

# Tests en usine



# TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION .....	3
SITES DE TEST .....	4
UNITES CONCERNEES PAR LES TESTS .....	5
CERTIFICAT D'EPREUVES .....	5
LES DIFFERENTS TYPES DE TEST .....	5
Examen visuel, machine en fonctionnement (dans la zone EOL) .....	5
Test de performance et critères de validation correspondants (dans la zone EOL) .....	5
Test de performance et critères de validation correspondants (en Laboratoire - LAB) .....	6
Test acoustique .....	7
MESURES DISPONIBLES ET VALEURS PLAFOND .....	10
Examen visuel en fin de chaîne de production - essai à blanc (unité en fonctionnement) pour les unités de précision .....	10
Test de performance en fin de chaîne de production - (essai de l'unité en fonctionnement) - EOL .....	10
Test de performance en laboratoire de recherche, d'essai et de prototypage - LAB .....	12
A Extérieur, dans les environs du site Blue Box .....	13
Limites de la puissance frigorifique pouvant être établies en laboratoire, suivant le type d'unité .....	14
ANNEXE A .....	15
Diagramme d'installation de refroidisseurs à condensation par eau ou de pompes à chaleur réversibles en laboratoire .....	15
ANNEXE B .....	18
Diagramme d'installation d'un climatiseur de précision en laboratoire .....	18
1) Essai de climatiseurs à circulation descendante .....	18
2) Essai de climatiseurs à circulation ascendante .....	19
ANNEXE C .....	20
Formules utilisées pour calculer les performances .....	20
ANNEXE D .....	21
Tolérances fixées par les normes .....	21
ANNEXE E .....	21
Notes sur les normes ISO 3744 et 3746 EN .....	21
ANNEXE F .....	22
Test de performance d'une unité free cooling .....	22

## INTRODUCTION

---

Blue Box a affecté d'importantes ressources dans la construction d'un laboratoire de recherche de pointe et dans le développement de bancs d'essai sophistiqués au sein de toutes ses chaînes de production afin de mesurer la fonctionnalité et la performance de ses produits. En mettant à disposition toute une batterie de test, notre société garantie donc une fonctionnalité et une performance irréprochables à ses clients.

A l'achat de ses produits, Blue Box propose différents types de test:

- Examen visuel en fin de chaîne de production, avec l'unité en fonctionnement
- Test de performance en fin de chaîne de production (EOL)
- Test de performance en laboratoire
- Essai acoustique

A l'issu d'un test, un certificat d'épreuve, document officiel et présentant les conclusions dudit test, est remis au client.

Les essais, suivant leur nature, leur durée, le type de produit et la charge de la chaîne de production, pourront être effectués sur des bancs d'essai intégrés à la chaîne de production, en laboratoire ou en milieu ouvert (essais acoustiques).

Lors de ces essais, les unités ne pourront pas être soumises à toutes les conditions d'exploitation qu'elles peuvent supporter (voir le chapitre suivant). Influencées par les conditions environnementales extérieures, les limites de fonctionnement atteignables pendant les essais peuvent donc varier.

<b>ACRONYME</b>	<b>SIGNIFICATION</b>	<b>DESCRIPTION</b>
EOL (End Of Line)	Fin de chaîne de production	Fin de la chaîne de production servant à tester les unités fabriquées
LAB	LABoratoire	Chambre d'essai dédié à la recherche et servant à tester les nouvelles solutions et les composants.
EER	Taux de rendement énergétique	Ratio de la puissance frigorifique/puissance absorbée par l'unité
COP	Coefficient de performance	Ratio de la puissance calorifique/puissance absorbée par l'unité
UUT	Unité testée	Machine faisant l'objet d'un essai
NG	Sans glycol	Unités Free cooling sans glycol sur le circuit d'eau de l'utilisateur



## SITES DE TEST

---

Suivant la nature du test demandé par le client, les emplacements suivants au sein de l'usine Blue Box pourront servir à aux essais:



### En fin de chaîne de production

- Examen visuel de la machine en fonctionnement
- Test de performance



### En Laboratoire

- Chambre d'essais pour les refroidisseurs, pompes à chaleur et unités polyvalentes
- Test de performance



### En Laboratoire

- Chambre d'essais pour climatiseurs de précision
- Test de performance



### Extérieur, dans l'enceinte de l'usine Blue Box

- Tests acoustiques

## UNITES CONCERNEES PAR LES TESTS

---

Tous nos modèles de refroidisseurs, pompes à chaleur réversibles et unités polyvalentes à condensation par air ou par eau, ainsi que toutes nos armoires de climatisation de précision à détente directe (par air ou par eau) ou à eau glacée, peuvent être testés. Cependant, compte tenu des caractéristiques des chaînes de production et du laboratoire de Recherche et de développement, il ne pourra être testé qu'une seule unité à la fois.

Quelques limitations peuvent être appliquées en ce qui concerne les séries énumérées ci-après et ce, en raison des facteurs liés à leur installation et aux conditions climatiques :

- Unités de précision à double batterie à eau
- Unités polyvalente, à condensation par air ou par eau
- Unités free cooling
- Unités gainables

Lors des essais d'unités de puissance frigorifique supérieure à 1 000 kW, il ne sera mis en marche qu'un seul circuit à la fois.

## CERTIFICAT D'EPREUVES

---

Ce certificat est un document officiel de Blue Box présentant les résultats finaux des essais. Il permet également d'obtenir les données fonctionnelles nécessaires lors de la phase d'essai. Cependant, les valeurs et les résultats établis ne prouvent pas la puissance frigorifique ou calorifique effective de l'unité. Ce certificat est disponible pour toutes les unités Blue Box, même celles qui ne peuvent pas être testées en laboratoire.

## LES DIFFERENTS TYPES DE TEST

---

### **Examen visuel, machine en fonctionnement (dans la zone EOL)**

Cet examen consiste en un contrôle qualité des composants, de leur assemblage et de la documentation technique relative à l'unité, pendant la phase d'essai (quand la production se termine), juste avant le conditionnement et l'expédition.

L'examen consiste à activer divers éléments (ex : ventilateurs, émetteurs de chaleur, compresseurs dans les unités à circuits frigorifiques fermés), ainsi qu'à vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité<sup>1</sup> et de la commande par microprocesseur de la machine.

### **Test de performance et critères de validation correspondants (dans la zone EOL)**

Ce test consiste à vérifier la performance (puissance frigorifique et/ou calorifique et rendement énergétique) des unités dans des conditions d'exploitation aussi proches que possible de celles décrites dans les catalogues ou convenues avec le client au moment de la commande, sous réserve que les conditions saisonnières le permettent.

L'équipement, installé sur les bancs d'essai en fin de chaîne de production, peut partiellement recréer les conditions d'exploitation requises. Les mesures pouvant être effectuées et leur limite sont présentées dans le tableau 3. Les résultats présentés sont ceux obtenus en conditions d'essai effectives, qui sont sujettes aux conditions environnementales et

---

<sup>1</sup> A l'exception des dispositifs de sécurité qui ne peuvent pas être réinitialisés et dans les cas où l'activation de certains composants affecte leur fonctionnalité en les rendant impossibles à réutiliser par la suite (liste non exhaustive : soupapes de sécurité, fusibles...).

saisonniers et à un certain degré de variabilité inhérent à l'essai lui-même. Les mesures à effectuer sur les circuits de récupération de chaleur partielle ou totale et/ou à charge partielle seront convenues de manière explicite, au cas par cas, avec notre usine.

Une unité aura passé l'essai de manière concluante si la performance mesurée, par rapport aux conditions effectives recréées en banc d'essai (se référer au guide technique ou au programme de sélection, si disponible) est conforme aux paramètres déterminés par notre usine.

Toute demande de baisse de pression de l'eau doit être formulée au moment de la commande.

L'utilisation de charges partielles ne pourra se faire que par étape et est strictement restreinte à un type d'unité spécifique. Ainsi, un ou plusieurs compresseurs pourront être éteints ou dans le cas d'une vis, il pourra être utilisé différents pourcentages de partialisation mais qui ne pourront être exactement égal à 25%, 50% ou 75% de la puissance frigorifique nominale.

Les essais sur des unités gainables ne peuvent être effectués que si celles-ci sont équipées d'un régulateur de vitesse de ventilateur (inverter ou moteur EC) configuré pour générer 0 Pa d'ESP dans le bloc de soufflage (ESP Pression Statique Externe). Ces essais sont effectués sans les gaines.

## **Test de performance et critères de validation correspondants (en Laboratoire - LAB)**

Ce test en laboratoire consiste à vérifier la performance (puissance frigorifique et/ou calorifique et rendement énergétique) d'une unité dans les mêmes conditions d'exploitation telles que décrites dans les catalogues ou convenues avec le client au moment de la commande.

Notre usine peut également réaliser des essais à charge partielle, aux conditions EUROVENT, mais sa coordination et l'estimation du prix de ces essais doivent être étudiées au préalable.

Si le laboratoire a été conçu pour recréer des milieux environnementaux et des conditions de travail diverses et sévères, il est tout de même impossible de reproduire tous les modes d'exploitation de la machine. Les limites des tests de performance sont présentées dans les tableaux 4 et 5.

Tous les instruments utilisés lors des essais font périodiquement l'objet d'étalonnage conforme au certificat du SIT (Système National d'Étalonnage Italien) ou d'autres laboratoires agréés équivalents. Lorsqu'ils s'appliquent à l'essai, les paramètres d'exploitation énumérés dans les tableaux 4 et 5 sont suivis et enregistrés dans un système informatisé de commande et de stockage de données. Les mesures qui ne figurent pas dans ce système informatisé peuvent être ajoutées sur demande au moment de la commande, et se réaliseront par le branchement d'autres instruments de mesure disponibles dans notre laboratoire (baisse de pression dans les circuits d'eau, paramètres d'exploitation du détendeur électronique et autres).

Une unité aura passé l'essai de manière concluante si la performance mesurée, par rapport aux conditions effectives recréées en laboratoire (se référer au guide technique ou au programme de sélection, si disponible) est conforme aux critères de tolérance des normes LCP EUROVENT et ISO 14511 (EN).

L'incertitude des valeurs mesurées est présentée dans le tableau 1. Veuillez noter que les essais EOL et LAB sont réalisés au moyen d'instruments caractérisés par un même degré d'incertitude. Toutefois, les résultats obtenus en termes de puissance frigorifique et de puissance absorbée sont conformes aux critères de tolérance susmentionnés.

Les mesures relevées dans le but de vérifier la performance ne seront enregistrées que lorsque l'unité testée (UUT) sera parvenue à un régime stationnaire, les mesures enregistrées entre temps n'étant pas significatives.

L'utilisation de charges partielles ne pourra se faire que par étape et est strictement restreinte à un type d'unité spécifique; ainsi, un ou plusieurs compresseurs pourront être éteints ou dans le cas d'une vis, il pourra être utilisé différents pourcentages de partialisation attendus qui ne pourront être exactement égal à 25%, 50% ou 75% de la puissance frigorifique nominale.

Notre usine peut également effectuer des mesures sur les circuits de récupération totale de chaleur mais celles-ci doivent être convenues au cas par cas et estimées par nos soins.

Les essais sur les pompes à chaleur et les unités polyvalentes sont réalisés conformément aux normes Eurovent, sauf pendant la phase de dégivrage.

Compte tenu de la spécificité du laboratoire, le calendrier des essais doit être préalablement dressé et planifié dès la négociation de la commande.

Les essais sur les unités gainables ne peuvent être effectués que si celles-ci sont équipées d'un régulateur de vitesse de ventilateur (inverter ou moteur EC) configuré pour générer 0 Pa d'ESP dans le bloc de soufflage (ESP Pression Statique Externe). Ces essais sont effectués sans les gaines.

## **Test acoustique**

Ce test consiste à déterminer le niveau de puissance acoustique émis par l'UUT. Il est réalisé selon l'une des méthodes suivantes, approuvée au préalable entre le Client et notre usine :

- a) Méthode par mesure phonométrique en extérieur (dans l'enceinte de l'usine Blue Box) ; les niveaux de puissance acoustique émis par l'unité sont déterminés suivant la norme ISO 3746 (EN) « Méthode de relevé » (mesures de points discrets sur une surface enveloppante autour de l'unité). La tolérance de mesure et les critères d'acceptation des résultats sont de  $\pm 4$  dBA pour le niveau de puissance acoustique pondéré « A » émis par la machine.
- b) Méthode par mesure phonométrique en extérieur (dans l'enceinte de l'usine Blue Box) ; les niveaux de puissance acoustique émis par l'unité sont déterminés suivant la norme ISO 3744 (EN) « Méthode d'ingénierie » (mesures de points discrets sur une surface enveloppante autour de l'unité). La tolérance de mesure et les critères d'acceptation des résultats sont de  $\pm 3$  dBA pour le niveau de puissance acoustique pondéré « A » émis par la machine.

Les limites des essais acoustiques sont indiquées dans le tableau 6.

Pour les émissions monofréquence, la pression acoustique ne peut pas être mesurée en bandes d'octaves ou en bandes de tiers d'octave.

Les essais sur les unités à gaines ne peuvent être effectués que si celles-ci sont équipées d'un régulateur de vitesse de ventilateur (convertisseur ou moteur) configuré pour générer 0 Pa d'ESP dans le bloc de soufflage (ESP Pression Statique Externe). Ces essais sont effectués sans les gaines.

## TESTS CLASSIFIES PAR TYPE ET SITE

Tableau 1 -

TYPE D'ESSAI	TYPE D'ESSAI REALISE	TYPE D'UNITE	EMPLACEMENT	INCERTITUDES DES MESURES
Examen visuel, machine en fonctionnement	Test ON/OFF des différents composants (ventilateurs, compresseurs des circuits frigorifiques fermés, etc.).	Toutes les unités Blue Box.	En fin de chaîne de production	NA
	Tests des fonctions de la machine, au moyen d'alarmes et d'événements simulés sur le microprocesseur	Toutes les unités Blue Box.		
	Mesure de la consommation électrique de l'unité ou de certains composants tels que ventilateurs, compresseurs etc...	Toutes les unités Blue Box.		
Test de performance (EOL)	Puissance frigorifique mesurée selon les paramètres côté eau.	Tous les groupes froid, pompes à chaleur réversibles ou unités polyvalentes de Blue Box à l'exception de ceux énumérés à la page 5.	En fin de chaîne de production	TBTC
	Puissance calorifique mesurée selon les paramètres côté eau.	Tous les modèles de pompe à chaleur ou unités polyvalentes à l'exception de ceux cités à la page 5.		TBTC
	Evacuation de la chaleur de condensation - récupération de chaleur - mesurée selon les paramètres côté eau.	Toutes les unités équipées d'un récupérateur de chaleur intégré à la machine, à l'exception de celles énumérées à la page 5.		TBTC
	Mesure de la puissance électrique totale absorbée par l'unité.	Toutes les unités à l'exception de celles énumérées à la page 5.		TBTC

TBTC - Critères de Tolérance des Bancs d'Essai d'environ  $\pm 10\%$



<b>Test de performance (LAB)</b>	Débit d'air à la pression statique externe requise.	Tous les modèles d'armoires de climatisation, à l'exception de ceux énumérés à la page 5.	Laboratoire	± 5% à charge pleine.
	Puissance totale (brute ou nette), sensible (brute ou nette) et latente mesurée suivant la méthode dite « enthalpique » (mesures côté air) conformément à l'Annexe B de la norme ISO 14511 EN («méthode de l'essai d'enthalpie d'air en intérieur»).	Tous les modèles d'armoires de climatisation à condensation par air ou par eau. Les unités à condensation par air ne seront pas branchées à un condenseur déporté mais à un système qui évacuera la chaleur de condensation, garantissant ainsi la constance de la température de condensation, à l'exception des unités énumérées à la page 5.		± 10% à charge pleine.
	Puissance frigorifique brute totale mesurée selon les paramètres côté eau	Toutes les armoires de climatisation, équipées de batteries à eau glacée (simple ou double) et tous les modèles à détente directe équipés d'une batterie à eau glacée supplémentaire (unités dual cooling et free cooling), à l'exception de ceux énumérés à la page 5.		± 5% à charge pleine.
	Puissance frigorifique mesurée selon les paramètres côté eau	Tous les groupes froid à condensation par eau, les pompes à chaleur réversibles ou unités polyvalentes, à l'exception de ceux énumérés à la page 5.		
	Puissance calorifique mesurée selon les paramètres côté eau	Tous les modèles de pompe à chaleur ou unités polyvalentes, à l'exception de ceux cités à la page 5.		
	Evacuation de la chaleur de condensation - récupération de chaleur -	Toutes les unités équipées d'un système intégré de récupération de chaleur, à l'exception de celles citées à la page 5.		

<b>Essai acoustique</b>	Détermination des niveaux de puissance acoustique totale émis par la machine, suivant la méthode photométrique, conformément à la norme ISO 3744 EN.	Tous les groupes froid à condensation par eau, les pompes à chaleur réversibles ou unités polyvalentes, à l'exception de celles énumérées à la page 5.	Extérieur	± 3 dBA
	Détermination des niveaux de puissance acoustique totale émis par la machine, suivant la méthode photométrique, conformément à la norme ISO 3746 EN.	Tous les groupes froid à condensation par eau, les pompes à chaleur réversibles ou unités polyvalentes, à l'exception de celles énumérées à la page 5.	Extérieur	± 4 dBA

TBTC - Critères de Tolérance des Bancs d'Essai d'environ ± 10%

## MESURES DISPONIBLES ET VALEURS PLAFOND

La réalisation des essais susmentionnés à l'aide d'instruments périodiquement soumis à essai et étalonnage (certificat ISO 9001 des systèmes de management de la qualité) permet d'acquérir des mesures physiques. Ces mesures servent ensuite à calculer d'autres paramètres (ex : surchauffe du fluide frigorigène aspiré dans la conduite d'aspiration du compresseur). Tous les principaux paramètres sont enregistrés dans un système d'acquisition de données. D'autres mesures peuvent être obtenues sur le terrain au moyen d'équipements de mesure (ex : essais acoustiques). Ci-dessous est présentée la liste des paramètres physiques pouvant être établis à l'aide du système d'acquisition de données et les instruments de mesure à notre disposition.

Les sites d'essai et le laboratoire de recherche, de développement et de prototypage ne sont pas équipés pour les tests impliquant l'utilisation de mélanges antigél sur le circuit hydraulique.

### Examen visuel en fin de chaîne de production - essai à blanc (unité en fonctionnement) pour les armoires de climatisation

**Tableau 2 - Mesures pouvant être obtenues à l'issue de l'examen visuel en fin de chaîne de production, à convenir au préalable avec notre usine.**

MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Tension de sortie du régulateur de vitesse des ventilateurs du condenseur déporté pour tous les modèles de climatiseur de précision, à condensation par l'air.	V	0	230V
Tension électrique de l'UUT - valeur moyenne des trois phases ou valeur d'une phase.	V/ph/Hz	230/1/50 ou 400/3/50 <sup>(4)</sup>	
Intensité électrique absorbée par les composants individuels de l'UUT - valeur moyenne des trois phases ou valeur d'une phase.	A	0	<sup>(2)</sup>

### Test de performance en fin de chaîne de production - (essai de l'unité en fonctionnement) - EOL

**Tableau 3 - Mesures pouvant être obtenues à l'issue du test de performance en fin de chaîne de production (essai de l'unité en fonctionnement), à convenir au préalable avec notre usine. Les valeurs ci-dessous peuvent être affectées par des conditions saisonnières.**

MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Température sèche de l'air entrant dans l'UUT.	°C	10	35
Alimentation de secteur de l'UUT - valeur moyenne des trois phases ou valeur d'une phase.	V/ph/Hz	230/1/50 ou 400/3/50 <sup>4</sup>	
Intensité électrique absorbée par l'UUT - valeur moyenne des trois phases ou valeur d'une phase.	A	0	32 (monophasé) ou 630 (triphasé)
Intensité électrique absorbée par chaque dispositif de l'UUT - valeur moyenne des trois phases ou valeur d'une phase.	A	0	<sup>(2)</sup>

<sup>(2)</sup> Il n'y a pas de valeur prédéfinie, les mesures étant effectuées à l'aide d'instruments de mesure aux différents postes d'essai. L'instrument utilisé sera choisi en fonction des caractéristiques de l'unité.

<sup>(4)</sup> La tolérance de l'alimentation électrique de l'unité est égale à +/- 10% de la valeur nominale

MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Pression du fluide frigorigène de chaque circuit.	barg	0	45
Température de saturation correspondant à la pression du fluide frigorigène dans chaque circuit.	°C	(3)	
Température du fluide frigorigène dans chaque circuit.	°C	-20	130
Température de l'eau à l'entrée de chaque évaporateur des refroidisseurs d'eau, pompes à chaleur réversibles et unités polyvalentes.	°C	10	18
Température de l'eau à la sortie de chaque évaporateur des refroidisseurs d'eau, pompes à chaleur réversibles et unités polyvalentes.	°C	5	14
Température de l'eau à l'entrée de chaque condenseur de l'UUT.	°C	25	50
Température de l'eau à la sortie de chaque condenseur de l'UUT.	°C	30	55
Débit d'eau total de l'échangeur de chaleur de l'UUT, côté utilisateur ou source.	l/h	1000	180000
Pertes de charge sur l'eau dans l'échangeur de chaleur de l'UUT, côté utilisateur ou source (uniquement sur demande au moment de la commande).	kPa	0	300
Puissance frigorifique totale pour tous les modèles de refroidisseurs d'eau, de pompes à chaleur réversibles ou d'unités polyvalentes équipées d'échangeurs thermiques à eau.	kW	0	900
Puissance calorifique totale pour tous les modèles de pompes à chaleur réversibles ou d'unités polyvalentes équipées d'échangeurs à eau.	kW	0	900
Evacuation totale de la chaleur de condensation pour toutes les unités équipées de récupérateur de chaleur.	kW	0	900

(3) La température en condition de saturation dépend du type de frigorigène utilisé

## Test de performance en laboratoire de recherche, d'essai et de prototypage - LAB

**Tableau 4 - Mesures pouvant être obtenues en Laboratoire de recherche, d'essai et de prototypage, à convenir au préalable avec notre usine.**

CHAMBRE D'ESSAI DES ARMOIRES DE CLIMATISATION			
MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Température sèche de l'air repris sur l'UUT.	°C	15	35
Humidité relative de l'air repris sur l'UUT.	%	30	80
Humidité relative de l'air soufflé par l'UUT.	%	30	90
Débit volumétrique de l'air repris de l'UUT.	m <sup>3</sup> /h	1500	35000
Pression statique externe (disponible) de l'UUT.	Pa	0	500
Alimentation secteur de chaque phase de l'UUT.	V/ph/Hz	230/1/50 ou 400/3/50 <sup>4</sup>	
Intensité électrique absorbée par l'UUT à chaque phase.	A	0	32 (monophasé) ou 120 (triphasé)
Puissance électrique totale absorbée par l'UUT.	kW	0	60
Intensité électrique absorbée par chaque compresseur.	A	0	90
Température d'entrée d'eau de l'UUT.	°C	7	18
Débit volumétrique d'eau dans l'UUT.	l/h	0	32000
Pertes de charge sur l'eau dans l'UUT.	kPa	0	300
Température d'entrée d'eau sur chaque condenseur de l'UUT.	°C	20	50
Température de sortie d'eau sur chaque condenseur de l'UUT.	°C	25	55
Débit volumétrique d'eau dans les condenseurs de l'UUT.	l/h	0	32000
Pertes de charge sur l'eau dans les condenseurs de l'UUT.	kPa	0	300
Puissance frigorifique brute totale (côté air).	kW	0	230
Puissance frigorifique brute totale (côté eau).	kW	0	230
Evacuation de la chaleur de condensation sur chaque circuit frigorifique sur les armoires à condensation par eau.	kW	0	150

**Tableau 5 - Mesures pouvant être obtenues au Laboratoire de recherche, d'essai et de prototypage de refroidisseurs, pompes à chaleur et unités polyvalentes, à convenir au préalable avec notre usine.**

CHAMBRE D'ESSAI DES REFROIDISSEURS, POMPES À CHALEUR et UNITÉS POLYVALENTES			
MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Alimentation secteur de chaque phase de l'UUT (230V/1ph/50Hz ou 400V/3ph/50Hz) <sup>4</sup>	V	Nominal -10%	Nominal +10%

<sup>4</sup> La tolérance de l'alimentation électrique de l'unité est égale à +/- 10% de la valeur nominale.

MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Intensité électrique absorbée par l'UUT pour chaque phase (triphase).	A	---	650
Intensité électrique absorbée par l'UUT (monophasé).	A	---	32
Température d'entrée d'eau de l'UUT (évaporateur).	°C	10	20
Température de sortie d'eau de l'UUT (évaporateur).	°C	5	18
Température d'entrée d'eau de l'UUT (condenseur).	°C	18	50
Température d'entrée d'eau de l'UUT (condenseur).	°C	19	55
Température d'entrée d'eau de l'échangeur de récupération de chaleur.	°C	18	50
Température de sortie d'eau de l'échangeur de récupération de chaleur.	°C	19	55
Débit volumétrique de l'eau dans l'UUT (évaporateur).	m3/h	0	180
Débit volumétrique de l'eau dans l'UUT (condenseur).	m3/h	0	180
Débit volumétrique de l'eau dans l'échangeur de récupération de chaleur totale de l'UUT.	m3/h	0	180
Température moyenne d'entrée d'eau sur le condenseur.	°C	20	40
Température moyenne d'entrée d'eau sur l'évaporateur.	°C	3	15
Puissance totale de l'évaporateur de l'UUT <sup>5</sup> .	kW	---	1000
Puissance totale du condenseur de l'UUT <sup>5</sup> .	kW	---	1200
Pression du fluide frigorigène dans chaque circuit	barg	0	45
Température de saturation correspondant à la pression du fluide frigorigène dans chaque circuit.	°C	6	
Température du fluide frigorigène dans chaque circuit.	°C	-20	130

## A Extérieur, dans les environs du site Blue Box

**Tableau 6 - Mesures pouvant être obtenues lors d'essais en plein air, dans les environs de l'usine Blue Box, à convenir au préalable avec notre usine.**

MESURES	UNITÉ	Valeur minimale	Valeur maximale
Niveau de pression acoustique totale en champ libre émise par l'UUT Établi conformément à la norme ISO 3744 EN.	dBA	Bruit de fond +6 dB	110
Niveau de pression acoustique totale en champ libre émise par l'UUT Établi conformément à la norme ISO 3746 EN.	dBA	Bruit de fond +6 dB	120
Niveau de puissance acoustique totale émis par l'UUT Calculé conformément à la norme ISO 3744 EN ou ISO 3746 EN	dBA	Bruit de fond +6 dB	120

<sup>5</sup> Les unités multi-compresseurs ou multi-circuits dont la puissance frigorifique/calorifique totale dépasse la capacité de la chambre peuvent être testées en activant les compresseurs ou circuits frigorifiques en alternance, sous réserve que les puissances qui en résultent ne dépassent pas la capacité maximale de la chambre.

<sup>6</sup> La température en condition de saturation dépend du type de fluide frigorigène utilisé.



## Limites de la puissance frigorifique pouvant être établies en laboratoire, suivant le type d'unité

En plus des limites décrites dans les tableaux des paragraphes précédents, il existe des limites se rapportant au type d'unité, telles que :

Configuration	Conditions d'essai	Puissance maximale
Free cooling <sup>7</sup> et Sans Glycol (NG) (une batterie)	Tair,entrée = 5°C ; Teau,entrée = 15°C ; Tair,ext=35°C	300 kW
Free cooling à batterie séparée		300 kW

**Il faudra se référer aux conditions d'essai ci-dessus (en particulier en ce qui a trait à la température externe de l'air) pour évaluer la capacité maximale qui peut être testée- à convenir au préalable avec notre usine.**

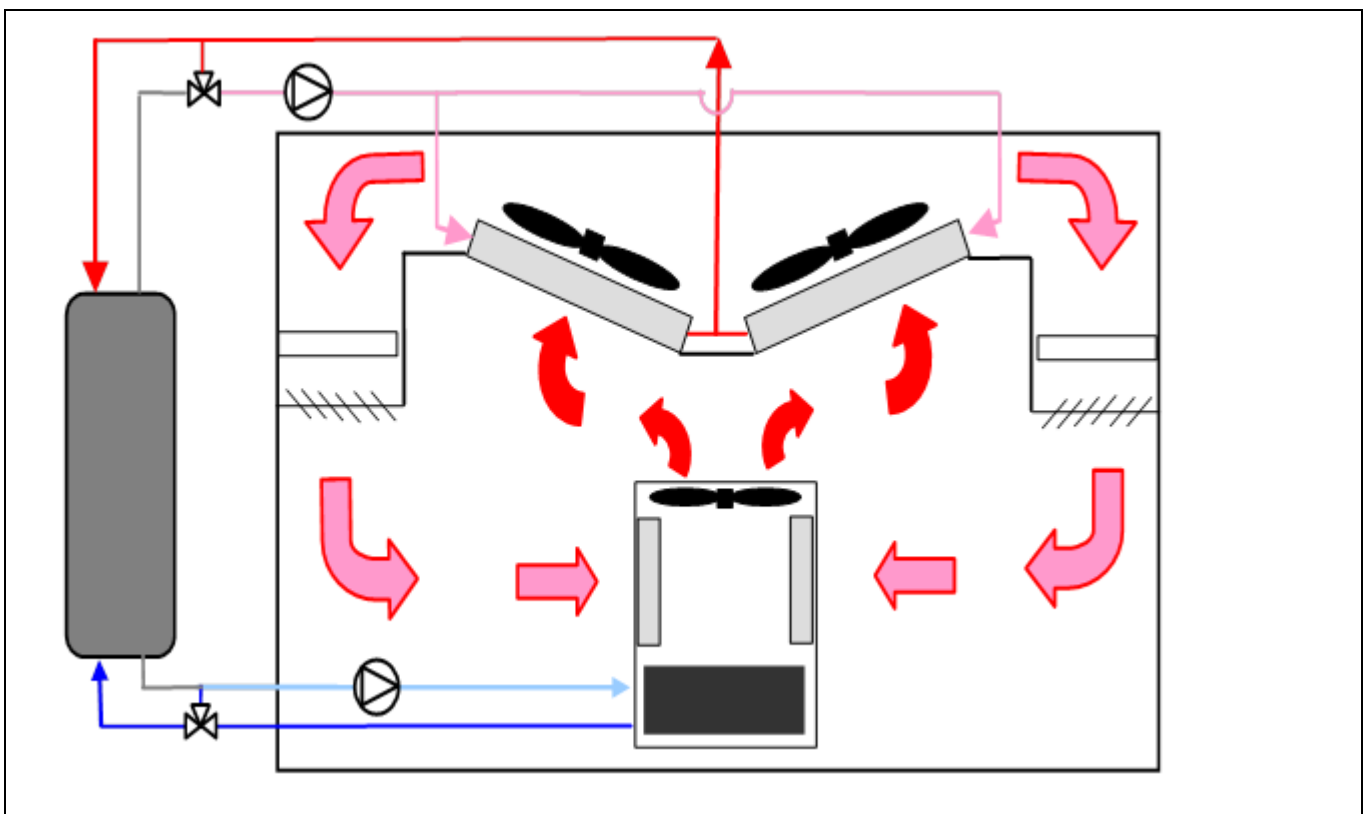
---

<sup>7</sup> NG Sans Glycol - Unités free cooling sans glycol sur le circuit d'eau côté l'utilisateur - Voir également Annexe F.

## ANNEXE A

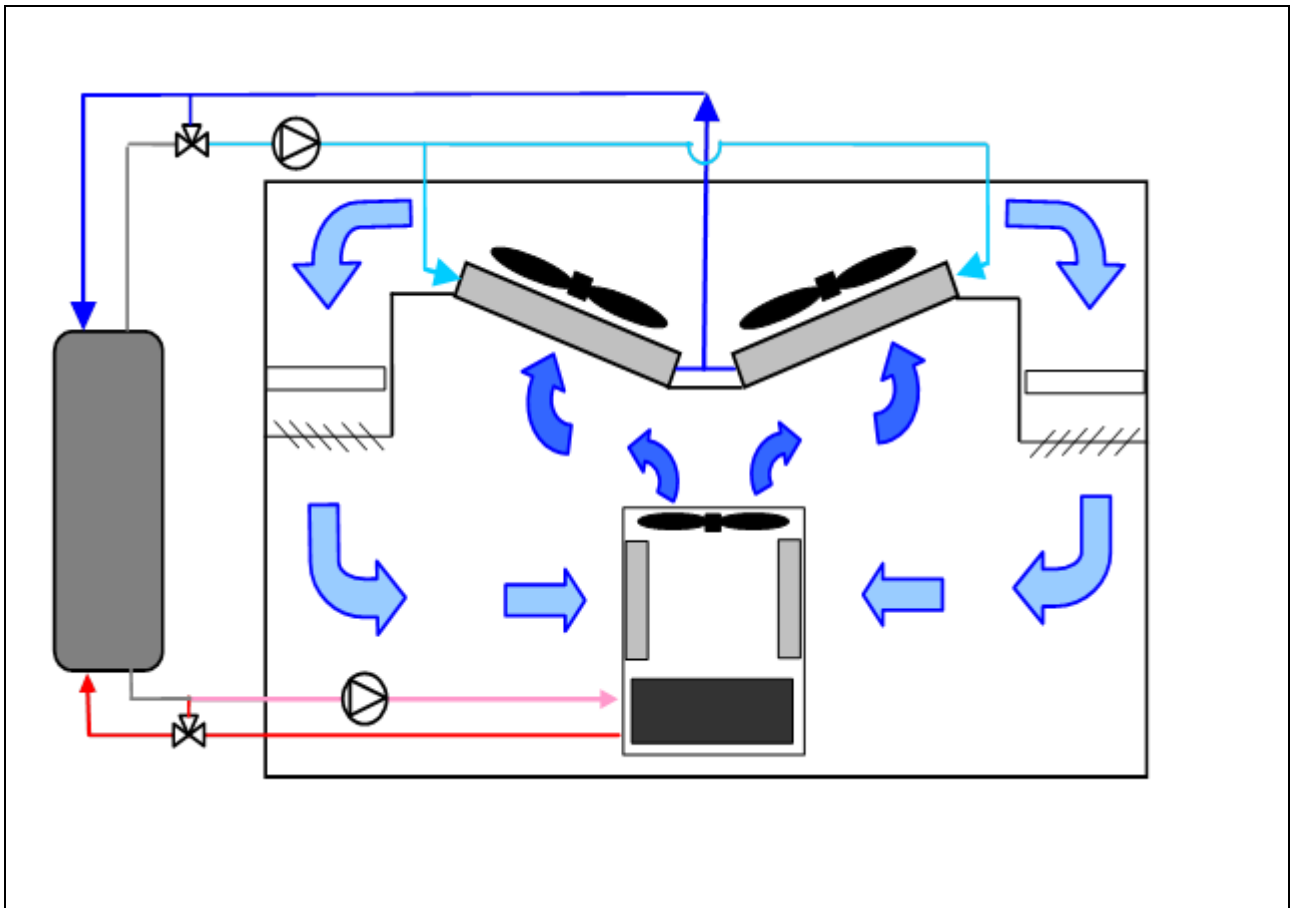
### Diagramme d'installation de refroidisseurs de liquide ou de pompes à chaleur à condensation par air en laboratoire

Légende des diagrammes fonctionnels du laboratoire : chaque couleur, commençant en rouge et finissant en bleu, indique une baisse générale de la température de l'air ou de l'eau



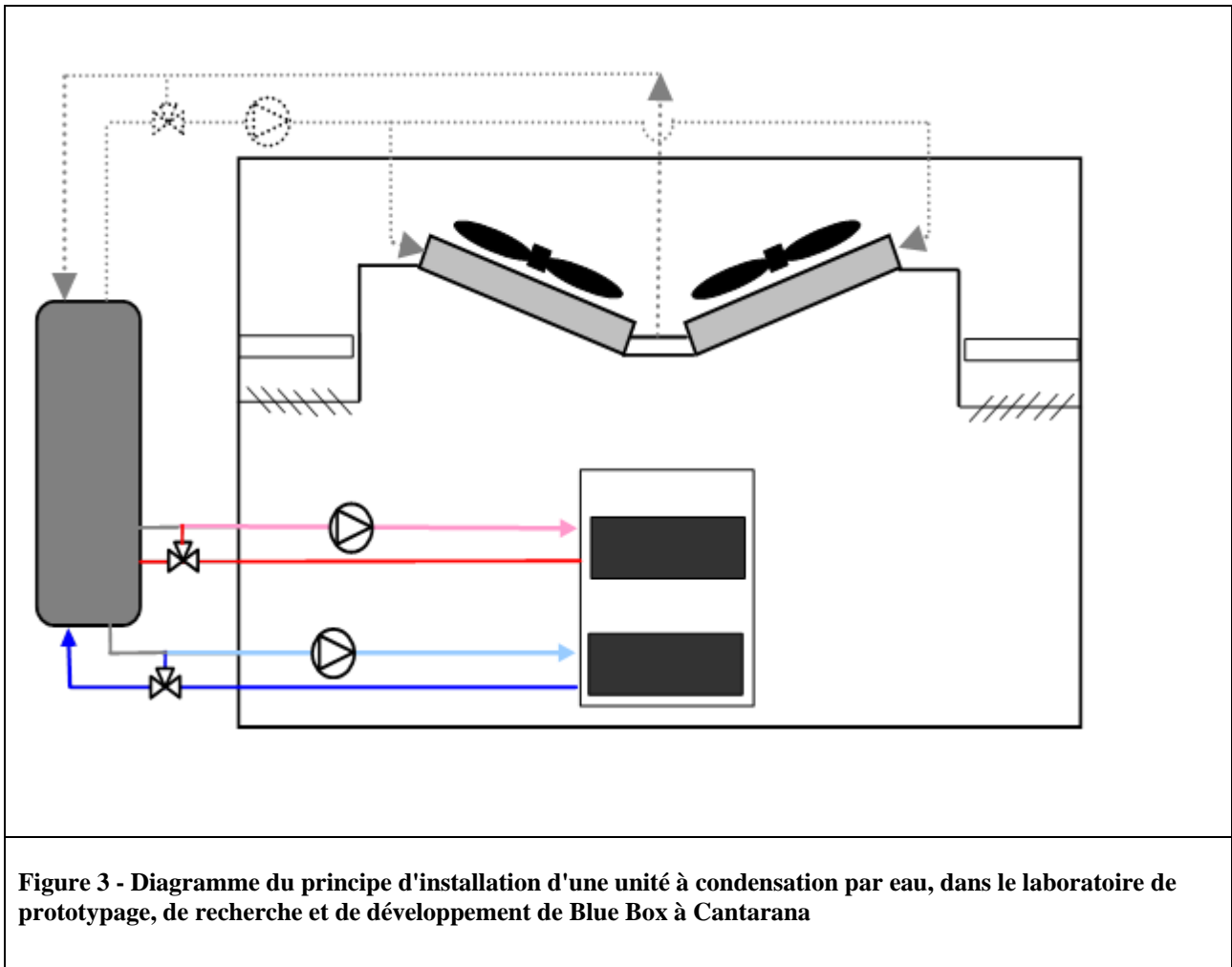
**Figure 1 - Principe d'installation d'un refroidisseur à condensation par air dans le laboratoire de prototypage, de recherche et de développement de Blue Box à Cantarana.**

Dans la configuration d'un test dédié à un refroidisseur à condensation par air, l'air de condensation rejetée par l'UUT est refroidi par des batteries en plafond puis renvoyé dans la chambre d'essai à la bonne température. Parallèlement à cela, l'évaporateur est raccordé à un ballon de stockage, maintenu à une température moyenne entre l'air et l'eau requise dans l'évaporateur. Une certaine quantité d'eau est mélangée dans l'évaporateur afin de maintenir la température d'entrée d'eau constante. L'eau du ballon alimentera également les batteries en plafond pour refroidir l'air de condensation. Ainsi, la charge thermique sur l'évaporateur sera produite par le refroidisseur lui-même et la chaleur produite par le compresseur sera rejetée sur un dry cooler externe ou un groupe froid auxiliaire (non représenté sur la Fig.1).



**Figure 2 - Principe d'installation d'une pompe à chaleur air/eau dans le laboratoire de prototypage, de recherche et de développement de Blue Box à Cantarana**

En mode pompe à chaleur, le diagramme reste identique sauf que le côté utilisateur et le côté source sont inversés. L'unité produit de l'eau chaude et l'air froid produit par les batteries en plafond est réchauffé par l'eau présente dans le ballon de stockage qui est maintenue à température moyenne. Avant d'être réintroduit dans la chambre, l'air passe par une zone d'humidification où le degré d'humidité est ajusté au niveau requis.



Le diagramme d'une unité à condensation par eau est beaucoup plus simple, l'équilibre du système étant maintenu au niveau du ballon de stockage à température moyenne par des échanges de chaleur entre l'évaporateur et le condenseur. De toute évidence, la différence de chaleur échangée entre le condenseur et l'évaporateur (égale à la chaleur équivalente du compresseur) est rejetée sur un dry cooler, ou si les conditions environnementales l'interdisent, sur un groupe froid auxiliaire.

## ANNEXE B

### Diagramme d'installation d'une armoire de climatisation en laboratoire

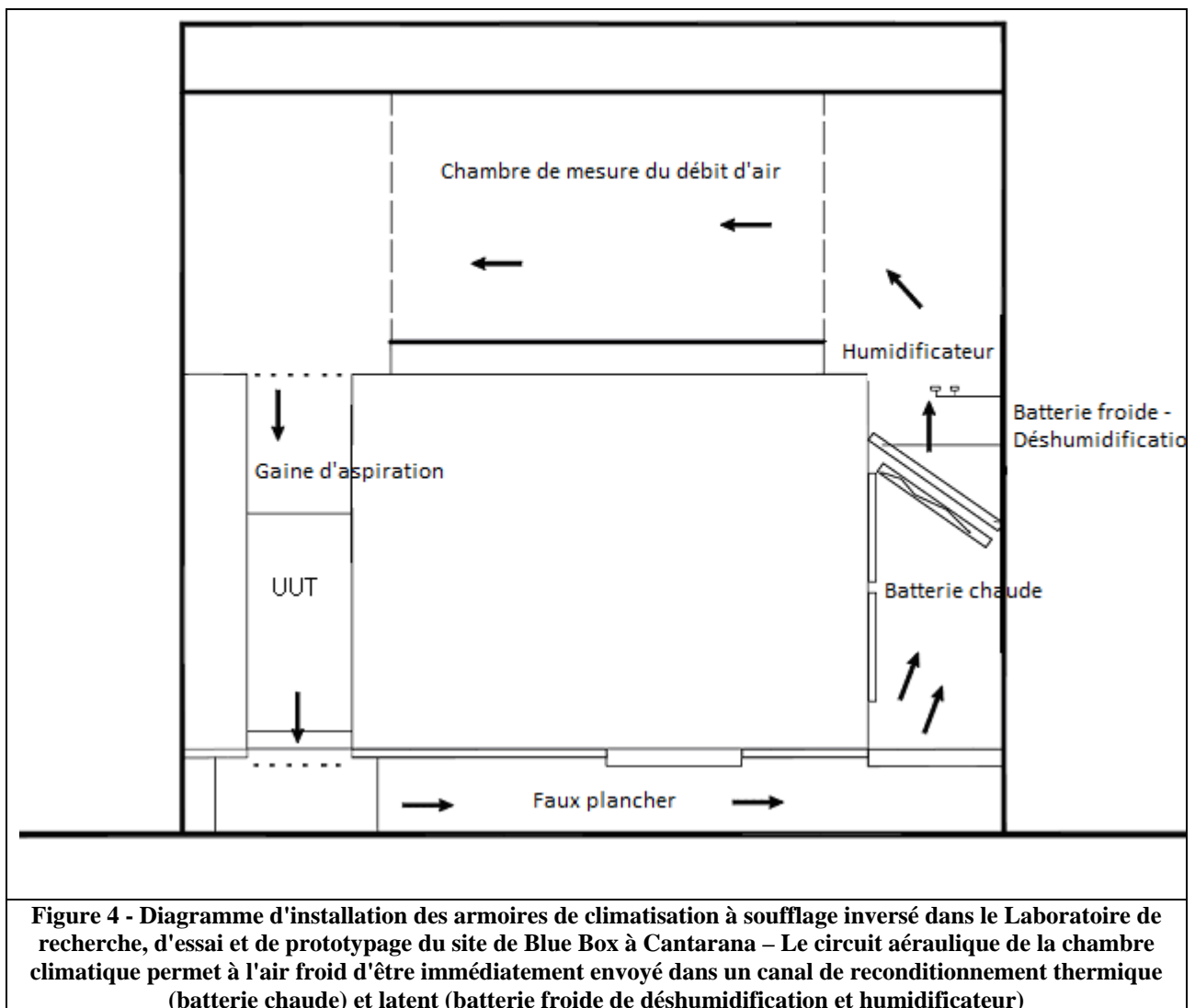
#### 1) Essai des armoires de climatisation à soufflage inversé

Dans cette configuration d'essai (voir Figure 4), l'air traité sortant de l'UUT, équipé de son propre ventilateur en marche, passe dans le faux plancher de la chambre climatique. Il est ensuite reconditionné en température (charge thermique) par la batterie chaude et en humidité spécifique (charge latente) par la batterie froide de déshumidification et/ou par l'humidificateur.

Dans la chambre de mesure du débit d'air, le débit d'air est mesuré au moyen de buses calibrées qui créent une perte de charge permettant de calculer la valeur du débit d'air. Le nombre de buses ouvertes est paramétré en fonction du volume d'air à mesurer et la chambre de mesure dans son ensemble peut être orientée dans les deux sens, selon la direction d'écoulement de l'air.

Enfin, l'air sort de la chambre de mesure du débit d'air et est canalisé vers l'UUT par la gaine d'aspiration.

La chambre de mesure est équipée avec un ventilateur de compensation servant à compenser les pertes de charge du circuit aéraluc externe à l'UUT, exception faite de la partie où la pression statique de l'unité est créée (le faux plancher dans ce cas, pressurisé au moyen de registres placés en amont du canal de reconditionnement).



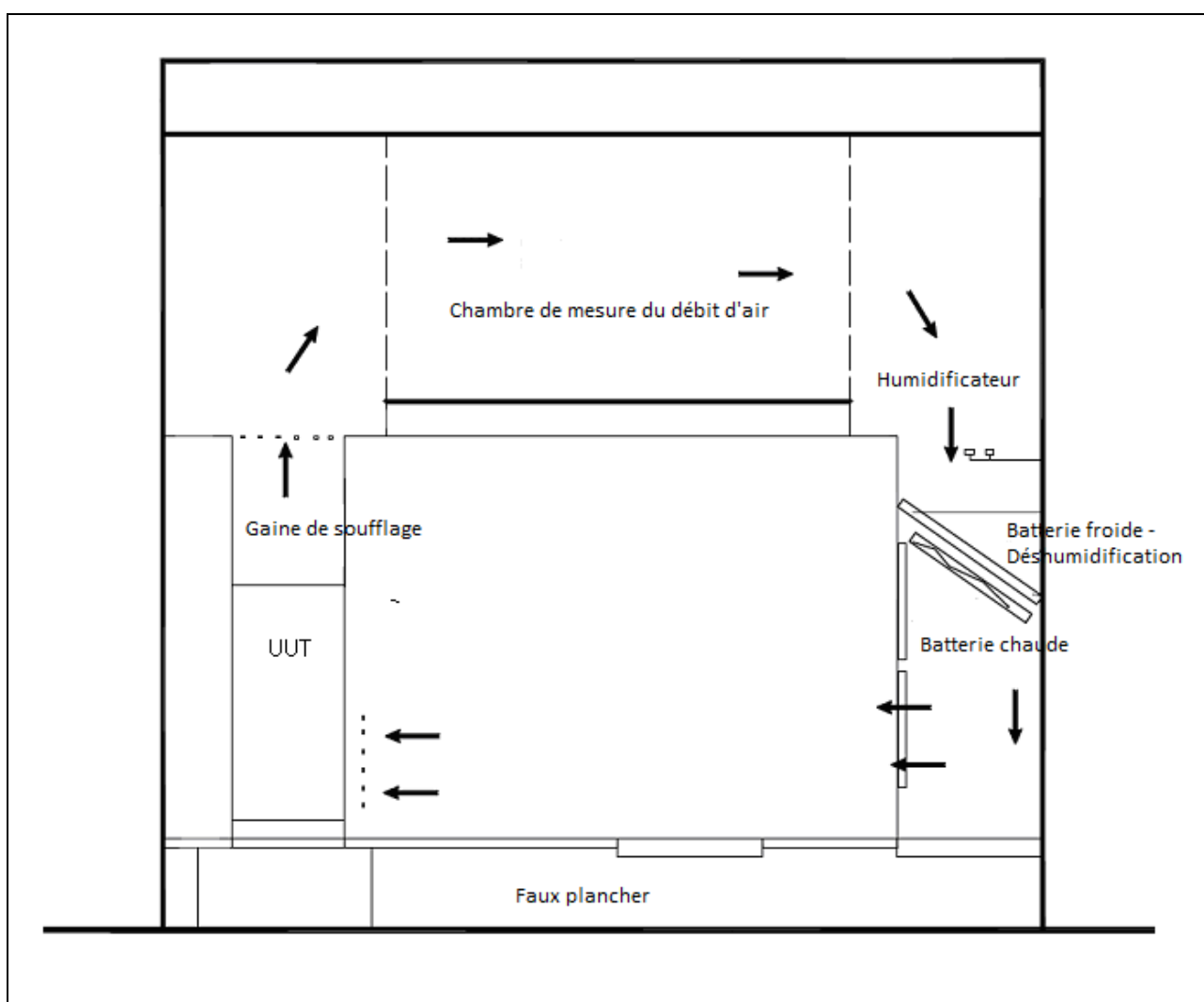


## 2) Essai des armoires de climatisation à soufflage par le haut

Dans cette configuration (voir Figure 5), l'air traité sortant de l'UUT, équipé de son propre ventilateur en marche, est soufflé vers la chambre de mesure. Dans cette chambre, le débit volumétrique de l'air est mesuré à l'aide de buses calibrées qui créent une perte de charge permettant de calculer la valeur du débit de l'air. Le nombre de buses utilisées est paramétré en fonction du volume d'air à mesurer. La chambre de mesure dans son ensemble peut être orientée dans les deux sens, selon la direction du flux d'air.

L'air est ensuite reconditionné en température (charge thermique) par la batterie chaude et en humidité spécifique (charge latente) par la batterie froide de déshumidification et/ou par l'humidificateur.

La chambre de mesure est équipée avec un ventilateur de compensation servant à compenser les pertes de charge du circuit aéraulique externe à l'UUT, exception faite de la partie où la pression statique de l'unité est créée (le faux plancher dans ce cas, pressurisé au moyen de registres placés en amont du canal de reconditionnement).



**Figure 5- Diagramme d'installation des armoires de climatisation à soufflage par le haut en Laboratoire de recherche, d'essai et de prototypage de Blue Box à Cantarana - le circuit aéraulique de la chambre climatique permet reprendre directement l'air après son reconditionnement.**

## ANNEXE C

### Formules utilisées pour calculer les performances

Formule	Description
$\dot{Q}_{lat} = \dot{V}_a \times \rho_a \times (q_{in} - q_{out}) \times \gamma_0$	Puissance frigorifique latente des armoires de climatisation
$\dot{Q}_{sens,net} = \dot{V}_a \times \rho_a \times c_{a,p} \times (t_{a,in} - t_{a,out})$	Puissance frigorifique sensible nette des armoires de climatisation
$\dot{Q}_{sens,gross} = \dot{Q}_{sens,net} + W_f$	Puissance frigorifique sensible brute des armoires de climatisation
$\dot{Q}_{tot,net} = \dot{Q}_{sens,net} + \dot{Q}_{lat}$	Puissance frigorifique nette totale des armoires de climatisation
$\dot{Q}_{tot,gross} = \dot{Q}_{tot,net} + W_f$	Puissance frigorifique nette totale des armoires de climatisation <i>côté air</i>
$\dot{Q}_{tot,gross} = \dot{Q}_{W,cond} - W_{comp}$	Puissance frigorifique brute totale des armoires de climatisation <i>côté eau</i>
$\dot{Q}_w = \frac{\dot{V}_w \times (T_{w,in} - T_{w,out})}{859.845} \times \rho_w \times c_{w,p}$	Puissance thermique échangée côté eau (pour toutes les unités)

Les significations sont les suivantes :

Symbole	Description
$\dot{V}_a$	Débit volumétrique d'air
$\dot{V}_w$	Débit volumétrique d'eau
$\rho_a, \rho_w$	Densité de l'air / de l'eau
$c_{a,p}, c_{w,p}$	Chaleur spécifique de l'air / de l'eau à pression constante
$W_{comp}$	Puissance électrique absorbée par le compresseur
$W_f$	Puissance électrique absorbée par le ventilateur
$q_{in,out}$	Humidité spécifique de l'air, entrant ou sortant de l'unité
$t_{a,in,out}$	Température sèche à l'entrée ou à la sortie de l'unité
$T_{w,in,out}$	Température de l'eau entrante ou sortante
$\gamma_0$	Chaleur latente de l'eau

## ANNEXE D

### Tolérances fixées par les normes

	Norme LCP EUROVENT (Refrigerateur / Pompe à chaleur)	Norme ISO 14511 EN (Unité de précision)
Puissance frigorifique	≥ 0,95 x valeur déclarée	≥ 0,88 x valeur déclarée
Puissance calorifique	≥ 0,95 x valeur déclarée	≥ 0,88 x valeur déclarée
EER ou COP	≥ 0,95 x valeur déclarée	≥ 0,85 x valeur déclarée

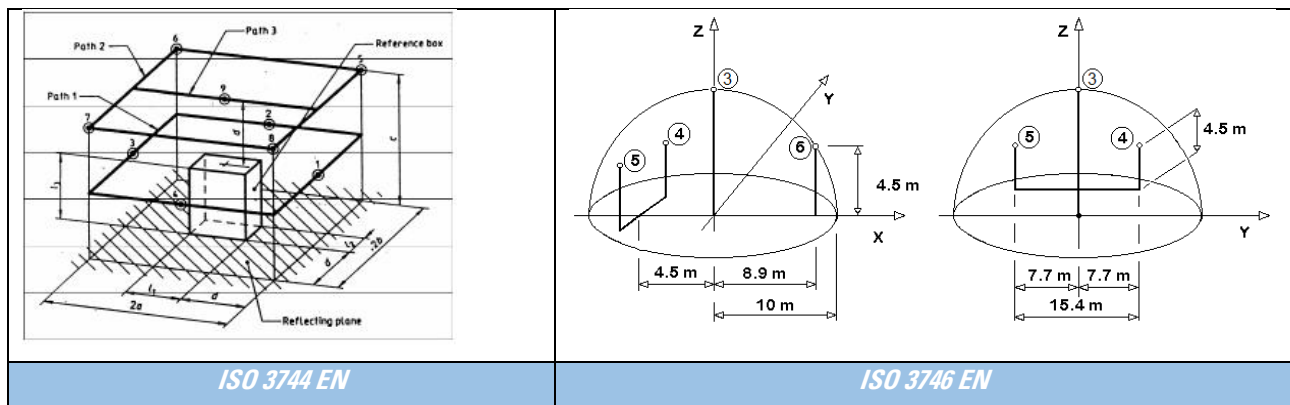
En ce qui concerne les charges partielles, les tolérances applicables seront déterminées sur la base de celles fixées par la norme LCP EUROVENT.

## ANNEXE E

### Notes sur les normes ISO 3744 et 3746 EN

Ces normes servent à déterminer le niveau de puissance acoustique en mesurant la pression sonore sur une surface enveloppante, en champ libre, émis par une source non ponctuelle et ce, soutenu par un plan acoustique réfléchissant.

La source sonore est enveloppée d'une surface de forme parallélépipédique ou semi-sphérique :



La distance entre la surface d'essai et la machine sera, de préférence, d'1 m et ne pourra être inférieure à 0,25 m.

$L_p' = 10 \times \log \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_i}$	Pression acoustique moyenne sur la surface de mesure
$L_{p_f} = L_p' - K_1 - K_2$	Pression acoustique moyenne avec correction du bruit de fond ( $K_1$ ) et réverbération ambiante ( $K_2$ )
$L_W = L_{p_f} + 10 \times \log \frac{S}{S_0}$	Niveau de puissance acoustique, exprimée en dB, S étant la surface de mesure exprimée en mètres carrés et $S_0$ la surface de référence exprimée en mètres carrés.

## ANNEXE F

---

### Test de performance d'une unité free cooling

Ce test consiste à contrôler les niveaux de performance atteints par l'unité en conditions d'exploitation nominales ou équivalentes.

Il est effectué en conditions nominales uniquement lorsque celles-ci peuvent être aisément recréées. La création et le maintien d'un environnement artificiel à température basse, sont des opérations complexes et pas toujours possibles, notamment pendant les périodes estivales et lorsque les unités à tester sont des refroidisseurs free cooling de grosse puissance.

C'est pourquoi le test est généralement effectué en milieu extérieur, en se servant de l'air ambiant, à température normale, agissant comme puits thermique. Les débits d'air et d'eau, et l'écart de température entre les deux sont maintenus à leur valeur nominale et sont mesurés, puis enregistrés.

#### **REMARQUES :**

- Le test sera réalisé avec de l'eau, sans glycol.
- Les batteries à eau seront vidées après l'essai.
- Attention! si l'unité reste à un endroit où la température extérieure de l'air est inférieure à 0°C après l'essai, certains tubes de batteries risquent de geler avant la mise en marche de l'unité. Il faut donc veiller à remplir les batteries de glycol dans les meilleurs délais.



### **LYON (siège social)**

Immeuble Cèdre 3  
Parc Woodstock  
97, allée Alexandre Borodine  
69800 SAINT-PRIEST  
☎ 04 37 25 62 10  
Fax: 01 41 30 87 99

### **PARIS / LILLE**

80 bis, avenue de Fontainebleau  
94270 LE KREMLIN-BICETRE  
☎ 01 45 15 09 70 (Standard)  
Fax: 01 41 30 99 58

### **ROUEN**

Société RTI  
59, rue de l'Auzerolle  
76230 BOIS-GUILLAUME  
☎ 02 35 61 29 09  
Fax: 09 81 38 79 63

### **NANTES**

SOCIETE ATIB  
11, rue Jean Mermoz  
BP 28103  
44 981 SAINTE-LUCE-SUR-LOIRE  
☎ 02 51 85 09 49  
Fax: 02 40 25 76 66

### **BORDEAUX**

900, chemin de Marache  
40460 SANGUINET  
☎ 06 73 20 52 49  
Fax: 05 47 55 10 73

### **TOULOUSE**

18, rue des muguets  
31290 VILLEFRANCHE-DE-LAURAGAIS  
☎ 06 72 05 87 91  
Fax: 05 17 47 61 53

### **CLERMONT-FERRAND**

Société ENERGEO 63  
37, avenue Emmanuel Chabrier  
63510 AULNAT  
☎ 04 73 69 34 34  
Fax: 04 73 69 99 60

### **STRASBOURG**

1, rue Hanau-Lichtenberg  
67340 OFFWILLER  
☎ 06 45 48 27 28  
Fax: 03 59 03 93 44

### **DIJON**

Société ADT  
9, rue Rembrandt  
21000 DIJON  
☎ 03 80 58 77 67  
Fax: 03 80 58 77 71

### **MARSEILLE**

30, rue Dieudé  
13006 MARSEILLE  
☎ 06 30 62 25 90  
Fax: 04 83 07 56 46