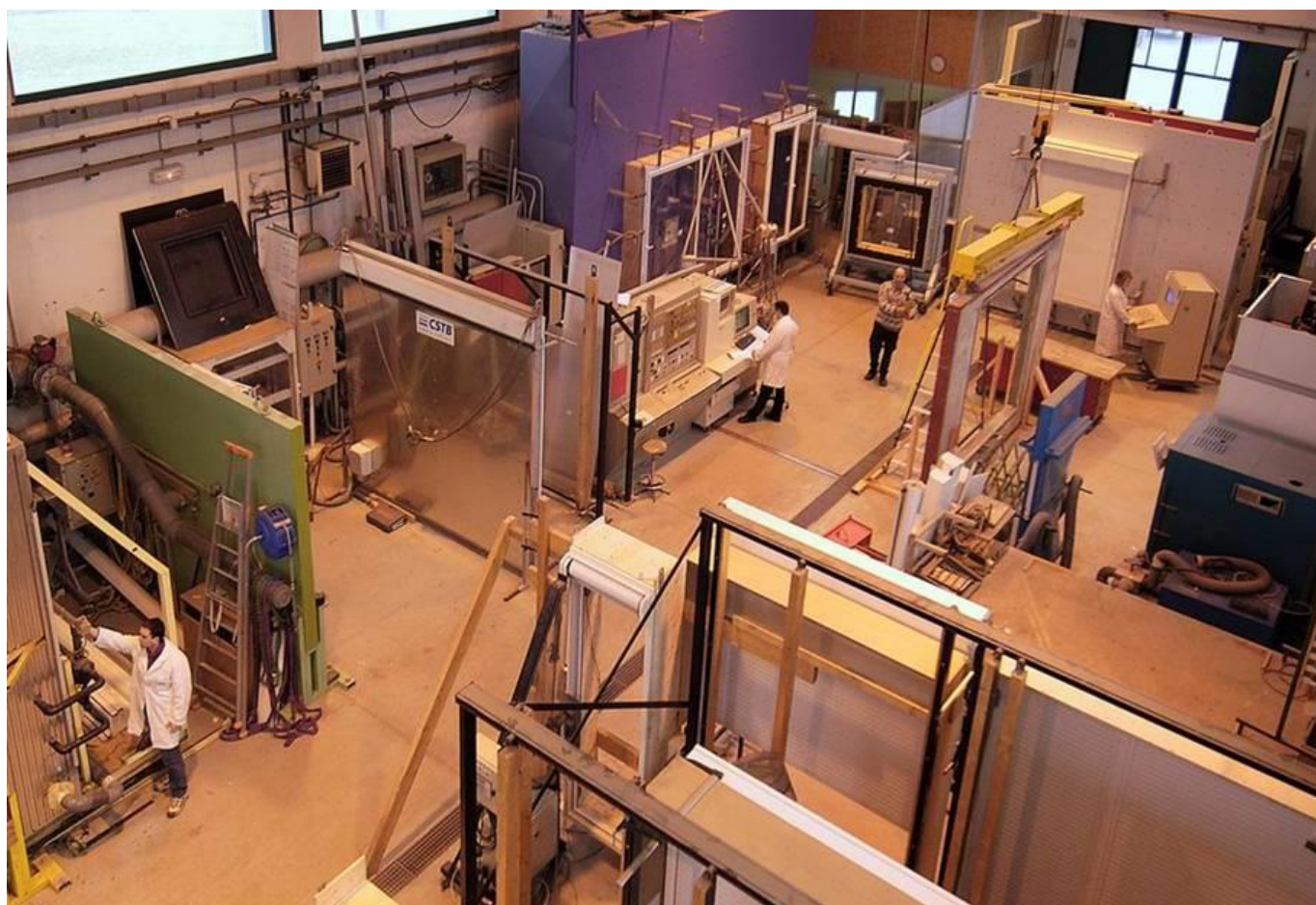


DÉROULEMENT DES ESSAIS A* E* V*



SOMMAIRE

DIRECTION BAIES ET VITRAGES	1
1. OBJET.....	3
2. PRÉPARATION DU CORPS D'ÉPREUVE	3
3. PERMÉABILITÉ À L'AIR (A*).....	4
3.1 Mesure des débits d'air	4
3.2 Représentation graphique des résultats.....	6
3.3 Valeurs limites pour un classement basé sur la surface totale	7
3.4 Valeurs limites pour un classement basé sur la longueur de joint ouvrant	7
3.5 Résultat final.....	8
4. ÉTANCHÉITÉ À L'EAU (E*)	9
4.1 Choix du nombre de buses en fonction de la largeur de la menuiserie	9
4.2 Choix de l'orientation des buses et positionnement de la rampe.....	10
4.3 Déroulement de l'essai	11
5. RÉSISTANCE AU VENT (V*).....	13
5.1 Essai de flèche à la pression P1	13
5.2 Essai de pression répétée P2.....	15
5.3 Essai de pression de sécurité P3	17
6. ESSAIS COMPLÉMENTAIRES DANS LE CAS D'UN BLOC-BAIE	18
6.1 Essai de flèche à la pression P1 de la traverse haute sous coffre	18
6.2 Essai de tenue en charge de la fermeture.....	18
7. ANNEXES	19
7.1 Pression	19
7.2 Vitesse du vent en fonction de la pression	19

1. OBJET

Cette procédure a pour but de décrire les essais de perméabilité à l'air (A*), d'étanchéité à l'eau (E*) et de résistance au vent (V*) suivant les normes NF EN 1026 (mai 2016), NF EN 1027 (mai 2016) et NF EN 12211 (mai 2016) et de classer le corps d'épreuve (fenêtre ou porte pour piétons) selon les normes NF EN 12207 (mai 2000), NF EN 12208 (mai 2000), NF EN 12210 (mai 2016) et NF EN 14351-1+A2 (novembre 2016).

2. PRÉPARATION DU CORPS D'ÉPREUVE

- Stabilisation du corps d'épreuve 4 heures aux moins à la température de l'essai :
 - La température doit être comprise entre 10°C et 30°C ($\pm 3^\circ\text{C}$) ;
 - L'humidité relative doit être comprise entre 25% et 75% ($\pm 5\%$).
- Mise en place du corps d'épreuve : attention le caisson doit avoir des planches suffisamment larges pour respecter la côte de 250 mm (+10, -0) de la ligne des buses à l'ouvrant ;
- Réglage du corps d'épreuve et des jeux de fonctionnement : une ouverture et fermeture complète minimum ;
- Relever les dimensions :
 - pour le calcul de la surface totale (en m²), relever les dimensions hors tout hors recouvrements ;
 - pour le calcul du linéaire de joint ouvrant (en m), relever les dimensions hauteur et largeur des ouvrants (pour un OF2 on prendra $3xH + 2xL$, si L est la largeur totale des 2 ouvrants)
- Relever la température de l'air en °C ;
- Relever la pression atmosphérique en kPa (± 1 kPa).

3. PERMÉABILITÉ À L'AIR (A*)

La norme produit NF EN 14351-1+A2:2016 prévoit que les essais de perméabilité à l'air doivent être réalisés en pression positive et négative ; le résultat devant être exprimé comme la moyenne numérique des deux valeurs à chaque palier.

3.1 Mesure des débits d'air

3.11 En pression positive

- Faire 3 montées à 660 Pa pour les classements A*4 et A*3 (Le temps de montée doit être ≥ 1 s et la pression maintenue pendant au moins 3 s) ;
- Faire les mesures par paliers de 50 Pa jusqu'à 300 Pa et de 150 jusqu'à 600 Pa (soit : 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 et 600 Pa) ;
- La durée de chaque palier doit être suffisante pour permettre à la pression d'essai de se stabiliser avant le mesurage de la perméabilité à l'air ;
- Faire le calcul pour avoir le débit à chaque palier avec le coefficient correcteur du système de mesure.

3.12 En pression négative

- Faire 3 montées à -660 Pa pour les classements A*4 et A*3 (Le temps de montée doit être ≥ 1 s et la pression maintenue pendant au moins 3 s) ;
- Faire les mesures par paliers 50 Pa jusqu'à -300 Pa et de 150 jusqu'à -600 Pa (soit : -50, -100, -150, -200, -250, -300, -450 et -600 Pa) ;
- La durée de chaque palier doit être suffisante pour permettre à la pression d'essai de se stabiliser avant le mesurage de la perméabilité à l'air ;
- Faire le calcul pour avoir le débit à chaque palier avec le coefficient correcteur du système de mesure.

3.13 Perméabilité à l'air moyenne

- À chaque palier de mesure, effectuer la moyenne numérique des débits obtenus en pression positive et en pression négative ;
- Faire les calculs pour ramener les débits d'air aux conditions normales :
(Débit normal = Débit mesuré x (293 / (273 + température)) x (pression atmosphérique / 101,3))

Exemple : pour un débit mesuré de 13 m³/h, à une température de 23 °C et une pression atmosphérique de 99,8 kPa, le débit normal sera de :

$$13 \times \left(\frac{293}{273 + 23} \right) \times \left(\frac{99,8}{101,3} \right) = 12,67 \text{ m}^3/\text{h}$$

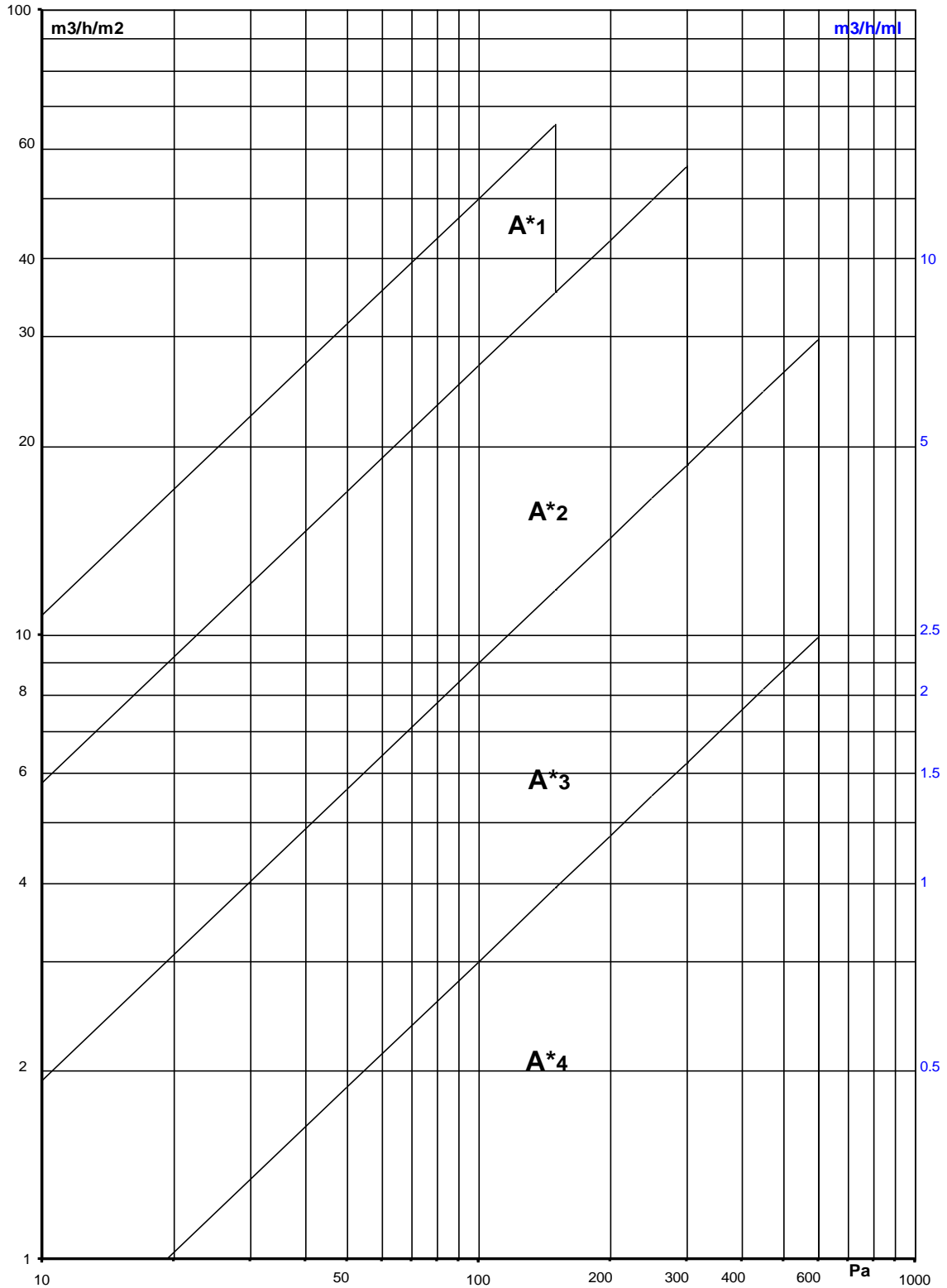
Le coefficient de température peut varier de 1,035 à 0,967

Le coefficient de pression Ath peut varier de 0,95 à 1,02

- À chaque palier de mesure, le résultat (débit aux conditions normales) doit être divisé par la surface totale et la longueur de joint ouvrant.

3.2 Représentation graphique des résultats

Pour chaque palier de mesure, on reporte les valeurs en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ et en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ dans le graphique ci-dessous.



3.3 Valeurs limites pour un classement basé sur la surface totale

Pour chaque pression, la mesure de la perméabilité à l'air moyenne mesurée par rapport à la surface totale du corps d'épreuve (en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$) ne doit pas dépasser :

Pression	A*1	A*2	A*3	A*4
50	31,50	17,01	5,67	1,89
100	50,00	27,00	9,00	3,00
150	65,52	35,38	11,79	3,93
200	---	42,86	14,29	4,76
250	---	49,73	16,58	5,53
300	---	56,16	18,72	6,24
450	---	---	24,53	8,18
600	---	---	29,72	9,91

3.4 Valeurs limites pour un classement basé sur la longueur de joint ouvrant

Pour chaque pression, la mesure de la perméabilité à l'air moyenne mesurée par rapport à la longueur du corps d'épreuve (en $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$) ne doit pas dépasser :

Pression	A*1	A*2	A*3	A*4
50	7,87	4,25	1,42	0,47
100	12,50	6,75	2,25	0,75
150	16,38	8,85	2,95	0,98
200	---	10,71	3,57	1,19
250	---	12,43	4,14	1,38
300	---	14,04	4,68	1,56
450	---	---	6,13	2,04
600	---	---	7,43	2,48

3.5 Résultat final

Le classement final de la perméabilité à l'air est exprimé en fonction de la règle suivante : si un corps d'épreuve est classé selon sa surface totale et selon la longueur de son joint ouvrant en donnant :

- La même classe : le corps d'épreuve doit être classé dans une seule et même classe ;
- Deux classes adjacentes : le corps d'épreuve doit être classé dans la classe la plus favorable (avec le débit le plus faible) ;
- Une différence de deux classes : le corps d'épreuve doit être classé dans la classe moyenne ;
- Une différence de plus de deux classes : le corps d'épreuve ne doit pas être classé.

Classement obtenu selon la surface	Classement obtenu selon la longueur de joint ouvrant				
	A*4	A*3	A*2	A*1	A*0
A*4	A*4	A*4	A*3	A*0	A*0
A*3	A*4	A*3	A*3	A*2	A*0
A*2	A*3	A*3	A*2	A*2	A*1
A*1	A*0	A*2	A*2	A*1	A*1
A*0	A*0	A*0	A*1	A*1	A*0

4. ÉTANCHÉITÉ À L'EAU (E*)

Avant de commencer l'essai, il faut définir le classement souhaité du corps d'épreuve (fenêtre ou porte pour piétons) (méthode A ou B pour l'orientation des buses d'arrosage en fonction de l'exposition).

Le critère d'exposition de la fenêtre (ouvrage partiellement protégé de la pluie ou non) est défini dans le document FD DTU36-5 P3 (octobre 2010) « Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures - Partie 3 : mémento de choix en fonction de l'exposition ».

4.1 Choix du nombre de buses en fonction de la largeur de la menuiserie

- Les buses doivent être espacées entre elles de (400 ± 10) mm.
- La distance entre la dernière buse et le bord du caisson doit être comprise entre 50 et 250 mm.

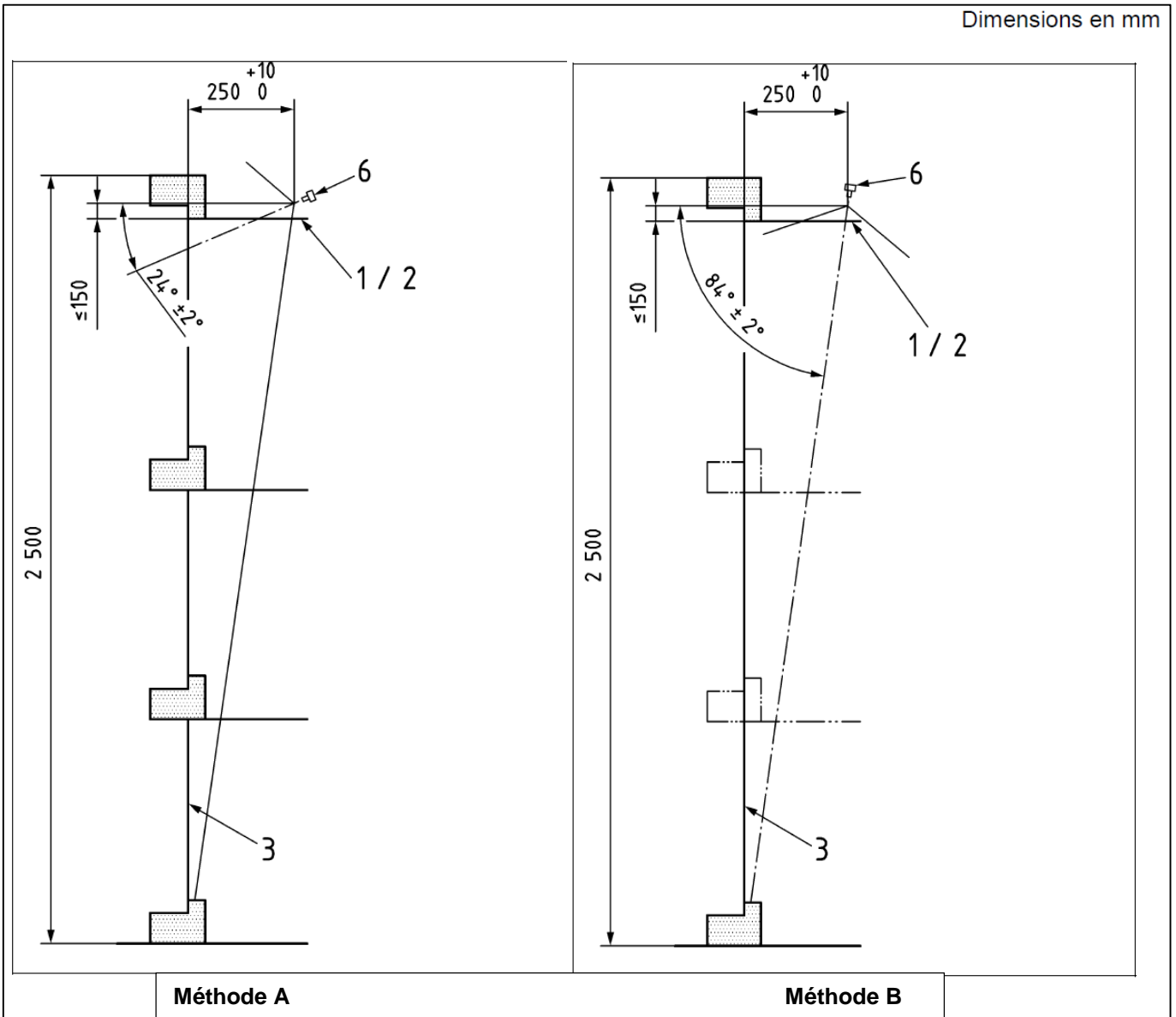
Le tableau ci-dessous donne le nombre de buses à mettre en place en fonction de la largeur de la menuiserie.

Largeur	Nb de buses	Largeur	Nb de buses	Largeur	Nb de buses	Largeur	Nb de buses
0,50	2	1,05	3	1,60	4	2,15	6
0,55	2	1,10	3	1,65	4	2,20	6
0,60	2	1,15	3	1,70	5	2,25	6
0,65	2	1,20	3	1,75	5	2,30	6
0,70	2	1,25	3	1,80	5	2,35	6
0,75	2	1,30	4	1,85	5	2,40	6
0,80	2	1,35	4	1,90	5	2,45	6
0,85	2	1,40	4	1,95	5	2,50	7
0,90	3	1,45	4	2,00	5	2,55	7
0,95	3	1,50	4	2,05	5	2,60	7
1,00	3	1,55	4	2,10	6	2,65	7

4.2 Choix de l'orientation des buses et positionnement de la rampe

4.2.1 Cas d'une fenêtre (ne dépassant pas 2500 mm)

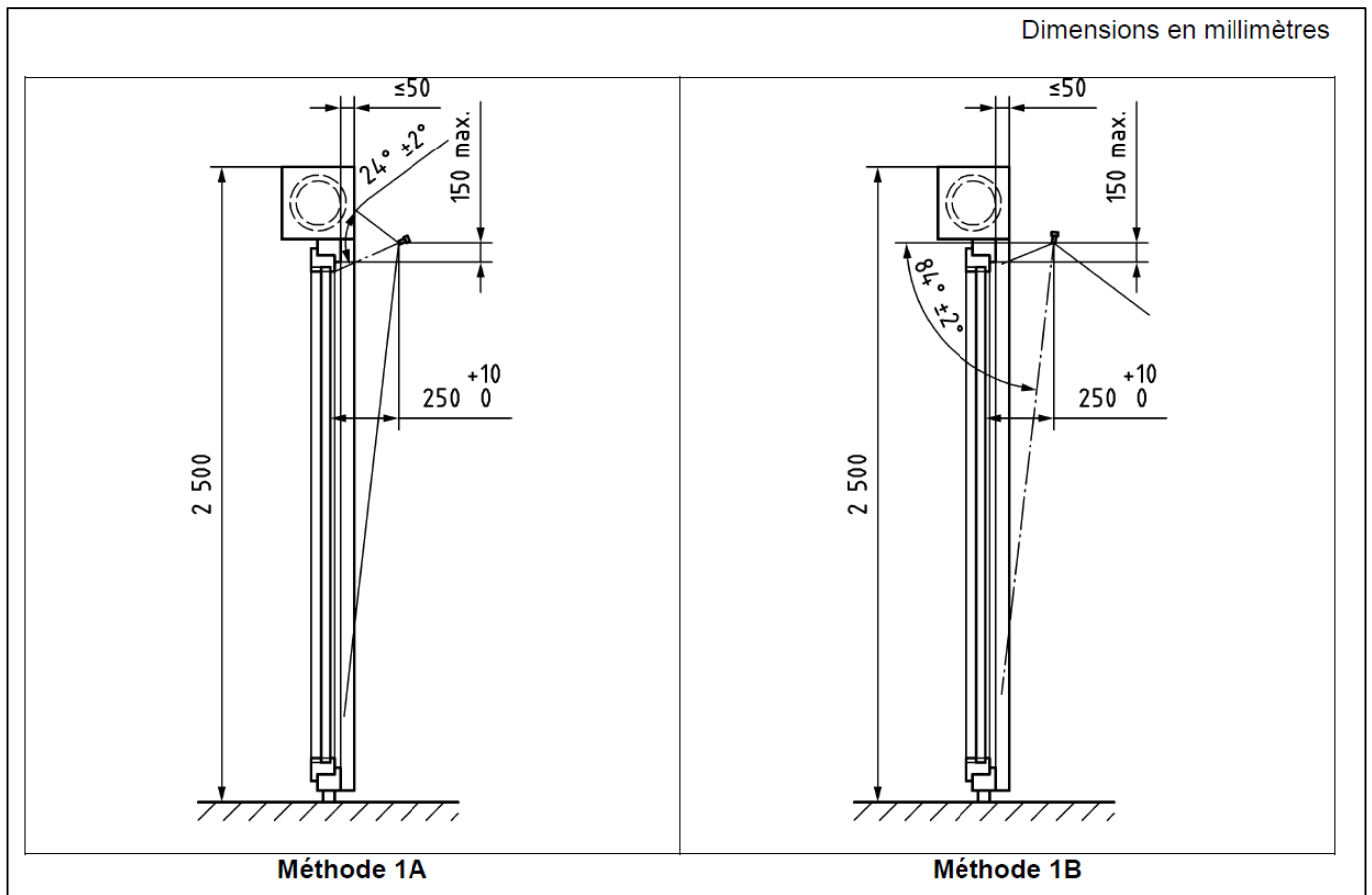
Dimensions en mm



Légende

- 1 La lèvre de la buse doit être au-dessus de la ligne de joint horizontale la plus haute et arroser complètement la traverse haute
 - 2 Limite de l'arrosage
 - 3 Plan de joint ou plan de vitrage le plus à l'extérieur
- 6 $(2 \pm 0,2)$ l/min par buse

4.22 Cas d'un bloc-baie



4.3 Déroulement de l'essai

- Faire 3 montées positives à la pression positive d'essai prescrite + 10% (avec un minimum de 500 Pa)
- Vérifier que la bonne évacuation de l'eau du caisson d'essai ;
- Fermer le corps d'épreuve ;
- Ouverture de la vanne d'arrivée d'eau ;
- Réglage du débit : 2 litres / minute et par buses (soit par exemple 8 l/min ou 480 l/h pour 4 buses)
- Mise en marche du chronomètre : arrosage pendant 15 minutes sans pression ;
- Puis par palier de 5 minutes, appliquer les différentes pressions aux corps d'épreuve suivant la classe retenue (voir tableau ci-dessous) ;
- Noter les pénétrations d'eau éventuelles (mouillage de façon continue ou répétitive : des parties intérieures du corps d'épreuve, OU des parties du corps d'épreuve destinées à rester sèches, ne faisant pas partie du système d'évacuation de l'eau vers l'extérieur, OU des parties du corps d'épreuve où l'eau n'est pas évacuée vers l'extérieur d'une manière contrôlée).

- Dès l'apparition de 2 à 3 gouttes dans une zone non prévue pour recevoir de l'eau, l'essai doit être arrêté.

Pression (Pa)	Temps (min)	Méthode A	Méthode B	Observations/ noter le temps d'apparition de la fuite éventuelle
0	15	1A	1B	
50	5	2A	2B	
100	5	3A	3B	
150	5	4A	4B	
200	5	5A	5B	
250	5	6A	6B	
300	5	7A	7B	
450	5	8A	---	
600	5	9A	---	
> 600	5	E xxx	---	

Pour être classé à une pression, le corps d'épreuve doit rester imperméable à l'eau pendant toute la durée de cette pression.

Exemple : Un corps d'épreuve sera classé E*6B s'il reste imperméable à l'eau à l'issue des 5 minutes d'arrosage à la pression de 250 Pa (la pénétration d'eau apparaît donc pendant la phase d'arrosage à 300 Pa).

5. RÉSISTANCE AU VENT (V*)

5.1 Essai de flèche à la pression P1

Il faut d'abord définir la classe de pression de vent revendiquée du corps d'épreuve (classe 1 à 5).

5.11 Mise en place des dispositifs de mesurage

Les dispositifs de mesurage utilisés (comparateurs) doivent avoir une précision de 0,1 mm.

La mesure de la flèche doit s'effectuer sur le ou les éléments susceptibles de se déformer le plus :

- le montant d'ouvrant côté crémone pour un corps d'épreuve à frappe 1 vantail ;
- le battement central pour un corps d'épreuve à 2 vantaux à la française ;
- le battement central et sur le meneau pour un corps d'épreuve à 2 vantaux à la française + fixe ;
- le battement central et sur le montant de l'ouvrant seul côté crémone pour un corps d'épreuve à 3 vantaux à la française ;
- la traverse haute de l'ouvrant pour une ouverture à soufflet
- sur le vantail de service et sur le semi fixe (au droit du nœud central) pour un corps d'épreuve à 2 vantaux coulissants (soit sur le profil chicane et sur le vitrage du semi-fixe côté chicane).

Avec une mesure supplémentaire dans les cas suivants :

- sur la traverse intermédiaire du dormant dans le cas d'un corps d'épreuve sur allège et/ou sous imposte
- sur la traverse haute sous coffre du corps d'épreuve dans le cas de blocs-baies.

5.12 Déroulement de l'essai - Essai en pression positive P1

- Fixer les comparateurs en position à chaque extrémité et au centre de l'élément à mesurer ;
- Relever la distance entre les comparateurs haut et bas ;
- Effectuer les 3 montées en pression à la valeur de $P1+10\%$ (exemple : pour une classe 2, $P1=800$ Pa, chaque montée en pression est donc de 880 Pa), le temps de montée doit être ≥ 1 s et la pression maintenue pendant au moins 3 s ;
- Après les 3 montées, attendre 60 s et remettre les comparateurs à 0 ;
- Appliquer la pression d'essai P1, à une vitesse ne dépassant pas 100 Pa/s, soit de façon continue, soit par paliers (200 Pa par exemple) ;
- Maintenir cette pression P1 pendant 30 s et enregistrer les déplacements des comparateurs ;
- Réduire la pression d'essai jusqu'à 0 Pa à une vitesse ne dépassant pas 100 Pa/s et au bout de 60 s, enregistrer les déplacements résiduels.
- Déduire la flèche résiduelle de la flèche propre pour calculer la flèche de face.

5.13 Déroulement de l'essai - Essai en pression négative -P1

- Fixer les comparateurs en position à chaque extrémité et au centre de l'élément à mesurer ;
- Relever la distance entre les comparateurs haut et bas ;
- Effectuer les 3 montées en pression négative à la valeur de P1+10% (exemple : pour une classe 3, -P1=-1200 Pa, chaque montée en pression est donc de -1320 Pa), le temps de montée doit être ≥ 1 s et la pression maintenue pendant au moins 3 s ;
- Après les 3 montées, attendre 60 s et remettre les comparateurs à 0 ;
- Appliquer la pression d'essai -P1, à une vitesse ne dépassant pas -100 Pa/s, soit de façon continue, soit par paliers (-200 Pa par exemple),
- Maintenir cette pression -P1 pendant 30 s et enregistrer les déplacements des comparateurs ;
- Réduire la pression d'essai jusqu'à 0 Pa à une vitesse ne dépassant pas -100 Pa/s et au bout de 60 s, enregistrer les déplacements résiduels.
- Déduire la flèche résiduelle de la flèche propre pour calculer la flèche de face

5.14 Résultat partiel après P1

La classe la flèche relative normale du corps d'épreuve est déterminée par le ratio entre la flèche mesurée et l'espacement entre les comparateurs extrêmes, à la pression d'essai P1 et -P1.

Classe	Flèche relative normale
A	1/150
B	1/200
C	1/300

La valeur de la flèche de face (F) est égale à :

$$F = (M - Mo) - \left(\frac{(H - Ho) + (B - Bo)}{2} \right)$$

avec

H = déplacement du comparateur haut à P1 ;

Ho = déplacement résiduel ;

M = déplacement du comparateur milieu à P1 ;

Mo = déplacement résiduel

B = déplacement du comparateur bas à P1 ;

Bo = déplacement résiduel

5.2 Essai de pression répétée P2

Déterminer la pression d'essai P2 : $P2 = 0,5 \times P1$ (exemple si $P1=800$ Pa, alors $P2=400$ Pa).

5.21 Déroulement de l'essai - 50 cycles

- Régler la valeur de la pression négative $-P2$;
- Régler la valeur de la pression positive $+P2$;
- Lancer les 50 cycles de pression négatives et positives (le premier palier est négatif, le suivant est positif comme le dernier de la série)
- La variation $-P2$ à $P2$ doit prendre (7 ± 3) s ;
- La pression d'essai doit être maintenue pendant au moins (7 ± 3) s ;
- La variation $P2$ à $-P2$ doit prendre (7 ± 3) s ;
- Après les 50 cycles ouvrir et fermer les parties mobiles du corps d'épreuve et noter les éventuels dommages et défauts de fonctionnement

5.22 Perméabilité à l'air

Recommencer l'essai de perméabilité à l'air en pression positive et négative (voir Chapitre 3.)

5.23 Résultat partiel après P2

La perméabilité à l'air moyenne après P2 ne doit pas dépasser la limite de la classe initialement obtenue (ou revendiquée) de plus de 20 %.

Cette vérification se fera en prenant en compte la meilleure des 2 courbes de perméabilité à l'air après P2 (généralement surfacique).

Les valeurs des +20% des différentes classes de perméabilité à l'air sont données dans les tableaux ci-dessous.

20%	$m^3 / h / m^2$			
Pression	A*1	A*2	A*3	A*4
50	37.80	20.41	6.80	2.27
100	60.00	32.40	10.80	3.60
150	78.62	42.46	14.15	4.72
200	---	51.43	17.15	5.71
250	---	59.68	19.90	6.64
300	---	67.39	22.46	7.49
450	---	---	29.44	9.82
600	---	---	35.66	11.89

20%	$m^3 / h / ml$			
Pression	A*1	A*2	A*3	A*4
50	9.44	5.10	1.70	0.56
100	15.00	8.10	2.70	0.90
150	19.66	10.62	3.54	1.18
200	---	12.85	4.28	1.43
250	---	14.92	4.97	1.66
300	---	16.85	5.62	1.87
450	---	---	7.36	2.45
600	---	---	8.92	2.98

Les valeurs obtenues lors de l'essai de perméabilité à l'air après P2 ne doivent pas dépasser ces limites (tableaux).

5.3 Essai de pression de sécurité P3

Déterminer la pression d'essai P3 : $P3 = 1,5 \times P1$ (exemple si $P1=800$ Pa, alors $P3=1200$ Pa).

5.31 Déroulement de l'essai

- Soumettre le corps d'épreuve à une pression négative $-P3$ pendant (7 ± 3) s. La variation de 0 à $-P3$ doit prendre (7 ± 3) s ;
- Le retour de $-P3$ à 0 doit prendre (7 ± 3) s ;
- Une pause de (7 ± 3) s est appliquée ;
- Soumettre le corps d'épreuve à une pression positive P3 pendant (7 ± 3) s. La variation de 0 à P3 doit prendre (7 ± 3) s ;

5.32 Résultat partiel après P3

Le corps d'épreuve doit rester fermé et aucun élément ne doit s'en détacher.

6. ESSAIS COMPLEMENTAIRES DANS LE CAS D'UN BLOC-BAIE

6.1 Essai de flèche à la pression P1 de la traverse haute sous coffre

Voir chapitre 5.1 « Essai de flèche à la pression P1 » en page 13.

6.2 Essai de tenue en charge de la fermeture

6.21 Déroulement de l'essai

La vérification des performances est réalisée en appliquant une charge uniformément répartie en pression positive et en pression négative sur l'ensemble de la fermeture

Déterminer la pression d'essai à appliquer à la fermeture. Cette pression dépend du classement V*E*M*C*R*O*S* de la fermeture et est donnée par le tableau suivant. (Extrait « Règles de certification NF-Fermetures (NF202) »)

Classement au vent de la fermeture	Tenue en charge
V*3	150 Pa
V*4	250 Pa
V*5	400 Pa
V*6	600 Pa

- Soumettre le corps d'épreuve à une pression correspondant à la tenue en charge de la fermeture pendant (7 ± 3) s. Le tablier doit être déployé et les vantaux de la menuiserie ouverts.
- La variation de pression doit prendre (7 ± 3) s.

6.22 Exploitation des résultats

Le tablier ne doit pas sortir de ses coulisses et aucun élément ne doit s'en détacher.

7. ANNEXES

7.1 Pression

Pour mémoire : **10 Pa = 1 daPa = 1 daN/m²**

7.2 Vitesse du vent en fonction de la pression

Selon la formule retenue

$V \text{ (m/s)} = \sqrt{1,63 \times P}$ (P en Pa) $V \text{ (km/h)} = V \text{ (m/s)} \times 3600 / 1000$		
Pression Pa	V (m/s)	V (km/h)
50	9,03	32,50
100	12,77	45,96
150	15,64	56,29
200	18,06	65,00
250	20,19	72,67
300	22,11	79,61
400	25,53	91,92
450	27,08	97,50
600	31,27	112,58
800	36,11	130,00
1000	40,37	145,34
1200	44,23	159,22
1600	51,07	183,85
1800	54,17	195,00
2000	57,10	205,55
2400	62,55	225,17
3000	69,93	251,74

$V \text{ (m/s)} = 4 \sqrt{P}$ (P en daPa) $V \text{ (km/h)} = V \text{ (m/s)} \times 3600 / 1000$		
Pression Pa	V (m/s)	V (km/h)
50	8,94	32,20
100	12,65	45,54
150	15,49	55,77
200	17,89	64,40
250	20,00	72,00
300	21,91	78,87
400	25,30	91,07
450	26,83	96,60
600	30,98	111,54
800	35,78	128,80
1000	40,00	144,00
1200	43,82	157,74
1600	50,60	182,15
1800	53,67	193,20
2000	56,57	203,65
2400	61,97	223,08
3000	69,28	249,42