



Régulateurs de pression

BNG/235

Date:
2020-03-23

Numéro du document:
N 0380

Assistant(e):
Isabelle FORET
Ligne directe :
isabelle.foret@afgaz.fr

Responsable:
Jean-Michel MESLEM
Ligne directe : 0778647318
jean-michel.meslem@afgaz.fr

**BNG235 N380 - Version déposée le 23-
03-2020 de la NF E 29-190-1 pour
publication AFNOR**

SUITE A
DONNER

Pour information

Norme Française

NF E 29-190-1

Mars 2020

Indice de classement : E 29-190-1

ICS :

T1

T2 Appareils de régulation de pression de gaz (régulateurs) pour réseaux de distribution et branchements

T3 Partie 1: Régulateurs de type C

E : Gas pressure regulators for distribution and service line – Part 1: Type C Regulators

D : Gasdruckregelgeräte (Druckregler) für Anschlüsse an Verteilungsnetze – Teil1: C-Typ-Druckregler

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Remplace la norme NF E 29-190-1, de 2014.

Correspondance

A la date de publication du présent document, il n'existe pas de travaux de normalisation internationaux ou européens traitant du même sujet.

Résumé

Le présent document spécifie les exigences de construction, de fonctionnement, les méthodes d'essais et le marquage des appareils de régulation de pression de gaz de type C. Le terme "gaz" fait référence à des gaz combustibles, sous forme gazeuse à 15 °C et à 1 013 mbar. Ces gaz, généralement odorisés pour des raisons de sécurité, sont communément appelés gaz manufacturé, gaz naturel ou gaz de pétrole liquéfiés (GPL). Ils répondent aux spécifications des première, deuxième et troisième familles telles que décrites dans la NF EN 437.

Analyse

Descripteurs

Thésaurus International Technique :

Modifications

Par rapport au document remplacé :

- Ajout d'une exigence sur les dimensions de la maille du tamis
- Harmonisation avec la norme sur les régulateurs de type B sur les exigences en cas de défaillance
- Correction du graphique sur la tenue en chaleur humide (-20°C à la place de 0°C)
- Mise à jour de la référence à la Directive sur les équipements sous pression 2014/68/UE à la place de 97/23/EC
- Mise à jour des schémas d'encombrement

Corrections

Membres de la commission de normalisation

Président : M SCHAD - MESURA

Secretariat: M MESLEM – BNG

M.	AMADINI	GAZFIO
M.	BOURDIN	GURTNER
M.	BRUHAT	CLESSE INDUSTRIES
M.	CHALET	EVOLIS
M.	CHARLOT	BNG
M.	DE MICHELE	GRDF
M.	DELARUE	CERTIGAZ
M.	DUBOST	ENGIE
M.	FERDINAND	TEREGA
M.	JARRY	C.F.B.P.
M.	LABORDE	QUALIGAZ
M.	LARBI-REZIG	GAZFIO
M.	LIGNER	CERTIGAZ
M.	MOULIERE	AFNOR
M.	PAREDES	FRANCEL
M.	PECOULT	DGPR
M.	SESMAT	GRTGAZ
M.	SORNAIS	EVOLIS
M.	TAVEL	DGPR
M.	TSIRKINIDIS	ITRON
M.	MENIGAULT	U.N.M.

Sommaire

1	Domaine d'application	5
2	Références normatives	5
3	Terminologie	6
3.1	Termes et définitions.....	6
3.2	Désignation	6
4	Exigences de construction.....	7
4.1	Exigences générales	7
4.2	Matériaux	8
4.2.1	Exigences générales	8
4.2.2	Exigences spécifiques aux régulateurs pour modules enterrables.....	9
4.3	Raccordements.....	9
4.3.1	Mode de raccordement	9
4.3.2	Raccords d'entrée	9
4.3.3	Raccords de sortie	9
4.4	Résistance mécanique.....	10
4.4.1	Résistance de l'enveloppe.....	10
4.4.2	Résistance des membranes	11
4.4.3	Résistance mécanique des raccords.....	11
4.5	Résistance aux agents agressifs extérieurs.....	11
4.6	Endurance	11
5	Exigences de fonctionnement.....	12
5.1	Exigences générales	12
5.1.1	Position de montage	12
5.1.2	Pression amont.....	12
5.1.3	Plage de température ambiante	12
5.1.4	Niveau de pression acoustique.....	12
5.2	Exigences relatives à l'étanchéité	12
5.2.1	Étanchéité externe.....	12
5.2.2	Étanchéité interne.....	12
5.3	Exigences relatives à la régulation.....	13
5.3.1	Régulation de la pression aval.....	13
5.3.2	Pression aval lors de changements brusques de débit	13
5.3.3	Sécurités.....	14
5.4	Exigences en cas de défaillances.....	15
6	Méthodes d'essai	16
6.1	Généralités	16
6.1.1	Conditions d'essai.....	16
6.1.2	Exigences relatives au banc d'essai	16
6.1.3	Échantillons d'essai	19
6.2	Vérification des caractéristiques de construction	20
6.2.1	Contrôle de conformité dimensionnelle et inspection visuelle	20
6.2.2	Contrôle des matériaux.....	21
6.2.3	Résistance mécanique.....	21
6.2.4	Résistance aux agents agressifs extérieurs.....	23
6.2.5	Endurance	24
6.2.6	Tenue en chaleur humide	24
6.3	Vérification des caractéristiques de fonctionnement.....	25
6.3.1	Étanchéité externe.....	25
6.3.2	Essais de fonctionnement	25
6.4	Contrôle des performances en cas de défaillances.....	30
6.4.1	Généralités	30
6.4.2	Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 1^{er} étage.....	30
6.4.3	Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 2^{ème} étage.....	31

6.4.4	Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 1 ^{er} étage	31
6.4.5	Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 2 ^{ème} étage.....	31
6.4.6	Event du 2 ^{ème} étage partiellement colmaté.....	32
7	Marquage, emballage, notices	32
7.1	Marquage du régulateur	32
7.1.1	Exigences générales	32
7.2	Emballage	33
7.3	Notices	33
Annexe A (normative) Caractéristiques dimensionnelles et de raccordement		34
Annexe B (normative) Modalités d'essai de résistance à la corrosion		45
B.1	Principe	45
B.2	Réactifs	45
B.2.1	Solution saline.....	45
B.2.2	Air comprimé	45
B.2.3	Brouillard salin	45
B.3	Appareillage.....	46
B.3.1	Chambre de pulvérisation.....	46
B.3.2	Pulvérisateurs	46
B.3.3	Dispositif de chauffage	46
B.3.4	Dispositif d'alimentation en solution saline.....	47
B.3.5	Dispositif d'alimentation en air comprimé	47
B.3.6	Collecteurs de brouillard.....	47
B.4	Mode opératoire	47
B.4.1	Méthode d'exposition des régulateurs	47
B.4.2	Durée des essais.....	48
B.4.3	Contrôles	48
B.4.4	Nettoyage des régulateurs.....	48
B.5	Résultats	48
Annexe C (informative) Formules de calcul.....		51
C.1	Calcul du débit de fuite	51
C.2	Conversion du débit air/gaz.....	51
C.3	Correction du débit.....	51

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de construction, de fonctionnement, les méthodes d'essais et le marquage des appareils de régulation de pression de gaz de type C, répondant aux caractéristiques suivantes :

- pression amont p_u inférieure ou égale à 5 bar ; pression aval p_d inférieure ou égale à 400 mbar ;
- diamètre nominal du raccord d'entrée inférieur ou égal à DN 25 ;
- débit volumétrique Q compris entre 25 (n)m³/h et 130 (n)m³/h, conditions normales (gaz naturel, type H, densité 0,61, 1013 mbar, 0 °C) ;
- plage de température ambiante de -20 °C à +60 °C ;
- destinés à être utilisés sur les branchements des réseaux de distribution de gaz, pour l'alimentation d'immeubles à usage collectif, de bâtiments à usage commercial, d'installations à usage tertiaire ou industrielles. Sont exclues, les installations GPL alimentées directement à partir de récipients de stockage.

ci-après dénommés « régulateurs ».

Les régulateurs objets du présent document, sont destinés à assurer les fonctions suivantes :

- détente : la pression de distribution est abaissée à la pression d'utilisation, dite pression aval p_d ;
- régulation : la pression aval est maintenue constante quel que soit le débit appelé, compatible avec le modèle du régulateur ; le réglage de cette pression p_{as} (point de consigne) est effectué en usine par le fabricant (opération de « tarage ») ;
- sécurité : la sécurité des installations situées en aval est assurée, que l'anomalie provienne de l'appareil lui-même ou d'un fonctionnement anormal de l'installation.

Dans le présent document, le terme "gaz" fait référence à des gaz combustibles, sous forme gazeuse à 15 °C et à 1 013 mbar. Ces gaz, généralement odorisés pour des raisons de sécurité, sont communément appelés gaz manufacturés, gaz naturel ou gaz de pétrole liquéfiés (GPL). Ils répondent aux spécifications des première, deuxième et troisième familles telles que décrites dans la NF EN 437:2018.

Dans le présent document, toutes les pressions sont des pressions relatives.

Le présent document est destiné aux essais de type.

Les clapets de sécurité associés à ces régulateurs font l'objet de la norme expérimentale XP E 29-191:2005¹.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

XP E 29-191:2005, *Dispositifs de sécurité pour postes et installations de détente-régulation de pression de gaz – Clapets de sécurité pour pressions de service jusqu'à 5 bar, pour réseaux de distribution et branchements*²

¹ En cours de révision.

NF EN 334:2009, *Appareils de régulation de pression de gaz (régulateurs) pour des pressions amont jusqu'à 100 bar (indice de classement : E 29-171)*

NF EN 4372018, *Gaz d'essais - Pressions d'essais - Catégories d'appareils (indice de classement : D 30-500)*

NF EN 549:1995², *Matériaux à base de caoutchouc pour joints et membranes destinés aux appareils à gaz et appareillages pour le gaz (indice de classement : D 36-205)*

NF EN 12164:2016, *Cuivre et alliages de cuivre – Barres pour décolletage (indice de classement : A 51-302)*

NF EN 121682016, *Cuivre et alliages de cuivre – Barres creuses pour décolletage (indice de classement : A 51-306)*

NF EN 12279:2000, *Systèmes d'alimentation en gaz – Installations de détente-régulation de pression de gaz faisant partie des branchements – Prescriptions fonctionnelles (indice de classement : M 50-015)*

NF EN 12844:1999, *Zinc et alliages de zinc – Pièces moulées – Spécifications (indice de classement : A 55-301)*

NF EN 60730-1:2017, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1 : règles générales (indice de classement : C 47-730)*

NF ISO 565:1990, *Tamis de contrôle – Tissus métalliques, tôles métalliques perforées et feuilles électroformées – Dimensions nominales des ouvertures (indice de classement : X 11-501)*

NF EN ISO 228-1:2003, *Filetages de tuyauterie pour raccordement sans étanchéité dans le filet - Partie 1 : Dimensions, tolérances et désignation – Terminologie (indice de classement : E 03-005-1)*

NF EN ISO 9227:2017, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles - Essais aux brouillards salins (indice de classement : A 05-101)*

NF D 36-136:2019, *Installations de gaz - Caractéristiques dimensionnelles des raccords mécaniques destinés à être installés sur les tuyauteries pour installations de gaz*

ATG B600:2005, *Installations de gaz combustibles - Eléments préfabriqués*

NF E 29-532:2017, *Installations de gaz — Raccords démontables à joints plats destinés à être installés sur les tuyauteries pour installations de gaz*

NF E 29-536:2017, *Installations de gaz — Raccords démontables à jonction sphéro-conique destinés à être installés sur les tuyauteries pour installations de gaz*

3 Terminologie

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions des NF EN 334:2009 et NF EN 12279:2000 s'appliquent.

3.2 Désignation

Pour les besoins du présent document, les régulateurs sont désignés par :

— leur modèle : mention « C » pour les modèles basse pression, ou « CCH » pour les modèles en 300 mbar ;

² La version de référence est bien celle publiée en 1995 et non la nouvelle version parue en 2019.

- l'indication, exprimée en mètres cubes par heure en conditions normales, de leur débit nominal en gaz naturel, type H, de densité 0,61.
 - > pour les modèles en basse pression, les débits nominaux suivant les modèles et les types de gaz sont donnés au Tableau 1.
 - > pour les modèles en 300 mbar, les débits nominaux, suivant les modèles, sont donnés au Tableau 2.
- la spécification, par la lettre "EV" (enterrable vertical) ou "EH" (enterrable horizontal) d'une conception pour module enterrable ; les éléments complémentaires décrivant l'architecture du régulateur (en U, en ligne ou en équerre) sont donnés en clair dans la documentation ;
- l'indication de l'option soupape (S) ou clapet de sécurité (CS), le cas échéant ;
- le point de consigne (pression de réglage exprimée en mbar, suivant Tableau 1 pour les appareils exploités en basse pression avec un gaz ne faisant pas partie de la deuxième famille type H.

EXEMPLE 1 Un C40 exploité avec du propane en basse pression est désigné « C40 37 mbar ».

EXEMPLE 2 Un C65 pour module enterrable vertical exploité avec du gaz naturel de type H est désigné « C65 EV ».

Tableau 1 — Régulateurs basse pression et débit nominal

Nature du gaz	Famille	Densité	Masse volumique kg/m ³	Point de consigne (pression de réglage) mbar	Débit nominal en (n)m ³ /h Modèles Basse pression			
					C25	C40	C65	C100
Gaz manufacturé - air butané - air propane	Première famille	1,20	1,552	11	18	29	46	71
		1,15	1,487	11	18	29	47	73
Gaz naturel - groupe L - groupe H	Deuxième famille	0,64	0,827	27	24	39	63	98
		0,61	0,789	21	25	40	65	100
GPL - propane	Troisième famille	1,56	2,017	37	16	25	41	63

Tableau 2 — Régulateurs 300 mbar et débit nominal

Nature du gaz	Famille	Densité	Masse volumique kg/m ³	Point de consigne (pression de réglage) mbar	Débit nominal en m ³ (n)/h Modèles 300 mbar			
					CCH30	CCH50	CCH80	CCH 130
Gaz naturel - groupe H	Deuxième famille	0,61	0,789	300	30	52	85	130

4 Exigences de construction

4.1 Exigences générales

Le régulateur doit être conçu, fabriqué, contrôlé et, le cas échéant, équipé et installé de façon à garantir sa sécurité s'il est mis en service conformément aux instructions du fabricant ou dans des conditions raisonnablement prévisibles.

Pour assurer les fonctions de sécurité, de détente et de régulation auxquelles il est tenu au titre du présent document, le régulateur doit comporter :

- deux étages de détente ;
- une sécurité par excès de débit ;
- en option : une sécurité en cas de surpression aval par soupape et clapet de sécurité, les caractéristiques spécifiques du clapet de sécurité étant décrites dans la XP E 29-191:2005 ;
- une sécurité par manque de pression aval dû à un manque de pression amont.

En outre, afin d'assurer l'interchangeabilité des régulateurs, les exigences dimensionnelles données en Annexe A doivent être respectées.

Le régulateur doit être conçu de manière à satisfaire les exigences d'étanchéité interne et externe spécifiées en 5.2. Si en cas de défaillance du régulateur (par exemple défaillance de la membrane) une fuite peut se produire, un raccordement de mise à l'atmosphère, au minimum DN 10 et comportant un filetage au pas du gaz (suivant la NF EN ISO 228-1:2003) ou NPT doit être prévu pour tous les conduits ou dispositifs de respiration.

Tout conduit ou dispositif de respiration installé doit être conçu pour empêcher la pénétration de corps étrangers ou de pluie verticale : il convient également qu'il ne soit pas obturé en cas d'application de peinture.

Le régulateur doit être équipé d'un filtre à tamis métallique accessible sans démontage des éléments de raccordement intégrés au produit ; la maille du filtre d'entrée doit être comprise entre 70 et 100 microns; celui-ci doit pouvoir être démonté sans outillage spécial, sur site et en exploitation si nécessaire.

Les pièces sous pression qui ne sont pas destinées à être démontées incluant les éléments de raccordement lorsqu'ils sont montés sur le régulateur) doivent être scellées par des moyens mettant en évidence toute intervention (par exemple, de la laque).

Le régulateur doit être conçu de telle sorte de rendre impossible tout démontage de crosses spécifiques liées aux architectures produit avec un outillage classique.

Un scellé sera également présent afin de mettre en évidence toute intervention externe.

4.2 Matériaux

4.2.1 Exigences générales

Sauf restrictions indiquées ci-après, le choix des matériaux est laissé à l'initiative du fabricant. Toutefois, les matériaux utilisés doivent, soit par nature, soit par traitement :

- résister aux actions chimiques du gaz et à la corrosion atmosphérique conformément à 4.5 ;
- résister aux sollicitations mécaniques auxquelles ils sont soumis normalement, sans perdre, dans le temps, leurs caractéristiques initiales (conformément à 4.6). Dans le cas contraire, l'évolution dans le temps doit être prise en compte à la conception.

Les pièces du corps qui séparent directement ou indirectement une enceinte contenant du gaz par rapport à l'atmosphère doivent être uniquement réalisées en matériaux métalliques.

Aucun alliage de zinc n'est autorisé, à l'exception du Zn Al₄ conforme à la NF EN 12844:1999. Toutefois, les parties tournantes filetées des raccordements, qu'elles soient mâles ou femelles, doivent être réalisées en laiton conforme à la NF EN 12164:2016 ou la NF EN 12168:2016 ou à une norme équivalente.

Les ensembles pré-fabriqués doivent être conformes aux règles de l'ATG B600:2005.

Les raccords doivent être conformes aux normes NF E 29-532:2017 et NF E 29-536:2017.

Afin de ne pas détériorer la membrane, les régulateurs devront être conçus de telle sorte que :

- L'exposition directe de la membrane à une source lumineuse ne soit pas possible,
- La membrane est protégée contre tout contact direct avec un produit détergent ou moussant,
- L'orientation du point d'injection de l'air de l'évent ne doit pas être orienté sur la membrane. La position de ce jet d'air (éloignement de la membrane) est optimisée en fonction de la conception de l'appareil.

Les composants, hors membranes, en matériaux élastomères doivent satisfaire aux exigences de la NF EN 549:1995, dans la plage de température fixée à la section 1.

Les matériaux des membranes doivent satisfaire aux exigences de tenue aux agents chimiques, de tenue aux solvants suivant la NF EN549:1995.

La résistance mécanique sera vérifiée sur le composant « membrane » en fonctionnement et non sur une éprouvette normalisée.

La tenue à l'ozone des membranes est démontrée par le fabricant sur un produit en fonctionnement.

4.2.2 Exigences spécifiques aux régulateurs pour modules enterrables

Les ressorts et l'ensemble des pièces métalliques composant le régulateur doivent soit être en matériaux inoxydables, soit être protégés par traitement.

Cette exigence est vérifiée par un examen sur dossier à partir de la nomenclature des pièces qui doit spécifier les matériaux ou les traitements de surface adaptés, et par contrôle visuel à l'issue d'un essai en chaleur humide effectué conformément à 6.2.6.

Les événements des régulateurs pour modules enterrables ainsi que leurs éventuels accessoires ne sont pas définis dans le présent document (ni fonctionnellement, ni pour leur encombrement).

4.3 Raccordements

4.3.1 Mode de raccordement

La pose et la dépose du régulateur ne doivent se faire que par intervention sur les raccords d'entrée et de sortie du régulateur et, éventuellement selon la conception du régulateur, sur ceux de l'évent.

Le dégagement laissé libre autour des raccords doit être suffisant pour permettre le libre jeu de l'outillage utilisé pour la pose et la dépose.

4.3.2 Raccords d'entrée

Le raccord d'entrée est à jonction sphéro-conique, conforme à la NF D 36-136:2019. Il comprend une douille et un écrou prisonnier DN 15 pour les régulateurs des modèles C25 et CCH30, et DN 25 pour les autres modèles.

L'écrou doit répondre aux exigences de tenue au serrage de la norme NF E 29-536.

L'écrou doit *a minima* dégager la portée sphérique du raccordement sphéro-conique.

4.3.3 Raccords de sortie

Le raccord de sortie du régulateur doit être conforme aux indications du Tableau 3.

Tableau 3 — Caractérisation des raccords de sortie

Désignation	Modèle	Raccord de sortie
C25	Tous les modèles	À joint plat compteur avec écrou prisonnier DN 32 conforme à la NF D 36-136:2019.
CCH30	Tous les modèles	À joint plat gaz avec écrou prisonnier DN 25 conforme à la NF D 36-136:2019.
C40 à C100 CCH50 à CCH130	Tous les modèles aériens (architecture en U ou en équerre)	Filetage mâle pour joint plat gaz DN 50 (2" ¼ selon la NF D 36-136:2019 hors la norme NF EN ISO 228-1).
C40 à C100 CCH50 à CCH130	Modèles enterrés	À joint plat gaz avec écrou prisonnier DN 50 (2" ¼ selon la NF D 36-136:2019)

L'écrou doit répondre aux exigences de tenue au serrage de la norme NF E 29-532.

L'écrou doit dégager entièrement la partie, soit en contact avec le joint d'étanchéité, soit faisant elle-même étanchéité, afin de permettre le nettoyage.

4.4 Résistance mécanique

4.4.1 Résistance de l'enveloppe

4.4.1.1 L'enveloppe du régulateur, décomposée en trois chambres définies selon le Tableau 4, doit supporter, sans amorce de rupture, l'essai de pression 6.2.3.2.1.

Tableau 4 — Décomposition du régulateur en chambres

raccord entrée	clapet de sécurité	clapet 1 ^{er} étage	membrane 1 ^{er} étage	Couvercle 1 ^{er} étage	clapet 2 ^{ème} étage	clapet coupure	membrane 2 ^{ème} étage	Couvercle 2 ^{ème} étage	raccord sortie
chambre d'entrée									
			chambre 1 ^{er} étage						
					chambre 2 ^{ème} étage				

4.4.1.2 Après vieillissement accéléré, le régulateur décomposé en trois chambres définies selon le Tableau 5, doit supporter, sans amorce de rupture, ni fuite visible (hors fuite fonctionnelle par l'évent), l'essai de pression 6.2.3.2.2.

Tableau 5 — Décomposition du régulateur après vieillissement en chambres

raccord entrée	clapet de sécurité	clapet 1 ^{er} étage	membrane 1 ^{er} étage	Couvercle 1 ^{er} étage	clapet 2 ^{ème} étage	clapet coupure	membrane 2 ^{ème} étage	Couvercle 2 ^{ème} étage	raccord sortie
chambre d'entrée									
			chambre 1er étage						
					chambre 2ème étage				

4.4.2 Résistance des membranes

Les membranes utilisées comme pièces sous pression doivent pouvoir supporter l'essai de pression (par l'aval) prévu en 6.2.3.3 sans amorce de rupture.

4.4.3 Résistance mécanique des raccords

Afin de vérifier la résistance des liaisons amont et aval du raccord laiton sur le corps du régulateur, celui-ci est soumis et doit résister aux couples de torsion, moments de flexion et efforts de traction spécifiés au Tableau 6, dans les conditions d'essais de 6.2.3.4.

Après l'application de ces contraintes mécaniques, le régulateur doit satisfaire aux exigences d'étanchéité de 5.2. A l'issue des essais de résistance des raccords, vérifier l'absence de rupture ou de glissement des raccords.

Tableau 6 — Exigences de résistance mécanique

Diamètre nominal (DN)	Torsion T (N.m)	Traction E (N)	Flexion F (N.m)
15	50	2000	60
≥ 25	80	2000	120

4.5 Résistance aux agents agressifs extérieurs

Le régulateur doit être construit de telle sorte que, à l'issue de l'exposition au brouillard salin dans les conditions d'essais de 6.2.4, ses caractéristiques de fonctionnement ne soient pas altérées.

4.6 Endurance

Dans les conditions d'essai de 6.2.5, le régulateur doit résister à des cycles interruption/rétablissement du débit sans que ses caractéristiques de fonctionnement ne soient altérées par ces manœuvres.

5 Exigences de fonctionnement

5.1 Exigences générales

5.1.1 Position de montage

Le fabricant doit indiquer les positions de montage pour lesquelles le fonctionnement du régulateur est garanti.

5.1.2 Pression amont

Les régulateurs doivent fonctionner pour une pression amont p_u telle que :

- 0,5 bar < p_u < 5 bar pour le régulateur de modèle C25 ;
- 1 bar < p_u < 5 bar pour le régulateur de modèle CCH130
- 0,8 bar < p_u < 5 bar pour les autres modèles.

Toutefois, afin de s'affranchir des problèmes de refroidissement, la pression amont est limitée à 3 bar en utilisation propane.

5.1.3 Plage de température ambiante

Les caractéristiques spécifiées de fonctionnement sont exigées pour une température ambiante comprise entre -20 °C et +60 °C, associée à une température moyenne du gaz de 20 °C.

5.1.4 Niveau de pression acoustique

Dans les conditions d'essai décrites en 6.2.3.5, le niveau de pression acoustique mesuré au cours des deux mesures doit rester inférieur ou égal à :

- 60 dB (A) pour les appareils de débit nominal strictement inférieur à 30 m³/h ;
- 70 dB (A) pour les appareils de débit nominal supérieur ou égal à 30 m³/h.

5.2 Exigences relatives à l'étanchéité

5.2.1 Étanchéité externe

Les parois extérieures, les assemblages et leurs joints de raccordement doivent être étanches. Le débit de fuite maximal doit être évalué conformément à 6.3.1.

Le régulateur est réputé étanche si le débit de fuite d'air maximal dans les conditions normales est inférieur ou égal à 20 cm³/h pour les régulateurs de DN 15 (modèles C25 et CCH30), et à 40 cm³/h pour les régulateurs de DN 25 (autres modèles).

5.2.2 Étanchéité interne

L'organe de régulation et l'organe de coupure du débit par baisse de pression ou excès de débit doivent être étanches en position de fermeture ou de non-armement. Les parois intérieures et les joints de raccordement à l'intérieur du régulateur doivent être étanches. Le débit de fuite maximal doit être évalué conformément à 6.3.2.1.2.

Le régulateur est réputé étanche si le débit de fuite d'air maximal dans les conditions normales est inférieur ou égal à 15 cm³/h.

5.3 Exigences relatives à la régulation

5.3.1 Régulation de la pression aval

5.3.1.1 Précision en régime stable

Dans les conditions d'essai de 6.3.2.1.3, les régulateurs doivent satisfaire aux exigences de précision correspondant à la classe de précision AC 5 ($\pm 5\%$ hystérésis comprise). Aux températures limites, le régulateur peut appartenir à la classe de précision AC 10 ($\pm 10\%$ hystérésis comprise).

5.3.1.2 Comportement à la fermeture

5.3.1.2.1 Classes de pression de fermeture

Dans les conditions d'essai de 6.3.2.1.3, le régulateur doit satisfaire aux exigences relatives à la pression de fermeture correspondant à la classe SG 20. À la température limite inférieure, le régulateur peut appartenir à la classe de pression de fermeture SG 30. La pression ne doit toutefois pas excéder les pressions définies en 5.3.2.3.

5.3.1.2.2 Classes de zone de pression de fermeture

Le régulateur doit satisfaire aux exigences relatives à la zone de pression de fermeture correspondant à la classe SZ 10 (c'est-à-dire, entre 0 % et 10 % du débit nominal).

À l'intérieur de la zone de pression de fermeture, les exigences de 5.3.1.3 ne sont pas applicables.

5.3.1.3 Régime stable

Pour les variations de régulation positives et négatives admissibles spécifiées en 5.3.1.1, et dans les conditions d'essai de 6.3.2.1, l'amplitude des oscillations crête à crête se produisant en régime stable ne doit pas dépasser 20 % de la classe de précision.

EXEMPLE Avec un gaz de 2^{ème} famille groupe H, la classe de précision étant de 5 %, l'amplitude des oscillations ne doit pas dépasser : $20\% [5\% \times 21 \text{ mbar}] = 0,2 \text{ mbar}$.

5.3.2 Pression aval lors de changements brusques de débit

5.3.2.1 Pression aval lors de l'armement du régulateur

L'armement du régulateur ne doit pas atteindre les valeurs données au Tableau 8.

5.3.2.2 Pression aval lors d'une augmentation instantanée de débit

Dans les conditions de 6.3.2.2.3, lors d'une augmentation instantanée de débit, la pression aval doit rester supérieure à la pression minimale $p_{d,\min}$ donnée au Tableau 7.

Tableau 7 — Pression aval lors d'une augmentation instantanée de débit

Nature du gaz	Point de consigne du régulateur p_{ds} mbar	Pression aval minimale $p_{d,\min}$ mbar
1 ^{ère} famille	11	6
2 ^{ème} famille, groupe H	21	14
2 ^{ème} famille, groupe L	27	20
3 ^{ème} famille	37	25
Toutes familles	300	240

Le temps de réponse correspondant à un fonctionnement dans la classe de précision AC 10 (hystérésis comprise) doit être inférieur à 2 s.

5.3.2.3 Pression aval lors d'une interruption instantanée de débit

Dans les conditions d'essai de 6.3.2.2.4, lors d'une interruption instantanée de débit, la pression aval doit rester inférieure à la pression maximale $p_{d,max}$ donnée au Tableau 8.

Tableau 8 — Pression aval lors d'une interruption instantanée de débit

Nature du gaz	Point de consigne du régulateur p_{ds} mbar	Pression aval maximale $p_{d,max}$ mbar
1 ^{ère} famille	11	30
2 ^{ème} famille, groupe H	21	40
2 ^{ème} famille, groupe L	27	45
3 ^{ème} famille	37	50
Toutes familles	300	350

5.3.3 Sécurités

5.3.3.1 Sécurité lors d'un manque de pression aval dû à un manque de pression amont

Dans les conditions de 6.3.2.3.1, le régulateur doit se mettre en sécurité avant que la pression aval n'atteigne la valeur minimale donnée au Tableau 9.

Tableau 9 — Sécurité lors d'un manque de pression aval

Nature du gaz	Point de consigne du régulateur p_{ds} mbar	Pression aval minimale $p_{d,min}$ mbar
1 ^{ère} famille	11	4
2 ^{ème} famille, groupe H	21	10
2 ^{ème} famille, groupe L	27	14
3 ^{ème} famille	37	19
Toutes familles	300	180

5.3.3.2 Sécurité lors d'un excès de débit

Dans les conditions de 6.3.2.3.2, les régulateurs doivent se mettre en sécurité pour un débit compris entre 110 % et 150 % du débit nominal Q_n , et pour des valeurs de pression supérieures à celles définies en 5.3.3.1.

5.3.3.3 Sécurité lors d'un excès de pression aval – Soupape d'écrêtage

Dans les conditions de 6.3.2.3.3, les valeurs de consigne de la pression d'ouverture de la soupape doivent être conformes aux valeurs du Tableau 10.

Tableau 10 — Soupape : Valeurs de consigne de la pression d'ouverture

Nature du gaz	Point de consigne du régulateur p_{as} mbar	Tolérance mbar
1 ^{ère} famille	11	30-40
2 ^{ème} famille, groupe H	21	40-50
2 ^{ème} famille, groupe L	27	45-55
3 ^{ème} famille	37	50-60
Toutes familles	300	350-370* 360-400

* si le régulateur est équipé d'un clapet de sécurité amont.

5.3.3.4 Effort de réarmement

Pour les régulateurs nécessitant l'application d'un couple lors de l'armement, celui-ci doit rester inférieur à 5 N.m dans les conditions de 6.3.2.3.4.

Pour les régulateurs nécessitant l'application d'une force (ou assimilable à une force), celle-ci doit rester inférieure à 60 N pour les régulateurs des modèles C, et à 150 N pour les régulateurs des modèles CCH.

5.4 Exigences en cas de défaillances

Le débit de fuite par l'évent ne doit pas excéder 2,5 m³(n)/h. et la pression aval doit rester inférieure à 125 mbar pour les régulateurs des modèles C et à 550 mbar pour les régulateurs des modèles CCH pour les essais définis au Tableau 11.

Pour les régulateurs munis d'un clapet de sécurité conforme à XP E 29-191:2005, l'appareil doit se mettre en sécurité avant d'atteindre la valeur prédéfinie ci-dessus.

Tableau 11 — Essais de défaillance et leurs conditions d'essai

Désignation	Conditions d'essai
Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 1 ^{er} étage	6.4.2
Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 2 ^{ème} étage	6.4.3
Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 1 ^{er} étage	6.4.4
Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 2 ^{ème} étage	6.4.5
Event du 2 ^{ème} étage partiellement colmaté	6.4.6

6 Méthodes d'essai

6.1 Généralités

6.1.1 Conditions d'essai

Si le régulateur est doté d'un ou de plusieurs dispositifs de sécurité intégrés, il doit être soumis à l'essai, les dispositifs de sécurité étant en position de fonctionnement normal.

Les essais peuvent être effectués en utilisant de l'air de l'azote ou du gaz, à l'exception de l'essai d'étanchéité qui doit être effectué à l'air.

Les débits volumétriques mesurés doivent être exprimés en mètres cubes par heure (m³/h) dans les conditions normales, et ramenés à un gaz naturel, type H, densité 0,61, masse volumique 0,789 et température amont 0 °C.

Précision sur les débits (autres que débits de fuite) : ± 6 % de la mesure.

Précision sur les débits de fuite : ± 20 % de la mesure.

Précision des manomètres :

- Manomètre d'entrée : $\pm 2,5$ % de la mesure ;
- Manomètre de sortie : $\pm 1,5$ % de la mesure.

Précision des sondes de température ± 1 °C.

Précision des instruments de mesure de couple et de force ± 10 %.

Sauf indications contraires, les essais sont réalisés dans les conditions de température moyenne :

- ambiante : 20 °C ± 5 °C observée pendant 12 h (température obtenue par l'enceinte de conditionnement);
- fluide : 20 °C ± 5 °C observée pendant 1 h de fonctionnement du régulateur à 50 % du débit nominal, mesurée (6) entre le dispositif de conditionnement de la température du fluide d'essai (3) et le robinet de sectionnement (4) situés en amont de l'enceinte (8) (voir Figure 1) (uniquement pour les essais de fonctionnement en température).

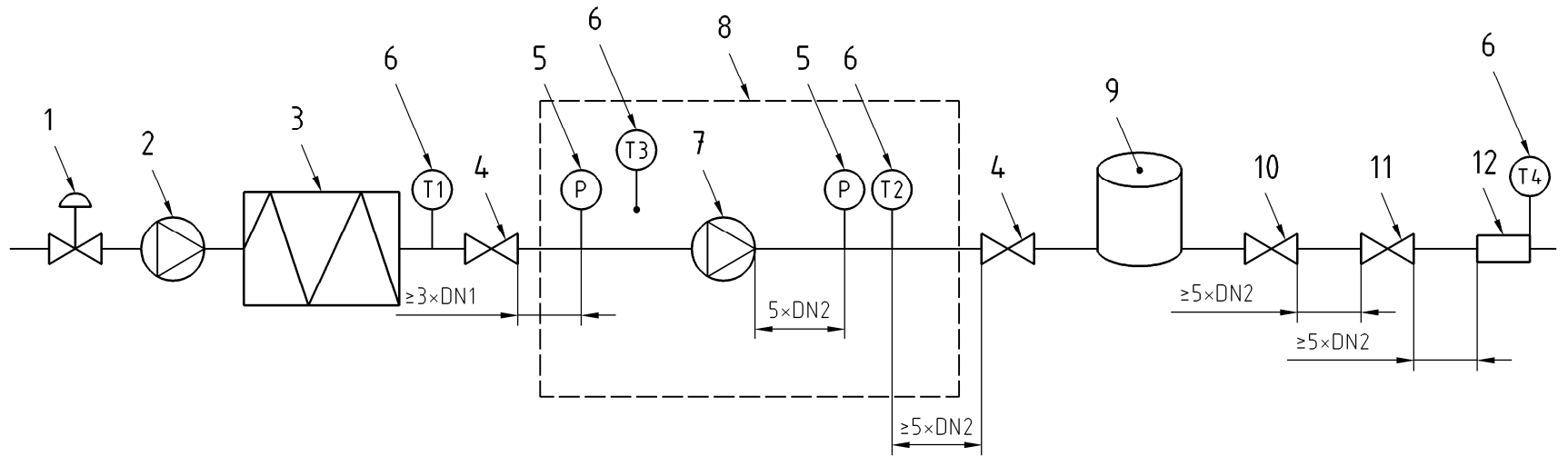
Les régulateurs doivent être soumis à l'essai dans les positions de montage spécifiées par le fabricant, soit en ligne, soit en équerre, soit en U.

6.1.2 Exigences relatives au banc d'essai

Les essais doivent être effectués sur un banc d'essai conforme à la Figure 1 ou fonctionnellement équivalent. Toutefois, le montage doit être effectué de telle manière que la fonction comptage n'ait pas d'incidence sur la régulation. Le diamètre nominal des tuyaux de raccordement des robinets de sectionnement en amont et en aval du régulateur ne doit pas être inférieur aux diamètres nominaux du régulateur, et doit être sélectionné pour garantir que, dans toutes les conditions de fonctionnement appliquées durant les essais, la vitesse du gaz ne dépasse pas :

- 50 m/s pour une pression supérieure ou égale à 0,5 bar ;
- 15 m/s pour une pression strictement inférieure à 0,5 bar.

NOTE En aval du régulateur, dans le cas des géométries en équerre et en U, un coude est présent entre l'aval du capteur de pression (5) et le robinet de sectionnement (4). Ce coude étant un obstacle, il convient en essai qu'il soit situé à au moins 5 D en aval du capteur de pression.



Légende :

- 1 Clapet de sécurité empêchant les surpressions en aval du régulateur d'alimentation, si nécessaire
- 2 Régulateur d'alimentation
- 3 Dispositif de conditionnement de la température du fluide d'essai (optionnel)
- 4 Robinet de sectionnement
- 5 Manomètre de pression
- 6 Indicateur de température
 - T1 : température fluide
 - T2 : température fluide pour contrôle étanchéité interne
 - T3 : température ambiante
 - T4 : température fluide de comptage
 - T5 : température fluide pour essai d'étanchéité
- 7 Régulateur soumis à l'essai

- 8 Enceinte de conditionnement de la température de l'air ambiant
- 9 Capacité à volume variable
- 10 Robinet de sectionnement permettant d'établir ou d'interrompre brutalement le débit
- 11 Dispositif de réglage du débit
- 12 Débitmètre
- DN1 Diamètre nominal du tuyau amont raccordé au régulateur soumis à l'essai
- DN2 Diamètre nominal du tuyau aval raccordé au régulateur soumis à l'essai

Figure 1 — Schéma fonctionnel du banc d'essai

6.1.3 Échantillons d'essai

Les essais sont réalisés sur cinq régulateurs avec une pression de consigne de 21 mbar ou de 300 mbar, identifiés A, A', B, C, E pour les régulateurs pour modules enterrables, et A, A', B, C, D pour les autres architectures.

Les essais de résistance sont réalisés sur deux ou plusieurs régulateurs (A et A') identifiés A (A1, A2, A3...) et A' (A'1, A'2, A'3...).

Les essais de défaillance sont réalisés sur un (ou plusieurs) régulateur(s) identifié(s) F (F1, F2, F3,...).

Ces régulateurs sont soumis aux séries correspondantes d'essais, définies dans le Tableau 11, dans l'ordre indiqué.

NOTE Les résultats obtenus sur le régulateur à 21 mbar sont considérés comme représentatifs de tous les appareils de type C (modèle basse pression).

Tableau 12 — Ordre des essais et échantillons soumis aux essais

Ordre des essais	Repère de l'appareil							Méthodes d'essai et exigences	
	A	A'	B	C	D	E	F	Paragraphe	Titre
1	X	X	X	X	X	X		6.2.1	Contrôle de conformité dimensionnelle et inspection visuelle
2	X	X	X	X	X	X		6.2.2	Contrôle des matériaux
3	X	X						6.2.3.2	Résistance des enveloppes et vieillissement
4	X	X						6.2.3.3	Résistance des membranes
5	X	X						6.2.3.4	Résistance mécanique des raccordements
6			X	X	X	X		6.3.1	Étanchéité externe
7			X	X	X	X		6.3.2.1.2	Étanchéité interne de l'organe de régulation, de l'organe de coupure du débit par manque de pression et excès de débit
8			X	X	X	X		6.3.2.1.3	Détermination de la courbe caractéristique et vérification de la classe de précision, de la classe de pression de fermeture
9			X	X	X	X		6.3.2.3.1	Sécurité lors d'un manque de pression aval dû à un manque de pression amont
10			X	X	X	X		6.3.2.3.2	Sécurité lors d'un excès de débit
11			X	X	X	X		6.3.2.3.3	Sécurité lors d'un excès de pression aval - Soupape d'écrêtage
12			X	X	X	X		6.3.2.3.4	Effort de réarmement
13			X	X	X	X		6.3.2.2	Fonctionnement lors de changement brusque de débit
14							X	6.4.2	Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 1er étage
15							X	6.4.3	Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 2ème étage
16							X	6.4.4	Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 1er étage
17							X	6.4.5	Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 2ème étage
18							X	6.4.6	Event du 2ème étage partiellement colmaté
19			X					6.3.2.4	Fonctionnement aux températures limites haute et basse
20					X	X		6.3.2.5	Contrôle du niveau de pression acoustique
21			X					6.2.5	Endurance
22				X				6.2.4	Résistance aux agents agressifs extérieurs
23						X		6.2.6	Tenue en chaleur humide

6.2 Vérification des caractéristiques de construction

6.2.1 Contrôle de conformité dimensionnelle et inspection visuelle

Il s'agit des opérations visant à évaluer :

- la conformité dimensionnelle des pièces sous pression vis-à-vis des schémas applicables ;

- la conformité de la construction du régulateur vis-à-vis du schéma de montage correspondant et les exigences de construction du présent document.

6.2.2 Contrôle des matériaux

Il s'agit des opérations visant à évaluer la conformité des matériaux utilisés ou prescrits par rapport aux exigences de 4.2 :

- la vérification des matériaux utilisés doit être effectuée par la revue des certificats des matériaux ;
- la vérification des matériaux prescrits doit être effectuée par la revue des fiches des matériaux.

6.2.3 Résistance mécanique

6.2.3.1 Généralités

Pendant toute la durée des essais décrits en 6.2.3.2 et 6.2.3.3, la température du régulateur et du fluide d'essai doit être maintenue à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Les essais spécifiés comme étant exécutés avec de l'eau peuvent être effectués à l'air ou à l'azote sous réserve de respecter les consignes de sécurité appropriées.

6.2.3.2 Résistance des enveloppes et vieillissement

6.2.3.2.1 Le (ou les) régulateur(s) dédié(s) à ces essais sont raccordés par leur raccord d'entrée ou de sortie à une source de pression hydraulique. Des aménagements de clapet, raccord, capsule de réglage ou évent peuvent permettre d'isoler les chambres définies selon le Tableau 13, l'équipement interne pouvant être absent. La pression est augmentée progressivement à la valeur définie dans le Tableau 13.

Tableau 13 — Description détaillée des essais de résistance des enveloppes

raccord entrée	clapet de sécurité	clapet 1 ^{er} étage	membrane 1 ^{er} étage	Couvercle 1 ^{er} étage	clapet 2 ^{ème} étage	clapet coupure	membrane 2 ^{ème} étage	Couvercle 2 ^{ième} étage	raccord sortie
chambre d'entrée 12,5 bar			Hors pression (ou absence)						
Admission pression	ouvert	fermé							
chambre 1 ^{er} étage 12,5 bar							Hors pression (ou absence)		
Admission pression	Absent ou ouvert volontairement	ou joint équivalent	présent (non modifié)	ouvert	fermé				
Hors pression (ou absence)					chambre 2 ^{ème} étage 5 bar				
					fermé	ouvert	ou joint équivalent	présent (non modifié)	Admission pression

6.2.3.2.2 Le (ou les) régulateur(s) dédié(s) à ces essais sont soumis à un vieillissement accéléré : mise en étuve à $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant 48 h puis une stabilisation pendant 24 h. Ils sont ensuite raccordés par leur raccord d'entrée ou de sortie à une source de pression pneumatique. Des aménagements de clapet, raccord, capsule de réglage ou évent peuvent permettre d'isoler les chambres définies selon le Tableau 14, l'équipement interne est fonctionnel

dans l'appareil. La pression est augmentée progressivement à la valeur définie dans le Tableau 14 et la durée d'application ne doit pas être inférieure à 15 min.

Tableau 14 — Description détaillée des essais de résistance des enveloppes après vieillissement

raccord entrée	clapet de sécurité	clapet 1 ^{er} étage	membrane 1 ^{er} étage	couvercle 1 ^{er} étage	clapet 2 ^{ème} étage	clapet coupure	membrane 2 ^{ème} étage	Couvercle 2 ^{ème} étage	raccord sortie	
chambre d'entrée 7,5 bar			Hors pression							
Admission pression	ouvert	fermé								
Hors ou sous pression			chambre 1 ^{er} étage 5 bar				Hors pression			
			Admission de la pression dans cette chambre par aménagement spécifique de l'appareil d'essai							
Hors pression					chambre 2 ^{ème} étage 1 bar					
					Évent à aménager pour assurer le maintien de la pression dans la chambre				Admission pression	

6.2.3.3 Résistance des membranes

Les membranes utilisées comme pièces sous pression dans des chambres soumises ou susceptibles d'être soumises à une pression différentielle maximale ΔP_{\max} doivent résister à une pression d'au moins :

- 0,3 bar si $\Delta P_{\max} < 0,15$ bar ;
- $2\Delta P_{\max}$ si $0,15 \text{ bar} \leq \Delta P_{\max} \leq 5$ bar.

L'essai sera exécuté avec de l'air à température ambiante, la soupape étant bloquée.

À l'issue de cet essai, les exigences de 4.4.2 doivent être vérifiées.

6.2.3.4 Résistance mécanique des raccords

Les essais doivent être réalisés sur les régulateurs hors pièces de raccordement ou extensions.

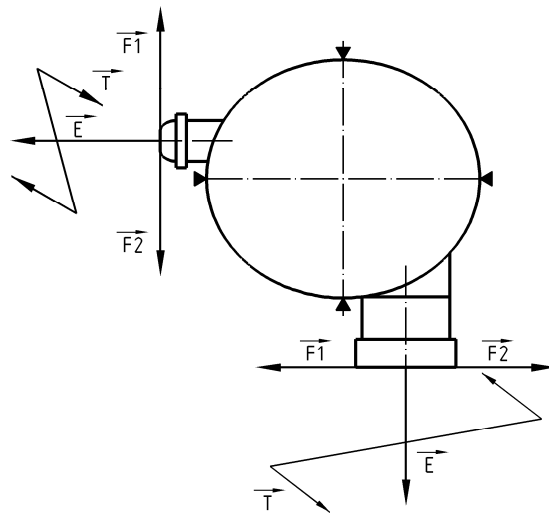
Pour le couple de torsion, on utilise un système qui neutralise la réaction à la flexion.

La durée d'application des couples et efforts doit être de 1 min.

Le corps du régulateur, fixé aux points indiqués dans la Figure 2, est soumis aux contraintes du Tableau 6, dans les conditions suivantes :

- Couple de torsion T dans les deux sens ;
- Effort de traction E ;
- Moment de flexion F engendré par les forces $F1$ et $F2$ dirigées comme indiqué en Figure 2 et dont le point d'application se situe à la base du raccord.

La valeur du couple ou de l'effort doit être atteinte de manière progressive.



Légende :

F1 Force de flexion

F2 Force de flexion

►◄ Points de maintien du régulateur

T Couple de torsion

E Effort de traction

Figure 2 — Schéma de l'essai de résistance mécanique des raccords

6.2.4 Résistance aux agents agressifs extérieurs

Les essais de résistance aux agents agressifs extérieurs consistent à exposer le régulateur en fonctionnement à un brouillard salin neutre. Ces essais doivent débuter moins d'un mois après la détermination des caractéristiques de performance initiales du régulateur.

Le régulateur essayé ne doit pas subir de nettoyage au cours de cet essai.

L'exposition au brouillard salin doit être réalisée en respectant les prescriptions de l'Annexe B avec les conditions particulières suivantes :

- Pression amont : 1 bar \pm 0,5 bar ;
- Température du brouillard salin : 35 °C \pm 2 °C ;
- Débit : 5 % à 10 % du débit nominal avec un passage journalier entre 80 % et 100 % du débit nominal pendant une durée minimale de 5 min ;

- Concentration massique de NaCl dans l'eau distillée : $5 \% \pm 1 \%$;
- Durée de l'essai : 168 h.

Le régulateur doit être maintenu sous pression en permanence pendant toute la durée de l'essai.

Moins d'un mois après la fin de l'exposition du régulateur au brouillard salin, le régulateur doit être contrôlé conformément aux dispositions de contrôle après épreuve données en 6.3.2.6.

6.2.5 Endurance

L'essai doit débuter moins d'un mois après la détermination des caractéristiques de performance initiales du régulateur.

L'essai d'endurance doit être réalisé dans les conditions suivantes :

- Pression amont : 3 bar ;
- Pression maximale aval : valeur maximale équivalente à celle mesurée lors de l'essai de 6.3.2.2.4, dans les conditions d'essai correspondant à p_{umin} et 100 % débit nominal. Cette pression pourra être obtenue par ajustement du débit appelé ;
- Nombre de cycles : 10 000 ;
- Période des cycles : 18 s à raison de 9 s à débit nul, et 9 s au débit permettant d'obtenir la pression aval équivalente à celle mesurée en 6.3.2.2.3 ;
- Temps d'ouverture : 0,5 s ;
- Temps de fermeture : 0,5 s.

Consécutivement à l'essai d'endurance, le régulateur doit être contrôlé conformément aux dispositions de contrôle après épreuve données en 6.3.2.6.

6.2.6 Tenue en chaleur humide

L'essai doit débuter moins d'un mois après la détermination des caractéristiques de performance initiales du régulateur.

L'essai de tenue en chaleur humide doit être réalisé dans les conditions suivantes :

- Pression amont : $1 \text{ bar} \pm 0,5 \text{ bar}$;
- Débit : 5 % à 10 % du débit nominal avec un passage journalier entre 80 % et 100 % du débit nominal pendant une durée minimale de 5 min ;
- Température : voir Figure 3 ;
 - Température ambiante maximale : $60 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$;
 - Température ambiante minimale : $-20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$;
 - Température du fluide : non régulée ;
- Humidité relative : $\geq 90 \%$ pour les valeurs de température stabilisées supérieures à 10 °C ;
- Durée de l'essai : 100 cycles de 6 h.

Consécutivement à l'essai de tenue en chaleur humide, la température ambiante doit être stabilisée à $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$. Après une période d'au moins 24 h, le régulateur doit être contrôlé conformément aux dispositions de contrôle après épreuve données en 6.3.2.6.

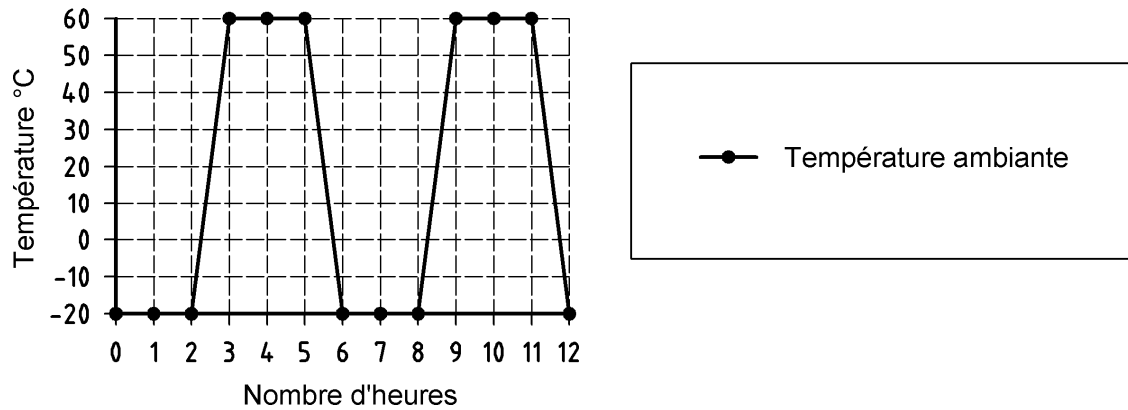


Figure 3 — Cycle de température suivi au cours de l'essai de tenue en chaleur humide

6.3 Vérification des caractéristiques de fonctionnement

6.3.1 Étanchéité externe

Les essais d'étanchéité externe doivent être réalisés à température ambiante à la pression amont égale à $1,5 \times p_{u\max}$, après une période de stabilisation de 15 min au minimum sauf pour les essais définis en 6.3.2.4 et 6.3.2.6, pour lesquels la pression doit être égale à $p_{u\max}$.

Le résultat de l'essai est dit satisfaisant si l'une des conditions suivantes est remplie :

- soit aucune bulle ne se forme pendant 5 s. Il est possible d'effectuer cet essai en recouvrant le régulateur d'un liquide moussant, ou en le plongeant dans une cuve d'eau ou par des méthodes équivalentes ;
- soit la fuite externe ne dépasse pas les valeurs indiquées au 5.2.1.

L'épreuve doit être effectuée de manière à ce que le régulateur puisse se déformer dans toutes les directions. Les contraintes exercées par les systèmes de fixation nécessaires à l'étanchéité doivent être représentatives des contraintes s'exerçant dans des conditions d'installations normales.

D'autres méthodes de détection reconnues peuvent être utilisées pour contrôler les fuites (par exemple : dispositif électronique). Pour de telles méthodes, l'équivalence avec les exigences ci-dessus doit être démontrée.

6.3.2 Essais de fonctionnement

6.3.2.1 Fonctionnement en régime stable

6.3.2.1.1 Généralités

La conformité par rapport aux exigences de performance doit être vérifiée dans les conditions de pression amont

suivantes : $p_{u\min}$, $p_{u\max}$, $p_{uav} = \frac{p_{u\min} + p_{u\max}}{2}$ (arrondi au nombre entier le plus proche).

Lors de l'essai, les variations de pression amont doivent être inférieures à $\pm 5\%$ de la valeur de pression amont.

6.3.2.1.2 Étanchéité interne de l'organe de régulation, de l'organe de coupure du débit par manque de pression et excès de débit

a) Le contrôle de l'étanchéité interne de l'organe de régulation doit être respectivement réalisé comme suit :

- Conditions initiales : pression amont égale à p_{emin} , obturateur en position fermée ;
- Établir un débit dans la plage de fonctionnement du régulateur ;
- Réduire le débit jusqu'à ce que la fermeture devienne effective sur une période supérieure au temps de réponse du régulateur ;
- Déterminer le débit de fuite après 15 min de stabilisation par mesure directe, méthode de variation de pression ou une autre méthode équivalente.

L'essai est ensuite répété en conditions initiales de pression amont égale à p_{emax} .

b) Le contrôle de l'étanchéité de l'organe de coupure du débit par manque de pression et excès de débit doit se composer des étapes suivantes :

- Établir un débit dans la plage de fonctionnement du régulateur ;
- Diminuer progressivement la pression amont jusqu'à atteindre la mise en sécurité de l'appareil ;
- S'assurer que le volume en aval du régulateur est à pression atmosphérique ;
- Augmenter la pression amont jusqu'à p_{umax} ;
- Isoler le volume directement en aval du régulateur ;
- Déterminer le débit de fuite après 15 min de stabilisation par mesure directe, méthode de variation de pression ou une autre méthode équivalente.

L'essai est ensuite répété à p_{umin} .

L'organe de régulation, respectivement l'organe de coupure du débit par manque de pression et excès de débit, est réputé étanche si les exigences spécifiées au 5.2.2 sont vérifiées.

6.3.2.1.3 Détermination de la courbe caractéristique et vérification de la classe de précision, de la classe de pression de fermeture et de la classe de zone de pression de fermeture

Un minimum de 11 mesures également réparties sur toute la plage de valeurs entre 0 % et 100 % du débit nominal (cinq mesures avec des débits croissants, quatre mesures avec des débits décroissants, ainsi qu'une mesure complémentaire à débit nul et une au réglage de démarrage) doivent être effectuées pour chaque valeur de pression amont.

Le régulateur doit être maintenu sous pression pendant la totalité de l'essai sans interruption de cette condition avant que la détermination du réseau de courbes caractéristiques ne soit achevée.

La pression de fermeture p_f doit être mesurée 3 min après la fermeture du régulateur.

Les valeurs des pressions de fermeture, aval et de la zone de pression de fermeture doivent être dans les limites fixées aux 5.3.1.1 et 5.3.1.2.

6.3.2.2 Fonctionnement lors de changement brusque de débit

6.3.2.2.1 Exigences générales

La conformité aux exigences du 5.3.2 doit être vérifiée dans les conditions d'essais suivantes :

- Pression amont : 5 bar ;
- Température ambiante : $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$;
- Volume de la capacité aval : le volume à prévoir, en mètres cubes (m^3), doit être égal à :
 - $Q_n/500$ si la pression aval est inférieure ou égale à 50 mbar ;
 - $Q_n/1000$ si la pression aval est supérieure à 50 mbar,
 où Q_n est le débit nominal du régulateur, exprimé en mètres cubes par heure (m^3/h) et mesuré sous la pression aval maximale en service ;
- Débit d'ouverture : 50 % du débit nominal ;
- Débit initial de fermeture : 100 % du débit nominal.

Lors de l'essai, les variations de pression amont doivent être inférieures à $\pm 5\%$.

6.3.2.2 Armement du régulateur

L'essai doit se composer des étapes suivantes :

- a) mettre en sécurité le régulateur par excès de débit ;
- b) rendre la pression aval p_d égale à la pression atmosphérique ;
- c) régler à débit nul ;
- d) armer le régulateur ;
- e) mesurer la valeur maximale atteinte par la pression aval p_a et le temps durant lequel la pression aval p_d dépasse la pression d'ouverture du clapet de sécurité déterminée au 6.3.2.3.3 ;
- f) répéter les étapes a) à e) afin de disposer de trois jeux de valeurs.

Les valeurs mesurées doivent être dans les limites fixées au 5.3.2.1.

6.3.2.3 Augmentation instantanée de débit

L'essai doit se composer des étapes suivantes :

- a) régler à débit nul ;
- b) ouvrir le dispositif de réglage de débit sur une période inférieure à 0,5 s ;
- c) mesurer la valeur minimale atteinte par la pression aval p_d , et le temps de réponse à $\pm 10\%$ de p_{ds} ;
- d) répéter les étapes a) à c) afin de disposer de trois jeux de valeurs ;

Les valeurs mesurées à l'étape c) doivent être dans les limites fixées au 5.3.2.2.

6.3.2.4 Diminution instantanée de débit

L'essai doit se composer des étapes suivantes :

- a) régler le débit à la valeur du débit initial de fermeture ;
- b) diminuer le débit jusqu'à débit nul sur une période inférieure à 0,5 s ;
- c) mesurer la valeur maximale atteinte par la pression aval p_d ;

d) répéter les étapes a) à c) afin de disposer de trois jeux de valeurs ;

Les valeurs mesurées à l'étape c) doivent être dans les limites fixées au 5.3.2.3.

6.3.2.3 Contrôle des dispositifs de sécurité

6.3.2.3.1 Sécurité lors d'un manque de pression aval dû à un manque de pression amont

La conformité aux exigences du 5.3.3.1 doit être vérifiée dans les conditions de débit suivantes : 0,5 %, 100 % du débit nominal.

Les pressions amont et aval correspondant à la mise en sécurité du régulateur due à un manque de pression amont doivent être déterminées par abaissement de la pression amont à une vitesse d'environ 20 mbar/min. Pour chaque valeur de débit, l'essai doit être réalisé deux fois ; les valeurs de pression amont et aval au moment de la fermeture doivent être comprises dans les limites fixées au 5.3.3.1.

6.3.2.3.2 Sécurité lors d'un excès de débit

La conformité aux exigences du 5.3.3.2 doit être vérifiée dans les conditions de pression amont suivantes : p_{emin} ,

$$p_{\text{umax}}, p_{\text{uav}} = \frac{p_{\text{u min}} + p_{\text{u max}}}{2} \text{ (arrondi au nombre entier le plus proche).}$$

Les valeurs, de la pression aval et du débit, correspondant à la mise en sécurité doivent être déterminées par augmentation lente et progressive du débit de sortie. Pour chaque valeur de pression amont, l'essai doit être réalisé deux fois ; les valeurs de pression aval et du débit correspondant à la mise en sécurité doivent être comprises dans les limites fixées au 5.3.3.2.

6.3.2.3.3 Sécurité lors d'un excès de pression aval – Soupape d'écrêtage

L'essai de détermination de la pression d'ouverture doit être réalisé dans les conditions initiales suivantes :

- Le débit est nul ;
- La pression amont est égale à p_{umin} ;
- La pression aval est égale à la pression de consigne du régulateur.

La pression en aval du régulateur est augmentée lentement et régulièrement de façon à couvrir la plage de pression d'ouverture acceptable de la soupape en au moins 10 s.

EXEMPLE Avec un gaz de 2^{ème} famille groupe L, la plage de pression d'ouverture acceptable de la soupape étant comprise entre 45 mbar et 55 mbar, la vitesse d'augmentation de la pression aval doit être inférieure à 10 mbar/10 s = 1 mbar/s.

L'essai est réalisé trois fois ; les valeurs de la pression d'ouverture de la soupape doivent être comprises dans les limites fixées au 5.3.3.3.

6.3.2.3.4 Effort de réarmement

La conformité aux exigences du 5.3.3.4 doit être vérifiée dans les conditions de pression amont suivantes : p_{umin} , p_{umax} .

Le couple ou l'effort nécessaire à l'armement doit être déterminé par mise en service du régulateur testé, en respectant les instructions du constructeur. La manœuvre doit être réalisée à faible vitesse, le volume aval dépressurisé et isolé. Pour chaque valeur de pression amont, l'essai doit être réalisé trois fois ; le couple ou l'effort de réarmement doit être inférieur aux valeurs fixées au 5.3.3.4.

L'essai doit être appliqué au dispositif de mise en service du régulateur ainsi qu'au dispositif de mise en service du clapet de sécurité.

6.3.2.4 Fonctionnement aux températures limites haute et basse

Le régulateur doit être installé dans une enceinte appropriée. Pour commencer le contrôle, le milieu d'essai doit être porté à la température correspondante :

- température ambiante limite basse : $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ observée pendant 12 heures;
- température ambiante limite haute : $+60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ observée pendant 12 heures.
- fluide : $20 \pm 5\text{ °C}$ observée pendant une heure de fonctionnement du régulateur à 50 % du débit nominal, mesurée (6) entre le dispositif de conditionnement de la température du fluide d'essai (3) et le robinet de sectionnement (4) situés en amont de l'enceinte (8) (voir Figure 1).

Le contrôle doit porter sur les essais donnés au Tableau 15.

Tableau 12 — Conditions de fonctionnement aux températures limites

Essais	Paragraphe	Conditions Pression ou débit	Température
Étanchéité externe	6.3.1	$1 \times p_{\text{umax}}$	Limite basse
Étanchéité interne	6.3.2.1.2	$P_{\text{umin}}, p_{\text{umax}}$	Limite haute, limite basse
Classe de précision	6.3.2.13	$P_{\text{umin}}, p_{\text{umax}}$	Limite haute, limite basse
Classe de pression de fermeture	6.3.2.1.3	$P_{\text{umin}}, p_{\text{umax}}$	Limite haute, limite basse
Sécurité lors d'un manque de pression aval dû à un manque de pression amont	6.3.2.3.1	$0,5\% Q_n$	Limite haute, limite basse
Sécurité lors d'un excès de débit	6.3.2.3.2	$P_{\text{umin}}, p_{\text{umax}}$	Limite haute, limite basse
Sécurité lors d'un excès de pression aval – Soupape d'écrêtage	6.3.2.3.3	P_{umin}	Limite haute, limite basse

6.3.2.5 Contrôle du niveau de pression acoustique

Le régulateur entièrement monté doit être installé avec tous les accessoires :

- à une hauteur comprise entre 0,8 m et 1,2 m au-dessus du sol ;
- conformément aux exigences de 6.1.2 concernant les vitesses du gaz dans la ligne du banc d'essai.

Le sol doit être en béton ou d'une construction similaire. Il est impératif de s'assurer que les effets possibles des émissions sonores autres que le bruit produit par le générateur sont exclus (par exemple, bruit provenant de la soupape de régulation de débit, ou des conditions extérieures).

L'essai de mesure du niveau de pression acoustique doit être réalisé dans les conditions suivantes :

- Température ambiante ;
- Pression amont maximale ;
- Débit nominal.

Le niveau sonore NPS est relevé, en décibels (dB (A)) :

- à 1 m au droit du régulateur ;
- à 1 m au droit de la canalisation aval, à 1 m en aval du régulateur, phoniquement isolé.

6.3.2.6 Dispositions de contrôle après épreuve

Suivant le type de contraintes auxquelles le régulateur a été soumis, des essais de vérification des caractéristiques après épreuve doivent être réalisés.

Le contrôle doit porter sur les essais donnés au Tableau 16.

Tableau 13 — Contrôle après épreuve

Essais	Paragraphe	Conditions Pression ou débit	Température
Étanchéité externe	6.3.1	$1 \times p_{umax}$	Ambiante
Étanchéité interne	6.3.2.1.2	P_{umin}, p_{umax}	Ambiante
Classe de précision	6.3.2.1.3	P_{umin}, p_{umax}	Ambiante
Classe de pression de fermeture	6.3.2.1.3	p_{umin}, p_{umax}	Ambiante
Sécurité lors d'un manque de pression aval dû à un manque de pression amont	6.3.2.3.1	$0,5 \% Q_n$	Ambiante
Sécurité lors d'un excès de débit	6.3.2.3.2	P_{umin}, p_{umax}	Ambiante
Sécurité lors d'un excès de pression aval – Soupape d'écrêtage	6.3.2.3.3	P_{umin}	Ambiante

6.4 Contrôle des performances en cas de défaillances

6.4.1 Généralités

Les essais du 6.4 doivent être réalisés à température ambiante. Les réglages de la pression amont doivent être effectués de manière lente et progressive.

6.4.2 Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 1^{er} étage

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions suivantes :

- clapet du premier étage bloqué entrouvert par fil de diamètre 1 mm régulateur en sécurité par manque de pression amont,
- à une pression amont et à un débit définis par le fabricant, vérifier que le régulateur est réglé à (21 ± 1) mbar pour les régulateurs des modèles C, et à (300 ± 15) mbar pour les modèles CCH,
- conformément au 6.3.2.3.3, vérifier que la pression d'ouverture de la soupape est réglée à 40_0^{+4} mbar pour les modèles C et 360_0^{+10} mbar pour les modèles CCH,
- établir un débit dans la plage de fonctionnement du régulateur à une pression amont de 1 bar,
- diminuer lentement et progressivement le débit jusqu'à débit nul,
- augmenter la pression amont jusqu'à 4 bar,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent,
- augmenter la pression amont jusqu'à 5 bar,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent.

6.4.3 Défaillance impactant le fonctionnement du clapet du 2^{ème} étage

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions suivantes :

- présence d'un fil de 1 mm de diamètre entre le siège et le clapet positionné de manière radiale et avec un seul point d'appui,
- débit nul (hors débit de fuite au niveau de l'évent),
- augmenter la pression amont jusqu'à p_{umin} ,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent,
- augmenter la pression amont jusqu'à p_{umax} ,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent.

6.4.4 Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 1^{er} étage

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions ci-après. Ces conditions sont équivalentes aux dégradations de la membrane du 1^{er} étage les plus critiques pour le fonctionnement du régulateur.

- trou de 1,5 mm de diamètre à ± 10 % près dans la convolution de la membrane du 1^{er} étage,
- régulateur en sécurité par manque de pression amont,
- augmenter la pression amont jusqu'à p_{umax} ,
- mesurer le débit de fuite au niveau de l'évent,
- diminuer la pression amont jusqu'à p_{umin} ,
- réarmer le régulateur,
- débit nul (hors débit de fuite au niveau de l'évent),
- augmenter la pression amont jusqu'à p_{umax} ,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent.

6.4.5 Défaillance impactant l'intégrité de la membrane du 2^{ème} étage

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions ci-après :

6.4.5.1 Régulateurs de type C

L'entaille dans la membrane est située dans la convolution et augmentée progressivement jusqu'à une longueur de 11 mm ou la mise en sécurité du régulateur.

De cette manière, le régulateur est soumis à la défaillance de la membrane du 2^{ème} étage la plus critique.

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions suivantes :

- entaille de 3 mm à ± 10 % près dans la convolution de la membrane du 2^{ème} étage,
- pression amont : p_{umin} ,
- armer le régulateur,
- débit nul (hors débit de fuite au niveau de l'évent),

- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent,
- augmenter la pression amont jusqu'à $p_{u\max}$,
- mesurer la pression aval et le débit de fuite au niveau de l'évent,
- répéter les étapes précédentes en augmentant la longueur de l'entaille par pas de 2 mm ou jusqu'à mise en sécurité du régulateur.

6.4.5.2 Régulateurs CCH

La membrane du 2^{ème} étage doit résister à un essai d'endurance avec une entaille de 2 mm dans la convolution et à proximité de la mise à l'atmosphère selon les exigences du paragraphe 5.4.

6.4.6 Event du 2^{ème} étage partiellement colmaté

La conformité aux exigences du 5.4 doit être vérifiée dans les conditions suivantes :

- conduit de respiration général ou conduit de respiration du 2^{ème} étage (s'il est distinct de celui du 1^{er} étage) avec un orifice de passage réduit à 1 mm de diamètre,
- régulateur en sécurité par manque de pression amont,
- pression amont : $p_{u\max}$,
- débit nul,
- réarmer le régulateur,
- régler un débit à 0,5 %,
- mesurer la pression en aval.

La pression après un délai d'une seconde doit être inférieure à la limite donnée en 5.4.

7 Marquage, emballage, notices

7.1 Marquage du régulateur

7.1.1 Exigences générales

Chaque régulateur doit porter un marquage comportant au moins les informations suivantes :

- les nom et adresse ou un autre moyen d'identification du fabricant ;
- le type du régulateur et son architecture (modèle et indication du débit nominal en gaz naturel, type H, de densité 0,61, suivant les dispositions de 3.2) ;

EXEMPLE C40 **EV**; CCH80 **EQ**

- le numéro de série ou code de fabrication ;
- l'année et le lot (λyy ; avec : λ , lettre de la quinzaine ; et yy, deux derniers chiffres de l'année) de fabrication ;
- la plage de pression amont (exemple : b_{pe} ou p_u ...) ;
- la pression aval (point de consigne (p_{ds} , ou $p_{d...}$)) ;

- une flèche matérialisant le sens de passage du gaz ;
- les indications nécessaires à la compréhension de l'opération de réenclenchement.

Le cas échéant, les dispositifs de sécurité intégrés doivent être marqués conformément à la norme correspondante.

Toute mention supplémentaire portée par le fabricant ne doit pas prêter à confusion avec les indications requises par le présent document.

Tout marquage et plaque signalétique doivent être fixés de façon définitive, directement visibles, aisément lisibles et indélébiles dans des conditions normales de fonctionnement du régulateur, et quand ils sont soumis à l'essai d'indélébilité suivant les critères établis dans la NF EN 60730-1:1995, Annexe A.

La conformité est vérifiée par inspection visuelle.

7.2 Emballage

L'emballage doit être conçu pour éviter toute détérioration sous l'effet des chocs, notamment au niveau du raccord sphéro-conique, et toute pénétration de corps étrangers.

L'emballage doit porter, de manière claire et non ambiguë, la désignation des différents produits emballés.

7.3 Notices

Chaque régulateur (ou chaque expédition de régulateurs) doit être accompagné(e) des notices d'installation et de maintenance, qui, en complément des indications mentionnées en 7.1 doivent donner, au minimum, les informations concernant :

- les positions de montage recommandées par le fabricant ;
- les exigences de sécurité relatives aux procédures de mise en service et mise hors service ;
- la description du fonctionnement des dispositifs de sécurité ;
- la signification des symboles et abréviations utilisés pour le marquage (exemple : b_{pe} ou p_u ... p_{ds} , ou p_d ...)
- les limites de fonctionnement, en particulier la pression maximale admissible $p_{u\max}$ et la plage de température de service.

Il convient qu'une déclaration du fabricant concernant la conformité du régulateur à la Directive 2014/68/UE « Équipements sous pression » soit intégrée dans la documentation, sous la forme d'une mention du type « Produit conforme à la Directive 2014/68/UE, article 4.3 ».

Annexe A (normative)

Caractéristiques dimensionnelles et de raccordement

Les régulateurs objets du présent document, doivent respecter les exigences dimensionnelles de la présente annexe :

- pour les régulateurs des modèles C25 & CCH30
Architecture en équerre N (version aérienne et pour module enterrable); celles de la Figure A.1
- pour les régulateurs des modèles C25 & CCH30
Architecture en ligne M (version aérienne et pour module enterrable); celles de la Figure A.2
- pour les régulateurs des modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture en EQ celles de la Figure A.3 ;
- pour les régulateurs des modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture en U elles de la Figure A.4 ;
- pour les modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture EV pour modules enterrables celles de la Figure A.5 ;
- pour les modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80 & CCH130
Architecture EH enterrables horizontaux, celles de la Figure A.6;
- pour les modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture EQM sans tubulure aérienne, celles de la Figure A.7 ;
- pour les modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture en LM, celles de la Figure A.8.
- pour les modèles C40 & CCH50
Architecture ES600M, celles de la Figure A.9;
- pour les Modèles C40 & CCH50
Architecture ES2300HM ou ES2300BM, celles de la Figure A10.

NOTE Les cotes non tolérancées des figures correspondent à des dimensions maximales.

Dimensions en millimètres

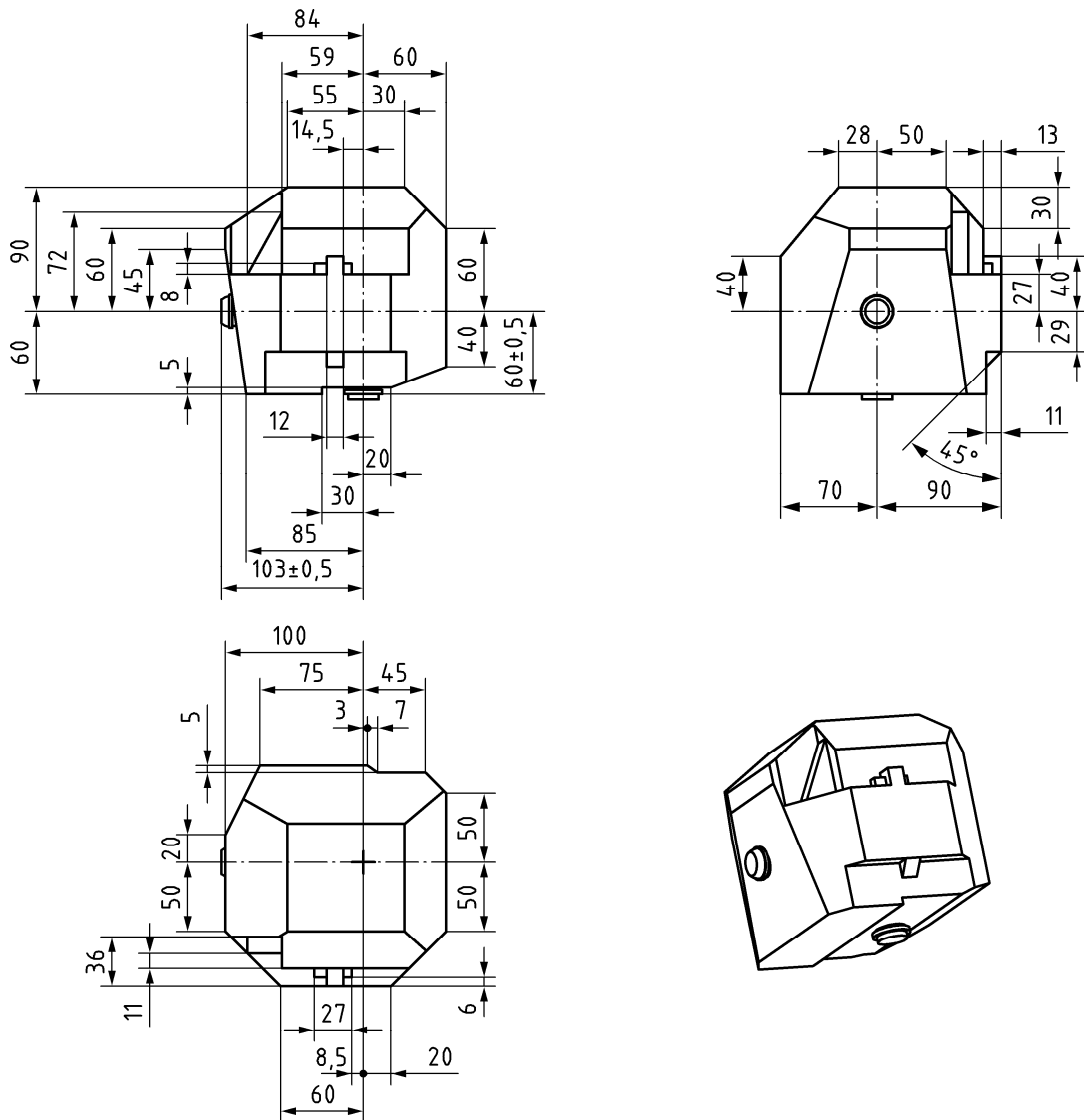
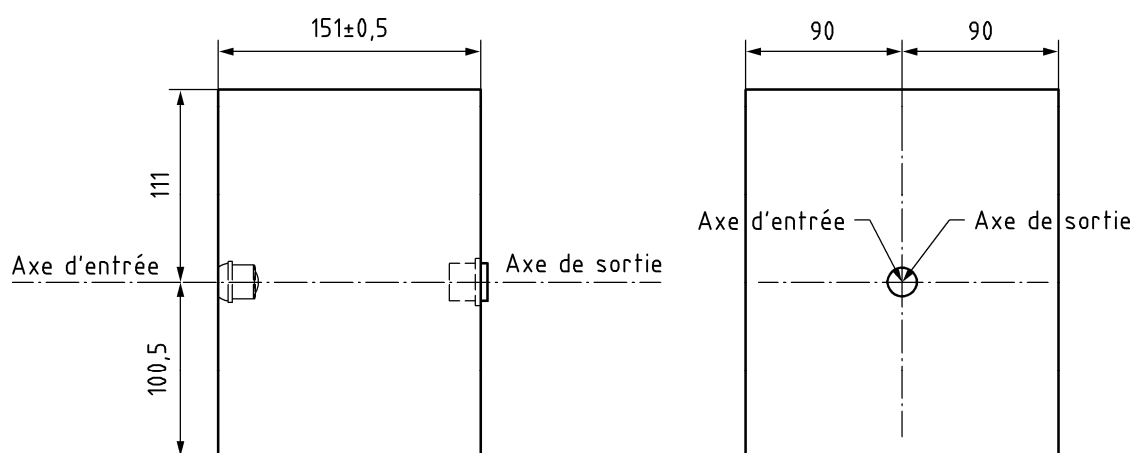


Figure A.1 — Exigences dimensionnelles : Modèles C25 et CCH30
Architecture en équerre N (version aérienne et pour module enterrable)

Dimensions en millimètres



**Figure A.2 — Exigences dimensionnelles : Modèles C25 et CCH30
Architecture en ligne M (version aérienne et pour module enterrable)**

Dimensions en millimètres

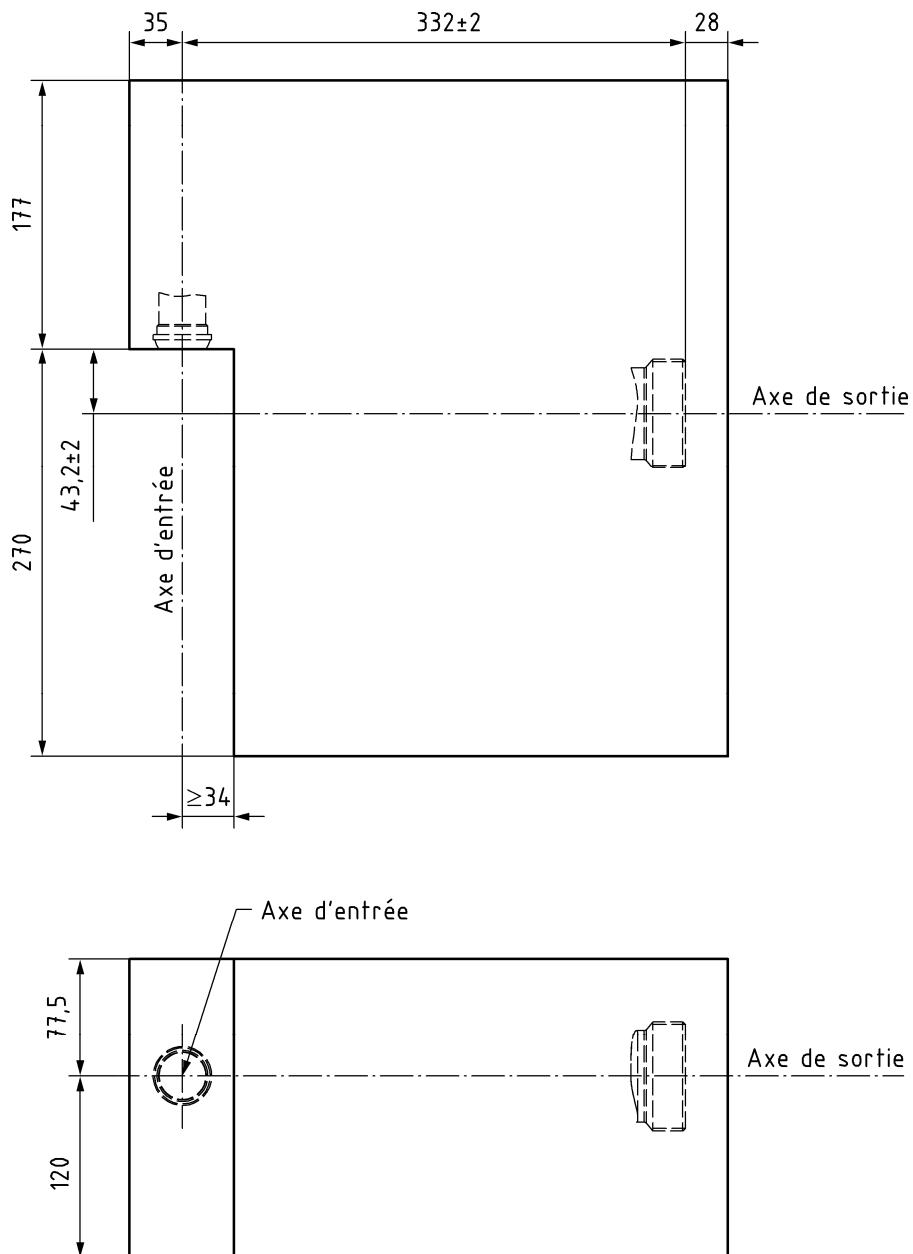


Figure A.3 — Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture en EQ

Dimensions en millimètres

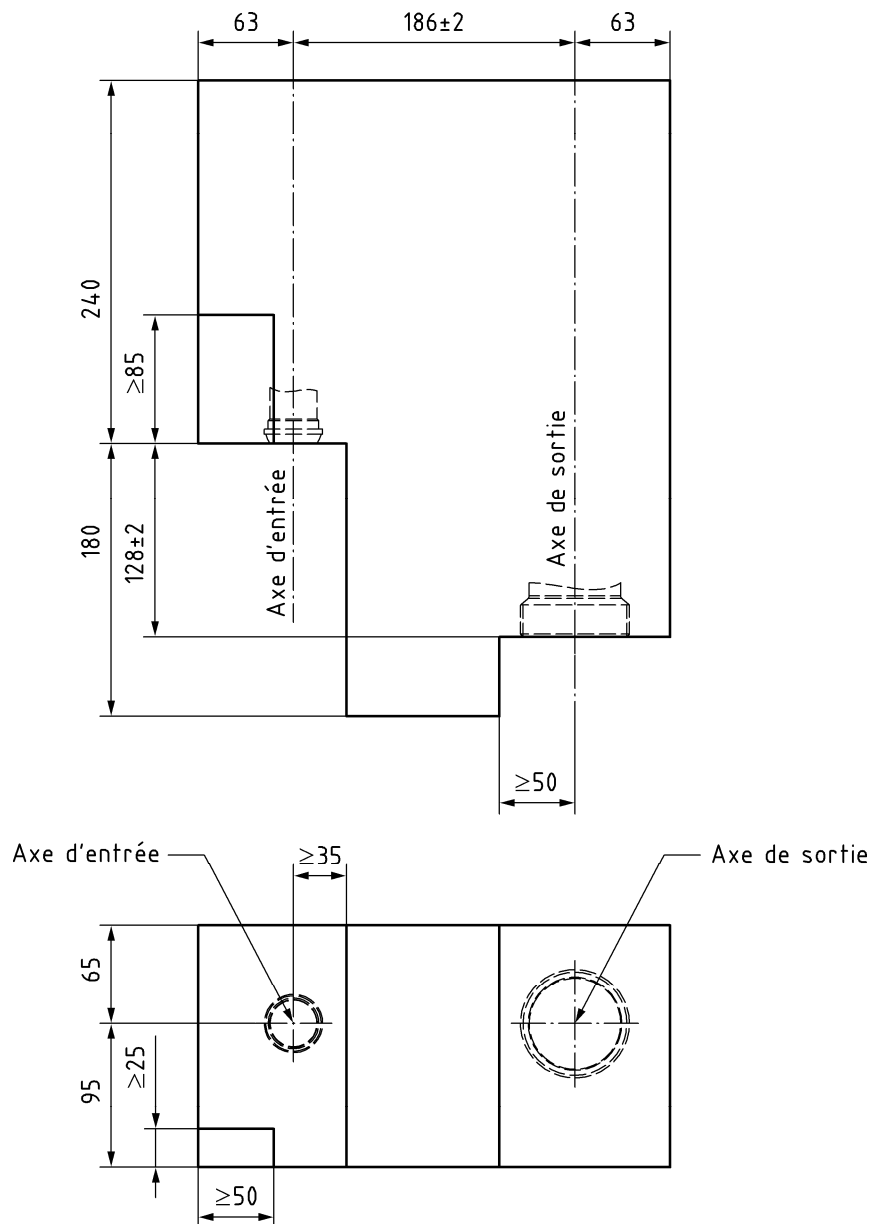


Figure A.4— Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130 Architecture en U

Dimensions en millimètres

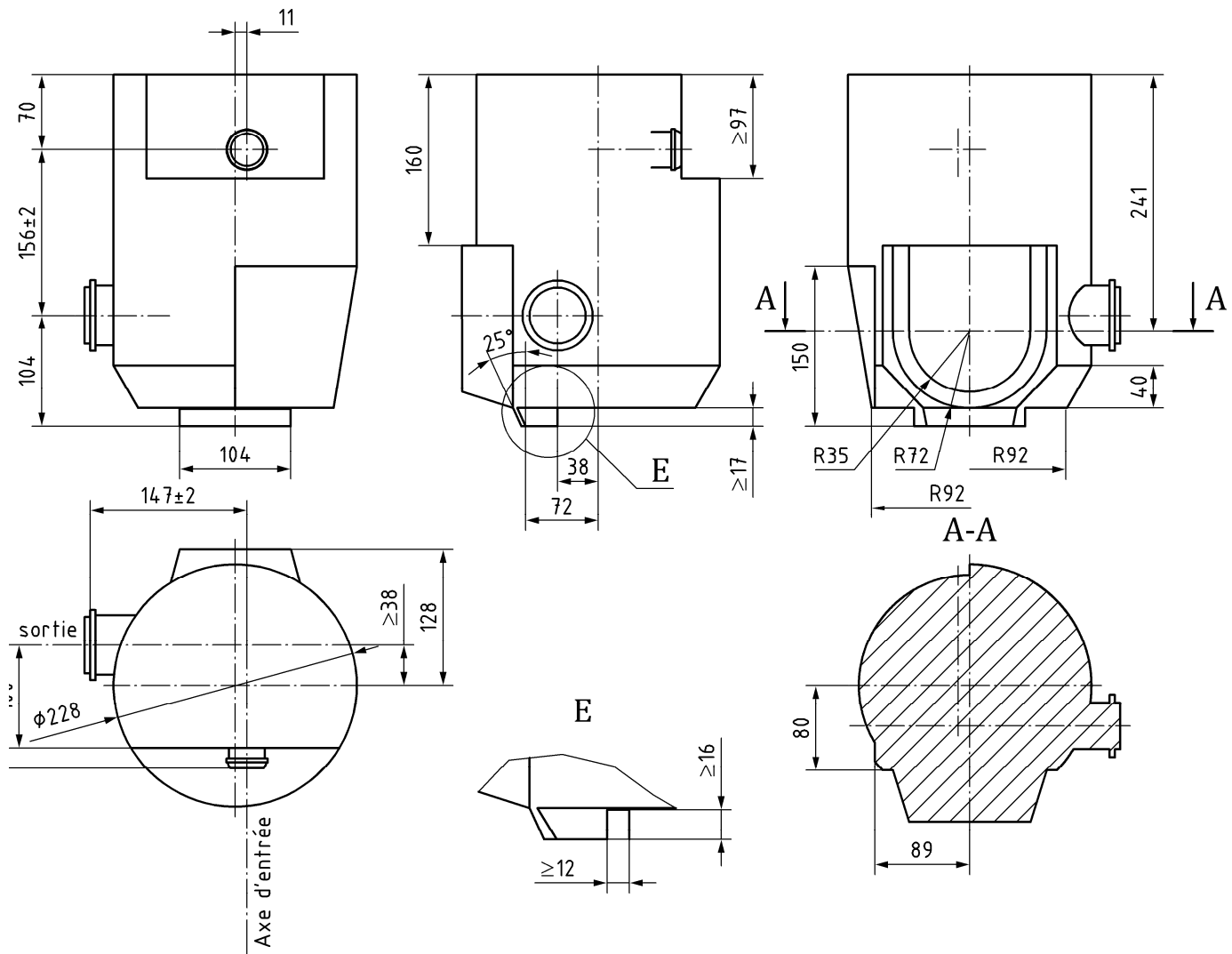


Figure A.5— Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80, CCH130
Architecture EV pour modules enterrables

Dimensions en millimètres

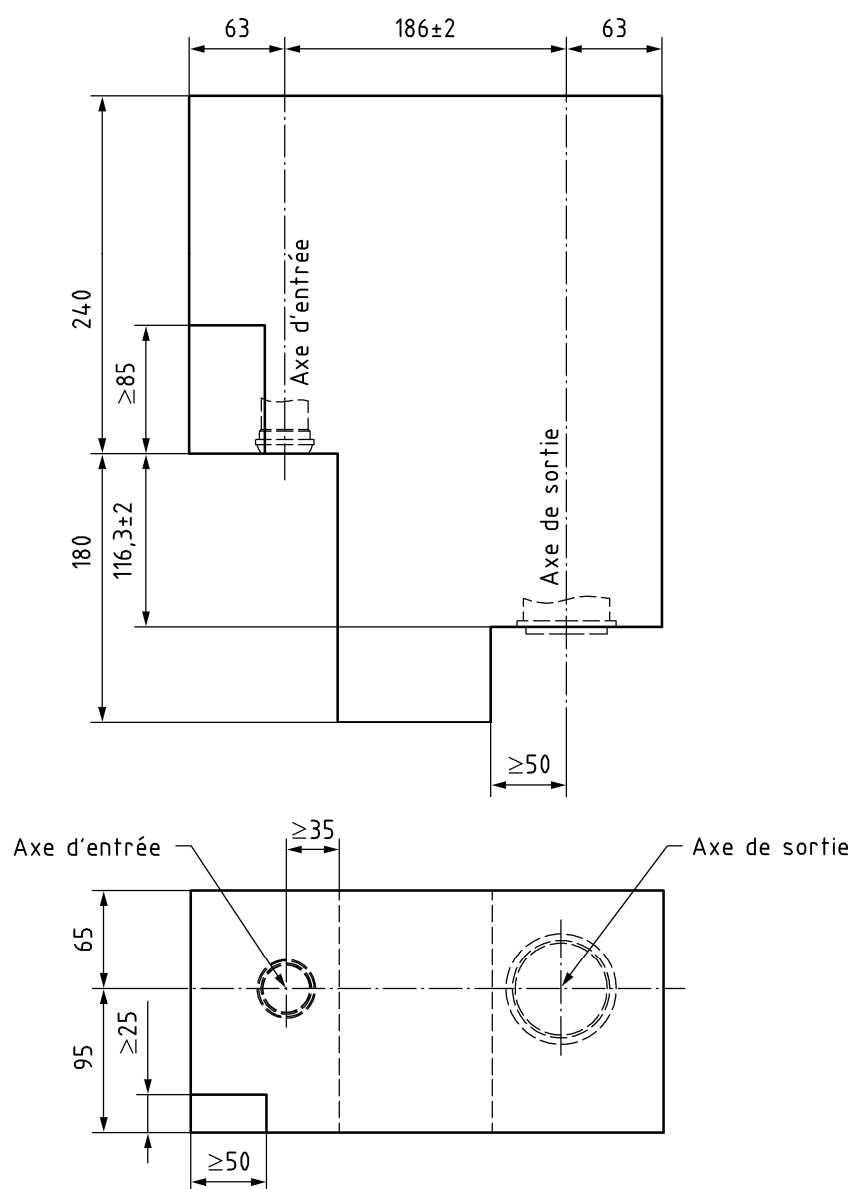
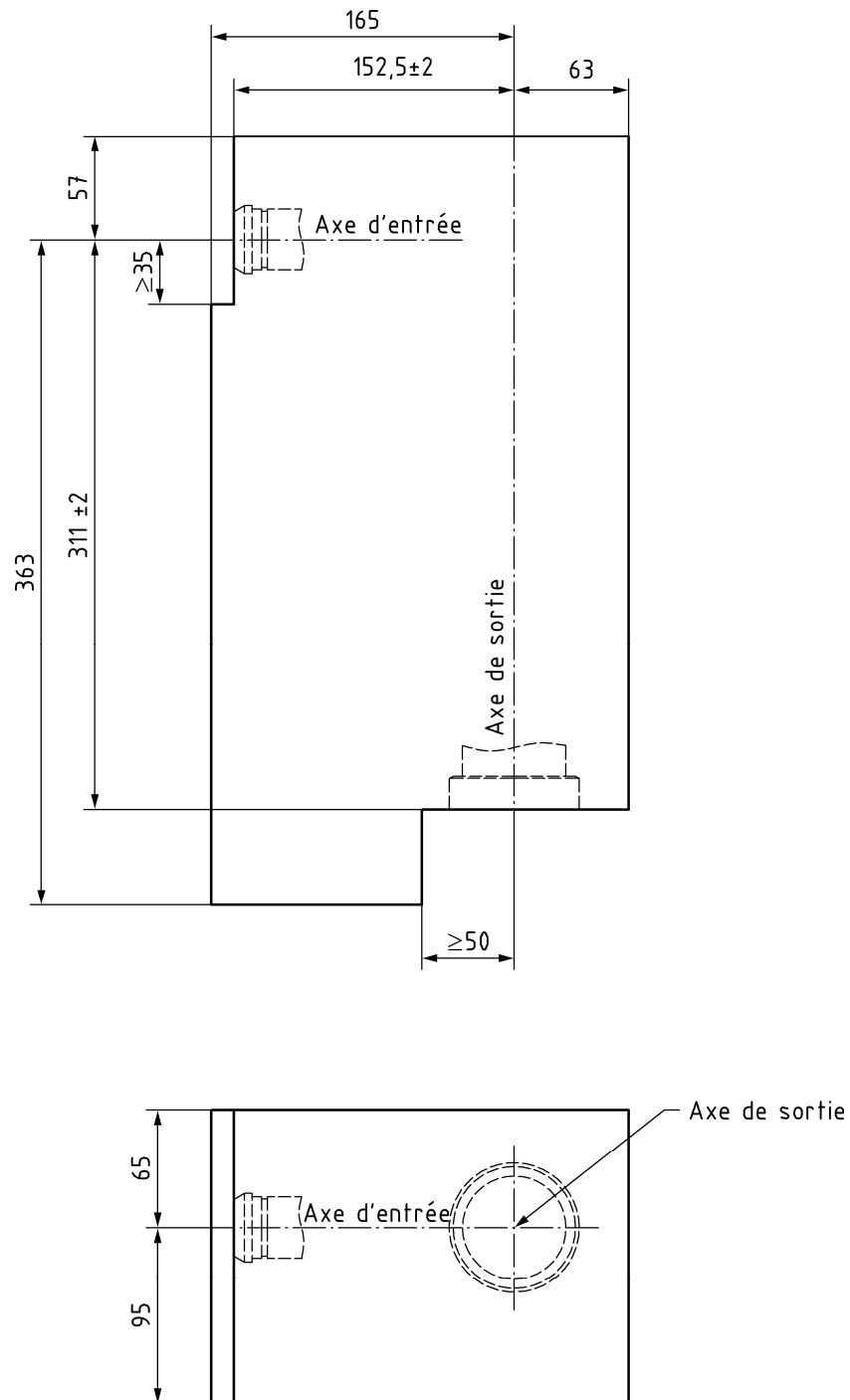


Figure A.6— Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80 & CCH130 Architecture EH enterrables horizontaux

Dimensions en millimètres



**Figure A.7— Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80 & CCH130
Architecture EQM sans tubulure aérienne**

Dimensions en millimètres

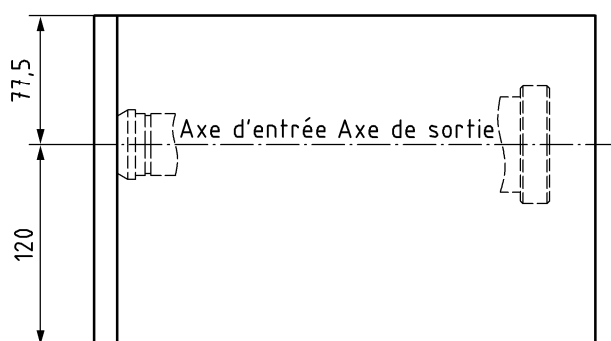
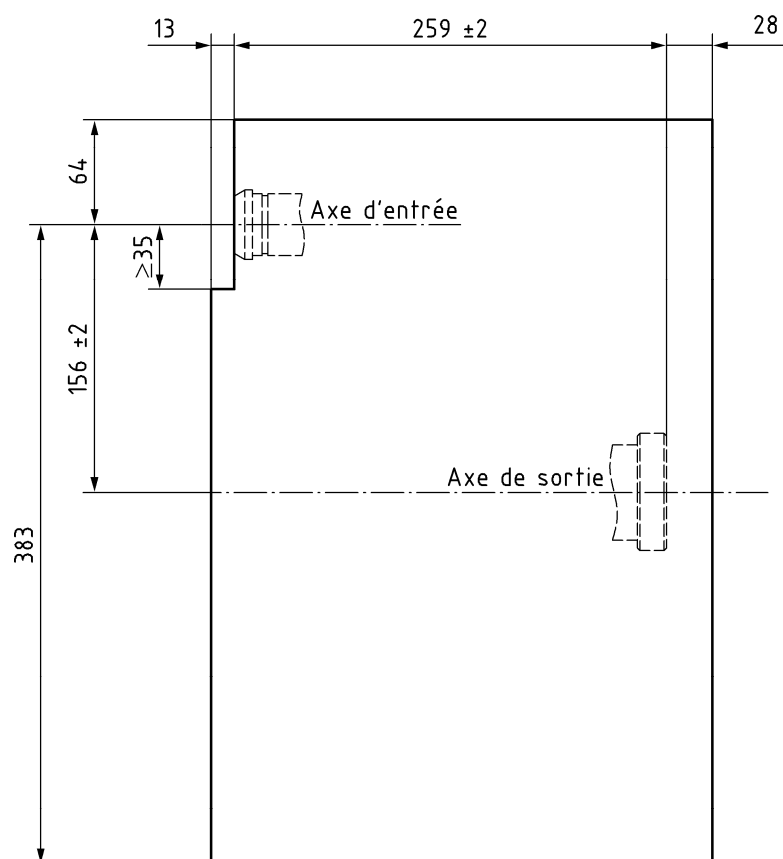


Figure A.8— Exigences dimensionnelles : Modèles C40, C65, C100, CCH50, CCH80 & CCH130 Architecture en LM

Dimensions en millimètres

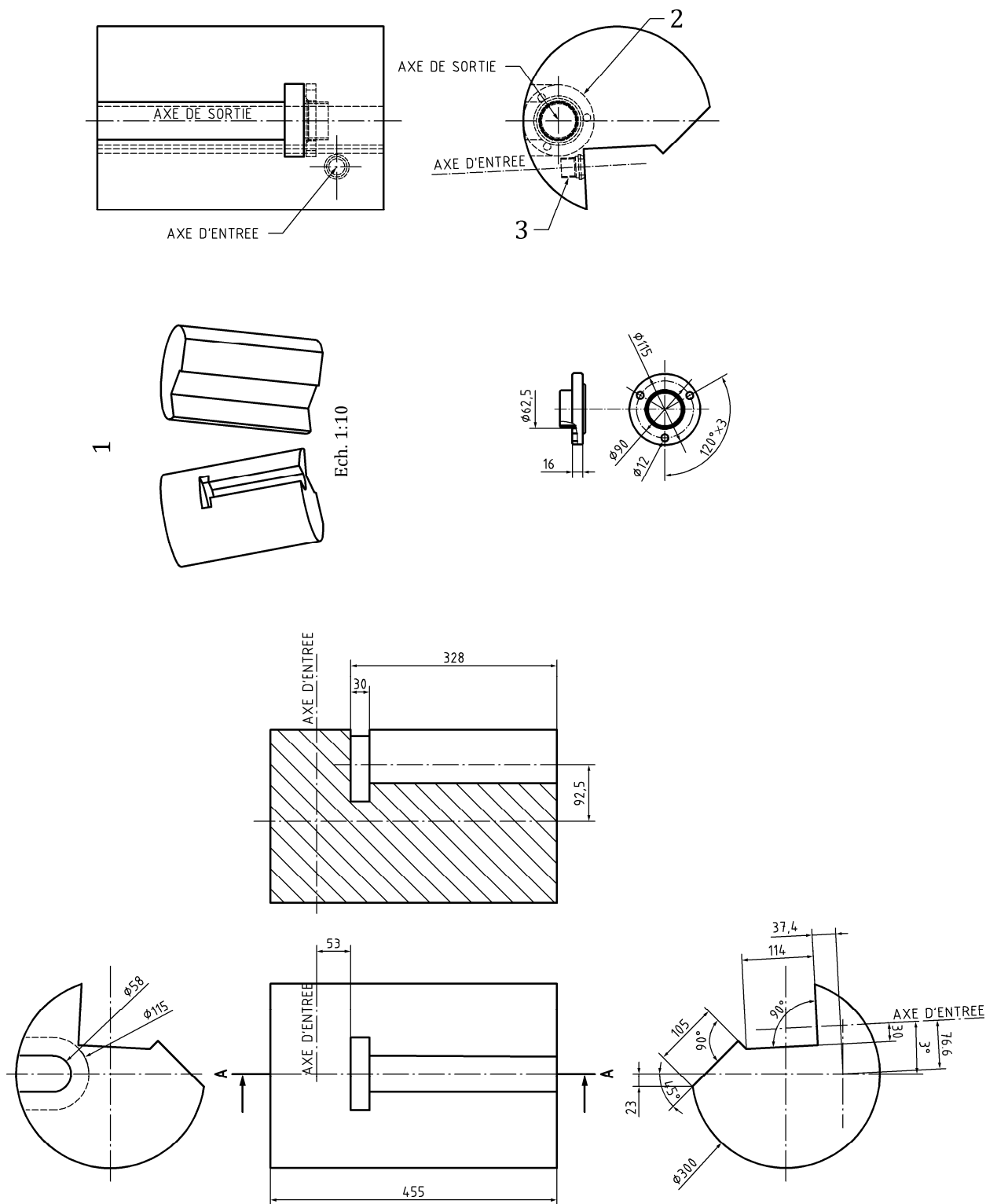


Figure A.9— Exigences dimensionnelles : Modèles C40 & CCH50
Architecture ES600M

Dimensions en millimètres

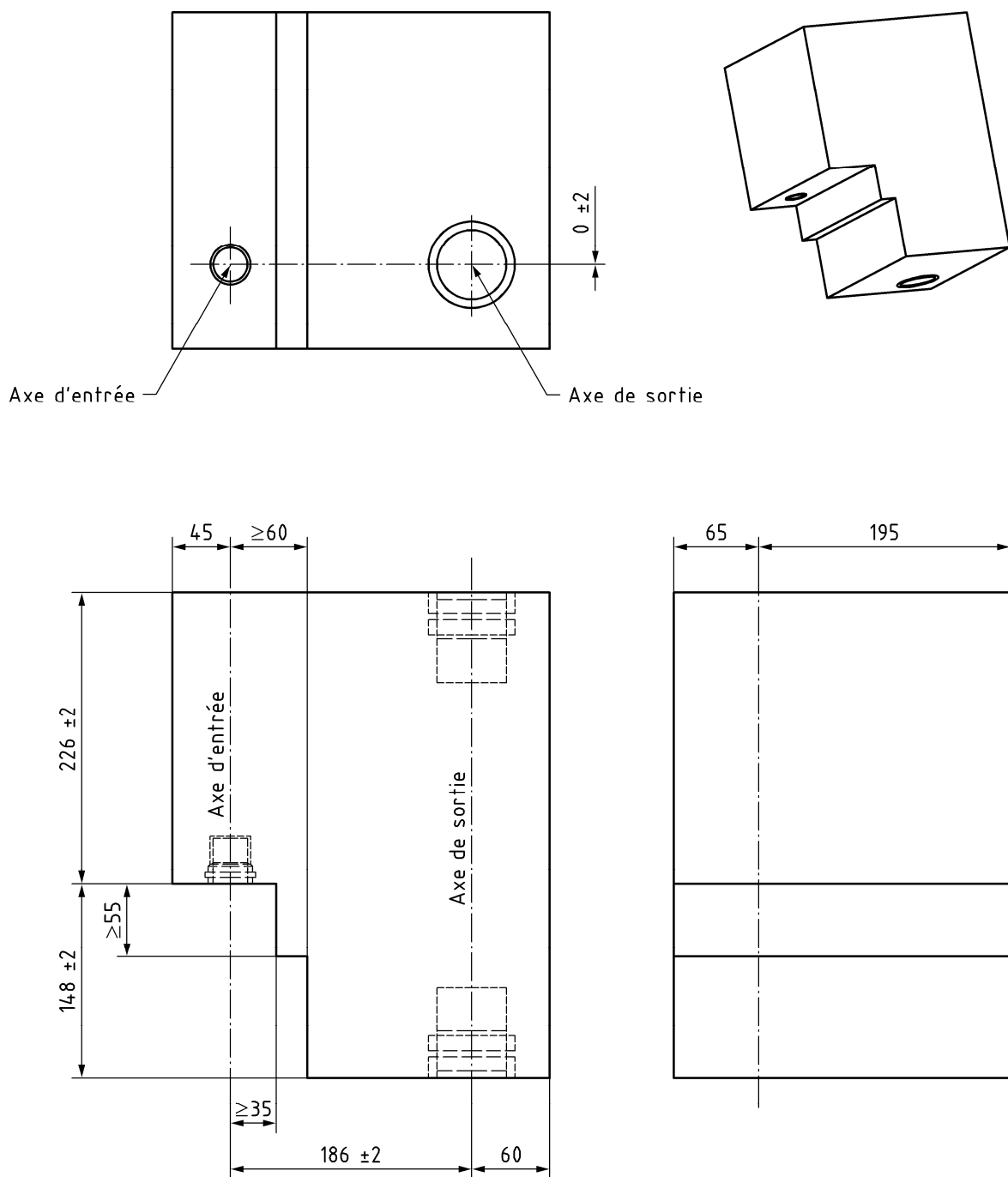


Figure A.10— Exigences dimensionnelles : Modèles C40 & CCH50 Architecture ES2300HM (sortie haute) ou ES2300BM (sortie basse)

Annexe B (normative)

Modalités d'essai de résistance à la corrosion

Toute méthode d'essai permettant d'obtenir des résultats équivalents à la méthode décrite dans la présente annexe, notamment la méthode décrite dans l'EN ISO 9227, sera considérée comme applicable.

B.1 Principe

Attaque corrosive accélérée, par un brouillard salin artificiel de composition définie, dans des conditions de température et de pression.

Le degré de corrosion est contrôlé visuellement.

B.2 Réactifs

B.2.1 Solution saline

La concentration doit être de 5 % \pm 0,5 %.

Le chlorure de sodium ne doit pas contenir à l'état anhydre, plus de 0,2 % d'impuretés totales, et plus de 0,1 % d'iode de sodium. Il doit être exempt de nickel et de cuivre.

L'eau distillée ne doit pas contenir plus de 0,02 % d'impuretés.

La préparation s'effectue de la manière suivante :

- dissoudre 5 parties en masse de chlorure de sodium dans 95 parties d'eau distillée ;
- vérifier la concentration en mesurant la masse volumique de la solution à 35 °C \pm 1 °C. Effectuer ce contrôle chaque jour. La masse volumique de la solution à 5 % doit être comprise entre 1 030 kg/m³ et 1 040 kg/m³ ;
- ajuster le pH de la solution à la valeur 7,0^{+0,2}_{-0,5} ;
- avant pulvérisation, éliminer le cas échéant les impuretés en suspension par filtration ou décantation.

B.2.2 Air comprimé

L'air doit être pur, maintenu à une humidité relative de 85 % à 90 % et à la température de 35 °C \pm 1 °C, et envoyé aux pulvérisateurs à la pression de 1 bar \pm 0,2 bar.

Pour le purifier, le faire passer dans un épurateur à eau.

Pour maintenir constante la concentration de la solution saline, humidifier l'air à une température supérieure à 35 °C en le faisant barboter en bulles finement divisées au travers d'un saturateur renfermant de l'eau chauffée à une température convenablement réglée. La hauteur de la colonne d'eau a moins d'importance que la finesse des bulles, la saturation de bulles très fines étant presque instantanée. L'eau du saturateur sera changée chaque semaine pour éliminer les impuretés.

B.2.3 Brouillard salin

Le brouillard salin est défini par les caractéristiques de la solution recueillie dans les collecteurs au cours de l'essai.

L'intensité du brouillard doit être telle que pour chaque surface horizontale de collecte de 80 cm² on recueille 2 ml \pm 1 ml de solution par heure, sur la base d'une durée minimale de fonctionnement de 16 h.

La solution recueillie doit avoir la masse volumique et le pH spécifiés en B.2.1.

B.3 Appareillage

L'appareillage comprend :

- une chambre de pulvérisation ;
- des pulvérisateurs ;
- un dispositif de chauffage ;
- un dispositif d'alimentation en solution saline ;
- un dispositif d'alimentation en air comprimé ;
- des collecteurs de brouillard (au minimum deux collecteurs).

B.3.1 Chambre de pulvérisation

Les dimensions et le mode de construction de la chambre de pulvérisation sont laissés à l'initiative des constructeurs et des usagers, à la condition que les dispositions suivantes soient respectées :

- a) les parois de la chambre, du bâti et les supports situés à l'intérieur doivent résister à la corrosion au brouillard salin. Parmi les matériaux présentant une bonne résistance figurent : le verre, le caoutchouc, les qualités d'aciers inoxydables résistant au brouillard salin, certaines matières plastiques, le ciment ;
- b) la conception de la chambre doit être telle que le brouillard puisse se déposer directement par pesanteur sur les régulateurs. À cet effet, on étudie une disposition convenable des pulvérisateurs et des orifices d'évacuation du liquide condensé ;
- c) la conception des parois de la chambre, des bâtis et supports doit être telle que le liquide qui ruisselle à leur surface ne puisse s'écouler sur les régulateurs. La solution condensée est évacuée au bas de la chambre sans réemploi ;
- d) en vue de faciliter un équipement homogène, un type de chambre recommandé est présenté avec ses cotes principales en Figure B.1.

B.3.2 Pulvérisateurs

Utiliser un ou plusieurs pulvérisateurs à air comprimé. La Figure B.2 décrit un pulvérisateur de ce type à titre d'exemple.

Des essais préalables permettront de déterminer, une fois pour toutes, l'inclinaison à donner au déflecteur par rapport à l'axe du jet et sa distance au pulvérisateur afin d'obtenir la répartition du brouillard la plus homogène possible, contrôlée par des quantités de solutions récoltées dans les différents collecteurs.

B.3.3 Dispositif de chauffage

Le dispositif doit pouvoir maintenir à l'intérieur de la chambre de pulvérisation une température de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Divers moyens peuvent être utilisés.

Il est souhaitable que l'air pénètre dans la chambre de pulvérisation à une température supérieure à 35 °C . Le degré de surchauffe est conditionné par :

- le maintien à 35 °C de la température à l'intérieur de la chambre ;
- la capacité thermique massique des parois et la température ambiante ;
- le volume d'air pulsé ;

- la pression de l'air qui détermine la température nécessaire pour obtenir l'humidité requise. Cette température est comprise entre 43 °C et 47 °C pour une pression comprise entre 0,8 bar et 1,2 bar.

Il est souhaitable, en général, que la température ambiante autour de la chambre de pulvérisation soit aussi uniforme que possible. On peut à cet effet placer la chambre dans une pièce à température constante, ou encore entourer la chambre d'une enveloppe contenant de l'eau à une température convenable. Les chambres qui sont complètement isolées peuvent être chauffées à l'air chaud. Cependant, cette méthode peut nécessiter l'emploi d'une source auxiliaire de chauffage à commande automatique, permettant d'élever rapidement la température après l'ouverture de la chambre.

Il est pratiquement impossible de satisfaire aux caractéristiques de température en utilisant des éléments de chauffe immergés dans le réservoir de la solution saline.

Le dispositif de mesure de la température à l'intérieur de la chambre doit permettre soit un contrôle continu, soit une cadence de deux contrôles par jour.

B.3.4 Dispositif d'alimentation en solution saline

La solution saline est contenue dans des récipients construits avec des matériaux tels qu'ils ne puissent influencer le pH de la solution. On peut utiliser à cet effet des récipients en acier recouvert de caoutchouc ou de matière plastique, ou des récipients en verre ou dans une qualité d'acier inoxydable résistant au brouillard salin.

B.3.5 Dispositif d'alimentation en air comprimé

Le dispositif d'alimentation en air comprimé comprend :

- un compresseur d'air à la pression de 1 bar \pm 0,2 bar ;
- un régulateur de pression ;
- des manomètres ;
- un épurateur d'air ;
- un saturateur à eau.

B.3.6 Collecteurs de brouillard

Utiliser comme dispositif collecteur des entonnoirs en verre ou en matière plastique de 10 cm de diamètre, emmanchés sur des bouchons percés placés sur des éprouvettes graduées. Un entonnoir de 10 cm de diamètre a une surface d'ouverture de 80 cm² environ.

Placer au moins deux collecteurs dans la zone d'exposition de façon à recueillir le brouillard tombant directement dans les entonnoirs, à l'exclusion du liquide qui s'égoutte des échantillons exposés ou de toute autre partie de la chambre.

Les collecteurs sont placés de telle sorte que l'un d'eux soit le plus près possible d'un pulvérisateur et un autre le plus loin possible de tous les pulvérisateurs.

B.4 Mode opératoire

B.4.1 Méthode d'exposition des régulateurs

Les régulateurs doivent être placés dans la chambre de manière à ne pas se trouver sur le trajet direct du brouillard pulvérisé. Des déflecteurs peuvent être prévus pour empêcher la pulvérisation directe de la solution sur les régulateurs.

Les supports des régulateurs doivent être fabriqués en matériaux inertes non métalliques : verre, matière plastique. S'il est nécessaire de les suspendre, les matériaux de suspension ne doivent en aucun cas être métalliques mais en fibres synthétiques.

Les régulateurs doivent être rangés de manière à ne pas entrer en contact les uns avec les autres et à exposer les surfaces d'essai à la libre circulation du brouillard. Les régulateurs peuvent être placés à différents niveaux dans la chambre de pulvérisation dans la mesure où la solution ne peut pas ruisseler des régulateurs situés à un niveau donné sur le niveau inférieur.

B.4.2 Durée des essais

La pulvérisation doit être continue pendant toute la durée de la période d'essai prescrite en 6.2.4.

B.4.3 Contrôles

Contrôler la température en continu ou au moins deux fois par jour à sept heures d'intervalle.

Contrôler la pression.

Mesurer la quantité de solution saline recueillie dans les collecteurs.

Contrôler la concentration et le pH de la solution recueillie.

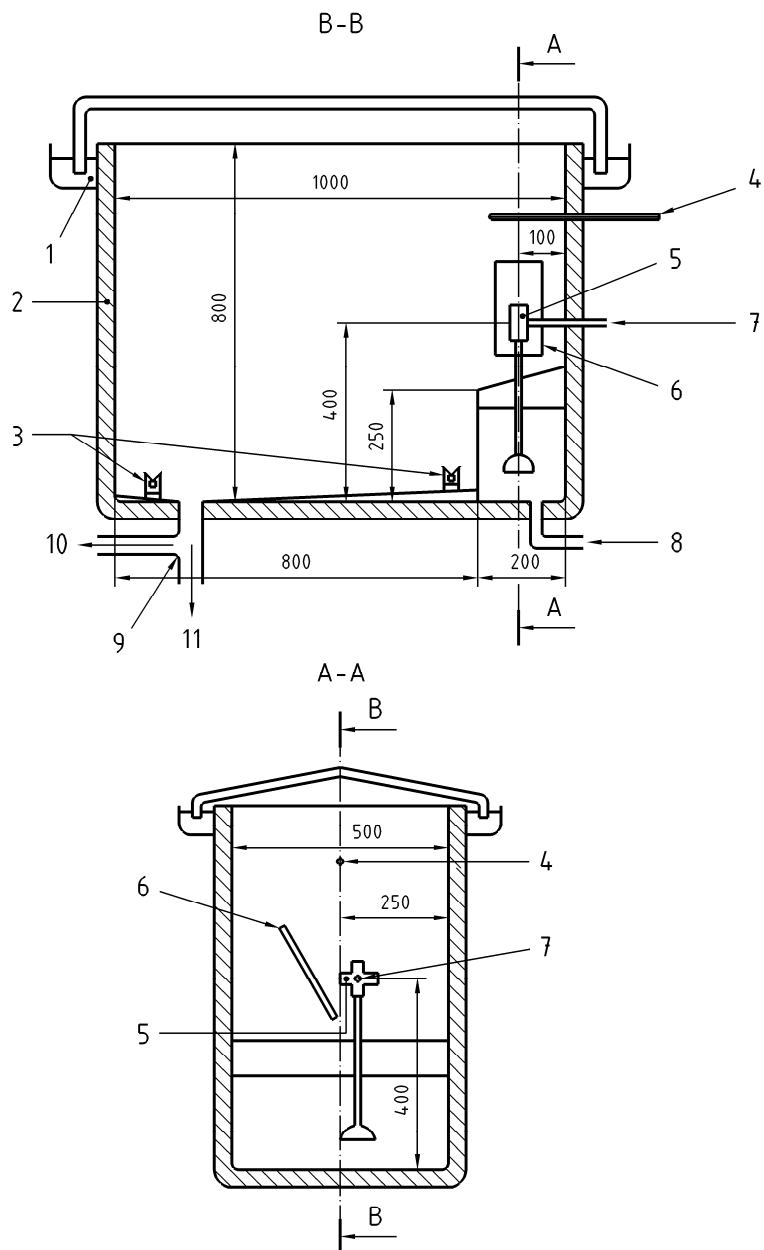
B.4.4 Nettoyage des régulateurs

À la fin de l'essai les régulateurs dont les orifices ont été obturés sont lavés légèrement à l'eau courante à une température n'excédant pas 37 °C, afin d'éliminer les dépôts de sel, puis ils sont immédiatement séchés.

B.5 Résultats

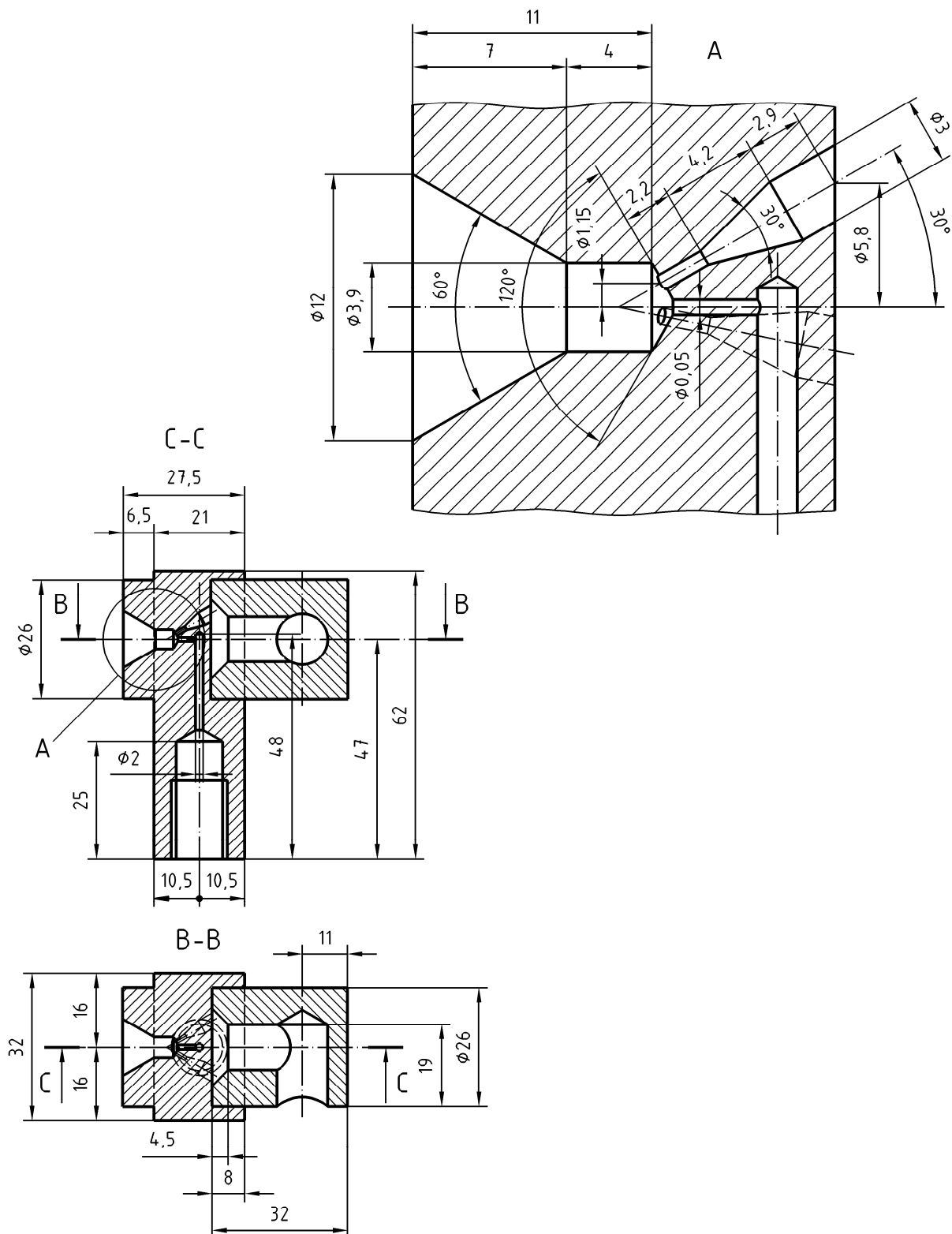
La surface externe est contrôlée visuellement.

Après les essais de fonctionnement, le régulateur est démonté et les pièces internes sont contrôlées visuellement.



- 1 Fermeture par joint hydraulique
- 2 Paroi calorifugée chauffante
- 3 Deux dispositifs collecteurs (surface horizontale de 80 cm²)
- 4 Thermomètre
- 5 Orifice du pulvérisateur
- 6 Déflecteur, à distance du pulvérisateur et inclinaison réglables
- 7 Alimentation en air comprimé
- 8 Alimentation en solution saline
- 9 Évacuation
- 10 Air
- 11 Eau

Figure B.1 — Schéma d'une chambre de pulvérisation



Ce pulvérisateur est réalisé généralement en matière plastique inaltérable et transparente.

Figure B.2 — Pulvérisateur à brouillard salin

Annexe C (informative)

Formules de calcul

C.1 Calcul du débit de fuite

Principe : A l'aide des mesures de l'évolution de la pression et de la température entre t_0 et $t+dt$, la formule ci-après permet de calculer le débit de fuite.

A partir de l'équation de la conservation de la masse : $m_{finale} = m_{initiale} + m_{variable}$

et de l'équation des gaz parfaits : $P \times V = m \times r \times T$

La masse finale est obtenue par : $m_f = \frac{P_f \times V_f}{T_f \times r} = m_i + m_v = \frac{P_i \times V_i}{T_i \times r} + \frac{P_v \times V_v}{T_v \times r}$

Avec $V_i = V_i$ = volume aval et V_v = volume variable dû à la fuite.

D'où, et avec l'hypothèse : $T_v = T_i$ et $P_v = P_i$, le débit de fuite :

$$Q_{fuite} = \frac{V_{fuite}}{t} = \frac{V}{t} \times \left(\frac{P_i}{T_i} - \frac{P_f}{T_f} \right) \times \frac{T_0}{P_0}$$

avec :

Q_{fuite} : débit de fuite en Ncm³/h

V_f : Volume de fuite

V_i : Volume initial en cm³

t : temps de mesure en heure

T_i : température initiale en Kelvin et T_f : température finale en Kelvin

T_0 : température aux conditions normales en Kelvin ou 273,15°K

P_0 : pression aux conditions normales en mbar ou 1013,25 mbar

P_i : pression initiale absolue en mbar et P_f : pression finale absolue en mbar

r : constante du gaz considéré ($r=R/M$: R : constante des gaz parfaits et M masse molaire du gaz)

C.2 Conversion du débit air/gaz

$Q_{gaz} = \frac{Q_{air}}{\sqrt{d}}$ avec Q_{gaz} le débit volumique de gaz et Q_{air} le débit volumique en air et d la densité du gaz naturel

comme définie au Tableau 1.

C.3 Correction du débit

$$Q_n = Q_m \times \frac{P_m}{P_n} \times \frac{T_n}{T_m}$$

avec

Q_n : le débit volumique dans les conditions normales

P_n : la pression normale (1013,25 mbar)

T_n : la température normale (273,15 K)

Q_m : le débit réel de mesure

P_m : la pression absolue de mesure

T_m : la température de mesure