



C2/115
Procédure d'homologation des
enveloppes préfabriquées des cabines HT
selon les prescriptions techniques C2/112

Partie 3
Spécifications techniques pour l'homologation

(édition 2 - 05.2023)

Table des matières

1	Objet et domaine d'application	5
2	Documents de référence	5
2.1	Généralités	5
2.2	Règlements	5
2.3	Normes	5
2.3.1	<i>Normes relatives à l'équipement électrique utilisé dans les enveloppes électriques</i>	5
2.3.2	<i>Normes relatives à la construction</i>	6
2.3.3	<i>Normes diverses</i>	6
3	Définitions	7
3.1	Définition générale	7
3.2	Terminologie employée dans la spécification	7
4	Conditions de service normales et spéciales	8
5	Caractéristiques assignées	9
5.1	Caractéristiques assignées générales	9
5.2	Degré de protection des enveloppes	9
5.3	Protection de la cabine préfabriquée contre les contraintes mécaniques	9
5.4	Puissance assignée maximale et classe de l'enveloppe	9
5.4.1	<i>Puissance assignée maximale de l'enveloppe préfabriquée</i>	9
5.4.2	<i>Classe assignée de l'enveloppe</i>	9
5.5	Tenue à l'arc interne	10
5.6	Courant phase-terre crête de tenue assigné	10
5.7	Durée de court-circuit phase-terre assignée	10
6	Conception et construction	11
6.1	Exigences générales	11
6.2	Résistance au feu	11
6.3	Isolation thermique et condensation	11
6.4	Matériaux de construction	11
6.5	Composition et traitement du béton	11
6.5.1	<i>Généralités</i>	11
6.5.2	<i>Renforcement</i>	12
6.5.3	<i>Composition du béton</i>	12
6.6	Tenue à l'arc interne - Effets de la surpression	13
6.7	Classe assignée de l'enveloppe	13
6.8	Ouvertures fonctionnelles	13
6.8.1	<i>Portes</i>	13
6.8.2	<i>Ouvertures de ventilation</i>	14
6.8.3	<i>Entrées de câble</i>	14
6.8.4	<i>Entrée de câbles du générateur de secours/instrument de mesure mobile :</i>	15
6.9	Local de manœuvre	15
6.10	Cave	15
6.11	Dalle de sol	15
6.11.1	<i>Ouvertures fonctionnelles de la dalle de sol et caractéristiques</i>	16
6.12	Toit	16
6.13	Résistance au vieillissement et à la corrosion	17
6.13.1	<i>Enveloppe</i>	17
6.13.2	<i>Ouvertures fonctionnelles</i>	17
6.13.3	<i>Porte et huisserie</i>	17
6.13.4	<i>Châssis, rails, visserie et autres éléments de fixation</i>	17
6.14	Liaisons à la terre et équipotentielles	18
6.14.1	<i>Généralités</i>	18
6.14.2	<i>Niveau d'isolement des parois extérieures de l'enveloppe dans un système de mise à la terre non globale</i>	18
6.15	Plaques signalétiques	18
6.16	Plan et disposition des éléments dans l'enveloppe	19
7	Rapports d'essai de type	20
7.1	Généralités	20
7.2	Résistance à la corrosion pour les éléments métalliques de l'enveloppe (et leurs huisseries)	20
7.3	Vérification du degré de protection (code IP-x)	20
7.4	Essai d'impact mécanique (code IK)	20

7.5	Vérification de la résistance d'isolement des parois extérieures du bâtiment et des ouvertures fonctionnelles dans un système de mise à la terre non globale	20
8	Simulation – notes de calcul	21
8.1	Simulations relatives à la classe de température	21
8.2	Notes de calcul – résistances mécaniques et à la pression de l'enveloppe.....	22
9	Annexes	23
9.1	Annexe A : guide d'évaluation de la conformité (liste de contrôle).....	23
9.2	Annexe B : Essais d'isolement des parois extérieures du bâtiment.....	24
9.2.1	Electrode de mesure	24
9.2.2	Protocole d'essai	24
9.2.3	Critères de réussite de l'essai de type	24
9.3	Annexe C – Exigences constructives de l'enveloppe	25
9.3.1	Annexe C1 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 15 à 30 m ³ et rapport entre la longueur et la largeur <2, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux grilles de ventilation	25
9.3.2	Annexe C2 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 15 à 30 m ³ et rapport entre la longueur et la largeur <2, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation	26
9.3.3	Annexe C3 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m ³ , longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation	27
9.3.4	Annexe C3 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m ³ , longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de quatre ouvertures de ventilation	28
9.3.5	Annexe C4 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m ³ , longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation	29
9.3.6	Annexe C4 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m ³ , longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de quatre ouvertures de ventilation	30
9.3.7	Annexe C5 : enveloppe avec parois de séparations internes (cloisons)	31
9.3.8	Annexe C6 : enveloppes en béton avec matériel HT AA10 ou AA31 <15m ³ ou >55m ³	31

Gestion des versions

04.2021	première édition 1.0
12.2021 V1.1	Cette mise à jour apporte quelques corrections, qui concernent principalement les aspects suivants : - distinction entre les cabines prévues pour une mise à la terre globale et celles pour une mise à la terre non globale, et simplification pour les cabines prévues pour une mise à la terre globale. (§6.5.2, §6.14.1 et .2, et les conditions d'essai dans §7.5). La méthode d'essai relative aux cabines en terre non global (§9.2) est par ailleurs toujours en écriture suite à la publication du nouvel RGIE. - précision des dimensions minimales de l'ouverture de la porte et suppression de l'obligation d'utiliser au moins 3 charnières (§6.8.1) - légère adaptation de la position des ouvertures de ventilation (§6.8.2) - cave : précision que la hauteur requise concerne la hauteur libre (§6.10) - exécution de l'essai mécanique : clarification des conditions et de l'exécution des essais (§7.4) - explication plus détaillée de ce qui est attendu dans la note de calcul (§8.1) - ajout d'une annexe C5 pour des enveloppes avec parois de séparations internes (cloisons) Les modifications ont également été transmises dans une mise à jour limitée de la check-list xlsx C2/115-3 (marquées par un fond et/ou un texte bleu).
02.2022 V1.2	Le but principal de cette mise à jour est d'élargir la gamme d'enveloppes pouvant être (ré)homologuées, par l'ajout de nouveaux tableaux dans l'annexe C (exigences constructives de l'enveloppe). Les changements concernent principalement: - ajout des annexes C2, C3, C4 et C6 (sections 9.3.2-9.3.3-9.3.4 et 9.3.6) - ajout du chapitre 9.2 qui reprend la méthode de test à réaliser sur les parois des cabines en terre non globale - suppression de l'exigence d'une entrée supplémentaire pour la mise à la terre (fin de la section 6.8.3)
05.2023 V2	- Légères adaptations et corrections dans le corps du texte. - Détermination des caractéristiques minimales requises pour la profondeur de la cave - Adaptation des références à l'AREI/RGIE - Corrections des tableaux du chapitre 9.3

1 Objet et domaine d'application

Cette spécification technique définit les caractéristiques techniques auxquelles les enveloppes des cabines électriques **préfabriquées en béton** raccordées aux réseaux publics haute tension doivent se conformer pour obtenir une homologation par Synergrid et être présents dans la liste C2/115-0 des enveloppes préfabriquées.

Elles concernent tant les enveloppes pénétrables (zones de service à l'intérieur de l'enveloppe) que les enveloppes non pénétrables (avec zones de service à l'extérieur de l'enveloppe).

Les enveloppes en plastique et en métal sont exclues du périmètre de ce document.

2 Documents de référence

2.1 Généralités

La dernière édition des règlements, normes et spécifications techniques des paragraphes 2.2 et 2.3 ci-dessous (liste non exhaustive), y compris d'éventuels addenda, servent de documents de référence et sont applicables pour autant qu'ils ne soient pas en contradiction avec les exigences formulées dans la présente spécification. En cas de contradiction, l'application de la partie de la norme correspondante est annulée en faveur des exigences de la présente spécification (le reste de la norme reste toutefois intégralement d'application).

2.2 Règlements

Référence	Titre
RGIE	Arrêté royal du 28/03/2023 établissant le Livre 1 sur les installations électriques à basse tension et à très basse tension, le Livre 2 sur les installations électriques à haute tension et le Livre 3 sur les installations pour le transport et la distribution de l'énergie électrique, y compris toutes les annexes.
Loi belge du 4 août 1996	Code du bien-être au travail
RGPT	(Règlement Général pour la Protection du Travail)
Code de droit économique	Livre IX : « Sécurité des produits et des services »
Prescriptions techniques Synergrid C2/112 et ses annexes	Prescriptions techniques applicables aux installations raccordées au réseau de distribution haute tension
Spécifications technique Synergrid C2/113-1/2/3/4/6/7	Procédure pour la classification et homologation de matériel de coupure HT

2.3 Normes

Lorsqu'elles existent et sont établies, les normes NBN, CENELEC, IEC et ISO s'appliquent.

En cas d'utilisation d'autres méthodes d'essai, le fabricant est tenu de justifier leur équivalence avec les méthodes correspondantes des normes NBN, CENELEC, IEC et ISO.

2.3.1 Normes relatives à l'équipement électrique utilisé dans les enveloppes électriques

Référence	Titre
NBN EN 60364-4-41	Installations électriques à basse tension – Partie 4-41 : Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques
NBN EN 61936-1	Installations électriques en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV – Partie 1 : Règles communes
NBN EN 50110-1	Exploitation des installations électriques - Partie 1 : exigences générales
NBN EN 50110-2	Exploitation des installations électriques - Partie 2 : annexes nationales
NBN EN 50588	Transformateurs 50 Hz de moyenne puissance, de tension la plus élevée pour le matériel ne dépassant pas 36 kV – Partie 1 : Exigences générales
NBN EN 60076-1	Transformateurs de puissance – Partie 1 : Généralités
NBN EN 60076-11	Transformateurs de puissance – Partie 11 : Transformateurs de type sec
NBN EN 62271-202	Appareillages à haute tension – Partie 202 : Cabines préfabriquées haute tension/basse tension
NBN EN 60050	Vocabulaire électrotechnique international
NBN EN 62271-1	Appareillages à haute tension – Partie 1 : Spécifications communes
NBN EN 62271-100	Appareillages à haute tension – Partie 100 : Disjoncteurs à courant alternatif

NBN EN 62271-102	Appareillages à haute tension – Partie 102 : Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif
NBN EN 62271-103	Appareillages à haute tension – Partie 103 : Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
NBN EN 62271-105	Appareillages à haute tension – Partie 105 : Groupes interrupteurs-fusibles pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus
NBN EN 62271-200	Appareillages à haute tension – Partie 200 : Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

2.3.2 Normes relatives à la construction

Référence	Titre
NBN EN 206 2014 + A1 2016	Béton – Spécification, performances, production et conformité
NBN B 15-001	Supplément à la NBN EN 206 2014+A12016 – Béton – Spécification, performances, production et conformité
NBN EN 13369	Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
NBN EN 1990 et NBN ENV 1991	Eurocode 0 – Bases de calcul des structures
NBN EN 1991 et NBN ENV 1991	Eurocode 1 – Actions sur les structures
NBN EN 1992 et NBN ENV 1992	Eurocode 2 – Calcul des structures en béton

2.3.3 Normes diverses

Référence	Titre
NBN EN 60529	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)
NBN EN 62262	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)
NBN EN ISO 12944-6	Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture – Méthodes d'essais de performance en laboratoire
NBN EN ISO 1460	Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface
NBN EN ISO 1461	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai
NBN EN ISO 14713	Revêtements de zinc – Lignes directrices et recommandations pour la protection contre la corrosion du fer et de l'acier dans les constructions – Principes généraux de conception et résistance à la corrosion
NBN EN ISO 2409	Peintures et vernis – Essai de quadrillage
NBN EN ISO 4628-1	Peintures et vernis – Évaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Introduction générale et système de désignation
NBN EN ISO 4628-2	Peintures et vernis – Évaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 2 : Evaluation du degré de cloquage
NBN EN ISO 4628-3	Peintures et vernis – Évaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 3 : Evaluation du degré d'enrouillement
NBN EN ISO 9001	Systèmes de management de la qualité – Exigences
NBN EN ISO 9227	Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins
NBN EN ISO/IEC 17025	Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais

3 Définitions

3.1 Définition générale

L'ensemble des termes utilisés dans la présente spécification sont définis dans les NBN EN 60050 « Vocabulaire électrotechnique international »

3.2 Terminologie employée dans la spécification

Termes	Définitions
Enveloppe	Partie d'une cabine préfabriquée assurant la protection contre les influences extérieures exercées sur la cabine ainsi qu'un degré de protection spécifique pour les opérateurs et le grand public quant à la proximité ou le contact avec des pièces sous tension et pour prévenir tout contact avec des pièces mobiles.
Enveloppe pénétrable	Une enveloppe pénétrable est une enveloppe dans laquelle l'opérateur peut entrer pour accéder au local de manœuvre des appareillages HT ou des tableaux BT.
Enveloppe non pénétrable	Une enveloppe non pénétrable est une enveloppe dans laquelle l'opérateur ne peut pas entrer pour accéder au local de manœuvre, les appareillages HT et les tableaux BT sont accessibles uniquement par l'extérieur.
Local de manœuvre	Le local de manœuvre est un espace physiquement clos dans lequel est installé l'appareillage HT ou le tableau BT pour que l'opérateur puisse y accéder.
BT	Basse Tension
UF	Unité fonctionnelle: partie d'un appareillage sous enveloppe métallique comprenant tous les matériels des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction.
GRD	Gestionnaire de réseau de distribution
URD	Utilisateur du réseau de distribution
HT	Haute Tension, c.-à-d. Haute Tension de catégorie 1 selon le RGIE
Tableau BT	Tableau basse tension Installation de répartition de l'énergie alimentant un réseau BT
Appareillage HT	Terme général applicable aux appareils de connexion HT et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondantes

4 Conditions de service normales et spéciales

La conception et la fabrication de l'enveloppe doivent être telles que les conditions de service à l'intérieur correspondent aux conditions de service normales pour un appareillage en intérieur, conformément à la NBN EN 62271-1.

- Des mesures doivent être prises pour limiter l'influence des radiations solaires sur la température ambiante intérieure.
- La valeur moyenne de l'humidité relative ne doit pas dépasser 95 % sur une période de 24 h et 90 % sur une période d'un mois.
- La valeur moyenne de la pression de vapeur ne doit pas dépasser 2,2 kPa sur une période de 24 h et 1,8 kPa sur une période d'un mois.

L'enveloppe doit être conçue pour supporter les conditions de service normales pour un équipement en extérieur, conformément aux définitions de la NBN EN 62271-1 suivantes :

- Température de l'air ambiant : entre -25 °C et +40 °C, moyenne maximale de +35 °C sur une période de 24 h (tenant compte de variations rapides de température).
- Radiations solaires : maximum 1000 W/m².
- Absence d'exposition à des vibrations excessives, des chocs ou au basculement.
- Altitude : maximum 1000 m.
- Air ambiant exempt de pollution significative par de la poussière, des fumées et/ou des gaz corrosifs, des vapeurs ou un brouillard salin et présentant un degré de sévérité de pollution (SPS) « très faible » conformément à IEC TS 60815-1:2008.

En outre, une faible pollution, ou PL conformément à la IEC TS 62271-304, peut également s'appliquer à l'extérieur de l'enveloppe.

5 Caractéristiques assignées

5.1 Caractéristiques assignées générales

La justification de la résistance du bâtiment aux diverses charges doit être établie dans le respect des normes susmentionnées.

Si dans les conditions décrites au chapitre 4, des condensations peuvent se produire, l'enveloppe doit être conçue de telle sorte que celles-ci soient empêchées ou réduites tant que possible. Lorsqu'elles sont inévitables, leur évacuation doit être garantie.

La sécurité structurale, l'aptitude au service et la durabilité de l'ensemble de la construction doivent être garanties par le respect des NBN EN 206, NBN B 15-001, NBN EN 13369 et des Eurocodes structuraux : la série des NBN EN(V) 1990 à 1992.

Par ailleurs pour des sollicitations de courte durée, telles que celles mentionnées, il est également admis de considérer un facteur de majoration de 1,3 pour les structures en béton armé ou en maçonnerie armée.

5.2 Degré de protection des enveloppes

Le degré de protection de l'enveloppe doit être conforme aux exigences du paragraphe 5.13 de la NBN EN 62271-202 et du C2/112. Par conséquent, l'enveloppe doit être parfaitement sèche et étanche à l'eau et le rester par la suite. Le degré de protection minimum de l'enveloppe doit être IP23D, conformément à la NBN EN 60529.

5.3 Protection de la cabine préfabriquée contre les contraintes mécaniques

La protection contre les contraintes mécaniques doit être conforme à l' Eurocode 1 et au C2/112. Le paragraphe 5.101 de la NBN EN 62271-202 s'applique également.

En plus des actions définies dans les Eurocodes, le bâtiment est prévu pour résister aux efforts particuliers suivants :

- Charge de toit : surcharge minimale de 250 daN/m² sur le toit (version à toit plat à prendre en compte pour le calcul).
- Dans le cas des enveloppes pénétrables, la dalle de sol doit prendre en compte une surcharge mobile correspondant au transformateur le plus lourd pour lequel l'enveloppe a été conçue, surcharge qui représente le déplacement des équipements, et les charges permanentes des équipements (voir les paragraphes Exigences constructives et Dimensions et encombrements).
- Charges climatiques telles que définies dans l'Eurocode 1 :
 - Vitesse minimum du vent à prendre en compte $v_b = 34$ m/s conformément à la NBN EN 62271-1
 - Charge caractéristique minimale de neige à prendre en compte $s_k = 1$ kN/m².
- Couche de glace : maximum 20 mm.
- Densité de la glace de 920 kg/m³.
- Impacts mécaniques externes dont l'énergie est de 20 J, ce qui correspond à un degré de protection IK10 conformément à la NBN EN 62262.
- Surpression à l'intérieur de l'enveloppe causée par un arc interne (voir sous-chapitre 0).

5.4 Puissance assignée maximale et classe de l'enveloppe

5.4.1 Puissance assignée maximale de l'enveloppe préfabriquée

Cette spécification ne suit pas intégralement le paragraphe 4.101.1 de la NBN EN 62271-202 concernant la puissance assignée maximale pour l'enveloppe.

Néanmoins, le fabricant doit déclarer la puissance et les pertes maximales autorisées du transformateur (conformément à la NBN EN 60076-1 ou NBN EN 60076-11) auquel l'enveloppe est destinée, et contrôler ces valeurs conformément aux indications des sous-chapitres 6.7 et 8.1.

5.4.2 Classe assignée de l'enveloppe

Cette spécification ne suit pas intégralement la NBN EN 62271-202 concernant la classe assignée à l'enveloppe.

Néanmoins, la définition de la classe de l'enveloppe est une donnée obligatoire et doit être déterminée conformément aux indications des sous-chapitres 6.7 et 8.1.

5.5 Tenue à l'arc interne

Selon la NBN EN 62271-202, une classe IAC est attribuée à une enveloppe en fonction de sa résistance à un arc interne. Cette spécification s'en écarte et n'imposera pas de classe IAC selon la NBN EN 62271-202.

Cette spécification ne portera que sur la résistance à une élévation de pression dans l'enveloppe due à un arc interne. Ceci est explicité en détail dans les sections 6.6 et 9.3.

5.6 Courant phase-terre crête de tenue assigné

Conformément à la NBN EN 62271-202, paragraphe 4.6.102, un courant phase-terre crête de tenue (I_{pe}) doit être assigné au circuit de mise à la terre.

Pour l'enveloppe préfabriquée, $I_{pe} = 5 \text{ kA}$.

5.7 Durée de court-circuit phase-terre assignée

Conformément à la NBN EN 62271-202, paragraphe 4.7.102, une durée de courant de court-circuit phase-terre (t_{ke}) doit être assignée au circuit de mise à la terre.

Pour l'enveloppe préfabriquée, $t_{ke} = 1 \text{ s}$.

6 Conception et construction

6.1 Exigences générales

Conformément à la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104 :

- Le degré de protection de l'enveloppe doit être conforme aux exigences des sous-chapitres 5.2 et 5.3.
- Les parois extérieures de l'enveloppe doivent être conformes aux exigences des sous-chapitres 6.13 et 6.14.
- La classe assignée doit satisfaire aux exigences du sous-chapitre 6.7.
- La tenue à l'arc interne doit satisfaire aux exigences du sous-chapitre 6.6.

6.2 Résistance au feu

La cabine préfabriquée doit se conformer aux exigences de résistance au feu définies dans la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104.2, ainsi qu'aux règlements du RGIE.

Les matériaux définis comme ininflammables sont les suivants :

- béton ;
- métal (acier, aluminium, etc.) ;
- plâtre ;
- fibre de verre ou laine de roche.

L'utilisation de matériaux synthétiques ou d'autres matériaux est soumise à approbation et, le cas échéant, doit être conforme à la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104.2.3. Il convient d'ajouter les rapports d'essai nécessaires au dossier technique de la cabine préfabriquée.

Il est rappelé au fabricant les dispositions de l'AR fixant les normes de base en matière de prévention contre l'incendie et l'explosion du 07/07/94 indiquant les valeurs R_f des portes, ouvertures et parois. Ceci est de la responsabilité du fabricant. Les éléments préfabriqués en béton doivent répondre à l'Eurocode 1 et 2.

6.3 Isolation thermique et condensation

L'inertie thermique et la stabilité thermique diurne-nocturne de l'enveloppe doivent éviter des degrés d'humidité trop élevés dans l'enveloppe, comme prescrit par la NBN EN 62271-1 pour les conditions de service normales. Pour atteindre ces propriétés, certains types de construction à parois fines avec de mauvaises caractéristiques thermiques peuvent nécessiter une combinaison de moyens supplémentaires tels qu'isolations thermiques, ventilations adaptées, chauffage ciblé et régulation thermique.

En outre, toutes les précautions sont prises pour empêcher la condensation et les entrées d'eau, de neige et d'animaux, en particulier au niveau des joints/raccords entre les différentes parties de l'enveloppe (cave, murs, panneaux, plafond, toit...) et au niveau des pénétrations de câbles (câbles HT, BT et de mise à la terre).

6.4 Matériaux de construction

Les matériaux de construction présentent les caractéristiques mécaniques et électriques requises et sont réalisés à l'aide de composants durables, comme indiqué dans les dispositions légales et les normes en vigueur.

Les matériaux de construction répondent aux prescriptions des normes mentionnées au paragraphe *Documents de référence*. L'application éventuelle de normes alternatives ou équivalentes ne peut être acceptée que sur preuve explicite du fabricant de l'équivalence aux normes de références et sous réserve de l'acceptation explicite de Synergrid.

Le bâtiment ne doit nécessiter aucun entretien.

6.5 Composition et traitement du béton

6.5.1 Généralités

Les murs, le plafond, la dalle de sol si présente, la dalle de fondation et la cave sont en béton armé ou renforcé. Toutes les surfaces de béton sont lisses.

Tolérances sur dimensions :

- ± 10 mm sur les longueurs, largeurs et assemblages des différents éléments en béton de la construction.
- ± 5 mm sur les épaisseurs des murs, sols, plafonds...

- ± 3 mm sur la disposition des pièces encastrées et des percements.

Tolérances sur l'aspect des différentes faces (intérieur et extérieur de l'enveloppe) :

- Planéité : tolérance de 5 mm à la règle de 2 m et de 2 mm au réglet de 200 mm sur les surfaces planes.
- Texture :
 - o Sur les coffrages de béton, les arêtes biseautées sont facultatives. Cependant, tous les bords et coins (y compris ceux d'ouvertures fonctionnelles) doivent être lisses et sans défauts (par ex. nid de gravier).
 - o La surface d'un nid de gravier est limitée à une surface de 50 mm²/dm².
 - o Les « marbrures de sables » ne sont pas acceptables.
 - o Les « marbrures de chaux » ne sont pas acceptables.
 - o L'épaisseur des fissures filiformes est limitée à 0,1 mm.
 - o La couche superficielle des murs en béton ne doit en aucun cas se détacher.
 - o Aucune marque visible d'entretoises, de renforts, de rouille, etc. n'est acceptable.

Les réparations sont acceptables sur toute surface de l'enveloppe, mais elles doivent respecter les directives suivantes :

- o La réparation doit être aussi plane que la surface environnante d'origine.

6.5.2 Renforcement

Le renforcement est réalisé à l'aide d'armatures constituées de barres et/ou de treillis soudés en acier et/ou de fibres de renforcement. Fournir les fiches techniques, certificats de conformité et certificats d'origine.

Les aciers de renforcement doivent être homologués et identifiés (les aciers et les armatures par marquage et les treillis par étiquettes). Les aciers pour béton armé ou précontraint doivent être conformes aux propriétés définies par la *NBN EN 1992-1-1*.

La résistivité électrique de la couche de finition doit être suffisante pour respecter les exigences relatives aux résistances d'isolement (voir 6.14.2) des parois extérieures du bâtiment et des ouvertures fonctionnelles par rapport au circuit de mise à la terre.

Lors de l'utilisation de fibres de renforcement, la dispersion des aiguilles constitutives de l'armature doit être telle que l'homogénéité du béton soit garantie.

Les armatures sont prévues pour résister aux actions décrites au paragraphe Exigences constructives sans que l'enveloppe ne subisse de dégât permanent.

Pour déterminer la résistance à une surpression brutale due à un arc interne, des coefficients de sécurité spécifiques pour les événements accidentels peuvent être pris en compte lors du calcul de l'armature. Les ouvertures fonctionnelles et les éléments qui y sont liés (capots, portes...) ne doivent pas entrer en contact avec un renforcement du bâtiment dans le cas d'une cabine en terre non globale

6.5.3 Composition du béton

Choisir un mélange de béton qui permet d'atteindre une durabilité et une protection contre la corrosion optimale.

Ceci peut amener à une résistance à la compression du béton plus élevée que celle exigée pour le dimensionnement de la structure (*NBN EN 1992-1-1*).

La durée de vie prévue de l'enveloppe est d'au moins 50 ans.

Les valeurs minimales imposées sont :

- Classe de résistance : C30/37.
- Classe d'exposition : EE3 XF1 conformément à la *NBN EN 206* (gel, contact avec la pluie, murs extérieurs exposés aux intempéries...).
- Enrobages (également d'application au niveau des percées et échancrures réalisées dans les parois et la dalle de sol) :
 - o Aciers de précontrainte de bétons exposés aux agents extérieurs : 35 mm.
 - o Armatures passives de bétons exposés aux agents extérieurs : 25 mm.
 - o Barres et treillis d'armature principaux de bétons non exposés aux agents extérieurs : 25 mm.

- Barres d'armatures auxiliaires, étriers et ancrages de bétons non exposés aux agents extérieurs : 20 mm.

Les conditions d'enrobage ci-dessus se réfèrent à l'annexe A de la NBN EN 13369 (condition environnementale E, agressivité élevée).

Les classes de consistance ainsi que la granulométrie sont à justifier par le fournisseur en fonction des conditions de fabrication et doivent concourir à la réalisation des exigences de durabilité.

6.6 Tenue à l'arc interne - Effets de la surpression

La résistance de l'enveloppe aux surpressions a été calculée à partir de simulations. Les résultats sont inclus au chapitre 9.3 (Annexe C)

Les valeurs de surpression du local de manœuvre et de la cave sont à déterminer par le fabricant à partir des éléments suivants :

- la classification du matériel HT homologué (AAxx) selon C2/117¹ ;
- le volume et la forme du local de manœuvre ;
- la surface nette des ouvertures (de ventilation) vers l'extérieur ;
- Les ouvertures libres entre la cave et le local de manœuvre.

6.7 Classe assignée de l'enveloppe

La classe assignée de l'enveloppe est calculée conformément aux indications du sous-chapitre 8.1.

La classe assignée de l'enveloppe est calculée sur la base suivante :

- la puissance maximale et les pertes du transformateur auquel l'enveloppe est destinée ; la classe assignée minimale de l'enveloppe conformément aux indications de l'Annexe D de la norme NBN EN 62271-202 :
 - Echauffement maximum de l'huile/des enroulements : 60-65 K O/W
 - Température ambiante annuelle moyenne : 10 °C
 - Facteur de charge du transformateur : 1

La classe de l'enveloppe de la cabine préfabriquée doit être inférieure ou égale à 10 K.

6.8 Ouvertures fonctionnelles

6.8.1 Portes

Les portes faisant partie de l'enveloppe respectent les exigences établies dans la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104.4, et aux sous-chapitres 6.13 et 6.14 du présent document.

Lorsque les portes sont fermées, elles doivent offrir le degré de protection spécifié aux sous-chapitres 5.2 et 5.3 du présent document.

La porte et son huisserie sont insensibles aux contraintes exercées sur l'enveloppe lors de son transport (ni désajustement ni déformation).

Dans une enveloppe pénétrable, les dimensions et exigences minimales de la porte sont déterminées par l'équipement que doit abriter l'enveloppe. Les dimensions du passage net de la porte doivent donc être d'au moins 0,95 m x 2,00 m. Il est permis d'adapter les dimensions de la porte au plus gros transformateur pouvant être placé dans la cabine. Si ce n'est pas le cas, le fabricant doit indiquer ce qui suit :

- Dimensions maximales du transformateur poussant passer à travers la porte.
- Déclaration et brève description explicitant la manière d'installer/placer dans l'enveloppe le(s) plus grand(s) transformateur(s) pour lesquels la cabine a été conçue.

Dans une enveloppe non pénétrable, les dimensions et la disposition relative des portes permettent la manœuvre et l'entretien aisés des équipements placés à l'intérieur de l'enveloppe.

Puisque les portes constituent potentiellement une surface froide dont l'inertie thermique est très faible, le risque de condensation sur leurs faces intérieures est à prendre en compte (évacuation de l'eau à prévoir).

Les portes s'ouvrent toujours vers l'extérieur et sont équipées d'un dispositif pour les garder en position ouverte à un angle compris minimum de 90°, ainsi qu'un angle minimum de 160°.

Sur sa partie extérieure, la porte est équipée d'une poignée fixe et d'un verrou à clé pour son ouverture.

¹ C2/117 sera renommé en C2/113-0

De l'intérieur, les portes peuvent systématiquement s'ouvrir sans clé, même fermées à clé de l'extérieur.

Elles possèdent des fermetures à minimum trois points (fermeture vers le bas interdite pour les enveloppes pénétrables).

Elles empêchent toute pénétration d'eau à l'intérieur de l'enveloppe lorsque la porte est fermée.

Dans une enveloppe non pénétrable, pour l'accès au transformateur, il est admis que la porte soit remplacée par une ou des ouvertures de ventilation amovibles. Dans ce dernier cas, l'ouverture pourra être manipulée par deux personnes, ce qui signifie que chaque section de l'ouverture pèsera au maximum 50 kg.

6.8.2 Ouvertures de ventilation

Les ouvertures de ventilation faisant partie de l'enveloppe respectent les exigences établies de la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104.5, et aux sous-chapitres 6.13 et 6.14 du présent document.

Elles doivent également offrir le degré de protection spécifié aux sous-chapitres 5.2 et 5.3 du présent document.

Chaque cabine qui abrite un transformateur sera équipée d'au moins deux ouvertures de ventilation conformément aux directives suivantes :

- Une ouverture de ventilation basse, dans un mur ou une porte, qui permet d'amener de l'air neuf.
- Une ouverture de ventilation haute, placée aussi haut que possible dans le mur, qui permet d'évacuer l'air chaud de la cabine.
- Les deux ouvertures sont placées à proximité immédiate du transformateur.
- Les ouvertures peuvent être placées dans des murs identiques ou adjacents.
- Les dimensions et les spécifications des ouvertures de ventilation respectent les exigences établies au chapitre 9.3, tenant également compte des exigences des chapitres 5.3 et 6.6, et ce, afin de respecter la résistance à la surpression consécutive à un arc interne.

Il est possible d'augmenter les dimensions minimales de l'ouverture de ventilation, définies dans le sous-chapitre 9.3, pour répondre aux exigences de dissipation de la chaleur liées à la puissance maximale du transformateur auquel la cabine est destinée, conformément aux exigences établies aux sous-chapitres 5.4 et 6.7 et après une simulation conforme au sous-chapitre 8.1.

Si la disposition des équipements doit être adaptée pour répondre aux besoins de tiers, le fabricant doit à tout moment s'assurer que l'appareillage HT est placé hors du parcours de ventilation naturelle. Ceci afin d'éviter autant que possible la condensation sur l'appareillage HT.

6.8.3 Entrées de câble

Dans la plupart des cas, le GRD et l'URD choisissent la marque et le type d'entrées de câbles HT et BT.

Par conséquent, dans le cadre de l'homologation de cette enveloppe, le fabricant indiquera uniquement l'emplacement, les dimensions, le nombre maximal et la position des entrées de câbles HT et BT pour chacun des murs.

Quant à la position des entrées de câbles, les exigences suivantes seront prises en compte :

- La distance entre les entrées de câbles HT et l'appareillage HT en tenant compte l'espace nécessaire au rayon de courbure du câble HT (généralement, le câble de 240 mm² présente un rayon de courbure de 600 mm).
- Les entrées de câbles seront disposées de sorte qu'aucun câble (HT ou BT) ne croise le bac de rétention d'huile.
- Le dossier d'homologation devra présenter la position usuelle des entrées de câbles HT et BT, à titre indicatif.

Le fabricant de l'enveloppe en béton sera responsable de prévoir l'intégration de la partie moulée des entrées de câbles dans l'enveloppe en béton coulé. Le fabricant sera responsable d'assurer la parfaite étanchéité de la jonction entre l'entrée de câble et le béton.

Le fabricant de l'enveloppe prévoira également une entrée étanche à chaque extrémité de la boucle de terre placée dans la cabine. Les deux extrémités doivent être séparées lorsqu'elles rentrent dans la cabine et doivent être isolées l'une de l'autre et du béton environnant. Le fabricant indiquera dans le dossier d'homologation la méthode ou le système utilisé pour obtenir ce résultat.

6.8.4 Entrée de câbles du générateur de secours/instrument de mesure mobile :

Si l'enveloppe est destinée à abriter un tableau BT, prévoir une entrée de câble pour le branchement d'un générateur de secours.

L'entrée de câble du générateur de secours faisant partie de l'enveloppe respecte les exigences établies aux sous-chapitres 6.13 et 6.14 du présent document.

En position fermée, elle doit offrir le degré de protection spécifié aux sous-chapitres 5.2 et 5.3 du présent document.

L'ouverture de l'entrée des câbles destinés au générateur de secours doit présenter une dimension minimale de 200 mm x 200 mm, et être soit un carré, soit un cercle de surface de passage équivalente.

Son ouverture ne sera possible que de l'intérieur.

L'ouverture ne présentera aucun élément susceptible d'endommager l'isolant externe des câbles.

6.9 Local de manœuvre

Le volume du local de manœuvre respectera les valeurs autorisées par le sous-chapitre 9.3, mais sera également conçu pour contenir le nombre maximum d'éléments souhaité par le fabricant dans le cadre de l'homologation de l'enveloppe ; il peut s'agir des éléments suivants :

- Nombre d'UF HT et hauteur maximale de l'équipement (selon C2/117¹)
- Dimension de la zone pour le dispositif de distribution BT
- Puissance et dimensions du/des transformateur(s)
- équipement de télécontrôle et de signalisation
- Trappe d'accès à la cave
- Entrée pour le groupe de secours
- ...

Dans tous les cas, la local de manœuvre devra également tenir compte des points suivants :

- un couloir d'évacuation d'urgence de 80 cm ;
- une hauteur minimum de 2,25 m ;
- des parois internes, qui doivent supporter la surpression définie au sous-chapitre 9.3.

6.10 Cave

Le cave est totalement étanche. Cette étanchéité est certifiée et garantie pour une durée de minimum 10 ans par le fournisseur dans le dossier technique d'homologation.

Si la construction de la cave est distincte de celle de la local de manœuvre, l'étanchéité entre ces deux parties sera garantie et les mesures appropriées seront prises pour empêcher toute pénétration d'eau dans la cave.

Le fabricant décrit en détail les moyens utilisés pour garantir l'étanchéité de la cave et pour éviter l'infiltration ou la pénétration d'eau extérieure (matériaux étanches utilisés, origine et chemins possibles de l'eau, type et nature des obstacles mis en œuvre pour interrompre ce chemin).

La dimension de la cave doit être conçue pour accueillir le nombre maximum d'éléments pour lesquels le fabricant souhaite homologuer l'enceinte; il peut s'agir des éléments suivants :

- les entrées de câble et leur position.
- Le bac de rétention d'huile, fourni et placé, conformément aux indications du paragraphe 5.102 de la norme NBN EN 62271-202 et du RGIE, sous-section 4.3.3.7 paragraphe -b du livre 2 ou livre 3.

Ce volume restera toujours libre et disponible en cas de fuite d'huile. Aucune pénétration d'eau n'est admise dans le bac de rétention d'huile. Afin de garantir l'étanchéité de la cuve, celle-ci sera de préférence monolithique ; si cette cuve est composée d'éléments jointifs, les joints doivent être étanches à l'eau et à l'huile. Aucun câble ne peut passer dans cette cuve ou au travers de ses parois.

Dans tous les cas, la cave présentera les caractéristiques suivantes :

- une hauteur libre minimum de 80 cm .
- des parois qui supportent la surpression définie au sous-chapitre 9.3.

6.11 Dalle de sol

La dalle de sol sera conçue pour résister à la charge mobile maximale et à la surpression d'arc interne pour lesquelles le fabricant veut homologuer son enveloppe. Dans la plupart des cas, la charge prise en compte sera le poids du plus gros transformateur pour lequel le fabricant veut homologuer son enveloppe. La dalle

peut se soulever en cas d'arc interne, mais retombera obligatoirement dans sa position initiale, sans dommage pour la dalle elle-même ni pour l'équipement.

Le sol sera uni, non glissant et exempt d'obstacles ou d'irrégularités qui peuvent faire trébucher et tomber l'opérateur. Les rails métalliques ancrés dans la dalle pour la fixation des équipements ne dépasseront pas le niveau de la dalle.

La planéité sera inférieure à 1 mm/m.

6.11.1 Ouvertures fonctionnelles de la dalle de sol et caractéristiques

Le nombre et la taille des ouvertures fonctionnelles de la dalle sont directement liés aux équipements qui seront installés dans l'enveloppe :

- Ouvertures destinées aux câbles HT et à la détente des gaz sous/derrière l'équipement HT
- Ouvertures destinées aux câbles BT sous le tableau BT, ainsi que pour l'éclairage public, le cas échéant
- Ouverture-derrière le transformateur pour les câbles HT et la détente des gaz de la cave vers le local de manœuvre
- Ouverture éventuelle séparée sous le transformateur pour l'évacuation de l'huile en cas de fuite (une pente orientant les liquides est alors requise)
- Pente orientant les liquides vers l'ouverture derrière/sous le transformateur par laquelle l'huile peut s'écouler en cas de fuite
- Ouverture libre pour la détente des gaz chauds de la cave vers la local de manœuvre
- Ouverture pour les câbles de télécommunication
- Ouverture pour le conducteur de terre
- Trappe d'accès à la cave

Cette trappe présente une ouverture fonctionnelle libre de 600 x 600 mm. Elle reste accessible en permanence et se trouve à une distance minimale de 800 mm de la porte. Le sol de la cave présent sous la trappe est dégagé de tout câble. Elle est pourvue d'un couvercle fixé de manière à pouvoir être ouvert par une seule personne, de préférence sans l'aide d'outils. Si des outils sont nécessaires, ils sont présents dans l'enveloppe et font partie des livrables. Cette trappe doit résister à la surpression qui peut se produire dans la cave en cas d'arc interne – voir les valeurs indiquées au sous-chapitre 9.3 – ainsi qu'aux charges mobiles mentionnées ci-dessus. La trappe et son couvercle sont au même niveau que la dalle.

Le trou derrière le transformateur est utilisé pour l'évacuation des gaz chauds du sous-sol vers la salle de commutation. Ce trou sert également à alimenter les câbles HT aux bornes HT du transformateur. Si une ouverture séparée est prévue sous le transformateur pour l'évacuation de l'huile, cette ouverture sera également utilisée pour l'évacuation des gaz chauds de la cave. La taille totale de ces deux ouvertures libres fonctionnelles ensemble est comprise entre 0,08 m² et 0,12 m².

6.12 Toit

Le toit est totalement étanche. Cette étanchéité est certifiée et garantie au minimum 10 ans par le fournisseur dans le dossier technique d'homologation.

Le toit est, de préférence, constitué d'un seul bloc.

Il résiste à une surcharge de 250 daN/m² et à la surpression résultant d'un arc interne conformément aux indications du tableau figurant au sous-chapitre 9.3.

Le toit est soit posé soit fixé aux murs.

- S'il est posé, toutes mesures sont prises pour qu'en cas de soulèvement du fait d'une explosion dans l'enveloppe, il retombe à sa place d'origine.
- Le toit est conçu de manière à ne pas se fissurer/se briser, même s'il est soulevé par la surpression provoquée par un arc interne.

Le toit est indépendant (pièce séparée) et démontable des murs. La façon de le démonter, de l'enlever et de le remonter est décrite dans le dossier technique d'homologation. Il est facile à enlever. Le système de levage utilisé est un modèle standard, disponible facilement sur le marché.

La toiture est réalisée avec un surplomb (ne pouvant pas dépasser 100 mm) et est pourvue d'un larmier (dispositif « casse-goutte ») destiné à interrompre le cheminement de l'eau et pour éviter que celle-ci ne puisse s'écouler le long des murs.

Dans le cas d'une enveloppe non pénétrable, le toit est toujours plat.

Si le toit est plat, celui-ci présente malgré tout une inclinaison minimum de 2 cm/m (2 %). Cette inclinaison est visible sur les plans.

6.13 Résistance au vieillissement et à la corrosion

6.13.1 Enveloppe

Comme l'enveloppe est généralement destinée à être installée à l'extérieur, elle respecte les conditions environnementales/climatiques énumérées au chapitre 4. L'enveloppe résiste donc aux détériorations climatiques pendant toute sa durée de vie et est conforme aux exigences relatives à la corrosion de la NBN EN 62271-202, paragraphe 5.104.3.

6.13.2 Ouvertures fonctionnelles

Les ouvertures fonctionnelles (portes, ventilation et passages de câbles) et leur huisserie sont conçues en un matériau solide, non altérable et résistant à la corrosion. Elles doivent être protégées contre la corrosion par un système approprié pour des conditions climatiques correspondant au code C4 « High » (pour l'acier) ou équivalent (pour un autre matériau) conformément à la NBN EN ISO 12944-2 pour toute leur durée de vie. Elles ne requièrent aucune maintenance, à l'exception des pièces en rotation ou amovibles – si une quelconque maintenance est nécessaire pour ces dernières pièces, la période minimale de maintenance est de dix ans.

Ce système est tel que des détériorations peuvent être retouchées sans application de mesures spéciales. Il permet également l'application et présente une bonne accroche d'une couche de peinture (powder coating, le cas échéant) de type RAL.

Le fabricant décrit le procédé (y compris les traitements préliminaires) et les différents types de produits utilisés (conformes à la directive RoHS) et, pour chacun des éventuels revêtements successifs, les épaisseurs nominales et minimales qu'il garantit localement en tout endroit.

Dans le cas d'ouvertures fonctionnelles en acier :

- Elles sont galvanisées à chaud et peintes (powder coating). L'épaisseur locale minimale de zinc atteint 45 µm (équivalent de 325 g Zn/m²) avec une épaisseur moyenne minimale de 55 µm (équivalent de 395 g Zn/m²) conformément à la norme NBN EN ISO 1461.

Dans le cas d'ouvertures fonctionnelles en aluminium :

- Les éléments en aluminium sont peints ou anodisés.
- Le cas échéant, l'anodisation est réalisée conformément aux spécifications comparables de Qualanod (Quality Label for Anodic Oxide Coatings on Wrought Aluminium for Architectural Purposes). Les épaisseurs moyenne et minimale mesurées localement en tout endroit sont respectivement de 25 µm et de 20 µm minimum.
- Le cas échéant, l'application d'une couche de peinture est réalisée selon les spécifications comparables de Qualicoat (Quality Label for Coating on Metal for Architectural Applications). Les épaisseurs moyenne et minimale mesurées localement en tout endroit sont respectivement de 60 µm et de 48 µm minimum.

D'autres solutions de protection contre la corrosion pourront être présentées pour homologation par Synergrid. Le cas échéant, l'équivalence de celles-ci sera démontrée.

6.13.3 Porte et huisserie

Quelle que soit la méthode de protection, une version peinte est proposée. Une version non peinte peut également être proposée comme alternative (sauf dans le cas de l'acier galvanisé à chaud).

Le procédé de protection (version peinte) est validé par la présentation de rapports d'essai (voir paragraphe Essais, contrôles et notes de calcul) :

- Essai de quadrillage conformément à la NBN EN ISO 2409.
- Essai au brouillard salin de 1000 h conformément aux NBN EN ISO 9227, 4628/2, 4628/3 et 12944-6.

6.13.4 Châssis, rails, visserie et autres éléments de fixation

Les éventuels châssis, rails, visseries et autres éléments de fixation sont protégés contre la corrosion par un système approprié pour des conditions climatiques correspondant au code C4 « High » suivant la NBN EN ISO 12944-2.

Pièces en acier :

- Elles sont galvanisées à chaud et peintes (powder coating).
- Pour les éléments non centrifugés, l'épaisseur locale minimale de zinc atteint 35 µm (équivalent de 250 g Zn/m²) avec une épaisseur moyenne minimale de 45 µm (équivalent de 325 g Zn/m²) conformément à la NBN EN ISO 1461.
- Pour les éléments centrifugés, l'épaisseur locale minimale de zinc atteint 20 µm (équivalent de 145 g Zn/m²) avec une épaisseur moyenne minimale de 25 µm (équivalent de 180 g Zn/m²) conformément à la NBN EN ISO 1461.

Pièces en aluminium :

- Les éléments en aluminium sont peints ou anodisés. Les exigences sont les mêmes que celles mentionnées ci-dessus pour les ouvertures fonctionnelles.

D'autres solutions de protection contre la corrosion pourront être présentées pour homologation par Synergrid. Le cas échéant, l'équivalence de celles-ci devra être démontrée.

6.14 Liaisons à la terre et équipotentielles

6.14.1 Généralités

Les dispositifs de mise à la terre respectent le chapitre 14 des prescriptions C2/112, le paragraphe 5.3 de la NBN EN 62271-202 et les indications des sections 4.2.3.2 et 5.4 du RGIE-livre 2 ou des sections 4.2.5.2 et 5.5 du RGIE-livre 3.

Pour un système de mise à la terre non globale, les éléments conducteurs accessibles depuis l'extérieur de l'enveloppe, tels que les portes, les ouvertures de ventilation, les entrées de câbles du générateur de secours ou du véhicule de mesure, ne doivent pas entrer en contact avec la terre interconnectée de la cabine et doivent donc être isolés de l'enveloppe en béton.

L'emplacement présumé du sectionneur de terre principal de la cabine doit être indiqué sur le(s) dessin(s) (voir 6.16).

6.14.2 Niveau d'isolement des parois extérieures de l'enveloppe dans un système de mise à la terre non globale

En cas de défaut électrique, la tension de contact pour une personne se trouvant à l'extérieur de l'enveloppe et touchant les murs de cette enveloppe (ouvertures fonctionnelles comprises) ne peut dépasser les valeurs prescrites dans l'article correspondant du RGIE.

C'est la raison pour laquelle le revêtement extérieur de l'enveloppe (revêtements de finition compris) est isolé du circuit de mise à la terre. L'enveloppe extérieure est définie comme suit :

- les parois (y compris leur partie enterrée) ;
- les ouvertures fonctionnelles et leurs couvercles ;
- le toit.

Le niveau d'isolement requis entre la face extérieure de cette enveloppe et le circuit de mise à la terre pour une terre non globale est: Pas de décharge disruptive à 3000 V AC pendant 1 min.

Par ailleurs,

- Les murs (y compris la partie enterrée sous le niveau du sol), le plafond et le toit des bâtiments sont constitués de matériaux ayant une capacité d'isolation électrique suffisante.
- Les matériaux non isolants, particulièrement les métalliques, sont interdits si ce n'est pour l'obturation des ouvertures fonctionnelles (qui ne peuvent être raccordées au circuit de mise à la terre).

6.15 Plaques signalétiques

Conformément aux indications du paragraphe 5.10 de la NBN EN 62271-202, chaque cabine préfabriquée présente une plaque signalétique durable et clairement lisible qui contient au minimum les informations suivantes :

- le nom ou la marque déposée du fabricant ;
- la désignation du type ;
- la classification du matériel de coupure HT (AAxx) ;
- la puissance assignée maximale et le poids max. du transformateur ;
- le numéro de série de l'enveloppe ;
- identification du numéro d'homologation C2/115 ;
- l'année et le mois de fabrication.
- Emplacement pour un QR-Code

La plaque signalétique est placée à proximité de la porte, à l'intérieur de l'enveloppe et doit rester lisible pour toute la durée de vie de l'enveloppe.

Le dossier d'homologation doit présenter un exemple du modèle de plaque signalétique pour approbation.

6.16 Plan et disposition des éléments dans l'enveloppe

Des plans avec la disposition privilégiée des équipements à l'intérieur de l'enveloppe indiquent l'encombrement (dimensions) des équipements suivants :

- l'encombrement des UF du matériel de coupure HT ;
- la dimension maximale et le nombre de transformateurs ;
- l'encombrement des feeders du tableau BT ;
- l'encombrement du panneau de mesure ;
- l'encombrement nécessaire pour une armoire de télécommande/un équipement smart grid ;
- les dimensions minimales requises du couloir d'évacuation et des zones de service libres autour de chaque équipement en fonction du type d'enveloppe (pénétrable/non pénétrable).

Fournir également les plans de disposition et d'encombrement de chaque capot/couvercle et ouverture (y compris les entrées de câble).

Fournir des plans avec les dimensions extérieures et intérieures et la position de chaque élément décrit dans cette spécification.

Tous les plans sont présentés au format PDF, et sont également disponibles sur demande au format DWG.

7 Rapports d'essai de type

7.1 Généralités

Pour réaliser l'évaluation de l'homologation de l'enveloppe préfabriquée :

- Pour les § 7.2 à 7.4 : seuls les rapports d'essai réalisés par des laboratoires accrédités ISO 17025 seront pris en compte.
- Pour le § 7.5 : seul le rapport d'essai réalisé par un laboratoire indépendant désigné par le fabricant et accepté par Synergrid sera pris en compte.

7.2 Résistance à la corrosion pour les éléments métalliques de l'enveloppe (et leurs huisseries)

Le fabricant décrit ce procédé (y compris les traitements préliminaires). Il communique les différents types de produits utilisés (composants plombés ou chromés interdits) et, pour chacun des revêtements successifs, les épaisseurs moyenne et minimale garanties localement en tout endroit de la porte.

Le procédé est approuvé par la présentation de rapports d'essai :

- Essai de quadrillage d'au minimum classe 1, conformément à la NBN EN ISO 2409.
- Essai au brouillard salin :
 - Réalisé sur échantillons avec et sans griffe suivant la NBN EN ISO 9227.
 - Temps d'exposition de 1000 heures.
 - Evaluation du cloquage (3 échantillons sans griffe) suivant la *NBN EN ISO 4628/2*, degré (densité) 1, dimension 4.
 - Evaluation du gain et/ou de la perte d'adhésion à partir de la griffe (3 plaquettes d'essais avec griffe) : suivant la *NBN EN ISO 9227* avec une extension du gain ou de la perte d'adhésion limitée à 5 mm (valeur maximale) et à 2 mm (valeur moyenne). La méthode de mesure est conforme à la NBN EN ISO 12944-6.

Ces rapports d'essai démontrent, preuve à l'appui, que ceux-ci sont bien représentatifs du (des) procédé(s) de fabrication complet(s).

L'épaisseur de peinture mesurée en tout endroit des échantillons se situe entre les valeurs minimale et nominale garanties.

Ces rapports d'essai doivent être rédigés selon les recommandations formulées dans la NBN EN ISO 9227.

7.3 Vérification du degré de protection (code IP-X)

La vérification du degré de protection de la cabine préfabriquée est conforme aux exigences de la NBN EN 62271-202.

Le niveau de protection IP 23D est vérifié, preuve à l'appui, pour toutes les ouvertures de ventilations

7.4 Essai d'impact mécanique (code IK)

Un essai d'impact mécanique, conforme à la NBN EN 62271-202, paragraphe 6.101.3, est réalisé sur tous les éléments externes de l'enveloppe (portes, capots, ventilation, charnières...) pour valider le degré de protection IK10.

Le test doit être effectué au moins sur les parties suivantes de l'enveloppe :

- La/les porte(s)
- les ouvertures de ventilation
- l'Entrée de câbles du générateur de secours/instrument de mesure mobile
- fenêtre de visualisation (si présente)

Pour réussir l'essai, les critères mentionnés dans la NBN EN 62271-202 doivent être remplis. Les détériorations/dommages superficiels sont autorisés dans les conditions décrites dans la norme.

7.5 Vérification de la résistance d'isolement des parois extérieures du bâtiment et des ouvertures fonctionnelles dans un système de mise à la terre non globale

Un essai de résistance sera réalisé pour valider la conformité aux dispositions du sous-chapitre 6.14.2.

Les détails de la procédure d'essai et du rapport d'essai sont indiqués au sous-chapitre 9.2.

8 Simulation – notes de calcul

Des notes de calcul seront présentées pour obtenir l'homologation du produit.

Elles seront élaborées par un architecte ou un bureau d'étude spécialisé dans les calculs de stabilité et de charges statiques et/ou dynamiques, conformément à la dernière édition des présentes spécifications et des normes de référence indiquées dans le présent document.

8.1 Simulations relatives à la classe de température

La classe assignée de l'enveloppe est vérifiée selon la procédure d'essai indiquée dans la NBN EN 62271-202.

Conditions de calcul :

- L'enveloppe est équipée d'un transformateur correspondant à la puissance assignée maximale de la cabine préfabriquée, conformément à la définition du paragraphe 5.4.1.
- Conformément à la NBN EN 62271-202, les pertes du matériel de coupure HT sont considérées comme négligeables.
- L'ensemble des autres pertes (tableau BT, connexions de câbles...) sont simulées au niveau du tableau BT.
- Pour simuler les pertes de puissance du tableau BT, des connexions de câbles, etc., une source de chaleur sera utilisée. La puissance thermique de la source de chaleur dépendra du nombre de transformateurs qu'il est possible de placer dans la cabine préfabriquée et de leur puissance assignée maximale respective (par ex. si l'enveloppe est conçue pour deux transformateurs de 400 kVA chacun, deux sources de chaleur de 350 W seront utilisées). Le tableau ci-après indique la puissance thermique correspondante de la source de chaleur en fonction de la puissance assignée du transformateur :
 - Max. 200 kVA : 150 W
 - Max. 400 kVA : 350 W
 - Max. 630 kVA : 450 W
 - Max. 800 kVA : 700 W
 - Max. 1000 kVA : 700⁽²⁾ W
 - Max. 1250 kVA : 800 W

Pour les cabines dont la puissance assignée est supérieure, le fabricant fournira des calculs détaillés des pertes de puissance du tableau BT, des connexions de câbles, etc. Les résultats de ces calculs seront utilisés comme puissance thermique assignée de la source de chaleur. Les calculs de cette puissance thermique seront ajoutés à la note de calcul.

- Le calcul tiendra compte de la dissipation thermique par convection du aux ouvertures de ventilation et par conduction au travers des murs, le plafond et le sol.
- L'irradiation solaire du toit ou des murs ne doit pas être prise en compte.
- Le calcul sera effectué avec un facteur de charge du transformateur égal à 1 pour chaque transformateur (puissance nominale maximale) tel que défini au sous-chapitre 6.7.
- La température ambiante (extérieure) est fixée à 10°C telle que définie au sous-chapitre 6.7. De plus, le calcul doit être effectué avec une température ambiante de 30°C.

La note de calcul doit mentionner clairement les informations suivantes :

- Les paramètres de construction du local de manœuvre (longueur, largeur, hauteur et volume interne), l'épaisseur du sol, du plafond et des murs et leur conductivité thermique respective (W/mK).
- Les paramètres de construction de la porte (longueur, largeur, hauteur et épaisseur) et sa conductivité thermique (W/mK).
- Les paramètres de construction des ouvertures de ventilation (largeur et hauteur) et leur résistance aérodynamique ; ceci tant pour les ouvertures de ventilation inférieures que supérieures.
- La différence de hauteur (centre à centre) des ouvertures de ventilation.

² Il n'y a pas de différence entre 800 et 1000 kVA, car l'augmentation de la section du jeu de barres du tableau BT a pour conséquence une diminution de l'effet Joule.

- Le Nombre total de transformateurs, tenant compte de leur puissance nominale maximale, leurs pertes (pertes en charge et à vide) et leurs facteurs de charge respectifs.
- Puissance maximale de la source de chaleur supplémentaire pour chaque transformateur.
- Le développement total de chaleur interne dans l'enveloppe préfabriquée (pertes du transformateur et source de chaleur).
- Répartition en pourcentage de la dissipation thermique entre la convection due à la ventilation et les déperditions thermiques par conduction.
- L'élévation de température attendue à l'intérieur de l'enveloppe par rapport à la température ambiante extérieure (K de °C).
- La note de calcul doit également indiquer clairement si la classe nominale de l'enveloppe (10K) a été atteinte ou non.

Dans le cas où la note de calcul indique que la classe 10K n'est pas atteinte pour l'enveloppe, la note de calcul doit indiquer le facteur de charge maximal de chaque transformateur pour que la classe 10K soit atteinte.

De plus, le fabricant doit indiquer quelles modifications de la dissipation thermique sont nécessaires pour que le transformateur ait un facteur de charge de 1 tout en garantissant la classe 10K pour l'enveloppe. Le fabricant doit fournir les notes de calcul nécessaires pour valider cela. Dans le cas où le fabricant suggère d'utiliser des ouvertures de ventilation plus grandes, les fabricants doivent également fournir les notes de calcul nécessaires comme mentionné au sous-chapitre 8.2.

8.2 Notes de calcul – résistances mécaniques et à la pression de l'enveloppe

L'ensemble de la construction (murs, cave, toit, éventuelle dalle de sol...) résiste aux efforts maximums tels que définis dans les sous-chapitres 5.3 et 6.

Au minimum, les notes de calcul suivantes définies par l'Eurocode sont présentes :

- Vérification de la résistance de pression du vent de la cabine préfabriquée
- Vérification de la résistance des charges de toit de la cabine préfabriquée
- Vérification de la résistance à la charge de neige de la cabine préfabriquée
- Vérification de la résistance des charges sur le plancher de la cabine préfabriquée
- Vérification de la résistance à la surpression de la cabine préfabriquée

9 Annexes

9.1 Annexe A : guide d'évaluation de la conformité (liste de contrôle)

Consulter le fichier [xlsx](#) du guide d'évaluation de la conformité C2/115-3.

Le dossier technique sera constitué des documents suivants :

A. La **liste de contrôle [xlsx](#) C2/115-3** complétée :

1. Feuille 1 : la déclaration du fabricant relative à l'exactitude de toutes les informations présentées dans le dossier technique.
2. Feuille 2 : la liste des enveloppes préfabriquées. Si l'homologation est obtenue, les informations présentées ici seront copiées dans la liste C2/115-0.
3. Feuille 3 : liste de contrôle du dossier technique, basée sur la présente prescription technique. Si les caractéristiques sont différentes pour une enveloppe ou une gamme d'enveloppes répertoriée dans la feuille 2, le fabricant réalise autant de copies de la feuille 3 de la même liste de contrôle que nécessaire.
4. Feuille 4 : liste numérotée des preuves de conformité.

B. **Les documents d'accompagnement requis**, conformément à la liste numérotée en feuille 4 de la liste de contrôle : certificats/rapports d'essai, plans, fiches techniques, certificats d'origine... Le nom du fichier de chaque document doit commencer par le numéro de référence fourni par le fabricant en feuille 4 de la liste de contrôle [xlsx](#).

Lorsque la liste de contrôle indique que la preuve de la conformité est une déclaration, la saisie des informations requises est considérée comme une déclaration sur l'honneur présentée par le fabricant. Cette déclaration est confirmée par les informations présentées sur la première feuille de la liste de contrôle. Aucune déclaration distincte du fabricant n'est nécessaire.

Le fabricant doit présenter un fichier PDF daté et signé après homologation du dossier technique par Synergrid. Le fichier PDF contient les feuilles 1 et 2 de la liste de contrôle [xlsx](#).

9.2 Annexe B : Essais d'isolement des parois extérieures du bâtiment

Cet essai de type est prévu uniquement pour les cabines en terre non globale.

9.2.1 Electrode de mesure

L'électrode humide est constituée d'une plaque métallique carrée de 250 mm de côté et d'un papier ou toile hydrophile mouillé et essoré* d'environ 270 mm de côté qui est placé entre la plaque et la surface à essayer, comme stipulé par la NBN EN 60364-6. La valeur de conductivité de l'eau à utiliser pour humidifier la toile de l'électrode est comprise entre 100 et 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ comme définit par la NBN EN 62271-304 pour les classes 3 et 4.

Pendant les mesures, une force de 250 N environ est appliquée à la surface de contact entre l'électrode et la paroi de la cabine.

9.2.2 Protocole d'essai

Mesure de résistance

Les mesures des résistances d'isolement et de rigidité diélectrique sont effectuées sur un bâtiment fini.

Parois en béton : Les mesures sont effectuées entre l'électrode de mesure (décrite ci-dessous) et le couteau général de mise à la terre, tous les raccordements de mise à la terre étant effectués (armatures métalliques des parois, équipements, ...).

Ouvertures fonctionnelles : Les mesures sont effectuées entre chaque ouverture fonctionnelle et le couteau général de mise à la terre, tous les raccordements de mise à la terre étant effectués (armatures métalliques des parois, équipements, ...).

Endroits de mesures :

Parois en béton : Les mesures sont effectuées aux endroits les plus défavorables, c.a.d., ceux présentant les distances minimales d'isolement entre électrode de mesure et les masses métalliques. Au moins une mesure est effectuée sur chaque paroi. Si les parois ont des propriétés différentes (p.ex. : revêtement, épaisseur de béton), des mesures sont effectuées au minimum à 3 endroits différents de chaque face accessible au toucher.

Ouvertures fonctionnelles : Une mesure est effectuée sur chaque ouverture fonctionnelle. Lorsque celle-ci est en plusieurs parties (exemple porte et chambranle), une mesure est effectuée sur chaque partie.

9.2.3 Critères de réussite de l'essai de type

Résistance d'isolement

La résistance d'isolement mesurée après 1 minute doit être de minimum 100 k Ω pour une tension appliquée au niveau des parois ou ouvertures fonctionnelles de 3000 Vac minimum.

Rigidité diélectrique

L'essai de rigidité diélectrique est réussi si aucune décharge disruptive ne se produit durant l'application de 3000 Vac -1 min pour chaque surface d'essai

9.3 Annexe C – Exigences constructives de l'enveloppe

9.3.1 Annexe C1 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 15 à 30 m³ et rapport entre la longueur et la largeur <2, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux grilles de ventilation

Volume brut* local de manœuvre [m³]	Cd x $\sum$ A, brut ouvertures de ventilation [m²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		le toit ne peut pas se soulever	le toit peut se soulever	
15 < Vbrut ≤ 18	0,15	80	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous-chapitre 5.3.	120
	0,17	65		110
	0,19	50		110
	0,21	45		95
	0,23	40		90
	0,25	35		85
18 < Vbrut ≤ 20	0,15	95	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	150
	0,17	80		130
	0,19	63		120
	0,21	55		110
	0,23	45		105
	0,25	40		100
20 < Vbrut ≤ 24	0,15	100		160
	0,17	85		145
	0,19	65		130
	0,21	60		120
	0,23	50		105
	0,25	45		100
24 < Vbrut < 30	0,15	100		180
	0,17	85		165
	0,19	70		150
	0,21	60		145
	0,23	50		135
	0,25	45		130

* Le compartiment câbles inclus ; hauteur minimale de la cave de 80 cm

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A, brut [m²]
0,172	80x60 cm² + 80x50 cm² = 0,88 m²	0,15
0,172	70x70 cm² + 70x70 cm² = 0,98 m²	0,17
0,172	90x70 cm² + 70x70 cm² = 1,12 m²	0,19
0,172	70x70 cm² + 90x80 cm² = 1,21 m²	0,21
0,172	90x70 cm² + 90x80 cm² = 1,35 m²	0,23
0,172	90x80 cm² + 90x80 cm² = 1,44 m²	0,25

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A, brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 2 grilles différentes : $\sum (Cd \times A, \text{brut}) = Cd1 \times A, \text{brut}1 + Cd2 \times A, \text{brut}2$.

9.3.2 Annexe C2 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 15 à 30 m³ et rapport entre la longueur et la largeur <2, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation

Volume brut* local de manœuvre [m³]	Cd x $\sum$ A,brut ouvertures de ventilation [m²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		Le toit ne peut pas se soulever	Le toit peut se soulever	
15 < Vbrut ≤ 18	0,15	104	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous-chapitre 5.3. En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	269
	0,17	91		267
	0,19	80		266
	0,21	73		264
	0,23	66		264
	0,25	60		264
18 < Vbrut ≤ 20	0,15	99		267
	0,17	87		265
	0,19	77		265
	0,21	69		264
	0,23	63		264
	0,25	57		262
20 < Vbrut ≤ 24	0,15	98		246
	0,17	85		244
	0,19	74		243
	0,21	68		242
	0,23	61		241
	0,25	55		240
24 < Vbrut ≤ 27	0,15	94		244
	0,17	82		243
	0,19	72		242
	0,21	65		241
	0,23	59		240
	0,25	53		240
27 < Vbrut ≤ 30	0,15	91		230
	0,17	79		229
	0,19	68		228
	0,21	67		227
	0,23	56		227
	0,25	50		226

* Le compartiment câbles inclus ; hauteur minimale de la cave de 80 cm

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A,brut [m²]
0,172	80x60 cm² + 80x50 cm² = 0,88 m²	0,15
0,172	70x70 cm² + 70x70 cm² = 0,98 m²	0,17
0,172	90x70 cm² + 70x70 cm² = 1,12 m²	0,19
0,172	70x70 cm² + 90x80 cm² = 1,21 m²	0,21
0,172	90x70 cm² + 90x80 cm² = 1,35 m²	0,23
0,172	90x80 cm² + 90x80 cm² = 1,44 m²	0,25

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A,brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 2 grilles différentes : $\sum (Cd \times A,brut) = Cd1 \times A,brut1 + Cd2 \times A,brut2$.

9.3.3 Annexe C3 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m³, longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation

Volume brut** local de manœuvre [m ³]	Cd x $\sum$ A,brut ouvertures de ventilation [m ²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		Le toit ne peut pas se soulever	Le toit peut se soulever	
30 < Vbrut ≤ 35	0,15	48	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous-chapitre 5.3. En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	119
	0,17	44		117
	0,19	38		116
	0,21	35		114
	0,23	30		113
	0,25	28		112
35 < Vbrut ≤ 40	0,15	45		111
	0,17	41		110
	0,19	35		108
	0,21	33		108
	0,23	29		106
	0,25	26		106
40 < Vbrut ≤ 45	0,15	42		102
	0,17	38		100
	0,19	33		99
	0,21	30		98
	0,23	27		97
	0,25	25		97
45 < Vbrut ≤ 50	0,15	39		94
	0,17	36		93
	0,19	31		91
	0,21	29		91
	0,23	25		90
	0,25	24		89
50 < Vbrut ≤ 55	0,15	36		88
	0,17	33		87
	0,19	29		86
	0,21	27		85
	0,23	24		84
	0,25	22		84

* la longueur intérieure maximale du mur le plus long utilisé dans les simulations était de 9 m ; la largeur intérieure utilisée était de 2,5 m.

** y compris le compartiment à câbles ; hauteur minimale de la cave de 80 cm.

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A,brut [m ²]
0,172	80x60 cm ² + 80x50 cm ² = 0,88 m ²	0,15
0,172	70x70 cm ² + 70x70 cm ² = 0,98 m ²	0,17
0,172	90x70 cm ² + 70x70 cm ² = 1,12 m ²	0,19
0,172	70x70 cm ² + 90x80 cm ² = 1,21 m ²	0,21
0,172	90x70 cm ² + 90x80 cm ² = 1,35 m ²	0,23
0,172	90x80 cm ² + 90x80 cm ² = 1,44 m ²	0,25

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A,brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 2 grilles différentes : $\sum (Cd \times A,brut) = Cd1 \times A,brut1 + Cd2 \times A,brut2$.

9.3.4 Annexe C3 : Matériel AA10 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m³, longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de quatre ouvertures de ventilation

Volume brut** local de manœuvre [m ³]	Cd x $\sum$ A,brut ouvertures de ventilation [m ²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		Le toit ne peut pas se soulever	Le toit peut se soulever	
30 < Vbrut ≤ 35	0,30	24	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous-chapitre 5.3. En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	112
	0,34	21		112
	0,39	17		112
	0,42	15		112
	0,46	12		112
	0,50	10		112
35 < Vbrut ≤ 40	0,30	22		105
	0,34	19		105
	0,39	16		105
	0,42	13		105
	0,46	11		105
	0,50	9		105
40 < Vbrut ≤ 45	0,30	21		96
	0,34	18		96
	0,39	15		96
	0,42	12		96
	0,46	9		96
	0,50	7		96
45 < Vbrut ≤ 50	0,30	20		89
	0,34	17		89
	0,39	14		89
	0,42	11		89
	0,46	8		89
	0,50	7		89
50 < Vbrut ≤ 55	0,30	18		83
	0,34	16		83
	0,39	12		83
	0,42	10		83
	0,46	8		83
	0,50	7		83

* la longueur intérieure maximale du mur le plus long utilisé dans les simulations était de 9 m ; la largeur intérieure utilisée était de 2,5 m.

** y compris le compartiment à câbles ; hauteur minimale de la cave de 80 cm.

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A,brut [m ²]
0,172	2 * (80x60 cm ² + 80x50 cm ²) = 1,76 m ²	0,30
0,172	2 * (70x70 cm ² + 70x70 cm ²) = 1,96 m ²	0,34
0,172	2 * (90x70 cm ² + 70x70 cm ²) = 2,24 m ²	0,39
0,172	2 * (70x70 cm ² + 90x80 cm ²) = 2,42 m ²	0,42
0,172	2 * (90x70 cm ² + 90x80 cm ²) = 2,70 m ²	0,46
0,172	2 * (90x80 cm ² + 90x80 cm ²) = 2,88 m ²	0,50

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A,brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 4 grilles différentes : $\sum (Cd \times A,brut) = Cd1 \times A,brut1 + Cd2 \times A,brut2 + Cd3 \times A,brut3 + Cd4 \times A,brut4$.

9.3.5 Annexe C4 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m³, longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de deux ouvertures de ventilation

Volume brut** local de manœuvre [m³]	Cd x $\sum$ A,brut ouvertures de ventilation [m²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		Le toit ne peut pas se soulever	Le toit peut se soulever	
30 < Vbrut ≤ 35	0,15	95		262
	0,17	86		261
	0,19	77		261
	0,21	71		261
	0,23	64		260
	0,25	60		260
35 < Vbrut ≤ 40	0,15	92	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous- chapitre 5.3.	245
	0,17	81		245
	0,19	71		243
	0,21	66		243
	0,23	60		242
	0,25	56		241
40 < Vbrut ≤ 45	0,15	88	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	235
	0,17	78		234
	0,19	66		232
	0,21	60		232
	0,23	55		231
	0,25	51		230
45 < Vbrut ≤ 50	0,15	85		219
	0,17	75		218
	0,19	64		217
	0,21	59		216
	0,23	52		216
	0,25	49		215
50 < Vbrut ≤ 55	0,15	81		211
	0,17	72		207
	0,19	62		205
	0,21	57		204
	0,23	50		204
	0,25	46		204

* la longueur intérieure maximale du mur le plus long utilisé dans les simulations était de 9 m ; la largeur intérieure utilisée était de 2,5 m.

** y compris le compartiment à câbles ; hauteur minimale de la cave de 80 cm.

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A,brut [m²]
0,172	80x60 cm² + 80x50 cm² = 0,88 m²	0,15
0,172	70x70 cm² + 70x70 cm² = 0,98 m²	0,17
0,172	90x70 cm² + 70x70 cm² = 1,12 m²	0,19
0,172	70x70 cm² + 90x80 cm² = 1,21 m²	0,21
0,172	90x70 cm² + 90x80 cm² = 1,35 m²	0,23
0,172	90x80 cm² + 90x80 cm² = 1,44 m²	0,25

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A,brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 2 grilles différentes : $\sum (Cd \times A,brut) = Cd1 \times A,brut1 + Cd2 \times A,brut2$.

9.3.6 Annexe C4 : Matériel AA31 (SF6) – Local de manœuvre d'un volume de 30 à 55 m³, longueur intérieure max de 9m, flux de gaz chaud directement vers la cave et présence de quatre ouvertures de ventilation

Volume brut** local de manœuvre [m³]	Cd x $\sum$ A,brut ouvertures de ventilation [m²]	Élévation de pression maximale dans la local de manœuvre [mbar]		Élévation de pression maximale dans la cave** [mbar]
		Le toit ne peut pas se soulever	Le toit peut se soulever	
30 < Vbrut ≤ 35	0,30	50	Cette valeur de pression est calculée en divisant le poids du toit (N) par sa surface interne f (m²) convertie en mbar et en ajoutant les charges de glace et de neige requises dans le sous- chapitre 5.3.	259
	0,34	45		259
	0,39	40		259
	0,42	37		259
	0,46	34		258
	0,50	33		258
35 < Vbrut ≤ 40	0,30	46	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	241
	0,34	42		240
	0,39	37		240
	0,42	35		240
	0,46	32		240
	0,50	31		240
40 < Vbrut ≤ 45	0,30	43	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	224
	0,34	39		223
	0,39	34		222
	0,42	32		222
	0,46	30		222
	0,50	29		221
45 < Vbrut ≤ 50	0,30	40	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	214
	0,34	37		213
	0,39	33		212
	0,42	31		212
	0,46	28		212
	0,50	27		212
50 < Vbrut ≤ 55	0,30	38	En l'absence de joint d'étanchéité entre le toit et les parois, nous supposons que le toit ne se soulève par, sauf si : – une déclaration indique que le joint d'étanchéité n'est pas adhérent, ce qui signifie qu'aucune force supplémentaire n'est nécessaire pour soulever le toit ; – la force supplémentaire nécessaire (selon le dossier technique) pour soulever le toit en raison de ce joint est prise en compte.	202
	0,34	34		202
	0,39	30		202
	0,42	29		201
	0,46	26		201
	0,50	25		201

* la longueur intérieure maximale du mur le plus long utilisé dans les simulations était de 9 m ; la largeur intérieure utilisée était de 2,5 m.

** y compris le compartiment à câbles ; hauteur minimale de la cave de 80 cm.

Explications des valeurs pour les ouvertures de ventilation

Coefficient dynamique de l'ouverture (Cd) dans cet exemple	Dimensions des ouvertures de ventilation	Cd x $\sum$ A,brut [m²]
0,172	2 * (80x60 cm² + 80x50 cm²) = 1,76 m²	0,30
0,172	2 * (70x70 cm² + 70x70 cm²) = 1,96 m²	0,34
0,172	2 * (90x70 cm² + 70x70 cm²) = 2,24 m²	0,39
0,172	2 * (70x70 cm² + 90x80 cm²) = 2,42 m²	0,42
0,172	2 * (90x70 cm² + 90x80 cm²) = 2,70 m²	0,46
0,172	2 * (90x80 cm² + 90x80 cm²) = 2,88 m²	0,50

Si la valeur Cd des différentes grilles(ouvertures) n'est pas identique, le calcul de Cd x A,brut se réalise en effectuant la somme des calculs séparés par grille. En cas de 4 grilles différentes : $\sum (Cd \times A,brut) = Cd1 \times A,brut1 + Cd2 \times A,brut2 + Cd3 \times A,brut3 + Cd4 \times A,brut4..$

9.3.7 Annexe C5 : enveloppe avec parois de séparations internes (cloisons)

Ces enveloppes se distinguent des autres car elles sont équipées d'une ou plusieurs cloisons dans le local de manœuvre et la cave.

Une cloison est fixée aux parois intérieures de l'enceinte et les produits d'étanchéité nécessaires sont appliqués.

L'enceinte est donc divisée en deux ou plusieurs compartiments (locaux de manœuvres) qui sont totalement séparés les uns des autres.

En cas de défaut interne à un compartiment, aucun gaz chaud ne peut s'échapper vers les autres compartiments et ils doivent être limités au compartiment dans lequel le défaut est survenu.

Pour la vérification de la résistance à la pression de l'enveloppe, le fabricant doit effectuer une note de calcul pour chaque compartiment séparément.

La montée en pression maximale à l'intérieur de chaque compartiment dépend du type de matériel placé à l'intérieur de l'enceinte (AA10 ou AA31), du volume brut du compartiment (local de manœuvre et cave) et des ouvertures de ventilation présentes.

Ces valeurs sont présentes dans les tableaux des annexes C1, C2, C3 et C4.

La cloison elle-même doit être capable de résister à la montée en pression maximale la plus élevée de ses compartiments adjacents. Ceci doit être clairement indiqué dans les notes de calcul.

9.3.8 Annexe C6 : enveloppes en béton avec matériel HT AA10 ou AA31 <15m³ ou >55m³

Si une homologation est demandée pour une enveloppe en béton <15m³ ou >55m³ avec du matériel de coupure HT AA10 ou AA31, le fabricant doit introduire un dossier suivant la C2/115-3 et en plus, réussir l'essai de type de la NBN EN 62271-202 section 6.102.

L'essai de type doit répondre aux exigences pour une classification IAC-AB. L'essai de type doit être réalisé avec du matériel de coupure HT homologué suivant la liste C2/117. Suivant la NBN EN 62271-202, l'enveloppe ne pourra être installée qu'avec le matériel de coupure HT pour lequel l'essai de type a été réussi.

Si cet essai n'est pas réalisé, l'utilisation de l'enveloppe sera limitée aux matériel de coupure HT homologué de la classe AA20 et AA33 suivant la liste C2/117.