

Destinataire : Monsieur Etienne SAISON
ANJOS VENTILATION
ROCHE BLANCHE
01230 TORCIEU
FRANCE

Villeurbanne, le 13/12/2023

Responsable de l’Affaire : **Benoît Golaz**

Fonction : Chargé d’Affaires

Signature :



Rapport d'essais n° 2330873-3
Révision : 01

Caractérisation aéraulique d’une sortie de toit

IDENTIFICATION DU MATÉRIEL : CARA 160
CONSTRUCTEUR : ANJOS VENTILATION
TEXTE(S) DE RÉFÉRENCE : NF EN 13141-5:2020
ESSAIS RÉALISÉS PAR : Dominique PUGNET
DATE DES ESSAIS : Du 12 au 18 Juin 2023

CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES AÉRAULIQUES ET THERMIQUES

Domaine Scientifique de la Doua - 25, avenue des Arts - BP 52042 - 69603 Villeurbanne Cedex - France

Tél. +33 (0)4 72 44 49 00 - Fax. +33 (0)4 72 44 49 49 - www.cetiat.fr - Email : commercial@cetiat.fr

Livraisons : Domaine Scientifique de la Doua - 54, avenue Niels Bohr - 69100 Villeurbanne

Siret 775 686 967 00024 - Ape 7219 Z

Le rapport final signé annule tous les résultats et documents provisoires communiqués.

Chaque révision annule et remplace la précédente.

Tout exemplaire périmé doit être détruit ainsi que les éventuelles copies. Nous attirons votre attention sur les risques d'erreurs encourus à conserver une version périmée.

Révision	Date	Nature de la modification	Pages modifiées
00	20/10/2023	Première édition	
01	13/12/2023	Erreur de valeurs (Ø150 au lieu de 160). Remplacement par valeurs du Ø160	12 et 13

Les résultats et les rapports sont la propriété exclusive du demandeur et le CETIAT s'interdit leur communication à des tiers sauf autorisation écrite.

Toute utilisation commerciale du nom du CETIAT et des résultats est soumise à l'accord préalable du CETIAT.

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Les rapports établis par le CETIAT ne sont valables que pour le matériel qui lui a été présenté, et dans les conditions particulières de l'essai.

Les informations relatives aux équipements de mesure utilisés pour les essais sont conservées dans le dossier archivé au CETIAT.

L'utilisation de ces résultats pour le dimensionnement d'installations utilisant ce matériel doit tenir compte des tolérances de fabrication, des conditions réelles d'exploitation et ne relève donc pas de la responsabilité du CETIAT.

Les formules ou codes utilisés pour prévoir soit le fonctionnement d'un appareil dans des conditions autres que celles de l'essai, soit les caractéristiques d'appareils semblables mais de dimensionnement différent tiennent compte de l'état des connaissances au moment de la livraison des résultats et sont susceptibles d'évolution. Les résultats obtenus par ces formules ou codes de calcul sont donnés de façon indicative.

Le rapport signé numériquement est transmis au client. Un exemplaire est conservé au CETIAT.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
2. SYNTHÈSE DES ESSAIS	4
2.1. Soufflage.....	4
2.2. Aspiration (*)......	5
ANNEXE 1 - PRODUIT TESTÉ	7
ANNEXE 2 - MÉTHODOLOGIE D'ESSAI.....	8
ANNEXE 3 - RÉSULTATS DÉTAILLÉS	10
ANNEXE 4 - INSTRUMENTATION	14

1. INTRODUCTION

La société ANJOS VENTILATION a sollicité le CETIAT pour réaliser des essais de perte de charge sur une sortie toiture de VMC.

Le produit testé est un chapeau de toiture, référence CARA 160, de la société ANJOS VENTILATION, décrit en ANNEXE 1 -

La méthodologie d'essai est décrite en ANNEXE 2 -

Les résultats d'essais sont détaillés en ANNEXE 3 -

L'instrumentation utilisée est listée en ANNEXE 4 -

2. SYNTHÈSE DES ESSAIS

2.1. Soufflage

Le coefficient de perte de charge ζ du chapeau de toiture CARA 160 au soufflage selon la norme NF EN 13141-5:2020 est de :

ζ	4,00	±	0,37
---------	------	---	------

Ce coefficient est égal à la pente de la droite de régression linéaire des couples ($P_{d,duct}$; ΔP), obtenue en utilisant une méthode des moindres carrés. Le coefficient de détermination R^2 est $\geq 0,98$.

La perte de charge du chapeau de toiture CARA 160 au soufflage à 200 m³/h selon la norme NF EN 13141-5:2020 est de :

Conditions standards 20°C, 101325 Pa

	PERTE DE CHARGE à 200m ³ /h	
	ΔP [Pa]	$U_{\Delta P} (k=2)$ (Pa)
CARA 160 Rejet	18,4	0,5

Note : Le §7.6.2.4 du NF DTU 68.3 P1-1-2:2013 "*Installations de ventilation mécanique — Partie 1-1-2 : Ventilation mécanique contrôlée autoréglable simple flux — Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre — Cahier des clauses techniques types*" précise que "*la sortie aéraulique (y compris le conduit) doit être caractérisée par [...] une perte de charge maximale (différence de pression totale) de 25 Pa pour un débit de 200 m³/h.*"

Cette perte de charge est calculée à partir de l'équation :

$$\Delta P = \zeta \cdot P_{d,duct} = \zeta \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{duct}^2 \right) = \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{4000000}{3600 \cdot \pi \cdot \varnothing^2} \right)^2 \cdot Q_v^2$$

Avec :

- ΔP = Perte de charge de la sortie de toit, en Pa
- ζ = coefficient de perte de charge de la sortie de toit
- $P_{d,duct}$ = pression dynamique, en Pa
- ρ = masse volumique de l'air, en kg/m³
- V_{duct} = vitesse moyenne de l'air dans le conduit, en m/s
- \varnothing = diamètre du conduit, en mm
- Q_v = débit volumique, en m³/h

Aux conditions 20°C et 101 325 Pa, l'équation du chapeau de toiture CARA 160 au soufflage est :

$$\Delta P = 0,0004596 \cdot Q_v^2$$

Les résultats sont détaillés en ANNEXE 3 -

2.2. Aspiration (*)

Le coefficient de perte de charge ζ du chapeau de toiture CARA 160 à l'aspiration est de :

ζ	3,72	\pm	0,42
---------	-------------	-------	-------------

Ce coefficient est égal à la pente de la droite de régression linéaire des couples ($P_{d,duct}$; ΔP), obtenue en utilisant une méthode des moindres carrés. Le coefficient de détermination R^2 est $\geq 0,98$.

La perte de charge du chapeau de toiture CARA 160 à l'aspiration à 200 m³/h est de :

Conditions standards 20°C, 101325 Pa

	PERTE DE CHARGE à 200m ³ /h	
	ΔP [Pa]	$U_{\Delta P}(k=2)$ (Pa)
CARA 160 ASPIRATION	17,1	0,6

Cette perte de charge est calculée à partir de l'équation :

$$\Delta P = \zeta \cdot P_{d,duct} = \zeta \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{duct}^2 \right) = \zeta \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{4000000}{3600 \cdot \pi \cdot \varnothing^2} \right)^2 \cdot Q_v^2$$

Avec :

- ΔP = Perte de charge de la sortie de toit, en Pa
- ζ = coefficient de perte de charge de la sortie de toit
- $P_{d,duct}$ = pression dynamique, en Pa
- ρ = masse volumique de l'air, en kg/m^3
- V_{duct} = vitesse moyenne de l'air dans le conduit, en m/s
- \varnothing = diamètre du conduit, en mm
- Q_v = débit volumique, en m^3/h

Aux conditions 20°C et 101 325 Pa, l'équation du chapeau de toiture CARA 160 à l'aspiration est :

$$\Delta P = 0,0004274 \cdot Q_v^2$$

Les résultats sont détaillés en ANNEXE 3 -

ANNEXE 1 - PRODUIT TESTÉ

Le produit testé est un chapeau de toiture de diamètre 160 mm, référence CARA 160, de la société ANJOS VENTILATION. Il est utilisé pour aspirer ou rejeter l'air extrait des systèmes de VMC ou des hottes de cuisine en maison individuelle.



Figure 1 - Chapeau de toiture CARA 160

ANNEXE 2 - MÉTHODOLOGIE D'ESSAI

Les essais sont réalisés selon le §5.2 de la norme EN13141-5:2020 "Ventilation des bâtiments - Essais de performance des composants/produits pour la ventilation des logements – Partie 5 : extracteurs statiques, extracteurs statiques assistés et dispositifs de sortie en toiture".

Le montage est composé d'un ventilateur à vitesse variable pour générer le débit, d'un caisson d'essai pour stabiliser le flux d'air, d'un débitmètre, d'une prise de pression et d'une sonde de température (cf. Figure 2).

Le conduit d'essais est en diamètre 160 mm.

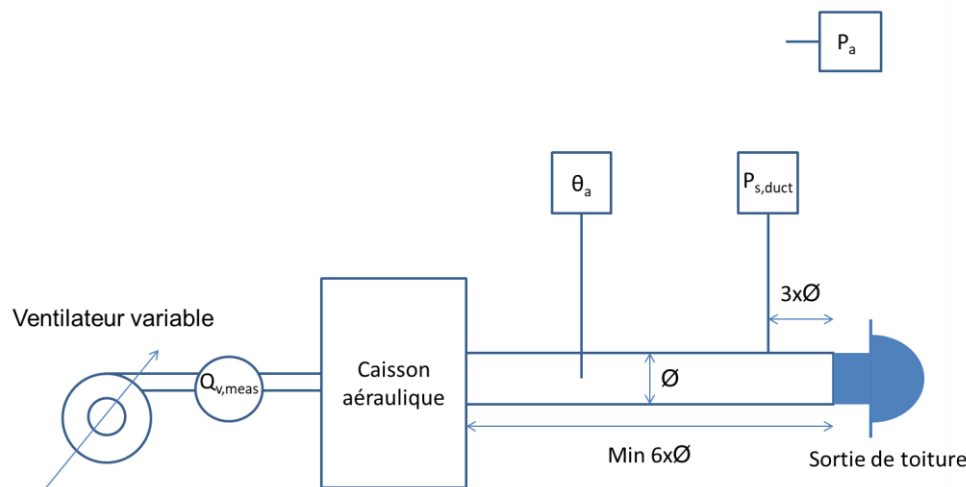


Figure 2 - Installation d'essais

Les paramètres mesurés sont :

- le débit volumique dans le conduit d'essai $Q_{v,meas}$,
- la différence de pression statique effective $P_{s,duct}$ entre le conduit d'essai, à une distance $3x\varnothing$ en amont de la sortie de toiture, et le local dans lequel l'essai est réalisé,
- la pression atmosphérique P_a ,
- la température de l'air dans le conduit d'essai θ_a .

Les essais sont réalisés en faisant varier le débit à travers le dispositif de sortie d'air pour donner des différences de pression statique $P_{s,duct}$ de 5 Pa, 10 Pa, 20 Pa et 50 Pa.

La perte de charge ΔP du composant en test est égale à la somme de la pression statique $P_{s,duct}$ et la pression dynamique dans le conduit d'essai $P_{d,duct}$.

La pression dynamique dans le conduit d'essai $P_{d,duct}$ est calculée avec la formule

$$P_{d,duct} = \frac{1}{2} \times \rho_{ref} \times V_{duct}^2$$

Avec :

- ρ_{ref} = masse volumique de l'air dans les conditions standards (20°C, 101 325 Pa), égale à 1,204 kg/m³
- V_{duct} = vitesse moyenne de l'air dans le conduit d'essai, calculée avec le rapport du débit sur la surface de passage de l'air dans le conduit, en m/s

Conformément à la norme EN13141-5:2020, les débits mesurés sont corrigés selon la formule

$$Q_{v,cor} = Q_{v,meas} \times \left(\frac{P_a}{101325} \right)^{0,5} \times \left(\frac{293,15}{(273,15 + \theta_a)} \right)^{0,5}$$

Avec :

- $Q_{v,cor}$ = débit volumique corrigé, en m³/h
- $Q_{v,meas}$ = débit volumique mesuré, en m³/h
- P_a = pression atmosphérique ambiante, en Pa
- θ_a = température de l'air dans le conduit d'essais, en °C

Afin de vérifier si la perte de charge peut être exprimée avec un seul coefficient ζ , selon la formule $\Delta P = \zeta \cdot P_{d,duct}$ la droite de régression linéaire passant par le point ($P_{d,duct} = 0$; $\Delta P = 0$) est recherchée parmi les couples obtenus ($P_{d,duct}$; ΔP) en utilisant une méthode des moindres carrés.

Pour que la formule $\Delta P = \zeta \cdot P_{d,duct}$ soit valable, le coefficient de détermination R^2 de la droite de régression linéaire doit être $\geq 0,98$. Le coefficient de perte de charge ζ est alors égal à la pente de cette droite.

ANNEXE 3 - RÉSULTATS DÉTAILLÉS

CARA 160 Rejet

P_a	U_{P_a} (k=2)	θ_a	U_{θ_a} (k=2)	θ_d	ρ_{essai}	$Q_{v,\text{meas}}$	$U_{Q_{v,\text{meas}}}$ (k=2)	$Q_{v,\text{cor}}$	$U_{Q_{v,\text{cor}}}$ (k=2)	$P_{s,\text{duct}}$	$U_{P_{s,\text{duct}}}$ (k=2)	V_{duct}	$U_{V_{\text{duct}}}$ (k=2)	$P_{d,\text{duct}}$	$U_{P_{d,\text{duct}}}$ (k=2)	ΔP	$U_{\Delta P}$ (k=2)
Pa	Pa	°C	°C	°C	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	Pa	Pa	m/s	m/s	Pa	Pa	Pa	Pa
99611	15	24,6	0,1	10,1	1,16	125	5	123	5	5,0	0,2	1,69	0,07	1,7	0,1	6,8	0,2
99609	14	24,5	0,1	10,0	1,16	175	7	171	7	9,9	0,2	2,37	0,09	3,4	0,3	13,3	0,3
99614	15	24,5	0,1	9,8	1,16	199	7	196	7	13,0	0,2	2,70	0,10	4,4	0,3	17,4	0,4
99621	14	24,5	0,1	9,7	1,16	203	8	199	7	13,6	0,2	2,75	0,10	4,5	0,3	18,2	0,4
99628	14	24,5	0,1	9,9	1,16	243	9	238	9	19,9	0,3	3,29	0,12	6,5	0,5	26,4	0,5
99631	15	24,4	0,1	9,9	1,16	319	9	313	9	33,6	0,4	4,32	0,12	11,2	0,6	44,8	0,7
99634	14	24,3	0,1	9,8	1,16	388	10	381	10	50,0	0,5	5,26	0,14	16,6	0,9	66,7	1,0

P_a = Pression atmospherique [Pa]

U_{P_a} = Incertitude élargie (k=2) de la pression atmospherique [Pa]

θ_a = Température de l'air dans le conduit d'essais [°C]

U_{θ_a} = Incertitude élargie (k=2) de la température de l'air dans le conduit d'essais [°C]

θ_d = Température de rosée [°C]

ρ_{essai} = Masse volumique de l'air pendant l'essai [kg/m³]

$Q_{v,\text{meas}}$ = Débit volumique mesuré [m³/h]

$U_{Q_{v,\text{meas}}}$ = Incertitude élargie (k=2) sur le débit volumique mesuré [m³/h]

$Q_{v,\text{cor}}$ = Débit volumique corrigé [m³/h]

$U_{Q_{v,\text{cor}}}$ = Incertitude élargie (k=2) sur le débit volumique corrigé [m³/h]

$P_{s,\text{duct}}$ = Pression statique effective dans le conduit d'essai [Pa]

$U_{P_{s,\text{duct}}}$ = Incertitude élargie (k=2) de la pression statique effective dans le conduit d'essai [Pa]

V_{duct} = Vitesse de l'air dans le conduit [m/s]

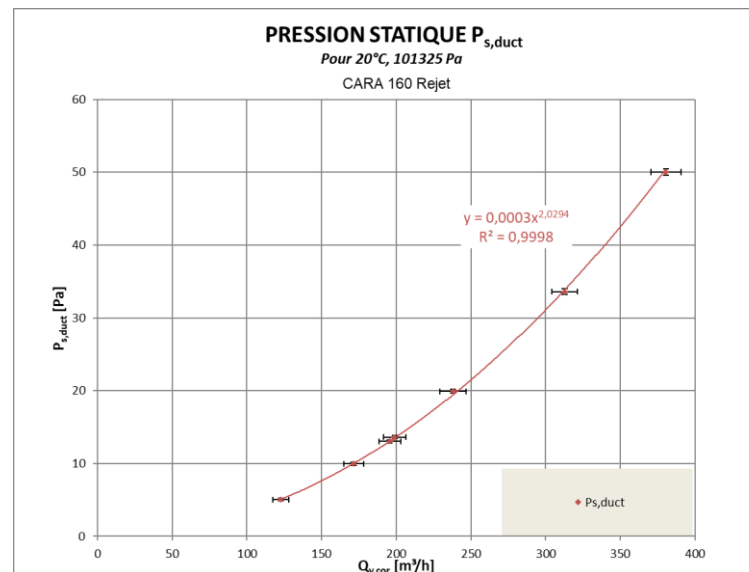
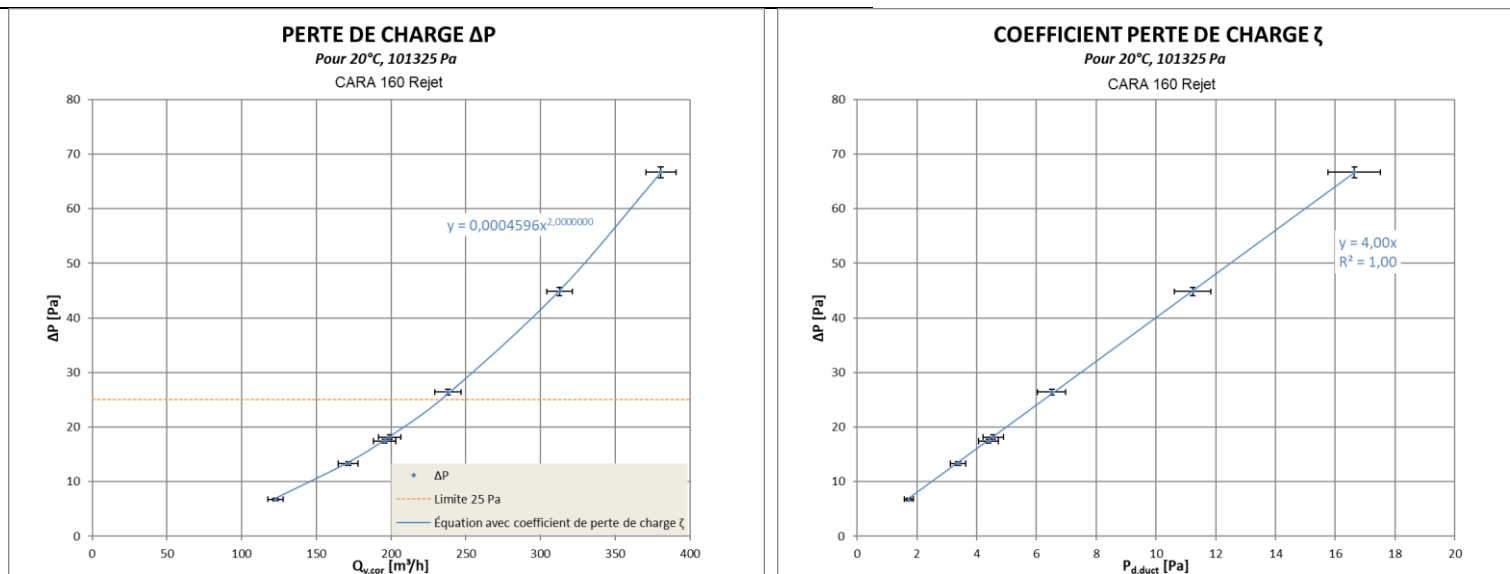
$U_{V_{\text{duct}}}$ = Incertitude élargie (k=2) de la vitesse moyenne de l'air dans le conduit d'essai [m/s]

$P_{d,\text{duct}}$ = Pression dynamique dans le conduit d'essai [Pa]

$U_{P_{d,\text{duct}}}$ = Incertitude élargie (k=2) de la dynamique dans le conduit d'essai [Pa]

ΔP = Perte de charge [Pa]

$U_{\Delta P}$ = Incertitude élargie (k=2) de la perte de charge [Pa]



(*) : Essais hors accréditation COFRAC

(*)

CARA 160 ASPIRATION

P_a	U_{Pa} (k=2)	θ_a	$U_{\theta a}$ (k=2)	θ_d	ρ_{essai}	$Q_{v,meas}$	$U_{Qv,meas}$ (k=2)	$Q_{v,cor}$	$U_{Qv,cor}$ (k=2)	$P_{s,duct}$	$U_{Ps,duct}$ (k=2)	V_{duct}	U_{vduct} (k=2)	$P_{d,duct}$	$U_{Pd,duct}$ (k=2)	ΔP	$U_{\Delta P}$ (k=2)
Pa	Pa	°C	°C	°C	kg/m ³	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	Pa	Pa	m/s	m/s	Pa	Pa	Pa	Pa
98978	14	24,9	0,1	15,6	1,15	98	5	96	5	5,0	0,2	1,32	0,06	1,1	0,1	4,0	0,2
98974	14	24,8	0,1	15,6	1,15	140	6	137	6	10,2	0,2	1,89	0,08	2,2	0,2	8,0	0,3
98978	14	24,9	0,1	15,5	1,15	196	7	192	7	20,1	0,4	2,65	0,10	4,2	0,3	15,9	0,5
98979	14	24,9	0,1	15,5	1,15	200	7	196	7	21,0	0,4	2,71	0,10	4,4	0,3	16,6	0,5
98980	14	24,9	0,1	15,5	1,15	204	8	200	7	21,7	0,4	2,76	0,10	4,6	0,3	17,2	0,5
98981	14	25,0	0,1	15,5	1,15	248	9	243	9	31,9	0,4	3,36	0,12	6,8	0,5	25,1	0,6
98980	14	25,0	0,1	15,5	1,15	311	9	305	9	50,1	0,7	4,21	0,12	10,7	0,6	39,5	0,9

P_a = Pression atmosphérique [Pa]

U_{Pa} = Incertitude élargie (k=2) de la pression atmosphérique [Pa]

θ_a = Température de l'air dans le conduit d'essais [°C]

$U_{\theta a}$ = Incertitude élargie (k=2) de la température de l'air dans le conduit d'essais [°C]

θ_d = Température de rosée [°C]

ρ_{essai} = Masse volumique de l'air pendant l'essai [kg/m³]

$Q_{v,meas}$ = Débit volumique mesuré [m³/h]

$U_{Qv,meas}$ = Incertitude élargie (k=2) sur le débit volumique mesuré [m³/h]

$Q_{v,cor}$ = Débit volumique corrigé [m³/h]

$U_{Qv,cor}$ = Incertitude élargie (k=2) sur le débit volumique corrigé [m³/h]

$P_{s,duct}$ = Pression statique effective dans le conduit d'essai [Pa]

$U_{Ps,duct}$ = Incertitude élargie (k=2) de la pression statique effective dans le conduit d'essai [Pa]

V_{duct} = Vitesse de l'air dans le conduit [m/s]

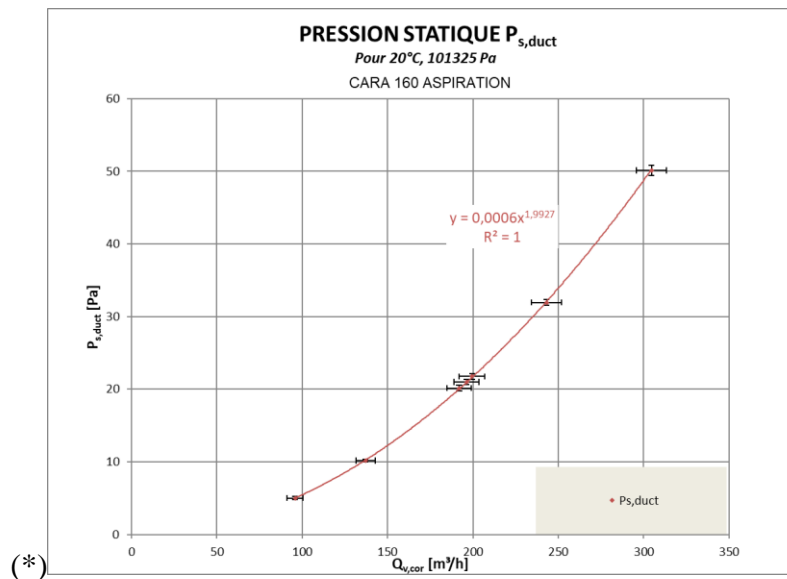
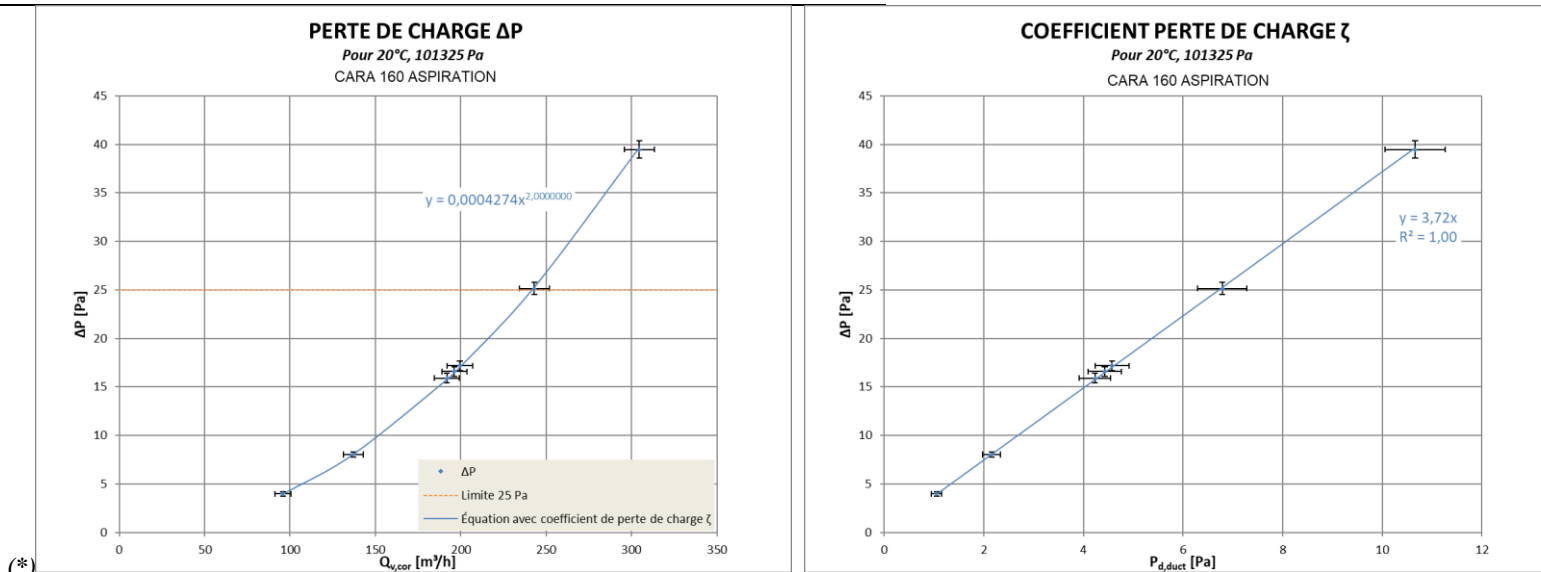
U_{vduct} = Incertitude élargie (k=2) de la vitesse moyenne de l'air dans le conduit d'essai [m/s]

$P_{d,duct}$ = Pression dynamique dans le conduit d'essai [Pa]

$U_{Pd,duct}$ = Incertitude élargie (k=2) de la dynamique dans le conduit d'essai [Pa]

ΔP = Perte de charge [Pa]

$U_{\Delta P}$ = Incertitude élargie (k=2) de la perte de charge [Pa]



(*) : Essais hors accréditation COFRAC

ANNEXE 4 - INSTRUMENTATION

Type	Désignation	Voie	N°	Plage	Certificat
Manométrie	transmetteur de pression	ΔP tuyères	8196	0/500 Pa	P2321168H
Manométrie	transmetteur de pression	ΔP tuyères	13729	0/1502 Pa	P2321178H
Manométrie	transmetteur de pression	$P_{s,duct}$	18397	0/20 Pa	P2230388C
Manométrie	transmetteur de pression	$P_{s,duct}$	14978	0/200 Pa	P2230388C
Manométrie	baromètre	P_a	13320	90033/109938 Pa	P2209604N
Débitmétrie	tuyère	$Q_{v,meas}$	6400	-	CET0215777_03_a
Débitmétrie	tuyère	$Q_{v,meas}$	6213	-	CET0215777_04_a
Thermométrie	sonde platine	T_{amont_tuy}	18533	5/60°C	T23132641C
Thermométrie	sonde platine	θ_a	14881	5/60°C	T2389311G
Hygrométrie	hygromètre	θ_d	13320	-9/21°C	H2225431M