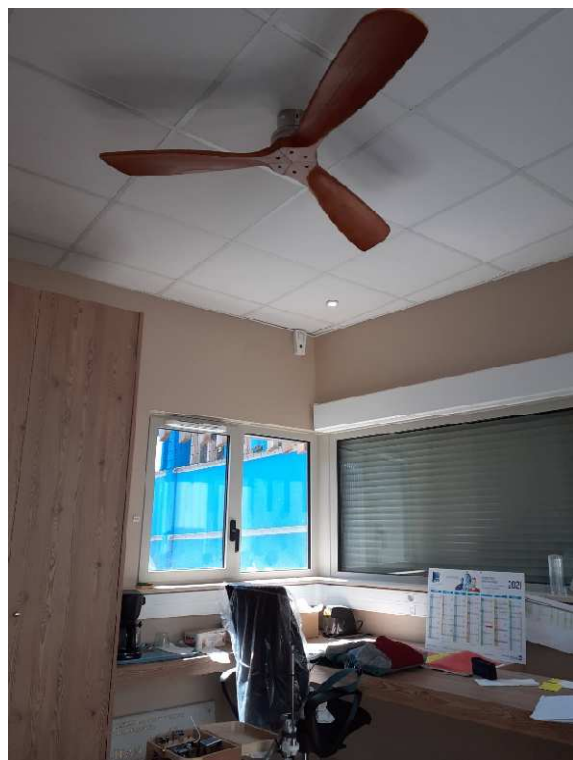


- Description des brasseurs

Nombre : 1  
Fabricant : Faro  
Modèle : Lantau  
Matière : acier (moteur) et bois (pales)  
Diamètre : 132 cm  
Nombre de pales : 3  
Réversible été/hiver : oui  
Éclairage intégré : non  
Puissance électrique max : 65 W  
Débit annoncé : 8853 m<sup>3</sup>/h  
Puissance acoustique max : pas annoncée  
Commande/régulation : télécommande à 3 vitesses

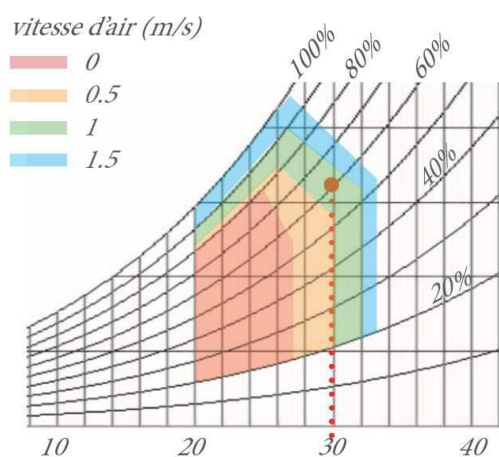


- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	08-07-21	10 : 25	Arrêt	0,15	29,81	60	29,64
A	08-07-21	10 : 33	Vminimale	0,62	30,10	60	29,20
A	08-07-21	10 : 40	Vmaximale	0,95	29,83	61	29,20
B	08-07-21	10 : 50	Vmaximale	0,56	29,77	62	29,14
B	08-07-21	10 : 58	Vminimale	0,23	30,03	62	29,18



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé pendant la prise de mesure
  - Ventilation naturelle : portes et fenêtres fermées
  - Protections solaires : volet roulant déployé partiellement
- Observations

A vitesse maximale, le bruit est très remarquable.

Certaines feuilles et post-it collés sur le mur, à droite du bureau, bougent lorsque le brasseur est en vitesse maximale, sans pour autant s'envoler.

Le ressenti d'air est assez homogène dans la pièce.

## 3.2. Fiches REX La Réunion

### 3.2.1. FRR-1A : Salle de TD - ESIROI

La salle de TD de l'université est située dans d'ancien bâtiment du site de l'avenue De Soweto à Saint-Pierre (Réunion). Cette salle peut recevoir 20 étudiants.

- Description du local

Destination : enseignement

Orientations menuiseries : est et ouest

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 6,80

Longueur : 7,20

Hauteur : 2,78 (2,40 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 49

Volume (m<sup>3</sup>) : 136

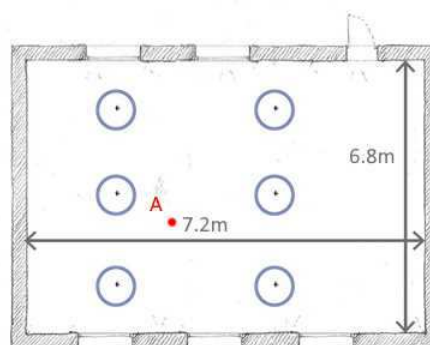
Altimétrie : R+1

Protections solaires : coursive côté ouest / patio couvert côté est

Ventilation : naturelle (local traversant)

Climatisation : oui

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 6

Fabricant : Hunter (ancien modèle)

Modèle : NC

Matière : acier

Diamètre : donnée technique non disponible

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : donnée technique non disponible

Débit annoncé : donnée technique non disponible

Puissance acoustique max : donnée technique non disponible

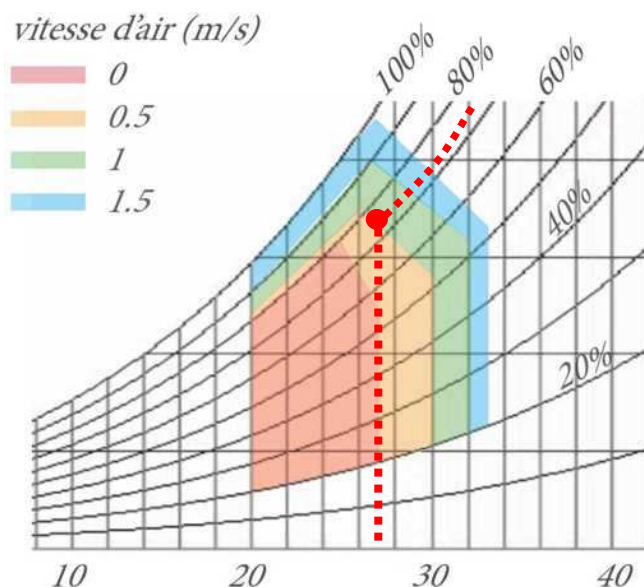
Commande/régulation : boîtiers pour régulation de vitesses

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	20-10-21	17 : 10	Arrêt	0,11	27,2	73,0	27,0
A	20-10-21	16 : 23	Vmaximale	0,77	27,2	72,5	26,5



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé mais juste après le dernier cours de la journée
  - Ventilation naturelle : Nacos ouverts
  - Protections solaires : sans objet
  - Porte d'entrée ouverte

- Témoignages

4 étudiants ont été interrogés. Ils sont unanimes pour dire que les brasseurs font un bruit qui est gênant lorsqu'il est nécessaire de se concentrer. Les brasseurs d'air sont en revanche perçus comme plus agréables que la climatisation. Le jugement de la vitesse d'air provoquée par les brasseurs d'air est en revanche différents d'un étudiant à l'autre allant de « fort » à « assez faible ».

Les brasseurs sont mis en route lorsque l'ensemble des Nacos et la porte sont ouverts.

La commande est murale.

- Observations

Cette salle de cours est protégée des apports solaires. Les équipements sont bruyants et vieillissants mais les usagers sont relativement satisfaits de leurs impacts.

### 3.2.2. FRR-1B : Salle de réunion - ESIROI

La salle de Réunion de l'université est située dans le nouveau bâtiment très performant du site de l'avenue De Soweto à Saint-Pierre (Réunion). Ce bâtiment a été pensé pour permettre une ventilation naturelle permanente.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : est et ouest

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 8,10

Longueur : 5,20

Hauteur : 3,50 (3,20 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 42

Volume (m<sup>3</sup>) : 147

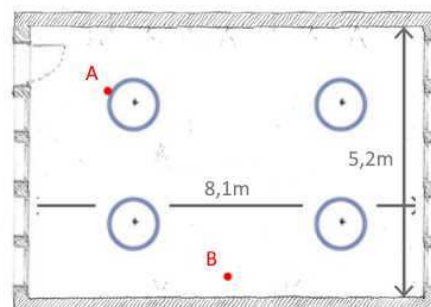
Altimétrie : R+3

Protections solaires : brise soleil côté ouest / coursive sur patio côté est

Ventilation : naturelle (local traversant)

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 4

Fabricant : Hunter

Modèle : Industry II

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

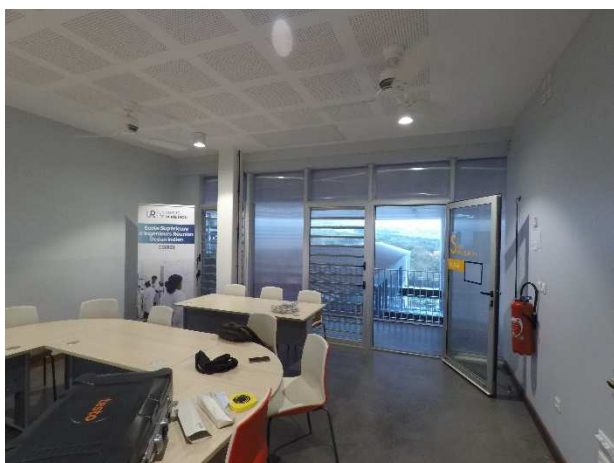
Puissance électrique max : 66W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 000 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max :

Commande/régulation : interrupteur accessible, boîtiers de régulation de vitesses en hauteur

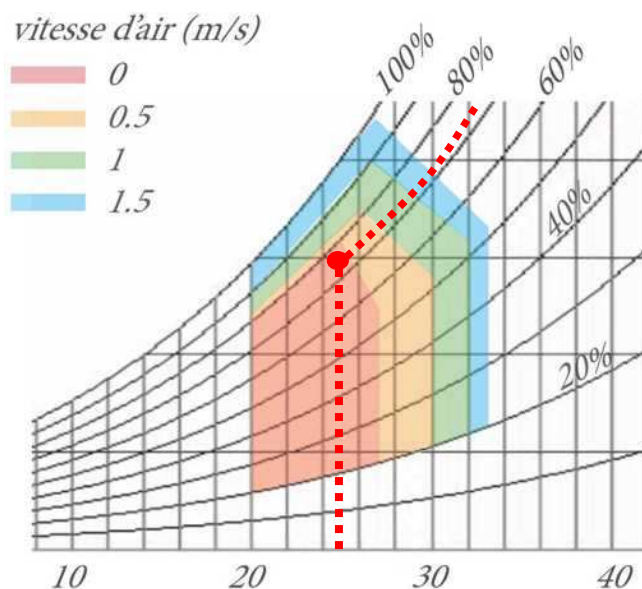
- Images





- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	20-10-21	17 : 47	Arrêt	0,07	25,1	71,5	25,0
A	20-10-21	17 : 50	Vmoyenne	0,36	25,1	71,6	25,1
B	20-10-21	18 : 08	Arrêt	0,07	25,0	71,6	25,3
B	20-10-21	18 : 08	Vmoyenne	0,30	25,2	71,3	25,2



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé par une personne
  - Ventilation naturelle : la moitié des Nacos ouverts
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée ouverte

- Témoignages

2 membres du personnel ont été interrogés. Ils sont d'accord pour déclarer les brasseurs d'air (associé à l'ouverture des Nacos) permettent d'obtenir des conditions de confort.

- Observations

La régulation est placée en hauteur pour éviter que les usagers fassent varier trop fréquemment la vitesse provoquant de l'inconfort et usant la commande. Le revers de la médaille est que la vitesse n'est pas adaptée aux besoins. Les utilisateurs fréquents de la salle déclaraient que les brasseurs étaient en vitesse maximale en arrivant de la local, or après vérification ils étaient en vitesse moyenne.

### 3.2.3. FRR-2A : Salle de réunion - CIRBAT

La salle de réunion du CIRBAT est située dans les locaux de Saint-André. Ce bâtiment n'a pas de qualification de performance particulière.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord et sud

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 7,30

Longueur : 5,60

Hauteur : 3,00 (2,70 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 35

Volume (m<sup>3</sup>) : 105

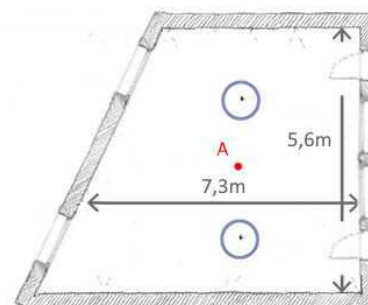
Altimétrie : RDC

Protections solaires : brise soleil côté sud / coursive sur patio côté nord

Ventilation : naturelle (local traversant)

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 2

Fabricant : Hunter

Modèle : Industry II (ancien modèle)

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : donnée technique non disponible

Débit annoncé : : donnée technique non disponible

Puissance acoustique max :

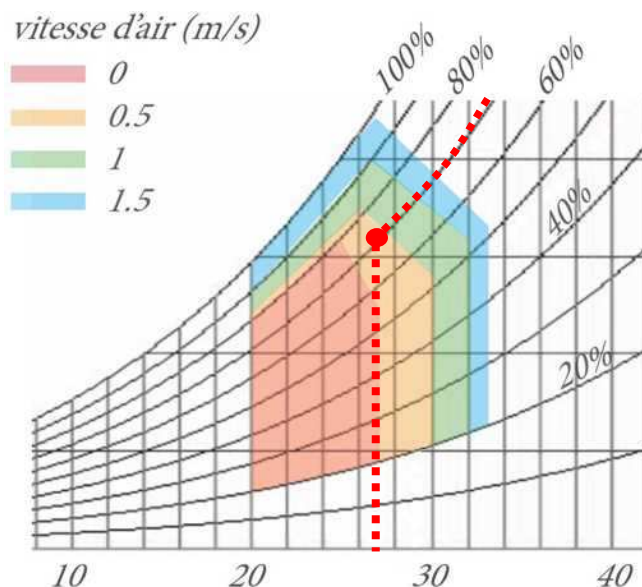
Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	21-10-21	14 : 46	Arrêt	0,1	27,0	73,0	27,0
A	21-10-21	15 : 56	Vmaximale -nacos ouverts	0,34	27,3	73,2	27,1
A	21-10-21	15 : 04	Vmaximale – nacos fermés	0,33	27,3	73,0	27,2



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé
  - Ventilation naturelle : les Nacos ont été ouverts sur un test puis fermés
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée ouverte puis fermée

- Témoignages

1 membre du personnel ont été interrogés. Il déclare que les brasseurs d'air sont peu utilisés dans ces pièces et lorsqu'ils le sont c'est à la vitesse minimum puisque certaines personnes ne supportent pas les vitesses élevées. De plus, il précise que ces brasseurs sont bruyants et la commande difficile à régler.

- Observations

Lors du premier test, l'un des brasseurs faisait vibrer le faux-plafond à grande vitesse. Le problème a pu être réglé en partie en remplaçant des dalles. Néanmoins sans ce problème, les deux brasseurs génèrent un bruit possiblement gênant. L'une des deux commandes est défectueuse (cf. photo ci-dessus).

Les pales des brasseurs sont montées à l'envers.

Les mesures montrent que, à la vitesse maximale, le flux d'air généré a une vitesse identique avec ou sans ventilation naturelle (ouverture/fermeture des nacos).

### 3.2.4. FRR-2B : Laboratoire Pathologies des bois - CIRBAT

Le laboratoire des pathologie du bois du CIRBAT est située dans les locaux de Saint-André. Ce bâtiment n'a pas de qualification de performance particulière.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord et sud

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 4,60

Longueur : 5,40

Hauteur : 3 (2,70 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 25

Volume (m<sup>3</sup>) : 75

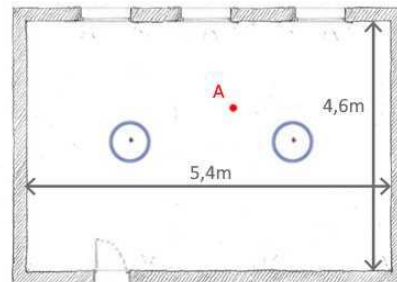
Altimétrie : RDC

Protections solaires : brise soleil côté nord / coursive sur patio côté sud

Ventilation : naturelle

Climatisation : non

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 2

Fabricant : Hunter

Modèle : Industry II (ancien modèle)

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

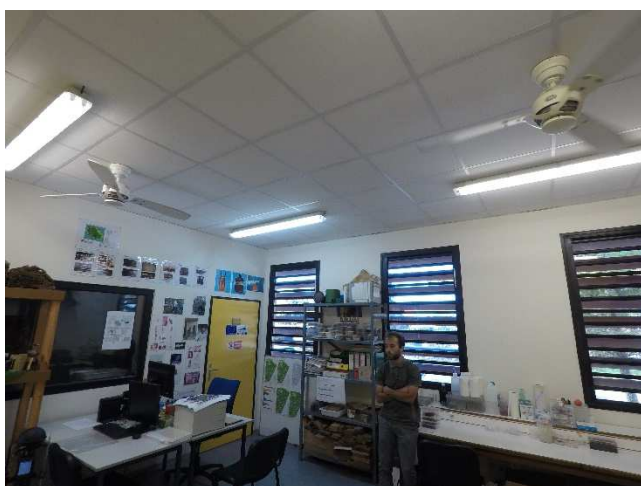
Puissance électrique max : donnée technique non disponible

Débit annoncé : : donnée technique non disponible

Puissance acoustique max :

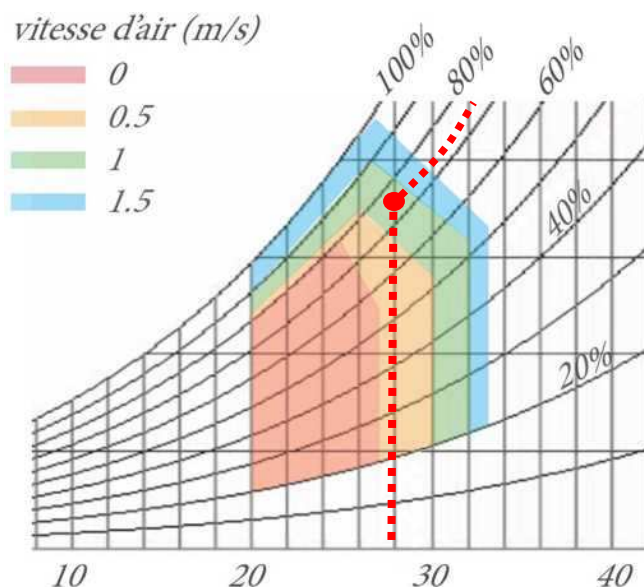
Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	21-10-21	14 : 19	Arrêt	0,04	27,9	73,6	27,9
A	21-10-21	15 : 26	Vmaximale	0,49	27,9	73,6	27,9



- Conditions de prise de mesure
  - Local inoccupé
  - Ventilation naturelle : Nacos fermés
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée fermée

- Témoignages

1 membre du personnel ont été interrogés. Il déclare utilisé dès que possible les brasseurs (en fonction de son activité, cela n'est pas toujours possible – poussière de bois). Il utilise les brasseurs nacos et portes fermées.

- Observations

Ce sont les mêmes brasseurs installés que dans la salle de réunion, or ceux-ci font moins de bruit.

La vitesse de rotation des brasseurs est différente (constat visuel).

La commande murale semble fragile.

### 3.2.5. FRR-3A : Bureau des techniciens – Hôtel de Région

L'Hôtel de Région de la Réunion est situé avenue Cassin à Saint Denis. Le bureau des techniciens accueille 3 techniciens.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 5,90

Longueur : 4,60

Hauteur : 2,70 (2,40 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 27

Volume (m<sup>3</sup>) : 73

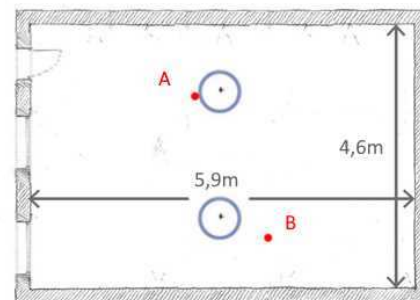
Altimétrie : R+2

Protections solaires large coursive

Ventilation : NC

Climatisation : oui

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 2

Fabricant : Hunter

Modèle : Carera

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui (bouton sur l'équipement)

Eclairage intégré : non

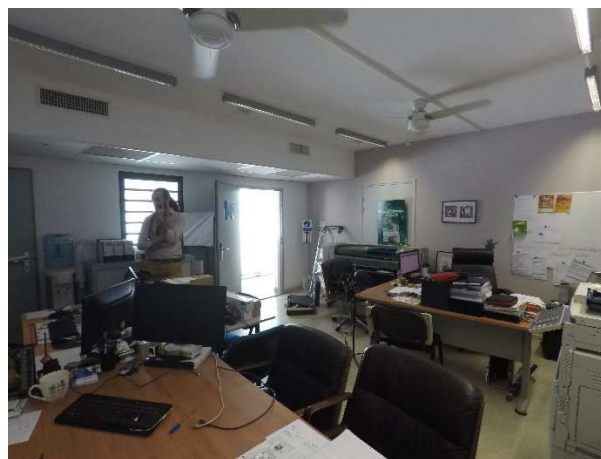
Puissance électrique max : 65W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 742 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max : 39,5 dB(A) (à grande vitesse)

Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses avec bouton supplémentaire (cf. photo ci-dessous)

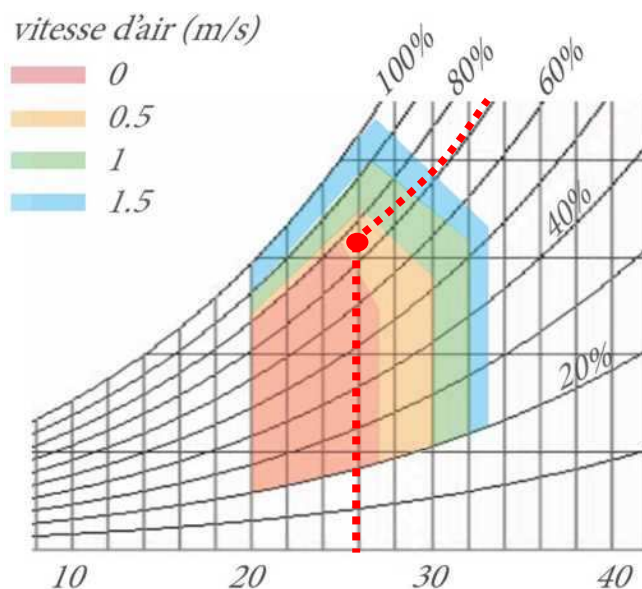
- Images





- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	22-10-21	09 : 23	Arrêt	0,1	26,0	71,7	26
A	22-10-21	09 : 26	Vmaximale	0,23	26,1	71,8	26,1
B	22-10-21	09 : 38	Arrêt	0,12	26,0	71,8	25,6
B	22-10-21	09 : 44	Vmaximale	0,76	26,0	71,6	25,4



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé
  - Ventilation naturelle : les Nacos ouverts
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée ouverte

- Témoignages

2 membres du personnel ont été interrogés. Ils déclarent ne pas utiliser les brasseurs puisque le moteur de l'un des deux fait beaucoup de bruit. Du fait qu'ils soient responsables de la maintenance, ils ont cherché à résoudre le problème mais n'ont pas trouvé de personnes compétentes pour résoudre le problème. Ils n'ont pas non plus réussi à traiter les problèmes par eux même (démontage et nettoyage non pas donné de résultats).

De plus, le bureau est climatisé. Ils préfèrent donc mettre en route la climatisation lorsque nécessaire. Ils se disent « pas convaincus de l'efficacité des brasseurs d'air ».

- Observations

Le bruit mentionné par les usagers très important.

Le bouton sur la commande des brasseurs est un bouton commandant l'éclairage lorsqu'ils en sont équipés. Les usagers ne connaissent pas son utilité et déduisent un dysfonctionnement de l'installation puisque son action n'induisait aucune action.

### 3.2.6. FRR-3B : Bureau des standardistes – Hôtel de Région

L'Hôtel de Région de la Réunion est situé avenue Cassin à Saint Denis. Le bureau des standardistes accueille 2 personnes.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur : 5,90

Longueur : 2,90

Hauteur : 2,70 (2,40 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) : 17

Volume (m<sup>3</sup>) : 46

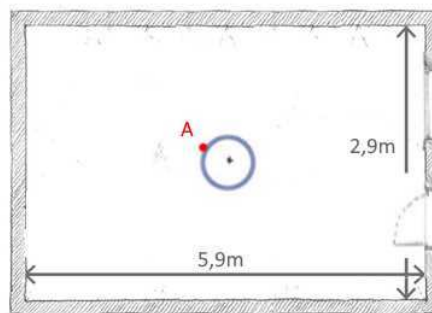
Altimétrie : R+2

Protections solaires large coursive

Ventilation : NC

Climatisation : oui

Ventilation naturelle nocturne : non



- Description des brasseurs

Nombre : 1

Fabricant : Hunter

Modèle : Carera

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui (bouton sur l'équipement)

Eclairage intégré : non

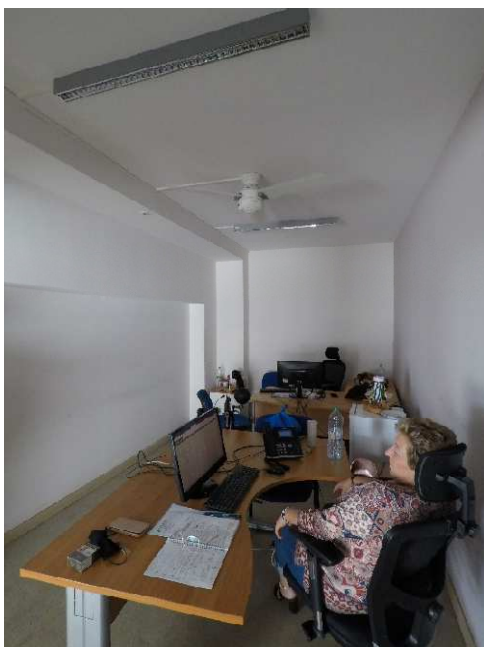
Puissance électrique max : 65W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 742 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max : 39,5 dB(A) (à grande vitesse)

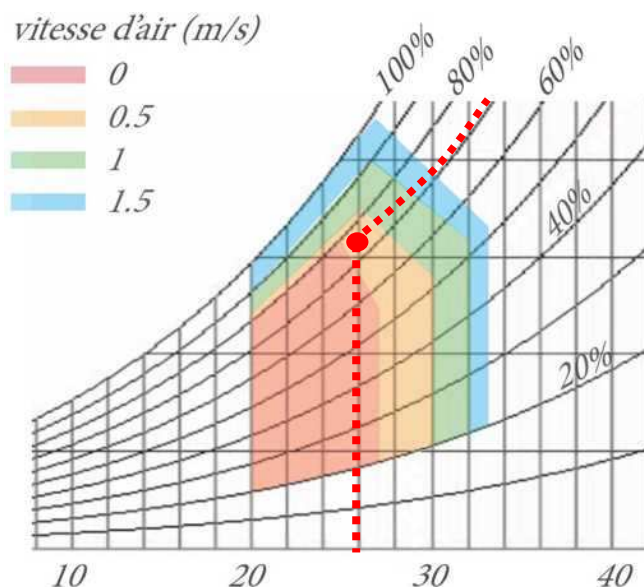
Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses avec bouton supplémentaire et tirette sur l'équipement

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	22-10-21	09 : 56	Arrêt	0,12	26	71,8	25,6
A	22-10-21	10 : 07	Vmaximale	0,35	25,9	71,8	25,7



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé
  - Ventilation naturelle : les Nacos ouverts
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée ouverte

- Témoignages

2 membres du personnel ont été interrogés. Les deux personnes déclarent ne pas être convaincues du brasseur dans ce bureau et donc l'utilise très peu (alors qu'elles en ont et les utilisent chez elles). L'une d'entre elle déclare être gênée par le bruit du brasseur, la seconde déclare ne pas être gênée.

Elles utilisent donc préférentiellement la climatisation lorsque nécessaire.

- Observations

Ce modèle de brasseur d'air est équipé d'une tirette permettant de commander les vitesses du brasseur. Cette commande fait doublon avec la commande murale. Après test, il est remarqué que la tirette était en position moyenne. Les usagers ne connaissaient pas l'utilité de cette commande.

### 3.2.7. FRR-4C : Open space R+1 – Bâtiment DARWIN

Le bâtiment DARWIN est situé rue Emile Hugot à Sainte-Clothilde. Cet immeuble de bureaux a été conçu par un bureau d'étude bâtiment local pour ses propres besoins. Il est jugé très performant et conçu pour s'adapter aux problématiques du climat tropical.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur :

Longueur :

Hauteur : 3,20 (2,90 sous brasseur)

Surface (m<sup>2</sup>) :

Volume (m<sup>3</sup>) :

Altimétrie : R+1

Protections : Brises soleils + façade végétale

Ventilation : mécanique

Climatisation : oui (mais non fonctionnelle)

Ventilation naturelle nocturne : oui

- Description des brasseurs

Nombre : 7

Fabricant : Hunter

Modèle : Carera

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui (bouton sur l'équipement)

Eclairage intégré : non

Puissance électrique max : 65W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 742 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max : 39,5 dB(A) (à grande vitesse)

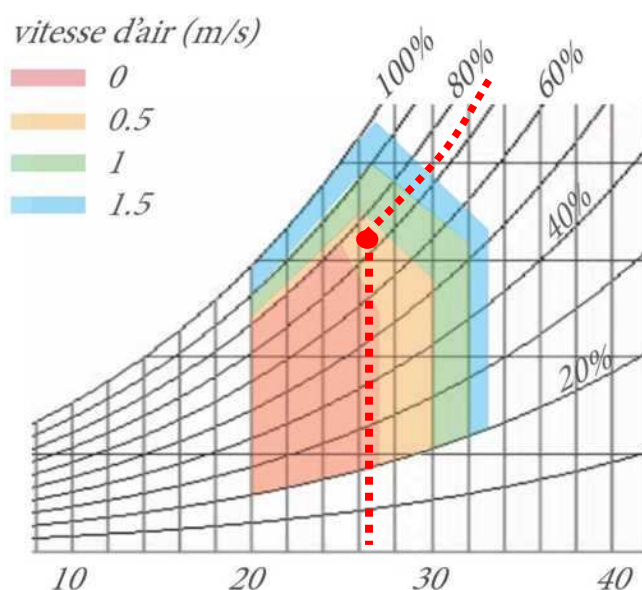
Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses avec bouton supplémentaire et tirette sur l'équipement

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	22-10-21	11 : 45	Arrêt	0,18	27,1	72,7	27,2
A	22-10-21	11 : 51	Vmaximale	0,38	27,2	72,7	27,2



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé
  - Ventilation naturelle : une partie des Nacos ouverts
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée fermée

- Témoignages

3 membres du personnel ont été interrogés. D'après eux les brasseurs sont très utiles 6 mois dans l'année. L'une d'entre elle déclare tout de même qu'elle apprécierait la climatisation à certain moment. Concernant l'acoustique, les 3 personnes déclarent qu'elles entendent les brasseurs mais que cela les gêne pas. Une personne fait remarquer que le bruit de la circulation extérieur est plus gênant.

Ils n'ont pas d'habitude concernant les ouvertures des nacos pour favoriser la ventilation traversante.

- Observations

Les usagers semblent conscients de l'intérêt des brasseurs.



### 3.2.8. FRR-4B : Open space R+2 – Bâtiment DARWIN

Le bâtiment DARWIN est situé rue Emile Hugot à Sainte-Clothilde. Cet immeuble de bureaux a été conçu par un bureau d'étude bâtiment local pour ses propres besoins. Il est jugé très performant et conçu pour s'adapter aux problématiques du climat tropical.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur :

Longueur :

Hauteur : 3,50 (3,20 sous brasseur) au plus bas

Surface (m<sup>2</sup>) :

Volume (m<sup>3</sup>) :

Altimétrie : R+2

Protections : Brises soleils + façade végétale

Ventilation : mécanique

Climatisation : oui (mais non fonctionnelle)

Ventilation naturelle nocturne : oui

- Description des brasseurs

Nombre : 12

Fabricant : Hunter

Modèle : Carera

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui (bouton sur l'équipement)

Eclairage intégré : non

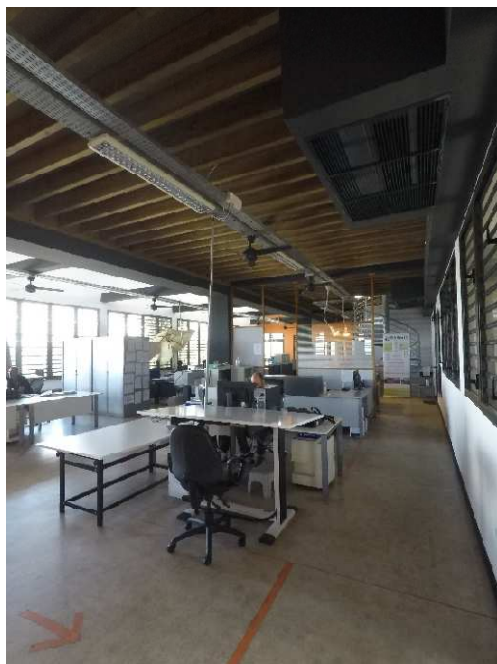
Puissance électrique max : 65W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 742 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max : 39,5 dB(A) (à grande vitesse)

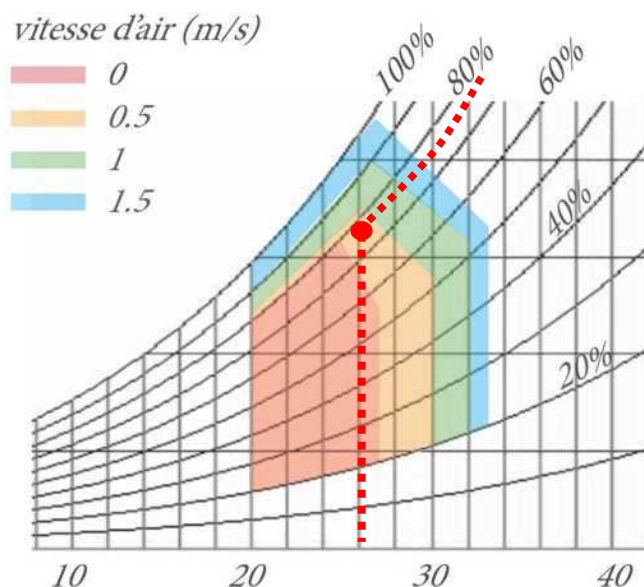
Commande/régulation : boîtiers muraux de régulation de vitesses avec bouton supplémentaire et tirette sur l'équipement

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	22-10-21	11 : 03	Arrêt	0,21	26,1	75,2	26,4
A	22-10-21	11 : 11	Vmaximale	0,93	26,2	75,2	26,4



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé
  - Ventilation naturelle : une partie des Nacos ouverts
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée fermée

- Témoignages

3 membres du personnel ont été interrogés. Deux personnes sont très satisfaites des brasseurs et mettent en fonctionnement le brasseur au-dessus d'eux lorsqu'il en ressent le besoin. Une personne située près de la façade nord du bâtiment déclare l'utiliser peu (plutôt à la mi-saison) et préfère un ventilateur sur table lorsqu'elle a trop chaud. Pour elle, les brasseurs sont mal positionnés et trop haut pour qu'elle en ressente l'effet.

Ils n'ont pas d'habitude concernant les ouvertures des nacos pour favoriser la ventilation traversante.

- Observations

Les usages sont très différents d'une zone à l'autre de l'open space, le ressenti également. Ceci pourrait être liée à la configuration de l'espace, au positionnement des brasseurs dans l'espace ou aux a priori des usagers quant à cet équipement.

### 3.2.9. FRR-4C : Open space R+3 – Bâtiment DARWIN

Le bâtiment DARWIN est situé rue Emile Hugot à Sainte-Clothilde. Cet immeuble de bureaux a été conçu par un bureau d'étude bâtiment local pour ses propres besoins. Il est jugé très performant et conçu pour s'adapter aux problématiques du climat tropical.

- Description du local

Destination : tertiaire

Orientations menuiseries : nord

Dimensions maximales (m) :

Largeur :

Longueur :

Hauteur : variable (sous pente)

Surface (m<sup>2</sup>) :

Volume (m<sup>3</sup>) :

Altimétrie : R+3

Protections : Brises soleils

Ventilation : mécanique

Climatisation : oui (mais non fonctionnelle)

Ventilation naturelle nocturne : oui

- Description des brasseurs

Nombre : 5

Fabricant : Hunter

Modèle : Industry II

Matière : acier

Diamètre : 132 cm

Nombre de pales : 3

Réversible été/hiver : oui

Eclairage intégré : non

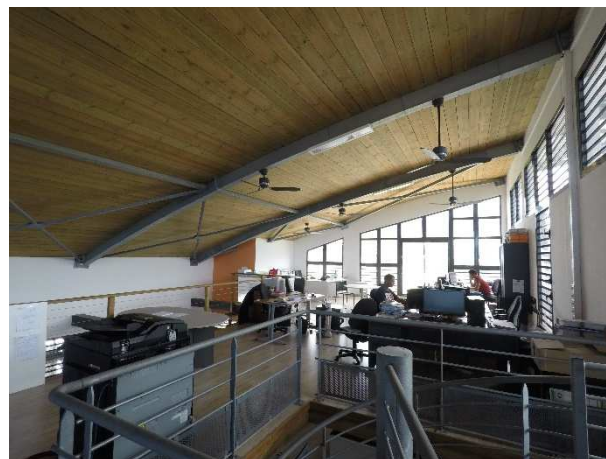
Puissance électrique max : 66W (à grande vitesse)

Débit annoncé : 9 000 m<sup>3</sup>/h (à grande vitesse)

Puissance acoustique max :

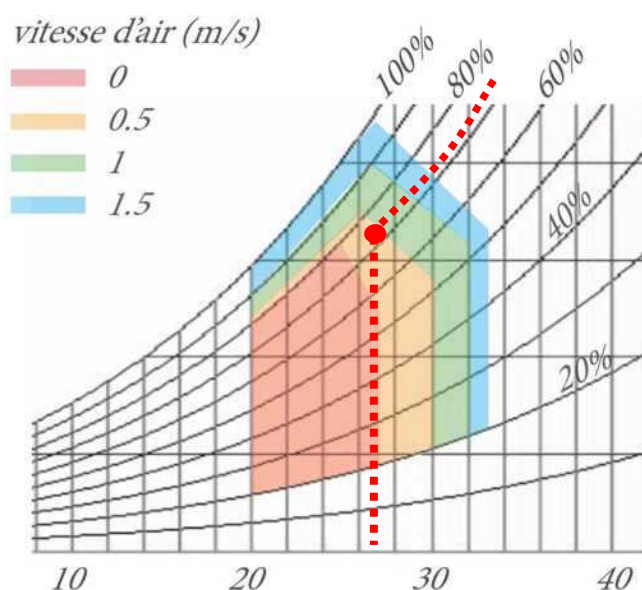
Commande/régulation : interrupteur accessible, boîtiers de régulation de vitesses en hauteur

- Images



- Lecture de données

Point	Date	Heure	Régulation	Vitesse d'air (m/s)	Temp. Sèche (°C)	Humidité relative (%)	Temp. Rayonnante (°C)
A	22-10-21	11 : 26	Arrêt	0,21	27,3	73,4	27,1
A	22-10-21	11 : 30	Vmaximale	0,93	27,4	73,5	27,2



- Conditions de prise de mesure
  - Local occupé
  - Ventilation naturelle : Nacos fermés
  - Protections solaires : fixes
  - Porte d'entrée fermée

- Témoignages

1 personne a été interrogée. Cette personne a un bon a priori sur les brasseurs et est contente des brasseurs installés. Elle l'utilise toujours à la vitesse moyenne car à forte vitesse elle se plaint d'assèchement des yeux.

- Observations

RAS

## 4. Synthèse / Conclusions

### 4.1. Typologies des locaux

Concernant les dix bâtiments visités en métropole, treize locaux ont été instrumentés. A La Réunion, neuf locaux ont été instrumentés sur quatre bâtiments. Nous pouvons distinguer quatre typologies :

Typologie A : grande hauteur et grande surface

Local	Hauteur sous plafond	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Nombre brasseur d'air	Ratio m <sup>2</sup> /brasseur d'air	Ratio m <sup>3</sup> /brasseur d'air	Diamètre brasseur d'air utilisé (m)	Ratio m <sup>2</sup> /mBA
Salle de danse (EMDAL)	3,50	150	525	4	37,5	131	0,86	43,60
Dojo (Gymnase)	5,05	105	530	5	21	103	1,42	14,79
Salle de musculation (Gymnase)	5,05	125	631	5	25	126	1,42	17,60
Salle polyvalente (GS Vedène)	2,40 à 4,40	88	252	6	14,6	42	0,96	15,20
Hall d'entrée (Ecole de voile)	4,02	174	650	5	34,8	130	1,32	26,36
Réfectoire (Ecole Jean Moulin)	3,66	242	886	6	40,3	147	1,32	30,53

Typologie B : grande hauteur et petite surface (maison)

Local	Hauteur sous plafond	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Nombre brasseur d'air	Ratio m <sup>2</sup> /brasseur d'air	Ratio m <sup>3</sup> /brasseur d'air	Diamètre brasseur d'air (m)	Ratio m <sup>2</sup> /mBA
Villa Fallourd	4,30	45	122	1	45	122	1,40	32,14
La Bédouide (villa)	4,66	33	151	1	33	151	1,40	23,57

Typologie C : petite-moyenne hauteur et petite surface

Local	Hauteur sous plafond	Surface (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Nombre brasseur d'air	Ratio m <sup>2</sup> /brasseur d'air	Ratio m <sup>3</sup> /brasseur d'air	Diamètre brasseur d'air (m)	Ratio m <sup>2</sup> /mBA
Logement social (Baccia Dona)	2,50	19	47	1	19	47	1,32	14,39
Salle de réunion (EnvirobatBDM)	2,24 à 2,45	52	122	2	26	61	0,96	27,08
Bureau (Tour du Valat)	2,66	25	66	2	12,5	33	1,32	9,46
Loge gardien (Ecole Jean Moulin)	2,78	14	39	1	14	39	1,32	10,60
Salle de TD (ESIROI)	2,78	49	136	6	8.16	22.66	Non disponib.	Non disponib.
Salle de réunion (ESIROI)	3,50	42	147	4	10.5	36.75	1,32	7.95
Salle de réunion (CIRBAT)	3,00	35	105	2	17.5	52.5	1,32	13.26
Laboratoire pathologies des bois (CIRBAT)	3,00	25	75	2	12.5	37.5	1,32	9.46
Bureau des techniciens (Hôtel de Région)	2,70	27	73	2	13.5	36.5	1,32	10.22

<u>Bureau des standardistes (Hôtel de Région)</u>	<u>2.70</u>	<u>17</u>	<u>46</u>	<u>1</u>	<u>17</u>	<u>46</u>	<u>1.32</u>	<u>12.88</u>
---	-------------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------	-------------	--------------

Typologie D : petite hauteur et grande surface

<u>Local</u>	<u>Hauteur sous plafond</u>	<u>Surface (m<sup>2</sup>)</u>	<u>Volume (m<sup>3</sup>)</u>	<u>Nombre brasseur r d'air</u>	<u>Ratio m<sup>2</sup>/brasseur d'air</u>	<u>Ratio m<sup>3</sup>/brasseur d'air</u>	<u>Diamètre brasseur d'air (m)</u>	<u>Ratio m<sup>2</sup>/mBA</u>
<u>Salle de motricité (GS Vedène)</u>	<u>2,60</u>	<u>117</u>	<u>304</u>	<u>2</u>	<u>58,5</u>	<u>152</u>	<u>0,86</u>	<u>67,67</u>

Le ratio m<sup>2</sup>/brasseur d'air nous indique le nombre de m<sup>2</sup> affecté à chaque brasseur d'air pour chaque local. Ce ratio est corrigé, en le divisant par le diamètre des brasseurs installés, pour obtenir m<sup>2</sup>/mBA, afin de ramener la surface affectée à un diamètre fictif de 100cm et pouvoir ainsi comparer les différentes installations.

Le ratio m<sup>3</sup>/brasseur d'air indique le nombre de m<sup>3</sup> affecté à chaque brasseur. Cet indicateur est surtout intéressant pour prendre en compte les phénomènes de destratification en hiver, pour les locaux de grande hauteur (typologies A et B).

D'une manière générale, concernant la répartition des brasseurs dans les locaux nous constatons, à l'aide des ratios m<sup>2</sup>/brasseur d'air, m<sup>2</sup>/mBA et m<sup>3</sup>/brasseur d'air, que leur implantation n'est pas homogène. La densité de brasseurs peut varier du simple ou double au sein d'une même typologie de locaux.

D'un côté, les plus petits ratios se trouvent dans les locaux à faible surface (typologie C), à l'exception des maisons individuelles. D'un autre côté, les plus grands ratios sont constatés dans les grandes surfaces (typologie A, sauf salle polyvalente). Cela montre que, lorsqu'il s'agit des grandes surfaces et volumes, la densité diminue par rapport aux petites surfaces.

D'un point de vue géographique, nous ne constatons pas de variations significatives de ces ratios entre les locaux instrumentés en métropole et à La Réunion (Esiroi, Cirbat et Hôtel de Région, typologie C). Néanmoins, une densité des brasseurs légèrement plus forte dans certains locaux de La Réunion est constatée.

Pour info, les locaux 'Open space r+1', 'Open space r+2' et 'Open space r+3' du bâtiment DARWIN à La Réunion ne sont pas intégrés dans les tableaux ci-dessus par manque des données.



## 4.2. Brasseurs instrumentés

On distingue sept marques et treize modèles différents audités, leurs caractéristiques principales annoncées par les fabricants sont les suivantes :

Marque	Modèle	Diamètre (cm)	Nombre pales	AC/DC	Été/Hiver	Eclairage intégré	Puissance max (W)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Efficacité à vitesse maximale (m <sup>3</sup> /Wh)	Prix (€) <sup>(3)</sup>
FARO	INDUS	140	3	AC	Oui	Non	47,6	9300	195	75-135
FARO	POLARIS	132	3	DC	Oui	Oui	35	9860	282	250-350
FARO	LAKKI	132	3	DC	Oui	Non	50	<sup>(4)</sup>	<sup>(4)</sup>	380-400
FARO	LANTAU	132	3	DC	Oui	Non	65	8853	136	255-295
FARO	TIMOR	132	4	DC	Oui	Oui	50	8056	161	225-290
S&P	HTB 90	96	3	AC	Oui/Non <sup>(1)</sup>	Non	55	6000	109	100-125
HELIOS	DVW	140	3	AC	Oui	Non	75	13000	173	110-260
FRICO	ICF	142,2	3	AC	Oui	Non	70	13500	193	220-230
HUNTER	INDUSTRIE	132	3	AC	Oui	Non	70	13600	194	215-245
HUNTER	INDUSTRIE II	132	3	AC	Oui	Non	66	9000	136	270-400
HUNTER	CARERA	132	3	AC	Oui	Non	65	9742	150	260-425
EXHALE	-	86	0	DC	<sup>(2)</sup>	Oui	50	6900	138	690-700
VORTICE	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>	<sup>(5)</sup>

(1) Oui (Salle polyvalente GS Vedène) / Non (Salle de réunion EnvirobatBDM)

(2) Le modèle Exhale propose 6 vitesses, mais l'inversion du sens de rotation des pales n'est pas possible. Les vitesses plus faibles (1 et 2) peuvent se comparer avec le mode hiver d'autres marques

(3) Les prix affichés sont ceux trouvés sur internet (décembre 2021), fourniture TTC avec une fourchette minimum-maximum en fonction du distributeur

(4) Donnée introuvable

(5) Modèle non trouvé. Données techniques non disponibles.

Nous constatons que, d'une part, certaines caractéristiques sont communes à une grande majorité des brasseurs utilisés, comme leur diamètre (132-140 cm) et le nombre de pales (3). Cela contraste avec l'offre sur le marché, qui propose des brasseurs avec des diamètres supérieures comme 150 ou 180 cm voire plus et parfois avec 5 pales.

En revanche, les différences sont plus visibles lorsqu'il s'agit des puissances maximales. Elles varient du simple (35 W) au double (70 W), avec une moyenne d'environ 55 W. Les débits proposés par les fournisseurs montrent également des différences importantes (de 6000 à 13500 m<sup>3</sup>/h). Ces deux facteurs combinés nous donnent l'efficacité de chaque brasseur. Nous constatons, sans surprise, des variations du simple pouvant aller jusqu'à deux fois et demi (de 106 à 282 m<sup>3</sup>/Wh).

Concernant l'aspect financier, les prix sont globalement homogènes dans la presque totalité des cas, sauf pour le modèle Lakki de Faro et le brasseur Exhale.

## 4.3. Vitesses d'air

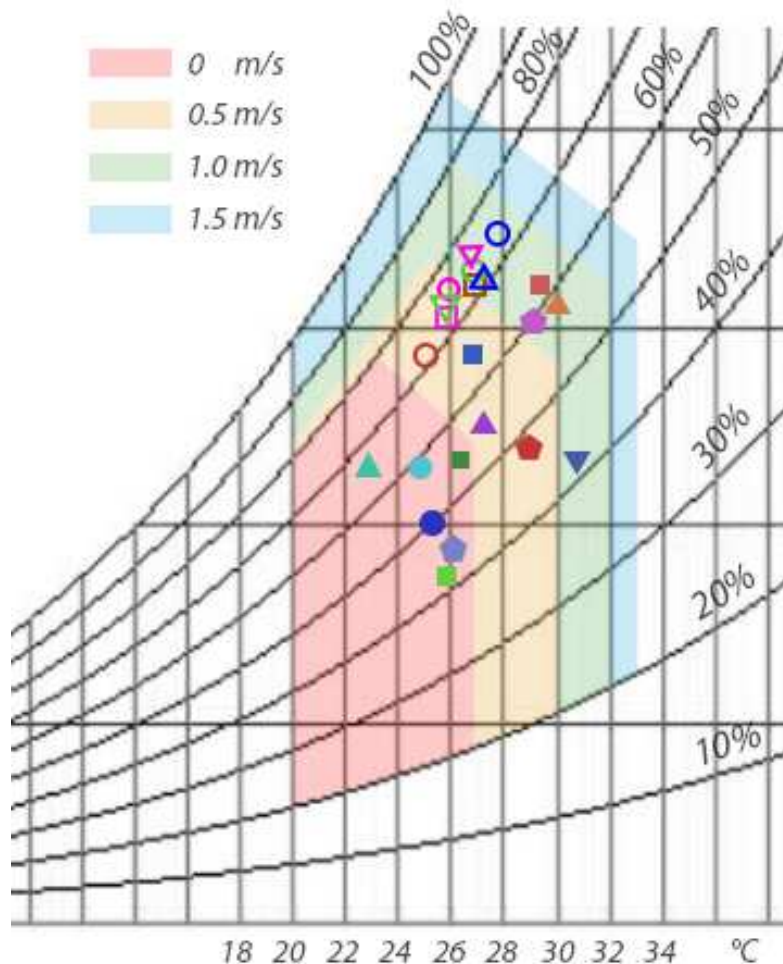
Pour évaluer le confort dû aux brasseurs dans chaque local, nous prenons le diagramme de Givoni comme modèle intégrant les vitesses d'air.

*'Le diagramme de Givoni établit pour une activité sédentaire et avec un habillement adapté à l'été, sur le diagramme de l'air humide, des zones de confort correspondant à différentes plages de vitesse d'air (jusqu'à 1,5 m/s, vitesse au-delà de laquelle un risque de nuisance existe).'* – Extrait du guide Bio-tech – Confort d'été passif – ARENE Ile de France – ICEB.

Le graphique ci-dessous nous montre les températures/humidités moyennes de chaque opération visitée.

Locaux en région PACA :

- EMDAL
- Villa Fallourd
- ◆ Dojo-Gymnase
- ▼ Salle Musculation-Gymnase
- ▲ Logement Baccia Dona
- Salle réunion EnvirobatBDM
- ◆ Salle Polyvalente – GS Vedène
- Salle Motricité – GS Vedène
- Bureau – Tour du Valat
- ▲ Villa – La Bédouide
- ◆ Hall d'entrée – Base de voile
- ▲ Réfectoire – Ecole Jean Moulin
- Loge Gardien – Ecole Jean Moulin



Locaux à La Réunion :

- ▲ Salle de réunion CIRBAT
- Salle de réunion ESIROI
- Laboratoire CIRBAT
- Salle TD ESIROI
- Open space r+1 DARWIN
- Bureau techniciens Hôtel de Région
- Open space r+2 DARWIN
- ▼ Open space r+3 DARWIN
- ▼ Bureau standardistes Hôtel de Région

Pour chaque local, la vitesse nécessaire (selon le modèle Givoni) est définie pour garantir le confort, selon la plage de température-humidité donnée. Ainsi, nous trouvons que pour différents locaux, et en fonction de données recueillies (qui sont partielles et représentatives d'un moment donné), la vitesse d'air nécessaire sera différente.

Par exemple, pour la salle polyvalente (GS Vedène), la température moyenne est d'environ 26°C, avec une humidité relative moyenne d'environ 46%. La vitesse d'air nécessaire selon Givoni serait de 0 m/s, c'est-à-dire nulle. Avec ces conditions hygrothermiques, l'effet 'brise d'été' n'est pas nécessaire.

Pour le dojo (gymnase), la température moyenne est d'environ 29°C, avec une humidité relative moyenne d'environ 47%. La vitesse d'air nécessaire selon Givoni serait d'environ 0,5 m/s.

Finalement, pour le réfectoire (Ecole Jean Moulin), la température moyenne est d'environ 30°C, avec une humidité relative moyenne d'environ 59%. La vitesse d'air nécessaire selon Givoni serait d'environ 1 m/s.

Ces trois cas nous montrent que, selon les conditions hygrothermiques recueillies lors des instrumentations, les vitesses d'air nécessaires seront différentes pour garder une conformité vis-à-vis du modèle Givoni.

Les tableaux ci-dessous résument ces propos pour chaque local en fonction de l'implantation de l'anémomètre, soit sous les brasseurs, soit à environ 150 cm, et montrent cette 'conformité' à Givoni.

### 4.3.1. Vitesses d'air sous les brasseurs

Local	Vitesse constatée (Vmin-Vmax)	Vitesse nécessaire Givoni <sup>(1)</sup>	0,4 < V < 0,6 m/s	V > 0,9 m/s
Ecole de danse	/ - 0,19	< 0,50	Non	Non
Villa Fallourd	<sup>(2)</sup>	< 0,50	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
Dojo (Gymnase)	/ - 1,11	≈ 0,50	Oui	Oui
Salle de musculation (Gymnase)	/ - 0,25 <sup>(3)</sup>	≈ 1,00	<sup>(3)</sup>	<sup>(3)</sup>
Logement social (Baccia Dona)	0,34 - 0,69	≈ 0,50	Oui	Non
Salle de réunion (EnvirobotBDM)	1,04 - 1,70	< 0,50	Oui	Oui
Salle polyvalente (GS Vedène)	0,20 - 0,40	< 0,50	Oui	Non
Salle motricité (GS Vedène)	0,27 - 0,31	< 0,50	Non	Non
Bureau (Tour du Valat)	<sup>(4)</sup>	≈ 0,50	Oui/Oui	Non/Oui
Villa La Bédouide	0,33 - 1,24	< 0,50	Oui	Oui
Hall d'entrée (Ecole de voile)	0,87 - 1,43	≈ 1,00	Oui	Oui
Réfectoire (Ecole Jean Moulin)	0,81 - 1,06	≈ 1,00	Oui	Oui
Loge gardien (Ecole Jean Moulin)	0,62 - 0,95	≈ 1,00	Oui	Oui
Salle TD ESIROI	<sup>(2)</sup>	≈ 1,00	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
Salle de réunion ESIROI	/ - 0,36	≈ 0,50	Non	Non
Salle de réunion CIRBAT	<sup>(2)</sup>	≈ 1,00	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
Laboratoire pathologies bois CIRBAT	<sup>(2)</sup>	≈ 1,00	<sup>(2)</sup>	<sup>(2)</sup>
Bureau techniciens Hôtel de Région	/ - 0,23	≈ 0,50	Non	Non
Bureau standardistes Hôtel de Région	/ - 0,35	≈ 0,50	Non	Non
Open space r+1 DARWIN	/ - 0,38	≈ 1,00	Non	Non
Open space r+2 DARWIN	/ - 0,93	≈ 0,50	Oui	Oui
Open space r+3 DARWIN	/ - 0,93	≈ 1,00	Oui	Oui

- (1) Pour chaque salle et selon les conditions hygrothermiques données (non extrapolables sur une année)
- (2) La prise de mesure n'a pas été réalisée sous le brasseur. Voir le tableau 4.3.2
- (3) Erreur lors de la prise de mesure. Les données ne sont pas exploitables
- (4) Modèle Hunter : 0,24 – 0,44 m/s ; Modèle Faro : 0,90 – 2,01 m/s

Les colonnes '0,4 < V < 0,6 m/s' ainsi que 'V > 0,9 m/s' indiquent, pour chaque local, si les brasseurs atteignent ces vitesses. Pour rappel, les professionnels de la construction considèrent une baisse de 2°C de température ressentie avec une vitesse d'environ 0,5 m/s et de 4°C avec 1 m/s.

Concernant les locaux en région PACA, la grande majorité des brasseurs génèrent des vitesses entre 0,4 et 0,6 m/s, à l'exception de ceux installés dans l'Ecole de danse et dans la salle de motricité (GS Vedène). D'un autre côté, presque la moitié des brasseurs (5 sur 11) n'arrivent pas à générer une vitesse supérieure à 0,9 m/s.

Pour les locaux à La Réunion, aucun brasseur n'arrive à générer des vitesses entre 0,4 et 0,6 m/s, à l'exception des ceux installés dans l'Open space r+2 et r+3 du bâtiment Darwin. Ce sont également ces deux locaux qui peuvent bénéficier, au besoin, de vitesses légèrement supérieures 0.9 m/s.

**Au total, sur 22 locaux instrumentés, nous avons pu récupérer des données sur 17 locaux.**

- 11 locaux sur 17, soit environ 65% arrivent à générer des vitesses entre 0.4 m/s et 0.6 m/s (ce qui correspond à une diminution de 2°C de température ressentie). Sur les 11 locaux, 9 sont situés en PACA et 2 à La Réunion.
- 9 locaux sur 17, soit environ 52%, génèrent une vitesse supérieure à 0.9 m/s (diminution d'environ 4°C de température ressentie). Sur les 9 locaux, 7 sont situés en PACA et 2 à La Réunion.

#### 4.3.2. Vitesses d'air à environ 150 cm

- (1) Pour chaque salle et selon les conditions hygrothermiques données (non extrapolables sur une année)  
 (2) La prise de mesures n'a été réalisée que sous le brasseur. Voir le tableau 4.3.1

Local	Vitesse constatée (Vmin-Vmax)	Vitesse nécessaire Givoni <sup>(1)</sup>	0,4 < V < 0,6 m/s	V > 0,9 m/s
Ecole de danse	/ - 0,27	< 0,50	Non	Non
Villa Fallourd	0,27 - 0,65	< 0,50	Oui	Non
Dojo (Gymnase)	(2)	≈ 0,50	(2)	(2)
Salle de musculation (Gymnase)	(2)	≈ 1,00	(2)	(2)
Logement social (Baccia Dona)	(2)	≈ 0,50	(2)	(2)
Salle de réunion (EnvirobotBDM)	0,19 - 0,28	< 0,50	Non	Non
Salle polyvalente (GS Vedène)	0,25 - 1,01 <sup>(3)</sup>	< 0,50	Oui	Oui
Salle motricité (GS Vedène)	0,32 - 0,49	< 0,50	Oui	Non
Bureau (Tour du Valat)	0,30 - 0,43 <sup>(4)</sup>	≈ 0,50	Oui	Non
Villa La Bédouide	(2)	< 0,50	(2)	(2)
Hall d'entrée (Ecole de voile)	0,23 - 0,34	≈ 1,00	Non	Non
Réfectoire (Ecole Jean Moulin)	0,18 - 0,29	≈ 1,00	Non	Non
Loge gardien (Ecole Jean Moulin)	0,23 - 0,56	≈ 1,00	Oui	Non
Salle TD ESIROI	0,11-0,77	≈ 1,00	Oui	Non
Salle de réunion ESIROI	/ - 0,30	≈ 0,50	Non	Non
Salle de réunion CIRBAT	/ - 0,34	≈ 1,00	Non	Non
Laboratoire pathologies bois CIRBAT	/ - 0,49	≈ 1,00	Oui	Non
Bureau techniciens Hôtel de Région	/ - 0,76	≈ 0,50	Oui	Non
Bureau standardistes Hôtel de Région	(2)	≈ 0,50	(2)	(2)
Open space r+1 DARWIN	(2)	≈ 1,00	(2)	(2)
Open space r+2 DARWIN	(2)	≈ 0,50	(2)	(2)
Open space r+3 DARWIN	(2)	≈ 1,00	(2)	(2)

- (3) Nota : les brasseurs étaient en mode hiver, la mesure a été prise au droit d'un mur périphérique. Cela nous montre, en comparaison avec le tableau 4.3.1, que le flux d'air était plus fort sur la périphérie du local, pouvant aller jusqu'à 1 m/s, et plus faible au centre, sous les brasseurs.  
 (4) Les valeurs définies représentent les vitesses des deux brasseurs activés simultanément.

Ce tableau nous montre une diminution assez importante des vitesses d'air, en comparaison avec les mesures prises sous les brasseurs. Nous retenons quinze locaux exploitables.

Concernant les locaux en région PACA, 4 brasseurs sur 9 n'arrivent pas à générer une vitesse d'air entre 0,4 et 0,6 m/s, tandis qu'un 1 brasseur sur 9 atteint une vitesse supérieure à 0,9 m/s, sur la salle polyvalente (GS Vedène). Curieusement, les brasseurs installés dans ce local sont en mode hiver, donc nous ne pouvons pas les retenir comme satisfaisants pour le confort d'été, car cette vitesse est prise collée contre un mur périphérique.

Pour les locaux à La Réunion, 3 brasseurs sur 5 arrivent à générer des vitesses entre 0,4 et 0,6 m/s. En revanche, aucun brasseur ne génère pas des vitesses supérieures à 0.9m/s.

**Au total, sur 22 locaux instrumentés, nous avons pu récupérer des données sur 14 locaux.**

- **8 locaux sur 14, soit environ 57% arrivent à générer des vitesses entre 0.4 m/s et 0.6 m/s (ce qui correspond à une diminution de 2°C de température ressentie). Sur les 8 locaux, 5 sont situés en PACA et 3 à La Réunion.**
- **Aucun brasseur génère une vitesse supérieure à 0.9 m/s (diminution d'environ 4°C de température ressentie).**



## 4.4. Conclusions

L'ensemble des visites nous a permis d'avoir une vision globale de l'utilisation des brasseurs dans les bâtiments durables méditerranéens. Même si ces retours n'ont pas une vocation à généraliser des enseignements, ou à tracer des grandes lignes de conduite et perception des usagers, nous pouvons néanmoins proposer certains sujets qui, à notre sens, peuvent avoir un intérêt pour les phases suivantes du projet BRASSE.

### Mode hiver / Mode été

Certains usagers n'ont pas connaissance du mode hiver. Cela a été constaté dans la typologie A (grand volume et grande surface). Les économies d'énergie de chauffage ne sont donc pas réalisées. Comme exemple : les brasseurs d'air de la salle polyvalente (GS Vedène) tournent en mode hiver toute l'année, mais personne ne l'a remarqué. Le changement été/hiver se fait individuellement sur chaque brasseur d'air et il faut monter à 3-4 mètres de hauteur. Le résultat est que personne n'est chargé de le faire. Pour le petit bureau de l'école de voile, le même constat a été fait. Cela produit chez les usagers une impression de sous-performance des brasseurs d'air voire d'inefficacité.

Pour la typologie B (maisons individuelles), la maîtrise des brasseurs est plus aboutie, et le mode hiver est utilisé au besoin. Sur une des maisons, des capteurs de température ont été posés à plusieurs endroits (rdc, mezzanine, extérieur, sous véranda...) pour activer le brasseur d'air lorsque le delta température > 2-3°C. Toujours pour cette typologie, le mode été n'est pratiquement utilisé du fait d'une bonne conception et usage des maisons.

### Ventilation naturelle

La ventilation par ouverture de fenêtres est perçue globalement comme un moyen efficace de rafraîchissement (salle muscu du gymnase, salle motricité GS, hall d'entrée école voile et bureau Tour du Valat). Le couplage de cette ventilation avec les brasseurs d'air est considéré plus performant que l'utilisation des brasseurs d'air sans ventilation, et ce malgré des températures élevées à l'extérieur.

Cela est parfois contreproductif, mais s'explique, dans certains cas, par l'absence d'une ventilation nocturne naturelle et l'absence de déchargement thermique des locaux en période nocturne.

Dans la salle de réunion ESIROI, les mesures montrent que, à la vitesse maximale, le flux d'air généré a une vitesse identique avec ou sans ventilation naturelle (ouverture/fermeture des nacos). La ventilation a donc peu d'impact sur les vitesses des brasseurs d'air.

### Appropriation des outils de commande (accessibilité, usage de différentes vitesses)

La plupart des interrogés perçoit une bonne appropriation des commandes. Aucune préférence n'a été exprimée entre boîtier et télécommande, sauf, dans le cas d'un échange avec un installateur, une préférence par les brasseurs d'air à courant continu (télécommande, plus efficaces). Sur une visite, la pile de la télécommande était déchargée (Baccia Dona) mais a été rapidement remplacée. Un autre usager a exprimé une légère préférence par les télécommandes : 'pour pouvoir contrôler les brasseurs d'air assis depuis mon bureau'.

D'un autre côté, l'accessibilité aux commandes est bonne. Cependant, un usager (La Bédouide) a signalé que le boîtier était très haut et qu'il devait monter sur un tabouret pour accéder aisément aux commandes.

Concernant certains locaux à La Réunion, des usagers ont constatés une fragilité dans la commande (Laboratoire Pathologies des bois – CIRBAT) ou des défaut majeurs (Salle de réunion – CIRBAT). Dans la salle de réunion ESIROI, le bouton sur la commande des brasseurs est un bouton commandant l'éclairage lorsqu'ils en sont équipés. Les usagers ne connaissaient pas son utilité et déduisaient un dysfonctionnement de l'installation puisque son action n'induisait aucune action.

### Acoustique

D'une manière générale, l'effet acoustique des brasseurs d'air n'est pas gênant pour les usagers. Cependant, certains brasseurs d'air à vitesse maximale provoquent une gêne constatée (La Bédouide, salle polyvalente GS Vedène et dans une moindre mesure la salle de réunion EnvirobatBDM). Ce constat a été également repéré dans les locaux à La Réunion (Salle TD ESIROI, Hôtel de Région...). Cette gêne amène les usagers à utiliser une vitesse plus faible. Certains usagers évoquent de problèmes de concentration.

D'un autre côté, un des brasseurs d'air de la salle polyvalente GS Vedène (1 sur 6) génère un bruit mécanique de friction entre le moteur et les pales. On constate également sur cette opération un bourdonnement lorsqu'on active les six brasseurs d'air au même temps, en vitesse maximale.

Une mauvaise fixation des brasseurs peut également générer des bruits non contrôlés ainsi qu'une sensation d'insécurité. C'est le cas de certains brasseurs de l'école de voile à Antibes et dans la salle de réunion CIRBAT.