



BRASSEURS D'AIR : UNE SOLUTION SOBRE ET EFFICACE

Premiers retours du projet de recherche BRASSE

TANGI LE BÉRIGOT (SURYA CONSULTANTS)

DORIAN LITVINE (ISEA)

CARLOS VAZQUEZ (ENVIROBATBDM)

Le projet BRASSE

- **La problématique globale :**

Pourquoi les brasseurs d'air ont des difficultés à devenir une solution jugée pertinente et efficace alors que ceux-ci sont clairement identifiés comme une solution de sobriété et d'efficacité notamment eu égard aux changements climatiques ?



Une approche systémique et exhaustive



Des études croisées entre métropole et DROM-COM



Des livrables opérationnels et justifiés



Une valorisation des connaissances



Le projet BRASSE

- Réalisation un important **retour d'expérience** à travers 4 approches :
 - Retour d'expérience technique préliminaire,
 - Mesure sur site pour la validation de la méthodologie,
 - POE¹.
- **Compréhension du rapport des utilisateurs et des professionnels** aux brasseurs d'air quels que soient leurs profils, le climat ou le territoire dans lequel ils évoluent.
- Évaluation de **l'impact des brasseurs sur le confort des usagers** et établissement un **protocole standardisée** pour cette évaluation.
- Définition d'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 aérauliques.
- **Diffusion l'information.**

¹ Post Occupancy Evaluation

Le projet BRASSE

- **6 entités,**
- **30 mois de projet,**
- **Projet lauréat de l'appel à projet « BâtResp2020 » de l'ADEME.**



Bureau d'études, recherches et
développement
*Thermique – Énergie – Environnement
Modélisation*



Université publique
*Laboratoire PIMENT
Génie de l'Habitat et
génie thermique*



Centre de ressources
*Bâtiments durables –
retours d'expérience*



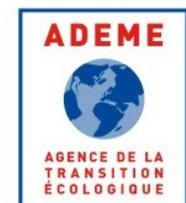
Chercheur
indépendant en
sciences sociales



Laboratoire
privé
Acoustique



Laboratoire - filiale du groupe
CSTB
Aérodynamique - Expérimentation



Planning de BRASSE

Année 1 :

- Retours d'expérience ✓
- Etude sociologique (acceptabilité, pénétration) ✓

Année 3 :

- Création d'outils opérationnels pour la bonne prescription
- Développement d'une méthode de calepinage pour les configurations complexes
- Création et diffusion des résultats des travaux

Année 2 :

- Protocole expérimental simplifié et standardisé de mesures aérothermiques et acoustiques ✓
- Mesure sur site + POE ✓
- Etude des performances et des impacts sur l'environnement intérieur (**en cours**)
 - Modélisation des phénomènes (aérothermiques et acoustiques) (**en cours**)

Sommaire

- 1- Usages constatés en PACA et à La Réunion
- 2- Désirabilité et conditions de déploiement des brasseurs d'air
- 3- Premières caractérisations et évaluation du confort induit par les brasseurs
- 4- Perspectives

USAGES CONSTATÉS EN PACA ET À LA RÉUNION

1. Objectifs
2. Méthodologie
3. Principaux résultats

Carlos VAZQUEZ  

1 – Objectifs

- Déploiement d'une série de visites et entretiens : 10 bâtiments visités en PACA et 6 à La Réunion, avec des instrumentations → **REX Quantitatif**
- Un questionnaire pour chaque brasseur ou ensemble de brasseurs a été réalisé + enquête ouverte (écoute active) → **REX Qualitatif**
- Création d'une fiche REX par local → **13 en PACA et 9 à La Réunion**
- Réalisation d'un document synthétique REX
- **REX technique préliminaire et non scientifique**

2 – Méthodologie

• Protocole

Instrumentation :

- Prise de mesure d'au moins 2 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 : arrêt / minimum / medium / maximum (adapté en fonction des BA et timing)
- Le trépied reste environ 8-10 min sur chaque point et pour chaque vitesse → Vitesse moyenne
- Hauteur anémomètre 110 cm

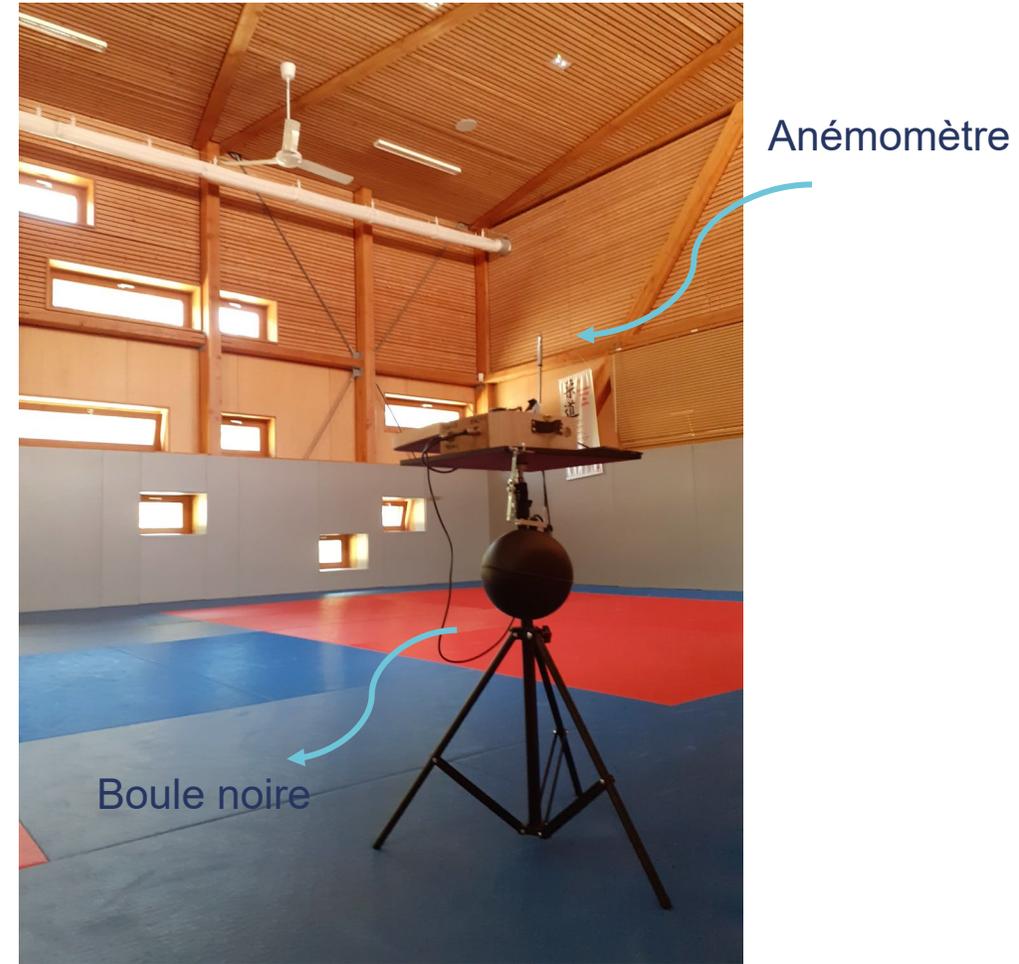
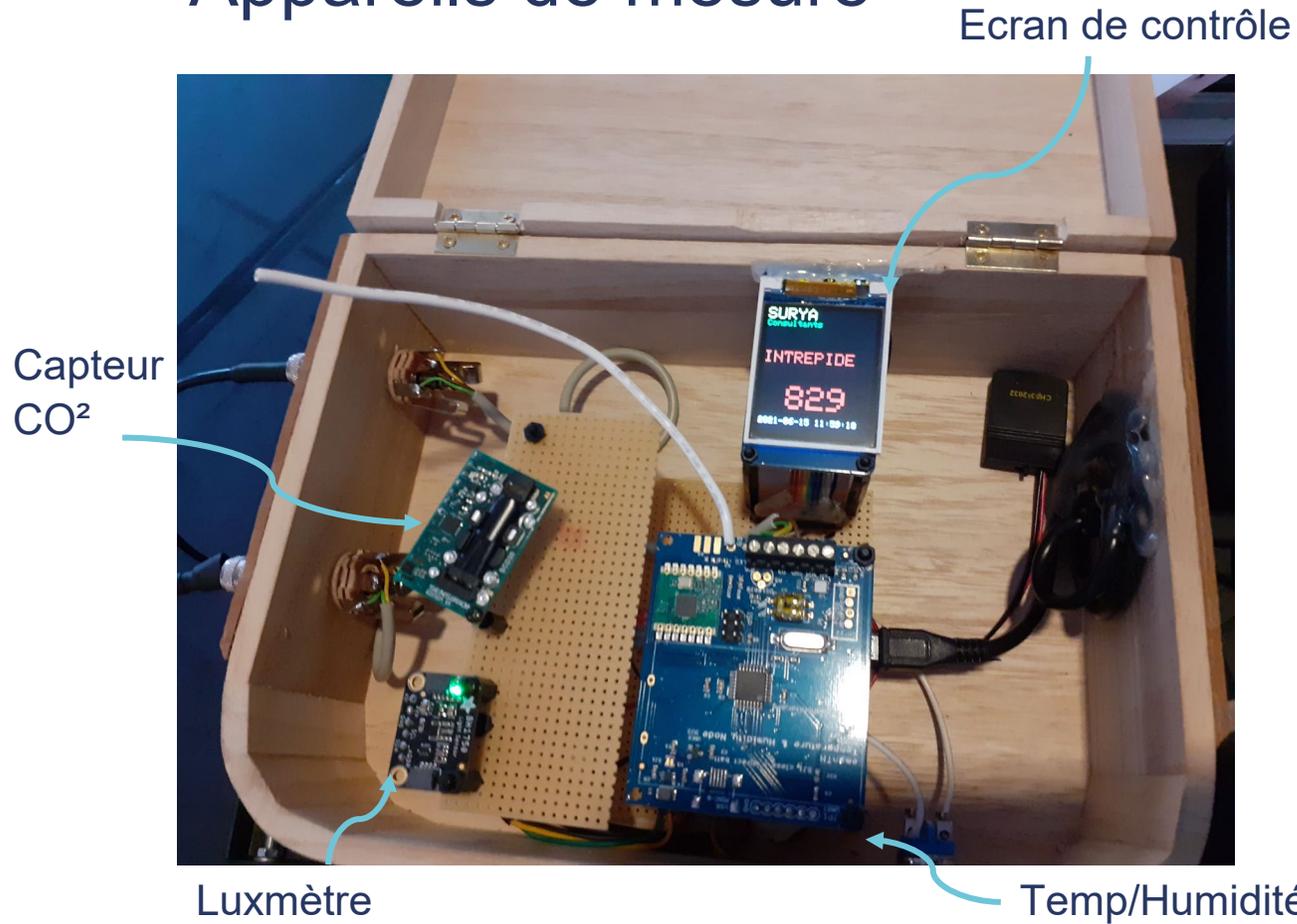
Enquêtes :

- Réalisées pendant la prise de mesure
- Guide d'entretien usagers réalisé avec ISEA
- Entretien ouvert (croisement de données)

2 – Méthodologie

- Appareils de mesure

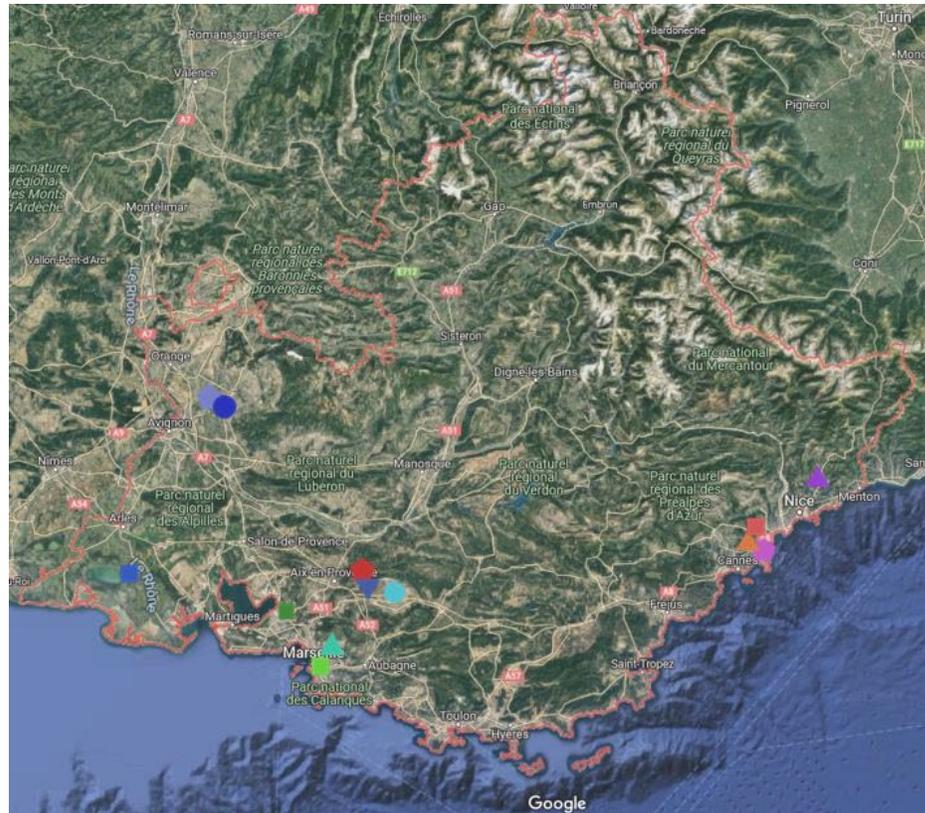
+ Sonde température extérieure



2 – Méthodologie

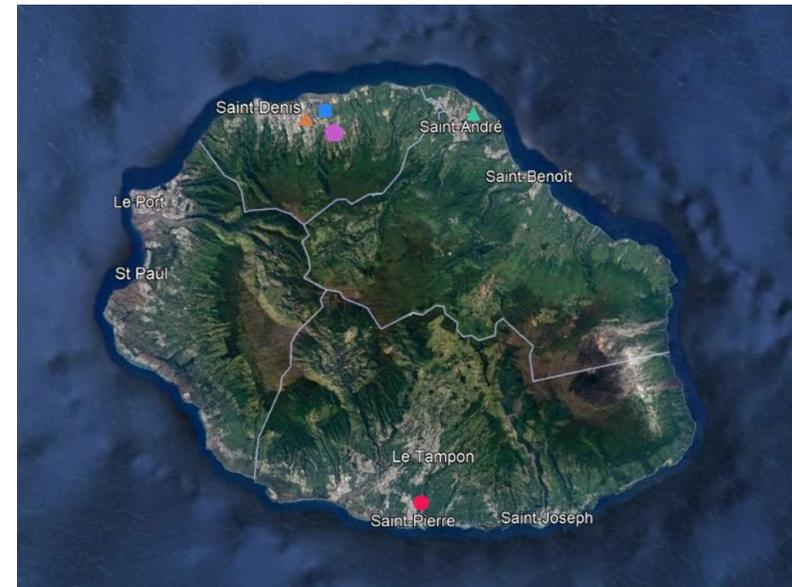
• Echantillonnage

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

Ile de La Réunion



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

3 – Résultats

- Efficacité intrinsèque (données fabricants)

Diamètre : 132 à 140 cm

Nombre de pales : 3, rarement 4

Puissance maximale : 35 à 70 W

Débit maximal : 6000 à 13500 m³/h

Efficacité brasseur : 106 à 282 m³/Wh

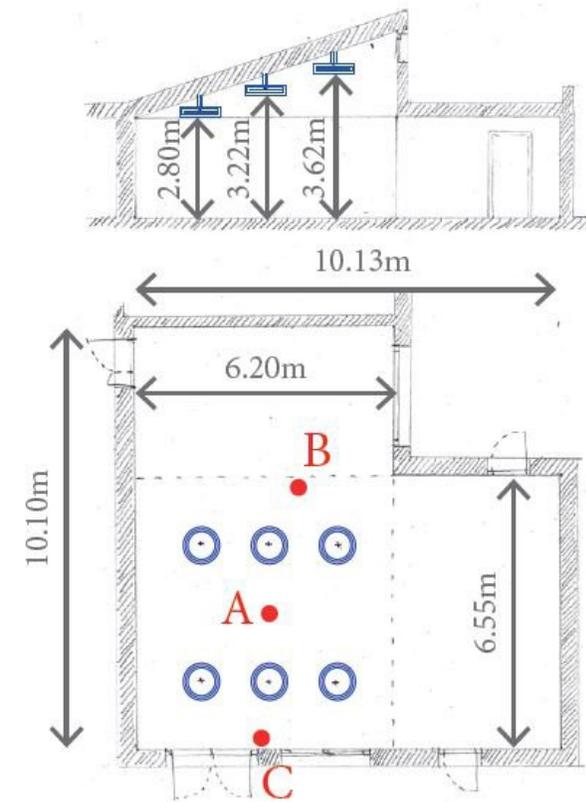
Des prix hétérogènes

Marque	Modèle	Diamètre (cm)	Nombre pales	AC/DC	Été/Hiver	Eclairage intégré	Puissance max (W)	Débit (m ³ /h)	Efficacité à vitesse maximale (m ³ /Wh)	Prix (€) ⁽³⁾
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	(4)	(4)	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 ⁽¹⁾	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	(2)	Oui	50	6900	138	690-700
VORTICE	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)

3 – Résultats

• Calepinage (conception moe)

Typologie	Hauteur sous plafond	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Ratio m ² /BA	Ratio m ³ /BA
Typo A : Grande hauteur et grande surface	3.50 à 5.05	105 à 242	525 à 886	21 à 40	42 à 147
Typo B : Grande hauteur et petite surface	4.30 à 4.70	33 à 45	122 à 151	33 à 45	122 à 151
Typo C : Petite/Moyenne hauteur et petite surface	2.45 à 3.00	14 à 42	39 à 147	10 à 26	22 à 61
Typo D : Petite hauteur et grande surface	2.60	117	304	58	152



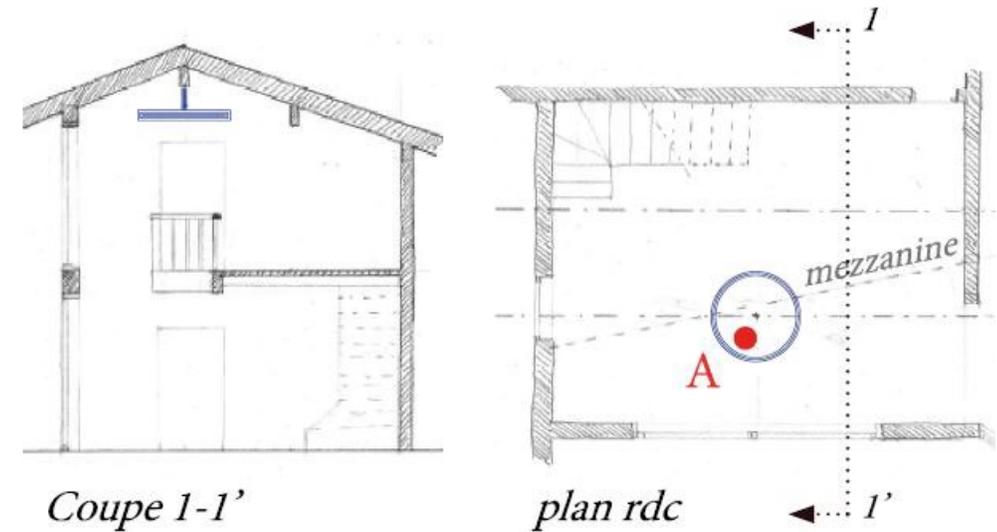
- La répartition des brasseurs n'est pas homogène. La densité de brasseurs peut varier du simple ou double au sein d'une même typologie des locaux
- Les plus petits ratios se trouvent dans les locaux à faible surface (sauf MI). Les plus grands ratios se trouvent dans les grandes surfaces. La densité n'est pas adaptée dans les cas de grands volumes
- Pas de variations significatives entre La Réunion en PACA. Une légère densité plus forte à La Réunion.



3 – Résultats

• Calepinage (conception moe)

Typologie	Hauteur sous plafond	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Ratio m ² /BA	Ratio m ³ /BA
Typo A : Grande hauteur et grande surface	3.50 à 5.05	105 à 242	525 à 886	21 à 40	42 à 147
Typo B : Grande hauteur et petite surface	4.30 à 4.70	33 à 45	122 à 151	33 à 45	122 à 151
Typo C : Petite/Moyenne hauteur et petite surface	2.45 à 3.00	14 à 42	39 à 147	10 à 26	22 à 61
Typo D : Petite hauteur et grande surface	2.60	117	304	58	152



- La répartition des brasseurs n'est pas homogène. La densité de brasseurs peut varier du simple ou double au sein d'une même typologie des locaux
- Les plus petits ratios se trouvent dans les locaux à faible surface (sauf MI). Les plus grands ratios se trouvent dans les grandes surfaces. La densité n'est pas adaptée dans les cas de grands volumes
- Pas de variations significatives entre La Réunion en PACA. Une légère densité plus forte à La Réunion.

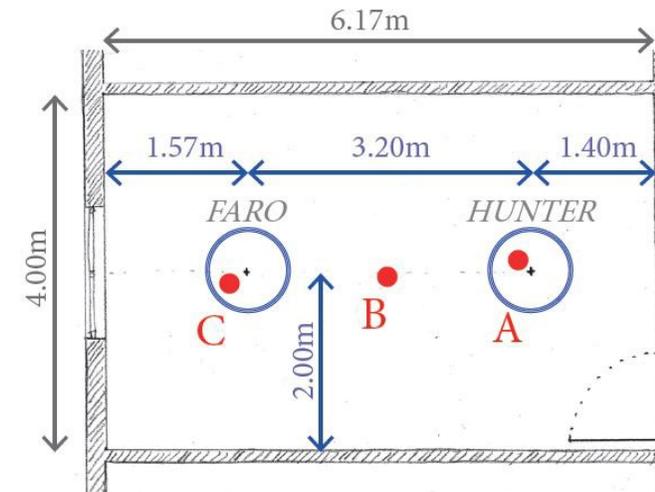


3 – Résultats

• Calepinage (conception moe)

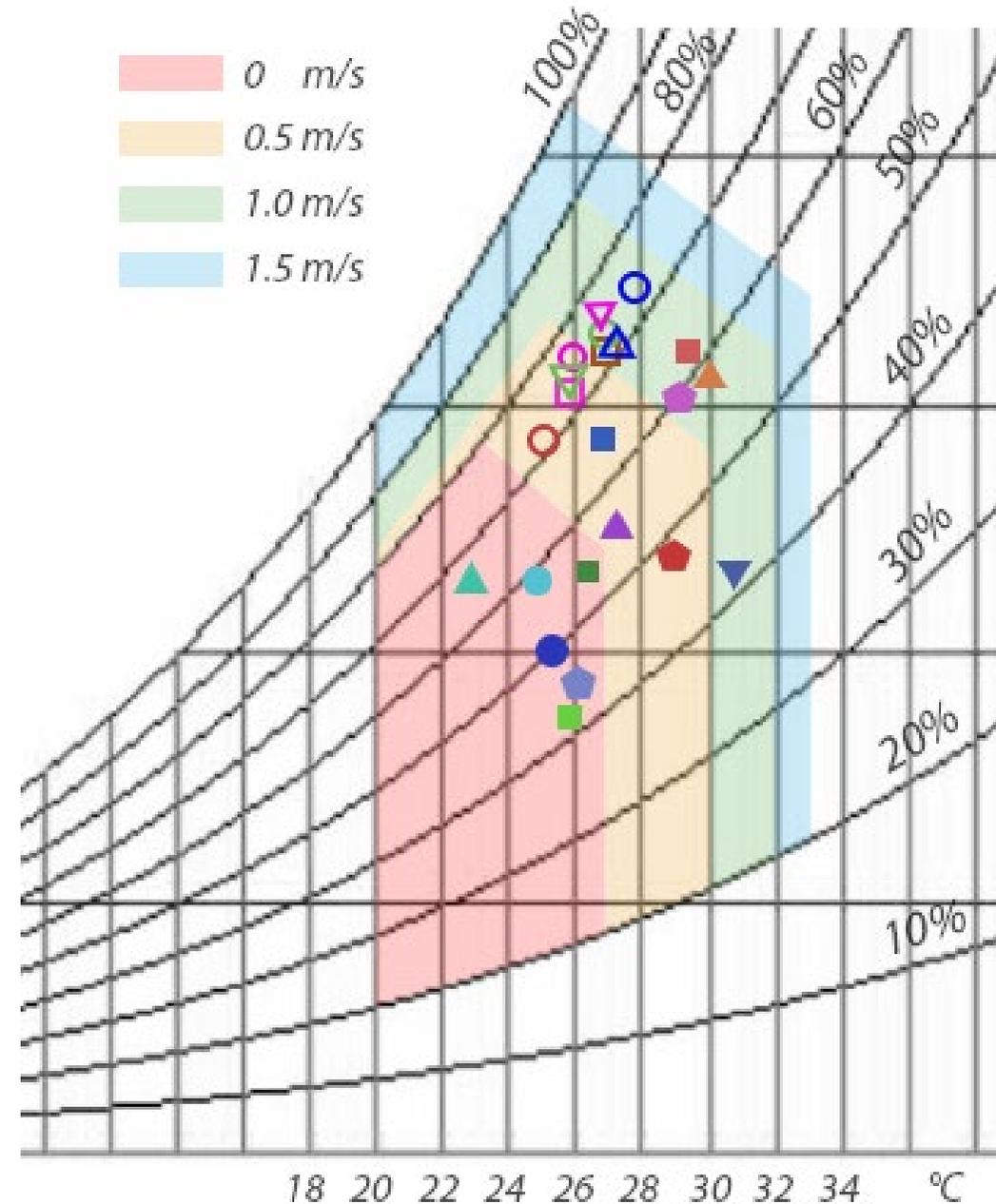
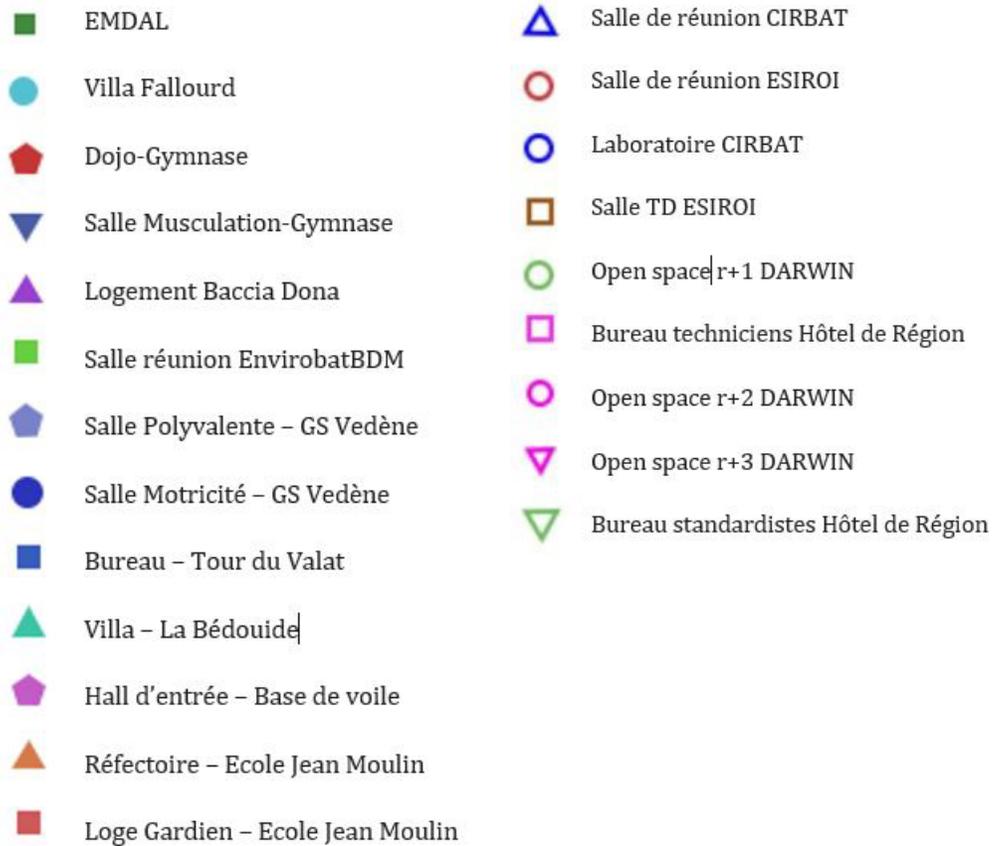
Typologie	Hauteur sous plafond	Surface (m ²)	Volume (m ³)	Ratio m ² /BA	Ratio m ³ /BA
Typo A : Grande hauteur et grande surface	3.50 à 5.05	105 à 242	525 à 886	21 à 40	42 à 147
Typo B : Grande hauteur et petite surface	4.30 à 4.70	33 à 45	122 à 151	33 à 45	122 à 151
Typo C : Petite/Moyenne hauteur et petite surface	2.45 à 3.00	14 à 42	39 à 147	10 à 26	22 à 61
Typo D : Petite hauteur et grande surface	2.60	117	304	58	152

- La répartition des brasseurs n'est pas homogène. La densité de brasseurs peut varier du simple ou double au sein d'une même typologie des locaux
- Les plus petits ratios se trouvent dans les locaux à faible surface (sauf MI). Les plus grands ratios se trouvent dans les grandes surfaces. La densité n'est pas adaptée dans les cas de grands volumes
- Pas de variations significatives entre La Réunion en PACA. Une légère densité plus forte à La Réunion.



3 – Résultats

- Quelle vitesse? À quel endroit?



3 – Résultats

• Mesures sous BA

En PACA : la grande majorité des brasseurs génèrent des vitesses entre 0,4 et 0,6 m/s. Presque la moitié des brasseurs (5 sur 11) n'arrivent pas à générer une vitesse supérieure à 0,9 m/s.

À La Réunion, seulement 2 locaux bénéficient d'une vitesse supérieure à 0,9 m/s.

Au total:

- 65% des BA arrivent à générer des vitesses entre 0.4 m/s et 0.6 m/s
- 52% des BA génèrent une vitesse supérieure à 0.9 m/s

Local	Vitesse constatée (Vmin-Vmax)	Vitesse nécessaire Givoni ⁽¹⁾
<u>Ecole de danse</u>	<u>/ - 0,19</u>	< 0,50
<u>Villa Fallourd</u>	<u>(2)</u>	< 0,50
<u>Dojo (Gymnase)</u>	<u>/ - 1,11</u>	≈ 0,50
<u>Salle de musculation (Gymnase)</u>	<u>/ - 0,25⁽³⁾</u>	≈ 1,00
<u>Logement social (Baccia Dona)</u>	<u>0,34 - 0,69</u>	≈ 0,50
<u>Salle de réunion (EnvirobatBDM)</u>	<u>1,04 - 1,70</u>	< 0,50
<u>Salle polyvalente (GS Vedène)</u>	<u>0,20 - 0,40</u>	< 0,50
<u>Salle motricité (GS Vedène)</u>	<u>0,27 - 0,31</u>	< 0,50
<u>Bureau (Tour du Valat)</u>	<u>(4)</u>	≈ 0,50
<u>Villa La Bédouide</u>	<u>0,33 - 1,24</u>	< 0,50
<u>Hall d'entrée (Ecole de voile)</u>	<u>0,87 - 1,43</u>	≈ 1,00
<u>Réfectoire (Ecole Jean Moulin)</u>	<u>0,81 - 1,06</u>	≈ 1,00
<u>Loge gardien (Ecole Jean Moulin)</u>	<u>0,62 - 0,95</u>	≈ 1,00

3 – Résultats

- À environ 150 cm du BA

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. 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.

Local	Vitesse constatée (V _{min} -V _{max})	Vitesse nécessaire Givoni ⁽¹⁾
<u>Ecole de danse</u>	<u>/ - 0,27</u>	< 0,50
<u>Villa Fallourd</u>	<u>0,27 - 0,65</u>	< 0,50
<u>Dojo (Gymnase)</u>	<u>1,21</u>	≈ 0,50
<u>Salle de musculation (Gymnase)</u>	<u>1,21</u>	≈ 1,00
<u>Logement social (Raccia Dona)</u>	<u>1,21</u>	≈ 0,50
<u>Salle de réunion (EnvironbatBDM)</u>	<u>0,19 - 0,28</u>	< 0,50
<u>Salle polyvalente (GS Vedène)</u>	<u>0,25 - 1,01⁽²⁾</u>	< 0,50
<u>Salle motricité (GS Vedène)</u>	<u>0,32 - 0,49</u>	< 0,50
<u>Bureau (Tour du Valat)</u>	<u>0,30 - 0,43⁽⁴⁾</u>	≈ 0,50
<u>Villa La Bédouide</u>	<u>1,21</u>	< 0,50
<u>Hall d'entrée (Ecole de voile)</u>	<u>0,23 - 0,34</u>	≈ 1,00
<u>Réfectoire (Ecole Jean Moulin)</u>	<u>0,18 - 0,29</u>	≈ 1,00
<u>Loge gardien (Ecole Jean Moulin)</u>	<u>0,23 - 0,56</u>	≈ 1,00

3 – Résultats

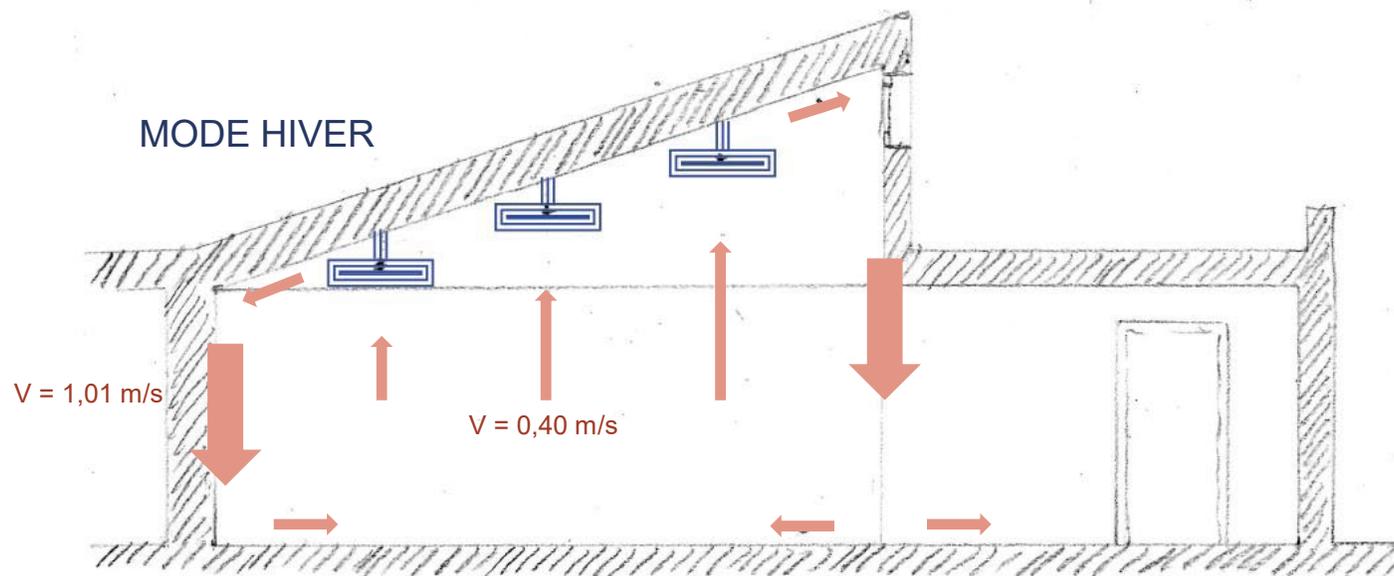
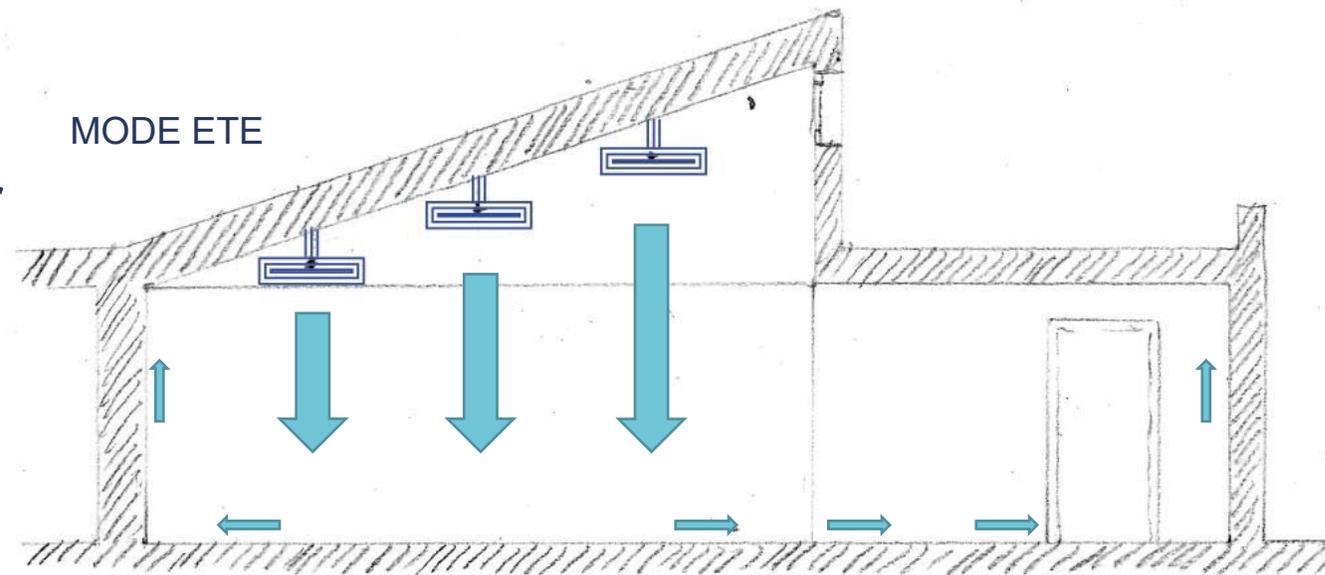
• Usages : régulation

- Pas de préférence réelle entre télécommande et boîtier
- Méconnaissance des vitesses (maximale et minimale parfois inversées)
- 1 télécommande sans piles



3 – Résultats

- Usages: mode été / hiver



3 – Résultats

- Usages: ventilation naturelle



DÉSIRABILITÉ ET CONDITIONS DE DÉPLOIEMENT DES BRASSEURS D'AIR

1 - Objectifs

2 - Méthodologie

3 - Principaux résultats

Dorian LITVINE
Rémi de LAAGE
Sébastien HOARAU



1 - Objectifs

Volet sciences sociales du projet BRASSE – une démarche exploratoire

1. Apporter des éléments de réponses à la question "***qu'est-ce qui bloque et pourrait stimuler l'usage de BA ?***" en explorant

La demande (les usagers)

Perceptions, croyances, freins et motivations à l'utilisation, leviers pour stimuler l'utilisation, environnement d'usage, etc.

L'offre (les pros)

Perceptions et croyances, freins et motivations, conditions d'utilisation, retours usagers et MOA, leviers, recommandations, etc.

2. Faire émerger des questions et hypothèses pertinentes pour de futurs travaux

2 – Éléments méthodologiques

Une démarche sociotechnique exploratoire

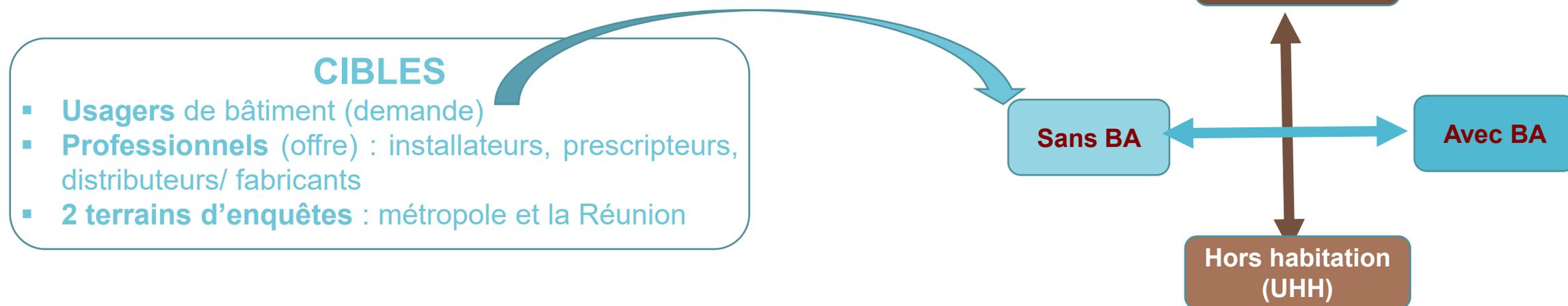


Figure : représentation de la cible usagers



* Durée par entretien : environ 1h30

A nuancer selon le type
d'occupation (habitation
vs hors-habitation)

3 – Quelques résultats

1

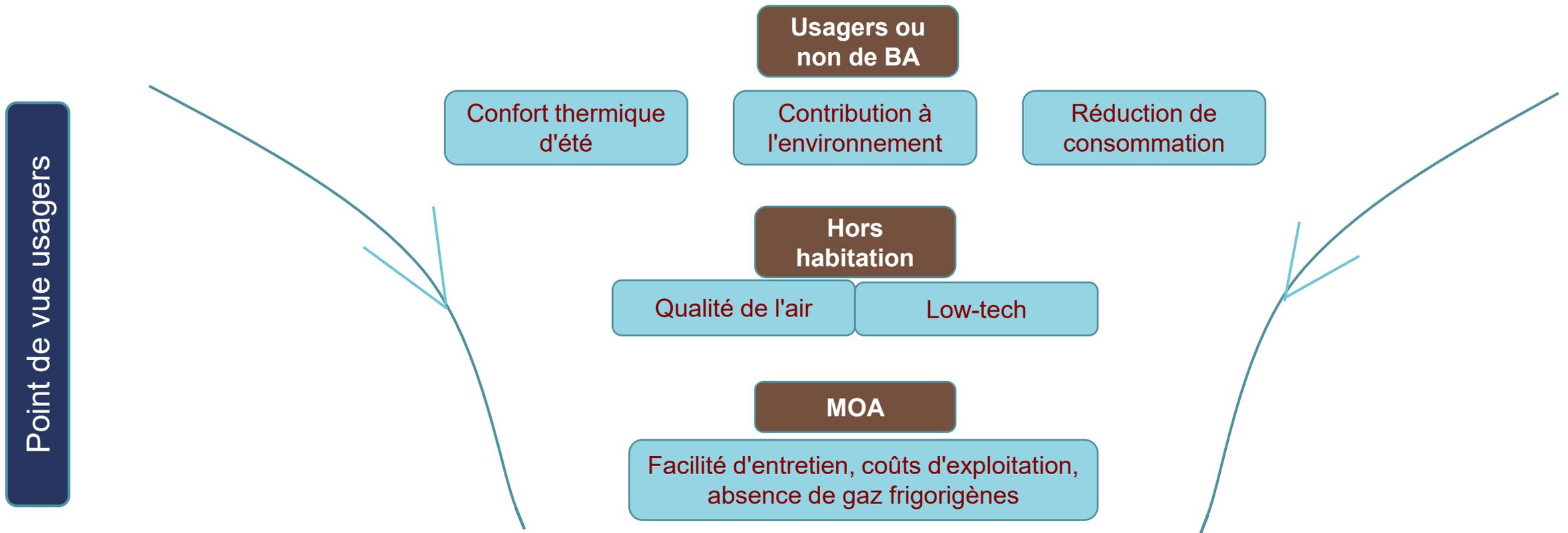
Le BA est souvent perçu comme un équipement **désuet**, pouvant générer certains problèmes dans l'usage (bruit, gêne, etc.) mais **potentiellement économique, pratique et utile** pour améliorer le confort ressenti (hors forte chaleur)

Point de vue usagers

- Les projections, croyances négatives ou "à priori" s'amenuisent avec l'utilisation du BA : sécurité (ex. jouer avec les pâles), bruit, papiers qui volent, brise constante dans la nuque, etc..
- L'expérience d'un BA augmente le pragmatisme de l'utilisateur, qui devient plus attentif aux éléments rationnels (coût, qualité de l'installation, outil de contrôle, etc.) qu'aux anticipations négatives, plus courantes chez les non-utilisateurs.
- L'image d'un BA désuet se dissipe après utilisation de l'équipement, ainsi que sa comparaison avec la climatisation – sa fonction/efficacité sont mieux cernées, notamment dans les bâtiments adaptés

2 Les motivations à utiliser un BA diffèrent selon le type d'occupation et de bâtiment

Mais un BA n'est **pas souvent attendu** pour (1) le confort d'hiver et (2) l'impact sur la facture



3

Les freins les plus fréquemment cités par les professionnels sont le **manque de volonté du MOA**, une **faible connaissance** de l'équipement et son **image négative**

Frein	Fréquence	N (total = 236)
[La volonté des maîtres d'ouvrage]	58%**	137
[La volonté des concepteurs / maître d'œuvre]	46%**	108
[Des financements / aides]	24%**	57
[Des règles de dimensionnement et d'installation]	48%	114
[Une meilleure connaissance de cet équipement]	66%**	155
[La formation des installateurs]	21%**	49
[La formation des prescripteurs]	33%**	77
[Une campagne de promotion de cet équipement]	43%**	101
[Sortir de l'image négative de ces équipements]	50%	117
[Un retour des usagers pour les professionnels et/ou le MOA]	39%**	93
[Des échanges d'information et bonnes pratiques entre professionnels]	38%**	91
[Plus d'interaction entre les professionnels du terrain et les constructeurs pour que ces derniers fabriquent des équipements mieux adaptés au contexte français]	27%**	64

** Proportion significative au seuil 10%

Résultats tirés du questionnaire "professionnels" **BRASSE – B AIR** / N = 270 (printemps 2021)

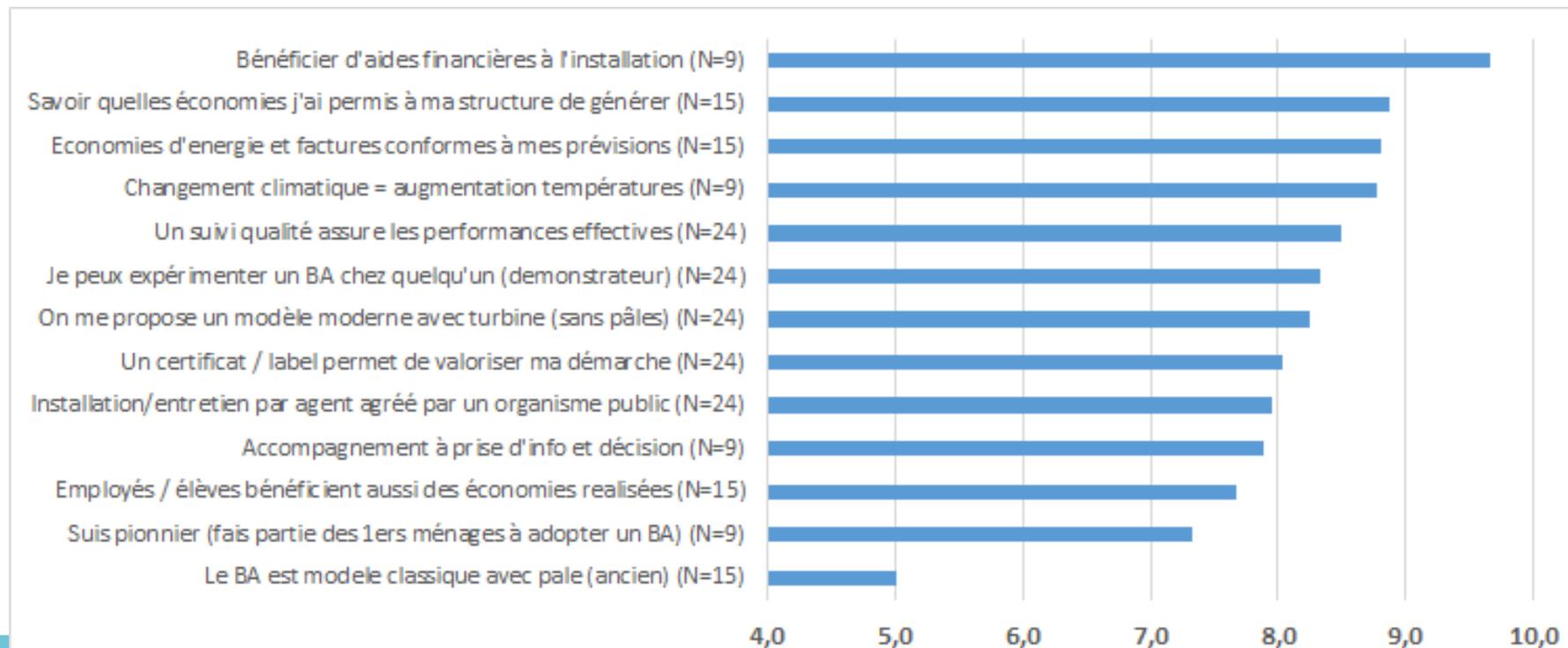
4

Parmi **les leviers** pour inciter l'utilisation des BA, figure le fait de **voir ou expérimenter** un équipement qui fonctionne

= alléger la comparaison quasi-systématique avec la climatisation

= travail de sensibilisation pour modifier l'image + **Rex** des usagers vers MOA et pro

Point de vue usagers



Le détail de ces résultats et de bien d'autres se trouvent dans le rapport et synthèse de recherche !!

... notamment des recommandations à destination des professionnels, de la filière et des instances publiques

PREMIÈRES CARACTÉRISATIONS ET ÉVALUATION DU CONFORT INDUIT PAR LES BRASSEURS

Tangi LE BÉRIGOT  **surya**
CONSULTANTS

Observations en laboratoire



Figure : Configuration des chambres « fermées » au laboratoire Piment



Figure : Configuration des chambres « ouvertes » au laboratoire Eiffel



Figure : Configuration des chambres « fermées » au laboratoire Eiffel



Observations en laboratoire

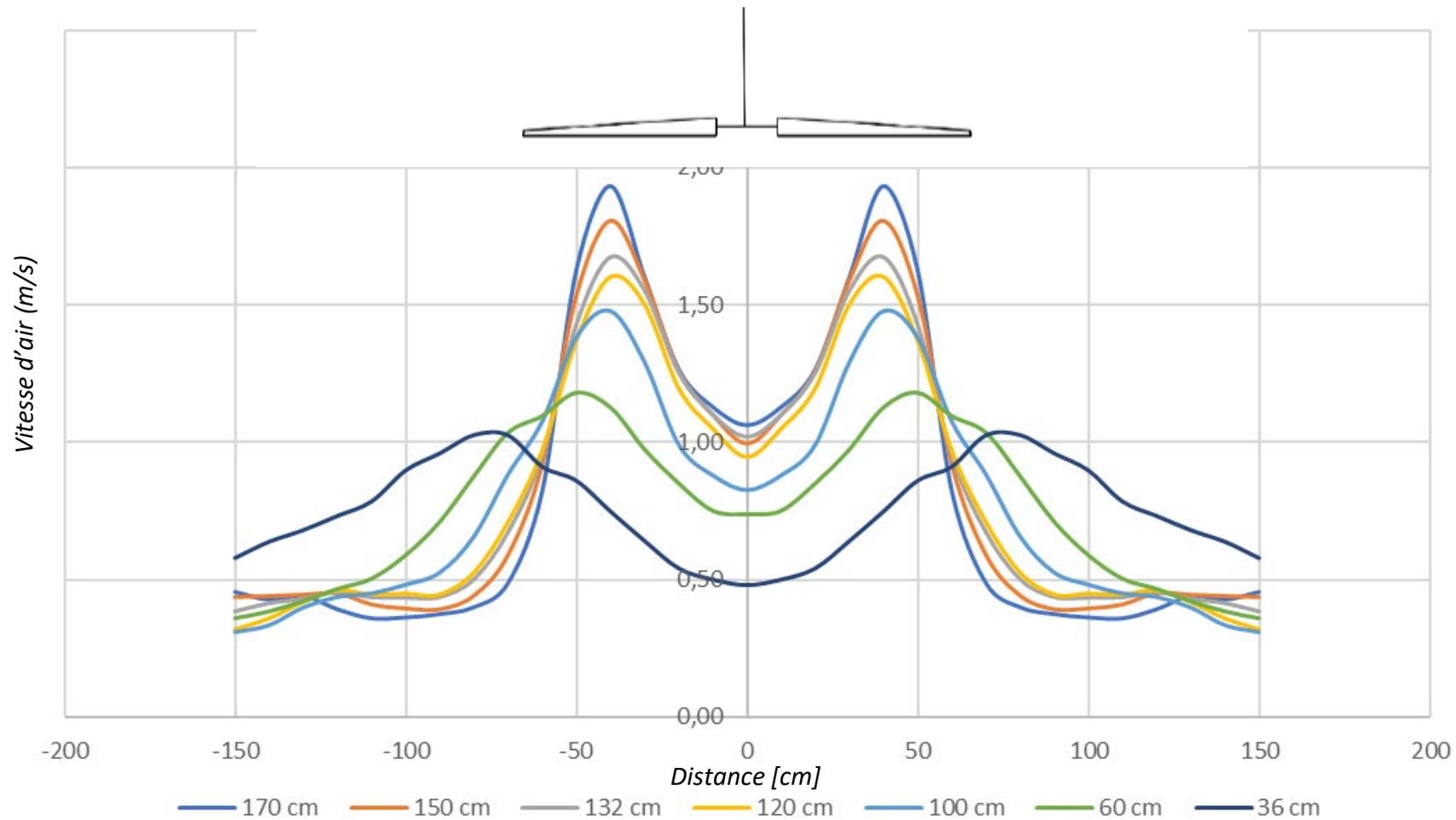


Figure : Evolution des vitesses d'air d'un brasseur – protocole BRASSE - 2022

Fonctionnement d'un brasseur d'air

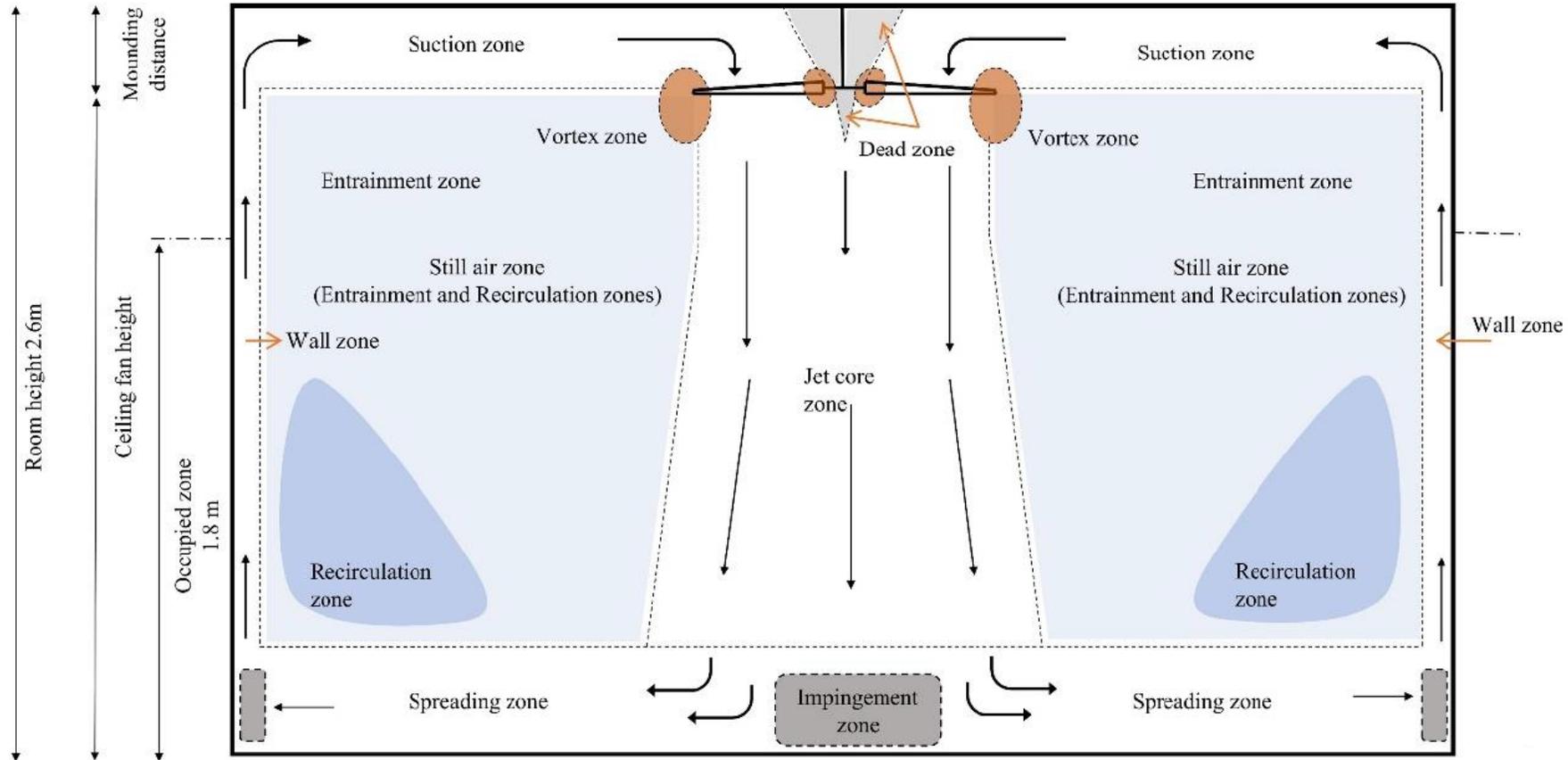


Figure : Schémas des zones d'écoulement d'air générées par un ventilateur de plafond pour différentes directions du flux d'air [Omrani et al.]

Et sur site?



Figure : photo d'une salle de classe

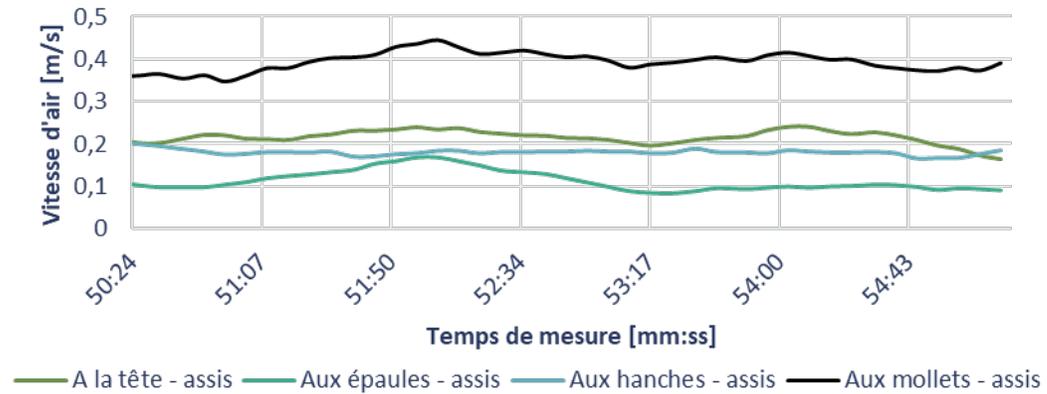


Figure : Évolution des vitesses dans une salle de classe

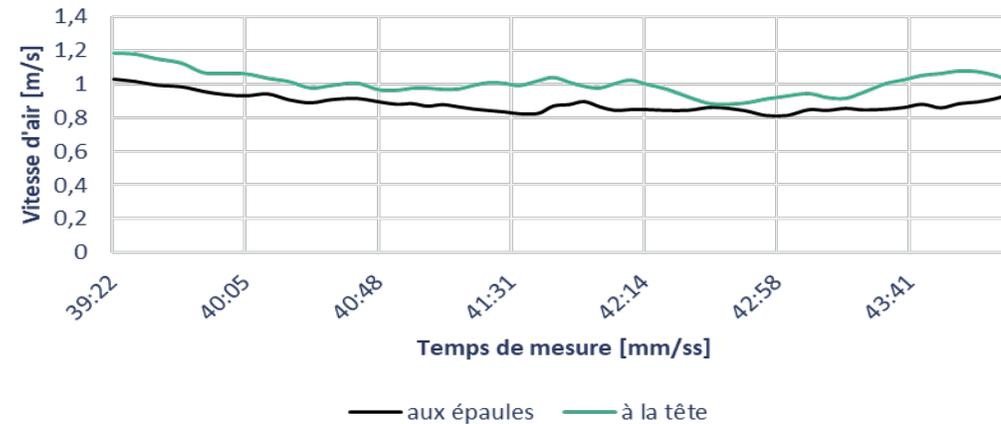


Figure : Évolution des vitesses dans une chambre d'EHPAD

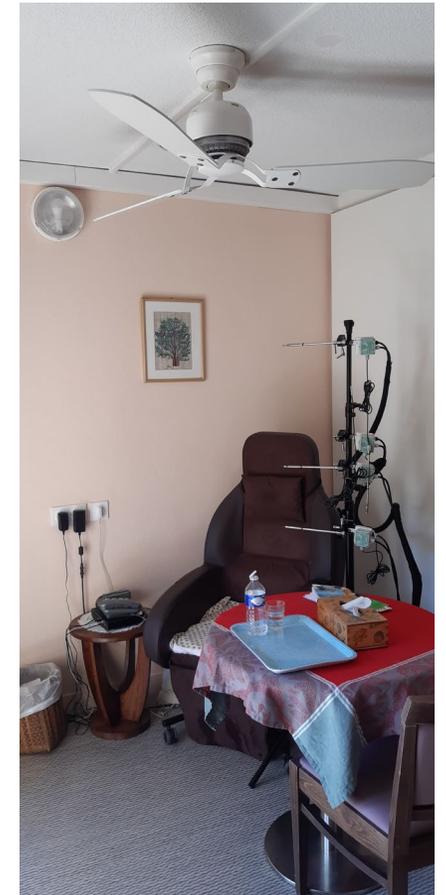


Figure : photo d'une chambre d'EHPAD

Impact de la configuration du local et de son mobilier

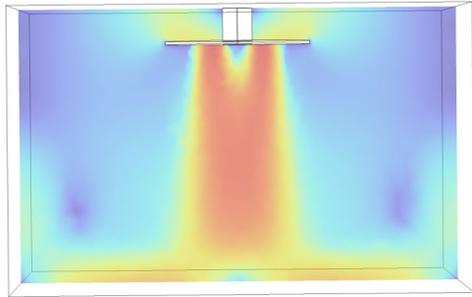


Figure : Champ de vitesse dans une salle comprenant 1 BA – BRASSE 2022

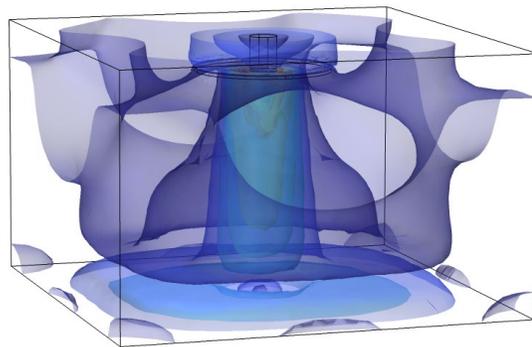


Figure : Isosurfaces dans une salle comprenant 1 BA – BRASSE 2022

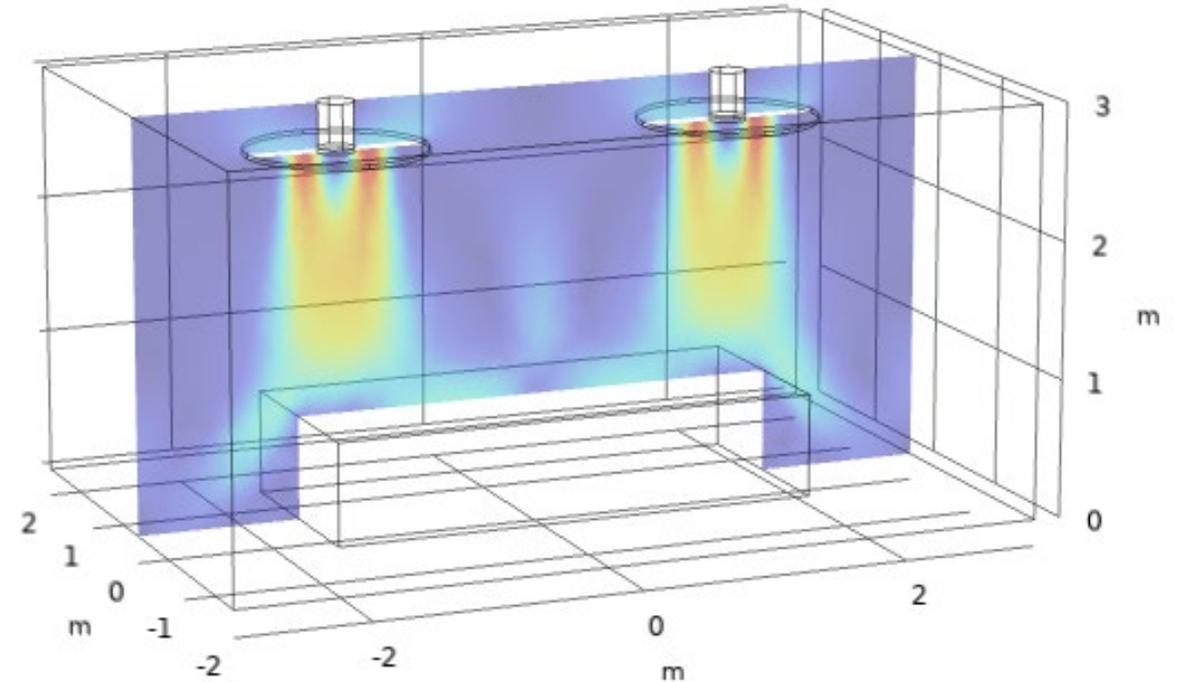
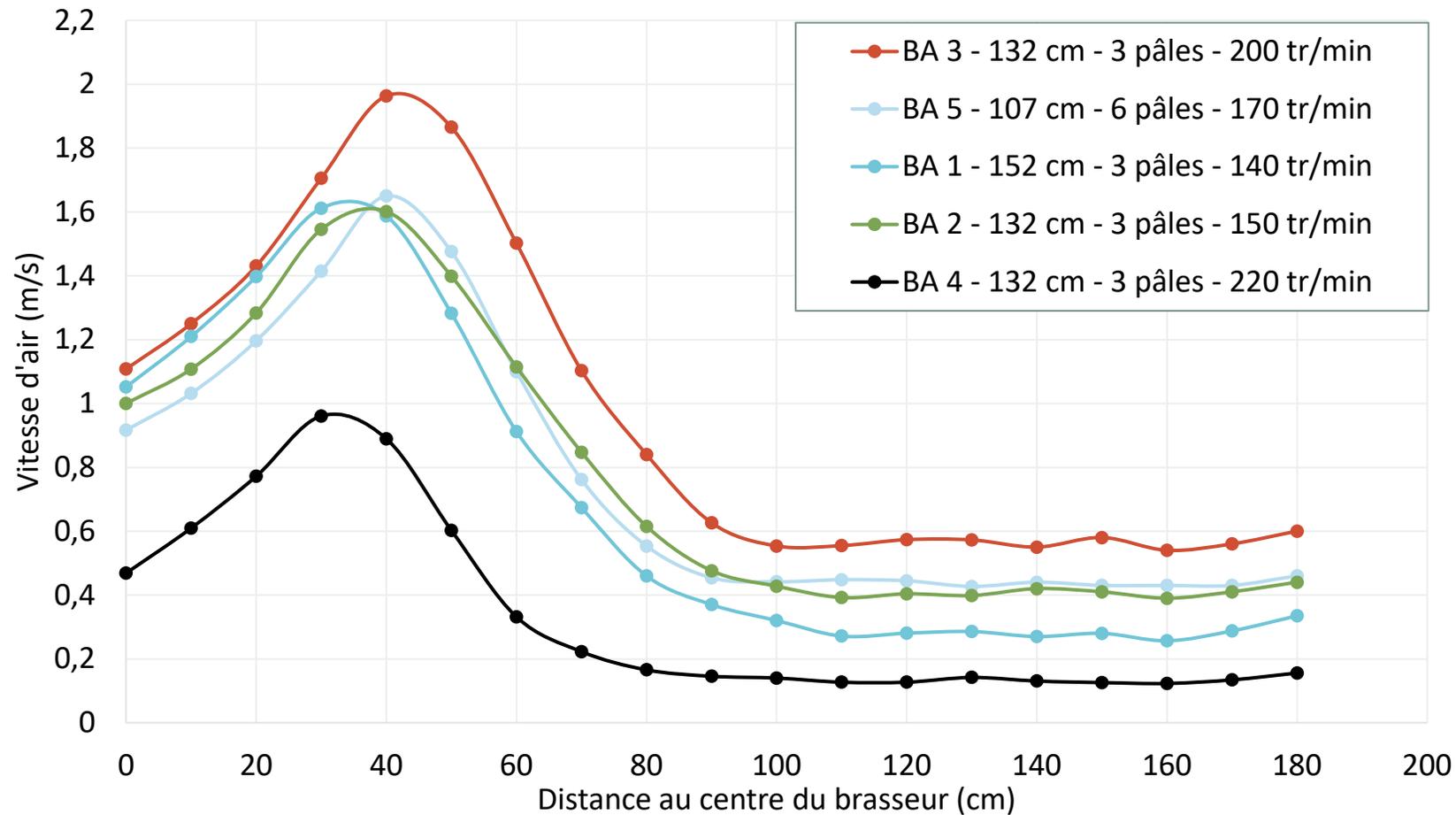


Figure : Champ de vitesse dans une salle comprenant 2 BA et du mobilier – BRASSE 2022

Disparités entre brasseurs



Source : Essais PIMENT hors BRASSE - 2021

Quelles données avons-nous pour comparer les BA?

- Données constructeurs : débit obtenu par la méthode du cylindre, puissance appelée et une donnée acoustique peu définie. Et puis c'est tout...
- De quoi avons-nous besoins?
 - Des règles de bonnes pratiques,
 - De données de performances en lien avec l'objectif de l'équipement,
 - De données comparables issues d'essais standardisés dans des conditions d'usage cohérentes avec nos contraintes,

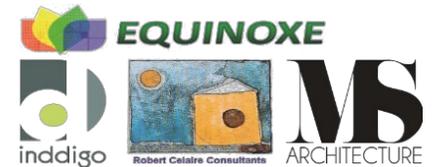
66% des Moe souhaiteraient mieux connaître les brasseurs et 55% souhaiteraient avoir des règles de dimensionnement et d'installation*.

** Enquête BRASSE-B-Air réalisée auprès de 275 professionnels du bâtiment- 2022*

La suite pour BRASSE

- Fin des travaux : premier semestre 2023
- Diffusion de la connaissance au printemps 2023 via
 - Webinaire de restitution,
 - Rapport et synthèses des études.

En parallèle :



- Projet B-Air :
 - Programme « Outre-Mer pour des Bâtiments Résilients et Économes en Énergie » (OMBREE), soutenu par l'AQC et l'ADEME
 - Objectif : réalisation d'un guide technique de mise en œuvre des brasseurs d'air



BRASSE

*Brasseurs d'air : solutions
de sobriété et d'efficacité*



envirobat *bdm*



Pour nous suivre sur LinkedIn : #BRASSE

Projet lauréat de l'APR ADEME BâtResp 2020

