



BRASSE

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

Méthode d'essais pour la détermination de l'impact des brasseurs d'air plafonniers sur le confort des usagers

BRASSE_2023_1.0
Octobre 2023



Méthode d'essais pour la détermination de l'impact des brasseurs d'air plafonniers sur le confort des usagers

V 1.0

Ce protocole a été développé dans le cadre du projet de recherche BRASSE : Brasseur d'air, une solution de sobriété et d'efficacité. Ce projet a été lauréat de l'appel à projet recherche « BATResp 2020 » de l'ADEME.

L'ensemble des justifications des différents points développés dans cette méthode est détaillé dans les rapports de recherche disponibles notamment sur la librairie en ligne de l'ADEME.

La conformité à la présente méthode est volontaire jusqu'à ce qu'une juridiction légale rende la conformité obligatoire par voie législative.

BRASSE et les membres de son consortium n'ont aucun intérêt économique sur le marché des brasseurs d'air. Aucun conflit d'intérêt ne perturbe la sincérité de l'ensemble des membres de BRASSE.

Ce protocole est fait dans l'intérêt du public à la lumière des résultats du projet BRASSE, de l'information disponible et des pratiques acceptées de l'industrie et la recherche. Toutefois, BRASSE ne garantit pas, ne certifie pas et n'assure pas la sécurité ou la performance des produits, composants ou systèmes testés, installés ou exploités conformément à la présente méthodologie ou que tout essai effectué en vertu de cette méthode sera sans danger ou sans risque.

Ce protocole a été développé par :

- Pierre-Erwan LE MAREC, ingénieur de recherche en thermique et dynamique des fluides, Surya Consultants
- Tangi LE BERIGOT, ingénieur de recherche et d'étude en confort thermique des bâtiments, Surya Consultants
- Frédéric BŒUF, ingénieur d'étude en confort thermique des bâtiments, Surya Consultants
- Mathieu DAVID, ingénieur de recherche en thermique, Laboratoire PIMENT, Université de la Réunion

Toute utilisation de ce protocole est autorisée (y compris à des fins commerciales).

Aucune modification de ce protocole est autorisée.



Table des matières

1. Objet	4
2. Portée	4
3. Définitions	4
4. Symboles et unités	5
5. Instrumentation	6
6. Conditions d'essai et procédures	6
6.1. Conditions d'essai	6
6.2. Protocole d'essai	6
7. Mesures de vitesse d'air	7
7.1. Chambre de mesure	7
7.2. Mesure de vitesse d'air	7
7.3. Echantillonnage de la mesure de vitesse d'air	8
8. Calculs	8
8.1. Calculs des valeurs moyennes des grandeurs mesurées	8
8.2. Pondération des hauteurs de mesures de vitesses à chaque position de mesure	8
8.3. Détermination du rayon d'influence directe	9
8.4. Calcul des vitesses moyennes dans chaque zone	9
8.5. Effet rafraichissant standard ($CE_{standard}$)	10
8.6. Efficacité du brasseur d'air (CFE)	11
8.7. Rapport	11

1. Objet

L'objet de ce protocole est de définir l'instrumentation, les équipements, les méthodes et les procédures pour déterminer les données de confort et de performance d'un brasseur d'air.

2. Portée

Ce protocole s'applique aux brasseurs d'air plafonniers à pales d'un diamètre compris entre 80 cm et 160 cm et ayant un dispositif permettant le montage des pales à une hauteur supérieure à 2,13 m dans des pièces de 2,50 m de hauteur sous plafond.

3. Définitions

Brasseur d'air plafonnier (BA) : ventilateur à pales externes fixes qui est suspendu à un plafond et qui n'a pas de dispositif de raccordement à un conduit ou de séparation entre l'entrée de la turbine et sa sortie.

Confort thermique : condition d'esprit qui exprime la satisfaction dans un environnement thermique et qui est évaluée subjectivement.

Densité de l'air (ρ_a) : masse d'air par unité de volume.

Densité de l'air standard (ρ_0) : densité de l'air dans les conditions standards (1,20 kg/m³) qui correspond à un air sec à une température de 21,1 °C et une pression de 1013 hPa.

Diamètre du brasseur (D) : diamètre du cercle décrit par l'extrémité des pales du brasseur.

Durée de l'essai : durée pendant laquelle la vitesse d'air est mesurée à chaque position lors d'un essai.

Hauteur de pales (H_{BA}) : distance verticale entre le point le plus bas des pales du brasseur et le sol.

Humidité relative : rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau et la pression de vapeur saturante pour une température de l'air et une pression ambiante données.

Point de mesure : point à une hauteur de mesure et une position de mesure données.

Position de mesure : position d'un ensemble de points de mesure alignés verticalement.

Pression barométrique ambiante (P_{amb}) : pression de l'air ambiant rapportée à un vide parfait.

Puissance absorbée (P) : puissance électrique requise pour le fonctionnement du brasseur d'air et des différents éléments qui en font partie.

Température de l'air (T_{air}) : température de l'air indiquée par un thermomètre ordinaire protégé des radiations solaires et infra-rouges.

Vitesse d'air (V_{air}) : vitesse de déplacement de l'air en un point de mesure donné sans tenir compte de sa direction.

Vitesse d'air moyenne ($V_{air,moy}$) : moyenne de la vitesse d'air en un point de mesure sur la durée de l'essai.

Vitesse de rotation du brasseur (Ω) : nombre de rotation des pales du brasseur autour de l'axe de rotation en une minute.

4. Symboles et unités

Les symboles et les unités des paramètres nécessaires à l'application du protocole sont listés dans le tableau 1. Les indices additionnels utilisés avec les symboles sont listés dans le tableau 2.

Tableau 1 : Symboles et unités

Symbole	Description	Unité
CE	Effet rafraichissant	°C
CFE	Efficacité du brasseur d'air	°C/W
clo	Coefficient d'isolation vestimentaire	clo
D	Diamètre du brasseur	m
f_{eff}	Facteur de posture	
f_m	Fréquence d'échantillonnage de la mesure	Hz
MET	Métabolisme	met
PM	Position de mesure	
P	Puissance active absorbée par le brasseur	W
Q_{air}	Débit d'air	m ³ /s
HR	Humidité relative	%
S	Surface	m ²
T_{air}	Température de l'air	°C
T_{mrt}	Température moyenne radiative	°C
v_{air}	Vitesse d'air	m/s
x	Distance au centre du brasseur	m
ΔT	Durée de la mesure	s
N	Vitesse de rotation du brasseur	tr/min
SET	Standard Effective Temperature	°C

Tableau 2 : Indices additionnels

Indice additionnel	Description
0	Au centre du brasseur
assis	Moyenne des mesures aux 3 hauteurs de la position assise
chambre	De la chambre de mesure
brasse	Limite permettant d'assurer un brassage efficace
debout	Moyenne des mesures aux trois hauteurs de la position debout
h	A la hauteur h
i	A la position de mesure i
dir	De la zone d'influence directe
max	Valeur maximale
min	Valeur minimale
moy	Valeur moyenne
n	A la position de mesure n
pos	En posture assis ou en posture debout
entr	De la zone d'influence par entrainement
N	A la vitesse de rotation N

Standard	Indicateur donné dans des conditions standard
----------	---

5. Instrumentation

Les instruments de mesure utilisés doivent respecter les exigences minimales de plage de mesure et de précision spécifiées dans le tableau 3. Les capteurs de température doivent être protégés des échanges radiatifs avec l'environnement.

Tableau 3 : Exigences minimales pour les instruments de mesure

Paramètre	Plage de mesure	Précision
Température de l'air	10 °C à 40 °C	± 0,5 °C
Longueur	0 à 5 m	± 1 mm
Puissance active	0 à 3000 W	± 1 %
Vitesse d'air	0,1 à 5 m/s	± 5 % ou 0,05 m/s (le plus grand des deux)
Vitesse de rotation du brasseur	0 à 1000 tr/min	± 0,5 %
Humidité relative	10 % à 90 %	± 3 %

6. Conditions d'essai et procédures

6.1. Conditions d'essai

6.1.1. Mesure en régime permanent

Toutes les mesures doivent être réalisées en régime permanent. Dans le cadre de ce protocole, on considère que le régime permanent est atteint si la différence entre la moyenne sur la première moitié de l'essai et la moyenne sur la seconde moitié de l'essai est inférieure à 10 % ou 0,05 m/s. Si lors d'un essai, le régime permanent n'est pas atteint, il doit être reconduit avec une durée de stabilisation augmentée par incrément de 3 min jusqu'à ce que le régime permanent soit atteint et ce jusqu'à une limite de 12 min.

6.1.2. Conditions ambiantes

Les conditions ambiantes de température et d'humidité relative doivent être respectivement de 28 °C ± 5 °C et 60 % ± 10 %.

6.1.3. Condition d'air immobile

Les vitesses d'air dans la chambre de mesure qui ne sont pas générées par le brasseur d'air ne doivent pas excéder 0,15 m/s avant, pendant et après le test. Une mesure de vitesse à la position x_0 doit être effectuée immédiatement avant que le brasseur ne soit mis en route et 3 min après que le brasseur ait été éteint pour s'assurer que cette condition est remplie.

6.2. Protocole d'essai

6.2.1. Paramètres opératifs du brasseur

Le brasseur doit fonctionner en conditions normales (tension nominale indiquée par le fabricant) à la vitesse d'essai depuis au moins 15 min avant de mesurer ses paramètres opératifs. La puissance active absorbée et la vitesse de rotation doivent être mesurées pendant 100 s à une fréquence de 1 Hz.

6.2.2. Paramètres psychrométriques de la chambre de mesure

La température de l'air et l'humidité relative doivent être mesurées pendant toute la session d'essais. La température de l'air et l'humidité relative doivent être mesurées de façon continue avec un échantillonnage de 2 mesures par minute pour vérifier que les conditions ambiantes spécifiées à la section 6.1.2 sont vérifiées.

6.2.3. Position de l'opérateur

Aucun opérateur ne doit être présent dans la chambre pendant les mesures.

7. Mesures de vitesse d'air

7.1. Chambre de mesure

7.1.1. Dimensions de la chambre de mesure

Les brasseurs doivent être testés dans une chambre qui comprend un sol, un plafond et quatre murs indéformables. La surface au sol est un carré de 4 m de côté et la hauteur sous plafond est de 2,50 m. La chambre de mesure doit être étanchée de façon à se prémunir de mouvement d'air entre l'intérieur et l'extérieur. Les ouvertures de la chambre de mesure doivent être fermées de façon étanche pendant la mesure.

7.1.2. Position du brasseur

Le brasseur doit être positionné au centre de la pièce avec une précision de ± 2 cm et son axe ne doit pas s'écarter de l'axe vertical de plus de 1° . Le brasseur doit être monté selon les instructions du brasseur en utilisant la tige de montage la plus courte fournie par défaut par le fabricant. La hauteur de pales doit être mesurée quand le brasseur est en place et doit être supérieure à 2,13 m.

7.1.3. Climatisation de la chambre de mesure

Les appareils de ventilation, de climatisation et de chauffage de la chambre de mesure doivent être éteint au minimum 3 min avant le début de la session de mesure mais peuvent être utilisés entre deux sessions de mesure de façon à maintenir la chambre de mesure dans les conditions d'ambiance spécifiées à la sections 6.1.2.

7.2. Mesure de vitesse d'air

7.2.1. Instrumentation

Les mesures de vitesse d'air doivent être réalisées avec des anémomètres omnidirectionnels.

7.2.2. Positions des capteurs

Les anémomètres doivent être positionnés horizontalement, perpendiculairement à une ligne radiale allant du centre du brasseur au centre de l'un des murs, et orienté face au sens de rotation du brasseur. Les positions de mesures doivent être mesurées et référencées depuis le centre du brasseur. L'espacement entre les anémomètres doit être de 5 cm depuis le centre du brasseur jusqu'à une distance égale au rayon du brasseur, puis avec un espacement de 10 cm jusqu'à deux fois le rayon du brasseur, puis avec un espacement de 30 cm au-delà. La distance entre le dernier point de mesure et le mur ne doit pas être inférieur à 20 cm. L'annexe 1 donne des représentations schématiques de ces positionnements pour les diamètres courants de brasseurs.

7.2.3. Hauteurs de mesure

A chaque position de mesure, les mesures de vitesse d'air doivent être effectuée simultanément aux quatre hauteurs au-dessus du sol (10 cm, 60 cm, 110 cm et 170 cm en accord avec les recommandations de la norme ISO 7726) avec une précision de ± 5 mm. L'alignement vertical des quatre capteurs devra être effectué avec une précision de ± 5 mm.

7.2.4. Numérotation des positions de mesures

Les positions de mesures sont numérotées de 0 à n par incrément de 1 à partir du centre du brasseur (PM_0) jusqu'à la dernière position de mesure (PM_n). Les distances x_i entre le centre du brasseur et les différentes positions de mesures sont référencées avec le même indice (de x_0 à x_n). L'annexe 1 présente des exemples de positionnements pour des diamètres courants.

7.3. Echantillonnage de la mesure de vitesse d'air

7.3.1. Durée de stabilisation avant une mesure

Un temps minimal de stabilisation de 3 min doit être respecté après toute intervention dans la chambre de mesure (changement de vitesse, déplacement des capteurs, fermeture de la porte) avant le début d'une mesure.

7.3.2. Durée de la mesure

A chaque position de mesure, la vitesse d'air doit être enregistrée sur une durée minimum de 3 min ou plus longtemps selon les conditions permettant d'obtenir une mesure considérée exacte. A chaque essai, il faut donc vérifier que le temps de mesure est suffisant pour valider la condition suivante permettant d'obtenir une valeur moyenne avec une erreur inférieure à l'incertitude avec un intervalle de confiance de 95 % :

$$\Delta t \geq \frac{\sigma^2}{(u(v_{air}))^2 (1 - 95\%)} \times \frac{1}{f_m}$$

Où σ est l'écart-type de la mesure de vitesse d'air, f_m est la fréquence d'échantillonnage de la mesure de vitesse d'air et $u(v_{air})$ est l'incertitude de mesure de vitesse d'air défini par :

$$u(v_{air}) = \max(5\% \times v_{air,moy} ; 0,05)$$

Si cette condition n'est pas vérifiée, il faudra augmenter la durée de la mesure jusqu'à un temps supérieur à la valeur calculée et multiple de 60 s.

7.3.3. Fréquence de la mesure

Pour déterminer la vitesse d'air moyenne, la fréquence d'échantillonnage doit être au minimum de 1 Hz (une mesure toutes les secondes), une valeur inférieure à 0,5 Hz étant souhaitable, en accord avec les recommandations de la norme ISO 7726.

8. Calculs

8.1. Calculs des valeurs moyennes des grandeurs mesurées

En chaque position de mesure, la vitesse d'air moyenne en chaque hauteur de mesure $v_{moy,air,h}(x_i)$ est obtenue en calculant la moyenne des valeurs de vitesse d'air mesurées à cette hauteur pour cette position de mesure.

Les valeurs moyennes des paramètres opératifs sont obtenues en calculant la moyenne des mesures collectées selon la méthode spécifiée au paragraphe 6.2.1.

8.2. Pondération des hauteurs de mesures de vitesses à chaque position de mesure

Pour chaque position de mesure, les vitesses moyennes pour un usager en posture assise et en posture debout sont calculées.

En posture assise, cette vitesse moyenne est :

$$v_{moy,air,assis} = \frac{1}{3}(v_{moy,air,0.1} + v_{moy,air,0.6} + v_{moy,air,1.1})$$

En posture debout, cette vitesse moyenne est :

$$v_{moy,air,debout} = \frac{1}{3}(v_{moy,air,0.1} + v_{moy,air,1.1} + v_{moy,air,1.7})$$

8.3. Détermination du rayon d'influence directe

Les deux zones dans lesquelles la vitesse d'air moyenne doit être déterminée sont appelées la zone d'influence directe (sous le brasseur) et la zone d'influence par entrainement. Pour chaque posture, la limite de la zone d'influence directe est appelée rayon d'influence directe. La distance au centre du brasseur du rayon d'influence x_{influ} est obtenue en déterminant la position pour laquelle la dérivée seconde de la vitesse d'air moyenne par rapport à la distance au centre du brasseur est maximale :

$$\frac{d^2 v_{air,moy,pos}}{dx^2}(x_{influ}) = \max \left(\frac{d^2 v_{air,moy,pos}}{dx^2}(x_i) \right)$$

Où $\frac{d^2 v_{air,moy,pos}}{dx^2}(x_i)$ est la dérivée seconde du profil de vitesse d'air moyenne au point de mesure P_i défini pour tout i compris en $i_{max}+2$ et $n-2$ par :

$$\frac{d^2 v_{air,moy,pos}}{dx^2}(x_i) = \frac{\frac{dv_{air,moy,pos}}{dx}(x_{i+1}) - \frac{dv_{air,moy,pos}}{dx}(x_{i-1})}{x_{i+1} - x_{i-1}}$$

Où $\frac{dv_{air,moy,pos}}{dx}(x_i)$ est la dérivée du profil de vitesse d'air moyenne au point de mesure P_i défini pour tout i compris entre $i_{max}+1$ et $n-1$ par :

$$\frac{dv_{air,moy,pos}}{dx}(x_i) = \frac{v_{air,moy,pos}(x_{i+1}) - v_{air,moy,pos}(x_{i-1})}{x_{i+1} - x_{i-1}}$$

Et où i_{max} est le numéro du point de mesure où la vitesse moyenne d'air est maximale défini pour tout i compris entre 1 et n par :

$$v_{air,moy,pos}(x_{i_{max}}) = \max (v_{air,moy,pos}(x_i))$$

Le numéro de la position de mesure se trouvant à une distance au centre du brasseur égale au rayon d'influence directe est noté i_{influ} .

8.4. Calcul des vitesses moyennes dans chaque zone

Les vitesses moyennes dans la zone d'influence directe et dans la zone d'influence par entrainement sont définies pour chaque posture par les expressions suivantes :

$$v_{air,moy,dir,pos} = \frac{x_1^2}{(x_{influ} + x_{influ+1})^2} v_{air,moy,pos}(x_0) + \sum_{i=1}^{i_{influ}} \left[\frac{(x_i + x_{i+1})^2 - (x_i + x_{i-1})^2}{(x_{influ} + x_{influ+1})^2} \right] v_{air,moy,pos}(x_i)$$

$$v_{air,moy,entr,pos} = \sum_{i=i_{influ}+1}^{n-1} \left[\frac{(x_i + x_{i+1})^2 - (x_i + x_{i-1})^2}{(3x_n - x_{n-1})^2 - (x_{influ} + x_{influ+1})^2} \right] v_{air,moy,pos}(x_i) + \frac{(3x_n - x_{n-1})^2 - (x_n + x_{n-1})^2}{(3x_n - x_{n-1})^2 - (x_{influ} + x_{influ+1})^2} v_{air,moy,pos}(x_n)$$

La vitesse moyenne dans la zone d'entrainement quelle que soit la posture est définie par :

$$v_{air,moy,entr} = \frac{v_{air,moy,entr,assis} + v_{air,moy,entr,debout}}{2}$$

8.5. Effet rafraichissant standard (CE_{standard})

L'effet rafraichissant assis est défini dans des conditions standards considérant une personne travaillant assise à un bureau, habillée avec une tenue estivale, et sous une température opérative de 28 °C et une humidité relative de 60 %. Il est déterminé à la vitesse de rotation maximale.

L'effet rafraichissant en position assise dans la zone d'influence directe ($CE_{\text{standard,assis,dir}}$) est défini par :

$$SET(T_{\text{air}}, T_{\text{mrt}}, v_{\text{moy,air,dir,assis,Nmax}}, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

$$= SET(T_{\text{air}} - CE_{\text{standard,assis,dir}}, T_{\text{mrt}} - CE_{\text{standard,assis,dir}}, v_{\text{air}} = 0,1, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

L'effet rafraichissant en position assise dans la zone d'influence par entrainement ($CE_{\text{standard,assis,ent}}$) est défini par :

$$SET(T_{\text{air}}, T_{\text{mrt}}, v_{\text{moy,air,ent,assis,Nmax}}, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

$$= SET(T_{\text{air}} - CE_{\text{standard,assis,ent}}, T_{\text{mrt}} - CE_{\text{standard,assis,ent}}, v_{\text{air}} = 0,1, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

L'effet rafraichissant en position debout est défini dans des conditions standards considérant une personne travaillant debout dans un bureau, habillée avec une tenue estivale, et sous une température opérative de 28 °C et une humidité relative de 60 %.

L'effet rafraichissant en position debout dans la zone d'influence ($CE_{\text{standard,debout,dir}}$) est défini par :

$$SET(T_{\text{air}}, T_{\text{mrt}}, v_{\text{moy,air,dir,debout,Nmax}}, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

$$= SET(T_{\text{air}} - CE_{\text{standard,debout,dir}}, T_{\text{mrt}} - CE_{\text{standard,debout,dir}}, v_{\text{air}} = 0,1, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

L'effet rafraichissant en position debout dans la zone de recirculation ($CE_{\text{standard,debout,ent}}$) est défini par :

$$SET(T_{\text{air}}, T_{\text{mrt}}, v_{\text{moy,air,ent,debout,Nmax}}, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

$$= SET(T_{\text{air}} - CE_{\text{standard,debout,ent}}, T_{\text{mrt}} - CE_{\text{standard,debout,ent}}, v_{\text{air}} = 0,1, MET, clo, RH, f_{\text{eff}})$$

Les valeurs des paramètres pour les deux positions sont données dans le tableau 4. La procédure de calcul de la SET est définie par la norme ASHRAE 55.

Tableau 4 : Paramètres de calcul de l'effet rafraichissant

Position	T_{air}	T_{mrt}	MET	clo	RH	f_{eff}
Assis	28 °C	28 °C	1,1met	0,5 clo	60 %	0.691
Debout	28 °C	28 °C	1,4 met	0,5 clo	60 %	0.744

8.6. Efficacité du brasseur d'air (CFE)

L'efficacité du brasseur d'air est définie à la vitesse de rotation maximale du brasseur par le rapport de l'effet rafraichissant standard sur la puissance absorbée :

$$CFE_{assis,dir} = \frac{CE_{standard,assis,dir}}{P_{Nmax}}$$

$$CFE_{assis,entr} = \frac{CE_{standard,assis,entr}}{P_{Nmax}}$$

$$CFE_{debout,dir} = \frac{CE_{standard,debout,dir}}{P_{Nmax}}$$

$$CFE_{debout,entr} = \frac{CE_{standard,debout,entr}}{P_{Nmax}}$$

8.7. Rapport

Le rapport d'essai des brasseurs d'air plafonnier doit au minimum comporter les éléments suivants :

8.7.1. Informations générales

- Nom du laboratoire
- Adresse du laboratoire
- Date des essais
- Numéro d'essai
- Personnel effectuant les tests
- Fonction du personnel effectuant les tests
- Dimensions de la chambre de test (longueur, largeur et hauteur sous plafond)
- Des photographies de la configuration du test (montrant le brasseur en cours de test)
- Modèle du brasseur (nom commercial)
- Référence/numéro du modèle du brasseur
- Fabricant de brasseur
- Numéro de série du brasseur
- Taille du brasseur (diamètre, distance entre le plan de rotation des pales et le point d'accroche du brasseur)
- Type de moteur du brasseur (DC ou AC)
- Numéro de modèle du moteur
- Données de la plaque signalétique du moteur
- Type de commande du brasseur (y compris le nombre de variation de vitesse de fonctionnement)
- Tension d'entrée nominale du système, fréquence

8.7.2. Données

- Vitesses d'air pour chaque position de l'essai et chaque hauteur de mesure
- Températures ambiantes du thermomètre sec en début d'essai, pendant et en fin d'essai (suivant préconisation du paragraphe 6.1.2)
- Vitesse de rotation du brasseur du ventilateur et vitesse de fonctionnement du brasseur (indication de la commande fournie avec l'équipement)
- Puissance active absorbée

8.7.3. Données de calibration des instruments de mesures

- Fabricant
- Numéro de modèle
- Numéro de série
- Plage de mesure
- Précision de la mesure
- Méthode d'étalonnage
- Date du dernier étalonnage
- Résultats de l'étalonnage

8.7.4. Valeurs calculées

- Vitesse d'air moyenne en chaque hauteur de mesure
 - Vitesses moyennes pour un usager en posture assise et en posture debout pour chaque position
 - Rayons d'influence directe pour la posture assise et pour la posture debout
 - Vitesses moyennes dans la zone d'influence directe et dans la zone d'influence par entraînement pour chaque posture
 - Effets rafraichissants standard en position assise et en position debout dans la zone d'influence et dans la zone d'influence par entraînement
- Efficacité du brasseur d'air en position assise et en position debout dans la zone d'influence et dans la zone d'influence par entraînement

Annexe 1 : Exemples de positionnements des capteurs



