REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département du territoire
Office cantonal des bâtiments

CAHIER DE NORMALISATION
Installations électriques CFC 23

Version	Date	Description	Auteur	Vérification	Approbation
01	15.03.2022	Rédaction V.01	J.-C. Cadaya	S. Ortolan	S. Viquérat
02	17.07.2023	Ajout chap. 6.4 Ajout CFC 231.6 232.5 Modification temps de coupure détecteurs PIR	J.-C. Cadaya	S. Ortolan	S. Viquérat
03	20.07.2023	CFC 232.5 ajout principe de gestion et commande des éclairages dans les écoles	J.-C. Cadaya	S. Ortolan	S. Viquérat
04	11.08.2024	Chap. 4 Ajout principe métré soumissions /offres CFC 231.1 Calcul R.O.I. si achat poste de livraison MT CFC 231.21 Couplage des transformateur MT-BT CFC 231.51 ajout principe GS mobile CFC 231.52 température ambiante local ASI	J.-C. Cadaya	S. Ortolan	S. Viquérat

I. Table des matières

1 Préambule 3
2 Introduction 3
3 Objectif du Maître d'Ouvrage 3
4 Généralités 3
5 Normes et réglementation 4
6 Conditions particulières 5
6.1 Locaux dédiés 5
6.2 Système de distribution (mise à terre) 6
6.3 Protection ORNI 6
6.4 Label énergétique 7
6.5 Canalisation 8
6.6 Câblage résistance au feu 9
6.7 Identification 12
6.8 Réception 12
7 Documents et dossier de révision 12
7.1 Documents et attestations 12
7.2 Dossier de révision 14
8 Directives techniques électriques 15
CFC 135 – Installations de chantier en commun – provisoire gros œuvre 15

CFC 143 – Conduites de raccordement aux réseaux 15
CFC 153 – Adaptation du réseau de conduite existante 15
CFC 231 – Appareils à courant fort 15
CFC 231.0 – Système de production d'énergie photovoltaïque 15
CFC 231.1 – Installation à haute tension (MT) 24
CFC 231.21 – Distributions principales à basse tension (TGBT) 24
CFC 231.22 – Compensation et filtrage d'harmonique 29
CFC 231.3 – Distributions tableaux secondaires à basse tension 31
CFC 231.51 – Installation de réseau de secours - groupe électrogène de secours 33
CFC 231.52 – Installation de réseau de secours - alimentation sans interruption (ASI) 39
CFC 231.6 – Systèmes et installations de recharge pour véhicule 46
CFC 232 – Installations à courant fort 53
CFC 232.0 – Ligne d'alimentation principale réseau TGBT 53
CFC 232.1 – Mise à terre et liaisons équipotentielles 53
CFC 232.2 – Système de protection contre la foudre 55
CFC 232.3 – Systèmes d'installation 56
CFC 232.4 – Lignes montantes et principales 58
CFC 232.5 – Installations d'éclairages 58
CFC 232.6 – Installations de forces 63
CFC 232.7– Installations électriques CVCFS 67
CFC 233 – Lustrerie principale et lustrerie de secours 68
CFC 233.1 – Lustrerie principale 68
CFC 233.2 – Lustrerie de secours 69
CFC 235 – Appareils à courant faible 70
CFC 235.1 – Équipements de télécommunication 70
CFC 235.21 – Équipements de sécurité pour systèmes de sécurité incendie 70
CFC 235.22 – Équipements de sécurité pour systèmes de protection des personnes (sûreté) 70
CFC 235.4 – Équipements de signalisation, information, mesure et commande 71
CFC 235.6 – Appareillages pour système multimédias - audiovisuelles 71
CFC 235.7 – Appareillages pour horloges 71
CFC 236 – Installations à courant faible 72
CFC 236.1 – Installations de télécommunication 72
CFC 236.21 – Installations de sécurité pour systèmes de sécurité incendie 72
CFC 236.22 – Installations de sécurité pour systèmes de protection des personnes (sûreté) 73
CFC 236.4 – Installations de signalisation, information, contrôle horaire 73
CFC 236.6 – Installations multimédias - audiovisuelles 74
CFC 236.7 – Installations d'horloges 74
CFC 237 – Installations Adb 74
CFC 238 – Installations provisoires 81
CFC 433 – Éclairages extérieurs 81

1 Préambule

Le présent document décrit les principes de base et les spécifications relatives aux installations électriques. Ce dernier est applicable lors de l'étude, de la conception et au cours de la réalisation des travaux d'installations électriques. Il a pour objectif d'orienter les bureaux d'études, les entreprises et les différents fournisseurs sur une planification et réalisation homogène pour l'ensemble des bâtiments de l'État de Genève sauf exception pour les HUG qui disposent de leurs propres directives.

2 Introduction

Le présent cahier est applicable pour les nouvelles installations et les modifications d'installations existantes des différents bâtiments de l'État de Genève, quelles que soient leurs affectations.

Le mandataire ou l'entreprise ne peut apporter aucun changement à cette directive. Toutefois, s'il estime que des dispositions non prévues dans celles-ci peuvent être bénéfiques pour le projet tant sur l'aspect technique qu'économique, il avisera immédiatement le Maître d'Ouvrage par écrit afin de motiver sa proposition. En aucun cas, le soumissionnaire ne sera autorisé à déroger au présent cahier sans l'aval de ce dernier.

Les installations électriques planifiées par le concepteur et mises en œuvre par une entreprise autorisée à installer selon l'OIBT devront répondre à l'ensemble des réglementations, normes et directives auxquelles sont soumises les installations et les équipements électriques.

L'OCBA se tiendra à disposition pour répondre à d'éventuelles questions d'ordre technique.

3 Objectif du Maître d'Ouvrage

Ce document doit permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- ⇒ Appliquer les standards définis à l'avance pour les équipements et les installations électriques ;
- ⇒ Garantir l'exploitation rationnelle des installations.

4 Généralités

Soumission & offres

Les avant-métrés de soumission établis par le(s) mandataire(s) et/ou les offres proposées par les entreprises doivent être rédigés au format CAN[1], à l'aide d'un logiciel permettant l'export au format SIA 451.

Le fichier PDF de l'avant-métré devra être intégré et fourni dans la liste des documents à soumettre en phase 4, selon liste de document à rendre décrit dans le chapitre 7.1 ci-dessous, pour validation par l'OCBA.

Les avant-métrés et les offres doivent être réalisés conformément aux règles de métré CAN.

Les articles CAN « parties d'installations » ne sont pas admis, sauf pour les installations électriques CVC-MCR, tels que les lignes de vannes, sondes, clapets, etc. Pour les autres CFC, les articles seront ajoutés en fonction des métrés nécessaires à la réalisation des installations électriques.

L'avant-métré doit inclure ou être accompagné d'un descriptif par CFC, qui détaille les installations électriques planifiées correspondantes.

[1] *Toute exception à ces règles doit être justifiée et préalablement approuvée par l'ingénieur spécialiste de l'OCBA avant exécution de l'avant métré.*

Contrôle OIBT

Les installations neuves, les rénovations ou transformations devront faire l'objet d'un contrôle OIBT[2] **final et de réception**. Le contrôle de réception doit être planifié et organisé par le mandataire ou responsable du projet.

- Le **contrôle final** sera réalisé par **l'installateur électricien** ou par un organe de contrôle accrédité mandaté par ces soins et compris dans ces tarifs.

- Le contrôle **de réception (2ème contrôle) à la charge du propriétaire** sera réalisé par un organe de contrôle indépendant qui n'a pas de lien avec les travaux.

Dans certains cas, les installations ne seront obligatoirement soumises au contrôle final au sens de l'art. 23 §2 de l'OIBT, si :

⇒ Ils n'entrainent pas une **modification globale de la puissance +/- 3.6 [kVA].**

⇒ Et ne sont pas soumis au **contrôle périodique 20 ans** (les logements) ;

Elles devront dans tous les cas de figure être soumises **à un contrôle de vérification initiale** avec remise d'un protocole par l'installateur électricien, conformément à la norme NIBT en vigueur.

Des tests intégraux et une mise en service complète des installations devront être réalisés avant la remise de l'ouvrage. Toutes les fonctions, y compris les fonctions de sécurité, de commande et de mesure devront être contrôlées et testées. Un protocole de mise en service sera rédigé dans ce sens et transmit aux ingénieurs spécialistes du SIP[3].

Une formation complète des utilisateurs et des ingénieurs spécialistes de l'État de Genève sur les différents systèmes et équipements installés devra être planifiée par le mandataire et effectuée par les différents fournisseurs. Cette dernière sera incluse dans les prix et au besoin, réalisée en plusieurs étapes si l'envergure de l'objet le requiert.

Le mandataire et les entreprises devront s'assurer que leurs devis et factures soient établis par CFC selon la liste établis par l'état de Genève qui se trouve sur la plateforme OPTIMISO de l'État de Genève fichier *"descriptif et devis_des_travaux_par_cfc.xls"*.

Lors de l'établissement du contrat d'entreprise pour la réalisation des installations électriques, l'article de condition générale du contrat d'entreprise ci-dessous devra être ajouté au contrat du prestataire soit :

⇒ ***En dérogation à l'article 18, alinéa 2 des conditions générales du contrat d'entreprise, le Maître de l'Ouvrage libère la retenue de garantie de 5 % contre remise d'un cautionnement et après la remise aux SIG, selon OIBT, du rapport de contrôle de réception constaté sans défaut par un organe indépendant, mandaté par le Maître de l'Ouvrage.***

5 Normes et réglementation

Dans le cadre des différentes phases de planification et de réalisation du projet, les législations, normes, directives, prescriptions en vigueur doivent être respectées.

L'ensemble des cahiers techniques édités par les différents offices de l'État de Genève notamment par l'OCBA et l'OCSIN[4] sont également à prendre en considération.

Toute demande de dérogation à l'application du présent cahier technique devra être formellement approuvée par le Service d'Ingénierie Projet, par écrit.

[2] *OIBT = Ordonnance sur les installations basse tension*
[3] *SIP = Service Ingénierie Projet*
[4] *OCSIN = Office cantonal des systèmes d'information et du numérique*

Dans tous les cas, toutes les normes ou directives fixant l'état de la technique en vigueur liées aux installations électriques devront être appliquées. Ci-dessous une liste non exhaustives de ces dernières.

- ⇒ LIE Loi sur les installations électriques
- ⇒ LEn Loi sur l'énergie du canton de Genève
- ⇒ OIBT Ordonnance sur les installations électriques à basse tension
- ⇒ OMBT Ordonnance sur les matériels électriques à basse tension
- ⇒ OICF Ordonnance sur les installations à courant fort
- ⇒ ORNI Ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant
- ⇒ NIBT Norme sur les installations basse tension
- ⇒ PDIE Directives techniques romandes & dispositions particulières
- ⇒ AEAI : Directives de l'association des établissements cantonaux d'assurance incendie
- ⇒ EN-61439 : Ensembles d'appareillages à basse tension
- ⇒ EN 12464-1 & 2 : Éclairage des lieux de travail intérieurs & extérieurs
- ⇒ EN 62471 : Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes LED
- ⇒ SLG : Document fixant l'état de la technique Association Suisse pour l'éclairage (SLG)
- ⇒ SIA 387/4 : Électricité dans les bâtiments – Éclairage
- ⇒ SIA 491 : Prévention de pollution lumineuse – Éclairage extérieur
- ⇒ SIA 2024 : Énergie dans le bâtiment
- ⇒ SIA 2056 : Électricité dans les bâtiments – Besoins en énergie et puissance requise
- ⇒ SNR 464113 : Terre de fondation
- ⇒ SNR 464022 : Système de protection contre la foudre
- ⇒ EN 50160 : Perturbation harmonique admissible
- ⇒ Liste des directives éditées par l'Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
- ⇒ EN 13501-6 : Maintien de fonction des systèmes de câble électrique
- ⇒ Cahiers de normalisation technique de l'OCBA (MCR, lustrerie CFC 233, locaux types, identification des installations, etc. disponible sur la plateforme OPTIMISO de l'État de Genève.)
- ⇒ Cahier technique télécom de l'OCSIN
- ⇒ Cahiers techniques du SEM[5] (équipements salle de cours)

6 Conditions particulières

6.1 Locaux dédiés

Tous les équipements électriques seront installés dans des locaux prévus à cet effet notamment pour les ensembles d'appareillages et les réseaux de distribution principaux. Le transit de fluide ou canalisation non électriques dans ces locaux est proscrit (eau, évacuation, air, gaz, etc.).

[5] *SEM = Service écoles-médias État de Genève*

6.2 Système de distribution (mise à terre)

Après le point de transition, seuls des réseaux de type TN-S (système à 5 conducteurs) sont autorisés. La réduction du conducteur neutre n'est pas autorisée, car dans des cas extrêmes, les courants qui y circulent peuvent être plus élevés que dans les conducteurs polaires en cas de charges asymétriques.

6.3 Protection ORNI

Les postes de transformations moyenne tension implantés dans le bâtiment devront être planifiés de façon à garantir la protection des personnes contre les effets du rayonnement électromagnétique en adéquation avec l'Ordonnance fédérale ORNI[6],

En effet, un poste de transformation moyenne tension, induit un fort rayonnement électromagnétique, ce qui peut conduire à des problèmes de santé sur l'homme.

Selon les exigences de l'ORNI, des seuils d'émissions électromagnétiques sont à respecter en fonction de l'affectation et de l'utilisation des locaux affectés par le rayonnement. Ils sont catégorisés en deux types soit :

⇒ VLI[7] maximum 1 [uT] plus de 4 heures par jour ;

⇒ VLP[8] 100 [uT] moins de 4 heures par jour.

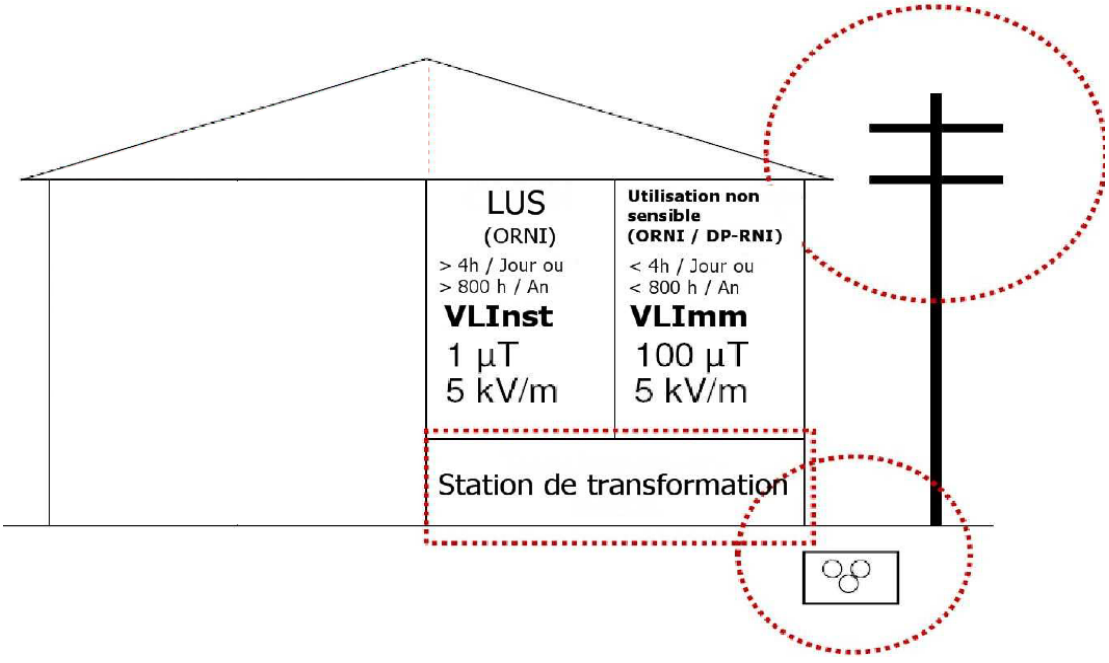


Figure 1 – Représentation locaux VLI et VLP (ORNI)

On trouvera par exemple des locaux catégorisés comme locaux d'utilisation sensible tels que :

⇒ Les lieux de travail d'accueil, réceptions ;

⇒ Les bureaux, postes de travail ;

⇒ Les classes d'école ;

⇒ De manière générale, les locaux ou des personnes travaillent et qui pourraient être exposées à un rayonnement électromagnétique.

[6] *ORNI = Ordonnance fédérale sur le rayonnement non ionisant*
[7] *VLI = Lieux d'utilisation sensible*
[8] *VLP = Lieux d'utilisation non sensible*

Par conséquent, les locaux situés à proximité d'un poste de transformation MT ne devront pas avoir une valeur d'exposition supérieure à 1 [uT]. Pour les locaux dits locaux d'utilisation non sensible où les personnes seraient exposées moins de 4 heures par jour, une valeur limite de 100 [uT] est autorisée.

Pour les types de locaux cités ci-dessus, des mesures devront être prises en conséquence. Une stratégie de positionnement géographique du local moyenne tension adapté et garantissant un éloignement suffisant et/ou par des mesures de protection des transformateurs moyenne tension au moyen de capots blindés.

Le bureau d'étude devra mener des discussions en concertation avec les SIG et l'OCBA et l'architecte dès l'étape initiale du projet.

Afin d'illustrer ce qui précède et titre indicatif, un tableau contenant les distances à respecter depuis un transformateur moyenne tension est annexé ci-dessous :

Nombre	Valeur limite	kVA					
Transfo huile		250	400	630	1000	1250	1600
1	**VLI de côté**	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9
1	**VLP de côté**	3.2	4.2	5.5	7	8	9
2 ou plus	**VLP de côté**	4	5	7	9	10	11
1	**VLI au-dessus**	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.2
1	**VLP au-dessus**	4.5	5.5	7.5	9.5	11	12.5
2 ou plus	**VLP au-dessus**	5.5	7.5	9.5	11	12.5	14
Distance en m du transformateur, de la répartition BT et des lignes (Transfo – répartition BT) Ajouter 20 % à la distance pour les transformateurs secs.							

Figure 2 – Distances à respecter depuis un transformateur MT (ESTI)

6.4 Label énergétique

Les installations photovoltaïques et d'éclairages devront être dimensionnées et répondre aux labels relatifs à la loi sur l'énergie du canton de Genève.

Les travaux relatifs aux constructions neuves, de rénovation, de transformation ou d'extension devront répondre au label énergétique **HPE**[9] ou **THPE**[10].

Le mandataire devra fournir les justificatifs des calculs (PVSyst, SIA 387/4), de retour sur investissement et pour les projets de rénovation d'éclairages, le gain d'énergie potentiel vis-à-vis des installations existantes.

Afin d'illustrer les exigences en matière de production d'énergie photovoltaïque et de consommation d'énergie des installations d'éclairages à atteindre, un tableau de synthèse est inséré ci-dessous :

Tableau récapitulatif des exigences selon label HPE & THPE			
Installations	**Neuf & extension THPE-2000W**	**Rénovation « minimale » HPE rénovation**	**Rénovation optionnelle THPE rénovation**
Solaire PV	30 [w/m^2$_{SRE}$]	20 [w/m^2$_{Emprise\ au\ sol}$]	20 [w/m^2$_{Emprise\ au\ sol}$]
Solaire thermique	Couverture de 50 % ECS	Couverture de 30 % ECS	Couverture de 50 % ECS
EnR	Énergie non fossile où CAD 80% renouvelable	Alim. principale énergie non fossile ou CAD 50% renouvelable	Énergie non fossile où CAD 80% renouvelable
Bilan global	70% des valeurs limites des besoins d'énergie	170% de la valeur limite des besoins d'énergie	100% de la valeur limite des besoins d'énergie

[9] *HPE = Haute performance énergétique*
[10] *THPE = Très haute performance énergétique*

Enveloppe	Valeurs cibles de la norme SIA 380/1 édition 2016	150% de la valeur limite de la norme SIA 380/1 édition 2016	90% de la valeur limite de la norme SIA 380/1 édition 2016
Electricité	Valeurs cibles SIA 387/4 - Éclairage	Pas de prescriptions mais valeurs cibles SIA 387/4 - Éclairage*	valeurs cibles SIA 387/4 - Éclairage
Climatisation	Preuve du besoin	Preuve du besoin	Preuve du besoin
Froid process	Déclaration de conformité	Déclaration de conformité	Déclaration de conformité
MCR	Enregistrement et calcul performance	Enregistrement et calcul performance	Enregistrement et calcul performance

* *La valeur à atteindre de la consommation énergétique des installations d'éclairages dans le cadre d'une rénovation HPE, est la limite selon SIA 387/4. Cette exigence est imposée par l'OCBA. Dans le cas où cette valeur est impossible à atteindre notamment dû à des contraintes architecturales ou autres, dans ce cas la preuve des calculs et des investigations devra être transmise.*

6.5 Canalisation

La fixation des tubes et câbles au moyen de colliers de type "attache plastique" notamment en extérieur est proscrite. Les fixations devront être réalisées au moyen de tubes et de brides prévues à cet effet.

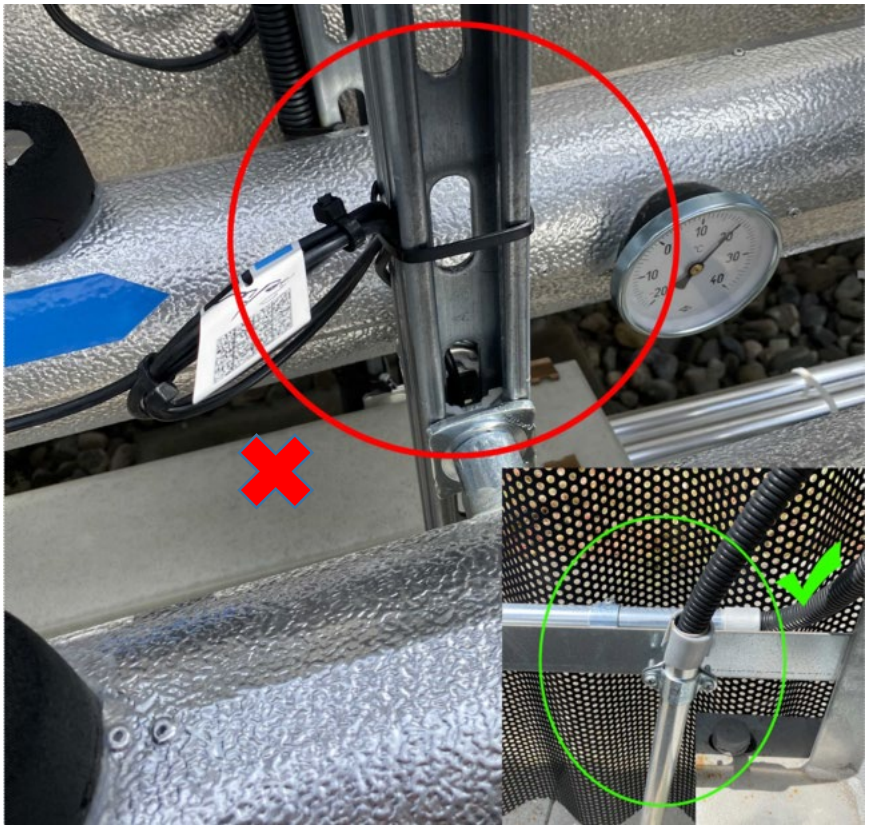


Figure 3 – Exemple fixation tube

De façon générale, l'ensemble des canalisations seront fixées au moyen de pièces adaptées et montées selon les prescriptions des fabricants. Elles seront à 100% sans halogène.

Les chemins de câbles devront être dimensionnés de manière à disposer d'un espace de réserve suffisant de 30% et être accessibles en tout temps afin de garantir un tirage ou retirage de câbles ultérieurs. Lors de transit dans des faux-plafonds non démontables, des trappes d'accès devront être prévues.

Les canalisations dédiées aux installations de sécurités devront être planifiées et mises en œuvre de façon à répondre aux exigences des normes NIBT et réglementations de protection incendie en vigueur.

Les câblages à courant fort et à courant faible déployés dans le bâtiment, transiteront dans des canalisations distinctes et séparées par une distance adéquate de telle façon que des problèmes liés à la CEM[11] ne puissent survenir. Ils seront identifiés aux deux extrémités au moyen d'étiquettes prévues à cet effet et garantissant un repérage durable.

Les contraintes environnementales seront prises en compte notamment pour la protection contre les UV, rongeurs, la tenue à l'humidité (dégradation de l'isolation des câbles Cca et Dca au contact de l'eau), etc. dans tous les cas, les normes seront appliquées mais également les préconisations des fabricants.

6.6 Câblage résistance au feu

Les caractéristiques des câblages devront répondre aux normes de protection incendie AEAI et CPR[12]. La planification devra être réalisée en conformité avec les exigences selon KBOB[13].

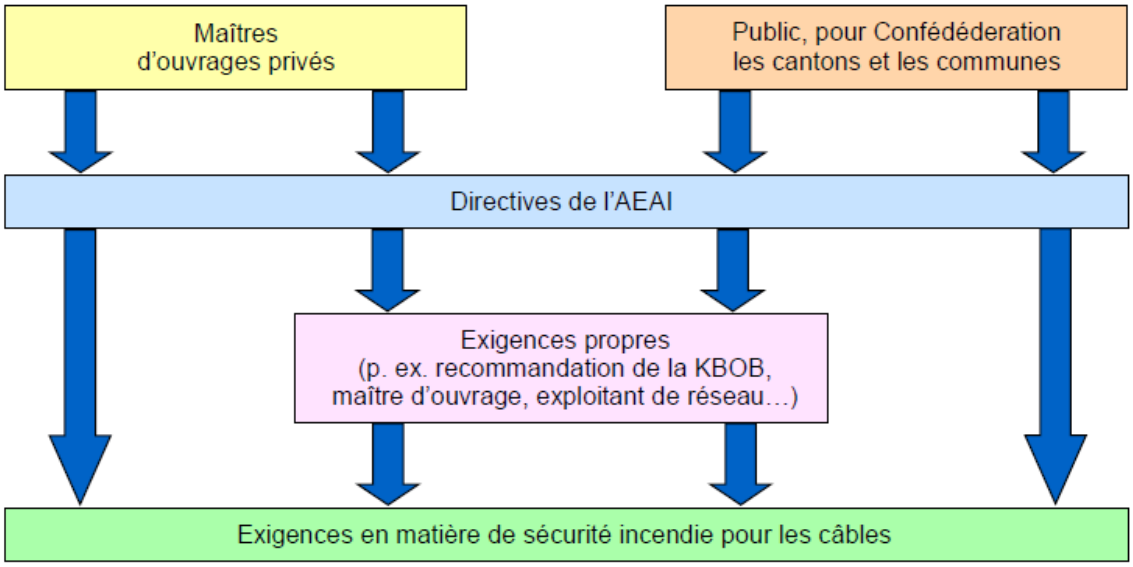


Figure 4 – Exigences normatives suisses pour le choix des câbles (Electrosuisse)

[11] *CEM = Compatibilité électro magnétique*
[12] *CPR = Norme Construction Products Regulation*
[13] *KBOB = Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des Maîtres d'Ouvrage publics*

Désignation du câble Réaction au feu min.	Applications standard	KBOB Etat (main publique)	AEAI	NIBT BD=classific. des bâtiments
Cca-s1,d1,a1 FE05C, FG16M16, LiHH, LiH(St)CH, CDI, KNX, câbles plat, câbles data	voies de secours; risque plus élevé	✓✓	voies de secours	BD 2 - 4
Dca-s2,d2,a2 FE0D, FG7M1, U72, G51, CDI, câbles plat, data et fiberoptique	en dehors des voies de secours; câbles sans halogène	✓	autres utilisations	
Eca TT PVC, Fil-T, U72 + G51, PVC et sans halogène	en dehors des voies de secours; sans exigences parti-culières	✕		BD 1
Fca PUR-PUR	Applications extérieu-res; jusqu'au point de transfert du bâtiment; pas de protection contre l'incendie			

Figure 5 – Tableau classification câbles selon normes KBOB AEAI et NIBT

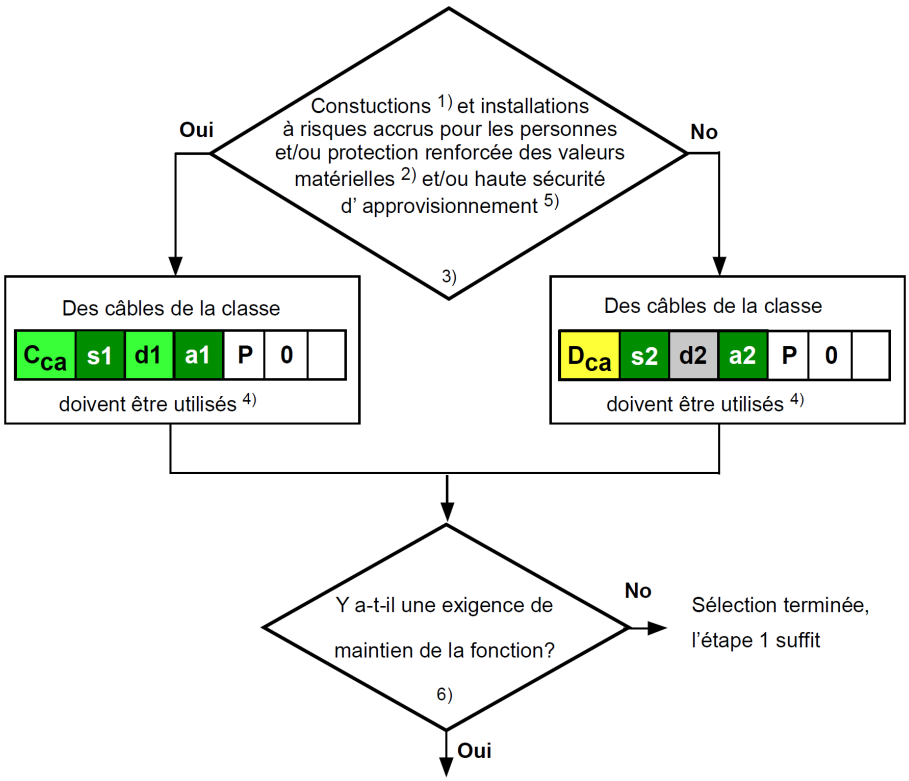


Figure 6 – Procédure pour la sélection des câbles en fonction de la réaction au feu (KBOB)

Les câblages devront être réalisés selon les types d'affectations et le tableau ci-dessous tiré de la KBOB :

Type de bâtiment	Conditions	Catégorie danger personnel	Catégorie des câbles
Home pour personnes âgées et hôpital	Présentant un grand danger accru pour les personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Haute école et école	Peuvent contenir un grand nombre de personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Bâtiments administratifs	De moins de 100 postes de travail	Pas de risque accru pour personnes	Dca-s2,d2,a2
Musée, archives	Présente un besoin accru de protection matériel	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Immeubles administratifs	Bureaux paysagers jusqu'à 100 personnes max.	Pas de risque accru pour personnes	Dca-s2,d2,a2
	Bureaux paysagers pour plus de 100 personnes max.	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
hall d'exposition, salle de spectacles	Moins de 1200 m^2 de surface moins de 100 personnes	Pas de risque accru pour personnes	Dca-s2,d2,a2
	Plus de 1200 m^2 de surface plus de 100 personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Installations souterraines	Protection des valeurs matérielles et danger pour des personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Tunnels	Voies d'évacuation et de sauvetage, danger pour des personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1
Prisons	Pouvant contenir plus de 100 personnes	Risque accru pour personnes	Cca-s1,d1,a1

Tableau 1 – Catégorie de risque en fonction des affectations (KBOB)

Classe Dca-s2, d2, a2

Les câbles de type Dca-s2, d2, a2 conviennent pour toutes les installations usuelles dans lesquelles des câbles ignifuges sans halogène sont utilisés. Ils dégagent beaucoup moins de fumée que les câbles TT (en PVC), libèrent une énergie thermique moindre et génèrent peu de gaz d'incendie corrosifs (faible taux d'acidité). Les câbles d'installation FE0 sans halogène, utilisés aujourd'hui dans de nombreux domaines, sont désormais classifiés **Dcas2, d2, a2** et s'appellent maintenant **FE0D**. Ils ne sont pas prévus pour être installés dans des voies d'évacuation étant donné qu'ils ne sont pas conformes à l'exigence minimale de l'AEAI (câbles non critiques). Les câbles FE0D sont prévus pour une utilisation dans les bâtiments avec un niveau de protection incendie moyen et en dehors des voies d'évacuation et de secours.

Classe Cca-s1, d1, a1

Dans les zones présentant des contraintes élevées en matière de protection incendie et notamment dans les voies d'évacuation, les câbles de la classe de comportement au feu Cca-s1, d1, a1 sont recommandés. Ils sont conformes à la fois à l'exigence élevée de la KBOB et aux exigences de l'AEAI concernant les voies d'évacuation. Ils ont un meilleur comportement au feu : faible propagation du feu, libération d'énergie thermique réduite, émission de fumée très faible, formation minime de gouttelettes enflammées et très faible niveau d'acidité. À l'instar des câbles d'énergie, ces derniers ne s'appellent désormais plus FE 5 mais **FE05C**. Les câbles FE05C sont prévus pour une utilisation dans les bâtiments avec un niveau de protection incendie élevé et pour une utilisation dans les voies d'évacuation et de secours.

Le bureau d'étude tiendra compte du niveau de protection incendie en fonction de l'affectation des locaux.

La mise en œuvre de câbles de type Cca ou Dca dans un environnement extérieur peut provoquer une dégradation prématurée sur les isolations. Ce type de câblage n'étant pas adapté à ces conditions climatiques, le câblage déployé devra être choisi et adapté à ce type d'environnement. Il devra également résister aux UV et éventuels rongeurs. Leur mise en œuvre devra dans tous les cas répondre à la norme NIBT en vigueur.

6.7 Identification

Les tableaux électriques ainsi que les équipements (prises, boîtes de dérivation, etc.) seront identifiés et étiquetés selon le cahier de normalisation de l'OCBA *"Identification des installations"* disponible sur la plateforme OPTIMISO de l'État de Genève.

6.8 Réception

Les réceptions de travaux ne pourront avoir lieu que lorsque les installations et les différents systèmes seront parfaitement opérationnels et les contrôle OIBT final et de réception terminée. Un dossier de révision sera remis au préalable dans le délai et contenant les documents indiqués dans le chapitre 7.2.

Afin de garantir un déroulement optimal des réceptions de travaux, le mandataire s'assurera au préalable que les installations et les différents systèmes relatifs à son mandat sont en ordre. Le cas échéant, il fera corriger les défauts par les entreprises et/ou les fournisseurs avant la réception de l'ouvrage.

Les pré-réceptions et les réceptions seront organisées par le mandataire technique spécialisé. Ces dernières seront protocolées par ses soins dans un document prévu à cet effet et disponible sur la plateforme OPTIMISO de l'État de Genève. Tous les défauts seront soigneusement retranscrits dans ce document.

Le Maître d'Ouvrage ne sera convié que lorsque le mandataire technique et/ou la Direction de travaux se seront assurés que l'ouvrage est jugé recevable et que la réception peut avoir lieu.

Dans le cas ou plus de cinq défauts mineurs ou un défaut majeur sont constatés, la réception sera alors refusée et différée à une date ultérieure selon le délai fixé par le Maître d'Ouvrage.

Une fois les réceptions achevées et les éventuels défauts levés le protocole de réception sera alors signé par tous les partis. Un exemplaire sera remis au Maître d'Ouvrage, à la Direction de travaux, aux mandataires techniques et à l'entreprise et/ou fournisseur.

7 Documents et dossier de révision

7.1 Documents et attestations

Tous les documents à produire et à fournir doivent être approuvés par l'OCBA. Ils sont à remettre à la fin de chaque phase SIA. Ce procédé marque le point de départ de la phase d'étude suivante.

La qualité de la documentation d'ouvrage est jugée de manière similaire que la qualité de la réalisation des travaux. Les défauts de la documentation sont traités de la même manière que les défauts physiques de l'ouvrage. On observera que l'auteur de la documentation d'ouvrage doit garantir l'absence de défauts.

Une fois le dossier reçu selon les délais décrit dans le chapitre 7.2, l'OCBA vérifie l'absence de défauts des documents transmis par le bureau d'étude. Le paiement final sera effectué une fois le dossier de révision valider.

Phase selon SIA							**Documents à fournir pour validation par SIP**	
Étude de faisabilité	Avant-projet	Projet de l'ouvrage	Appels d'offres	Projet d'exécution	Exécution	Mise en service,	Légende :	
							(✓)	À déterminer au préalable
							(✓)	Estimation / exécution sommaire

							✓	Version définitive
							[✓]	Contrôle et adaptation
21	31	32	41	51	52	53	✓	Documents révisés pour dossier de révision
(✓)	(✓)	✓					Études de variantes : alimentation électrique centralisée / décentralisée, utilisation d'énergies alternatives (photovoltaïque, éolienne), etc.	
(✓)	(✓)	✓					Concept d'alimentation électrique : injection dans le réseau, installations de distribution, alimentation électrique de secours (Groupe électrogène / ASI), utilisation d'électricité solaire, etc.	
(✓)	(✓)	✓				✓	Calcul des puissances et consommations électriques, établissement d'un bilan de puissance	
		✓		[✓]		✓	Exécution du certificat 387/4 selon critères du label énergétique (actualisé en fonction des phases SIA)	
(✓)	(✓)	✓				✓	Concept d'alimentation de secours (des installations électriques de secours prennent en charge l'alimentation en énergie en cas de panne de l'alimentation générale), y c. définition de la durée de prise en charge et de l'autonomie	
	(✓)	✓		[✓]		✓	Concept de mise à la terre, d'équipotentialité, de protection contre la foudre extérieure et intérieure	
	(✓)	✓	[✓]			✓	Plans des appareillages CFO & CFA	
		(✓)		✓		✓	Plans d'installations CFO & CFA	
(✓)	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe et unifilaire de distribution courant fort	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schémas de principe des exutoires de fumée sur la base du concept de protection incendie ainsi que de la commande des installations de désenfumage	
(✓)	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe courant faible	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe audiovisuel	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe de détection incendie	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe de sonorisation d'évacuation	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Concept des installations de sûreté (Intrusion, contrôle d'accès, vidéosurveillance, etc.)	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe et plans du contrôle des accès	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe et plans de l'installation de vidéosurveillance	
	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe et plans de l'installation anti-intrusion	

	(✓)	✓	[✓]	[✓]		✓	Schéma de principe du système de gestion domotique KNX / Adb et de mesures d'énergie y compris l'interfaçage avec le système MCR (si KNX typologie d'adressage des adresses physique et adresses de groupes)
(✓)	(✓)	✓					Descriptif avec estimation des coûts par CFC des installations électriques
			✓				Dossier d'appel d'offre (soumission, plans, schémas, etc.)
			✓		[✓]	✓	Évaluation et définition des besoins pour les contrats d'entretiens
					✓	✓	Réceptions et attestations d'homologation légales

7.2 Dossier de révision

Lorsque les travaux sont achevés, un dossier de révision des installations électriques doit être remis en 2 exemplaires sur support informatique (clé USB) et papier déposé directement sur site dans le local BT dans l'armoire prévue à cet effet après validation par l'OCBA. Le deuxième exemplaire sera transmis à l'OCBA uniquement par support informatique.

Les plans et les différents schémas de principe seront remis aux formats natifs dwg (Autocad), Word, Excel et dans tous les cas en pdf.

Le dossier de révision sera composé des documents techniques suivants conformes à l'exécution :

- ⇒ Les plans d'installations courant fort ;
- ⇒ Les plans d'installations d'éclairages avec le report des niveaux d'éclairement moyen relevé lors de la réception des travaux ;
- ⇒ Les plans d'installations courant faible ;
- ⇒ Les plans d'installations de sécurité ;
- ⇒ Les plans d'installations de sûreté ;
- ⇒ Maquette BIM selon charte (si projet réalisé en BIM) ;
- ⇒ Les schémas de principe courant fort et courant faible, etc. ;
- ⇒ Les schémas des tableaux y compris TGBT avec les listes des circuits ;
- ⇒ Une liste des matériaux et appareils à courant fort, courant faible, de sécurité et de sûreté installés sur site par l'installateur électricien, notamment les types de prises, d'onduleurs, de KNX, etc., les fiches techniques des appareils devront accompagnés cette dernière ;
- ⇒ Mode d'emploi des appareils ;
- ⇒ Les contrôles OIBT (AI[14], RS[15], PM[16]) ;
- ⇒ Les protocoles de mesure, certification CUB ;
- ⇒ Carnet de lustrerie contenant les caractéristiques techniques et lumineuses ;
- ⇒ Certificat Minergie 387/4 final actualisé selon exécution ;
- ⇒ Fichier de programmation domotique KNX (Adresse physique et de groupe).

[14] *Avis d'installation*
[15] *Rapport de sécurité*
[16] *Protocole de mesure*

Le dossier de révision des installations électriques doit être transmis à l'OCBA pour consultation et approbation deux semaines avant la remise de l'ouvrage. Dans le cas où il serait manquant, la réception des travaux des installations électriques serait refusée.

8 Directives techniques électriques

CFC 135 – Installations de chantier en commun – provisoire gros œuvre

Une installation provisoire de chantier permettant d'alimenter, les machines de génie civil telles que les bétonneuses, les grues, les cabanes de chantier et le provisoire de chantier second d'œuvre sont à étudier et à déployer sur les chantiers nécessitant ce type d'installation.

En dehors des heures de chantier, ces installations devront être automatiquement coupées par une horloge programmable.

L'ensemble des installations provisoires seront contrôlées à un intervalle selon l'article 32 de l'OIBT et pendant la durée du chantier.

CFC 143 – Conduites de raccordement aux réseaux

Lors des phases initiales du projet, le bureau d'étude aura la charge d'évaluer et de proposer des solutions permettant d'éventuelles extensions futures.

Les fouilles où transitent des canalisations électriques doivent dans la mesure du possible être coordonnées et mutualisées avec les autres techniques CVCS. Elles seront chacune disposées à une altitude définie par leurs réglementations respectives.

Les canalisations posées dans un sol ou terrain public ou utilisées comme tel doivent se trouver à une profondeur d'au moins -60 cm. Leur emplacement sera indiqué par une bande de marquage.

Une attention particulière sera portée aux emplacements et installations environnantes notamment CFF, TPG, moyenne tension afin d'éviter des conflits ou perturbations que pourraient générées celles-ci.

CFC 153 – Adaptation du réseau de conduite existante

Dans la mesure du possible, si des canalisations sont existantes et qu'elles présentent un état satisfaisant et que ces dernières répondent aux dimensions nécessaires ainsi qu'aux exigences normatives en vigueur, il y aura lieu de les récupérer.

CFC 231 – Appareils à courant fort

CFC 231.0 – Système de production d'énergie photovoltaïque

Le présent CFC traite les spécificités relatives aux système de production d'énergie photovoltaïques composé notamment des panneaux capteurs, le système de support et de fixation, ainsi que le ou les onduleur(s).

Le système répondra aux normes en vigueur qui prescrivent des exigences aussi bien sur l'aspect mécaniques, électriques que sur le plan de la sécurité incendie notamment :

- ⇒ CEI 61215, modules photovoltaïques (PV) pour application terrestre – qualification de la conception et homologation ;
- ⇒ CEI 61730, modules photovoltaïques (PV) – qualification pour la sécurité ;
  - ➢ Partie 1 : critères pour le montage

- Partie 2 : critères pour le contrôle

⇒ Norme NIBT ;

⇒ SN 491000 – feuilles info ;

⇒ Directives ESTI ;

⇒ AEAI ;

⇒ SIA 261 ;

⇒ SUVA ;

⇒ EN 13374 ;

⇒ Loi sur l'énergie en vigueur du canton de Genève.

Dans le cadre de travaux réalisé dans un bâtiment classé, le concept devra répondre aux exigences de l'Office du patrimoine et des sites et validé par ce dernier.

Généralités

Les concepts de production photovoltaïque planifiés feront l'objet d'une étude approfondie par le mandataire. La puissance minimale à atteindre par le système de production d'énergie photovoltaïque sera basée sur les exigences des règlementations émises par l'autorité cantonale compétente. Toutefois, si la surface le permet, une proposition étendue en variante (optimisation de la surface à disposition) sera également soumise à l'OCBA.

De manière générale, les installations PV **> 100 [kWc]** sont prises en charge par les SIG en contracting avec l'Etat de Genève. Le mandataire devra toutefois, se coordonner avec le service SIG photovoltaïque, et prendre en compte dans ses études de l'ensemble des demandes notamment pour les passages, les canalisations des alimentation AC, le raccordement du point d'injection, etc. (Autoconsommation dans tous les cas contracting ou pas).

À chaque phase d'étude, un dossier sera présenté à l'OCBA pour validation (voir chapitre documentation ci-dessous).

Un étude d'intégration architecturale des panneaux sera réalisée par le mandataire, tenant compte de la couverture maximale disponible de la toiture par des panneaux photovoltaïques et jugé la plus adéquat afin de garantir la meilleure performance du système en fonction de la configuration et de l'orientation du bâtiment soit :

⇒ Apposé ;

⇒ Intégré ;

⇒ Ajouté.



Figure 9 – Système apposé



Figure 7 – Système intégré



Figure 8 – Système ajouté

Le mandataire aura la tâche de récolter toutes les informations nécessaires lui permettant de réaliser l'ensemble des études et les démarches administratives auprès des différent intervenant notamment des autorités, du MO, GRD ou entité de contracting. Il devra notamment déterminer auprès du gestionnaire de réseau si la faisabilité de la réinjection de l'énergie produite dans le réseau GRD existant en fonction du dimensionnement l'installation planifiée est possible. Si un paramétrage de la limitation (statique / dynamique) de l'injection de puissance active de l'onduleur est nécessaire.
Le type de raccordement et de comptage à mettre en place sera également étudier par ce dernier, en fonction de si l'énergie produite sera autoconsommée ou entièrement refoulée sur le réseau.

Une étude approfondie sur la puissance de production et l'énergie produite du champ de production photovoltaïque sera également réalisée lors de la phase projet, par le mandataire.

Les contraintes statiques liées à l'intégration du système de production d'énergie seront également étudiées par le mandataire et soumise à un ingénieur civil pour validation.

La solution de pose du ou des onduleurs en toiture sera priorisée. Ces derniers seront fixés sur un châssis prévus et conçu à cet effet. Dans le cas où un tableau de couplage AC sera nécessaire, ce dernier sera également fixé sur ce même châssis.



Figure 10 – Exemple châssis de fixation onduleurs PV et tableau de couplage AC

Si la pose en toiture n'est pas possible, les onduleurs seront dans ce cas installés dans un local technique dédié. Ce dernier sera positionné au plus proche des sources de production de façon à optimiser les longueurs de lignes des câblages DC.

Toutes les parties métalliques composant le système seront mise à la terre conformément à la norme NIBT en vigueur.

Les installations et les équipements seront conçues de manière à ce qu'elles puissent résister à toutes les contraintes climatiques liées à l'environnement (vent, pluie, neige, température élevée, basses, corrosion, UV, etc.).

Toutes les démarches administratives auprès des différentes instances telle que les SIG, ESTI, Swissgrid – Pronovo, OCBA, Police du feu, etc, devront être pris en considération.

L'installation sera certifiée par un organisme de certification accrédité pour la saisie de garanties d'origine (GO) de la production.

Le mandataire tiendra compte de la planification de toutes les mesures de protection contre les chutes comprenant des zones accessibles de la toiture ou sont déployés les installations de production d'énergie photovoltaïques. Les installations de protection (ligne de vie) devront dans tous les cas répondre aux normes, lois et ordonnances fédérales y relatives et seront homologuées SUVA. Ce sujet sera évoqué et coordonné avec tous les mandataires concernés et la DT

Protection incendie

Lors des phases de planification, toutes les zones coupe-feu devront être étudiées. Pour les traversées neuves ou existantes nécessaires de ces zones, le mandataire devra prévoir les obturations nécessaires en conséquence et prévues avec les matériaux adéquats homologués AEAI.

Dans tous les locaux ou les zones avec risques d'incendie, il faudra respecter la distance minimale de sécurité entre les éventuelles installations de protection contre la foudre et les canalisations actives.

Les panneaux photovoltaïques sur les toits en pente devront être dotés d'une couche externe incombustible.
Les panneaux photovoltaïques construit avec une couche externe combustible (indice incendie 4.1 ou 5.1) pourront être admis, en lots de surface limitée à 120 [m^2] maximum, et à conditions qu'ils soient séparés par des bandes en matériaux incombustibles de 2 [m] de largeur.

Dans le cas d'un montage de type intégré au bâti (toiture), une couche d'isolation étanche à la poussière couvrant toute la surface de la toiture et d'une épaisseur d'au moins 10 [mm], d'un indice incendie d'au minimum 4.2 et d'un poids spécifique d'au moins 450 [kg/m^3] devra être prévue et installée.

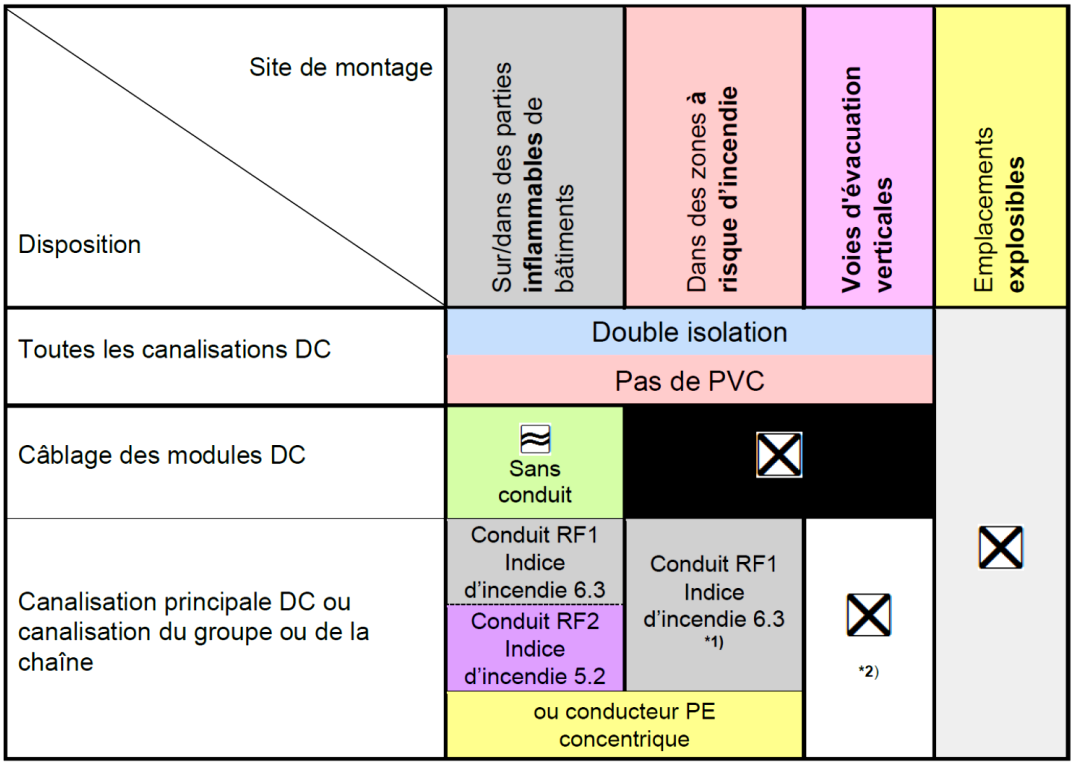
Les concepts établis respecteront dans tous les cas, les recommandations de la branche photovoltaïque Suisse.

Le concepteur devra prévoir les matériaux et la mise en œuvre nécessaires pour satisfaire aux exigences de la Police du feu compétente. Notamment, pour la conformité du local onduleur ou serait installer le(s) onduleur(s) soit d'une résistance aux feu EI60 vis-à-vis des normes de protection incendie.
Un protocole d'intervention avec mise en place de matériel spécifique pour intervenir sur le champ PV devra être établis par le concepteur et/ou l'entreprise en collaboration avec les services du feu. Ce document officiel sera remis aux parties concernées et annexé au document exigé dans le chapitre ci-dessous *"Documentation".*

Les pompiers n'auront qu'un seul point de coupure général AC pour l'ensemble de l'installation avec la commande à l'accès pompiers et le disjoncteur ou le contacteur AC au point d'injection. Le boîtier de commande contiendra 1 lampe LED verte de signalisation EN avec un test lampe. Ce dernier sera positionné à l'emplacement défini par le concept de sécurité incendie établi par un ingénieur sécurité.

En cas d'installation de batteries, celles-ci devront être séparées dans un local constituant un compartiment coupe-feu dédié à ce seul usage et pourvu d'une aération suffisante.

Les canalisations pour le passage du courant continu (DC) devront de plus respecter les exigences de placement spécifiées dans le tableau AEAI ci-dessous :



≋ Admissible
☒ Non admissible
*1) Les conduits doivent être posés et fermés de manière à empêcher toute introduction de rongeurs.
*2) Possibilité de disposition par une séparation des espaces présentant au moins une résistance au feu EI30-RF1.

Figure 11 - Exigences de placement des canalisations DC (Guide de protection incendie AEAI 2015)

Câblage DC

Le câbles DC des installations de production photovoltaïques répondrons aux exigences des normes NIBT, CEI 60228 classe 5, EN 60332-1-2 et EN 60811 en vigueur.

Ils devront également satisfaire aux critères suivantes :

- ⇒ Câblage armé réticulé résistance aux intempéries et aux UV ;
- ⇒ La classe de protection sera de Classe II à double isolation ;
- ⇒ La tension nominale contre terre / entre pôles : 600 [VAC] / 1000 [VAC] ;
- ⇒ Résistance à des températures ambiantes extrêmes allant de -40 et +120 [°C] ;
- ⇒ Matériaux non propagateurs de flamme ;
- ⇒ Tous les câbles doivent être sans halogènes ;
- ⇒ Chute de tension maximal autorisée par string sera de $\Delta U_{\text{Ligne par string PV}} = 1\ \%$, la section de câble sera à adapter en fonction des longueurs des câbles.

Câblage AC

Le câbles AC des installations de production photovoltaïques répondrons aux exigences des normes NIBT en vigueur. Ces derniers répondront également aux caractéristiques suivantes :

⇒ Matériaux non propagateurs de flamme ;

⇒ Tous les câbles déployés seront sans halogènes et répondront aux exigences des normes CPR et KBOB cité dans le chapitre 6.5 du présent cahier technique ;

⇒ Afin d'optimiser au maximum la production et l'efficience des installations de production d'énergie photovoltaïques, la chute de tension admissible en ligne AC ne pourra excéder $\Delta U_{\text{Ligne production PV}} = 1\ \%$. La section de câble sera à adapter en fonction de la longueur de la ligne.

⇒ Ils seront tous identifiés par des étiquettes résistant aux conditions climatiques ou ils sont déployés.

Panneaux

Les panneaux photovoltaïques répondront aux normes et certification selon CEI 61215, CEI 61646, CEI 61730, CEI 62446.

Ils devront répondre aux caractéristiques minimales ou supérieurs décrites ci-dessous :

⇒ Cellules de type monocristallin ;

⇒ Verres antireflets avec un traitement permettant de retenir (par réfraction) les rayons lumineux ;

⇒ La couleur et l'aspect du cadre et des modules proposés devront être soumis à l'OCBA ;

⇒ Rendement minimal d'un module : 20 % aux conditions STC[17] ;

⇒ Tension de crête : Libre ;

⇒ Courant de crête : Libre ;

⇒ Masse unitaire : Pas d'exigences pour autant que les tolérances statiques de la (les) toiture (s) soit respectée ;

⇒ Classe de protection II ;

⇒ Une boite de connexion IP67 au minimum.

Les certificats de performances de chaque module devront être fournis à la livraison sur site (sous les conditions standards STC). Chaque module devra avoir une tolérance de puissance comprise dans l'intervalle 0 à +5 % maximum par rapport à la puissance nominale, les flash-tests[18] des modules faisant foi. Les modules PV en dehors de cette plage ne seront pas recevables et devront être remplacés par des modules conformes. Les flash-tests de tous les modules devront être fournis.

Onduleurs

Le(s) onduleur(s) devra répondre aux caractéristiques minimales ou supérieurs décrites ci-dessous :

⇒ Le nombre d'onduleurs devra être compris entre 1 et 8 unités ;

⇒ La puissance de(s) l'onduleur(s) sera adaptée à la puissance de production et répartie sur un nombre d'unité maximal exigé ;

⇒ Il sera adapté pour résister aux conditions climatiques d'une température de -25 à +60 [°C] ;

⇒ Le degré de protection minimal sera adapté à l'environnement immédiat soit en intérieur IP21 et extérieur IP54 (sous couvert) ;

⇒ En sortie, il(s) sera prévu(s) pour un fonctionnement sous une tension triphasée de 400 [V] ;

⇒ Le rendement sera égal ou supérieur à 97 % ;

⇒ Dispositif de déconnexion automatique avec le réseau public selon DIN VDE 0126-1-1 ;

[17] Puissance du spectre STC = 1 000 [W/m²]
[18] La tolérance flash test donne la perte/le gain en puissance observée en conditions STC comparée à la puissance affichée du panneau

⇒ Recherche du point de puissance maximale (Tracker MPPT) dans le cas où aucun optimiseur n'est demandé,

⇒ Contrôle d'isolement coté DC permettant de prévenir d'un défaut éventuel d'isolement entre chaque polarité et la masse ;

⇒ Protections internes protégeant l'onduleur contre tout défaut électrique (surcharges, surintensités...) ou thermique ;

⇒ Limiteur de puissance intégrée dans l'onduleur qui permet le réglage dynamique de la production électrique PV ;

⇒ Alarmes : chaque onduleur doit avoir un indicateur de défaut et des alarmes de surcharge, surtension ou de synchronisation, qui seront remontées via le système de monitoring ;

⇒ Performance : la puissance réelle en sortie onduleur et de chaque string doit pouvoir être visualisée et la production énergétique de la centrale être transmise sur une interface de visualisation des données et transmises et relevées à distance sur le réseau de l'État de Genève ;

⇒ Synchronisation automatique avec le réseau.

Optimiseurs de puissance DC

Le mandataire aura la tâche d'évaluer si l'installation d'optimiseur de puissance serait pertinente en fonction de la situation géographique du bâtiment, de son environnement proche et des ombrages potentiels qui pourrait occasionnés des pertes conséquentes de production d'énergie.

Dans le cas ou des équipements d'optimisation de puissance serait jugés nécessaires, le mandataire proposera des modules adaptés à la puissance nécessaire des panneaux et entièrement compatible avec le(s) onduleur(s).

Ils répondront aux exigences des normes : CEI 61000-3-6, CEI 61000-2-6, CEI 62109, B classe 15 mais également aux caractéristique minimales suivantes :

⇒ Les optimiseurs seront installés à l'extérieur sur le toit, à l'arrière des panneaux photovoltaïques ;

⇒ Un optimiseur équipera d'un à quatre panneaux photovoltaïques ;

⇒ Le rendement sera égal ou supérieur à 97 % ;

⇒ Ils seront conçus pour résister à des conditions environnementales extrêmes de -40 [°C] à +65 [°C] ;

⇒ L'indice de protection sera au minimum IP65 ;

⇒ Une commande d'arrêt automatique de la tension continue du module pourra être effectuée à distance notamment pour la maintenance de panneaux ou en cas d'urgence par les pompiers ;

⇒ Des mesures de performance avancées en temps réel pourront être effectuées ;

⇒ Ils seront fiables et garantie pour la même durée de vie que les panneaux photovoltaïques soit 25 ans.

Tableau de couplage AC

Dans le cas où plusieurs onduleurs seraient nécessaires, un tableau de couplage AC sera dans ce cas prévu. Ce dernier comprendra tous les organes de protection et de sectionnement nécessaires. Il aura pour fonction de coupler les alimentations AC en sorties des onduleurs.

Il répondra aux exigences des normes EN 61439, NIBT mais également aux caractéristique minimales suivantes :

⇒ L'indice de protection sera au minimum IP65 ;

⇒ Le tableau sera équipé d'un système de fermeture par serrure à clé ;

⇒ Les entrées de câbles seront effectuées par des presse-étoupes ;

- ⇒ Il sera dimensionné selon les caractéristiques de puissance, de tension et de courant nominaux calculés de l'installation ;
- ⇒ Il sera équipé d'interrupteurs de sectionnement cadenassable par ligne AC couplée ;
- ⇒ Un interrupteur sectionneur général cadenassable sur le départ de la ligne principale d'alimentation sera prévus ;
- ⇒ Tous les systèmes de protection contre la foudre intérieure (SPD) seront dimensionnés et prévus dans le tableau selon les exigences de la norme NIBT en vigueur ;
- ⇒ Protections différentielles (DDR) nécessaires ;
- ⇒ 2 prises T13 seront prévues pour l'alimentation 230 [V] du modem + divers ;
- ⇒ 1 connexions CUB depuis rack le plus proche avec prise RJ45 ;
- ⇒ Identification du coffret et de chaque câble par des étiquettes selon exigences OCBA.

Supervision et comptage

Le mandataire étudiera une solution de supervision de l'installation. Cette dernière devra comprendre au minimum :

- ⇒ Une sonde d'ensoleillement avec une précision maximale de 5 %, et ce pour chacune des zones de la toiture recevant un ensoleillement différent (inclinaisons et/ou azimuts variables des modules, ombrages importants…) ;
- ⇒ Une sonde de température module pour chaque zone avec une précision de mesure de maximum 1K ;
- ⇒ Une centrale d'acquisition des données des capteurs ci-dessus et des données issues des onduleurs pouvant envoyer les données sur un portail via GPRS. Celle-ci sera placée à proximité des onduleurs ;
- ⇒ Le câblage entre les compteurs SIG et le monitoring sera à prévoir dans le concept.

Ces éléments devront permettre de calculer la production d'énergie de l'installation photovoltaïque et de vérifier ses performances, en comparant ces dernières avec celles attendues, en tenant compte des données météo réelles.

Le système devra également permettre de récupérer les informations essentielles des onduleurs, à savoir pour chaque onduleur :

- ⇒ Énergie produite le jour J & J-1 ;
- ⇒ Tensions et courants de chaque chaine de module, ou au minimum de chaque MPPT ;
- ⇒ Fréquence du réseau ;
- ⇒ Tension de chaque phase du réseau ;
- ⇒ Alarmes ;
- ⇒ Visualisation des valeurs par panneaux PV si des optimiseurs de puissance sont disponibles.

Le système devra permettre de réaliser une historisation de toutes les valeurs mesurées en créant des valeurs moyennes sur un intervalle de temps prédéfini réglable. Ceci doit permettre de visualiser les courbes de charge journalières, hebdomadaires, et mensuelles avec la possibilité de comparer ces courbes de charge avec des moyennes des années précédentes, ou une courbe de production calculée.

Les caractéristiques suivantes doivent aussi être étudiés et prévu par le système soit :

- ⇒ L'historisation des mesures et journal des événements décrits ci-dessus ;
- ⇒ La visualisation instantanée des mesures électriques et états du système ;

⇒ La transmission des alarmes via mail et/ou SMS ;

⇒ La comparaison de la production réelle par rapport à la production théorique ;

⇒ L'établissement des courbes du choix de l'utilisateur ;

⇒ La possibilité d'exportation des données (fichiers .csv où .txt) ;

Le système devra également permettre de récupérer les informations suivantes :

⇒ Les impulsions et/ou courbe de charge des compteurs officiels des SIG (Production PV et consommation du bâtiment).

Communication

Le système sera équipé d'une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève et de relevé les alarmes, les états ou les constantes à distance. Il devra permettre d'étendre la communication sans arrêt de l'exploitation.

Il sera munie d'une carte avec au minimum 1 contact libre de potentiel permettant la reprise d'état et d'alarme. Les informations d'états, de mesures, d'alarmes ainsi que les commandes pourront être transmises et reprises sur une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève et de relevé les alarmes, les états ou les constantes à distance.

Le système disposera d'une entrée **"arrêt d'urgence pompiers"** afin de permettre une mise à l'arrêt total de la production en cas d'urgence.

Le mandataire devra prendre en compte les démarches administratives nécessaires ainsi que l'installation des deux lignes téléphoniques suivantes :

⇒ Une ligne de type GPRS (avec rallonge antenne), IP ou analogique (à définir avec le gestionnaire du réseau de distribution) pour la télérelève du compteur de production par le gestionnaire du réseau de distribution,

⇒ Une ligne de type GPRS pour l'envoi des données de monitoring sur un portail internet.

Les coûts d'abonnement éventuels seront supportés par le Maître d'ouvrage.
Un module électronique de surveillance du système sera prévu dans le concept, il devra permettre de :

⇒ Surveiller à distance l'état des protections par disjoncteur ;

⇒ Surveiller à distance l'état des protections différentielles ;

⇒ Surveiller à distance l'état des parasurtenseurs (SPD) ;

⇒ Un contact libre de potentiel regroupant tous les défauts et indiquant si un des éléments du coffret est en défaut ;

⇒ Communiquer via une interface tel que définie dans les présentes spécifications.

Documentation

Les dossiers pour chaque phase d'études et de révision remis à l'OCBA devront contenir les documents suivants :

⇒ Un plan d'implantation comprenant les canalisations principales et la disposition des panneaux à l'échelle réalisé et adapté à chaque phase d'étude pour présentation et validation par l'OCBA ;

⇒ Schéma de principe intégrant :

- Le nombre de panneaux avec les caractéristiques (dimensions et puissance crête) ;
- La position le nombre et les caractéristiques électriques du ou des onduleur(s) ;
- La position du tableau de couplage AC (si plusieurs onduleurs) ;

- Les alimentations DC contenant les caractéristiques électriques (type de câble, tension, courant, section) lorsque celles-ci transitent dans le bâtiment ;
- L'alimentation AC contenant les caractéristiques électriques (type de câble, tension, courant, section) ;
- Type de raccordement de l'alimentation AC, du comptage officiel /statistique en fonction de si l'énergie produite est autoconsommée sur site ou réinjectée totalement sur le réseau ;
- La commande de coupure d'urgence pompiers.

⇒ Les fiches techniques de tous les équipements composant l'installation ;

⇒ Le calcul justificatif de la puissance minimal à installer selon LEn ;

⇒ La simulation de la production d'énergétique à l'aide d'un logiciel certifié (exemple PVsyst) ;

⇒ Le plan de maintenance spécifique au système planifié ;

⇒ Le dossier d'approbation par l'ESTI si nécessaire ;

⇒ L'étude comparative de variante avec calcul du retour sur investissement de l'installation ;

⇒ Protocole d'intervention pour l'exploitation.

CFC 231.1 – Installation à haute tension (MT)

Les stations de transformation MT/BT qui sont propriété de l'État de Genève seront réalisées en conformité avec les directives de L'ESTI et du GRD (SIG).

Une proposition sera soumise à l'Etat de Genève dès le début du concept afin de déterminer si l'acquisition du poste MT est souhaité par le Maître d'Ouvrage. Elle sera accompagnée d'un calcul de retour sur investissement R.O.I. à court, moyen et long terme.

Si l'État de Genève devient propriétaire du poste MT, le mandataire et/ou l'entreprise devra impérativement proposer et fournir un concept de sécurité électrique adapté au site, conforme aux exigences de l'ESTI. Ce dernier devra être soumis à l'ESTI pour validation. Aucune dérogation ne sera admise.

Les études citées ci-dessus font partis intégrantes des prestations de base à fournir par le mandataire.

L'application des mesures de protection ORNI contre les effets du rayonnement non ionisant et le respect des valeurs limites d'exposition devront être respectées, notamment par des mesures d'éloignement ou par un capotage spécifique d'atténuation.

CFC 231.21 – Distributions principales à basse tension (TGBT)

Le tableau général basse tension du bâtiment sera construit selon les exigences de la norme EN 61439. Il comprendra la partie introduction réseau, les comptages officiels et sous-comptages ainsi que les départs de la distribution des tableaux secondaires, les installations techniques CVCS, etc. et au besoin, la reprise de la production photovoltaïque.

Les cellules de distribution réseau et de comptage seront disposées dans un local électrique dédié. Les comptages indirects et directs seront intégrés au TGBT, dans ce même local.

Le bureau d'étude devra tenir compte du calcul de la chaleur dissipée par les équipements dans le local. Dans le cas où une aération naturelle ne serait pas suffisante, une ventilation mécanique devra être prévue.

Les espaces de voies de fuite ainsi que les dimensions minimums des accès et des portes devront être assurés et conformes à la norme NIBT.

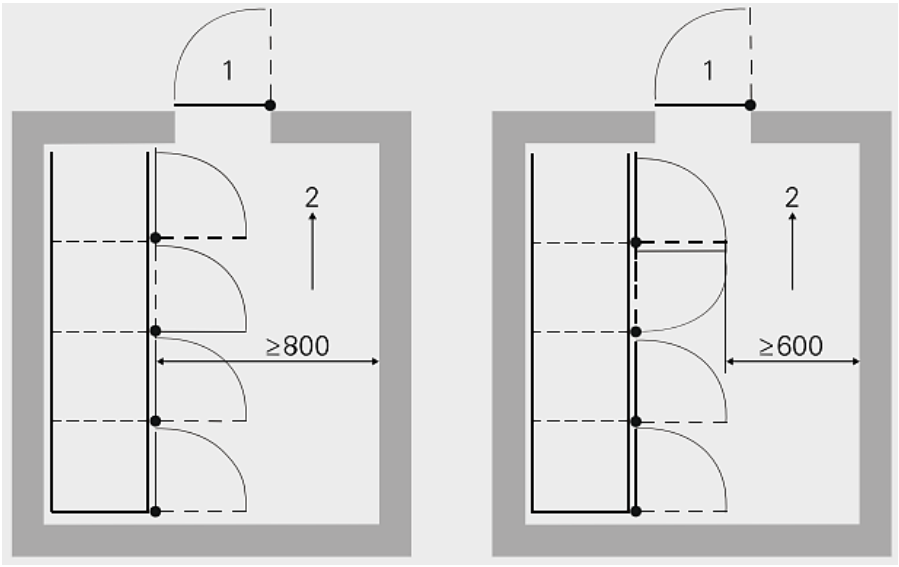


Figure 12 – Espace de fuite minimal requis entre cellule et mur (NIBT)

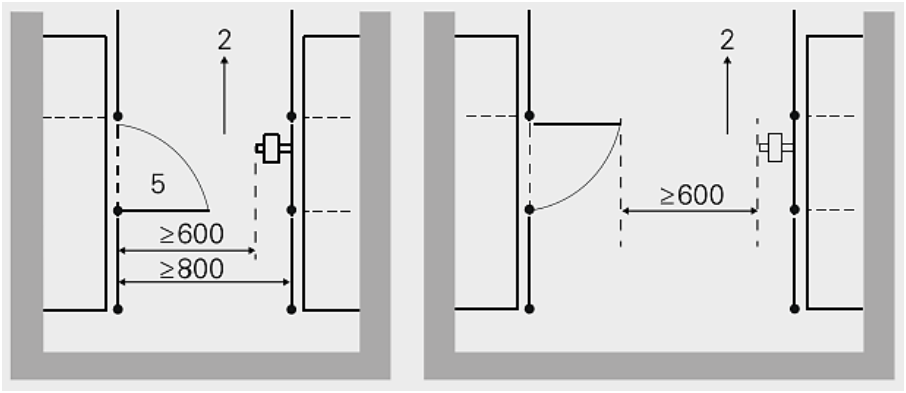


Figure 13 - Espace de fuite minimal requis entre les rangées de cellules (NIBT)

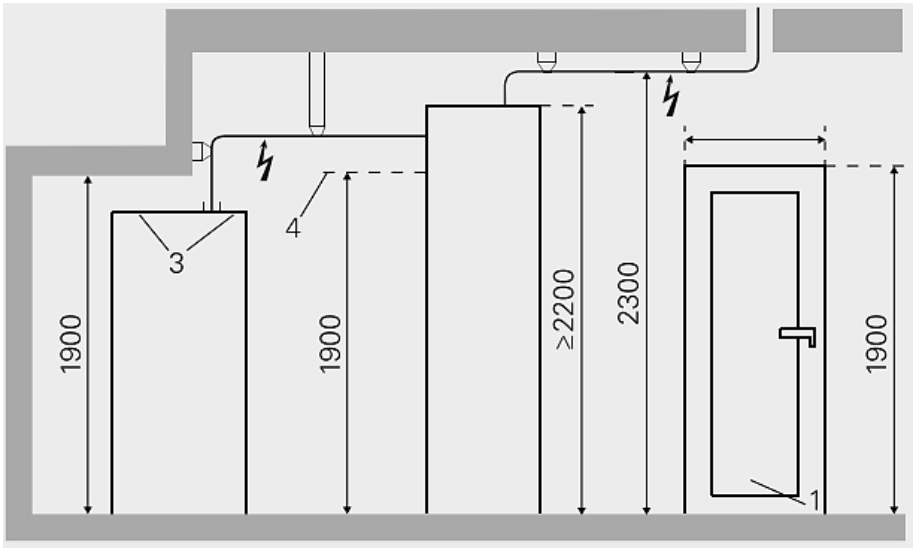


Figure 14 - Dimensions minimales des accès requis entre les rangées de cellules (NIBT)

Construction

La construction ainsi que le matériel devront répondre aux exigences techniques suivantes :

- ⇒ Les cellules de distribution principales composant le TGBT seront de type modulaire afin de permettre des évolutions et adjonctions futures ;
- ⇒ Les cellules seront métalliques, fermées à l'arrière et latéralement. La porte frontale sera vitrée et montée sur charnières invisibles depuis l'extérieur avec fermeture par crémone avec clé fixée au moyen d'une vise et par une chaînette à la cellule ;
- ⇒ Les parties métalliques seront traitées contre la corrosion ;
- ⇒ Les ouvertures pour le passage des câbles seront prévues en haut et en bas des cellules ;
- ⇒ La distribution réseau dans les cellules sera réalisée par un système de distribution de barre omnibus ;
- ⇒ Des cellules permettant la fixation et la sortie des câbles seront prévues. Elles devront être équipées de canaux à grille verticaux permettant la fixation des câbles ;
- ⇒ Toutes les parties sous tension seront protégées par des plaques isolantes transparentes. Dans le cas où les dimensions de celles-ci seraient supérieures à un mètre sur les axes [x] et [y] la fabrication sera conçue en plusieurs éléments. La fixation sera réalisée avec un système de fixation rapide isolant de type « vis quart de tour » ;
- ⇒ Au besoin, un faux plancher technique démontable devra être planifié par le mandataire afin de faciliter le tirage et le transit des câbles ;
- ⇒ Pour une cellule posée au sol, elle doit impérativement être munie d'un socle de 100 mm ;
- ⇒ Pour une cellule posée sur faux plancher, un châssis de réception intégré au faux plancher doit obligatoirement être installé avant toute pose d'armoire. Il ne sera pas admis de pose d'armoires directement sur le faux plancher sans châssis de support intégré. Les emplacements de réserve pour la pose de cellules ultérieures doivent être obturé par du faux-planché adapté et facilement démontable.
- ⇒ Les socles doivent être réalisés pour tous les emplacements de réserve dans le cadre du projet réalisé à la construction ou lors de la rénovation du bâtiment.
- ⇒ Le matériel sera exempt d'halogène ;

Organes de protection, sélectivité et filiation

Hormis pour la cellule d'introduction du réseau SIG, les protections des départs seront toujours réalisées par des disjoncteurs avec neutre protégé. Dans tous les cas les fusibles sont proscrits.

Les protections des départs BT supérieurs à une intensité de 40 [A] seront réalisés par des disjoncteurs de type " boîtier moulé", montés sur socle débrochable à chaud (sans coupure). Ils seront équipés d'unité de contrôle électronique communicante.

Les emplacements de réserves pour disjoncteur et sectionneur débrochable seront tous équipés de socles.

Lors du dimensionnement des sections des lignes, des organes de protections, la coordination, la sélectivité et la filiation sera totale depuis l'origine. Une étude de sélectivité et des calculs de courants de court-circuit présumés sera produite par le bureau d'étude et/ou par l'entreprise à l'aide d'un logiciel dédié par exemple Caneco, Ecodial ou autre. Ces documents devront être intégrés et remis à l'OCBA avec le dossier d'étude phase SIA 32.

Lorsque l'alimentation du bâtiment est effectuée derrière un poste MT/BT et que plusieurs transformateurs sont prévus (équipés et/ou de réserves), le mandataire devra prévoir le couplage des transformateurs au niveau du TGBT. Si des emplacements de réserve pour l'adjonction d'un transformateur sont prévus, le(s) couplage(s) ainsi que les socles permettant l'adjonction des organes de protection et de sectionnement seront également à prévoir.

Organes et concept de mesure d'énergie

Des sous-compteurs statistiques MID seront déployés sur l'ensemble des départs de la distribution principale ou repris sur les unités de mesure des disjoncteurs.

Pour chaque départ principal BT, les informations suivantes sont collectées :

- ⇒ Intensités instantanées I1, I2, I3, IN, Imax. ;
- ⇒ Intensités moyennes I1, I2, I3, IN, Imax. ;
- ⇒ Tensions instantanées U1, U2, U3 ;
- ⇒ Tensions moyennes U1, U2, U3 ;
- ⇒ Puissances instantanées P, Q, S ;
- ⇒ Facteurs de puissances cos φ ;
- ⇒ Energie EP (kW/h), EQ (kvar/h), ES (kVA/h) ;
- ⇒ THDi et THDu Taux de distorsion d'harmoniques ;
- ⇒ Fréquence réseau.

Les valeurs moyennes seront calculées sur une période paramétrable définie par l'OCBA.

Ces informations seront stockées sur un concentrateur de données ou sur un serveur dédié. Elles devront être accessibles et consultables à distance via le réseau IT de l'État de Genève.
L'interfaçage et les interactions avec les systèmes de mesures MCR devront être définis dès les phases initiales du projet entre le bureau d'étude électricité et le bureau d'étude chargé des concepts MCR. Le principe sera présenté et devra être validé par le SIP.

A la remise de l'ouvrage, les fonctions de relever des mesures locales ou à distance devront être mises en service et parfaitement opérationnelles dans leur ensemble et sans exclusion.

Un schéma de principe unifilaire de distribution et du système de comptage sera exécuté par le bureau d'ingénieur dès les phases initiales du projet.

Afin d'illustrer ce qui précède, un exemple est annexé ci-dessous.

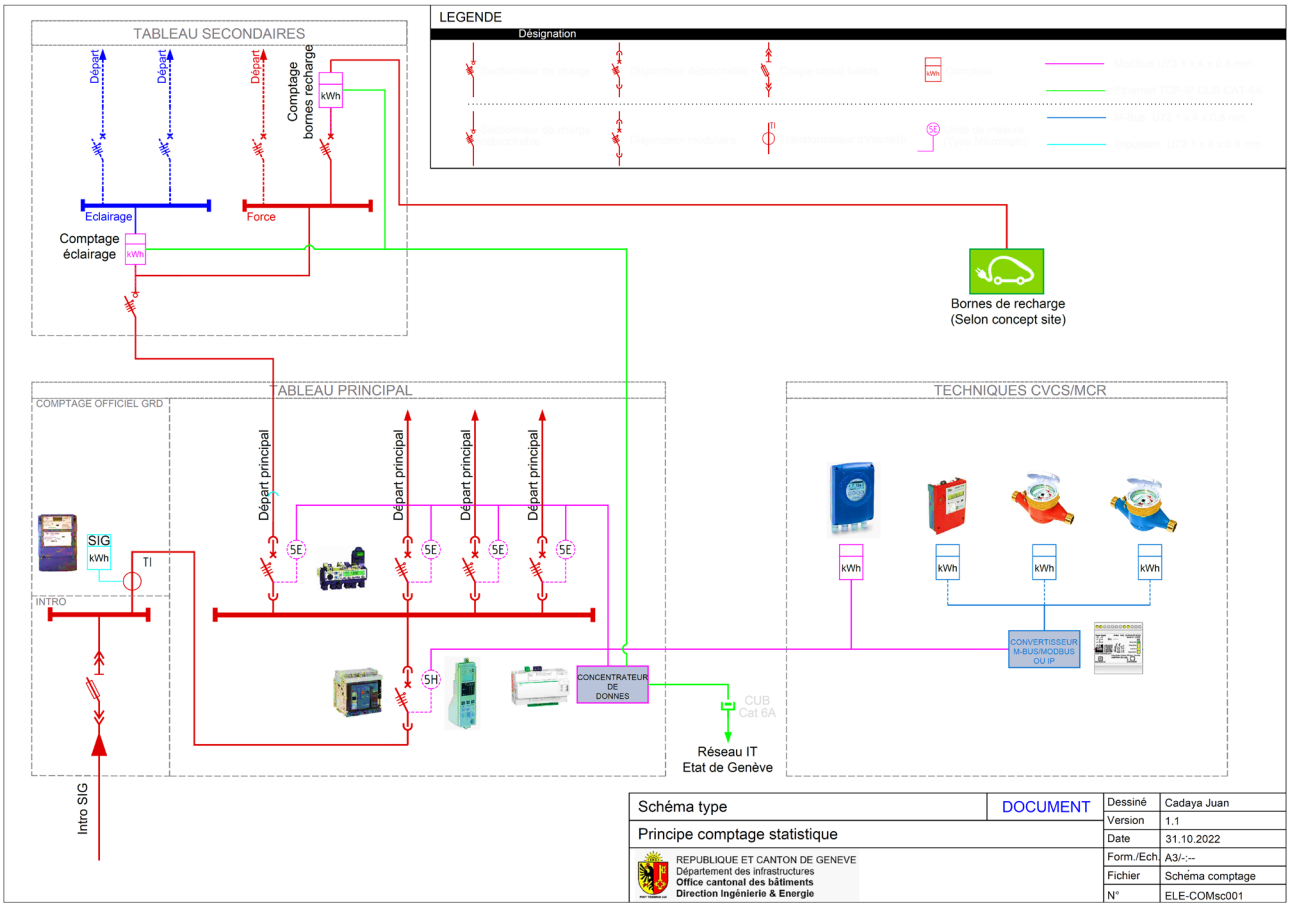


Figure 15 – Exemple typologie de comptage d'énergie électrique

Étiquetage et identification

L'OCBA ne pratique pas d'identification des cellules par couleur. Cependant, concernant les projets de rénovation ou d'extension, les couleurs d'origine sont à maintenir sauf dérogation du MO.

Une plaquette signalétique regroupant les informations citées ci-dessous devra être apposée sur le bandeau supérieur de chaque cellule, elle contiendra les informations suivantes :

- ⇒ Nom du constructeur ;
- ⇒ Date de fabrication ;
- ⇒ Désignation et N° d'identification de l'ensemble d'appareillages ;
- ⇒ Valeurs assignées (tension / courant nominal) ;
- ⇒ Nature du réseau (normal, secours, ASI) ;
- ⇒ Tenu en court-circuit ;
- ⇒ Degré de protection IP ;
- ⇒ Système de mise à la terre ;
- ⇒ Représentation graphique de la synoptique de distribution sur les faces avant (portes).

Dans certains cas à définir lors de la phase initiale du projet, la représentation graphique synoptique du (des) réseau(x) sur les faces avant des cellules pourra être exigée par le MO.

Les schémas de tableaux ainsi que les listes des circuits seront apposés et insérés dans une pochette au format A4 apposée sur la face intérieure de la porte.

Le schéma de principe de distribution courant fort révisé sera affiché dans le local électrique dans un emplacement d'où il sera clairement identifié. Pour éviter sa détérioration, il sera protégé par un filme rigide ou un cadre en Plexiglas.

CFC 231.22 – Compensation et filtrage d'harmonique

Les installations doivent être dimensionnées et conçues de manière à éviter autant que possible l'installation d'une batterie de compensation du courant réactif. Le facteur de puissance ne devra jamais être inférieur à la valeur exigée par le gestionnaire de réseau de distribution (GRD) soit un cos φ > 0.9 [-].

Dans le cas où le facteur de puissance doit être compensé, la batterie de compensation sera équipée d'un système de calibrage automatique. Les éventuelles batteries de compensation seront équipées uniquement de condensateurs à diélectrique mixte papier – polypropylène avec armatures aluminium. Elle sera disposée dans une cellule dédiée désolidarisé des cellules de distributions principales.

Les récepteurs pouvant induire une pollution du réseau par une distorsion d'harmonique THDi/THDu et qui présente des valeurs supérieures au seuil admissible doivent être considérés par le bureau d'étude lors de la planification.

Seuil de distorsion admissible pour le THDu :

- ⇒ **Au-dessous de 5 % :** Situation normale, pas de risque de dysfonctionnement ;
- ⇒ **Entre 5 et 8 % :** Pollution harmonique importante, certains dysfonctionnements sont possibles ;
- ⇒ **Plus de 8 % :** Pollution harmonique importante, des dysfonctionnements sont probables. La mise en place de dispositifs d'atténuation sera nécessaire.

Les valeurs indicatives THDi ci-après sont représentatives pour un fonctionnement nominal et devront dans tous les cas faire l'objet d'une étude approfondie par le mandataire.

Seuil de distorsion admissible pour le THDi :

- ⇒ **Au-dessous de 10 % :** Situation normale, pas de risque de dysfonctionnement ;
- ⇒ **Entre 10 et 30 % :** Pollution harmonique importante, certains dysfonctionnements sont possibles ;
- ⇒ **Plus de 30 % :** Pollution harmonique importante, des dysfonctionnements sont probables. La mise en place de dispositifs d'atténuation sera nécessaire.

Des mesures permettant de pallier ces phénomènes doivent être prises afin d'éviter toute forme de pollution du réseau. On priorisera la mise en place de filtre de type actif ou hybride au plus proche de la source polluante plutôt que des filtres passifs.

Le bureau d'étude proposera la solution la plus attractive tant sur le plan technique que sur l'aspect financier notamment pour l'entretien.

Au même titre que les valeurs de comptage, les valeurs mesurées seront collectées et transmises sur le système de gestion (concentrateur de donnée et/ou GTB) via un bus de terrain de type (ModBus, BacNet, M-Bus, LON, etc.).

Les installations de compensation et de filtrage d'harmoniques doivent être conçus de telle sorte qu'ils garantissent le niveau de compatibilité selon des prescriptions du GRD.

L'armoire de compensation et/ou de filtrage des harmoniques devra être posée à une distance suffisante des cellules de d'alimentation principale ou des tableaux secondaires (environ 2 [m]) ou séparée par une mesure

constructive (mur de séparation EI60) afin d'éviter une propagation des flammes en cas d'incendie sur cette dernière.

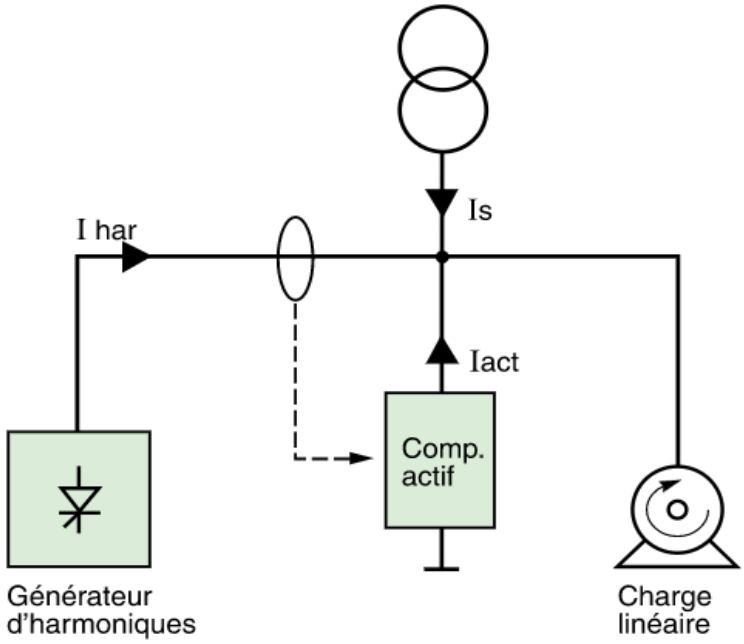


Figure 16 – Schéma type filtre harmonique actif

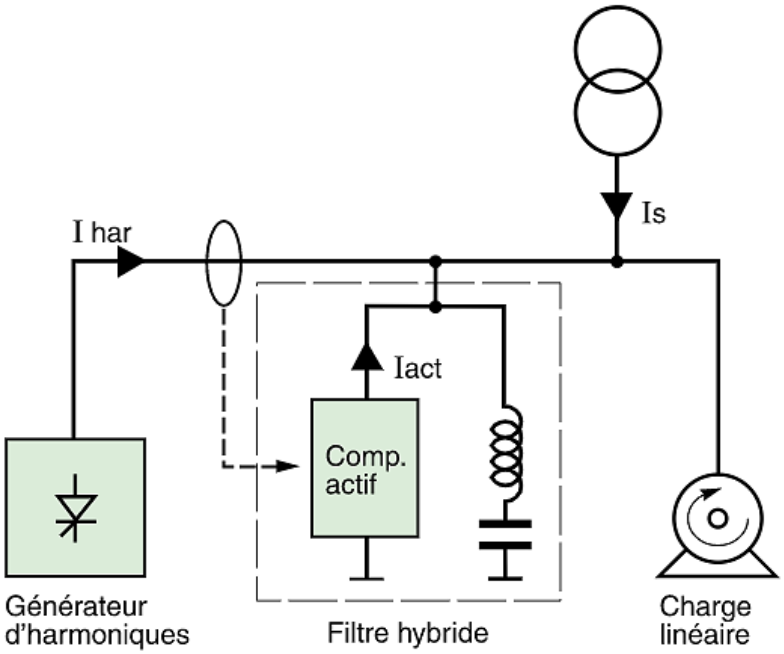


Figure 17 - Filtres de type harmonique hybride

CFC 231.3 – Distributions tableaux secondaires à basse tension

Les tableaux secondaires seront construits selon les exigences de la norme EN 61439. Ils seront disposés dans des locaux électriques ou des emplacements dédiés.

Les tableaux électriques fixés aux murs seront planifiés de façon à ne pas péjorer le potentielle des évolutions architecturales des surfaces, par exemple pour des locaux administratifs modulables.

Le bureau d'étude devra tenir compte du calcul de la chaleur dissipée par les équipements. Dans le cas où une aération naturelle ne serait pas suffisante, une ventilation mécanique sera prévue.

Construction

La construction ainsi que le matériel répondront aux exigences techniques suivantes :

- ⇒ Chaque tableau sera équipé d'un interrupteur de charge en tête ;
- ⇒ La distribution réseau des tableaux secondaires ou le nombre de modules est supérieur à 80, sera réalisé par un système de distribution verticale enfichable. Il facilitera ainsi la flexibilité pour les évolutions et adjonctions futures ;
- ⇒ Les armoires seront métalliques, fermées à l'arrière et latéralement. La porte frontale sera vitrée et montée sur charnières invisibles depuis l'extérieur avec fermeture par à crémone et serrure à clé. Dans le cas où une serrure de typer "clé carrée" est suffisante, cette dernière sera fixée au moyen d'une chaînette visée sur la structure de l'armoire ;
- ⇒ Les parties métalliques seront traitées contre la corrosion ;
- ⇒ Les ouvertures pour le passage des câbles seront prévues en haut et en bas des cellules. Ces dernières seront équipées de peignes de propreté recouvrant l'ensemble et l'intégralité des ouvertures ;
- ⇒ Une place de réserve de **30% à la réception des travaux** doit être prévue ;
- ⇒ Des canaux à grille verticaux posés dans l'armoire permettant la distribution permettant la fixation des câbles ;
- ⇒ La distribution sera séparée en deux réseaux distincts soit :
    - 1 distribution réseau d'éclairage
    - 1 distribution réseau de force
- ⇒ Chaque tableau sera équipé d'une prise T25 permettant le raccordement d'appareils mobiles ;
- ⇒ Le matériel sera exempt d'halogène.

Ci-dessous un exemple de vue de face de tableau secondaire illustrant les caractéristiques souhaitées :

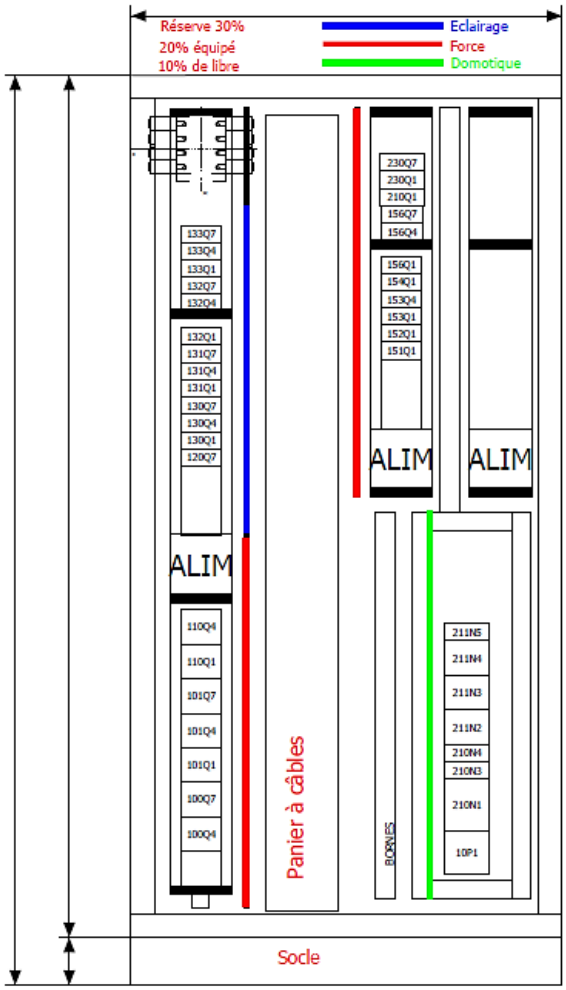


Figure 18 – Exemple vue de face tableau secondaire

Organes de protection, sélectivité et filiation

La protection des départs sera toujours réalisée par des disjoncteurs avec neutre protégé soit 4 ou 2 pôles. Dans tous les cas les fusibles sont proscrits.

Lors du dimensionnement des protections de ligne, la coordination, la sélectivité et la filiation sera totale depuis l'origine ; la preuve des calculs sera fournie. Les réglages en amont, tests et ajustages des intensités seront effectués par l'entreprise.

Les valeurs du courant de court-circuit présumé sont à calculer et à prendre en compte par le bureau d'étude et/ou par l'entreprise pour l'évaluation des pouvoirs de coupures autorisés et des courbes de déclanchement.

Organes et concept de mesure d'énergie

Un sous compteurs statistiques MID sera inséré sur la partie distribution d'éclairage.

Les informations suivantes devront être mesurées et être disponibles sur le compteur:

- ⇒ Énergie directe E (kW/h) ;
- ⇒ Intensité moyenne ;
- ⇒ Tension moyenne ;

⇒ Puissance moyenne.

Ces mesures seront collectées et transmises au système de gestion (concentrateur de donnée et/ou GTB) via un bus de terrain de type (ModBus, BacNet, M-Bus, LON, etc.).

Les valeurs du réseau de force sont obtenues par différentiel entre les valeurs mesurées sur l'éclairage du tableau et le départ de l'alimentation principale (TGBT).

L'interfaçage et les interactions avec les systèmes de mesures MCR devront être définis dès les phases initiales du projet entre le bureau d'étude électricité et le bureau d'étude chargé des concepts MCR. Le principe sera présenté et devra être validé par le SIP.

A la remise de l'ouvrage, les fonctions de relever des mesures locales ou à distance devront être mises en service et parfaitement opérationnelles dans leur ensemble sans exclusion.

Étiquetage et identification

L'OCBA ne pratique pas d'identification des tableaux par couleur. Cependant, concernant les projets de rénovation ou d'extension, les couleurs d'origine sont à maintenir sauf dérogation du MO.

Une plaquette signalétique regroupant les informations citées ci-dessous doit être apposée sur le bandeau supérieur de chaque tableau, elle doit contenir les informations suivantes :

⇒ Nom du constructeur ;
⇒ Date de fabrication ;
⇒ Désignation et N° d'identification de l'ensemble d'appareillages ;
⇒ Identification du départ de l'origine ;
⇒ Valeurs assignées (tension / courant nominal) ;
⇒ Nature du réseau (normal, secours, ASI) ;
⇒ Tenu en court-circuit ;
⇒ Degré de protection IP ;
⇒ Système de mise à la terre.

Les schémas de tableaux seront apposés et insérés dans une pochette au format A4 apposée sur la face intérieure de la porte du tableau.

CFC 231.51 – Installation de réseau de secours - groupe électrogène de secours

Le groupe électrogène de secours installé dans le bâtiment répondra aux ordonnances du DETEC pour un fonctionnement maximum de 50 heures par année.

L'application des chapitres 82 §2c et art. 32 §4b de l'annexe 1 de l'Ordonnance sur la protection de l'air doivent être respectés, selon toutes probabilités, avec l'utilisation d'un filtre à particules.

L'autorisation de construire devra être prise en considération lors de la planification du système de secours stationnaire.

Le groupe électrogène répondra aux exigences des normes suivantes :

⇒ Normes de sécurité	:	ISO 3046-1, ISO 3046 ; ISO 8528 ; AEAI
⇒ Qualité de l'air	:	Ordonnance sur la protection de l'air chapitres 82 al. 2c et art. 32 al. 4b de l'annexe 1
⇒ Normes de communication	:	IEC 60870-5-103

Généralités

La planification d'un groupe électrogène de secours sera nécessaire dans le cas où une coupure de réseau prolongée d'une durée > 30 minutes ou à définir ne peut être admise notamment en raison d'équipement sensible devant être alimenté sans coupure prolongée (coupure ≤ 30 [s]).

Un bilan de puissance portant sur les charges devant être à raccorder sur réseau secours sera réalisé. Le groupe électrogène devra être dimensionné de façon à disposer d'une réserve de puissance de 30 %.

Le groupe électrogène de secours devra être dimensionné dans son ensemble et composé :

⇒ Du (des) réservoir (s) et des conduites d'alimentation en carburant ;

⇒ Des conduites d'évacuation des gaz d'échappement en respectant les contraintes imposées par la température, la dilatation, la vitesse des gaz et par les réglementations en vigueur (cheminées. Émissions, feu, etc.) ;

⇒ Un système de préchauffage et de démarrage du moteur thermique lui permettant de démarrer dans des conditions de température optimales ;

⇒ D'un système de lubrification de la mécanique ;

⇒ D'un système de refroidissement suffisant permettant de dissiper la chaleur émise par le groupe dans le local ;

⇒ D'un alternateur convertissant l'énergie mécanique produite par le moteur en énergie électrique ;

⇒ Des systèmes de gestion et de couplage :

- Un synchroniseur avec égaliseur de tensions qui synchronise la tension fournie par l'alternateur et celle du réseau ;
- Un coupleur qui effectue le contrôle de l'ensemble des conditions de couplage et qui délivre l'ordre de fermeture de l'organe de coupure du groupe électrogène.

Le système d'alimentation de secours et d'approvisionnement en carburant proposé devra garantir une autonomie de 72h en fonctionnement à pleine charge.

Régime de mise au neutre

Le régime de neutre sera TNC au niveau du point étoile de l'alternateur puis l'installation intérieure sera réalisée en TNS. En cas de mise en parallèle sur le réseau, le mandataire du MO (bureau d'ingénieurs) aura la responsabilité de faire l'annonce à l'ESTI dès le début du projet. Dès que les fournisseurs adjudicataires seront connus et surtout avant la mise en service, il devra transmettre à l'ESTI le dossier complet de l'ensemble des installations auto-productrices (solaire, compensation, groupe électrogène, couplage chaleur-force, etc.) pour approbation d'exploitation

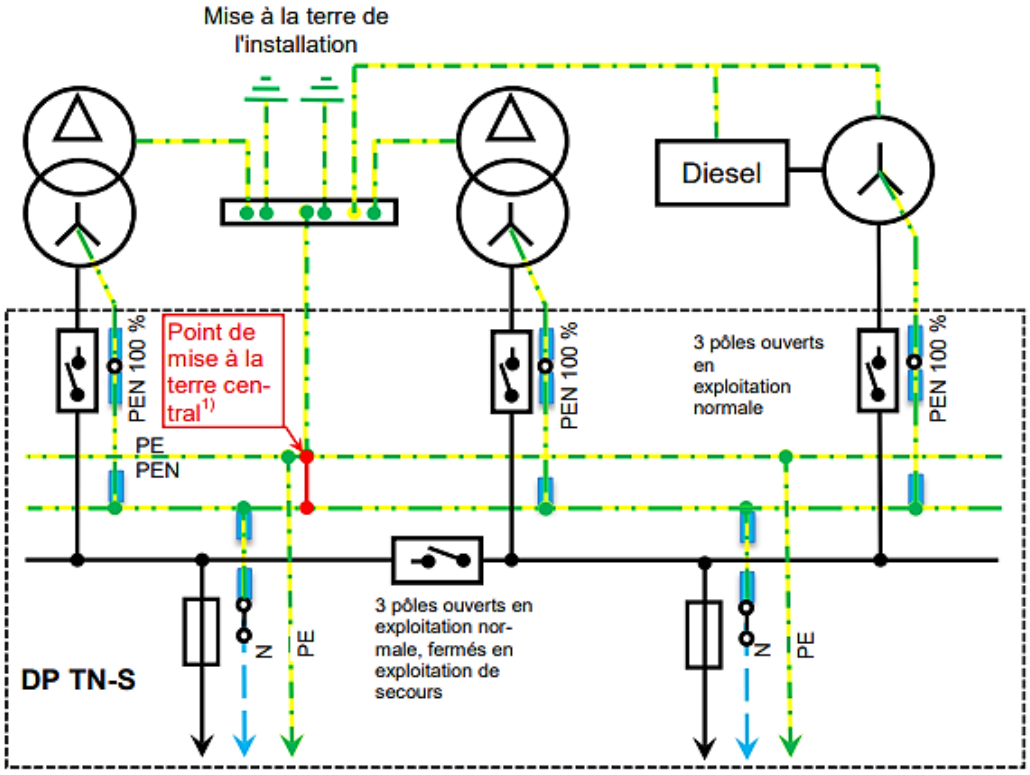


Figure 19 – Mise au neutre alternateur groupe électrogène (Directive ESTI N° 219)

Local d'implantation

Un local adapté permettant de recevoir le groupe électrogène tiendra compte des paramètres suivants :

- ⇒ Une trappe et/ou porte d'accès sera adaptée aux dimensions du groupe ;
- ⇒ La proximité du tableau de distribution électrique ;
- ⇒ Les nuisances occasionnées par le bruit ;
- ⇒ L'alimentation en carburant ;
- ⇒ De l'échappement permettant d'évacuer les gaz brûlés ;
- ⇒ Si nécessaire un palan de levage ;
- ⇒ Si nécessaire peinture au sol.

Construction

Le moteur et l'alternateur seront assemblés sur un châssis fixé au sol, en exécution acier profilé et traité contre la corrosion. Ils résisteront au produit lubrifiant tel que l'huile et aux températures ambiantes extrêmes.

Les équipements seront montés sur un système d'amortisseurs fabriqué de façon à éviter toute altération due aux contraintes dynamiques et statiques.

Un bac de rétention sera installé pour contenir les éventuelles fuites de fluides.

Moteur diesel

Le moteur de conception modern répondra à la norme sur les émissions en vigueur les plus strictes et la puissance continue "A" selon DIN 6280. Il sera de type diesel à quatre temps pour un montage sur châssis. Il sera équipé d'un dispositif de préchauffage pour démarrage rapide avec démarreur électrique sur batteries.

Alternateur

L'alternateur sera de type triphasé synchrone auto excité, auto régulé, sans bague ni balai, Isolation normale. Ce dernier sera dimensionné pour la puissance calculée et pour une reprise sans perturbation de la fréquence et de la tension des charges raccordée en aval. Le facteur de puissance à prendre pour le dimensionnement sera de cosφ de 0.8 [-].

Réservoir de carburant

Si le groupe électrogène est alimenté en carburant au moyen d'un réservoir journalier, il faudra s'assurer que ce dernier soit équipé d'un trop-plein et d'une sécurité spéciale de remplissage.

Le réservoir journalier sera en acier et dimensionné selon les recommandations de l'Association suisse d'inspection technique (ASIT) en matière de réservoirs de moyenne ou grande taille.

Les raccordements au réservoir devront être flexibles et positionnés de telle façon qu'ils puissent être déplacés dans le sens souhaité d'au moins 100 [mm] tout en garantissant le fonctionnement de l'appareil et l'étanchéité des conduites. De manière générale, le réservoir sera positionné à 15 [cm] des parois de la cuve de récupération.

Une réflexion sur la nécessité d'un réservoir journalier devra être menée par le bureau d'étude. Dans tous les cas celui-ci sera couplé avec la génératrice.

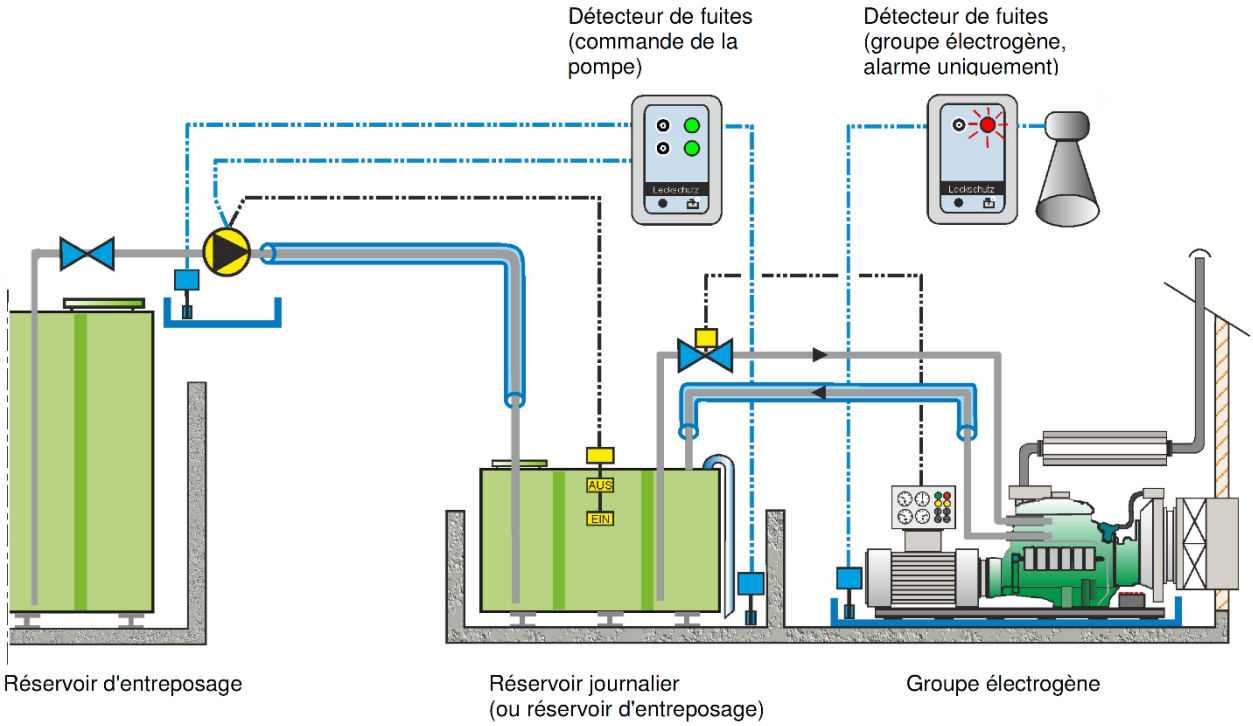


Figure 20 – Schéma de principe d'alimentation en carburant à partir d'un réservoir journalier (OFPP AMT 02-1)

Dans le cas de figure ou le groupe électrogène sera alimenté directement depuis le réservoir, ce dernier aura pour fonction de réservoir journalier. Les prescriptions et normes applicables seront par définition les mêmes pour le réservoir que le réservoir journalier.

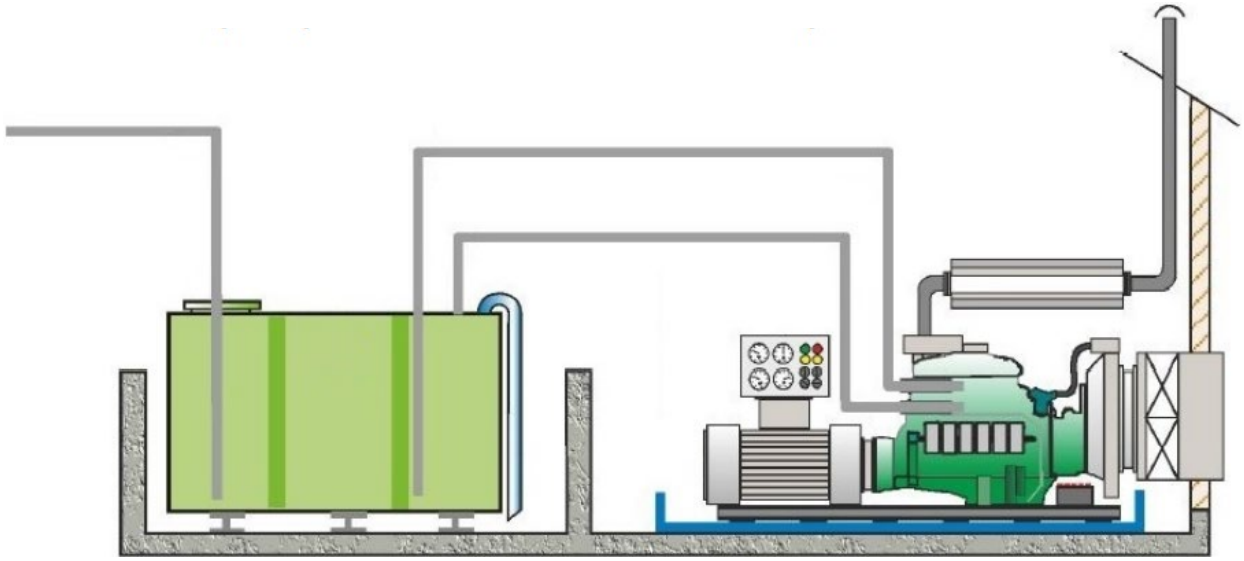


Figure 21 - Schéma de principe d'alimentation en carburant à partir d'un réservoir (OFPP AMT 02-1)

L'ensemble des conduites d'alimentation de carburant du réservoir, des pompes de circulation, etc. entre la citerne journalière, le réservoir et le groupe électrogène seront dimensionnés dans leur ensemble selon les instructions du fabricant et les normes y-relatives en vigueur. Le système utilisé devra résister à la pression avec une épaisseur d'acier inox adaptée et un système d'assemblage soudé. En aucun cas un système emboîté (prévu pour les chaudières) ne devra être utilisé.

Échappement

Les conduits d'échappement seront réalisés en acier inox sur toute leur longueur. L'ensemble des éléments de fixation et de montage seront également en acier inox.

La totalité des conduites seront isolées avec de la laine minérale et un manteau intérieur en métal léger.

Les sorties de gaz d'échappement seront conformes à l'ordonnance fédérale sur la protection de l'air et le niveau acoustique émis par la sortie de l'échappement ne devra pas excéder 68 [dB] à 7 [m] conformément à l'ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit.

Dispositif de refroidissement

L'amenée d'air de combustion ainsi que de dissipation de la chaleur sera réalisée par un système de refroidissement phoniquement isolé et intégré à la construction contenant le groupe électrogène.

Les installations de refroidissement seront exécutées conformément aux normes et directives spécifiques à cette technique et selon le cahier de normalisation des installations de ventilation et climatisation éditées par l'OCBA.

Tableau de commande groupe électrogène

Un tableau de commande composé de tous les organes de commande, de surveillance, de protection, de commutation et de gestion sera fourni. Il sera construit selon les exigences des normes en vigueur EN 61439. Ce dernier sera fourni avec ses supports, socle et les fixations. Il sera au même titre que le groupe électrogène, traité et immunisé contre les effets de la corrosion.

L'alimentation en énergie de secours sera prévue pour un fonctionnement en cas de défaillance du réseau du GRD. Dans ce cas, un(des) ordre(s) de démarrage et de commutation(s) automatique(s) du(des) réseau(x) normal en réseau secours seront donnés.
Un module de commande à écran d'affichage intégré sur la face avant du tableau permettra également de relever les constantes mécaniques et les valeurs électriques suivantes :

- ⇒ Le régime moteur ;
- ⇒ La pression d'huile ;
- ⇒ La température d'eau ;
- ⇒ Le niveau de carburant ;
- ⇒ La tension de la batterie
- ⇒ La tension du réseau ;
- ⇒ Le courant ;
- ⇒ La fréquence.

Mode de fonctionnement

Les modes de fonctionnement seront les suivants :

I. Mode automatique
II. Mode essai hors charge ou à vide
III. Mode essai en charge

La sélection des modes de fonctionnement sera effectuée par sélection sur une commande manuelle (interrupteurs et/ou bouton de commande) clairement identifiable.

I. <u>Mode automatique</u>

Ce mode ne pourra être sélectionné que si l'installation est prête au fonctionnement en service automatique. En cas de coupure du réseau électrique (ou variation importante de tension), le groupe doit entrer automatiquement en fonction. La commutation est gérée par des commutateurs de charges. Lorsque le Diesel ne démarre pas instantanément, le dispositif doit permettre d'exécuter trois démarrages successifs au minimum.

II. <u>Mode essai hors charge ou à vide</u>

L'automatisme du groupe électrogène sera équipé d'un bouton permettant de démarrer le groupe électrogène hors charge. L'automatisme du groupe électrogène permettra de contrôler cet essai. En cas de coupure ou de défaillance du réseau GRD, celui-ci commute automatiquement en mode secours.

III. <u>Mode essai en charge</u>

L'automatisme du groupe électrogène sera équipé d'un bouton permettant d'effectuer un essai en charge. Le disjoncteur du groupe électrogène se synchronisera au réseau GRD. À la fin de l'essai, le groupe devra passer en fonctionnement de refroidissement puis s'arrête automatiquement. L'automate du groupe électrogène permettra d'effectuer le contrôle complet de cet essai. En cas de coupure de réseau, celui-ci passera automatiquement en mode secours.

Tableau de commande de commutation de source

Le couplage se fera par un tableau dédié à la commutation des réseaux (normal < – > secours). Un automate donnera les ordres de commutation qui permettra de coupler le groupe électrogène au travers d'un disjoncteur à commande motorisé. Il pilotera l'(les) inverseur(s) de source disposé(s) dans le tableau principal TGBT. L'automate pourra notamment forcer la marche.

Les diverses alimentations, les organes de mesures, de gestion et de commandes seront intégrés dans celui-ci.

La face avant du tableau disposera d'un écran tactile permettant de visualiser les états et la possibilité de modifier les commutations selon les besoins notamment lors de test ou travaux de maintenance.

Communication

Le tableau sera équipé d'une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève et de relevé les alarmes, les états ou les constantes à distance.

Le système sera munie d'une carte avec au minimum 3 contacts libres de potentiel permettant la reprise d'état et d'alarme.

Le système disposera d'une sortie "arrêt d'urgence" afin d'émettre un ordre de mise à l'arrêt d'une ASI installé en aval, en cas d'urgence.

Une sortie "fonctionnement sur groupe électrogène" permettant de donner un ordre à l'ASI de différer la recharge batterie jusqu'au retour du réseau d'alimentation principal devra être présente.

Les tests de fonctionnement seront réalisés périodiquement de la manière suivante :

- ⇒ Coupure hors charge 1 x par mois ;
- ⇒ Coupure réseau GRD en charge 1 x par an.

Groupe électrogène de secours mobile

Le(s) groupe(s) électrogène(s) mobile(s) proposé(s) devra(ont) répondre aux mêmes exigences et normes que celles décrites pour les groupes stationnaires.

Il devra fonctionner de manière autonome et être équipé d'une fonction de synchronisation avec la tension du réseau ou avec celle d'un autre groupe électrogène stationnaire déployé sur le site.

Le dispositif de connexion externe du groupe assurant l'interface entre l'alimentation de secours et l'installation électrique intérieure, sera réalisé au moyen d'un coffret conçu pour résister aux contraintes climatiques et mécaniques environnantes.
Afin de permettre un raccordement et une mise en service facilitée, ce coffret sera équipé de fiches de connexion rapide pour la puissance (alimentation de secours), par exemple de type « PowerSAFE », ainsi que d'un système de prises/fiches permettant la connexion des commandes auxiliaires.

Si l'achat du groupe n'est pas demandé par le maître d'ouvrage (MO) ou si le groupe n'est pas encore connu, par exemple en cas de location ultérieure, le système de commutation inverseur de source proposé devra être compatible avec tout type de groupe électrogène. Il devra être équipé d'un commutateur cadenassable permettant de basculer entre les modes suivants :

I. Mode : groupe électrogène avec gestion de la **synchronisation déportée dans le groupe** ;
II. Mode : groupe électrogène avec gestion de la **synchronisation déportée dans les cellules de l'inverseur de source** ;
III. Mode : groupe électrogène sans synchronisation réseau, pilotant les organes de commutation.

Une alimentation pour le maintien en température des fluides de lubrification du moteur, notamment en période hivernale, devra également être planifiée.

Dans la mesure du possible, la citerne sera intégrée avec le groupe et incluse dans la carrosserie de l'ensemble. Si cette intégration n'est pas possible, par exemple pour un groupe électrogène de grande puissance, une citerne additionnelle devra être raccordée au groupe au moyen d'un dispositif de connexion rapide pour l'alimentation en carburant. Dans ce cas, le groupe ainsi que la citerne additionnelle devront être intégrés dans un même système de support et de levage, permettant la manutention par un camion-grue et facilitant ainsi la logistique, par exemple sur une remorque ou un châssis.

CFC 231.52 – Installation de réseau de secours - alimentation sans interruption (ASI)

L'ASI installé dans le bâtiment devra correspondre aux exigences des normes suivantes :

- ⇒ Normes de sécurité : EN 50091-1, EN 60950, CEI 62310
- ⇒ Normes de CEM : EN 50091-2, CEI 61000-2-2, CEI 61000-3-5 et CEI 61000-4
- ⇒ Normes de communication : IEC 60870-5-103.
- ⇒ Les cahiers techniques de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) « ASC - conception optimale de l'alimentation en courant sans coupure » et « Installation ASC jusqu'à 10 [kVA] » seront consultés pour l'étude de l'installation ASI.

Avant de procéder à une étude de l'installation d'un ASI, l'ingénieur mandataire précédera à une analyse des risques. L'installation d'une alimentation sans interruption (ASI) sera nécessaire dans les cas de figure suivants :

- ⇒ Quand l'alimentation de récepteurs (charges) ne peut être coupée et doit rester maintenue pour une durée allant de 8 à 30 minutes ou pour une durée spécifique prolongée.
- ⇒ Si le fonctionnement d'un système est perturbé par des problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM) et que d'autres mesures n'ont pas apportées les résultats escomptés. Alors dans ce cas, une ASI sans batteries pourra être envisagée.

Le système d'alimentation sans interruption ASI devra garantir :

- ⇒ La **fiabilité** soit : la capacité du système à garantir une disponibilité importante de l'alimentation électrique.
- ⇒ La **disponibilité du système** soit : la capacité à fournir une alimentation sans coupure pour un temps d'autonomie déterminé.
- ⇒ La **maintenabilité** soit : la possibilité de revenir rapidement d'un état de fonctionnement incorrect à un état normal de fonctionnement. Cette notion est exprimée par le temps de réparation (MTTR[19]).
- ⇒ La **sécurité** du système d'alimentation soit : la capacité d'éviter de se retrouver dans un état où il y aurait absence de la fourniture de l'alimentation.

L'ASI sera installé dans un local électrique ou dans un local dédié.

Un calcul d'évaluation des puissances des charges portant sur le maintien de fonction des consommateurs indispensables à raccorder sur le système sera réalisé en tenant compte du facteur de puissance et de la simultanéité des charges.

Une étude sur l'autonomie nécessaire vis-à-vis des équipements à maintenir en fonction et de leur utilisation sera réalisée par le mandataire. Les batteries proposées auront le meilleur rapport qualité/prix notamment pour les coûts de maintenance.

[19] *MTTR = Temps moyen de réparation*

Les batteries à technologie Lithium ne sont pas souhaitées par l'OCBA. Le mandataire devra en tenir compte, notamment pour le dimensionnement des locaux ainsi que pour les conditions climatiques à garantir et surveiller.

A ce titre, une alarme « température élevée » devra être transmise et intégrée via le système Adb du site, si existant. Dans le cas contraire, un témoin de signalisation lumineuse et/ou sonore est à ajouter dans un lieu de passage indiquant que la température est trop élevée. Cette alarme aura une priorité définie selon les spécifications du projet. Le réglage de la consigne sera fixé sur la température maximale supportée par le type de batteries proposé, sans dégradation de leur durée de vie, conformément aux prescriptions du fournisseur.

En règle générale, l'ASI choisi sera de type VFI[20] On-Line à double conversion avec un facteur de puissance de sortie unitaire de 1 [-] (kW = kVA).

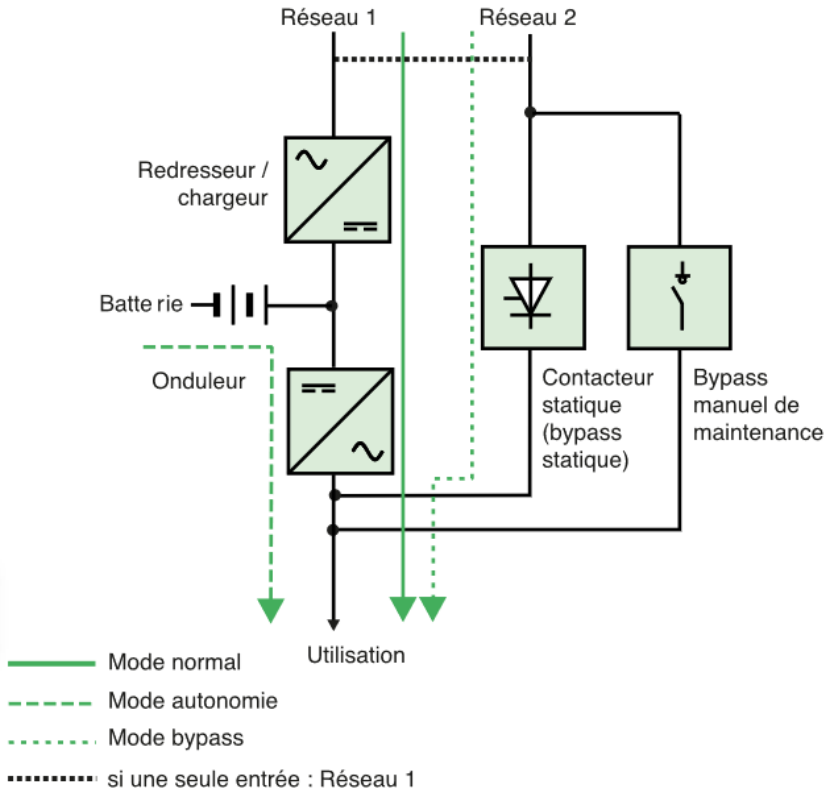


Figure 22 – ASI double conversion avec modes de fonctionnement

Pour le maintien de fonctionnement des charges dédiées aux services informatiques / télécom inférieures à une puissance de 15 [kVA], l'ASI à mettre en place sera fourni par l'OCSIN.

Le régime de neutre sera de type TNS. Le bureau d'étude aura la charge d'étudier la mise en œuvre de cette spécificité pour le conducteur de neutre (N) et de protection (PE) en adéquation avec le type d'ASI choisi et les exigences des normes NIBT et feuille info en vigueur.

Les modes de fonctionnement seront les suivants :

I. Mode normal

II. Mode autonomie

III. Mode bypass

[20] *VFI* = Voltage and Frequency Independant

La sélection des modes de fonctionnement sera effectuée par sélection sur une commande manuelle (interrupteurs et/ou bouton de commande) clairement identifiable.

I. Mode normal

En mode normal, l'alimentation du réseau fournie aux différentes charges transitera par le redresseur-onduleur. La tension de sortie aura subi une double conversion AC -> DC puis DC -> AC "tension propre".

II. Mode autonomie

En mode autonomie, lorsque la tension alternative du réseau d'entrée est absente ou est défaillante, l'onduleur et la batterie devront assurer l'alimentation des récepteurs avec une commutation sans coupure qui sera réalisée par un contacteur statique. L'ASI devra continuer de fonctionner sur les batteries jusqu'à la durée d'autonomie. Au retour du réseau, le contacteur statique devra à nouveau commuter l'alimentation sur le réseau en mode normal.

III. Mode bypass

Un contacteur statique devra automatiquement assurer le transfert de l'alimentation réseau (entrée 1), sans interruption de celle-ci, et l'entrée 2 via le bypass (alimentation par le réseau source ou le réseau secours selon l'installation) dans les cas suivants :

- ⇒ Défaillance de l'ASI ;
- ⇒ Courant transitoire de charge (courant d'appel) ;
- ⇒ Pointes de charge ;
- ⇒ Défaut dans le circuit aval alimenté par l'ASI.

Au retour à l'état normal, l'utilisation sera automatiquement retransférée sur l'onduleur.

L'ASI choisi sera équipé d'un dispositif de synchronisation avec le réseau d'alimentation du bypass afin de garantir le maintien de la permanence de l'alimentation.

Une commutation bypass de maintenance interne à l'ASI devra être également prévue afin de pouvoir réaliser les travaux de maintenance. Elle sera commandée par un interrupteur manuel.

Redresseur chargeur

Le redresseur sera dimensionné pour alimenter simultanément l'onduleur à puissance nominale et maintenir le niveau de charge de la batterie ou la recharger après une autonomie. Le système disposera notamment des fonctions et équipements suivants :

- ⇒ Un dispositif de correction active du facteur de puissance amont PFC[21] ;
- ⇒ Un pont convertisseur de puissance à transistors (IGBT[22]) à 3 niveaux ;
- ⇒ La commande et le contrôle par un processeur digital (technologie DSP[23]) ;

Les redresseurs/chargeurs auront en entrée un taux de distorsion d'harmonique en tension THDu < 2.5 % à 100 % de charge et THDu < 4 % à 50 % de charge. Ils ne comporteront aucun dispositif de filtrage de type résonant en entrée pour éviter tout risque notamment ceux liés aux phénomènes de résonance en particulier avec des dispositifs de filtrage.

Lors du retour de la tension, la montée en puissance sera progressive afin de limiter le courant d'appel sur le réseau à une valeur ne dépassant pas l'intensité nominale.

[21] *PFC = Power Factor Control*
[22] *IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor*
[23] *DSP = Digital signal processor*

Afin d'augmenter la longévité des batteries, le mode de maintien en charge sera de deux types (floating ou intermittent). Ils seront utilisés selon la température ambiante des batteries. Le mode intermittent permettra de fournir de l'énergie à la batterie de manière intermittente pour compenser l'auto-décharge.

En fonctionnement sur groupe électrogène, il devra être possible à partir d'une information extérieure (reprise sur contact libre de potentiel), de suspendre la recharge des batteries, sans arrêter le fonctionnement des redresseurs. Cette fonction permettra, en cas de fonctionnement sur groupe de secours, de ne recharger les batteries qu'au retour du réseau d'alimentation normal. Afin d'éviter le risque de disfonctionnement de l'alternateur par surcompensation capacitive, notamment en charge partielle l'ASI ne comprendra pas de filtre résonant en entrée.

La régulation comportera un système de compensation automatique de la tension de maintien en charge de la batterie en fonction de la température ambiante de la batterie.

Onduleur

L'onduleur devra assurer le maintien des tolérances de sortie des différents paramètres notamment :

- ⇒ La tension ;
- ⇒ Le taux de distorsion d'harmoniques ;
- ⇒ La fréquence.

Chaque onduleur triphasé sera équipé des éléments suivants :

- ⇒ Un pont convertisseur de puissance à transistors de type IGBT à 3 niveaux ;
- ⇒ Un filtre de sortie onduleur afin d'obtenir une tension de sortie quasi exempte de composantes harmoniques de découpage ;
- ⇒ Une électronique de commande et de régulation de type contrôle vectoriel (SVM Space Vector Modulation) permettant d'optimiser les performances de contrôle de la tension de sortie et une meilleure adaptation aux nouveaux types de charges.

Après un arrêt des onduleurs en fin de décharge batterie, le redémarrage devra s'effectuer soit automatiquement, soit manuellement par intervention de l'opérateur, selon les besoins de l'exploitation (fonction configurable).

Les onduleurs devront pouvoir générer un courant de court-circuit minimum de 3,5 x In durant 100 [ms] en l'absence du réseau d'alimentation by-pass. Dans le cas d'un défaut en sortie trop important lorsque la sélectivité ne peut être assurée, les onduleurs devront s'arrêter par protection électronique, sans aucune détérioration.

By-pass automatique

L'ASI sera équipée d'un by-pass automatique sans coupure. Dans le cas de plusieurs onduleurs couplés en parallèle. Il permettra de transférer sans coupure l'utilisation de l'onduleur vers le réseau d'alimentation by-pass, et vice-versa, lors de certaines manœuvres d'exploitation ou d'anomalie (surcharge de l'utilisation, court-circuit aval, élévation anormale de la température du local).

Le transfert pourra également être commandé manuellement à partir du tableau de contrôle par l'exploitant.

Le by-pass devra se verrouiller sur l'une des voies suivant le choix prédéfini par l'OCBA (onduleur ou réseau de secours) en cas de dysfonctionnement du circuit de détection afin d'éviter des transferts répétitifs anormaux. Ce nombre de transferts devra être programmable.

Le système devra permettre un transfert asynchrone si les conditions d'exploitation le tolèrent. Cette fonction programmable assurera un transfert sur la source de secours en cas d'apparition d'un défaut critique même si l'onduleur et le réseau ne sont pas synchronisés.

Les entrées by-pass et redresseur pourront être séparées afin d'être alimentées par deux sources séparées et indépendantes pour autant qu'elles proviennent du même poste de transformation (MT/BT).

L'ASI devra être équipée d'un circuit de détection "backfeed" afin d'éviter un retour accidentel d'énergie vers le réseau amont, lors d'un fonctionnement sur batterie, ou en cas de défaut interne du by-pass automatique.

Tableau de commande

Pour permettre une exploitation sécurisée, chaque ASI ainsi que le by-pass de l'ASI devront être équipés d'un tableau de commande composé :

- ⇒ D'un écran couleur avec dalle tactile permettant d'accéder rapidement aux valeurs mesurées, aux commandes et aux états ;
- ⇒ D'un tableau synoptique à affichage alphanumérique graphique. Un système de navigation à 4 touches permettra d'accéder aux différentes informations et fonctions de commande.

Le tableau de commande de chaque ASI permettra :

- ⇒ Le contrôle d'accès aux paramètres (états, alarmes, mesures) de l'unité ;
- ⇒ L'accès et l'affichage des paramètres de l'ensemble de l'installation.

Les commandes suivantes devront être disponibles et protégées par un mot de passe programmable :

- ⇒ Marche/arrêt redresseur ;
- ⇒ Marche/arrêt onduleur ;
- ⇒ Mode normal ;
- ⇒ Test batterie ;
- ⇒ Couplage découplage du module ;
- ⇒ Service onduleur/service réseau.
- ⇒ Commande de chacune des fonctions de l'unité (redresseur, onduleur) par touches de fonctions avec l'assistance d'un guide (messages sur l'écran de la machine).

Test batterie

Le contrôle du bon fonctionnement de chaque batterie devra être réalisé par un test qui s'effectuera avec une périodicité programmable à partir du tableau de commande.

Ce test pourra être également réalisé à la demande depuis le tableau de commande. L'automatisme de cette fonction vérifiera que ce test ne présente pas de risque pour l'utilisation. Soit la continuité de fonctionnement du redresseur, la présence du réseau by-pass ainsi que l'autonomie résiduelle après le test.
En cas de test non satisfaisant, une alarme "défaut test batterie" devra apparaître pour faciliter la maintenance préventive et pouvoir être récupérée via l'interface de communication citée ci-dessous.

Visualisation et relevé des constantes électriques et des états

Les constantes électriques d'entrée suivantes pourront être consultées sur place ou à distance :

- ⇒ Tensions d'entrée ;
- ⇒ Fréquence d'entrée ;
- ⇒ Taux de charge d'utilisation ;

Les constantes électriques de sortie suivantes pourront être consultées sur place ou à distance :

- ⇒ Tensions entre phases et phases neutre de sortie ;
- ⇒ Courant nominal par phase ;
- ⇒ Puissances de sortie active par phases ;
- ⇒ Facteur de crête de la charge ;
- ⇒ Facteur de puissance de la charge par phases.

Les constantes électriques du circuit continu DC suivantes devront pouvoir être consultées :

- ⇒ Tension sortie redresseur ;
- ⇒ Courant sortie redresseur ;
- ⇒ Température local batterie ;
- ⇒ Courant de décharge batterie ;
- ⇒ Courant de charge batterie ;
- ⇒ Autonomie disponible.

Les états suivants devront pouvoir être consultés sur place ou à distance :

- ⇒ Réseau redresseur hors tolérance ;
- ⇒ Réseau by-pass hors tolérance ;
- ⇒ Utilisation protégée par onduleur ;
- ⇒ Utilisation sur by-pass automatique ;
- ⇒ ASI alimentée par groupe électrogène ;
- ⇒ Arrêt d'urgence activé ;
- ⇒ Redresseur en marche ;
- ⇒ Onduleur en marche ;
- ⇒ Batterie en charge ;
- ⇒ Batterie chargée ;
- ⇒ Test batterie en cours ;
- ⇒ Synchronisé sur réseau by-pass ;
- ⇒ Synchronisé sur source externe.

Afin de faciliter les opérations de maintenance, tous les événements (états, alarmes et commandes) seront enregistrés, datés et numérotés. Le message indiquera s'il s'agit d'un état, d'une alarme ou d'une commande. La mémoire de chaque chaîne possédera une capacité minimum de 500 événements, elle sera sauvegardée par une batterie indépendante.

Communication

L'ASI sera équipé d'une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève et de relevé les alarmes, les états ou les constantes à distance. L'ASI devra permettre d'étendre la communication sans arrêt de l'exploitation.

L'ASI sera munie d'une carte avec au minimum 3 contacts libre de potentiel permettant la reprise d'état et d'alarme.
Les informations d'états, de mesures, d'alarmes ainsi que les commandes pourront être transmises et reprises sur une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève et de relevé les alarmes, les états ou les constantes à distance.

Les interfaces de communication devront pouvoir s'insérer dans des slots intégrés et permettre une extension jusqu'à 6 interfaces.

Le système disposera d'une entrée "arrêt d'urgence" afin de permettre une mise à l'arrêt total de l'ASI en cas d'urgence.

Une entrée "fonctionnement sur groupe électrogène" permettra de différer la recharge batterie jusqu'au retour du réseau d'alimentation principal et/ou de désynchroniser l'onduleur du réseau by-pass.

CFC 231.6 – Systèmes et installations de recharge pour véhicule

Le présent CFC décrit les règles à suivre relatives aux systèmes et installations de recharge pour véhicules notamment :

- ⇒ Voitures électriques ;
- ⇒ Motocycles électriques ;
- ⇒ Vélo.

Le système proposé répondra aux normes en vigueur qui prescrivent des exigences aussi bien sur l'aspect mécaniques, électriques que sur le plan de la sécurité incendie notamment :

- ⇒ Norme NIBT ;
- ⇒ PDIE en vigueur (inclus dispositions particulières SIG)
- ⇒ SIA 2060 ;
- ⇒ EN 60396-1 : prises de courant pour usage industriel ;
- ⇒ EN 61851-1 : Système de charge conductive pour véhicules ;
- ⇒ EN 62196-2 : Fiche, socles de prise de courant, prises mobiles de véhicule et socles de connecteurs de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques ;
- ⇒ Normes de CEM : EN 50091-2, CEI 61000-2-2, CEI 61000-3-5 et CEI 61000-4
- ⇒ Normes de communication : IEC 60870-5-103.
- ⇒ SN 491000 – feuilles info ;
- ⇒ AEAI ;
- ⇒ SUVA.

Dans le cadre de ces études, le mandataire et/ou l'entreprise devra se référer et tenir compte des normes citées ci-dessus et notamment à la SIA 2060 afin d'élaborer les concepts et l'estimation des coûts y-relatifs.

Le détail des études, principe d'installations, calcul de puissances disponibles, estimation financière, etc. seront retranscrits dans un rapport et accompagnés des pièces graphiques des schémas de principes et plans.

Planification des infrastructures de recharge

Pour toutes les situations dans lesquelles on aura un ou plusieurs points de recharge, le calcul de la puissance requise devra être calculé par le mandataire et identifier quelle sera la valeur la plus basse possible qui permette de satisfaire aux exigences de recharge du ou des véhicule(s) identifié(s).

Les exigences énergétiques d'une station de recharge à prendre en considération lors de l'étude du projet sont le besoin en énergie et la puissance absorbée. Le besoin en énergie influence le dimensionnement d'éventuels producteurs d'électricité dans le bâtiment. La puissance absorbée influence le dimensionnement du raccordement (ligne d'alimentation du bâtiment) et de la ligne d'alimentation vers la borne de recharge.

La puissance de recharge sera calculée en priorisant la méthode selon SIA 2060 décrite ci-dessous.

I. Tableau formule de calcul puissance

La puissance absorbée de l'installation de recharge sera calculée en appliquant l'équation ci-dessous tirée de la norme SIA 2060.

Calcul de la puissance requise selon SIA 2060	
$$\boldsymbol{P}el, Op, pk, EK \ = \sum_{i=1}^{nEV} (\boldsymbol{P}el, N, EV, i * \boldsymbol{k}cor, P, i)$$	
$\boldsymbol{P}el, Op, pk, EK \ =$	Puissance de l'installation de recharge → [kW]
$\boldsymbol{n}EV \ =$	Nombre de points de recharge
$\boldsymbol{P}el, N, EV, i \ =$	Puissance nominale d'un point de recharge → [kW]
$\boldsymbol{K}cor, P, i \ =$	Facteur de correction

II. Tableau puissance nominale AC

Si la puissance nominale effective des points de recharge n'est pas connue au moment de l'étude du projet, on utilisera pour la recharge AC la puissance nominale indiquée ci-dessous.

Pour des points de recharge de type DC, le calcul se fera dans tous les cas avec la puissance nominale effective.

Puissance nominale AC selon SIA 2060	
Vélo électrique	0.25 [kW]
Motocycle électrique, véhicule électrique léger	1.8 [kW]
Voiture électrique	11 ou 22 [kW]

III. Valeur de correction

La valeur du facteur de correction à prendre en compte dépendra de la catégorie d'utilisateurs. Les facteurs de correction tiennent compte par exemple du fait que tous les véhicules ne peuvent pas recharger avec la puissance nominale de la borne de recharge et que les bornes de recharge ne sont pas toutes occupées en même temps. Les facteurs de correction types sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

valeur de correction selon SIA 2060							
Catégorie d'utilisateurs	**Formule**	**Valeur spécifique pour un nombre déterminé de points de recharge n_{EV}**					
		5 points de recharge	**10 points de recharge**	**15 points de recharge**	**20 points de recharge**	**50 points de recharge**	**100 points de recharge**
Charge courant AC							

Places de parking voitures VT[24]							
Puissance de charge 11 [kW] AC	$\frac{0.895}{n^{0.347}}$	0.51	0.40	0.35	0.32	0.23	0.18
Puissance de charge 22 [kW] AC	$\frac{0.455}{n^{0.263}}$	0.30	0.25	0.22	0.21	0.16	0.14
Places de parking motos, véhicules légers							
Puissance de charge 1.8 [kW] AC	Pour n_{EV} ≤ 3 = **1**	0.99	0.93	0.90	0.88	0.81	0.77
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.130}{n^{0.084}}$						
Places de parking vélos, trottinettes							
Puissance de charge 0.25 [kW] AC	Pour n_{EV} ≤ 6 = **1**	1	0.99	0.98	0.97	0.94	0.93
	Pour n ≥ 7 $n_{EV} = \frac{1.051}{n^{0.027}}$						
Charge courant DC							
Places de parking de voiture VT							
Puissance de charge 10 [kW] DC	Pour n_{EV} ≤ 5 = **1**	0.51	0.40	0.35	0.32	0.23	0.18
	Pour n ≥ 6 $n_{EV} = \frac{2.144}{n^{0.447}}$						
Puissance de charge 20 [kW] DC	Pour n_{EV} ≤ 3 = **1**	0.82	0.60	0.49	0.43	0.28	0.20
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.741}{n^{0.466}}$						
Puissance de charge 50 [kW] DC	Pour n_{EV} ≤ 3 = **0.8**	0.72	0.50	0.40	0.34	0.21	0.15
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.670}{n^{0.527}}$						
Puissance de charge 100 [kW] DC	Pour n_{EV} ≤ 3 = **1**	0.96	0.90	0.87	0.84	0.77	0.73
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.119}{n^{0.094}}$						
Puissance de charge 150 [kW] DC	Pour n_{EV} ≤ 3 = **1**	0.94	0.84	0.79	0.75	0.65	0.58
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.226}{n^{0.164}}$						
Puissance de charge 350 [kW] DC	Pour n_{EV} 1 = **1**	0.82	0.71	0.66	0.62	0.52	0.46
	Pour n ≥ 4 $n_{EV} = \frac{1.111}{n^{0.192}}$						

Type de recharge

Les différents types de recharge à utiliser pour les installations de l'État de Genève communément désignés par l'appellation "mode" sont les suivantes :

[24] *VT = voitures électriques*

⇒ **Mode 1 :** La « recharge » s'effectue par courant alternatif (AC) sur une prise CEE. Aucune communication entre le point de fourniture d'énergie (prise) et le véhicule.

⇒ **Mode 2 :** La « recharge » s'effectue de façon similaire au mode 1, mais elle se fait toutefois à l'aide d'un dispositif « In-Cable Control Box » (ICCB) intégré au « câble de charge ». Ce dispositif est relié à un véhicule électrique habituellement « rechargé » conformément au mode 3 avec une prise CEE. Communication entre l'ICCB et le véhicule.

⇒ **Mode 3 :** La « recharge » par courant alternatif (AC) peut s'effectuer uniquement sur une prise dédiée de type 2. Communication entre le point de fourniture d'énergie (prise) et le véhicule.

⇒ **Mode 4 :** La « recharge » s'effectue par courant continu (DC) pour « recharges rapides ». Communication entre le point de fourniture d'énergie (« borne de recharge ») et le véhicule.

Pour la recharge avec connexion AC, cette dernière sera toujours réalisée ***par un câble nomade fourni avec le véhicule*** qui relie la prise externe ou la borne de recharge et le dispositif de connexion sur la voiture ou autres véhicules électriques.

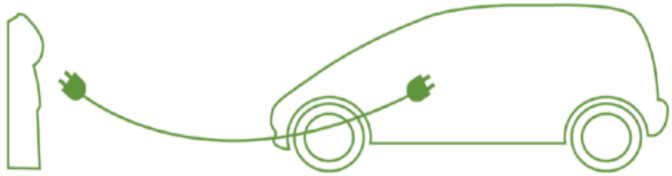


Figure 23 – Connexion de recharge avec cordon nomade livré avec le véhicule (Guide installation de recharge 2021)

Infrastructure

Lors des différentes phases d'études, le mandataire tiendra compte lors du dimensionnement des canalisations et des tracés de celles-ci, des caractéristiques du site et des possibles évolutions futures que ce soit lors d'une construction neuve ou dans un bâtiment existant. Dans la mesure du possible, le mandataire proposera une infrastructure permettant une extension de l'installation sans avoir à effectuer des travaux lourds, notamment de génie civil (fouilles, etc.).

Dans le cadre d'un projet d'envergure où de nombreuses places de parking seraient amenées à être équipées, la réflexion sur le déploiement d'un câble plat (câble plat jusqu'à 63A) ou de rail d'énergie avec système de connexion rapide par points de recharge reste la solution à envisager.

Dans les bâtiments existants, l'infrastructure proposée devra être adaptée au lieu d'installation et tenir compte des canalisations existantes. Un relevé approfondi sera réalisé par le mandataire et/ou l'entreprise afin de déterminer si l'adaptation ou l'extension de celle-ci, notamment des chemins de câbles ou canaux d'installations sera nécessaire. Dans tous les cas, il proposera un principe adapté et coordonné. Il tiendra également compte des éventuelles extensions futures. Il avertira le Maître d'Ouvrage de la capacité maximale d'extension possible en fonction notamment de la puissance disponible de l'alimentation principale, de la capacité de(s) ensemble(s) d'appareillages, canalisations, du système de gestion proposé, etc.

La canalisation sera munie d'une séparation CFO et CFA ou physiquement séparée par exemple par deux tubes afin d'éviter des perturbations électromagnétiques.

À titre indicatif, ci-dessous un tableau non exhaustif donnant des indications sur les diamètres de tube minimaux requit, en fonction de l'intensité et puissance nominale et le niveau de puissance des bornes de recharge :

Racc. él. / P charge	1 x 16 A 3.7 kW	1 x 32 A 7.4 kW	3 x 16 A 11 kW	1 x 63 A 14.5 kW	3 x 32 A 22 kW	3 x 63 A 43.5 kW	3 x 80 A 55 kW	3 x 143 A 98 kW	3 x 300 A 207 kW
lente / normale	M25								
accélérée		M32	M25						
rapide				M40	M40				
super-rapide						M50	M50		
ultra-rapide								Ø65	Ø100

Figure 24 – Tableau indicatif diamètre des tubes en fonction de la puissance (Guide d'installation système de recharge pour véhicule électrique)

Pour une utilisation facilitée, les points de raccordement CFO et CFA ainsi que la borne seront prévus à une hauteur comprise entre 1.0 m et 1.6 m.

Lorsque l'installation de borne de recharge est prévue en extérieur, les aménagements de génie civil de bases, carottages, regard, tubage enterré, etc., devront être conçus de façon à éviter toute forme d'infiltration d'eau ou autre dans le bâtiment.

La position des points de recharge sera étudiée et reportée sur plan et présentée pour validation au Maître d'Ouvrage.
Si à l'emplacement futur de la borne de recharge l'éclairage parait insuffisant ou inexistant par exemple dans un parking fermé, le mandataire l'annoncera et devra prendre en compte dans son étude l'installation d'un éclairage permettant un confort d'utilisation suffisant du point de recharge par l'utilisateur.

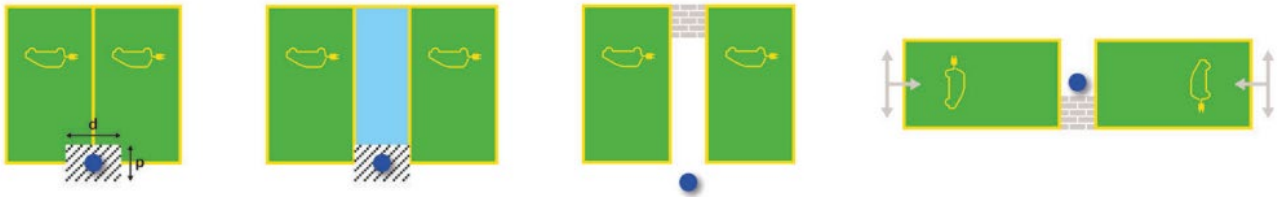


Figure 25 – Exemple de position selon Guide d'installation de système de recharge véhicules électriques

Câblage AC

Le câble AC des installations de recharge pour véhicule répondra aux exigences des normes NIBT en vigueur. Ces derniers répondront également aux caractéristiques suivantes :

- ⇒ Matériaux non-propagateurs de flamme ;
- ⇒ Tous les câbles déployés seront sans halogènes et répondront aux exigences des normes CPR et KBOB cité dans le chapitre 6.5 du présent cahier technique ;
- ⇒ Afin d'optimiser au maximum les pertes d'énergie, la chute de tension admissible en ligne AC ne pourra excéder $\Delta U_{Ligne\ recharge}$ = **1 %**. La section de câble sera à adapter en fonction de la longueur de la ligne et du mode de pose ;
- ⇒ Ils seront tous identifiés par des étiquettes résistant aux conditions climatiques ou ils sont déployés ;
- ⇒ Les équipements et câblage nécessaire au pilotage à distance des bornes (delestage) par le GRD est à prévoir dans sa totalité, incluant l'ensemble des démarches administratives auprès de ce dernier ;
- ⇒ L'équilibrage des phases L1 – L2 – L3 devra être pris en compte dans les concepts et installations, dans tous les cas il devra être respecté.

Câblage CUB

Une ligne de connexion CUB RJ45 sera prévue par borne de recharge. Elle sera réalisée de manière à respecter **les Directives éditée par l'OCSIN** et déposée sur la plateforme OPTIMISO ainsi que du présent cahier de normalisation.

Dans le cadre d'installations extérieures, le câblage sera choisi et adapté aux conditions climatiques extérieures afin de garantir leurs durées de vie et le fonctionnement des équipements tels que les fouilles, tubes, câbles, etc.)

Le mandataire et/ou l'entreprise se coordonneront avec les différents services de l'État notamment pour tout ce qui concerne la partie active de l'installation réseau (Switch, etc.).

Dans le cas où le fournisseur du système préconise un câblage CUB de type SFTP (blindé) non utilisé par l'OCSIN, notamment dans le cadre d'un déploiement de points de recharge multiples, une solution de câblage CUB isolé distribué depuis un rack de type "QuickBox", dédié à l'infrastructure de recharge pourra être envisagée et étudiée par le mandataire. Ce dernier sera connecté aux réseaux de l'État de Genève via une fibre optique. Dans tous les cas, ce principe sera soumis au MO pour validation.

Pour les liaisons physiques au réseau de l'État de Genève, le mandataire et/ou l'entreprise se réfèreront au **Cahier de normalisation MCR** déposé sur la plateforme OPTIMISO.

Tableau de distribution

Si un nouveau tableau de distribution secondaire dédié est nécessaire, il sera dimensionné et construit selon les normes et directives indiquées dans le chapitre "*CFC 231.3 – Distributions tableaux secondaires à basse tension"* du présent cahier de normalisation. Un espace nécessaire pour l'adjonction des organes de protections de ligne et pour les compteurs sera prévu. L'emplacement nécessaire pour l'installation d'un système intelligent de gestion des recharges et de comptage sera également considéré. Il disposera d'une place de réserve suffisante de 30 % permettant des extensions futures.

Lors de l'installation d'une borne de recharge électrique triphasée, seuls les DDR interrupteurs différentiels suivants doivent être installés :

- ⇒ DDR de type A EV ;
- ⇒ DDR de type B.

Toutes les prises de connexion (prises de charge) doivent être protégées par un dispositif de protection de courant de défaut (RCD).

Borne de recharge

La borne de recharge proposée soit de type Wall Box ou de type Totem en fonction de la configuration de l'installation devra répondre aux caractéristiques techniques minimales suivantes :

- ⇒ Elle répondra aux exigences de la norme IEC 61851-1 et IEC 62196 ;
- ⇒ Elle aura un rendement énergétique supérieur à 95 % ;
- ⇒ Pilotage et régulation de la charge en tout temps par un système de gestion pour augmenter ou diminuer la puissance ou par un ordre de diminution de la charge par le GRD;
- ⇒ Équipée d'un système d'identification par carte RFID[25] paramétrable en fonction des choix du Maître d'Ouvrage ;
- ⇒ Activation automatique de la charge au passage de la carte RFID ;
- ⇒ Fourniture et programmation des cartes RFID (nombre à convenir avec le MO) ;

[25] *RFID = Radio Fréquence Identification (lecteur carte RFID)*

⇒ Affichage de l'état par un affichage témoin LED RGB (couleurs en fonction de l'état) ;

⇒ L'indice de protection sera au minimum IP54 mais dans tous les cas adaptés aux conditions climatiques environnantes ;

⇒ L'indice de résistance mécanique sera d'au minimum IK 09 ;

⇒ Plage de température de fonctionnement de -30 à + 50 [°C] ;

⇒ Plage d'humidité relative de fonctionnement de 5 à 95 % ;

Système de gestion

Le mandataire devra planifier et prévoir un système de gestion intelligent doté de la fonction "*Power Boost"* et *"Dynamic Power Sharing"*.

La fonction "*Power Boost"* ou d'écrêtage de pointes, permettra une recharge qui empêchera de dépasser la capacité électrique maximale disponible du bâtiment défini dans le cadre de l'étude. En cas de défaut du système ou une perte de communication, les bornes devront commuter automatiquement en mode dégradés afin de ne pas provoquer une surcharge du réseau électrique. Cette alarme défaut devra pouvoir être reprise et transmise via le réseau informatique de l'État de Genève.

La fonction "*Dynamique Power Sharing"* permettra de surveiller et de mesurer la demande de recharge par rapport à sa capacité énergétique autorisée. Lorsque la demande sera inférieure à la capacité maximale, l'énergie disponible restante sera dans ce cas envoyée au réseau de recharge. Le système de recharge intelligente distribuera automatiquement l'énergie disponible uniformément à tous les chargeurs.

Le stockage des informations et différentes mesures via un "Cloud" déporté ou propre au fournisseurs de la borne de recharge est proscrit. Le système doit être autonome et transité exclusivement par le réseaux État de Genève.

Le système devra permettre une extension du nombre de points de recharge gérés de 30%.

Les droits d'accès utilisateurs des bornes seront attribués via le système de gestion.

Pour la synchronisation horaire des systèmes et la transmission des alarmes, le mandataire et/ou l'entreprise devront se référer au **Cahier de normalisation MCR** déposé sur la plateforme OPTIMISO.

Circuit de commande et d'approvisionnement

Dans le cas d'une période de charge élevée, une réduction de la puissance du gestionnaire de réseau de distribution (GRD) peut intervenir. Les exigences éditée par l'AES[26] et stipulée dans les PDIE visent à permettre le pilotage des bornes de recharge assurant l'électromobilité dite CD[27] doivent être prise en considération dans la planification du projet.

Ces exigences s'appliquent à toutes les bornes de recharge AC et DC à partir d'une puissance apparente nominale fournie par le réseau de S ≥ 3,68 [kVA]

Selon les PDIE 2021, "*Afin de prévenir un risque imminent et considérable pour la sécurité de l'exploitation du réseau, le gestionnaire de réseau peut piloter la puissance de soutirage et d'injection même sans l'accord ou la rétribution du consommateur final, du producteur ou de l'exploitant du dispositif de stockage concerné. Cela est appelé « réduction de la charge ». À l'inverse du principe de délestage habituel, l'alimentation de la charge n'est pas interrompue".*

Aussi, l'installation de recharge proposée devra être équipée d'un système compatible avec ses exigences.

[26] *AES = Association des entreprises électriques suisse*
[27] *CD = Charging device*

Communication

La borne de recharge sera équipée d'une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève. Les informations d'états de recharge, de consommation et d'alarmes pourront être transmises et reprises sur cette dernière.

La communication et les transmissions d'informations du système devront se faire via un protocole ouvert, Modbus, Bacnet ou autre.

Le patching et la fourniture des cordons de brassage devront être compris dans les prestations d'installation.

Comptage

Un système de comptage et de relevé à distance de l'énergie certifié MID / METAS sera proposé et prévu dans l'étude.
Ce système prendra la forme d'un comptage individuel par borne, avec la possibilité de consulter à distance les valeurs mesurées. Une reprise sur le système de supervision si le bâtiment en est pourvu devra être étudiée. Dans tous les cas un schéma de principe du système d'alimentation de force et de comptage sera proposé au Maître d'ouvrage pour approbation.

Le système devra générer des fichiers .csv mensuels et annuels avec le détail de consommation d'énergie de chaque véhicule et devra les transmettre par mail.

Pour chaque départ d'alimentation des bornes de recharge, les informations suivantes devront être collectées :

⇒ Energie EP (kW/h)

Ces informations seront stockées sur un concentrateur de données ou sur un serveur dédié. Elles devront être accessibles et consultables à distance via le réseau IT de l'État de Genève.

L'interfaçage et les interactions avec les systèmes de mesures MCR devront être définis dès les phases initiales du projet entre le bureau d'étude électricité et le bureau d'étude chargé des concepts MCR. Le principe sera présenté et devra être validé par le SIP.

À la remise de l'ouvrage, les fonctions de relever des mesures locales ou à distance devront être mises en service et parfaitement opérationnelles dans leur ensemble et sans exclusion.

Le schéma de principe indicatif du présent document CFC 231.21 Figure 15 – Exemple typologie de comptage d'énergie électrique, donne idée sur l'intégration du comptage des bornes sur le système de mesure global du bâtiment.

CFC 232 – Installations à courant fort

CFC 232.0 – Ligne d'alimentation principale réseau TGBT

Des canalisations préfabriquées peuvent être utilisées en cas de grande consommation électrique à condition qu'elles soient économiquement plus avantageuses que des câbles. La preuve devra être apportée.

CFC 232.1 – Mise à terre et liaisons équipotentielles

Mise à terre de fondation

La mise à terre de fondation du bâtiment sera réalisée selon les exigences des normes SEV 4413, SEV 100-12-3, la norme NIBT et les PDIE en vigueur.

De manière générale, dans les nouveaux ouvrages, le type de mise à terre sera réalisée par une électrode de terre de fondation.

Le bureau d'étude observera les directives de la Société Suisse de Protection contre la corrosion. La mise à terre de fondation sera posée de façon à être enrobé d'au minimum 5 [cm] de béton.

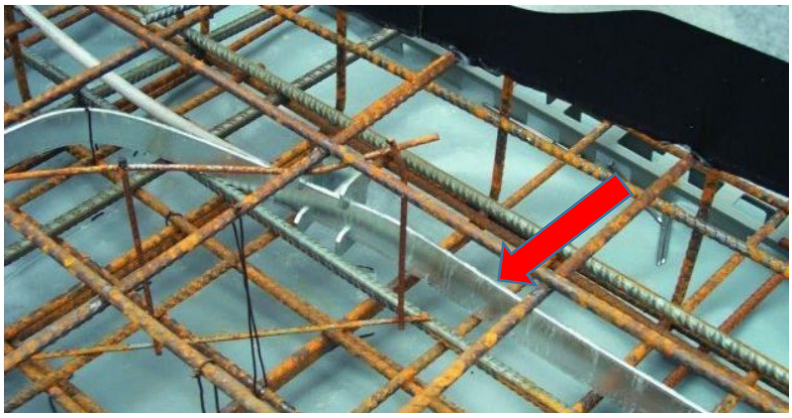


Figure 26 – Disposition conducteur d'électrode de terre de fondation dans radier

Dans le cadre des ouvrages à radier isolé, une mise à terre circulaire sera déployée sur le pourtour du bâtiment et enfouie à 70 [cm] au minimum et à 1 [m] du bord de la structure. Chaque point de raccordement reliant la mise à terre de fondation devra être raccordé à un dispositif de point de mesure accessible en tout temps permettant d'isoler galvaniquement la mise à terre extérieur, ces derniers permettront d'effectuer les mesures nécessaires lors des contrôles OIBT final, de réception et périodique.

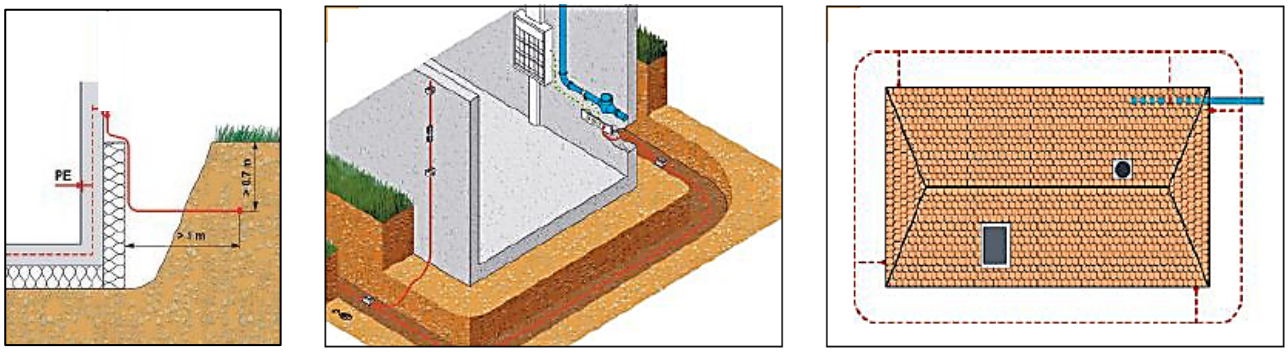


Figure 27 – Principe de mise à terre circulaire pour radier isolé (Arthur Flury)

Liaisons équipotentielles

Les liaisons équipotentielles seront réalisées conformément aux normes NIBT et SEV 4113 en vigueur, pour les parties métalliques non électriques, telles que :

- ⇒ Les chemins de câbles ;
- ⇒ Les conduites de ventilations ;
- ⇒ Les tuyaux métalliques de chauffage et sanitaire ;
- ⇒ Les rails de guidage ascenseur ;
- ⇒ La structure porteuse du système photovoltaïque ;
- ⇒ Les structures métalliques ;
- ⇒ Etc.

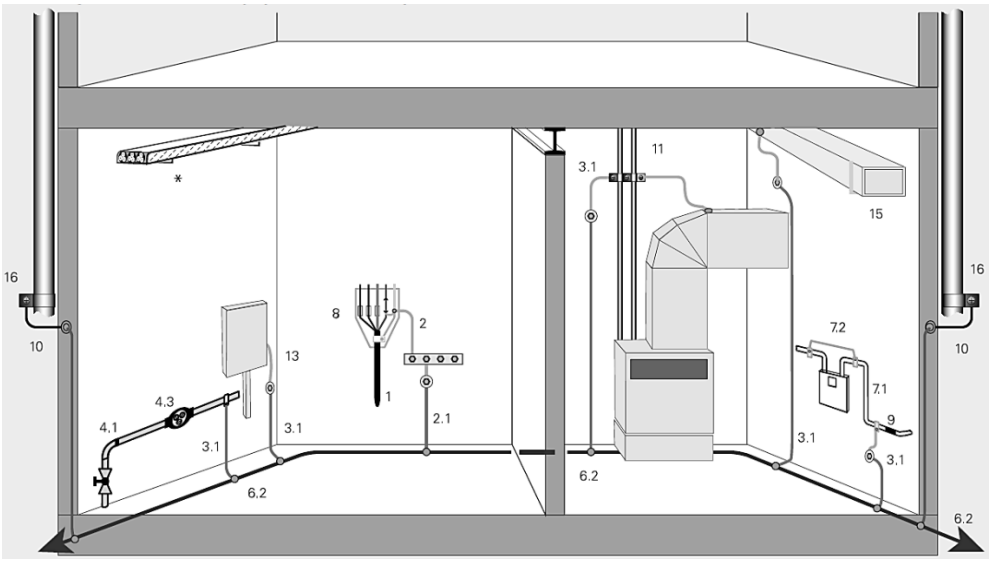


Figure 28 – Schéma de mise à terre et mise à terre équipotentielle (NIBT)

Les parties métalliques ayant une surface supérieure à 1 [m^2] ou une d'une longueur de plus 6 [m] de long devront être reliées au système de mise à terre équipotentielle.

Pour les installations particulières par exemple dans les emplacements explosibles, il y aura lieu de relier les parties métalliques ayant une surface supérieure à 0.5 [m^2] ou une longueur de plus 3 [m] de long au système de mise à terre équipotentielle et de respecter dans tous les cas les normes y-relatives.

CFC 232.2 – Système de protection contre la foudre

Système de protection contre la foudre extérieure (paratonnerre)

En cas d'exigence d'une installation d'un système de protection contre la foudre extérieure, ce dernier sera réalisé selon les normes SNR 464022, SN 62305-1, NIBT en vigueur ainsi que des directives complémentaires des Établissements cantonaux d'Assurance Incendie (AEAI).

Le système de protection contre la foudre extérieure sera de type cage de Faraday. Un organe capteur constitué par un maillage sera exécuté en toiture. Des descentes conductrices déployées et raccordées entre l'organe capteur et l'électrode de terre de fondation permettront d'écouler le courant de foudre à la terre en cas d'impact.

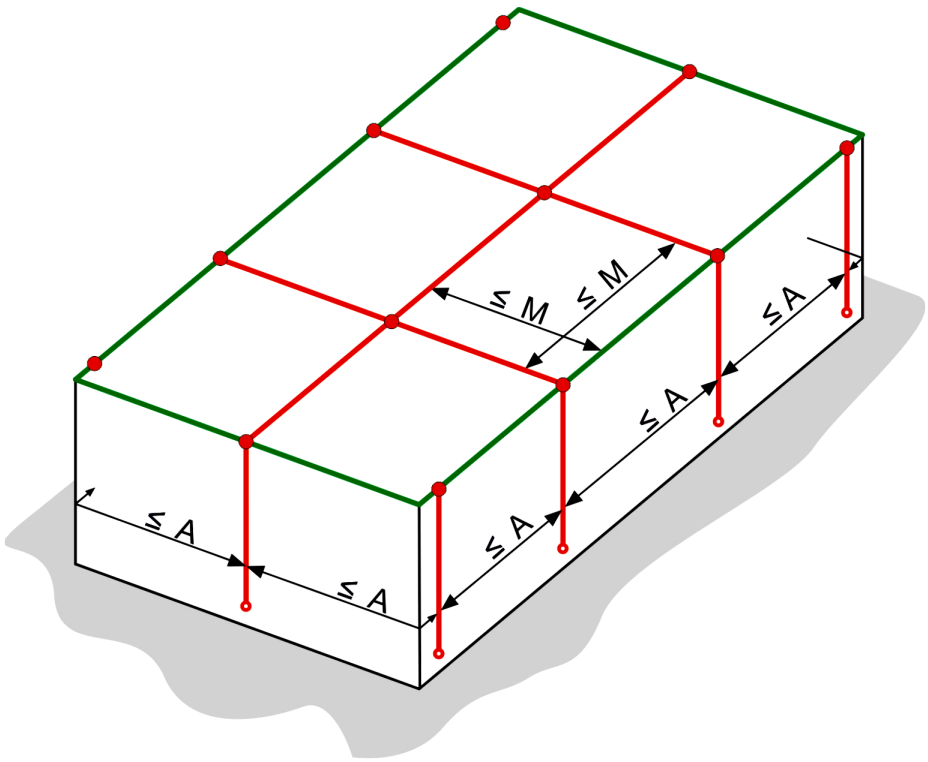


Figure 29 – Principe d'exécution du SPF contre la foudre par cage de Faraday (Arthur Flury)

Système de protection contre la foudre intérieure (parafoudre)

Si le concept sécurité l'exige, la réalisation d'un système de protection contre la foudre intérieure sera réalisée selon les normes SNR 464022, SN 62305-1, NIBT en vigueur et des directives complémentaires des Établissements cantonaux d'Assurance Incendie (AEAI) soit :

⇒ Installation d'un système de parasurtension dans le tableau principale TGBT ;

⇒ Installation d'un système de parasurtension dans chaque tableau secondaire.

Un disjoncteur de protection monté en série avec le SPD devra être prévus. Il sera câblé directement en série avec le parafoudre.

Il garantira les fonctions suivantes :

⇒ Couper un éventuel court-circuit 50 [Hz] qui pourrait se produire lors de la fin de vie du parafoudre ;

⇒ Assurer la continuité de service de l'installation intérieur en évitant que le disjoncteur principal ne déclenche ;

⇒ Permettre d'effectuer une opération de maintenance sur le parafoudre en isolant ce dernier du réseau.

Les SPD devront être équipés d'un contact de signalisation de défaut / impact de foudre. Cette information pourra ainsi être reprise sur un système de supervision (GTB).

CFC 232.3 – Systèmes d'installation

Système d'installation

Les systèmes d'installation composés d'échelles à câbles, de chemins de câbles et/ou de canaux à grille permettront de réaliser la distribution horizontale et verticale le bâtiment.

La distribution sera en principe réalisée par des échelles à câbles pour la distribution verticale et des chemins de câbles et/ou des canaux à grille pour la partie horizontale. Ils disposeront d'une place de réserve de 30 % afin de garantir un espace suffisant pour le tirage aisé de nouvelles lignes.

Afin de se prémunir contre tout effet indésirable CEM, deux distributions courant fort et courant faible séparées physiquement devront être planifiées.

Pour les zones difficiles d'accès notamment de transit entre étages ou parois ou pour les lignes déployées hors des infrastructures, échelles, chemins de câbles et canaux d'allèges, la distribution devra être mise sous tube afin qu'un retirage des câbles puisse être exécuté en tout temps. Ces derniers seront dimensionnés avec une place de réserve suffisante de 30%.

Système d'installation de sécurité

Les systèmes d'installation dévolus aux installations de sécurité nécessiteront une fonctionnalité en tout temps, en particulier lors d'un incendie. Cela imposera que la coordination de ces installations prédomine sur l'ensemble des autres techniques du bâtiment selon les exigences des normes NIBT et AEAI en vigueur.

Le maintien de fonctionnement devra être garanti pour les installations suivantes :

- ⇒ Systèmes d'évacuation des fumées ;
- ⇒ Éclairage de secours (avec système centralisé) ;
- ⇒ Sonorisation d'évacuation ;
- ⇒ Etc.

Les canalisations transitant dans les voies de fuite dont le dégagent d'énergie thermique dépasse 200 [MJ/m] devront être confinées dans des enveloppes conçues et homologuées à cet effet afin de répondre aux exigences des normes de protection incendie AEAI.

Les systèmes d'installations de sécurité devront présenter le marquage « **E** ». L'attestation de conformité devra être remise avec le dossier de révision. L'ensemble devra rester opérationnel durant la durée déterminée (30 / 60 ou 90 minutes).

Le bureau d'étude devra fournir un justificatif des calculs du dégagement thermique des zones concernées.

La somme de la charge d'incendie des câbles présente dans la **voie d'évacuation horizontale** divisée par la longueur de la voie de l'évacuation horizontale ne doit pas excéder **200 [MJ/m linéaire].**

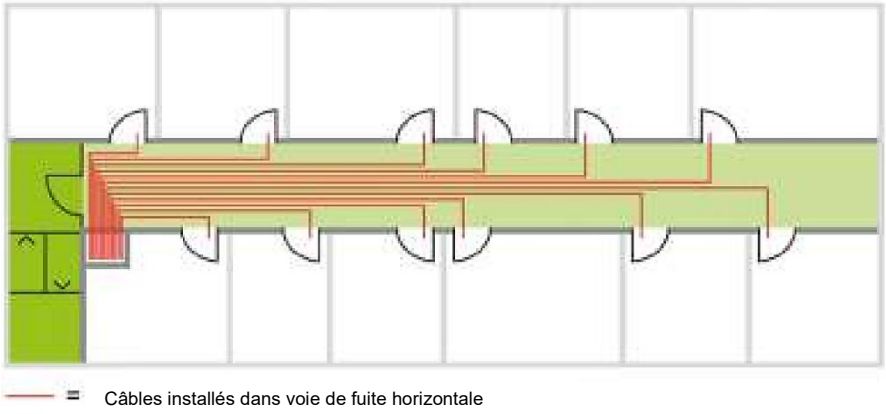


Figure 30 – Charge thermique maximale admissible (AEAI)

CFC 232.4 – Lignes montantes et principales

Des canalisations préfabriquées peuvent être utilisées en cas de grande consommation électrique à condition qu'elles soient économiquement plus avantageuses que des câbles. La preuve devra être apportée.

La chute de tension admissible en ligne ne pourra excéder ΔU_{Ligne} **= 4 %.**

Afin d'optimiser au maximum la production et l'efficience des installations de production d'énergie notamment photovoltaïques, la chute de tension admissible en ligne ne pourra excéder $\Delta U_{Ligne\ production\ E}$ **= 1 %.**

Lors de modifications ou transformations, les anciennes lignes doivent être retirées et épurées.

CFC 232.5 – Installations d'éclairages

Installation d'éclairage principale

La planification des éclairages ainsi que leur gestion seront réalisées selon les exigences des normes EN 12464-1 & 2, les recommandations SLG, ainsi que le cahier technique *"CFC 233 – Lustrerie Cahier de normalisation"* de l'OCBA.

Pour les installations d'éclairages extérieures, il y aura lieu de prendre en compte les mesures nécessaires selon la norme SIA 491 "*Pollution lumineuse*" afin d'éviter toute forme de pollution lumineuse.

De manière générale, on priorisera une distribution des installations d'éclairage par le plafond.

Les commandes d'éclairage seront de manière générale de type manuel Auto/Off avec un dispositif d'extinction automatique par détecteur de présence après **5 minutes** d'absence d'occupation. Le niveau d'éclairement sera régulé en fonction de l'apport d'éclairage naturel par local d'utilisation.

Le système de détection et d'extinction automatique de l'éclairage devra être équipé d'un contact libre de potentiel permettant de transmettre l'état d'occupation du local. Ainsi, cette information sera au besoin reprise sur d'autres systèmes de gestion Adb notamment de protection solaire dans les salles de diffusion multimédias, les salles de conférences, les salles de cours (position professeur), etc.

Dans les locaux techniques, les commandes d'éclairage seront de type manuel On/Off disposé à l'entrée de chaque local.

Dans les espaces communs et les cages d'escaliers, l'éclairage sera commandé par un système de détection automatique Auto-On-Off lors du passage des personnes.

Dans les WC, l'éclairage sera commandé par un système de détection automatique Auto-On-Off équipé d'un capteur sonore.

Ci-dessous des exemples généraux non exhaustifs des commandes d'éclairage selon l'affectation des locaux :

Cages d'escaliers, surfaces de dégagement, circulations.		▪ Détecteur de présence ON/OFF avec capteur de luminosité ou ON/OFF

Locaux techniques		▪ Commande On/Off
Locaux techniques CVC-S		▪ Commande On / Off IP54
Bureaux, salle de réunion, laboratoires, etc.		▪ Commande On / Off (éclairage) ▪ Détection Auto / Off ▪ Asservissement lumière du jour ▪ Monter / descendre (stores) ▪ Ouverture / fermeture ouvrants ventilation ▪ Détecteur équipé de contact libre de potentielle pour signalisation de présence → Adb
Salle de classe		▪ 2 zones distinctes professeur + élèves[28] ▪ Commande 2 zones On / Off (éclairage) ▪ Détection Auto / Off ▪ Asservissement lumière du jour ▪ Monter / descendre & gestion des lamelles[29] (stores) ▪ Ouverture / fermeture ouvrants ventilation ▪ Détecteur équipé de contact libre de potentielle pour

[28] *Les commandes par zones doivent être clairement distinctes et différenciées à l'allumage.*
[29] *L'inclinaison des lamelles lors de la descente ou monté doivent avoir une inclinaison de 45 °, pas d'obscurcissement lors du mouvement (zones de commandes identiques aux éclairages).*

		signalisation de présence → Adb
Dépôt, économat		▪ Détecteur de présence On / Off sinon avec sonde de luminosité intégrée (si éclairage naturelle).
WC		▪ Détecteur de présence Auto-On-Off avec sonde de luminosité (si éclairage naturelle) et capteur sonore intégrée

Gestion des éclairages dans les écoles

Dans les salles de classe, deux zones d'allumage distinctes seront à prévoir selon concept dit "Plan lumière" soit :

⇒ 1 zones professeur ;

⇒ 1 zone élève.

Lors de l'actionnement sur les poussoirs des zones respectives, seule la zone concernée par l'action devra être commandée et non les deux.

Pour des questions de simplicité, l'État de Genève ne souhaite pas de zone fenêtre.

Un système de gestion local de type broadcaste peut-être planifier, une gestion domotique de type KNX ou autre n'est pas forcément nécessaire, le mandataire ou l'entreprise devra dans tous les cas faire valider le concept projeté.

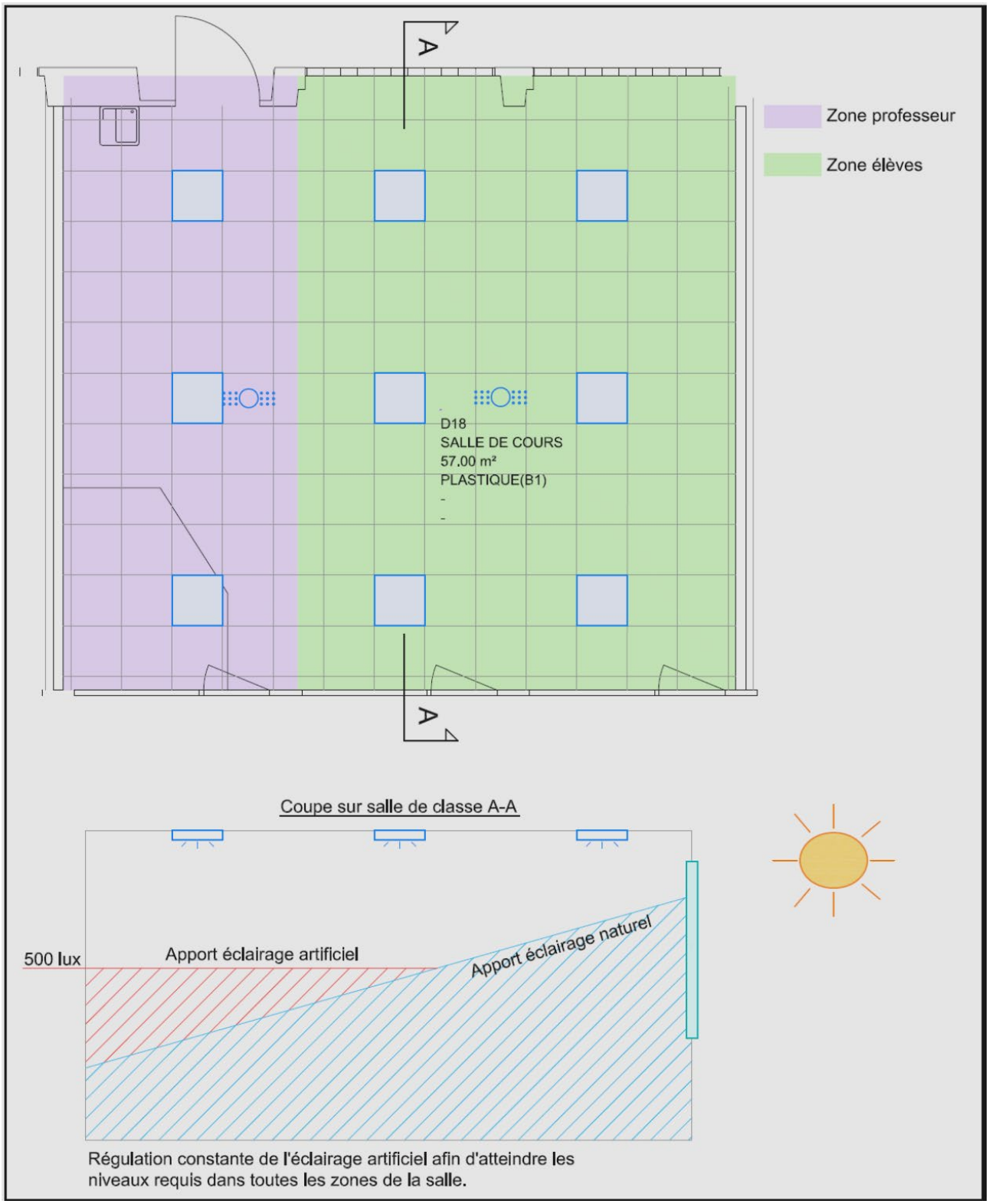


Figure 31 : Principe de commande et de gestion des salles de classe (plan lumière 2019)

La gestion des éclairages dans les autres locaux des écoles devra respecter le principe selon schémas annexé ci-après.

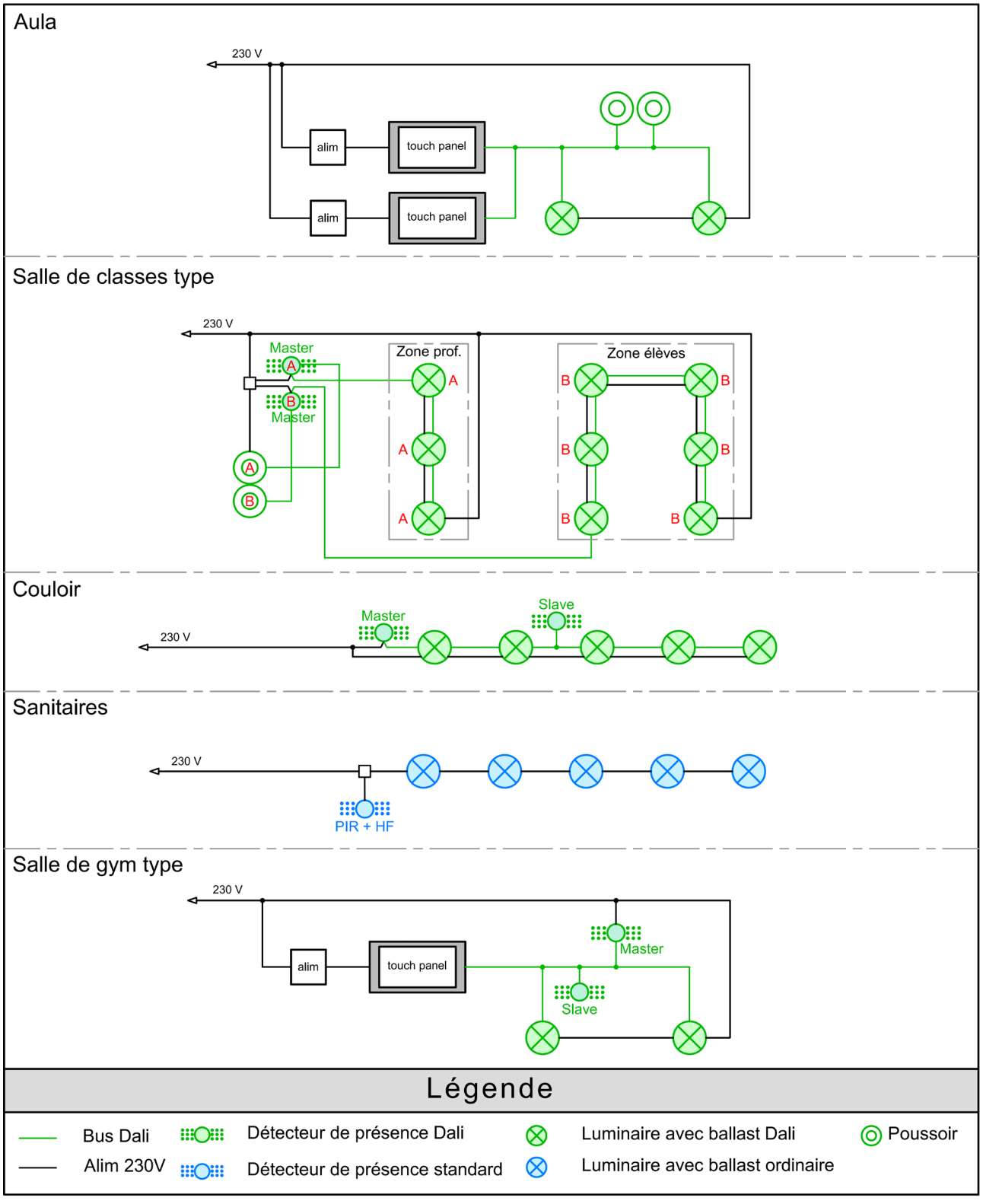


Figure 32 : Principe de commande et de gestion des éclairages dans les écoles (plan lumière 2019)

Installation d'éclairage de secours

Les installations d'éclairages de secours et des balisages des voies de fuite seront réalisés selon les exigences des normes AEAI et NIBT en vigueur et conformément au concept de protection incendie établi par un ingénieur sécurité.

Les concepts d'installation d'éclairage de secours seront transmis au service d'ingénierie sécurité de l'OCBA pour validation.

Les installations avec un maintien de fonction devront présenter le marquage « **E** ». L'attestation de conformité devra être remise avec le dossier de révision. L'ensemble devra rester opérationnel durant la durée déterminée 30 / 60 ou 90 minutes.

CFC 232.6 – Installations de forces

L'ensemble des circuits de prises d'une intensité ≤ 32 [A] prévus dans les locaux seront équipés de protections par dispositifs de protection à courant de défaut résiduel différentiel (DDR) de 30 [mA].

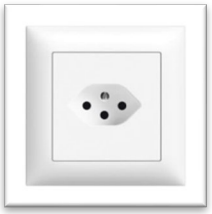
Un circuit « force » ne pourra alimenter qu'un nombre de 5 prises au maximum.
De manière générale, une prise 230 [V] sous la commande d'éclairage n'est pas souhaitée. Toutefois, dans des cas particuliers et justifiés, le mandataire pourra tout de même proposer à l'OCBA l'installation de celle-ci pour faciliter l'entretien.

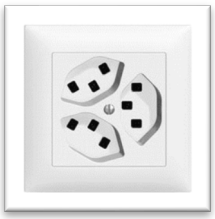
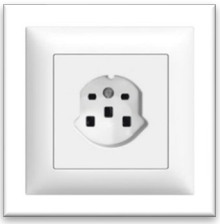
La répartition des prises dans les locaux sera réalisée de la manière suivante :

- ⇒ Dans les locaux techniques, les prises seront de type 13 simple en 230 [V] ;
- ⇒ Dans les locaux les prises seront de type 13 et/ou type 23 triple en 230 [V] ;
- ⇒ Dans les supports de type FLF tels que les potelets et les boîtes de sol, les prises seront de type 13 et/ou type 23 simple en 230 [V] ;
- ⇒ Dans les surfaces de dégagement et les cages d'escalier, des prises d'entretien de type 25 EN 400 [V] seront réparties et installées à tous les niveaux tous les 15 [m] ;
- ⇒ Dans les espaces coins cuisine les prises à libre emploi situées sur le plan de travail seront de type 13 triple en 230 [V].

Le mandataire aura la tâche de remplir les documents « fiches technique par locaux » dédiées ou le nombre, le type de prises et le type de réseau d'alimentation sera spécifié. Ces fiches seront validées par l'OCBA et les utilisateurs.

Ci-dessous des exemples généraux non exhaustifs de type de prise selon l'affectation des locaux :

Locaux techniques, dépôts, économats		▪ Prise T13
Locaux administratifs, salle de réunion, prises à libre emploie, etc.		▪ Prise 3 x T13

Laboratoires		▪ Prise 3 x T13 ou 3 x T23
Surface de dégagement		▪ Prise d'entretien T25
Montage dans potelets, boîte de sol, ou platine FLF		▪ Prise T13 ou T23 FLF
Montage dans canaux d'allèges		▪ Prise 3 x T13 ou T23
Appareils 400 [V] - 16 [A] triphasés		▪ Prise T25
Appareils 400 [V] - 16 [A] triphasés emplacement humide		▪ Prise T25 - IP54
Appareils 400 [V] - 32 [A] triphasés	 	▪ Prise CEE 32A - IP44

Appareils 400 [V] - 63 [A] triphasés	 	▪ Prise CEE 63A – IP44

Les installations électriques techniques présentant des dangers lors des marches particulières notamment lors de dépannage, réparation, entretien, nettoyage, etc., un interrupteur de sécurité verrouillable devra être installé à proximité de chaque unité de fonction (récepteur) par exemple pour les installations industrielles, (cuisines industrielles, les équipements techniques CVCFS, etc.). Elles devront dans tous les cas répondre aux exigences des normes NIBT, de sécurité SUVA et SNG491000[30] en vigueur.

Ils devront notamment répondre aux exigences suivantes :

- ⇒ Pouvoir être verrouillé, en position déclenchée, au moyen de cadenas personnels (au minimum 3), de façon à empêcher tout réenclenchement intempestif ou non autorisé ;
- ⇒ Être accessible facilement et sans risque ;
- ⇒ Être placé de façon à avoir une vue d'ensemble de la partie d'installation déclenchée ;
- ⇒ Être installé à proximité immédiate du lieu d'intervention (c'est-à-dire sur place) ou à l'endroit où on doit obligatoirement passer pour effectuer l'intervention ;
- ⇒ Être installé à plusieurs endroits pour les installations étendues ou réparties dans plusieurs locaux, et en particulier à tous les endroits où des interventions sont nécessaires ;
- ⇒ Être de couleur noire ou grise (exception : poignée rouge sur fond jaune lorsqu'il est utilisé comme interrupteur d'arrêt d'urgence).

Les interrupteurs de sécurité ou de maintenance devront être planifies dès l'avant-projet lors de la construction neuve ou de la transformation des équipements présentant des dangers lors des marches particulières. Ils devront être situes aussi près que possible des matériels correspondants.

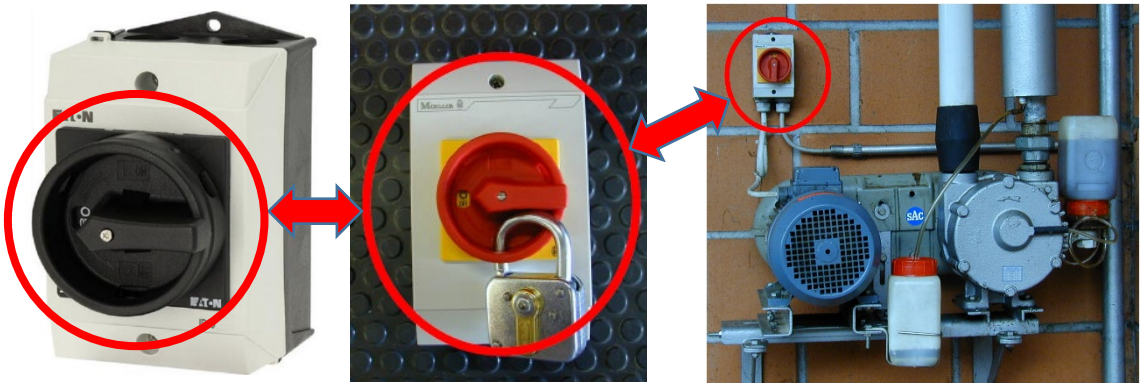


Figure 33 – Exemple interrupteur de révision / sécurité

Le mode de déclanchement de sécurité pourra être réalisé à l'aide d'un dispositif conjoncteur[31] (connecteur prise + fiche) à condition que le courant nominal soit inférieur ou égal à 16 [A]. Dans ce cas de figure, il y a lieu de garantir l'accessibilité dudit dispositif sans démontage de l'appareil.

[30] *SNG491000 = Feuilles infos*
[31] *Dispositif conjoncteur = Prise + fiche*

Le diagramme suivant aidera le mandataire ou l'entreprise à faire son choix sur la nécessité d'installé un interrupteur de révision.

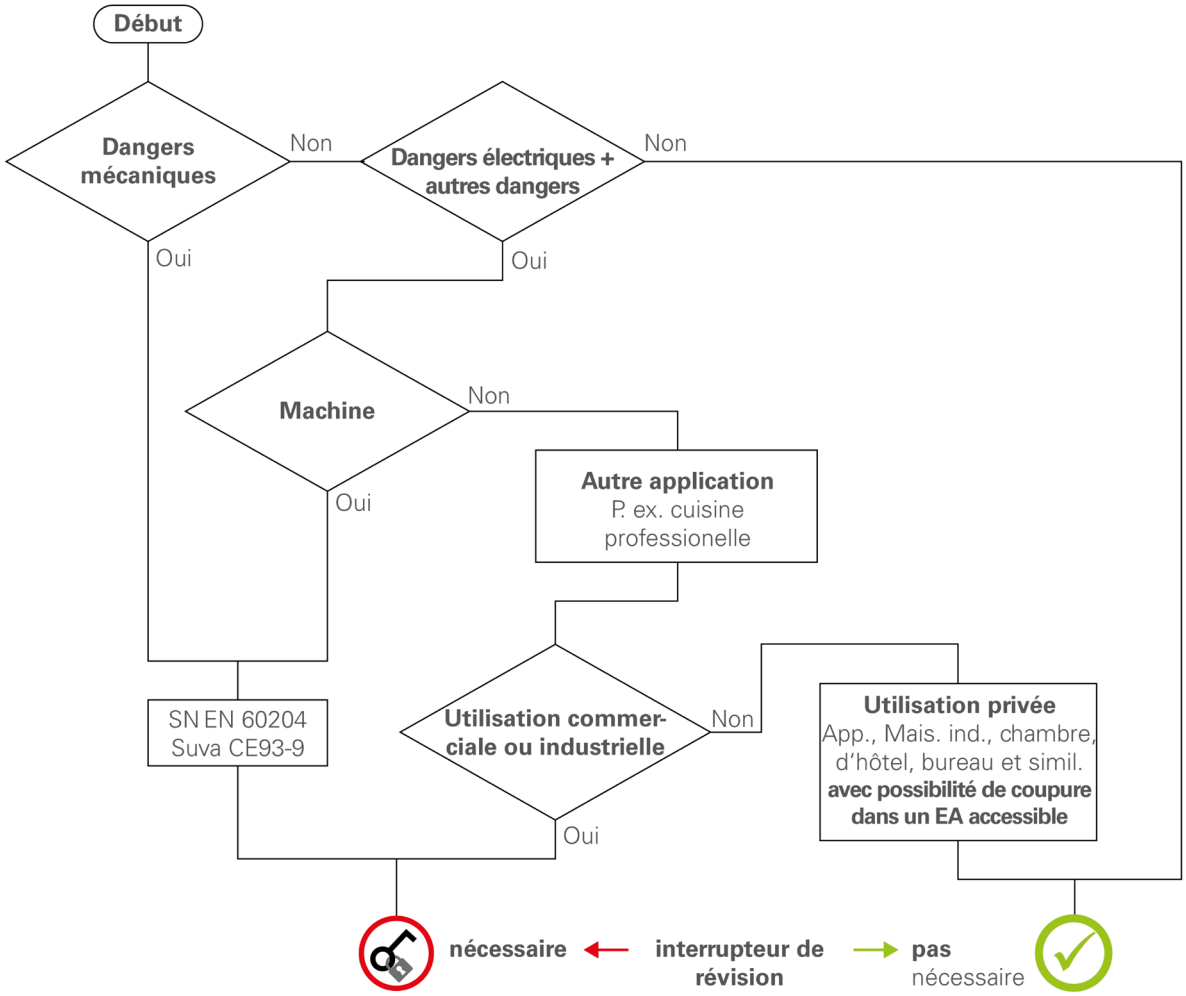


Figure 34 – Diagramme de décision selon SN 491000 (feuille info 2046e)

Le mandataire et l'entreprise devra déterminer le type de coupure à prévoir pour les installations nécessitant un sectionnement de type :

- ⇒ Coupure fonctionnelle ;
- ⇒ Coupure pour travaux d'entretien ;
- ⇒ Coupure d'arrêt d'urgence.

Ces exigences s'appliquent également au CFC 232.7 ci-dessous.

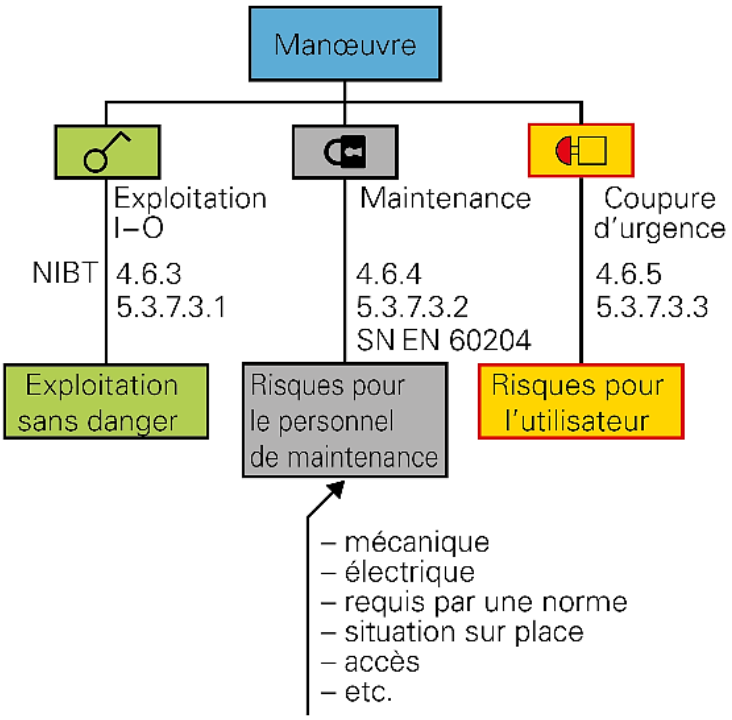


Figure 35 – Schéma type sélection de coupure selon SN 491000 (feuille info 2046e)

CFC 232.7– Installations électriques CVCFS

Les installations électriques liées aux installations techniques CVCFS seront réalisées conformément aux normes NIBT en vigueur, les directives des fabricants et les instructions des ingénieurs mandataires CVCFS et MCR ainsi que des ingénieurs spécialistes de l'OCBA.

Les bus de liaisons destinés au CVCFS devront être testés, mesurés et certifiés avant la mise en service des installations et protocolés dans un rapport. L'installateur électricien respectera scrupuleusement les instructions et les directives émises par les fabricants des équipements CVCFS – MCR notamment pour les raccordements.

La mise en place de canalisation, de tubages et de raccords adaptés aux d'équipements CVCFS-MCR telles que pour des sondes, des vannes, etc. devra être prévu et réalisé en conséquence selon les règles de l'art. Tous autre mal façon sera refusé par l'OCBA.

Des exemples de montages exigés par l'OCBA sont insérés ci-dessous :

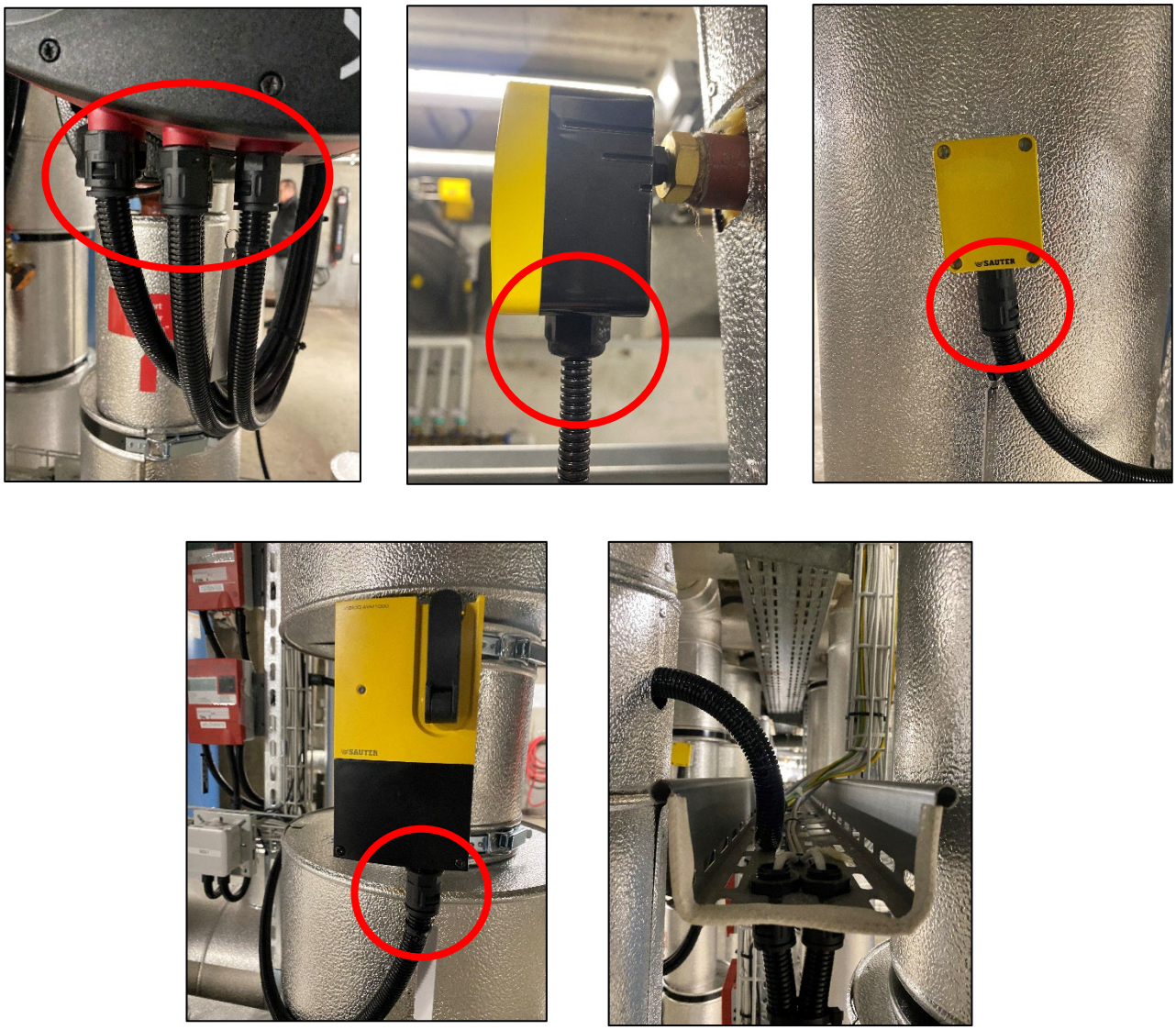


Figure 36 – Exemples de montages et de raccordements de périphériques MCR - CVCFS

Les exigences relatives au interrupteurs de sécurité s'appliquent dito CFC 232.6 précédent.

CFC 233 – Lustrerie principale et lustrerie de secours

CFC 233.1 – Lustrerie principale

La lustrerie principale proposée devra répondre au cahier technique de l'OCBA *"CFC 233 – Lustrerie Cahier de normalisation"* du Maître d'Ouvrage sans exception. Le bureau d'étude devra s'y référer lors des différentes phases de planification et de mise en œuvre.

Les niveaux d'éclairements, facteurs d'uniformités, UGR, IRC, des équipements lumineux requis pour les différents types de locaux seront planifiés et répondront aux exigences de la norme EN 12464-1 & 2. Les concepts seront planifiés en tenant compte des exigences énergétiques décrites au chapitre 6.4 du présent document.

Dans tous les cas, les luminaires seront équipés de sources à LEDs. Ils devront répondre aux critères de sécurité photobiologique suivants :

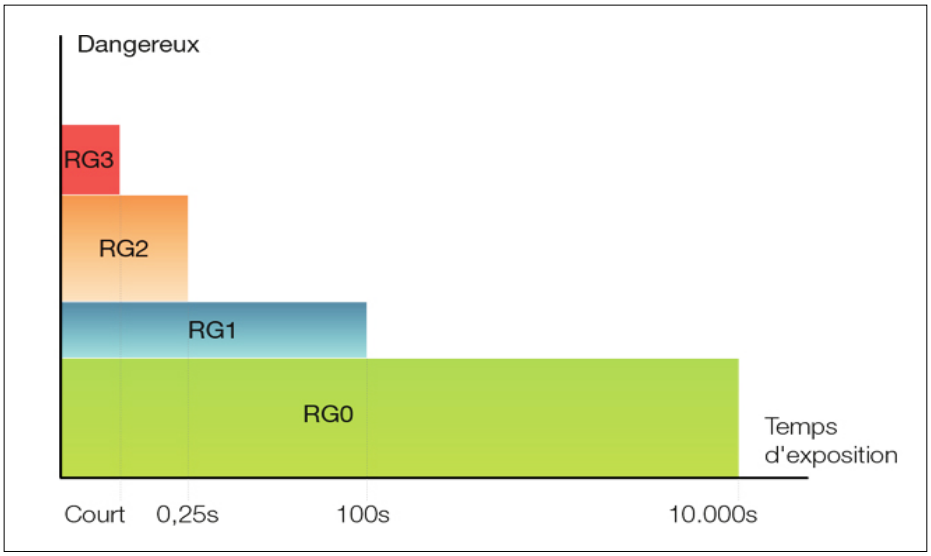


Figure 37 – 3F Filippi S.p.a. Éclairage LED et fluorescent - Sécurité photobiologique (3f-filippi.com)

⇒ Dans les locaux ou l'exposition > 100 s : Groupe de risque **0 certifié**

⇒ Dans les locaux ou l'exposition < 100 s : Groupe de risque **0 ou 1 certifié toléré**

⇒ **RG2 & RG3 proscrit**

Dans le cas où il serait impossible de trouver des modèles de luminaires compatibles avec une contrainte architecturale spécifique, le facteur de risque photobiologique groupe de risque certifié GR 1 pourrait être toléré sous réserve d'une justification solide et argumentée par le mandataire et une validation par l'OCBA.

Les certificats de conformité électrique et d'homologation relatifs au groupe de risque photobiologique selon norme EN 62471 seront annexés au dossier comprenant les fiches techniques, les simulations d'éclairages, les certificats d'homologation et énergétique 387/4 qui sera transmis à l'OCBA [32] pour validation.

Le dossier devra être composé des documents suivants :

⇒ Les plans d'implantation ;

⇒ Un cahier de lustrerie contenant tous les types et les caractéristiques ;

⇒ Les simulations d'éclairement ;

⇒ Le certificat énergétique selon SIA 387/4 ;

⇒ Les certificats de conformité et d'homologation.

Le cahier des charges de lustrerie devront impérativement être réalisé à l'aide du document éditer par l'OCBA *"Cahier des charges lustrerie"* déposé sur la plateforme OPTIMISO. Les formats propres aux bureaux d'ingénieurs ne seront pas acceptés.

CFC 233.2 – Lustrerie de secours

La lustrerie et les équipements de secours proposés devront répondre aux spécificités d'homologation relatives à la sécurité de protection incendie notamment AEAI et SLG en vigueur.

[32] *SIE = Service Ingénierie Projet de l'OCBA*

Dans tous les cas, la planification des équipements sera réalisée selon les exigences du concept de sécurité incendie et des autorités compétentes (Police du feu).

Les certificats d'homologation selon norme AEAI seront annexés dans un dossier qui sera transmis à l'OCBA - SIS pour validation.

Les disjoncteurs d'alimentation d'équipement d'éclairage de secours ainsi que les équipements seront signalés par un pictogramme associés.

Un décompte exact de la lustrerie de secours seront effectués à la fin du projet par le mandataire et/ou l'entreprise.

Une position pour la réalisation des prestations d'entretien de ces équipements devra être demandé dans l'appel d'offre pour :

⇒ Les deux premières années de garantie ;

⇒ Les trois années suivant la garantie.

CFC 235 – Appareils à courant faible

CFC 235.1 – Équipements de télécommunication

Les fournitures des différents équipements de télécommunication devront répondre aux exigences du cahier technique de l'OCSIN en vigueur.

CFC 235.21 – Équipements de sécurité pour systèmes de sécurité incendie

Les appareils devront répondre aux spécificités d'homologation relatives à la sécurité de protection incendie notamment AEAI et SES pour la détection incendie et la sonorisation d'évacuation. Les concepts devront dans tous les cas être présentés au SIS[33] de l'OCBA et validés.

Une position pour la réalisation des prestations d'entretien de ces équipements devra être demandé dans l'appel d'offre pour :

⇒ Les deux premières années de garantie ;

⇒ Les trois années suivant la garantie.

CFC 235.22 – Équipements de sécurité pour systèmes de protection des personnes (sûreté)

Le bureau d'étude aura la tâche d'établir un concept de sûreté et une analyse des risques afin de les présenter à l'OCBA pour validation notamment pour :

⇒ Le système de vidéosurveillance

⇒ Le système de contrôle d'accès

⇒ Le système anti-intrusion

⇒ Les systèmes de détection en périphérie des sites

Ce dernier aura pour objectif de mettre en perspective le périmètre, les moyens et le grade de protection à mettre en œuvre en fonction des spécificités du site et des utilisateurs ainsi que des secteurs à sécuriser.

Les concepts devront dans tous les cas être présentés au SIS de l'OCBA pour validation.

[33] *SIS = Service d'Ingénierie Sécurité de l'OCBA*

Une position pour la réalisation des prestations d'entretien de ces équipements devra être demandé dans l'appel d'offre pour :

⇒ Les deux premières années de garantie ;

⇒ Les trois années suivant la garantie.

CFC 235.4 – Équipements de signalisation, information, mesure et commande

Les fournitures des différents équipements de signalisation tels que les écrans d'information, de ticketing et de contrôle horaire doivent répondre aux exigences de l'OCSIN. Les concepts sont à planifier par le bureau d'étude en concertation avec les services compétents de l'OCSIN.

Un système d'alarme de signalisation visuel et acoustique pour les WC pour personne à mobilité réduite (PMR) selon norme SIA 500 est à prévoir par le bureau d'étude.

CFC 235.6 – Appareillages pour système multimédias - audiovisuelles

Les différents équipements audiovisuels devront répondre aux exigences de l'OCSIN et du SEM en vigueur.

Le bureau d'étude aura la tâche de se coordonner avec les services de l'OCSIN afin de définir les besoins et la nature des équipements à fournir et de planifié les installations y-relatives.

CFC 235.7 – Appareillages pour horloges

Les équipements du système d'horloge à protocole de communication devront être répartie dans les zones de circulation du bâtiment notamment pour les circulations, dégagements, hall d'entrée, salle de gym, etc et seront composé des équipements suivants :

⇒ Horloge mère de type Mobatime ou similaire ;

⇒ Horloges esclaves de type Mobatime ou similaire.

Le système sera équipé d'une interface IP RJ45 permettant sa connexion au réseau LAN / WAN de l'État de Genève afin de permettre une synchronisation horaire avec l'ensemble des sites.

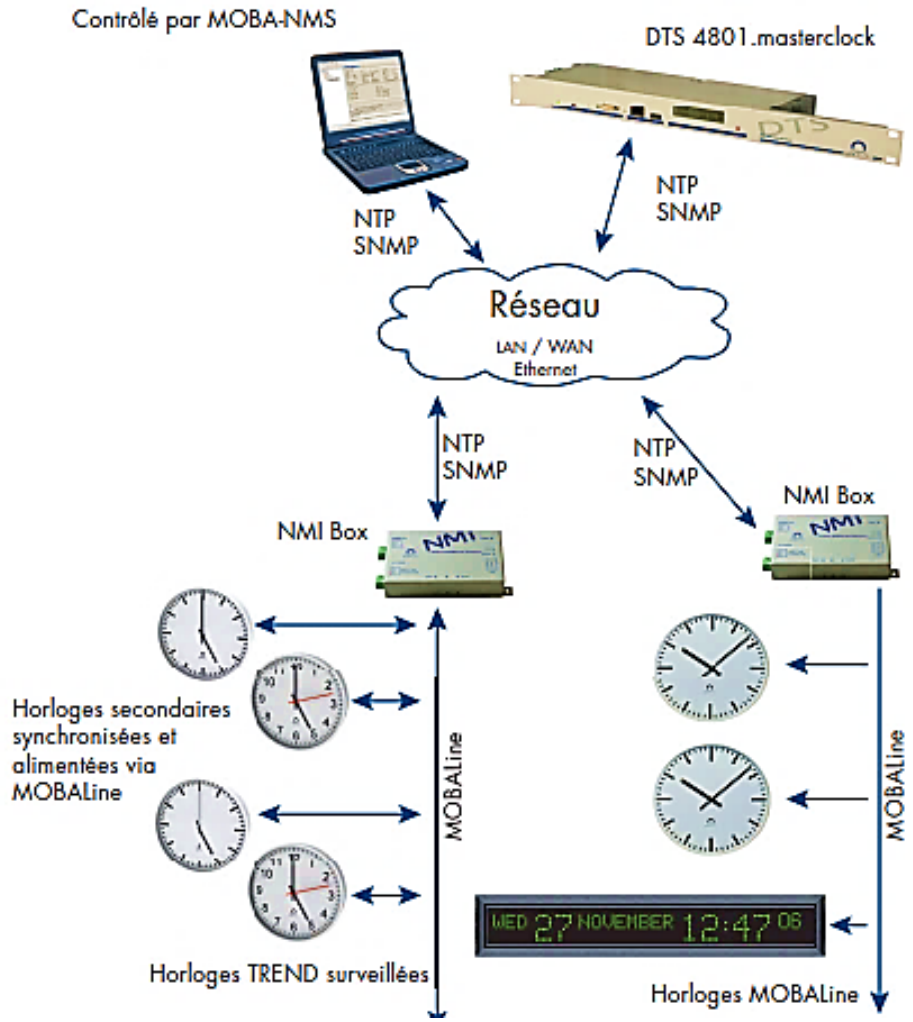


Figure 38 – Principe système d'horloge (Mobatime)

CFC 236 – Installations à courant faible

CFC 236.1 – Installations de télécommunication

Les installations de télécommunication seront réalisées conformément aux exigences du cahier technique de l'OCSIN.

Un schéma de principe contenant l'architecture de la distribution du réseau de communication CUB, Wifi, informatiques, MCR, etc. contenant également le type et les quantités des connexions déployées devra être élaboré par le mandataire et présenté au MO lors des différentes phases du projet.
Un protocole de mesure sera dans tous les cas réalisé et annexé au dossier de révision.

CFC 236.21 – Installations de sécurité pour systèmes de sécurité incendie

Les installations relatives à la sécurité de protection incendie seront réalisées conformément aux normes AEAI et SES. Elles devront également répondre aux exigences du concept incendie sans exclusion. Les concepts devront dans tous les cas être présentés à l'OCBA et validés.

CFC 236.22 – Installations de sécurité pour systèmes de protection des personnes (sûreté)

Le concept des installations relatives à la sûreté de la protection des personnes et des valeurs devra dans tous les cas être présenté à l'OCBA et validé.

Les alimentations 230 [V] des systèmes de sûreté seront raccordées sur des départs dédiés et indépendants et redondants (double alimentation) du reste des installations électriques, le couplage avec d'autres installations est proscrit. Les disjoncteurs seront équipés d'un contact libre de potentiel permettant de reprendre cette information de signalisation de défaut.

Les câblages des systèmes seront propriétaire depuis les équipements centraux de gestion jusqu'aux équipements périphériques.

Le type et la topologie du câblage seront déterminés par le bureau d'étude en adéquation avec les recommandations des fabricants des systèmes et en conformité avec les normes y relatives en vigueur.

CFC 236.4 – Installations de signalisation, information, contrôle horaire

Les installations des différents équipements de signalisation telle que les écrans d'information, de ticketing et de contrôle horaire seront réalisées conformément directives et au cahier technique de l'OCSIN notamment pour les liaisons IP RJ45.

Dans les WC pour personne à mobilité réduite (PMR) ou du public serait amené à y accéder un système d'alarme de signalisation visuel et acoustique devra être installé selon la norme SIA 500. Cette dernière sera composée d'un bouton poussoir lumineux monté à 40 [cm] du sol finit, il aura pour fonction d'actionné une alarme de signalisation acoustique et optique montée en dehors des WC en dessus du cadre de porte par exemple. Un poussoir quittanceur sera monté à 1.4 [m] l'entrée il permettra la remise au repos de l'installation une fois l'urgence traitée.

Afin d'illustrer ce qui précède, un détail représentatif est annexé ci-dessous :

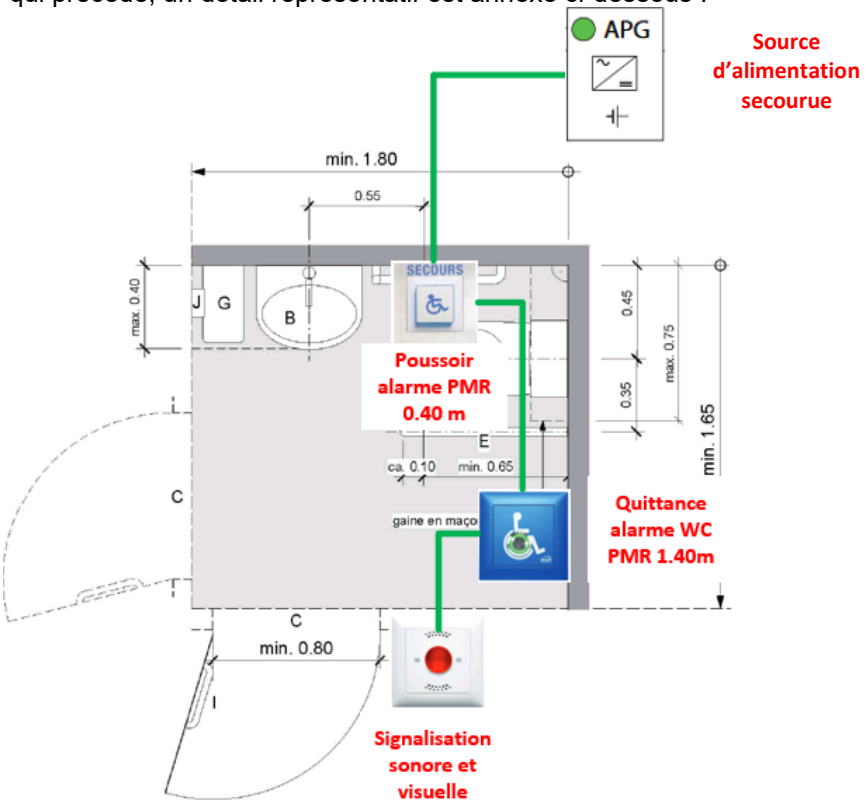


Figure 39 – Principe d'installation de signalisation d'urgence dans WC PMR (selon exigence norme SIA 500)

CFC 236.6 – Installations multimédias - audiovisuelles

Les installations de télécommunication seront réalisées conformément aux exigences de l'OCSIN.

CFC 236.7 – Installations d'horloges

Les installations d'horloges seront réalisées conformément aux directives du fournisseur.

CFC 237 – Installations Adb

Généralités

Afin d'orienter l'élaboration et la mise en œuvre des concepts Adb[34] structurés et homogènes sur les sites de l'État de Genève, le bureau d'étude et le(s) intégrateur(s) proposeront un système Adb compatible et interfacé avec le système de gestion MCR ou un seul système de gestion global.

Dans le cadre des systèmes de gestion AdB, **un seul appel d'offre sera réalisé**. La responsabilité de celui-ci sera attribuée à un bureau d'ingénieur selon un cahier spécifique correspondant à la répartition des tâches entre mandataire spécialiste selon la SIA108.

Lors des différentes phases du projet, les concepts Adb-MCR envisagés seront présentés au service d'ingénierie spécialisé de l'OCBA pour validation.

Lors de travaux d'extension ou de rénovation partielles où une GTB[35] serait présente sur site, le bureau d'étude privilégiera l'intégration avec ce système ou par un système compatible. On évitera de déployer plusieurs systèmes qui ne sont pas interopérables entre eux.

Si plusieurs systèmes sont déployés, ceux-ci devront être interfacés en un point afin qu'ils puissent communiquer.

I. Objectifs

Les installations Adb proposées devront permettre aux utilisateurs des actions sur les principales fonctions du système soit :

- ⇒ Contrôlez les éclairages, les stores et les ouvrants, températures ambiante, etc., d'une simple pression sur un bouton poussoir ;
- ⇒ D'automatiser tout ou une partie des équipements et programmer des scénarios d'usage selon le mode d'exploitation des locaux et les habitudes des utilisateurs.

II. Gestion MCR

Pour les installations de régulation spécifique MCR, le mandataire suivra les directives spécifique indiquées dans le cahier de normalisation MCR disponible sur la plateforme OPTIMISO de l'État de Genève.

III. Gestion des éclairages

En règle générale, une technologie de gestion par bus de terrain (gestion et commandes) associée à un protocole DALI (gestion de l'éclairage) sera proposée. Ils auront pour modes de fonctionnement les critères suivants :

- ⇒ Chaque groupe d'éclairage pourra être commandé individuellement On-Off ;
- ⇒ Les commandes manuelles d'allumage des éclairages se feront au moyen de boutons poussoirs installés à l'entrée de chaque local ;

[34] *Adb = Automatisme du bâtiment*
[35] *GTB = Gestion Technique du Bâtiment*

⇒ Les états des éclairages seront signalisés sur les boutons de commande par des LEDs d'indication rétroéclairées (On-Off) ;

⇒ Tous les groupes d'éclairages disposeront également d'une détection de présence permettant l'extinction automatique dans le cas où l'éclairage resterait allumé sans la présence d'utilisateurs après 15 minutes ;

⇒ Les détecteurs de présence seront équipés d'une sonde de luminosité permettant d'asservir l'éclairage artificiel à un seuil de niveau d'éclairement défini en fonction de l'apport de la lumière du jour ;

⇒ Les éclairages pourront être variés en maintenant une pression longue sur chaque bouton On-Off en fonction des besoins de l'utilisateur ou du scénario défini par exemple mode diffusion Beamer niveau 50 % ;

⇒ Aux besoins, les éclairages auront la possibilité d'être commandés automatiquement et individuellement selon les critères de programmations des scénarios affectés ;

⇒ Tous les états pourront être visualisés sur un écran tactile local ou à distance sur un PC, via un accès à distance sur le réseau LAN de l'État de Genève (WI-FI, intranet, internet) ;

Fonctions de base :

⇒ Commuter ON-OFF ;

⇒ Détecter les mouvements et la présence ;

⇒ Transmission de l'information d'état d'occupation à d'autre système.

Fonctions évoluées :

⇒ Réaliser les commandes centralisées (pièces, étage, général) ;

⇒ Programmation de scénarios pour l'allumage On-Off automatique, par groupe, etc.

IV. Gestion des stores

En règle générale, une technologie de gestion par bus de terrain (gestion et commandes des stores) centralisée dans un tableau secondaire ou déportée dans des coffrets sera proposée. Ils auront pour modes de fonctionnement les critères suivants :

⇒ Chaque groupe de stores pourra être commandé individuellement pour les fonctions montées et descendre.

⇒ Les commandes manuelles des stores se feront au moyen de boutons poussoirs, installés dans chaque pièce. La position pourra être choisie en maintenant une pression longue sur chaque bouton Monté/Descendre ou une pression courte permettant de monter ou de descendre à 100 % ;

⇒ Les états de la position des stores (haut/bas) seront signalisés sur les boutons de commande par des LEDs d'indication rétroéclairées ;

⇒ Tous les groupes de stores disposeront également d'une commande générale manuelle centralisée à l'entrée de la zone par exemple dans un open space ;

⇒ Le nombre de fin de course seront adaptés afin que la descente des stores reste en position horizontale. Un obscurcissement de la salle est proscrit.

⇒ Une station météo sera installée en toiture permettant d'effectuer les fonctions de protection solaire automatique ainsi que de protection mécanique en cas de vent ou de forte pluie ;

⇒ Les stores auront la possibilité d'être commandés automatiquement et individuellement selon les critères de programmations horaires et des scénarios affectés, par exemple en cas d'absence prolonger (période de vacances) ;

⇒ Tous les états pourront être visualisés sur un écran tactile local ou à distance sur un PC, via un accès à distance sur le réseau LAN de l'État de Genève (WI-FI, intranet, internet) ;

Fonctions de base :

⇒ Réaliser des commandes Monter / Descendre / inclinaison ;

⇒ Commande générale centralisée Monter / Descendre.

Fonctions évoluées :

⇒ Protection solaire ;

⇒ Protection vent ;

⇒ Programmation de scénarios pour la remontée ou la descente automatique des stores, par groupe, par exemple en cas d'absence prolonger (par exemple période de vacances).

V. Gestion des ouvrants

En règle générale, une technologie de gestion par bus de terrain (gestion et commandes des ouvrants) centralisée dans un tableau secondaire ou déportée dans des coffrets sera proposée. Ils auront pour modes de fonctionnement les critères suivants :

⇒ Chaque groupe d'ouvrant pourra être commandé individuellement pour les fonctions ouvrir et fermer ;

⇒ Les commandes manuelles des ouvrants se feront au moyen de boutons poussoirs, installés dans chaque pièce. La position pourra être choisie en maintenant une pression longue sur chaque bouton Ouvrir/fermé ou une pression courte permettant d'ouvrir ou de fermer à 100% ;

⇒ Les états de la position des ouvrants (ouvert/fermé) seront signalisés sur les boutons de commande par des LEDs d'indication rétroéclairée rouge et vert ;

⇒ Tous les groupes d'ouvrants disposeront également d'une commande générale manuelle centralisée à l'entrée de la zone par exemple dans un open space ;

⇒ Une station météo sera installée en toiture permettant d'effectuer les fonctions de protection mécanique automatique en cas de vent ou de forte pluie ;

⇒ Les ouvrants auront la possibilité d'être commandés automatiquement et individuellement selon les critères de programmations horaires et des scénarios affectés, par exemple en cas d'absence prolonger (période de vacances) ;

⇒ Tous les états pourront être visualisés sur un écran tactile local ou à distance sur un PC, via un accès à distance sur le réseau LAN de l'État de Genève (WI-FI, intranet, internet).

Fonctions de base :

⇒ Réaliser des commandes Ouvrir / Fermer ;

⇒ Commande générale centralisée Ouvrir / Fermer.

Fonctions évoluées :

⇒ Protection vent ;

⇒ Pilotage par système de gestion de la ventilation ;

⇒ Programmation de scénarios pour l'ouverture ou la fermeture automatique des ouvrants, par groupe.

Pour ce qui concerne la gestion des ouvrants ayant une fonction de sécurité incendie, notamment pour le désenfumage, elle sera indépendante des installations de confort. Les fonctions de confort et de désenfumage combinée sont proscrites par l'OCBA.

Dans tous les cas les ouvrants de désenfumage seront alimentées et gérés par un système conforme et homologué selon les directives de protection incendie AEAI et de la police du feu.

VI. Intégration IP, serveur domotique et système de visualisation

Le système sera intégré au système IP du bâtiment. L'OCBA aura la possibilité d'accéder en tout temps au système Adb via l'utilisation du réseau IP LAN de l'État de Genève.
En règle générale, les fonctions dédiées seront les suivantes :

⇒ Accès au bus et composants depuis le réseau informatique via une passerelle IP ;

⇒ Centralisation de toutes les commandes du site et des scénarios programmés ;

⇒ Extension, via des serveurs domotiques et WEB, des fonctions de :

- Visualisation et de centralisation des commandes scénarios, fonctions logiques, enregistrements de données, via de la programmation avancée ;
- Accès à distance à l'installation pour la surveillance et la télémaintenance via un accès sécurisé.

VII. Système domotique KNX

Le présent chapitre décrit de manière générale les exigences attendues par l'OCBA pour les systèmes de type KNX, ce dernier suivra les principes édités dans les directives de projets KNX Swiss.

Le déploiement d'un système KNX dans les bâtiments de l'État de Genève n'est pas une règle. Le bureau d'étude en charge du mandat aura la tâche d'évaluer la pertinence de déployer un système domotique en fonction des critères d'utilisation des locaux, de la maintenance et de l'aspect économique.
L'étude réalisée dans le cadre du projet, aura pour objectif que les locaux équipés de domotiques deviennent, évolutifs, plus confortables et faciles à vivre au quotidien. Le pilotage global des installations devra être conçu de façon à faciliter l'usage des installations au quotidien.

Les installations de commande et de gestion des éclairages, des stores, ouvrants, etc. KNX seront en règle générale réalisées au moyen d'un système domotique à protocole ouvert.

a) Câblage KNX

De manière générale, le support de transmission sera réalisé en filaire. La transmission par CPL[36] ou onde radio est sauf cas exceptionnel proscrite.

Pour ce qui concerne les câblages spécifiques au bus de transmission KNX, ceux-ci seront réalisés en câble prévus et homologué à cet effet. Dans tous les cas, les directives des constructeurs pour la mise en place et le raccordement devront être suivies sans exclusions.

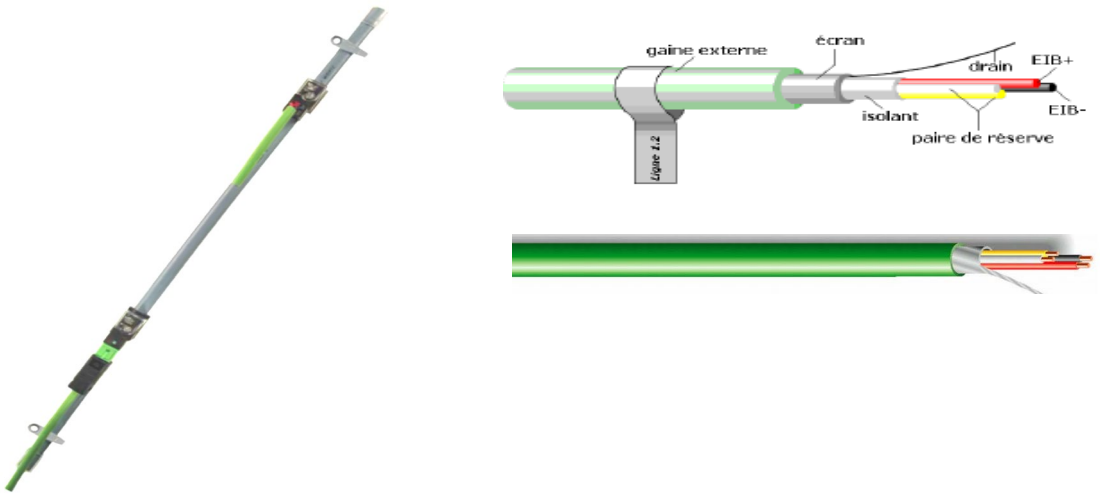


Figure 40 – Câbles bus EIB-KNX

[36] *CPL = Transmission par Courant Porteur de Ligne*

Longueur maximum d'une ligne KNX autorisée est :

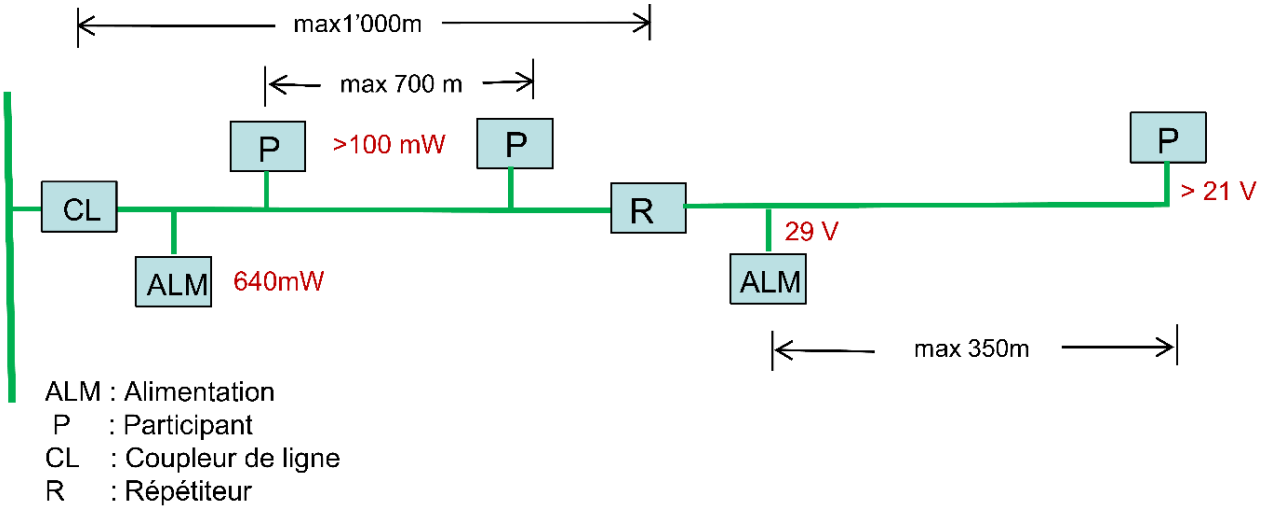


Figure 41 – Longueur maximale câblage EIB/KNX

Dans tous les cas, que ce soit pour les bus de terrain KNX ou pour tout autre type tel que BacNet, Lon, ModBus, etc. les directives des fabricants devront être respectées notamment pour ce qui concerne la longueur des lignes, des raccordements, blindage CEM, etc.

b) Périphériques KNX

Pour des questions d'évolutivité, le nombre de périphériques raccordés sur une ligne, etc. ne sera pas dimensionné à leur capacité maximale par exemple :

⇒ Nombre de périphériques maximum autorisé sur une ligne KNX 64p -> 50p maximum à planifier dans le projet ;

⇒ Nombre de périphériques maximum autorisé sur une ligne DALI 64p et 16 groupes -> 50p et 10 groupes au maximum à planifier dans le projet.

c) Intégration avec d'autres réseaux

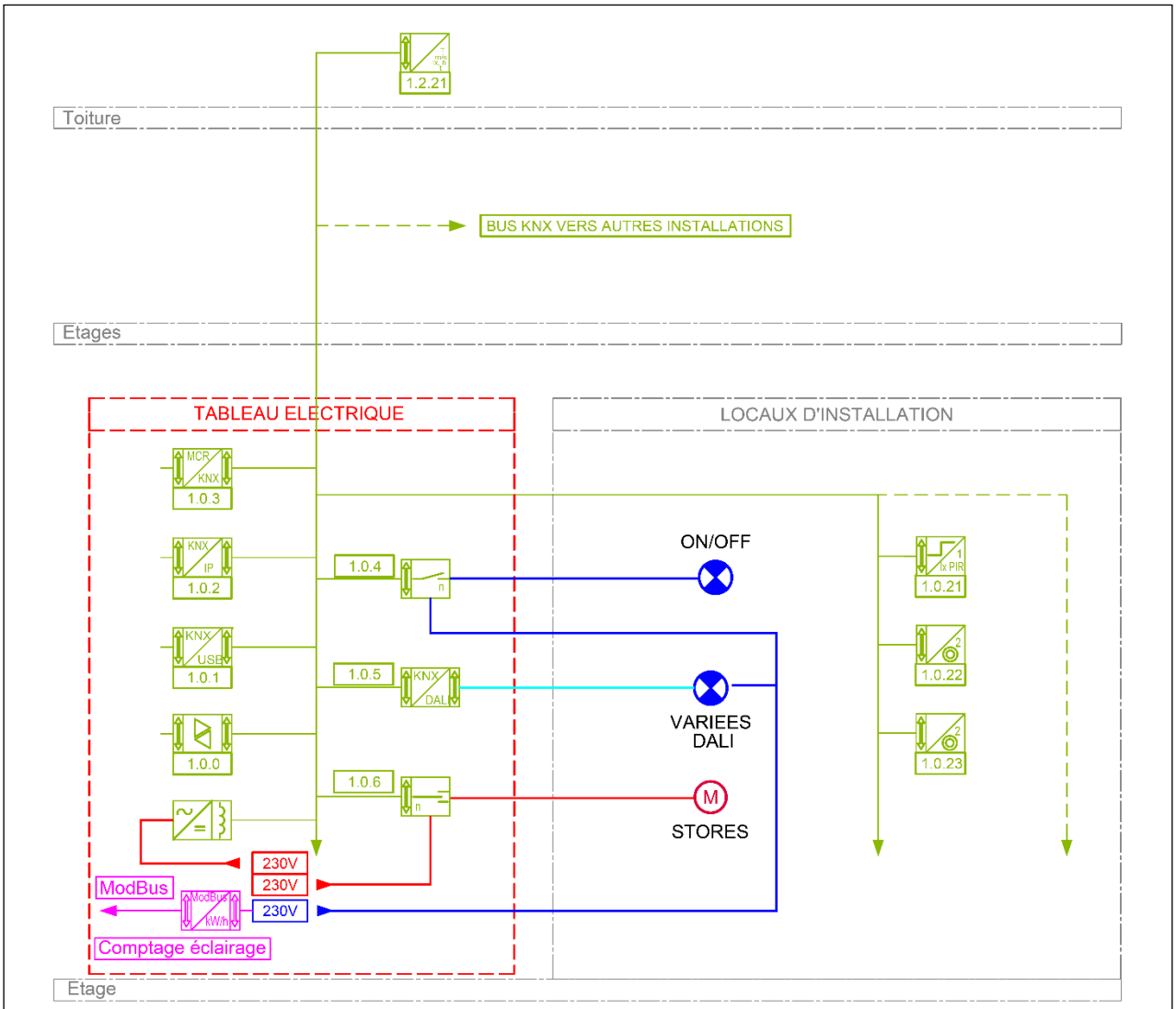
Le système devra être interfacé au moyen de passerelle KNX/ (BacNet, Lon, Modbus, etc.) sur le site avec le système de gestion MCR des installations techniques CVCS. Leurs intégrations avec le système domotique KNX devront permettre de consulter les consommations et la visualisation des états à distance ou sur site par l'OCBA.

d) Schématique

Le concepteur devra élaborer un schéma de principe comprenant l'ensemble des actionneurs et des capteurs composant l'installation avec les adresses de groupe de chaque périphérique ainsi que le ou les points d'interface avec d'autres systèmes notamment MCR ou de supervision.

e) Topologie type

Afin d'illustrer les différentes topologies du système de gestion KNX, des exemples sont années ci-dessous.



LEGENDE DOMOTIQUE KNX

Désignation		
Poussoir n boutons	Variateur universel	Interface DALI
Détecteur de mouvement	Entrée binaire/analo. n entrées	Interface avec MCR/Adb
Détecteur de présence	Touche pannel / écran	Interface ModBus
Actionneur binaire n sorties	Alimentation	Interface USB
Sonde station météo	Coupleur de zone/ligne	Passerelle IP
Actionneur stores n sorties	Module intelligent	Serveur

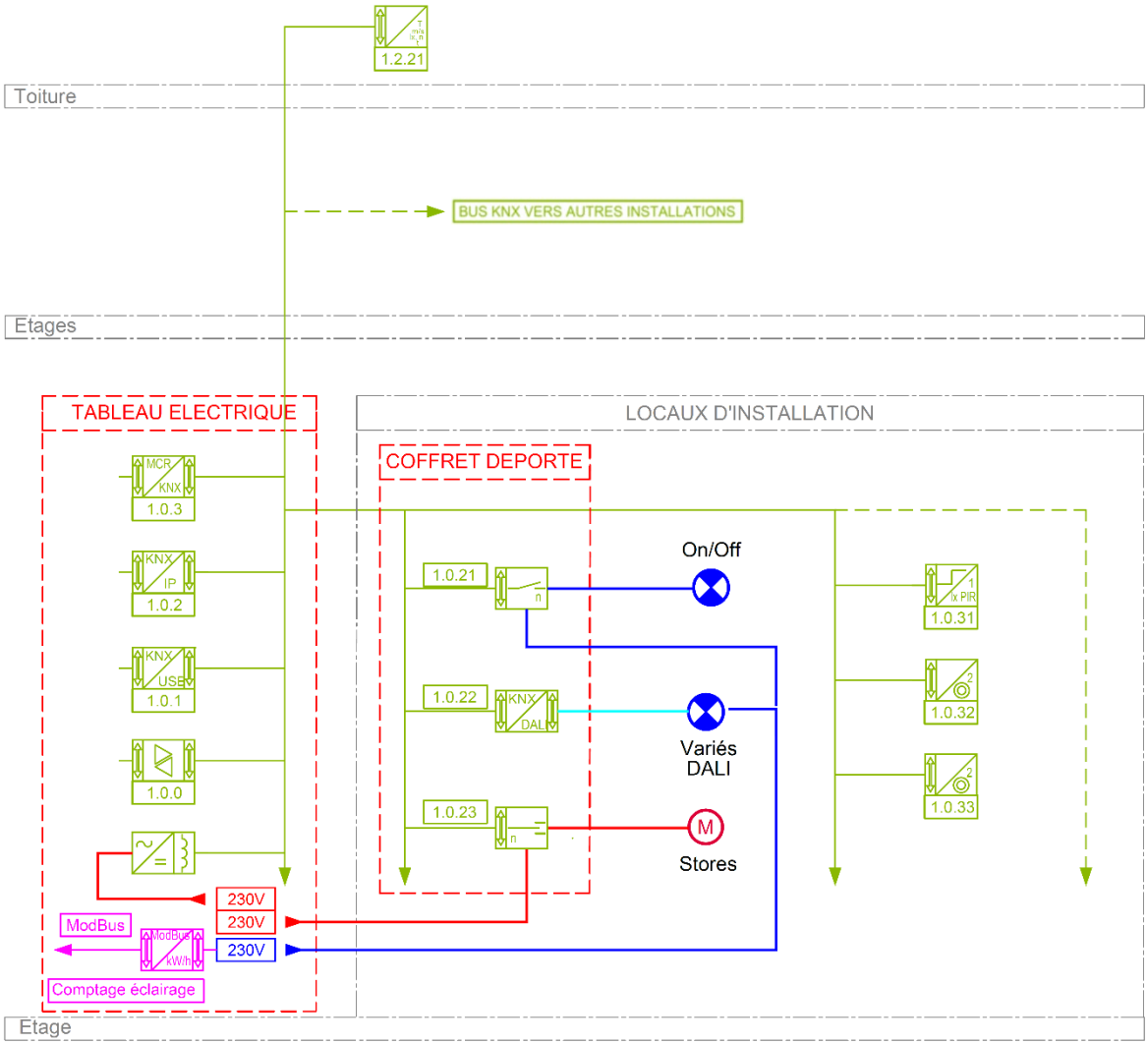
Topologie de principe type

DOCUMENT

Principe gestion domotique KNX intégré dans tableau

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département des infrastructures
Office cantonal des bâtiments
Direction Ingénierie & Energie

Dessiné	Cadaya Juan
Version	A
Date	29.07.2021
Form./Ech.	A4/ x:xx
Fichier	Schéma KNX
N°	ELE-KNXsc001



LEGENDE DOMOTIQUE KNX

Désignation		
Poussoir n boutons	Variateur universel	Interface DALI
Détecteur de mouvement	Entrée binaire/analo. n entrées	Interface avec MCR/Adb
Détecteur de présence	Touche pannel / écran	Interface ModBus
Actionneur binaire n sorties	Alimentation	Interface USB
Sonde station météo	Coupleur de zone/ligne	Passerelle IP
Actionneur stores n sorties	Module intelligent	Serveur

Topologie de principe type

DOCUMENT

Principe gestion domotique KNX déporté dans coffret

REPUBLIQUE ET CANTON DE GENEVE
Département des infrastructures
Office cantonal des bâtiments
Direction Ingénierie & Energie

Dessiné	Cadaya Juan
Version	A
Date	29.07.2021
Form./Ech.	A4/ x:xx
Fichier	Schéma KNX
N°	ELE-KNXsc002

CFC 238 – Installations provisoires

Afin de permettre d'alimenter en électricité le site ou les zones du site concernées par l'exécution des travaux de second œuvre ainsi que la mise en place d'un éclairage provisoire pendant toute la durée du chantier les alimentations et des tableaux provisoires répartis dans les zones d'intervention devront être prévus soit :

- ⇒ Câblages et raccordements des différentes alimentations provisoires depuis un tableau principal ;
- ⇒ Fourniture et mise en place de tableaux provisoires répartis dans les étages ;
- ⇒ Fourniture, câblage et raccordement, d'un système d'éclairage provisoire de chantier dans l'ensemble des zones de travaux conformes aux normes et exigences de sécurité des chantiers en vigueur ;
- ⇒ Câblage et raccordement, des ascenseurs et installations CVC nécessaires à l'exploitation des zones et équipements CVC ou devant rester en services.

Dans le cadre de rénovation partielle et au besoin, toutes les mesures pour maintenir des équipements ou des zones du bâtiment en fonction devront être prises et planifiées dans les études par le mandataire.

L'ensemble des installations provisoires seront soumises à un intervalle de contrôles selon l'article 32 de l'OIBT pendant toute la durée du chantier ; ces frais seront à inclure dans l'estimation des coûts.

CFC 433 – Éclairages extérieurs

Les nouvelles installations, les rénovations et transformations des éclairages extérieurs devront être planifiées de façon à éviter des effets incommodants ou nocifs et réalisées selon les exigences des normes NIBT, SIA 491, EN 12193, EN 12464-2, EN 13201-2 en vigueur ainsi que les recommandations pour la prévention des émissions lumineuses de l'OFEFP[37].

Les concepts seront orientés sur un principe d'emploi économe de l'utilisation de la lumière soit :

- ⇒ Une gestion modérée de la lumière artificielle à l'extérieur durant la nuit ;
- ⇒ La réduction des émissions de lumière pouvant devenir incommodantes ou nocives pour les êtres humains, les animaux, les plantes et les paysages ;
- ⇒ Le maintien ou le rétablissement (par démantèlement) des zones sombres dans les endroits faiblement habités ;
- ⇒ La création d'incitations à la réduction des émissions de lumière ;
- ⇒ L'optimisation des installations existantes ;
- ⇒ La prévention d'émissions inutiles de lumière artificielle ;
- ⇒ L'application des normes de sécurité existantes ;
- ⇒ La réalisation du développement durable conformément à l'art. 73 de la Constitution fédérale et le respect de la législation fédérale sur la protection de l'environnement, en particulier le respect des art. 1 et 11.

Exigences pour la planification, les corps lumineux et le fonctionnement des installations

Les installations seront planifiées selon les critères suivants :

Ne prévoir que l'éclairage **nécessaire** important pour la sécurité. Réduire à son minimum tout le flux lumineux.

[37] *OFEFP = Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage*



Figure 42 – Éclairage nécessaire (SIA 491)

Le sens de la lumière sera dirigé du haut vers le bas. Des mesures pour **empêcher** de diriger la lumière du bas vers le haut devront être prises.



Figure 43 – direction du flux (SIA 491)

La prévention quant à des **émissions inutiles** par une visée précise de la lumière devra être prise en considération lors des études.

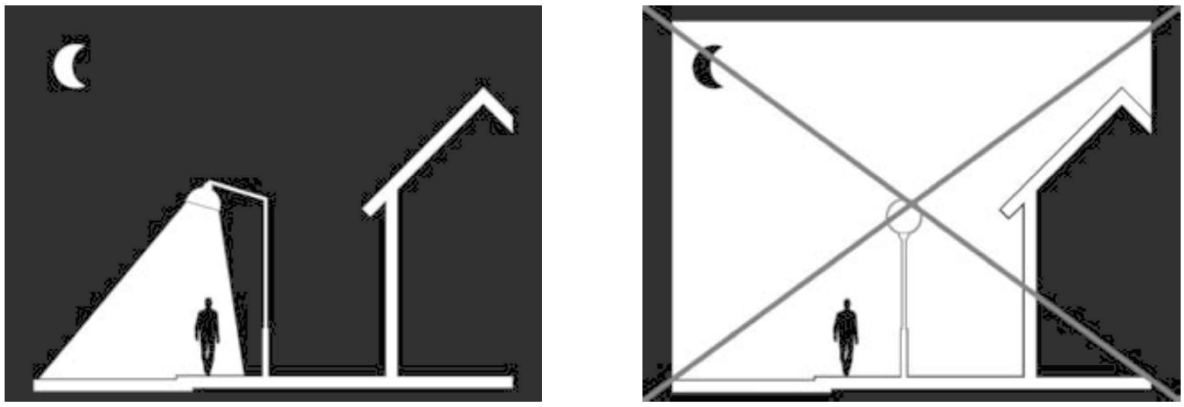


Figure 44 – émissions lumineuses inutiles (SIA 491)

Les objets et voies de circulations ne devront être éclairés qu'avec **l'intensité nécessaire**.

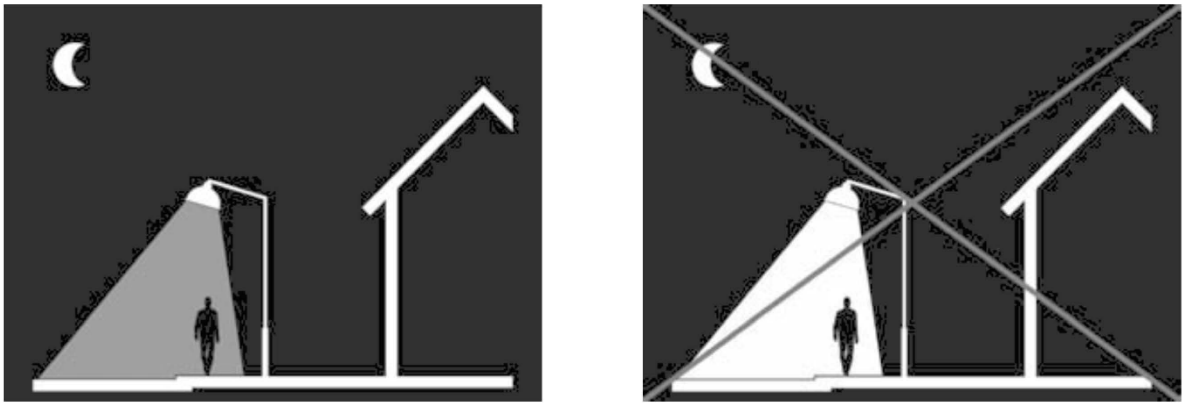


Figure 45 - Intensité nécessaire (SIA 491)