

Fourniture, installation et mise en service de groupes électrogènes pour l’Usine de Valorisation Énergétique de Rennes ainsi que le démantèlement des anciens équipements

TRAVAUX DE RESTRUCTURATION DE L’USINE DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DE VILLEJEAN

specifications generales electricite

14/10/2025

Une image contenant Police, Graphique, logo, graphisme

Description générée automatiquement

**Suivi du document :**

Marché GE - Spécifications générales d’électricité

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | C. RICHERT | G. PERRIN | 14/10/2025 | Établissement |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**Sommaire**

POUR RETIRER UNE SPEC : dans le menu de navigation, repliez le menu pour laisser que les titres principaux. Clic-droit – supprimer sur chaque partie que vous souhaitez supprimer. Ensuite, mettez à jour les pages du sommaire. Vérifiez les entêtes et pieds de page.

[I. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - PRESCRIPTIONS GENERALES : 104-GEN-SG-1-500-B 4](#_Toc208228293)

[II. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - EQUIPEMENTS HTA : 104-GEN-SG-1-501-C 12](#_Toc208228294)

[III. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - TABLEAUX ET COFFRETS BASSE TENSION VERSION FIXE : 104-GEN-SG-1-502-B 25](#_Toc208228295)

[IV. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - TABLEAUX ET COFFRETS BASSE TENSION VERSION DEBROCHABLE : 104-GEN-SG-1-503 37](#_Toc208228296)

[V. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - MOTEURS ASYNCHRONES ET DISPOSITIFS D’ENTRAINEMENT : 104-GEN-SG-1-504-C 49](#_Toc208228297)

[VI. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - CABLAGES : 104-GEN-SG-1-505-B 57](#_Toc208228298)

[VII. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - RESEAU DE TERRE ET PROTECTION CONTRE LA FOUDRE : 104-GEN-SG-1-506-B 64](#_Toc208228299)

[VIII. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - SYSTEMES COURANTS FAIBLES : 104-GEN-SG-1-507-B 77](#_Toc208228300)

[IX. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - ALIMENTATION SANS INTERRUPTION : 104-GEN-SG-1-508-A 92](#_Toc208228301)

[X. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS : 104-GEN-SG-1-509-A 95](#_Toc208228302)

[XI. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - ECLAIRAGE ET PRISES DE COURANT : 104-GEN-SG-1-510-C 104](#_Toc208228303)

[XII. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - SYSTEME DE CONTROLE COMMANDE : 104-GEN-SG-1-603-B 110](#_Toc208228304)

[XIII. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - CYBERSECURITE : 104-GEN-SG-1-604-A 129](#_Toc208228305)

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - PRESCRIPTIONS GENERALES : 104-GEN-SG-1-500-B

**Sommaire**

I.1. OBJET 5

I.2. NORMES ET REGLEMENTS 5

I.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 5

I.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 5

I.5. PROVENANCE DES MATERIELS ET DES MATERIAUX 5

I.6. CONCEPTION GENERALE 5

I.7. TENSIONS DE DISTRIBUTION 6

I.8. REGIME DES NEUTRES 6

I.8.1. Réseaux HTA 6

I.8.2. Réseaux BT 6

I.9. CRITERES DE DIMENSIONNEMENT 6

I.10. METHODE DE DIMENSIONNEMENT 8

I.11. GESTION DES SECURITES 8

I.12. CRITERES DE CHOIX DU MATERIEL 9

I.12.1. Indices de protection 9

I.12.2. Corrosion 9

I.13. DOCUMENTS D’ETUDE 9

I.14. SCHEMAS ELECTRIQUES 9

I.15. CRITERE DE REPERAGE 10

I.16. HYGIENE ET SECURITE 10

I.17. ACOUSTIQUE VIBRATIONS 10

I.18. PROTECTION PEINTURE 10

I.19. ESSAIS 10

I.20. GARANTIES 10

I.21. ANNEXE : MODELE DE BILAN DE PUISSANCE 10

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 |  |
| B | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2003 |  |
|  |  |  |  |  |

## OBJET

Le cahier des charges global est constitué par les spécifications particulières et par les spécifications générales qui y sont mentionnées.

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et de mise en œuvre des installations électriques.

Si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes françaises et européennes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE et la CEI, et aux prescriptions des distributeurs d’énergie et des concessionnaires en général. Tous les documents relatifs à la sécurité et à l’hygiène des travailleurs sont applicables, notamment le code du travail et ceux édités par la CRAM ou l’INRS.

Les composants devront obligatoirement porter le marquage « CE » au titre de la « Directive Basse Tension » pour permettre leur intégration dans les ensembles soumis à l’application de la « Directive Machine », et satisfaire à la « Directive Compatibilité Electromagnétique CEM ».

Les harmoniques réinjectés sur le réseau public au point de raccordement sont inférieures aux valeurs recommandées par le distributeur d’énergie.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans Objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

Elles sont déterminées par l’implantation et le type d’activité du site définis dans les spécifications particulières.

## PROVENANCE DES MATERIELS ET DES MATERIAUX

Dans sa proposition, l’Entrepreneur indique les marques, types et caractéristiques des matériels proposés.

Pendant les études de conception, ces données sont confirmées ou corrigées, et complétées par les notices techniques correspondantes rédigées en français.

Les fournitures faites au chantier doivent être strictement conformes aux spécifications du marché et ne peuvent être employées qu’après examen par le Maître d’Ouvrage ou son représentant. Les matériels ou matériaux refusés doivent être évacués par l’Entrepreneur le jour même.

## CONCEPTION GENERALE

L’installation électrique est conçue pour atteindre les objectifs définis dans les spécifications particulières :

* Distribution jusqu’aux consommateurs à partir du réseau du distributeur d’énergie,
* Production et distribution à partir d’éventuelles sources autonomes,
* Éventuelle exportation d’énergie sur le réseau du distributeur d’énergie.

Les modalités retenues avec les services du distributeur d’énergie, ainsi que les limites de prestations sont précisées dans les spécifications particulières.

## TENSIONS DE DISTRIBUTION

Les tensions triphasées utilisées dans la distribution électrique sont les suivantes :

* 15 et/ou 20 kV pour la distribution,
* 6 kV pour les moteurs électriques de forte puissance et pour la production,
* 400 V et 690 V pour les moteurs électriques basse tension.

## REGIME DES NEUTRES

### Réseaux HTA

En 15 ou 20 kV, le régime de neutre est le même que celui du distributeur d'énergie.

La valeur de limitation des courants de défaut phase-terre est déterminée à partir des critères suivants :

* Le courant de défaut phase-terre doit être supérieur à environ deux fois le courant capacitif de l'ensemble des câbles HT en cas de défaut phase-terre,
* Le courant de défaut phase-terre doit être inférieur aux valeurs admissibles par l'ensemble des équipements raccordés au réseau considéré y compris les machines tournantes.

La protection contre les défauts phase-terre est assurée par des relais homopolaires alimentés par des tores et temporisés de manière sélective.

### Réseaux BT

Le régime de neutre BT est défini dans les Spécifications Particulières (TN et/ou ITSN et/ou TT).

## CRITERES DE DIMENSIONNEMENT

Les principaux critères à prendre en compte sont les suivants :

* Sécurité du personnel d'exploitation vis-à-vis des risques électriques,
* Continuité de service de l'alimentation électrique,
* Facilité d'exploitation et de maintenance,
* Extensibilité des tableaux haute et basse tension tant au niveau de la technologie que de la place disponible.

Les critères de dimensionnement des moteurs, du câblage, des organes de protection et de commande, des jeux de barres et des transformateurs sont précisés dans les spécifications générales correspondantes, éventuellement amendées par les spécifications particulières.

En ce qui concerne la continuité de service de l'alimentation électrique, il peut être demandé dans la spécification particulière que la défaillance d'un composant quelconque n'entraîne pas d'arrêt des équipements importants pour le fonctionnement de l’installation. Dans ce cas, chaque niveau de tension est créé par plusieurs transformateurs dimensionnés en fonction de cet impératif de continuité et le schéma de distribution est tel que l'on puisse entretenir tous les jeux de barres sans interrompre toute l'installation.

Le dimensionnement des équipements électriques est tel que les échauffements restent dans les limites admissibles, avec une température ambiante dans les locaux supérieure de 10° C à la température ambiante maximale extérieure.

Les locaux électriques sont implantés rationnellement de façon à optimiser la longueur des câbles électriques et à faciliter l'exploitation, hors des zones à risque d'explosion et des zones inondables. Dans certaines situations très particulières et sous réserve d’un accord spécifique du Maître d’Ouvrage ou de son représentant, des armoires et coffrets peuvent être implantés dans les zones à forte concentration de poussière. Ils sont alors mis en surpression par un système de ventilation communiquant directement avec l'extérieur.

Tout le matériel électrique doit être dimensionné pour résister aux effets électrodynamiques et thermiques des courants de court-circuit.

Les calculs réalisés aux différents niveaux de tension et aux principaux jeux de barres permettent de connaître au minimum :

* Le courant de court-circuit symétrique initial,
* La crête du courant de court-circuit,
* Le courant de court-circuit permanent.

Les courants dimensionnant sont les courants de court-circuit triphasés maximum calculés avec les hypothèses suivantes :

* Tension du réseau maximum,
* Courant court-circuit du réseau maximum,
* Contribution des machines synchrones et asynchrones.

Ces calculs permettent de déterminer :

* La tenue électrodynamique du matériel et des liaisons,
* La tenue thermique du matériel et des liaisons,
* Le pouvoir de coupure des appareils de protection,
* Le pouvoir de fermeture des appareils.

Les valeurs minimales de courant de court-circuit biphasés sont également calculées dans les conditions les plus défavorables (par exemple sur sources autonomes) pour vérifier qu'elles sont largement supérieures aux réglages des seuils de déclenchement des relais d'intensité.

Le réseau de distribution est protégé contre les défauts entre phases (biphasés et triphasés) et contre les défauts à la terre.

Le système de protection doit offrir une sélectivité totale à tous les niveaux de tension y compris les tensions auxiliaires (courant alternatif et courant continu éventuel). C'est-à-dire que pour toutes les valeurs possibles du courant de court-circuit en un point donné :

* L’appareil de protection situé immédiatement en amont doit déclencher,
* Les appareils de protection situés en amont de l'appareil ci-dessus ne doivent pas déclencher.

Les relais de protection du réseau de distribution sont choisis et réglés de telle manière qu'en cas de non fonctionnement d'un relais de protection ou de non ouverture de l'appareil de coupure associé tout défaut soit éliminé par la protection située immédiatement en amont et ceci dans un temps compatible avec la tenue du matériel et des liaisons.

Les équipements tels que les transformateurs et les machines électriques tournantes sont protégés contre les surcharges sauf exceptions imposées par les normes ou la réglementation (levage, sécurité incendie, …).

Il est nécessaire de pouvoir :

* Contrôler périodiquement le fonctionnement des relais par injection de courant en utilisant des boites d'essais,
* Remplacer rapidement la partie active d'un relais (utilisation de relais débrochables).

## METHODE DE DIMENSIONNEMENT

Pour dimensionner et calibrer les composants de l’installation électrique, l’entrepreneur utilise et respecte la démarche suivante en complément des dispositions normatives et réglementaires qui restent applicables (chutes de tension, protection des personnes, tenue et déclenchement aux courts-circuits, …) :

* Détermination de la puissance mécanique maximale appelée par la machine entraînée dans toute sa plage de fonctionnement.
* Détermination de la puissance nominale du moteur électrique d’entraînement à partir de la puissance mécanique maximale appelée, augmentée des surdimensionnements contractuels selon le type de machine entraînée, la gamme de puissance et le mode d’alimentation électrique (minimum 10 %, maximum 25 % + 10 %).
* Détermination de la section du câble d’alimentation du moteur sur la base de son intensité nominale plaquée, des coefficients correcteurs (température, mode de pose, nombre de câbles, …), d’un coefficient complémentaire de correction K = 0.8, selon la norme NFC 15-100 et en tenant compte des sections minimales contractuelles (2,5 mm2 pour la puissance).
* Pour les départs commandés, détermination des calibres des organes de commande et de protection sur la base de l’intensité nominale plaquée du consommateur et en tenant compte des surdimensionnements contractuels (+ 25 % sur les contacteurs par exemple) et des calibres minimaux contractuels (12A pour les contacteurs par exemple).
* Pour les départs non commandés, détermination du calibre de la protection de tête par disjoncteur sur la base de l’intensité maximale appelée par le « consommateur aval » dans toutes les configurations de fonctionnement, augmentée de l’intensité plaquée du plus gros consommateur de secours s’il en existe dans l’ensemble « consommateur aval », le tout augmenté de 25 % et ajusté au calibre nominal normalisé immédiatement supérieur.
* Pour les tableaux basse tension TBT et TD, le jeu de barre et le ou les organes d’arrivée sont dimensionnés sur la base du calibre de l’organe de protection placé en tête de la liaison amont. Son câble d’alimentation amont est, de la même façon, dimensionné sur la base de l’intensité nominale de la protection de tête, des coefficients correcteurs (température, mode de pose, nombre de câbles, …) et d’un coefficient complémentaire de correction k = 0,8, selon la norme NFC 15-100.
* Détermination de la puissance nominale du ou des transformateurs HT/BT sur la base de la puissance maximale appelée par l’installation dans toutes les configurations de fonctionnement, complétée par la puissance du plus gros consommateur de secours, le résultat global étant augmenté de 15 %.
* Détermination du calibre du jeu de barres et de la protection de tête du TGBT sur la base de la puissance totale disponible depuis le ou les transformateurs HT/BT, ou de la puissance disponible sur le branchement au réseau public dans le cas d’un raccordement basse tension.

Les éventuels cas particuliers de l’installation électrique sont à traiter par l’entrepreneur dans le même esprit.

Pour les transformateurs HT/BT et les groupes électrogènes, les bases de dimensionnement sont à synthétiser sur un tableau « Bilan de puissance » dont un modèle est joint en annexe au présent document. Ce tableau est à joindre à la proposition de l’entrepreneur.

## GESTION DES SECURITES

Le mode de gestion des sécurités est à établir par l’entrepreneur sur la base de l’étude des risques qu’il établit et diffuse.

Le matériel utilisé est adapté au niveau de risque retenu (relais normal, relais renforcé, relais de sécurité, API de sécurité), défini conformément à la norme NF EN 954-1.

Dans le cas d’utilisation d’API de sécurité, les principes d’indépendance de ligne applicables restent en vigueur.

Sauf justification particulière, le traitement des sécurités par action sur des équipements électroniques n’est pas autorisé.

## CRITERES DE CHOIX DU MATERIEL

### Indices de protection

Dans les locaux humides l'indice de protection minimal du matériel est IP 55 et IK 8.

Dans les autres zones les indices de protection sont au moins ceux du guide UTE C 15-103.

### Corrosion

Tous les matériaux entrant dans la composition du matériel électrique et pouvant être en contact avec l'atmosphère ambiante doivent être choisis de telle manière que la corrosion due aux différents produits rencontrés ne risque pas d'altérer le bon fonctionnement de celui-ci et sa tenue dans le temps.

Cette recommandation s'applique non seulement au matériel électrique proprement dit, mais également aux enveloppes, aux cheminements de câbles et aux supportages.

Si la spécification particulière le demande, le cuivre non protégé est prohibé.

## DOCUMENTS D’ETUDE

L’Entrepreneur a à sa charge les frais et démarches relatifs à :

* La création du dossier d’exécution,
* La création du dossier des ouvrages exécutés,
* L’obtention d’une attestation de conformité des installations électriques établie par un organisme agréé par le Maître d’Ouvrage,
* L’obtention du certificat CONSUEL (sauf exclusion dans la spécification particulière).

## SCHEMAS ELECTRIQUES

Pour chaque ensemble électrique, l’entrepreneur établit un schéma comportant au moins :

* Une page de garde,
* Un sommaire avec tableau de suivi des modifications,
* Une liste de symboles et les principes de repérage et de couleur des fileries,
* Les schémas unifilaires,
* Les schémas multifilaires dans lesquels chaque arrivée, départ ou auxiliaire est détaillé individuellement dans un ou plusieurs folios avec des repères d’équipement et de filerie qui lui sont propres et uniques,
* Les plans de bornier,
* Les plans d’implantation intérieure,
* Les plans d’implantation extérieure,
* Une nomenclature complète et détaillée des matériels installés (marque, type, référence fournisseur).

Le document doit clairement faire apparaître :

* L’origine, la destination et le numéro des liaisons extérieures connectées à l’équipement,
* Les calibres nominaux et les calibres de réglage des composants,
* Le report des contacts,
* Les reports de folio,
* Les repères et libellés de tous les composants,
* L’intensité nominale des consommateurs,
* Les courants de court-circuit calculés ayant servi de base à la conception du jeu de barres.

Les documents sont disponibles localement dans des pochettes porte-plans.

## CRITERE DE REPERAGE

Conformément aux spécifications applicables sur le site, le repérage concerne :

* Chaque équipement (libellé + repère),
* Chaque armoire ou coffret (libellé + repère),
* Chaque composant ou filerie dans une armoire ou coffret,
* Chaque câble,
* Les cas échéant, chaque tiroir (partie mobile et partie fixe).

De façon générale, l’entrepreneur garantit que deux composants placés à l’intérieur d’un même ensemble électrique ne peuvent pas porter le même repère.

De plus, chaque local HT ou avec TGBT comporte les schémas plastifiés des verrouillages et de l’unifilaire HT/BT.

## HYGIENE ET SECURITE

Voir spécifications correspondantes.

## ACOUSTIQUE VIBRATIONS

Voir spécifications correspondantes.

## PROTECTION PEINTURE

Voir spécifications correspondantes.

## ESSAIS

Sauf information contraire de la spécification particulière ou des pièces administratives, les essais en usine ou sur site doivent être annoncés par l’entrepreneur au Maître d’œuvre avec un préavis minimal de 15 jours calendaires.

## GARANTIES

Voir spécifications correspondantes.

## ANNEXE : MODELE DE BILAN DE PUISSANCE



# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - EQUIPEMENTS HTA : 104-GEN-SG-1-501-C

**Sommaire**

[II.1. OBJET 13](#_Toc195717317)

[II.2. NORMES ET REGLEMENTS 13](#_Toc195717318)

[II.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 13](#_Toc195717319)

[II.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 13](#_Toc195717320)

[II.5. TABLEAUX HTA 13](#_Toc195717321)

[II.5.1. Composition 13](#_Toc195717322)

[II.5.2. Caractéristiques générales 14](#_Toc195717323)

[II.5.3. Equipements HTA 15](#_Toc195717324)

[II.5.4. Equipements BT 17](#_Toc195717325)

[II.5.5. Mises à la terre 18](#_Toc195717326)

[II.5.6. Repérage 18](#_Toc195717327)

[II.5.7. Mise en œuvre 19](#_Toc195717328)

[II.6. TRANSFORMATEURS HTA/BT 20](#_Toc195717329)

[II.6.1. Dispositions communes 20](#_Toc195717330)

[II.6.2. Transformateurs à huile 20](#_Toc195717331)

[II.6.3. Transformateurs secs 21](#_Toc195717332)

[II.6.4. Conditions d’installations 22](#_Toc195717333)

[II.7. TRANSFORMATEURS HTA/HTA 22](#_Toc195717334)

[II.8. Reports en contrôle commande 23](#_Toc195717335)

[II.9. HYGIENE ET SECURITE 23](#_Toc195717336)

[II.9.1. Interverrouillages de sécurité 23](#_Toc195717337)

[II.9.2. Accessoires de sécurité 23](#_Toc195717338)

[II.10. ACOUSTIQUE VIBRATIONS 23](#_Toc195717339)

[II.11. PROTECTION PEINTURE 23](#_Toc195717340)

[II.12. ESSAIS 23](#_Toc195717341)

[II.12.1. Essais en usine 23](#_Toc195717342)

[II.12.2. Essais sur site 24](#_Toc195717343)

[II.13. GARANTIES 24](#_Toc195717344)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 | 1ère émission |
| B | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2003 | Mise à jour |
| C | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2024 | Mise à jour |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation des matériels suivants :

* Tableaux HTA,
* Transformateurs HTA/HTA,
* Transformateurs HTA/BT.

Les installations HTA s’entendent pour une tension entre 1 000 et 50 000 V.

Si une spécification particulière (SP) est émise, et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE ou la CEI… avec principalement :

* Spécifications techniques :
* HN 64-S-52
* HN 64-S-41
* HN 64-S-43
* Normes UTE :
* NFC 13-100
* NFC 13-200
* Normes CEI :
* CEI 62271-1 à CEI 62271-200
* CEI 60282-1
* CEI 60044.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans Objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

Les tableaux et transformateurs sont installés dans des locaux spécifiques autorisant l’utilisation de matériels standard, dans une température ambiante maximale supérieure de 10°C à la température maximale extérieure, en absence d’humidité ou de poussières.

Dans des conditions particulières, les transformateurs peuvent être installés à l’extérieur des bâtiments.

## TABLEAUX HTA

### Composition

Les tableaux HTA sont constitués par juxtaposition de cellules fermées au sens de la norme NF-EN 62271, préfabriquées, éclissées entre elles à un seul jeu de barres horizontal.

Ils sont extensibles à chaque extrémité pour permettre les éventuelles adjonctions futures.

Chaque cellule comporte une enveloppe métallique de protection en tôle d’acier protégé, d’épaisseur minimale 20/10 mm, avec au minimum :

* Un compartiment jeux de barres,
* Un compartiment appareillage,
* Un compartiment raccordement,
* Un compartiment BT.

Le compartiment appareillage contient le matériel de sectionnement ou de coupure, fixe, ou déconnectable sur chariot, ou débrochable sur chariot, conformément à la spécification particulière. Ces appareils sont manœuvrables depuis la face avant de la cellule.

Les départs et arrivées de câbles se font normalement par le bas dans des caissons pouvant recevoir des appareils de mesure (TC) et incluant les diviseurs capacitifs alimentant les indicateurs de présence tension, les plages de raccordement, les systèmes d’amarrage des câbles et les dispositifs de pénétration des câbles. Des sectionneurs permettent la MALT des têtes de câbles.

Toutes les dispositions sont prises pour interdire l’accès aux pièces sous tension avec des tôleries démontables fixées par visserie imperdable.

La visserie et la boulonnerie sont en acier cadmié ou bichromaté.

Chaque cellule comporte les anneaux de levage et doit être fixée au sol.

### Caractéristiques générales

#### Cellules C 13100

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Spécification distributeur d’énergie | **HN 64-S-52** | |
| Type | Insensible à l’environnement | |
| Indice de protection caisson d’appareillages HTA | IP 67 | |
| Indice de protection caisson BT | IP 2XC | |
| Tension de service | 5 à 11 kV | 15 kV ou 20 kV |
| Tension assignée | 12 kV | 24 |
| Tension assignée de tenue à la fréquence industrielle 50 Hz - 1 mn | 28 kV eff. | 50 kV eff. |
| Tension assignée de tenue à l’onde de choc 1,2/50 µs | 75 kV crête | 125 kV crête |
| Fréquence assignée | 50 Hz | |
| Courant assigné des appareils et jeux de barres | Selon spécification particulière | |
| Courant de courte durée admissible | 25 kA eff/1s mini. | 12.5 kA eff/1s mini |
| Classe de compartimentage | PM (métal) | PM (métal) |
| Classification arc interne (IAC) | A-FL | A-FL |
| Classe de disponibilité d’exploitation | LSC 2A minimum | LSC 2A minimum |

#### Cellules C 13200

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Spécification distributeur d’énergie | **HN 64-S-41** | |
| Type | Sans contrainte environnementale | |
| Indice de protection caisson BT | IP 2X minimum | |
| Tension de service | 5 à 11 kV | 15 kV ou 20 kV |
| Tension assignée | 12 kV | 24 |
| Tension assignée de tenue à la fréquence industrielle 50 Hz - 1 mn | 28 kV eff | 50 kV eff |
| Tension assignée de tenue à l’onde de choc 1,2/50 µs | 75 kV crête | 125 kV crête |
| Fréquence assignée | 50 Hz | |
| Courant assigné des appareils et jeux de barres | Selon spécification particulière | |
| Courant de courte durée admissible | 12.5 kA eff/1s mini. | |
| Classe de compartimentage | PI (cloison isolante) | |
| Classification arc interne (IAC) | A-FL | |
| Classe de disponibilité d’exploitation | LSC 2A minimum | |

### Equipements HTA

#### Cellule disjoncteur

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

* Sectionneur(s) de ligne et disjoncteur tripolaire,
* Sectionneur de mise à la terre (SMALT),
* Coupure dans le SF 6, ou dans le vide, selon spécification particulière,
* Simple ou double sectionnement, selon spécification particulière,
* Disjoncteur déconnectable ou débrochable sur chariot, selon spécification particulière,
* Relais de protection numérique,
* Motorisation avec déclencheur d’ouverture et de fermeture,
* Indicateur de présence tension,
* Compteur de manœuvres,
* Indicateurs de position,
* Boites à bornes d’essais tension, courant et polarités,
* Contacts de positions (O/F) sur disjoncteur, sectionneur et sectionneur de terre,
* Système de verrouillage,
* Résistance de chauffage,
* …

Les commandes d’enclenchement ou de déclenchement utilisent un faible appel de puissance agissant sur un système à accumulation d’énergie, avec commandes manuelles de secours.

Selon les besoins spécifiques, l’équipement inclut les auxiliaires ci-après :

* TC et/ou TP,
* Convertisseurs de puissance active/ réactive (pour régulation P et Q au point de livraison HTA),
* Déclencheur d’ouverture complémentaire,
* …

#### Cellule interrupteur – sectionneur

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

* Type fixe,
* Interrupteur- sectionneur tripolaire,
* Sectionneur de mise à la terre (SMALT),
* Coupure dans le SF 6, ou dans le vide, selon spécification particulière,
* Indicateur de présence tension,
* Contacts de positions (O/F) sur interrupteur-sectionneur et SMALT,
* Résistance de chauffage,
* …

Selon les besoins spécifiques, l’équipement inclut les auxiliaires ci-après :

* Motorisation,
* Transformateur de courant (TC),
* Déclencheur d’ouverture et de fermeture,
* Compteur de manœuvres,
* Verrouillages par serrures,
* …

#### Interrupteurs à fusibles HPC

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

* Type fixe,
* Interrupteur- sectionneur tripolaire, coupure dans le SF 6, ou dans le vide, selon spécification particulière,
* Protection par fusibles à percuteur,
* Sectionneur de mise à la terre (SMALT),
* Ouverture mécanique sur fusion fusible (percuteur),
* Déclencheur d’ouverture,
* Contacts de positions sur interrupteur et SMALT,
* Contacts auxiliaires de fusion fusibles,
* Verrouillages par serrures,
* Résistance de chauffage,
* …

Selon les besoins spécifiques, l’équipement inclut les auxiliaires ci-après :

* Motorisation,
* Transformateur de courant (TC),
* Relais de protection,
* …

Au-delà de 100 m entre la cellule de protection et le transformateur HTA/BT, il est demandé de prévoir une protection par disjoncteur, en lieu et place de l’interrupteur fusibles.

#### Transformateur de potentiel (TP)

Les caractéristiques minimales sont données ci-dessous :

* Type fixe,
* Précision minimale classe 0.5, adaptée au type de circuit alimenté (protection, mesure, comptage, ...),
* Puissance de précision (VA) adaptée au type de circuit alimenté,
* Protection éventuelle par fusibles sur support débrochable,
* Caractéristiques conformes aux exigences du distributeur d’énergie,
* …

Les câbles issus des TP seront de type HN33S34, de section minimale 6 mm2, et séparé des câbles issus des TC.

#### Transformateur de Courant (TC)

Leur choix (puissance, précision, nombre et calibres des secondaires, …) est déterminé par les caractéristiques d’utilisation (comptage, protection, …) et par les contraintes du distributeur d’énergie.

Les câbles issus des CP seront de type HN33S34, de section minimale 6 mm2, et séparé des câbles issus des TP.

### Equipements BT

#### Contraintes du distributeur d’énergie

L’Entrepreneur a à sa charge les prestations relatives à la fourniture et à la pose de relais de protections conformément à la norme NFC 13100, et aux réquisitions du distributeur d’énergie (selon régime de neutre HTA).

Dans tous les cas, le relais C 13100 doit intégrer, même si elle n’est pas configurée, la protection watt-métrique homopolaire (PWH) compatible avec le régime de neutre compensé HTA.

Si la spécification particulière le demande, et dans le cadre d’une installation comprenant une production d’énergie, le relais C13100 intégrera les protections de découplage HTA conformément aux réquisition du distributeur d’énergie.

#### Caisson BT

Chaque cellule comporte un compartiment BT accessible en permanence et contenant du matériel de tension d’isolement 1 000 volts :

* Relayage de protection, de mesures ou auxiliaires,
* Borniers de communication,
* Appareillage de dialogue opérateur (commutateurs, voltmètres, ampèremètres, compteurs, voyants...),
* Les boîtiers d’essai tension et courant,
* Les circuits auxiliaires avec leur organe de protection et de coupure,
* Les gaines et goulottes de cheminement du câblage.

#### Relayage de protection et communication avec l’extérieur

Un relais de protection numérique équipe chaque cellule disjoncteur et assure, au travers d’un bus de communication, la transmission des informations d’états et de mesures vers le niveau supérieur du contrôle-commande.

Les informations suivantes sont systématiquement mises à disposition pour chaque cellule :

* Positions « ouvert », « fermé », « défaut »,
* Position « distance » du commutateur « Local/Distance »,
* Position du sectionneur de MALT,
* Présence tensions auxiliaires,
* Fusion fusible le cas échéant,
* Défaut motorisation le cas échéant,
* Toutes les informations relatives à l’équipement aval dans le cas où celui-ci est protégé par le relayage de la cellule.

Tous les contacts non utilisés sont ramenés sur bornes en attente.

#### Circuits auxiliaires

L’ensemble des circuits auxiliaires de mesure, de protection, de commande et de signalisation est alimenté depuis une source auxiliaire 48 V continu.

Un disjoncteur individuel par cellule assure la protection de cette tension 48 V continu, avec report de l’information de défaut.

De façon générale, le principe de commande provoque :

* Les déclenchements par manque de tension,
* Les enclenchements par émission de la polarité.

Le câblage des circuits auxiliaires utilise de la filerie cuivre souple de section minimale :

* Contrôle, commande, signalisation : 1,5 mm²,
* Tension : 2,5 mm²,
* Courant : 4 mm².

Les borniers correspondant aux secondaires des TC comportent un dispositif de court-circuitage.

#### Source auxiliaire

Sauf contre-indication en spécification particulière, chaque tableau HTA est alimenté en 48 Vcc à partir d’une source avec :

* 1 câble d’alimentation 230 Vca monophasé, depuis le réseau ondulé de l’installation,
* 1 chargeur de batteries dimensionné chacun pour les besoins globaux,
* 1 batterie au plomb étanches et sans entretien dimensionnée chacune pour les besoins globaux avec une autonomie de 4 heures minimum, réserve d’énergie à prévoir (norme C13100),
* Le report d’informations :
* Défaut alimentation 400 V ou marche sur batterie,
* Défaut chargeur,
* Défaut 48 V ou fin d’autonomie de batterie.
* Le TBTD « 48 Vdc Poste HTA » intégrant les départs protégés individuellement cellule par cellule et les reports de position (synthèse).

Si la spécification particulière le demande, cette source est redondée avec 2 alimentations, 2 chargeurs et 2 batteries. En fonctionnement normal, les deux sources fonctionnent en même temps à mi- charge. Dès la défaillance d’une des deux sources, la deuxième assure la totalité de la charge sans coupure.

En cas de fonctionnement sur batterie, un dispositif provoque le déclenchement pour sauvegarder la charge minimale nécessaire au ré-enclenchement (réserve d’énergie). La tension 48 Vcc est alors rétablie par intervention manuelle locale.

La tension oscille dans une plage maximum de + 10 / - 15 %.

### Mises à la terre

La continuité électrique des masses métalliques de chaque cellule est assurée par le boulonnage, la soudure ou des liens métalliques souples.

Un collecteur général complémentaire en cuivre nu regroupe les MALT des masses métalliques, des tresses de câbles HT, etc...

Il comporte à chaque extrémité une plage de raccordement pour liaison avec le circuit de terre général.

### Repérage

Chaque cellule comporte en face avant :

* Une plaque portant le libellé et le repère de l’équipement,
* Les symboles de l’appareillage sous forme de synoptiques,
* Les caractéristiques de la cellule :
* Fonction,
* Constructeur,
* Numéro de série,
* Numéro d’ordre,
* Tension d’isolement
* …
* La fiche d’inter-verrouillage associée, avec repérage gravé de chaque clé et/ou chaque boite à clés.

Chaque tableau HTA comporte en son milieu :

* La désignation du tableau,
* Son repère (TAG).

Chaque local électrique comporte les schémas plastifiés des verrouillages et de l’unifilaire HTA/BT de l’ensemble du site, ainsi que les affiches réglementaires (prescriptions générales, soins aux électrisés, identification du local HTA, pictogramme homme foudroyé, …).

### Mise en œuvre

#### Généralités

Avant toute commande de matériel ou toute exécution de travaux de génie civil concernant les postes de livraison ou de transformation, l’Entrepreneur établit un projet pour obtenir l’approbation du distributeur d’énergie, ou du Maitre d’œuvre.

Ce projet comprend principalement:

* Le plan de situation du poste,
* Le plan masse de l’ouvrage,
* Les plans d’équipement,
* Les plans de génie civil,
* Les spécifications techniques des matériels, ainsi que les divers PV associés,
* Le schéma unifilaire avec les protections,
* Le schéma multifilaire établi cellule par cellule,
* Les dispositions prises pour la ventilation,
* …

Si le poste de livraison est construit dans une enceinte fermée, l’Entrepreneur doit prévoir un accès permanent pour le distributeur d’énergie en fournissant et installant sur la voie publique un coffret, fermé par une serrure agréée par le distributeur d’énergie, contenant les clés permettant l’ouverture des dispositifs de protection disposés entre la voie publique et le poste de livraison.

Que le(s) compteur(s) soit(ent) ou non fourni(s) par le distributeur d’énergie, les travaux confiés à l’Entrepreneur comprennent :

* Le scellement du cadre support du(des) compteur(s), la pose du compteur,
* La fourniture et pose des câbles entre transformateurs d’intensité, de tension et compteur,
* D’une façon générale, tous les travaux préparatoires à l’intervention du distributeur d’énergie.

Le compteur est toujours équipé :

* De contacts de plages tarifaires et d’émetteurs d’impulsions,
* D’un bornier de télé-information client (TIC)

Toutes les informations issues des compteurs sont ramenées et traitée sur le SCC, au travers d’une passerelle TIC/ MODBUS TCP à prévoir par l’Entrepreneur.

Lorsque pour les postes alimentés par un réseau haute tension en boucle ou en coupure d’artère, le distributeur d’énergie impose la mise en place d’un dispositif de détection de défaut homopolaire, la fourniture, le montage et le raccordement des tores de détection et du dispositif indicateur sont à la charge de l’Entrepreneur.

Dans le cas où le site dispose d’une production d’énergie, la prestation de l’Entrepreneur peut inclure les équipements spécifiques demandés par le distributeur d’énergie :

* Protection de découplage, inclut dispositif de télé-déclenchement si nécessaire,
* Circuit bouchon (filtre actif, filtre passif) pour la compensation de l’atténuation des signaux tarifaires,
* DEIE (Dispositif d’Echange d’Informations d’Exploitation),
* Compteur 4Q, qualimètre,
* Compteur production,
* …

#### Implantation et raccordement

L’installation des tableaux HTA respecteront, à minima, les préconisations du fournisseur.

Ils sont posés sur caniveaux, avec rehausse maçonnée si nécessaire, de façon à respecter les rayons de courbure de tout câble armé triphasé de section 3 x 240 mm² minimum.

Les caniveaux seront réalisés de façon à intégrer les extensions futures des tableaux HTA (aux 2 extrémités). Ils seront fermés à l’aide de caillebotis, et mis à la terre en fonction de leur nature.

## TRANSFORMATEURS HTA/BT

Les transformateurs HTA/BT peuvent, selon description dans la spécification particulière, être de type à huile à remplissage total, ou de type sec.

### Dispositions communes

La puissance nominale d’un transformateur doit être supérieure de 15 %, au moins, à la puissance apparente maximale absorbée par l’installation qu’il doit alimenter augmentée de la puissance du plus gros consommateur de secours, et compte tenu, le cas échéant, des renforcements ultérieurs prévus.

Si la tension du réseau haute tension est inférieure à 20 kV, le bobinage primaire bitension doit permettre le passage ultérieur à cette tension, par déplacement de barrettes sous le couvercle pour les puissances inférieures à 100 kVA, et par commutateur pour les puissances supérieures. La puissance nominale du transformateur est toujours intégralement conservée aux deux tensions primaires.

Si des transformateurs sont destinés à fonctionner en parallèle, ils doivent être dimensionnés spécialement pour qu’aucun courant réactif ne soit échangé entre les deux secondaires et que la charge totale soit répartie entre les deux transformateurs, proportionnellement à leurs puissances nominales.

Les transformateurs HTA/BT sont équipés de protection internes assurant

* L’alarme sur premier seuil de température,
* Les déclenchements amont et aval sur deuxième seuil de température,
* Les déclenchements amont et aval sur baisse de niveau et sur dégagement de gaz (transformateur huile uniquement).

Si le réseau basse tension est en régime de neutre IT, le neutre du transformateur est connecté à un limiteur de tension installé près du transformateur, avec contrôleur permanent d’isolement (CPI) :

* Alarme au premier défaut,
* Déclenchement au deuxième défaut.

### Transformateurs à huile

Les caractéristiques minimales des transformateurs à huile sont les suivantes :

* Type étanche à remplissage total (ERT),
* Diélectrique huile,
* Refroidissement naturel ONAN,
* Ecodesign 2021,
* Tension primaire : 15 ou 20 kV,
* Tension secondaire à vide : 0.41 kV,
* Couplage : Dyn11,
* Fréquence 50 Hz,
* Prises de réglages hors tension +/- 2.5 %, +/- 5%,
* Installation intérieure ou extérieure (selon spécification particulière),
* Bornes haute tension embrochables, avec système de verrouillage par serrure,
* Traversées passe barres BT,
* Relais de protection DGPT2 (Détection de Gaz Pression et Températures) ou DMCR (Dispositif de Mesure et Contrôle de Régime),
* Galets de roulements orientables, avec dispositif de blocage,
* 2 emplacements de mise à la terre,
* Anneaux de levage et de tirage,
* Orifice de remplissage et dispositif de vidange,
* Plaque signalétique et plaque client,

Les transformateurs seront posées sur un bac de rétention anti feu de caractéristiques principales suivantes :

* Conforme NFC 13-200,
* Fabrication en acier galvanisé à chaud, de 3 mm d’épaisseur minimum,
* Autoporteur, poutre de supportage fixes ou réglable,
* Rétention de la totalité du diélectrique,
* Extinction via système de chicanes ou autres,
* Rails de support du transformateur,
* Emplacement pour poses des roues du transformateur sous le bac,
* Anneaux de levage, vannes de vidanges,
* Si installation extérieure : système de filtration pour séparation des eaux pluviales et hydrocarbures,
* Etc …

### Transformateurs secs

Les caractéristiques minimales des transformateurs secs sont les suivantes :

* Type sec enrobé,
* Refroidissement air naturel (AN),
* IP 31,
* Classe F,
* Ecodesign 2021,
* Classe C2/ E2/ F1,
* Tension primaire : 15 ou 20 kV,
* Tension secondaire à vide : 0.41 kV,
* Couplage : Dyn11,
* Fréquence 50 Hz,
* Prises de réglages hors tension +/- 2.5 %, +/- 5%,
* Installation intérieure,
* Raccordements HTA et BT extérieurs,
* Bornes haute tension embrochables, avec système de verrouillage par serrure,
* Traversées passe barres BT,
* Sondes PTC, inclus relais associé (alarme, déclenchement),
* Galets de roulements, avec dispositif de blocage,
* 2 emplacements de mise à la terre,
* Anneaux de levage et de tirage,
* Plaque signalétique et plaque client,

### Conditions d’installations

Sauf contre-indication en spécification particulière, les transformateurs sont installés dans des loges spécifiques individuelles dont l’élévation de température mesurée à 1 m du sol en tout point du local ne dépasse pas de 10 °C la température extérieure.

Chaque local transformateur disposera de son propre système de ventilation.

L’Entrepreneur fournira une note de calcul de dimensionnement afin de confirmer le mode de ventilation, :

* Ventilation naturelle, via grille d’air neuf et grille d’air vicié,
* Ventilation forcée, avec principalement :
* Extracteur en façade ou en toiture, inclus Coffret de Sectionnement Local,
* Grilles d’air neuf et d’air vicié,
* Thermostat de pilotage et d’alarme,
* Reports en contrôle commande : marche, défaut, alarme température, etc.

## TRANSFORMATEURS HTA/HTA

Ces transformateurs sont utilisés :

* Pour abaisser la tension de livraison du distributeur d’énergie à la tension d’utilisation des moteurs HTA (ex 20 kV/5.5 kV en charge),
* Pour élever la tension de sortie d’un alternateur de production ( ex : 5.5 kV/ 20 kV en charge),
* Pour d’autres usages spécifiques.

Suivant leur puissance, ces transformateurs sont, selon spécifications particulières :

* Soit étanche à remplissage total (ERT), avec protection DGPT2 ou DMCR,
* Soit respirant avec conservateur, avec relais type BUCHHOLZ et thermostat,
* Soit de type sec enrobé avec sondes de températures.

Les caractéristiques minimales des transformateurs sont les suivantes :

* Diélectrique : huile (si ERT ou respirant),
* Puissance : selon spécification particulière, ou à déterminer par l’Entrepreneur avec réserve de puissance de 15 %,
* Couplage : Dyn11 (abaisseur), Ynd 11 (élévateur),
* Refroidissement : ONAN ou air (AN),
* Type : intérieur ou extérieur (huile seulement) selon spécification particulière.

Le réglage de la tension se fait au minimum par des prises de réglage au primaire, manœuvrables hors tension (+/- 2,5 % et +/- 5 %). Si les variations de tension dues au réseau ou à la charge le justifient, le transformateur comporte un régleur en charge.

Dans le cas des transformateurs abaisseurs, la puissance et la tension de court-circuit sont déterminées pour que la chute de tension transitoire lors du démarrage d’un consommateur HTA ne perturbe pas le fonctionnement des autres consommateurs HTA précédemment démarrés.

De manière générale, les dispositions prévues pour les transformateurs HTA/BT sont applicables aux transformateurs HTA/HTA avec de plus :

* Protection 15 ou 20 KV par disjoncteur,
* Protection homopolaire, inclus tore,
* Protection masse-cuve, inclus tore (sauf transformateur sec),
* Galets isolés,
* Prise d’échantillon (sauf transformateur sec),
* ...

## Reports en contrôle commande

Toutes les informations d’états, d’alarmes, de défauts, etc. associés aux équipements HTA et BT (ex : chargeurs 48 Vcc, …) sont reportés en contrôle commande.

## HYGIENE ET SECURITE

### Interverrouillages de sécurité

Conformément aux normes, le système intègre les verrouillages constructifs et par serrures pour assurer la sécurité des opérateurs en exploitation, en entretien ou en dépannage, pour interdire l’accès aux pièces sous tension et pour permettre les consignations.

Le système de verrouillage proposé dispense de rendre solidaires par un moyen quelconque des clés différentes.

Les affiches plastifiées correspondant aux schémas de verrouillage sont fournies et apposées à tous les emplacements nécessaires à l’exploitation.

### Accessoires de sécurité

Dans chaque local abritant des tableaux HTA, l’installation inclut les accessoires suivants prévus pour la tension nominale du réseau :

* Tabouret isolant,
* Paire de gants isolants disposée dans une boîte murale,
* Dispositif de vérification d’absence tension, type perche néon, avec vérificateur à magnéto,
* Perche à corps avec support mural,
* Râtelier avec 3 fusibles de rechange pour chaque type et chaque calibre de fusibles,
* Extincteurs pour chaque local, adapté à la tension du local,
* Appareil d’éclairage de sécurité (fixe),
* Bloc d’éclairage portable (BAPI),
* Affiches normalisées.

## ACOUSTIQUE VIBRATIONS

Sauf contrainte additionnelle imposée par la spécification particulière, les standards constructeur sont suffisants.

## PROTECTION PEINTURE

Sauf contrainte additionnelle imposée par la spécification particulière, les standards constructeur sont suffisants.

## ESSAIS

### Essais en usine

Pour les essais « usine », l’Entrepreneur soumet des « fiches d’essai » à l’approbation du Maître d’Ouvrageou de son représentant.

Ces essais correspondent aux standards du constructeur, et comprendront les prestations minimales suivantes :

* Tableaux HTA :
* Tests d’isolement,
* Tests de tension à la fréquence industrielle,
* Tests de fonctionnement mécanique,
* Tests des inter-verrouillages,
* Contrôle du câblage des circuits auxiliaires,
* Tests des relais de protections,
* ...
* Transformateurs HTA:
* Mesures des résistances,
* Mesures des pertes à vide et pertes en charges,
* Essai par tension induite,
* Essais en tension appliquée primaire et secondaire,
* Mesures du rapport de transformation et couplage,
* Mesures des résistances d’isolement,
* …

Le Maître d’Ouvrage, ou son représentant, pourront, s’il le souhaite, assister aux essais en usine.

Les divers tests et essais devront faire l’objet de PV à transmettre au Maitre d’Œuvre.

### Essais sur site

Les essais et tests sur site comprendront :

* La vérification de l’installation des équipements conformément aux plans validés, et ce conformément aux spécifications fournisseurs et recommandation du distributeur d’énergie,
* La vérification de l’ensemble des câblages sur la base des schémas validés,
* Les tests préalables à la mise sous tension préconisés par les fournisseurs,
* Les essais de fonctionnement :
* Test des sécurités,
* Tests des protections,
* Tests des asservissements et reports d’informations,
* Tests fonctionnels,
* Autres selon protocole à fournir par l’Entrepreneur.

Pour les installations avec exportation d’énergie sur le réseau, la présence du fournisseur du matériel HTA est impérative (fournisseur cellules HTA et fournisseur transformateur élévateur).

Préalablement à la mise sous tension, les tests d’isolement des câbles HTA à tension nominale doivent être réalisés.

Les divers tests et essais devront faire l’objet de PV à transmettre au Maître d’Œuvre.

## GARANTIES

Voir spécifications correspondantes.

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - TABLEAUX ET COFFRETS BASSE TENSION VERSION FIXE : 104-GEN-SG-1-502-B

**Sommaire**

[III. INSTALLATIONS ELECTRIQUES - TABLEAUX ET COFFRETS BASSE TENSION VERSION FIXE : 104-GEN-SG-1-502-B 25](#_Toc210899076)

[III.1. OBJET 26](#_Toc210899077)

[III.2. NORMES ET REGLEMENTS 26](#_Toc210899078)

[III.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 26](#_Toc210899079)

[III.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 26](#_Toc210899080)

[III.5. FONCTION DE CHAQUE TYPE DE TABLEAUX OU COFFRETS 26](#_Toc210899081)

[III.6. CARACTERISTIQUES GENERALES DES TABLEAUX 27](#_Toc210899082)

[III.7. CIRCUITS AUXILIAIRES 29](#_Toc210899088)

[III.8. CARACTERISTIQUES DES MATERIELS 29](#_Toc210899089)

[III.9. ENSEMBLES ELECTRIQUES DE COMMANDE, DE PROTECTION ET DE CONTROLE INSTALLES A L’INTERIEUR DES LOCAUX ELECTRIQUES OU ADMINISTRATIFS 32](#_Toc210899106)

[III.10. ENSEMBLES ELECTRIQUES INSTALLES A L'EXTERIEUR DES LOCAUX ELECTRIQUES OU ADMINISTRATIFS 34](#_Toc210899107)

[III.11. COFFRETS DE COMMANDE LOCALE CCL 35](#_Toc210899108)

[III.12. COFFRETS DE SECTIONNEMENT LOCAL CSL 35](#_Toc210899109)

[III.13. ARRETS D’URGENCE ET ARRETS DE PROXIMITE 35](#_Toc210899110)

[III.14. HYGIENE ET SECURITE 36](#_Toc210899111)

[III.15. ACOUSTIQUE-VIBRATIONS 36](#_Toc210899112)

[III.16. PROTECTION PEINTURE 36](#_Toc210899113)

[III.17. ESSAIS 36](#_Toc210899114)

[III.18. GARANTIES 36](#_Toc210899115)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 |  |
| B | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2003 |  |
|  |  |  |  |  |

## 

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation des tableaux et coffrets basse tension c’est à dire dont la tension en courant alternatif excède 50 V sans dépasser 1 000 V.

Si une spécification particulière (SP) est émise et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles émises par l’UTE ou la CEI.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans Objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

* Température maximale ambiante dans les locaux, supérieure de 10° C à la température maximale extérieure.
* Humidité relative inférieure ou égale à 95 % à 20° C.
* Altitude inférieure à 1 000 m.
* Installations dans des locaux sains sans ambiance corrosive.

## FONCTION DE CHAQUE TYPE DE TABLEAUX OU COFFRETS

L’installation de distribution de l’énergie électrique comporte différents niveaux auxquels se rattachent différents types de tableaux ou coffrets.

Les tableaux généraux basse-tension (TGBT) ont en charge :

* La protection de la source BT placée en amont (transformateurs HT/BT, groupes électrogènes, ...),
* La protection des départs vers les tableaux basse tension (TBT),
* La protection des éventuels départs directs vers les gros consommateurs BT.

Alimentés par ces TGBT, les tableaux Basse Tension (TBT) assurent la protection et la distribution de puissance jusqu’aux consommateurs finaux. Il n’existe donc pas de sous TGBT assurant la distribution vers des armoires spécifiques, celles-ci étant regroupées dans un ou plusieurs TBT. Cette architecture élimine la notion de « package » préjudiciable à l’homogénéité des installations.

Dans la pratique, les TBT correspondent donc :

* À des tableaux « Force Motrice » (TBTF) pour les équipements liés directement ou indirectement au process,
* À des tableaux de « Distribution » (TBTD) pour les équipements d’éclairage, de prises de courant, de courants faibles et de petite force, et pour les locaux sociaux ou administratifs,
* Au Tableau Basse Tension Ondulé (TBTO) pour la distribution de l’énergie ondulée,
* À des armoires « variateurs » ou « démarreurs ».

Sauf accord du Maître d’Ouvrageou de son représentant, seules trois exceptions permettent d’interrompre la liaison directe entre un TBT et un consommateur final :

* La mise en place d’un coffret de sectionnement local,
* La mise en place de boîtes de jonction pour des équipements très spécifiques (matériel immergé par exemple),
* La mise en place des tableaux divisionnaires TDD exclusivement réservés à l’éclairage, aux prises de courant et aux regroupements ou répartitions de courants faibles, et TDO réservés à l’énergie ondulée.

Chaque consommateur final est équipé d’un coffret de commande locale (CCL) placé à proximité immédiate, dans lequel ne transite pas la puissance sauf s’il est regroupé avec le coffret de sectionnement local (CSL).

Sauf accord du Maître d’Ouvrageou de son représentant, seuls les coffrets de sectionnement local, les coffrets de regroupement (courants faibles) et les coffrets de commande locale peuvent être installés dans les zones process. Tous les autres tableaux ou coffrets prennent place dans des locaux spécifiques électriques.

## CARACTERISTIQUES GENERALES DES TABLEAUX

### TGBT

* Jeux de barres dimensionnés en fonction des sources amont (transformateurs, sources autonomes, réseau public, …).
* Protections générales basse tension (arrivées) : disjoncteur débrochable sur chariot avec positions embrochée, débrochée, essais, contacts de position et bobine de déclenchement.
* Appareil de tête (arrivée avec protection générale basse tension extérieure au TGBT) : interrupteur fixe.
* Parafoudres 5 kV.
* Départs non commandés : disjoncteur fixe.
* Départs commandés : matériel fixe.
* Couplage de jeux de barres (le cas échéant) : selon spécification particulière.
* Relais de protection voltmétrique contre l’absence, la baisse ou l’inversion de phases avec temporisation au retour des conditions normales.
* Analyseur de réseau triphasé communiquant sur chaque arrivée (tensions, courants, facteur de puissance, puissances, énergies, harmoniques, ...).
* Si régime de neutre IT : système de détection automatique de défaut d’isolement avec un tore sur chaque départ et une centrale avec 20 % de réserve pour localisation du défaut avec report d’alarmes sur le contrôle-commande.
* Visualisation en façade avant et report à distance :
* Position et défaut de chaque organe d’arrivée ou de départ (voyant mécanique ou lumineux) ;
* Présences tensions (puissance, auxiliaires, …) ;
* Informations générales individualisées (CPI, DGPT 2, …) ;
* Informations process éventuelles.

### TBTF

* Jeux de barres dimensionnés pour la puissance maximale consommée par l’installation en aval, complétée par la puissance du plus gros consommateur de secours, le tout augmenté de 25 %. Cette valeur sert également de base de dimensionnement pour l’organe de protection de tête du câble d’alimentation amont du TBT et pour l’organe de protection en tête du TBT.
* Arrivées et départs en matériels fixes.
* Analyseur de réseau identique à ceux des TGBT sauf les harmoniques.
* Visualisation en façade avant et report à distance : idem TGBT.

### TBTD

* Caractéristiques identiques à celles du TBTF.
* Visualisation en façade avant et report à distance :
* Présences tensions (puissance, auxiliaires, …).
* Défauts de synthèse.

### TBTO, TDO et TDD

* Jeux de barres dimensionnés en fonction des sources amont (ASI, transformateur BT/BT de by-pass ou calibre du départ amont).
* Arrivées et départs en matériels fixes.
* Visualisation en façade avant et report à distance :
* Présences tensions (puissance, auxiliaires, …).
* Défauts de synthèse.
* Pour les TBTO et TDO : chaque jeu de barres ou sous jeu de barres est équipé d’un disjoncteur de réserve par calibre.

### Dispositions communes à tous les tableaux

Les ensembles électriques peuvent être de différents types : châssis à contacteurs, tableaux de com­mande, armoires électriques, pupitres, coffrets... Les spécifications suivantes s'appliquent à tous les types désignés par le terme "ensemble électrique".

D'une façon générale, le circuit de puissance d'une machine électrique comprend toujours :

* Un organe de sectionnement,
* Une protection contre les courts-circuits entraînant la coupure omnipolaire,
* Une protection contre les surcharges,
* Un organe de commande.
* Ces quatre fonctions peuvent être assurées par un appareil unique.
* Un équipement de démarrage éventuel.

Le circuit de commande et de contrôle d'une machine électrique comprend toujours :

* Un ampèremètre de calibre adapté à la machine, à échelle moteur, alimenté indirectement par transformateur d'intensité de type câble passant,
* Un compteur horaire,
* Les voyants « Marche » et « Défaut » éventuellement regroupés en verrines multicases pilotées le cas échéant par l'automate.

Les équipements généraux communs à un ensemble électrique comprennent :

* Un organe de sectionnement général à commande latérale extérieure,
* Les dispositifs de protection et de commande des circuits auxiliaires,
* Les indicateurs, enregistreurs et totalisateurs le cas échéant,
* Le dispositif d’arrêt d’urgence, entraînant une coupure omnipolaire de l’organe de sectionnement général.

Qu’elles soient reportées ou non, toutes les informations nécessaires sont visualisées en face avant et ramenées sur un bornier distinct du bornier de puissance.

Pour chaque départ commandé, le voyant de défaut en façade regroupe tous les défauts mais le report à distance distingue les défauts électriques, les défauts « Température » et les défauts « Vibrations ».

## CIRCUITS AUXILIAIRES

Les circuits auxiliaires de commande, de signalisation, de relayage et les bobines des contacteurs sont alimentés en 48Vac généré localement dans chaque tableau à partir d’une source extérieure 230 V ondulée sauf disposition spécifique de la spécification particulière.

Les autres tensions auxiliaires éventuellement nécessaires sont également générées localement dans chaque tableau, soit à partir de la tension normale (circuits de commande d’éclairage par exemple), soit à partir de la source secourue 230 V ondulée extérieure, en fonction des besoins.

Chacun des circuits est protégé individuellement par disjoncteur.

Les circuits de distribution des tensions auxiliaires doivent intégrer un rebouclage des polarités.

## CARACTERISTIQUES DES MATERIELS

### Conditions de fonctionnement

L’appareillage électrique doit pouvoir fonctionner dans les conditions spécifiques du site et, au moins, aux conditions suivantes :

* Température dans les enveloppes entre - 10° C et + 50° C,
* Tension d’alimentation : + 10 % et - 15 % de la valeur nominale,
* Taux d’harmoniques : 8 % sauf pollution particulière.

D’autre part, la mise hors tension de chaque consommateur doit pouvoir être sécurisée par la mise en place d’un cadenas de consignation.

### Protections générales basse tension

Le calibre, le nombre de pôles, le nombre de déclencheurs et le type du disjoncteur de protection générale basse tension sont adaptés aux caractéristiques de la source et de l’installation électrique desservie.

Le seuil de fonctionnement du déclencheur magnétique doit être au moins égal à 8 fois le courant de réglage du disjoncteur.

Lorsqu’il est fait usage d’un disjoncteur différentiel, le seuil de fonctionnement du dispositif différentiel doit être le plus élevé possible, sans toutefois dépasser UL/2R, avec :

* UL = Tension limite conventionnelle (prise généralement à 25 Volts),
* R = Résistance de la prise de terre des masses.

Le facteur 2 réserve une marge de sécurité, pour une évolution dans le temps de la résistance de la prise de terre.

Les disjoncteurs de protection générale doivent être équipés d’une bobine de déclenchement (déclenchement sur défaut du transformateur ou par une action sur un bouton poussoir d’arrêt d’urgence).

### Protection contre les courts-circuits

Les protections utilisées contre les courts-circuits doivent avoir un pouvoir de coupure supérieur à l’intensité de court-circuit calculée immédiatement en aval de leur point d’installation. Cette protection est assurée par l’appareillage suivant :

* Pour les départs non commandés de puissance :
* Disjoncteurs multipolaires.
* Pour les départs commandés :
* Disjoncteur ou coupe-circuit HPC équipé de percuteurs assurant l’ouverture du dispositif de commande lors de la fusion d’un fusible. La fonction de protection contre les courts-circuits n’est en aucun cas assurée par un relais magnétique agissant sur la bobine de l’élément de commande. Le calibre est adapté à l’intensité nominale plaquée de la machine protégée et la courbe de déclenchement sur court-circuit doit garantir une ouverture plus rapide que la protection thermique.
* Pour les circuits auxiliaires et les circuits de commande :
* Disjoncteurs multipolaires, avec protection individualisée par fonction :
* Commande,
* Mesure,
* Protection,
* Comptage.

### Protection contre les surcharges

Ces protections destinées à protéger les équipements et les câbles de liaison contre les échauffements dus à des surcharges sont assurées par les éléments suivants :

* Pour les départs commandés :
* Protections thermiques du disjoncteur ou relais thermique différentiel compensé, réglable, jusqu’à une puissance nominale de 160 kW, et protection à image thermique avec détection des composantes directes et inverses du courant, pour les puissances supérieures.
* Pour les départs non commandés :
* Cette protection est assurée par les disjoncteurs multipolaires.

### Organes de commande - Contacteurs

Le calibre des contacteurs doit être supérieur de 25 % au calibre strictement nécessaire (intensité nominale plaquée) à la commande de la machine desservie, en catégorie AC 3 pour la tension nominale du réseau. Les calibres inférieurs à 12 A ne sont pas autorisés.

Les contacteurs de puissance sont toujours équipés d’un bloc de contacts auxiliaires.

Conditions de fonctionnement :

* Fermeture avec tension de commande réduite de 20 %,
* Maintien avec tension de commande réduite de 30 %,
* Coordination type 2.

### Sectionnement

Toutes les lignes d’alimentation doivent être sectionnables pour permettre l’isolement du consommateur aval (tableaux, coffrets, moteurs, …) de sa source d’alimentation. Si l’organe de sectionnement n’a pas un pouvoir de coupure suffisant pour interrompre l’intensité normale du circuit, il doit être équipé d’un contact de précoupure agissant sur l’organe de commande.

Le calibre nominal de l’organe de sectionnement doit être au moins égal à l’intensité nominale du consommateur aval.

### Combinés

Les dispositifs combinés assurant les fonctions décrites aux 4 paragraphes précédents peuvent être utilisés.

### Relayage

Les relais sont calibrés pour un courant nominal de 5 A minimum, et pour une durabilité mécanique égale ou supérieure à 20 millions de manœuvres. Ils sont du type embrochable sur socle, avec visualisation de la position en face avant.

Les relais temporisés doivent être gradués en temps avec une précision d’affichage de + ou - 10 % et une dérive inférieure à + ou - 5 %.

### Transformateurs auxiliaires

Les transformateurs auxiliaires qu’ils soient de sécurité ou de séparation, doivent être dotés d’un écran équipotentiel entre les enroulements primaire et secondaire.

### Dispositifs de signalisation

Les signalisations lumineuses sont regroupées sur des voyants individuels ou sur des verrines multicases. Le libellé de la signalisation est gravé au-dessus du voyant ou sur chaque case. Dans le cas de verrines, le nombre de cases libres pour des extensions ultérieures doit être au moins égal à 20 % du nombre de signalisations. Les lampes sont de type multi LED.

Pour chaque ensemble, deux boutons-poussoirs permettent de tester les voyants (avec temporisation) et de commander l’effacement des défauts.

Les appareils de mesure sont de format NE72 et de classe 1.

Dans le cas d’équipements placés sous le contrôle d’un automate, les signalisations liées au process peuvent être regroupées sur un terminal opérateur, mais les états de « Marche » et de « Défaut » de chaque consommateur et les informations générales telles que « Présence tension », «CPI », «DGPT2 »,… doivent être maintenus sous forme de signalisations lumineuses.

### Analyseurs de réseaux

Les paramètres électriques (tensions, intensités, fréquence, facteur de puissance, puissances, comptages d’énergie, harmoniques) sont traités par des analyseurs de réseau triphasé communicant avec affichage en face avant.

### Appareillage électronique

Les appareillages électroniques doivent être spécialement conçus pour une utilisation en ambiance industrielle. Leurs caractéristiques d'isolement et de tenue aux ondes de choc normalisées doivent être au moins les suivantes :

* Alimentation :
* Isolement par rapport à la biomasse : 1 500 V
* Tenue à l'onde de choc: 2 000 V
* Entrées et sorties :
* Isolement par rapport à la masse et par rapport au circuit processeur: 1 500 V
* Tenue à l'onde de choc: 2 000 V

Les entrées et sorties d'un appareil électronique doivent toujours être isolées galvaniquement (découplage) du circuit principal. L'alimentation des entrées-sorties doit être distincte de celle du cir­cuit principal.

### Protection contre les surtensions

Les installations mettant en œuvre des appareillages électroniques ou électriques doivent pouvoir supporter, sans détérioration des appareillages, une surtension au moins égale à 5 kV (onde de choc normalisée), en mode commun ou différentiel, apparaissant sur le réseau d'alimentation basse tension ou sur les supports de télétransmission.

Les matériels qui ne peuvent supporter, sans dommage, une telle surtension doivent être protégés par des dispositifs appropriés capables d'atténuer l'onde incidente jusqu'à un niveau compatible avec les caractéris­tiques des matériels protégés. Il est admis que le fonctionnement de la protection mette hors service les matériels protégés.

La capacité d'écoulement à la terre de telles protections ne doit pas être inférieure à 15 kA.

La mise en œuvre de ces dispositifs devra permettre de limiter à 0,50 m la longueur de la liaison entre le conducteur actif protégé et la barre de terre.

Sur les supports de transmission extérieurs aux bâtiments (réseau France Télécom, lignes privées enterrées ou aériennes, instrumentation), la mise en œuvre de ces protections est obligatoire.

### Compensation de l’énergie réactive - Condensateurs

Les consommations excessives d'énergie réactive doivent être compensées de façon à annuler les pénali­tés prévues par la tarification du Distributeur d'Energie électrique, quelle que soit la configuration d’exploitation.

Les condensateurs utilisés en basse tension sont à isolants secs, autocicatrisants, munis de dispositifs de décharge.

La tension, la puissance et l'implantation de la ou les batteries sont optimisées globalement pour obtenir la meilleure utilisation des transformateurs et des liaisons.

De façon générale, des batteries scindées en gradins commandées automatiquement par des régulateurs de facteur de puissance sont affectées à chaque TGBT.

Ces batteries sont asservies automatiquement au fonctionnement des sources autonomes éventuelles.

### Transformateurs BT/BT de changement de régime de neutre

Dans les installations sous régime de neutre ITSN, les appareils nécessitant une alimentation sous tension simple ou avec neutre (éclairage, prises de courant, petite force, …) sont alimentés en énergie électrique depuis un transformateur BT/BT de changement de régime de neutre ITSN/TN, de caractéristiques suivantes :

* Puissance : 115 % de la puissance maximale absorbée par l’installation,
* Alimentation primaire : 400 V triphasé (avec prises de réglage +/- 5 % à partir de 25 kVA),
* Sortie secondaire : 400 V/230 V (en charge),
* Type : sec enrobé,
* Isolement : classe H,
* Protection par sondes thermostatiques (une par phase minimum),
* Enveloppe de protection IP 21 minimum - IK 08,
* Refroidissement naturel ONAN,
* Anneaux de levage,
* Galets de roulement orientables.

### Alimentation des démarreurs électroniques et des variateurs de fréquence

La chaîne de commande et de protection d’un démarreur électronique ou d’un variateur de fréquence doit obligatoirement comporter un contacteur qui peut être toujours fermé et utilisé pour l’arrêt sur arrêt d’urgence ou sur sécurité. Ce contacteur est implanté dans le tableau d’alimentation ou dans l’enveloppe propre au démarreur ou au variateur.

## ENSEMBLES ELECTRIQUES DE COMMANDE, DE PROTECTION ET DE CONTROLE INSTALLES A L’INTERIEUR DES LOCAUX ELECTRIQUES OU ADMINISTRATIFS

En règle générale, les ensembles électriques fermés (armoires, tableaux, coffrets, pupitres, …), installés à l'intérieur de locaux électriques ou administratifs sains, secs et propres, doivent avoir un indice de protection au moins égal à 315 (IP 31 - IK 7).

Les enveloppes peuvent être métalliques, en polyester armé de fibres de verre ou en PVC. Elles sont munies d'ouvertures de ventilation haute et basse, persiennées et grillagées de façon à ne pas amoindrir l'indice de protection initial de l'enveloppe. Les portes sont à charnières invisibles, fermeture par poignée avec serrure à clé, pochettes porte plan plaquées sur les faces intérieures des portes. Les éléments non soudés des enveloppes métalliques doivent être réunis par des tresses de masse assurant la continuité électrique.

Chaque enveloppe comporte un dispositif de ventilation soit naturelle soit forcée pour limiter à 10° C l’élévation de température dans l’enveloppe par rapport à la température du local. Cette ventilation est obligatoirement forcée si l’enveloppe comporte un démarreur, un variateur ou un API.

Un dispositif d’éclairage intérieur équipe chaque enveloppe, avec fonctionnement asservi à l’ouverture des portes.

Les tôles utilisées pour la construction des enveloppes métalliques doivent avoir une épaisseur mini­male de 15/10 mm et doivent être efficacement protégées contre la corrosion par un traitement comprenant au moins :

* Un décapage initial des surfaces éliminant toute trace d'oxydation,
* Un dégraissage des surfaces,
* Une couche d'apprêt spécial anticorrosion assurant aussi une bonne adhérence des couches de fini­tion,
* Deux couches de finition à forte teneur en résine époxy. La teinte de la couche de finition est laissée u choix du Maître d'Oeuvre.

L'appareillage électrique est monté sur profilés normalisés réglables en hauteur fixés uniquement en fond d’armoire ; il doit être facilement démontable depuis la ou les surfaces accessibles. Outre la place laissée libre pour les équipements électriques prévus dans la spécification particulière, une place correspondant environ à 20 % de la surface du châssis est laissée libre de tout appareillage pour permettre les modifications et aménagements ultérieurs.

Les câbles aboutissant à l'ensemble électrique sont raccordés sur bornes repérées largement dimensionnées disposées en partie basse, et fixés sur un profil placé au-dessous et en arrière du bornier. Les conducteurs doivent décrire une large boucle avant leur raccordement. La distance entre le sol ou le bas de l'ensemble électrique et le bornier doit être suffisante pour permettre aisément le raccordement des conducteurs (0,30 m pour les circuits auxiliaires et 0,40 m pour les circuits de puissance, au minimum). Une borne de terre est affectée à chaque câble. Dans les borniers, 10 % environ des bornes sont laissées libres, pour permettre le raccordement ultérieur de nouveaux câbles. En outre, le profilé portant les bornes de raccordement ne doit pas être occupé par celles-ci sur plus de 90 % de sa longueur, de façon à permettre le montage de bornes supplémentaires. Les borniers utilisés pour l'instrumentation et les entrées/sorties des automates sont de type "à bornes sectionnables". Les bornes sont à vis et non à pincement. Tous les conducteurs de tous les câbles sont raccordés sur borne, avec mise à la terre pour les conducteurs de réserve.

Le corps des presse-étoupe utilisés sur les câbles est en matière inoxydable.

Le câblage interne est réalisé en fils souples, de tension nominale 750 V minimum, disposés en goulottes plastiques fixées sur les profilés par vis en matière isolante. Le collage des goulottes par bande adhésive est interdit. L'espace libre entre goulotte et appareillage électrique ne doit pas être inférieur à 4 cm lorsque les raccordements sont réalisés en conducteurs de la section minimale. Il doit être augmenté lorsque les raccordements sont réalisés en conducteurs de section supérieure, de façon à permettre aisément le démontage et le remontage du câblage, sans dépose de l'appareil. La section minimale des conducteurs utilisés pour le câblage interne est de :

* 0,88 mm2 pour les informations de contrôle-commande,
* 1,5 mm2 pour les autres circuits, sans être inférieure à celle du câble extérieur correspondant.

Les goulottes ne doivent pas être emplies à plus de 75 % de leur capacité.

Les conducteurs de puissance ne doivent pas être traversés par des intensités supérieures à 80 % de l'inten­sité maximale admissible, pour une température minimale ambiante de 40°C et dans les conditions de pose adoptées.

Les connexions électriques sont réalisées sur bornes par l'intermédiaire de cosses, clips ou embouts sertis sur le conducteur. Aucune jonction ne doit être réalisée dans les goulottes.

Aucune couleur d'isolant n'est imposée pour les conducteurs, sauf pour le conducteur de protection dont l'isolant doit toujours être bicolore vert et jaune.

Les appareils de dialogue opérateur placés en face avant sont installés entre 1 m et 1,8 m du sol.

Les conducteurs nus (jeu de barres ou plages de raccordement par exemple) doivent demeurer protégés soit par un dispositif de la gamme de fabrication du matériel utilisé, soit par un dispositif spécifique, contre les contacts directs et les chutes accidentelles d’objet, même lorsque les portes de l'ensemble électrique sont ouvertes.

Tous les appareils sont repérés conformément aux schémas par étiquettes inaltérables fixées sur les appareils eux-mêmes (système de repérage du constructeur) ou par porte repères rigides avec couvercle, solidaires de la partie fixe de la goulotte. Le repère de chaque appareil comporte :

* Une ou deux lettres représentatives du type d’appareil,
* Le numéro du folio de première apparition,
* Le numéro d’ordre dans le folio.

Les conducteurs sont repérés aux deux extrémités, en mode équipotentiel, conformément aux schémas de principe et de câblage par des bagues de repérage fermées et entourant complètement le conducteur.

Le repère de chaque conducteur comporte :

* Pour les circuits de puissance, l’indication de la phase (L1, L2, L3, N, PE, PEN, …),
* Pour les autres circuits, le numéro de folio de première apparition et le numéro d’ordre dans le folio.

## ENSEMBLES ELECTRIQUES INSTALLES A L'EXTERIEUR DES LOCAUX ELECTRIQUES OU ADMINISTRATIFS

Les armoires et coffrets extérieurs, d'un indice de protection au moins égal à IP 55 - IK 8, doivent être en PVC ou, pour les faibles dimensions, en polyester armé fibre de verre, avec portes fermant à clé avec charnières et fronton intérieur amovible recevant les appareils de contrôle et de commande. De façon générale, aucun appareillage n'est monté sur les faces extérieures mais, lorsqu’ils sont indispensables, l’installation des éventuels appareils en façade ne dégrade pas l’indice de protection.

Les éventuelles ouvertures de ventilation haute et basse sont munies de grilles anti-moustiques et de persiennes. Si les contraintes d’ambiance l’imposent, des climatisations ou des systèmes de mise en surpression équipent ces enveloppes.

Le réchauffage intérieur est assuré par une résistance électrique asservie à un thermostat d'ambiance. Il est impératif pour les enveloppes extérieures contenant de la commutation de puissance.

Un éclairage intérieur est installé avec fonctionnement asservi à l'ouverture des portes de l'armoire, hors boîtes de jonction ou de regroupement.

Les presse-étoupe utilisés pour la pénétration des câbles sont en matière inoxydable.

Pour les boîtes de dérivation terminales installées sur les circuits d’éclairage, de prises de courant (hors coffret) et de courant faible (hors contrôle-commande), la protection peut être abaissée à IP 55 - IK 07 avec couvercle à fermeture par vis.

Les spécifications relatives aux caractéristiques, au montage, au câblage et au repérage sont identiques à celles décrites précédemment pour les ensembles électriques installés à l'intérieur des locaux électriques ou administratifs.

## COFFRETS DE COMMANDE LOCALE CCL

Près de chaque consommateur ou actionneur, une commande locale permet d’effectuer la mise en service, les vérifications et la maintenance préventive. Ce coffret avec couvercle sur charnière comporte :

* Un BP « Marche » efficient seulement en mode LOCAL,
* Un BP « Arrêt » de type coup de poing à accrochage (couleur noire) efficient dans tous les modes. Le déverrouillage de ce BP ne doit pas provoquer de redémarrage du consommateur : en mode LOCAL, le redémarrage nécessite une action opérateur sur le BP Marche, en mode DISTANCE, le redémarrage nécessite une action opérateur soit sur le commutateur soit en supervision selon le process concerné,
* Un commutateur à clé à 3 positions « Local - Arrêt - Distance »,
* Les voyants à LED « Marche » et « Défaut »,
* Les équipements spécifiques aux matériels particuliers (marche avant ou arrière, vitesse lente ou rapide, potentiomètre pour les équipements à variation de vitesse, etc...).

Selon l’implantation des équipements, les commandes locales de plusieurs consommateurs peuvent être regroupées sur un coffret commun sous réserve de rester à proximité immédiate des machines et d’être clairement identifiées.

Le degré de protection est au minimum IP 55 - IK 8.

## COFFRETS DE SECTIONNEMENT LOCAL CSL

Pour tous les consommateurs, un coffret de sectionnement local individuel implanté à proximité immédiate du consommateur avec interrupteur-sectionneur assure la mise hors tension omnipolaire du consommateur considéré. La position de l’organe de sectionnement est ramenée sur le système de contrôle-commande.

Aucun doute ne doit subsister sur l’affectation des CSL par rapport aux consommateurs (identification, visualisation du câble de liaison, …).

## ARRETS D’URGENCE ET ARRETS DE PROXIMITE

L’installation doit comporter :

* D’une part, des arrêts d’urgence de type coup de poing ou à câbles, provoquant l’arrêt de tous les consommateurs de la zone visuelle. Ils sont implantés dans la zone considérée et à proximité de chacune des évacuations.
* D’autre part, des arrêts de proximité de type coup de poing, provoquant l’arrêt d’un consommateur unique ou des consommateurs de toute une fonction.

Des arrêts d’urgence complémentaires globaux ou par ensemble sont installés en salle de commande le cas échéant et pour des besoins spécifiques (accès pompiers par exemple).

Ces dispositifs sont équipés au minimum de 2 contacts :

* L’un pour action dans le ou les circuits de commande afin de provoquer la coupure omnipolaire de toutes les alimentations électriques de tous les consommateurs concernés,
* L’autre pour report et traitement de l’information.

Dans tous les cas, la coupure doit être indépendante des matériels électroniques, des liaisons ou des organes de communication. La catégorie du matériel utilisé pour traiter ces informations doit être adaptée au niveau du risque encouru défini par l’entrepreneur dans son étude de risque.

## HYGIENE ET SECURITE

Selon spécification correspondante.

## ACOUSTIQUE-VIBRATIONS

Selon spécification correspondante.

## PROTECTION PEINTURE

Selon spécification correspondante.

## ESSAIS

Les TGBT et TBT seront réceptionnés en plate-forme par l’entrepreneur avec invitation du Maître d’Ouvrageou de son représentant avec un préavis minimal de 15 jours calendaires pour les essais diélectriques et le contrôle visuel de conformité avec les documents d’exécution.

Ces essais donneront lieu à l’établissement et à la diffusion d’un rapport d’essais par l’entrepreneur.

## GARANTIES

Selon spécification correspondante.

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - MOTEURS ASYNCHRONES ET DISPOSITIFS D’ENTRAINEMENT : 104-GEN-SG-1-504-C

[V.1. OBJET 50](#_Toc195718466)

[V.2. NORMES ET REGLEMENTS 50](#_Toc195718467)

[V.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 50](#_Toc195718468)

[V.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 50](#_Toc195718469)

[V.5. MOTEURS 50](#_Toc195718470)

[V.5.1. Construction 50](#_Toc195718471)

[V.5.2. Alimentation électrique 52](#_Toc195718472)

[V.5.3. Protections 52](#_Toc195718473)

[V.5.4. Dimensionnement 52](#_Toc195718474)

[V.5.5. Plaques signalétiques 53](#_Toc195718475)

[V.6. ALIMENTATION A FREQUENCE VARIABLE 53](#_Toc195718476)

[V.7. DISPOSITIFS DE DEMARRAGE 54](#_Toc195718477)

[V.8. HYGIENE ET SECURITE 55](#_Toc195718478)

[V.9. ACOUSTIQUE - VIBRATIONS 55](#_Toc195718479)

[V.9.1. Niveau sonore 55](#_Toc195718480)

[V.9.2. Vibrations 55](#_Toc195718481)

[V.10. PROTECTION PEINTURE 56](#_Toc195718482)

[V.11. ESSAIS 56](#_Toc195718483)

[V.12. GARANTIES 56](#_Toc195718484)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 |  |
| B | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2003 |  |
| C | G. PERRIN | M. CRESPY | 27/03/2012 |  |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation des équipements suivants :

* Moteur électrique (non immergé) asynchrone triphasé à rotor en court-circuit,
* Dispositif de démarrage,
* Système à vitesse variable.

Si une spécification particulière (SP) est émise et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les matériels doivent être dans leur construction et leurs caractéristiques conformes aux normes françaises et européennes correspondantes et aux recommandations de la CEI et de l’UTE, avec notamment :

* Norme CEI-EN 60034,
* Norme CEI-EN 60072,
* Norme CEI-EN 60529,
* Directive Basse Tension 2006/95/CE,
* Directive Erp 2009/125/CE et son règlement (CE) d’application 640/2009, y compris rectificatifs lorsqu’applicables.

Leur conformité doit en permettre l’utilisation dans une machine soumise à l’application de la Directive Machines 2006/42/CE, sous réserve que leur intégration ou leur incorporation et/ou leur assemblage soit effectué conformément entre autres aux règles de la norme EN 60204 « Equipement Electrique des Machines » et à la Compatibilité Electromagnétique 2004/108/CE.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

* Température maximale ambiante supérieure de 10° C à la température maximale extérieure,
* Humidité relative inférieure ou égale à 95 % à 20° C,
* Altitude inférieure à 1 000 m,
* Ambiance industrielle,
* Service continu S1 à pleine charge.

## MOTEURS

### Construction

* Indice d’efficacité IE selon le règlement européen n° 640/2009 :
* IE2 minimum pour les moteurs de puissance nominale entre 0.75 et 375 kW,
* IE3 minimum pour les moteurs de puissance nominale de 7.5 à 375 kW fonctionnant au moins 1000 heures par an,

Pour les moteurs de plus de 375 kW, les rendements seront au moins égaux à ceux du moteur de 375 kW, avec l’indice d’efficacité ci-dessus fonction de la puissance nominale et du temps de marche.

* Classe de protection : IP 55 - IK 08 minimum,
* Carcasse :
* Fonte pour les moteurs de puissance nominale supérieure ou égale à 37 kW, ou pour toute puissance en ambiance corrosive,
* Aluminium ou fonte pour les moteurs de puissance nominale inférieure à 37 kW.
* Montage : pattes ou bride,
* Vitesse maximale de rotation : 1 500 tr/mn sauf accord spécifique du Maître d’Ouvrageou de son représentant,
* Visserie : acier traité zingué, sauf en ambiance corrosive où l’acier inoxydable est imposé,
* Rotor : en court-circuit, simple ou double cage,
* Survitesse : 20 % pendant 2 minutes,
* Classe de vibration : voir § 9,
* Paliers protégés contre les conséquences des courants de circulation pour les moteurs entraînés en fréquence variable avec une hauteur d’axe supérieure ou égale à 315,
* Durées de vie :
* Butées 40 000 h (sous conditions de charge définies par le constructeur),
* Roulements graissés à vie 25 000 h,
* Paliers à graisseur 80 000 h (sous réserve du respect des périodicités de graissage plaquées sur le moteur).
* Bobinages :
* Isolation classe F,
* Echauffement classe B,
* Tenue mécanique des systèmes d’isolation électriques pour au moins 100 000 heures de fonctionnement,
* Double imprégnation au vernis hydrofuge.
* Manutention : par anneau de levage si le poids excède 25 kg,
* Purge d’eau de condensation en partie basse avec bouchons,
* Refroidissement : par ventilateur d’air monté sur l’arbre moteur sauf contraintes particulières (échangeur additionnel, ventilateur externe indépendant, ...). Si le montage est vertical, avec le bout d’arbre vers le bas, une tôle parapluie protège contre les chutes d’eau ou de corps étranger. Les moteurs alimentés en fréquence variable avec une fréquence pouvant descendre en dessous de 50% de la fréquence nominale sont équipés de dispositif de refroidissement auxiliaire, sauf justification technique par l’entrepreneur,
* Raccordement :
* Dans boîtes à bornes largement dimensionnées avec entrées de câbles par presse-étoupes en matière inoxydable (avec un seul câble mono ou multiconducteur par presse-étoupe). Si les conditions de raccordement l’imposent, la boîte à bornes est orientable. Les agrandissements sur site des boîtes à bornes ne sont pas autorisés donc l’entrepreneur prend soin de commander le matériel en spécifiant les sections des câbles à raccorder, calculées conformément aux spécifications contractuelles,
* Bornes de terre dans chaque boîte à bornes et sur la carcasse,
* Obturation non étanche entre l’intérieur de la boîte à bornes et l’intérieur de la carcasse,
* Raccordement des câbles indépendant des vis de fixation des matériels.
* Endurance : afin de fiabiliser les fils des bobinages, les isolants, les vernis d’imprégnation, les roulements et la résistance en torsion de l’arbre, les moteurs doivent pouvoir supporter un test de 500 000 démarrages (Pn inférieure ou égale à 55kW) ou 400 000 démarrages (Pn>55kW) avec une température des bobinages stabilisée à 150°C. Un certificat de conformité garantissant le nombre de démarrages pour le système d’isolation défini devra être fourni.
* Homogénéité : dans toute la mesure du possible, l’ensemble des moteurs d’une installation globale est homogénéisé au niveau :
* Du fournisseur,
* De la gamme de vitesse,
* De la gamme de puissance,
* Pour réduire le nombre de pièces de rechanges.

### Alimentation électrique

Les matériels sont alimentés à partir d’un réseau électrique avec :

* Courant triphasé,
* Fréquence : 50 Hz (F),
* Tension : 400 V ou 690 V ou 6 000 V (U),

avec les tolérances suivantes :

* Sur la tension : +/- 10 %,
* Sur la fréquence : +/- 1 % en continu et +/- 2 % en transitoire (cette dernière valeur pourra être supérieure en cas d’alimentation depuis une source autonome, groupe électrogène par exemple).

L’utilisation des moteurs HT (6 kV) résulte d’une étude technico-économique abordant les coûts d’investissement et d’exploitation.

### Protections

Les protections intègrent les capteurs et les dispositifs de traitement associés (relayage, transmetteurs, …) et sont choisies avec mémorisation du défaut et, en fonction de la puissance nominale du moteur (Pn), en respectant les contraintes minimales ci-après :

* 10 kW < Pn < 55 kW : 1 sonde de protection thermique à contacts secs PTO par phase du bobinage stator,
* 55 kW < Pn < 160 kW : 1 sonde de protection thermique à thermistance CTP par phase du bobinage stator (PT 100 si alimentation en variation de fréquence),
* 160 kW < Pn < 315 kW :
* 1 sonde thermique PT 100 par phase du bobinage stator et par palier,
* 1 emplacement pour capteurs de vibrations par palier,
* 1 relais de protection numérique (image thermique).
* Pn > 315 kW :
* 1 sonde thermique PT 100 par phase du bobinage stator et par palier,
* 1 capteur de vibration par palier,
* 1 relais de protection numérique (image thermique).
* Tous moteurs HT : 1 relais de protection masse-stator.

La position défaut des relais est verrouillée en attente d’une intervention locale de l’opérateur. La disparition du défaut ne peut pas provoquer de redémarrage. Les informations issues des chaînes de protection sont reportées sur le système de contrôle-commande.

Nota : les sondes PT 100 sont installées avec afficheur digital avec seuils réglables d’alarme et de déclenchement, implantés en face avant des armoires électriques.

### Dimensionnement

La puissance nominale du moteur intègre la prise en compte des critères ci-après :

* Six démarrages par heure dont deux consécutifs à chaud,
* Surdimensionnement par rapport à la puissance maximale absorbée par la machine entraînée sur toute la plage de fonctionnement :
* Moteurs d’entraînement de machines centrifuges :
* 25 % si P appelée < 37 kW,
* 15 % si P appelée > 37 kW.
* Autres moteurs : 10 % minimum.
* Surdimensionnement complémentaire si alimentation par variation de fréquence : 10 %.

### Plaques signalétiques

Chaque moteur comporte une ou plusieurs plaques d’identification dont le matériau, le marquage et la fixation sont prévus pour la durée de vie du moteur, conformément à la norme NF EN 60034 avec au moins les indications suivantes :

* Données du constructeur avec :
* Type et numéro de série,
* Puissance, vitesse, tension, intensité,
* Nombre de phase pour les moteurs à courant alternatif,
* Fréquence, service, couplage, poids,
* Classe d’isolation et température d’échauffement,
* Année de fabrication,
* Rendement nominal à 100% de la charge nominale sous la tension nominale,
* Indice d’efficacité,
* Classe d’équilibrage,
* Classe de vibrations,
* Référence à la norme CEI 60034.
* Données de maintenance avec :
* Durée de vie des pièces d’usure,
* Périodicité d’entretien le cas échéant.
* Repère et libellé de l’équipement.

Ces plaques sont fournies par le constructeur ou par l’installateur.

## ALIMENTATION A FREQUENCE VARIABLE

* Généralités :
* Les moteurs à vitesse variable sont équipés de variateurs de fréquence. Dans ce cas, la puissance du variateur est identique à celle du moteur, compte tenu des éventuels déclassements (température, …).
* Sauf dérogation explicite du Maître d’Ouvrageou de son représentant, les dimensionnements sont toujours basés sur une vitesse correspondant à une fréquence maximale de 50 Hz et à une fréquence minimale compatible avec d’une part les contraintes de refroidissement du moteur, d’autre part avec les contraintes propres à la machine entraînée.
* Les caractéristiques globales applicables aux moteurs concernent également les variateurs de fréquence notamment au niveau des harmoniques et de la comptabilité électromagnétique, aussi bien vis à vis du réseau public que des autres utilisateurs du site. Si nécessaire, des matériels complémentaires tels que transformateurs d’isolement, selfs de lissage ou filtres, équipent les variateurs. Sauf dérogation, les taux de pollution harmonique sont inférieurs à 40%. Dans certains cas, l’utilisation de variateurs « propres » avec un taux de pollution harmoniques inférieur à 5% peut être imposée dans la spécification particulière.
* Dans toute la mesure du possible, le variateur et le moteur proviennent du même fournisseur.
* Raccordement : les câbles issus de variateurs de fréquence sont choisis et mis en œuvre de manière à lutter contre la pollution des réseaux électriques (blindage, écran, capotage,...) et conformément aux recommandations du fournisseur du variateur pour atteindre les objectifs fixés par les normes et directives (CEM).
* Composition du variateur :
* Un organe amont de sectionnement verrouillable,
* Un pilotage manuel local en façade de l’armoire,
* Les interfaces analogiques et numériques pour télécommande et télésurveillance,
* Une entrée de sécurité, obligatoirement câblée, pour les puissances nominales > 37kW
* Les variateurs non équipés d’entrée de sécurité câblée sont installés avec un contacteur de ligne,
* La possibilité de gestion des sondes thermiques du moteur,
* L’immunité aux creux de tension (recommandations EDF),
* Le réarmement automatique sur retour de tension.
* Installation : les variateurs et leurs équipements complémentaires (transformateur d’isolement, filtres, etc.) sont installés dans les locaux électriques propres et sains, à l’intérieur de tôleries présentant un indice de protection au moins égale à :
* IP 21 minimum à partir de 110 kW avec montage dans une tôlerie spécifique implantée dans le même local que la protection du câble d’alimentation amont,
* IP 31 minimum en dessous de 110 kW, avec montage dans les tôleries des TGBT ou des TBTF.

Le montage du variateur directement sur le moteur n’est pas autorisé.

* Communication : sauf indication contraire dans la spécification particulière, les variateurs communiquent par bus avec le contrôle-commande. Cependant, cette communication se fait obligatoirement en liaison filaire pour les informations suivantes :
* Ordre et retour de marche,
* Retour de défaut,
* Consigne de vitesse,
* Retour de vitesse.
* Documentation : dans tous les cas, la prestation de l’entrepreneur inclut la fourniture des programmes et progiciels nécessaires à la mise en œuvre et au paramétrage des équipements.

## DISPOSITIFS DE DEMARRAGE

* Généralités :
* Dans les installations raccordées au réseau de distribution publique basse tension, l’intensité maximale de démarrage des machines doit être inférieure aux limites fixées au § 559.6.1 de la norme NF C 15.100 (édition 2002).
* Pour les ouvrages alimentés par le réseau de distribution publique haute tension, l’Entrepreneur prévoit, si nécessaire, des démarreurs pour répondre aux contraintes particulières de la machine entraînée ou de chutes maximales de tension (10 % maximum en transitoire aux bornes du moteur).
* En deçà de ces limites, le mode de démarrage est direct sauf en cas d’impératif technique particulier.
* Lorsque ces limites risquent d’être dépassées, le mode de démarrage envisagé et l’intensité maximale de démarrage qui en résultent, doivent être soumis à l’accord préalable du Maître d’Ouvrageou de son représentant.
* Les dispositifs de démarrage nécessaires pour satisfaire à ces contraintes, ou imposés dans les spécifications particulières, doivent assurer le démarrage et la mise en vitesse progressive des machines.
* Sauf justification technique, les démarreurs électroniques sont préférables aux autres dispositifs.
* Caractéristiques des dispositifs de démarrage :
* Les dispositifs de démarrage sont dimensionnés pour la puissance nominale du moteur et pour la cadence maximale de démarrage prévue pour les machines à savoir : 6 démarrages par heure dont 2 consécutifs à chaud. Ils comportent obligatoirement un dispositif de by-pass intégré automatique en fin de démarrage.
* Le dispositif de démarrage, s’il en a la capacité, assure la gestion des sondes thermiques du moteur.
* Si le dispositif de démarrage comporte une entrée de sécurité, celle-ci est obligatoirement câblée. Dans le cas contraire, l’installation inclut un contacteur de ligne,
* Les dispositifs de démarrage doivent être équipés d’un dispositif de protection contre les échauffements excessifs et les démarrages trop longs.
* Les démarreurs étoile-triangle ne sont pas autorisés, sauf pour les cas spéciaux et sous réserve d’approbation du Maître d’Ouvrageou de son représentant.
* Communication : sauf indication contraire dans la spécification particulière, les variateurs communiquent par bus avec le contrôle-commande. Cependant, cette communication se fait obligatoirement en liaison filaire pour les informations suivantes :
* Ordre et retour de marche,
* Retour de défaut.
* Autres contraintes : idem variateurs de fréquence.

## HYGIENE ET SECURITE

Protection des personnes :

* Capot démontable sur toutes les pièces en mouvement,

## ACOUSTIQUE - VIBRATIONS

### Niveau sonore

Les niveaux sonores maximaux mesuré à 1 mètre d’un moteur doivent être conformes à la norme CEI 60034-9, les mesures étant réalisées conformément aux exigences de la norme ISO 1680. Lorsque les moteurs de séries courantes ne peuvent satisfaire à cet impératif, des moteurs spécialement conçus sont utilisés (moteurs dits « à bruit atténué »).

### Vibrations

De façon générale, les moteurs à vitesse fixe sont de classe de vibrations normale (A) et ceux à vitesses variable sont de classe de vibrations réduite (B).

Dans tous les cas, l’ensemble machine entraînée / moteur devra respecter les limites imposées en classe A définies ci-après :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Hauteur d’axe en mm | 80 < H < 132 | 132 < H < 280 | H > 280 |
| Vitesse de vibration en mm/s | 1.6 | 2.2 | 2.8 |

Selon les conditions d’installation, l’Entrepreneur prendra les dispositions nécessaires au respect de ces contraintes :

* Amélioration de la classe de vibration des moteurs,
* Renforcement des supportages,
* Utilisation de produits spéciaux pour les scellements,
* Etc.

## PROTECTION PEINTURE

Selon spécifications correspondantes.

## ESSAIS

Selon spécifications correspondantes.

## GARANTIES

Selon spécifications correspondantes.

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - CABLAGES : 104-GEN-SG-1-505-B

**Sommaire**

[VI.1. OBJET 58](#_Toc195718859)

[VI.2. NORMES ET REGLEMENTS 58](#_Toc195718860)

[VI.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 58](#_Toc195718861)

[VI.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 58](#_Toc195718862)

[VI.5. CABLES 58](#_Toc195718863)

[VI.5.1. Câbles HTA 58](#_Toc195718864)

[VI.5.2. Câbles BT de puissance (HORS CABLES IMMERGES) 58](#_Toc195718865)

[VI.5.3. Gaines à barres 59](#_Toc195718866)

[VI.5.4. Câbles BT de contrôle-commande 59](#_Toc195718867)

[VI.5.5. Dimensionnement 59](#_Toc195718868)

[VI.6. CANALISATIONS ELECTRIQUES 60](#_Toc195718869)

[VI.6.1. Nature 60](#_Toc195718870)

[VI.6.2. Dimensionnement des cheminements 61](#_Toc195718871)

[VI.7. MISE EN ŒUVRE 61](#_Toc195718872)

[VI.7.1. Généralités 61](#_Toc195718873)

[VI.7.2. Câbles 61](#_Toc195718874)

[VI.7.3. Cheminements de câbles 62](#_Toc195718875)

[VI.7.4. Canalisations enterrées 62](#_Toc195718876)

[VI.7.5. Boîtes et coffrets de jonction 62](#_Toc195718877)

[VI.7.6. Repérage des câbles 62](#_Toc195718878)

[VI.8. HYGIENE ET SECURITE 63](#_Toc195718879)

[VI.9. ACOUSTIQUE - VIBRATIONS 63](#_Toc195718880)

[VI.10. PROTECTION PEINTURE 63](#_Toc195718881)

[VI.11. ESSAIS 63](#_Toc195718882)

[VI.12. GARANTIES 63](#_Toc195718883)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 |  |
| B | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2003 |  |
|  |  |  |  |  |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation du câblage d’une installation.

Si une spécification particulière (SP) est émise et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE ou la CEI. L’installation est de type « industriel » sur l’ensemble du site.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

En base, les câbles sont dimensionnés pour une température ambiante :

* De 20° C lorsqu’ils sont enterrés,
* De 40° C lorsqu’ils ne sont pas enterrés.

Ces valeurs sont éventuellement augmentées par l’entrepreneur selon les conditions spécifiques de pose (hall four par exemple).

## CABLES

### Câbles HTA

Les câbles HTA seront unipolaires ou tripolaires, à champ radial, isolés au PR et avec gaine PVC, âme aluminium ou cuivre.

Les câbles soumis à des risques mécaniques comportent une armure constituée de deux feuillards acier.

La tension maximale est adaptée à la tension de service :

* Distribution 6 kV : 7,2 kV,
* Distribution 15 ou 20 kV : 24 kV.

### Câbles BT de puissance (HORS CABLES IMMERGES)

Les liaisons BT de distribution puissance sont réalisées en câbles unipolaires ou multipolaires de la série U 1000 RO 2 V.

Les câbles de la série U 1000 ARO 2 V sont autorisés à partir d’une section minimale de 50 mm² avec cosse de raccordement bi métal.

Pour les liaisons nécessitant une protection mécanique propre, les câbles sont choisis dans la série U 1000 RVFV.

L’utilisation de câbles U 1000 RGPFV est tolérée sous réserve de l’accord écrit du Maître d’Oeuvre pour les liaisons spécifiques risquant de séjourner dans l’eau de manière durable.

Pour l’alimentation finale et locale des instruments de mesure, les câbles de la série HO7RNF sont autorisés.

Dans le cas de risque de pollution des réseaux (fréquence variable, harmoniques, perturbation ponctuelle, ...), les câbles et leur mise en œuvre sont conformes aux directives CEM et aux exigences des constructeurs des matériels perturbateurs.

Les câbles à quatre conducteurs présentent une couleur d’isolant différente pour chaque conducteur. Le conducteur de terre est de couleur VERT/JAUNE par construction sauf impossibilité technique. Dans ce cas, un baguage VERT/JAUNE réalisé à chaque extrémité du câble précise la fonction spécifique du conducteur. En aucun cas, un conducteur VERT/JAUNE ne peut remplir une autre fonction.

A l’intérieur des tableaux et coffrets, les câbles sont du type à âme cuivre souple isolés en PVC.

Dans les zones présentant un risque d’incendie ou pour des usages spécifiques (alimentation d’extracteurs de fumée par exemple), les câbles présenteront les caractéristiques requises (non propagation de la flamme, résistance au feu, ...).

La tension d’isolement n’est jamais inférieure à 1000 V, exception faite du câble H07 RNF utilisé pour la distribution finale et locale des instruments de mesure (longueur de la liaison inférieure à 3 mètres).

Pour les applications particulières, les types de câbles doivent respecter les contraintes spécifiques :

* Câbles souples pour les moteurs vibrants,
* Câbles avec tenue aux hautes températures pour les équipements sujets à de fortes contraintes thermiques.

### Gaines à barres

Pour certaines applications spécifiques, les liaisons pourront sous réserve de l’accord du Maître d’Œuvre, utiliser des canalisations préfabriquées isolées avec gaines à barres en cuivre ou en aluminium. Dans ce cas, les gaines à barres seront coupe-feu (non propagation à l’intérieur de la gaine) si l’équipement amont et l’équipement aval ne sont pas implantés dans le même local.

### Câbles BT de contrôle-commande

Pour les circuits de contrôle, de commande ou de signalisation à l’extérieur des tableaux et coffrets, les liaisons utiliseront des câbles multipolaires de la série U 1000 RO 2 V limités à 37 conducteurs maximum et de section minimale 1,5 mm². Le commun est au minimum redondé dans chaque câble de liaison entre les coffrets de regroupement locaux et les armoires de relayage ou d’automatisme.

Pour les signaux de mesure, les câbles comportent un écran individuel paire par paire, avec âme cuivre et section minimale de 0,88 mm² et limités à 19 paires maximum.

Les contraintes particulières imposées aux câbles de puissance (vibrations, températures, …) sont applicables aux câbles BT de contrôle-commande.

### Dimensionnement

#### Nombre de conducteurs

Au-delà de 5 conducteurs, ou quel que soit le nombre de paires, les liaisons présentent une réserve minimale de 20 % raccordée sur bornes de réserves et à la terre pour limiter les risques de surtension. Tous les conducteurs d’un même câble ne véhiculent qu’un seul type de signal et qu’une seule classe de tension.

#### Section des conducteurs

Le calcul de la section de câbles doit se baser sur l’intensité véhiculée avec les contraintes suivantes cumulables :

* Intensité maximale :
* Pour l’alimentation des moteurs et des consommateurs : intensité nominale plaquée,
* Pour l’alimentation des tableaux et coffrets : intensité maximale réglable sur l’organe de protection de tête de la liaison.
* Température : selon le lieu d’installation et conformément au § « Conditions normales de service » (K ≤ 1),
* Condition de pose : selon le mode d’installation et conformément au § « Dimensionnement des cheminements » (supportage et nombre de câbles : K ≤ 1),
* Coefficient complémentaire de correction K = 0,8.
* Autres coefficients éventuels (ex : coefficient de neutre chargé).

Le calcul doit également intégrer la vérification des courants de court-circuit et de déclenchement sur défaut d’isolement.

Dans tous les cas, la chute de tension est limitée :

* À 3 % pour les circuits d’éclairage répartis à 0,5 % et 2,5 % en amont et en aval du TGBT,
* À 5 % pour les circuits force motrice en régime établi répartis à 0,5 % et 4,5 % en amont et en aval du TGBT,
* À 10 % pour les circuits force motrice en régime transitoire répartis à 1 % et 9 % en amont et en aval du TGBT.

La section du conducteur de protection est choisie en fonction de celle du conducteur de phase :

* Sph < 16 mm² ; SPE = SpR
* 16 < Sph < 35 mm² ; SPE = 16 mm²
* Sph > 35 mm² ; SPE > 1/2 SpH sauf en cas de justification par note de calcul détaillée

De plus, SPE = Sph pour les chaînes d’alimentation des consommateurs induisant des risques de pollution harmoniques (variateurs, onduleurs, équipements de décharge, ...).

Pour les liaisons BT Force, la section minimale est de 2,5 mm² (cuivre).

Pour les liaisons HTA, la section minimale est de 50 mm² (aluminium).

## CANALISATIONS ELECTRIQUES

### Nature

Le matériau et la protection des chemins de câbles sont adaptés aux conditions environnementales du lieu d’installation :

* PVC (IK 09 minimum),
* Acier inoxydable,
* Acier galvanisé à chaud après fabrication,
* Polyester armé,
* Aluminium.

Les matériels comportant des arêtes vives sont interdits et les découpes sont protégés par joint de carrossier.

Les particularités (pièces d’angles, changement de direction, …) sont traitées avec des pièces spécifiques préfabriquées.

Lorsqu'ils sont métalliques, les chemins de câbles sont réalisés soit en fil d’acier, soit en dalle perforée et pliée.

Les supports et les accessoires de supportage sont du même matériau que le chemin de câbles lui-même ou en acier inoxydable pour répondre à des contraintes particulières de rigidité.

L’utilisation de conduits rigides plastiques est réservée pour la distribution finale des circuits d’éclairage, de prises de courant et de courants faibles, avec un seul câble.

L’utilisation de conduits plastiques cintrables n’est pas autorisée en dehors des locaux sociaux et administratifs.

L’utilisation de conduits métalliques cintrables avec bouchons de protection du câble est admise pour la distribution finale avec un seul câble (longueur maximale 1 mètre).

La juxtaposition de conduits pour des liaisons de même classe de tension n’est pas autorisée.

Les fourreaux et caniveaux maçonnés sont réservés aux utilisations extérieures aux bâtiments, et aux locaux HT/BT à l’intérieur des bâtiments. Aucun câble ne chemine dans le radier des zones process ou susceptibles de recevoir des liquides (lavage, accident, …).

La pose de câbles en fixation directe par collier ou collage est interdite.

### Dimensionnement des cheminements

Les canalisations électriques sont dimensionnées pour qu’après achèvement des travaux, 25 % de leur capacité reste disponible, avec deux nappes maximum pour les câbles de puissance et trois nappes maximum pour les câbles de contrôle ou de mesure.

## MISE EN ŒUVRE

### Généralités

Chaque classe de tension différente possède sa propre canalisation électrique avec :

* Distance minimale entre deux canalisations de classe de tension différente : 0,30 m,
* Distance minimale entre deux canalisations de classe de tension identique : 0,30 m,
* Cheminement distinct des liaisons redondantes,
* Séparation des liaisons de type « bus »,
* Séparation et capotage des liaisons HT.

La distance de séparation entre les canalisations électriques et les canalisations d’autres fluides doit être adaptée à la nature du fluide transporté, sans être inférieure à 20 cm. De manière générale, les canalisations électriques sont disposées au-dessus des autres canalisations.

Après le passage des câbles, les traversées de paroi et les fourreaux sont obstrués pour reconstituer l’étanchéité des locaux avec possibilité de passer de nouveaux câbles si nécessaire et de reconstituer, à terme, cette étanchéité (coupe-feu, eau, bruits, odeurs, ...).

Les cheminements de câbles sont à étudier pour ne pas faire obstacle à la circulation, à la manutention ou aux opérations de maintenance, ne pas nuire à l’esthétique des ouvrages et doivent être prolongés jusqu’à proximité immédiate du consommateur (sauf en cas de vibrations importantes) pour que seule la surlongueur finale du câble soit sans supportage.

### Câbles

Les câbles sont déroulés de façon à éviter leur vrillage et dans le respect de leur rayon de courbure ; ils sont rangés et attachés sur les chemins de câbles, individuellement ou par petits groupes. Cette fixation est réalisée :

* Tous les 1,5 mètre pour les chemins de câbles horizontaux à plat,
* Tous les 50 cm pour les chemins de câbles verticaux ou sur chant,
* A 20 cm de chaque changement de direction.

Le positionnement des câbles doit permettre leur dépose individuelle sans intervention sur l’ensemble de la nappe.

Les câbles sont d’un seul tenant et, pour les équipements immergés ou submersibles, aucune boîte de jonction ne peut être immergée.

Les câbles armés sont mis à la terre à chaque extrémité, au moyen de colliers de serrage.

Les câbles blindés sont mis à la terre conformément aux normes CEM et aux contraintes des matériels raccordés.

Tous les raccordements se font avec embouts ou avec cosses et avec gaines thermorétractables ou manchons de couleur adaptée au numéro de phase pour les câbles de puissance. Les sertissages sont réalisés avant mise en place dans les borniers et les blindages sont étamés avant connexion.

### Cheminements de câbles

Les chemins de câbles sont posés à plat ou sur chant, avec continuité de la mise à la terre assurée par déroulage d’un câble en cuivre nu étamé, à l’extérieur d’une aile latérale, fixé par bornes de serrage spécifiques.

La distance maximale entre deux supports devra permettre de limiter la flèche au 1/200ème de la longueur entre supports, chaque changement de direction étant supporté spécifiquement. Ce supportage doit permettre l’introduction latérale du câble sur toute la longueur.

Dans les caniveaux, les câbles circulent en chemins de câbles supportés depuis une seule des parois latérales pour permettre les adjonctions futures.

Une protection mécanique est systématiquement prévue pour tous les cheminements sujets à risque mécanique et pour toutes les remontées ou descentes de câbles jusqu’à 2 m au-dessus du sol.

Les chemins de câbles HTA sont recouverts d’un couvercle repéré « HTA » à chaque longueur.

### Canalisations enterrées

Les canalisations électriques enterrées sont constituées de câbles protégés ou armés, disposés à une profondeur au moins égale à 0,80 m. Les câbles sont posés sur un lit de sable ou de terre fine de 0,15 m de hauteur et recouverts d’une couche de 0,15 m d’épaisseur de sable ou de terre fine. Un grillage avertisseur plastique ou une bande de signalisation est placé au-dessus de cette dernière couche. Le remblaiement est enfin poursuivi à l’aide des terres extraites des fouilles.

En traversée de chaussée ou sous parking, les câbles seront posés sous fourreaux enrobés de béton maigre dosé à 250 kg de CPA ; cette protection devra déborder de 0,50 m minimum de part et d’autre de la voirie traversée.

Le câble ne devra pas être posé tendu, mais serpenter légèrement sur le lit de pose, de façon à permettre en cas d’incident la pose d’une boîte de jonction et à absorber, sans rupture, les tassements et mouvements de terrain.

Lorsque les câbles sont posés en caniveaux préfabriqués à l’extérieur des bâtiments, ceux-ci doivent être emplis de sable après la mise en place du câble.

En cas d’utilisation de fourreaux, ceux-ci sont à intérieur lisse avec aiguille de tirage et sont séparés par classe de tension. Chacune de ces classes possède, en nombre de fourreaux, 25 % de réserve avec au moins un fourreau de libre. Un grillage avertisseur ou une bande de signalisation est placé au-dessus des fourreaux.

L’Entrepreneur doit remettre à la fin des travaux de pose, un plan donnant le tracé exact des câbles et des croquis permettant de repérer facilement la position des boîtes de jonction et/ou des chambres de tirage par rapport à des points fixes discernables. Sauf indication contraire dans la spécification particulière, l’exécution des tranchées pour canalisations électriques est à la charge de l’Entrepreneur.

### Boîtes et coffrets de jonction

Les boîtes et coffrets de jonction sont obturés par des couvercles fixés par vis, avec étiquette de repérage. Les passages de câbles utilisent des presse-étoupes inoxydables.

La pénétration des câbles dans les enveloppes est réalisée prioritairement par les entrées basses afin d’éviter les pénétrations d’eau.

### Repérage des câbles

Les câbles sont repérés à chaque extrémité, dans chaque chambre de tirage, aux traversées de parois et dans chaque boîte de jonction, avec des matériaux résistant à la corrosion, aux rayons ultra-violets et au vieillissement.

Les câbles sont repérés à l’aide de porte-repères, dont la fixation entoure complètement le câble et dont les repères sont inamovibles sans l’aide d’un outil.

Pour les câbles multi-conducteurs de plus de 5 conducteurs, chaque conducteur est de plus repéré par impression continue sur l’isolant.

## HYGIENE ET SECURITE

La conception et la réalisation doivent intégrer les contraintes d’accessibilité aux canalisations électriques pour permettre un entretien aisé à partir d’équipements « normaux » d’exploitation.

## ACOUSTIQUE - VIBRATIONS

Le passage du courant n’engendre aucune vibration préjudiciable au vieillissement des équipements (supports, chemin de câbles, liaison de mise à la terre, usure des attaches, des câbles...).

## PROTECTION PEINTURE

En cas de découpe de chemins de câbles sur site, la protection anticorrosion est soigneusement reconstituée. Dans le même objectif, les systèmes de fixation sur les charpentes doivent conserver les caractéristiques anticorrosion de celle-ci (ni soudure, ni perçage, ni système à griffes).

## ESSAIS

Contrôle des câbles fils à fils tenant aboutissant.

Contrôle de la continuité électrique de la mise à la terre des chemins de câbles.

Ces contrôles à réaliser par l’entrepreneur feront l’objet de fiches à faire valider par le Maître d’Ouvrageou son représentant avant tout essai.

## GARANTIES

Selon spécification correspondante.

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - RESEAU DE TERRE ET PROTECTION CONTRE LA FOUDRE : 104-GEN-SG-1-506-B

**Sommaire**

[VII.1. OBJET 65](#_Toc195716292)

[VII.2. NORMES ET REGLEMENTS 65](#_Toc195716293)

[VII.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 65](#_Toc195716294)

[VII.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 65](#_Toc195716295)

[VII.5. CONSTITUTION 65](#_Toc195716296)

[VII.6. RESEAU DE TERRE 65](#_Toc195716297)

[VII.6.1. Prise de terre 65](#_Toc195716298)

[VII.6.2. Eléments mis à la terre 66](#_Toc195716299)

[VII.6.3. Collecteurs 68](#_Toc195716300)

[VII.7. SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE 68](#_Toc195716301)

[VII.8. HYGIENE ET SECURITE 69](#_Toc195716302)

[VII.9. ACOUSTIQUE - VIBRATIONS 69](#_Toc195716303)

[VII.10. PROTECTION PEINTURE 69](#_Toc195716304)

[VII.11. ESSAIS 69](#_Toc195716305)

[VII.12. GARANTIES 69](#_Toc195716306)

[VII.13. ANNEXES 70](#_Toc195716307)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 | 1ère émission |
| B | G. PERRIN | F. COUDURIER | 02/2025 | Mise à jour |
|  |  |  |  |  |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d'installation du réseau de terre et des équipements de protection contre la foudre.

Si une spécification particulière (SP) est émise, et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE ou la CEI.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

Sans objet.

## CONSTITUTION

Le réseau de terre d'une installation est constitué principalement :

* D’une ou plusieurs prises de terre interconnectées,
* De collecteurs de terre électriques,
* Des conducteurs de mise à la terre des masses des équipements et matériels (électriques ou non),
* Des liaisons équipotentielles selon notes de calcul des câbles et protections.

## RESEAU DE TERRE

### Prise de terre

La prise de terre proprement dite est constituée :

* D’un ou plusieurs ceinturages en fond de fouille interconnectés,
* De piquets de terre ou pattes d’oie complémentaires selon besoins,
* De la mise à la terre des charpentes du (ou des) ouvrage(s) sur ce (ou ces) ceinturage(s)

L'ensemble ainsi formé doit assurer une résistance de terre < 1 ohms.

#### Ceinturage en fond de fouille

Le ceinturage en fond de fouille d'un ouvrage est constitué d'un câble cuivre nu (section minimale 50 mm²) placé sur le périmètre extérieur de l'ouvrage concerné. La section est définie de façon à ce que les tensions de contacts et les échauffements dans les câbles restent dans les limites admissibles par les normes.

Ce conducteur enterré à au moins 80 cm sous le niveau du sol fini et à 1 m à l'extérieur des fondations du bâtiment, forme une boucle fermée au niveau du collecteur de terre principal situé :

* Soit dans un local électrique,
* Soit dans l'ouvrage ou partie d'ouvrage ceinturé.

Un ceinturage identique à celui tel que décrit ci-avant doit être réalisé pour chacun des locaux ou bâtiments annexes, disjoints ou non du local électrique principal et desservis par l'installation électrique. Les ouvrages suivants sont aussi concernés :

* Bâches, puisards, puits,
* Cuves enterrées,
* Ponts de pesée, ...

Ces ceinturages sont interconnectés par une liaison en câble cuivre nu dont la section est la plus forte des sections des ceinturages à relier.

Si la résistance de terre ainsi constituée n'est pas suffisamment faible, elle pourra être améliorée par la mise en place de :

* Piquets de terre en acier galvanisé, diamètre 25 mm, plantés à une profondeur minimale de 2,50 m et accessibles à partir de regards de visite implantés en dehors des zones de circulation,
* Pattes d’oie horizontales complétées à chaque extrémité de piquets de terre (diamètre 25 mm, longueur 2,50 m) plantés verticalement. Cet ensemble est situé en dehors des zones de circulation.

Ces prises de terre complémentaires sont interconnectées sur la prise de terre commune via des répartiteurs correctement repérés.

Lors de la réalisation des ceinturages, l'Entreprise s'attachera à remplir les tranchées avec de la terre susceptible de retenir l'humidité au maximum. Le « tout venant » issu des terrassements n'est pas autorisé.

#### Charpentes métalliques

Les charpentes métalliques font partie intégrante de la prise de terre électrique. Le ceinturage effectue une boucle de remontée à chaque pied de charpente. Le raccordement réalisé par aluminothermie s'effectue à 50 cm maximum au-dessus du radier ou voile. Toutes les traversées de radiers ou de voiles sont protégées mécaniquement par des tubes en acier galvanisé (∅ 30 mm).

Dans le cas où la connexion de la charpente au ceinturage en fond de fouille nécessite un cheminement apparent, une protection mécanique jusqu'au point de raccordement sera mise en place telle que décrite ci-avant.

Dans tous les cas, les raccordements sont réalisés sans coupure à partir du ceinturage fond de fouille, et sans connections enterrées ou noyées dans le béton.

### Eléments mis à la terre

#### Ferraillages bétons des locaux électriques

Chacun des ferraillages béton des radiers ou planchers des locaux électriques est mis à la terre par un conducteur cuivre nu de 25 mm² minimum circulant sur le ferraillage, formant une boucle, et connecté en autant de points possibles pour assurer la zone d'équipotentialité.

Les conducteurs émergent du sol au niveau du répartiteur des masses du local correspondant. Le conducteur est protégé à la sortie du radier ou du plancher par un fourreau en acier galvanisé placé le long du mur dans l'axe du répartiteur.

Les connexions ferraillage/cuivre sont brasées et noyées dans le béton.

Sont considérés comme locaux électriques :

* Locaux HTA (poste HTA C13100, C13200, ...),
* Local de transformation comportant les transformateurs HTA/HTA, HTA/BT, BT/BT, ...
* Locaux basse tension et automatismes (TGBT, armoires force motrice, armoires de distribution), locaux serveurs,
* Local groupe électrogène,
* Locaux (tout ou partie) comprenant des équipements alimentés ou générant des tensions HTA,
* Autres selon spécification particulière.

#### Charpentes métalliques support d’équipements

Les charpentes métalliques servant de supports aux équipements (électriques ou non) sont mises à la terre. Ces connexions s'effectuent par un ensemble de dérivations internes en câble nu de section 25 mm² minimum circulant entre deux répartiteurs des masses connectés eux-mêmes sur le ceinturage fond de fouille. Ces dérivations cheminent dans la terre sous le radier et remontent sur les pieds de structure. La connexion sur chacun des pieds s'effectue par procédé aluminothermique.

Chacune des dérivations ne comporte pas plus de 10 remontées telles que définies ci-avant.

L'entreprise s'attache à définir les cheminements les plus judicieux pour s'assurer de la continuité de la mise à la terre à réaliser. Toute dérivation a pour origine un répartiteur des masses "tenant" et se termine sur un répartiteur des masses "aboutissant" différent du premier cité, et situé à l’opposé géographiquement.

#### Equipements individuels

Les supports des équipements individuels (skid, groupe moto pompe, groupe moto-ventilateur, châssis d’équipements, …), électriques ou non, sont mis à la terre. Ces connexions s'effectuent par un ensemble de dérivations internes en câble nu de section 25 mm² minimum circulant entre deux répartiteurs des masses connectés eux-mêmes sur le ceinturage fond de fouille. Ces dérivations cheminent dans la terre sous le radier et remontent sur les supports. La connexion sur chacun de ces supports s'effectue par boulonnage sur des points spécifiques prévus à cet effet.

Chacune des dérivations ne comporte pas plus de 10 remontées telles que définies ci-avant.

L'entreprise s'attache à définir les cheminements les plus judicieux pour s'assurer de la continuité de la mise à la terre à réaliser. Toute dérivation a pour origine un répartiteur des masses "tenant" et se termine sur un répartiteur des masses "aboutissant" différent du premier cité, et situé à l’opposé géographiquement.

#### Autres équipements ou matériels

Les équipements suivants sont mis à la terre à partir du collecteur des masses principal ou secondaire via une câblette de 25 mm2 minimum:

* Tout appareil électrique à enveloppe métallique de tension d'alimentation supérieure à 48 Vca :
* Cellules HTA, transformateurs,
* Tableaux, armoires, coffrets, BJ,
* Moteurs électriques,
* Appareils d'éclairage, PC et petites forces
* Les blindages/ armures des câbles HTA, BT et contrôle mesures,
* Etc.
* Tous les éléments métalliques:
* Réservoirs,
* Tuyauteries, canalisations,
* Passerelles, garde-corps, caillebotis, échelles à crinoline,
* Rails de manutention,
* Chemins de câbles (sur l’ensemble du cheminement),
* Ossatures de faux plancher,
* Tout ensemble susceptible d’être le siège de charge statiques,
* Etc.

### Collecteurs

#### Collecteur principal

Ce collecteur est situé dans le local d'arrivée de l'alimentation électrique ou dans un local mitoyen.

Il comprend le collecteur de terre électrique et le collecteur des masses électriques, tous deux reliés par une barrette de coupure en cuivre.

* Collecteur de terre : barre de cuivre perforée.
* Sont raccordés sur ce collecteur :
* Le ceinturage fond de fouille,
* Les prises de terres complémentaires éventuelles.
* Collecteur des masses : barre de cuivre perforée.
* Sont raccordés sur ce collecteur :
* Les masses métalliques du poste HTA ou local électrique liées ou non aux équipements électriques,
* Le ferraillage du radier du local où est implanté le collecteur,
* Les points neutre (via des impédances éventuelles) des secondaires des transformateurs de tension,
* Les bornes de terres des équipements HTA (parafoudre, éclateurs, sectionneurs de mise à la terre, TC, TP, ...),
* Les canalisations et gaines diverses,
* Le ou les conducteurs de protection.

Le collecteur principal est largement dimensionné pour permettre, une fois toutes les connexions réalisées, d'obtenir 40 % de réserve en points de connexion. Il est fixé sur deux isolateurs minimum à 50 cm au-dessus du sol fini.

#### Collecteurs secondaires

Les collecteurs secondaires sont reliés soit directement au circuit de terre fond de fouille, soit sur une dérivation. Ils permettent, le cas échéant, la mise à la terre d'équipements via les conducteurs de protections.

## SYSTEME DE PROTECTION CONTRE LA FOUDRE

L'Entreprise prévoit la fourniture et mise en œuvre d'un Système de Protection contre la Foudre (SPF) contre les effets directs et indirects, afin d'assurer la protection des matériels et des personnes tel que défini dans les normes.

Pour les Installations Classées pour la Protection de l’Environnement (ICPE), le risque de dommages R1 (risque de perte de vie humaine) sera à prendre en compte pour l’ARF (Analyse du Risque Foudre).

Si demandé en Spécification Particulière, l’ARF pourra prendre en compte les autres risques :

* R2 : Risque de perte de service public,
* R3 : Risque de perte d’héritage culturel,
* R4 : Risque de pertes économiques.

Les prestations de l’Entrepreneur associées au SPF comprennent principalement:

* L’Analyse du Risque Foudre (ARF),
* L’Etude Technique Foudre (ETF), inclus notice de vérification et de maintenance, et carnet de bord,
* La mise en œuvre des prises de terre paratonnerres, inclus raccordements au réseau fond de fouille,
* Les matériels à installer en fonction des résultats de l'étude (effets directs et indirects), inclus remise des documentations techniques,
* Pour tous les SPF :

Les inspections de vérification de la documentation technique,

Les inspections visuelles,

Les essais et mesures ainsi que la remise de la documentation d’inspection (y compris les guides et rapports d’inspection).

Nota : les prestations ci-dessus seront à réaliser par un inspecteur dûment agréé qui définira également le programme de vérifications à réaliser ultérieurement.

Indépendamment des résultats des études ci-dessus, l’Entrepreneur prévoit les protections minimales suivantes :

* Parafoudres type 1 pour l’armoire principale, TGBT,
* Parafoudre type 2 pour les TBT (TBTF, TBTD, TDD, TBTO, TDO), ainsi que pour toutes les armoires extérieures aux locaux électriques,
* Parafoudre type 3 pour les équipements sensibles (armoire API, armoire d’E/S en dehors des locaux électriques, …), et pour les instruments situés à l’extérieurs des bâtiments,

## HYGIENE ET SECURITE

Sans objet.

## ACOUSTIQUE - VIBRATIONS

Sans objet.

## PROTECTION PEINTURE

Sans objet.

## ESSAIS

Pour chacun des ouvrages munis d'une prise de terre, l'Entreprise effectue les mesures de résistance de la prise de terre conformément aux normes.

Une fois ces mesures réalisées, une mesure de résistance globale est faite en interconnectant toutes les prises de terre. Chaque mode opératoire et résultat est consigné sur un procès-verbal d'essai signé par l'Entreprise et transmis au Maître d'Œuvre.

Au travers de fiches d'auto contrôle à établir par ses soins, l'Entreprise effectue tous les relevés et mesures permettant de s'assurer que la continuité des matériels, équipements et structures métalliques est réalisée.

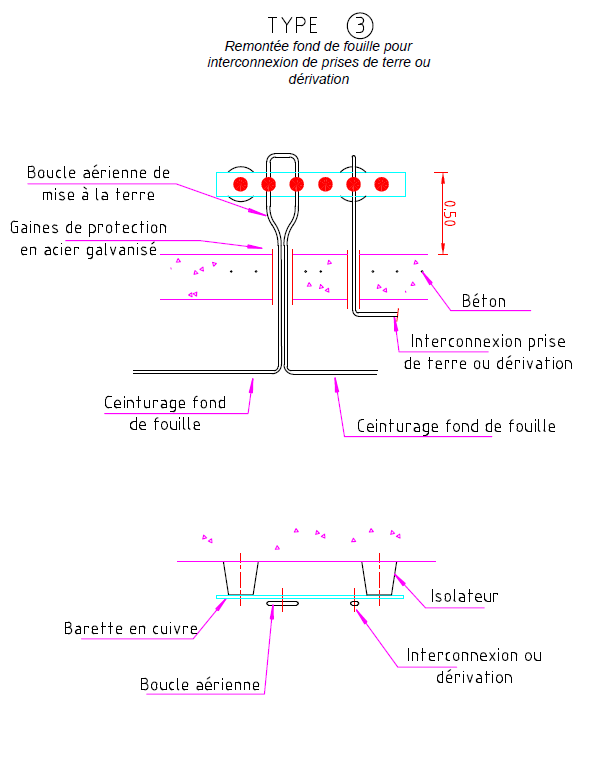
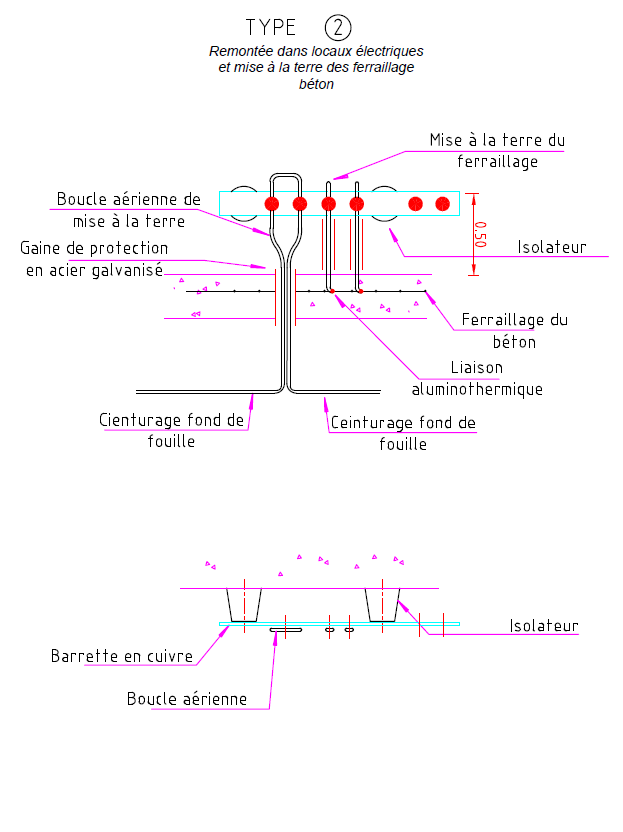
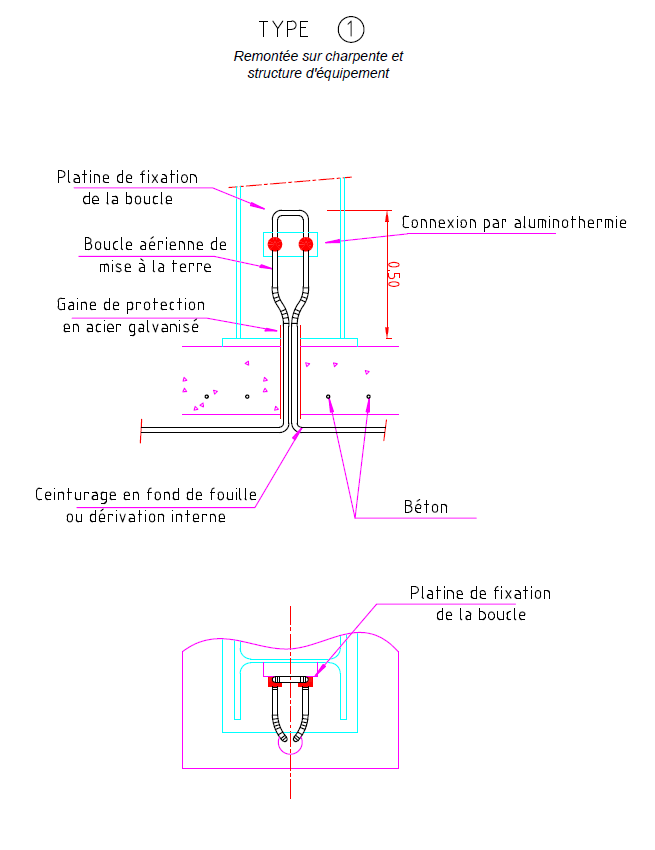
Chaque fiche est complétée par l'Entreprise une fois les tests effectués et transmise au Maître d'Œuvre, avec un plan repérant les points de remontées et sections associées.

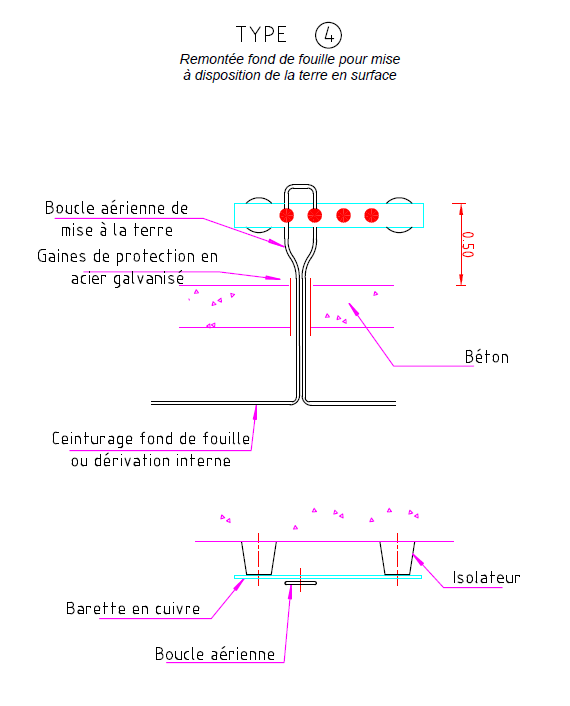
## GARANTIES

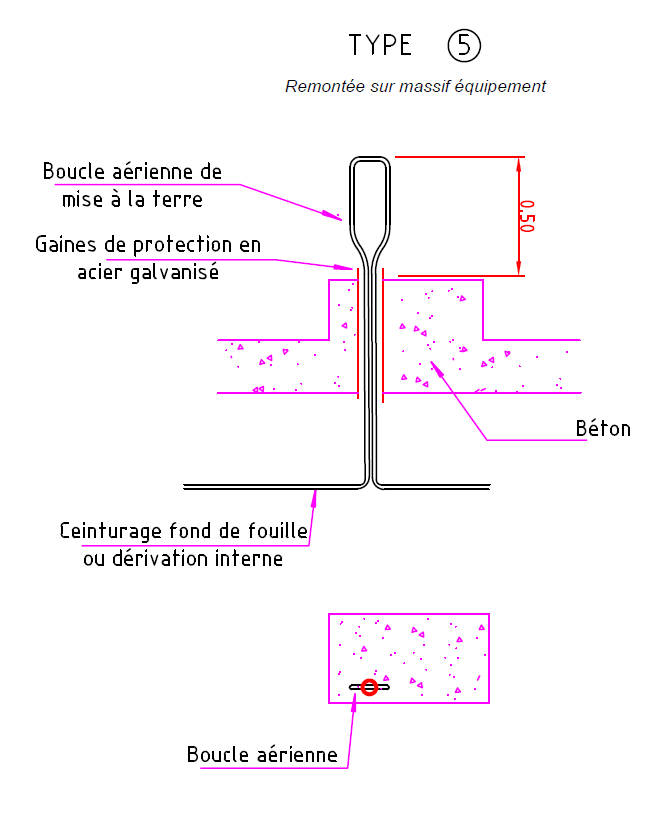
Sans objet.

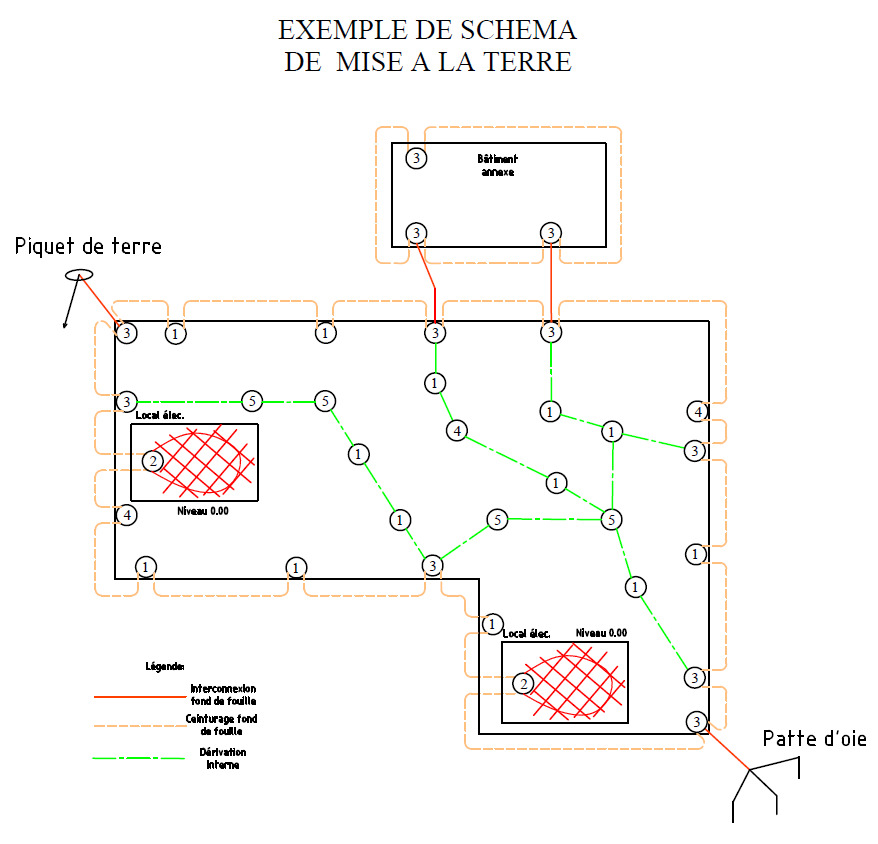
## ANNEXES

Les annexes ci-après présentent les principes de réseau de terre fond de fouille et de remontées de terre au niveau des locaux et des équipements à appliquer.









# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS : 104-GEN-SG-1-509-A

**Sommaire**

[X.1. OBJET 96](#_Toc195720070)

[X.2. NORMES ET REGLEMENTS 96](#_Toc195720071)

[X.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 96](#_Toc195720072)

[X.4. CONDITIONS NORMALES DE SERVICE 96](#_Toc195720073)

[X.5. ORGANES PRINCIPAUX DU GROUPE 96](#_Toc195720074)

[X.5.1. Moteur Diesel 96](#_Toc195720075)

[X.5.2. Alternateur 96](#_Toc195720076)

[X.5.3. Châssis 97](#_Toc195720077)

[X.6. ORGANES AUXILIAIRES DU GROUPE 97](#_Toc195720078)

[X.6.1. Alimentation électrique des auxiliaires 97](#_Toc195720079)

[X.6.2. Dispositif de démarrage 97](#_Toc195720080)

[X.6.3. Aérorefroidisseur (échangeur de chaleur air/eau) 98](#_Toc195720081)

[X.6.4. Echappement 98](#_Toc195720082)

[X.6.5. Dispositifs d’admission d’air extérieur et de refoulement d’air chaud 98](#_Toc195720083)

[X.6.6. Réservoir journalier 99](#_Toc195720084)

[X.6.7. Cuve de stockage du fioul 99](#_Toc195720085)

[X.7. EQUIPEMENTS ELECTRIQUES 100](#_Toc195720086)

[X.7.1. Analyse du fonctionnement 100](#_Toc195720087)

[X.7.2. Armoire de commande 100](#_Toc195720088)

[X.8. COMMUNICATION 102](#_Toc195720089)

[X.9. PROTECTION 102](#_Toc195720090)

[X.10. HYGIENE ET SECURITE 102](#_Toc195720091)

[X.11. ACOUSTIQUE - VIBRATIONS 102](#_Toc195720092)

[X.12. PROTECTION PEINTURE 102](#_Toc195720093)

[X.13. ESSAIS 102](#_Toc195720094)

[X.13.1. Essais en usine 102](#_Toc195720095)

[X.13.2. Essais sur site 103](#_Toc195720096)

[X.14. GARANTIES 103](#_Toc195720097)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation des groupes électrogènes destinés à alimenter en énergie électrique les consommateurs secourus.

Si une spécification particulière (SP) est émise, et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE ou la CEI.

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans objet.

## CONDITIONS NORMALES DE SERVICE

* Température maximale ambiante supérieure de 10° C à la température maximale extérieure.
* Humidité relative < 95 % à 20° C.
* Altitude inférieure à 1 000 m.

## ORGANES PRINCIPAUX DU GROUPE

### Moteur Diesel

Un moteur Diesel, 4 temps, vitesse nominale 1 500 tr/mn avec :

* Puissance nominale : selon spécification particulière,
* Service : continu ou secours selon spécification particulière,
* Refroidissement par eau,
* Pompe alimentaire,
* Tableau de bord avec compte-tours, thermomètre eau et huile, manomètre d'huile,
* Préchauffage de l'eau et/ou de l’huile avec circulation forcée et/ou naturelle,
* Sécurité : température d'eau, température d'huile, pression d'huile, survitesse, niveau d'eau,
* Graissage automatique avec réseaux d'huile,
* Régulateur de vitesse électronique avec :
* +/- 1 % en régime établi,
* +/- 3 % sur impact de 100 % de la puissance nominale
* +/- 5 % sur délestage de 100 % de la puissance nominale

### Alternateur

Alternateur 1 500 tr/mn, 50 Hz triphasé, accouplé sur le moteur Diesel, excitation statique sans bagues ni balais, régulation électronique de tension, précision 1,5 % environ, réglage manuel par potentiomètre :

* puissance nominale selon spécification particulière,
* Tension nominale selon spécification particulière,
* Facteur de puissance 0, 8,
* Indice de protection minimum : IP 23,
* Protections selon la puissance nominale Pn :
* Pn > 30 kVA : 1 sonde thermique PTO par bobinage stator
* PN > 100 kVA : 1 sonde thermique PTC par bobinage stator
* Pn > 1000 kVA : 1 sonde thermique PT 100 par bobinage stator et par palier

1 emplacement pour capteurs de vibrations par palier

1 relais de protection numérique (image thermique, masse-stator, ...)

* Pn > 2000 kVA : 1 sonde thermique PT 100 par bobinage et par palier 1 capteur de vibration par palier

1 relais de protection numérique (image thermique, masse-stator,...)

* Isolation classe H,
* Échauffement classe F,
* Service : continu.

### Châssis

* Un châssis commun aux deux machines mécanosoudé et des amortisseurs de vibrations insérés entre châssis et machines.
* Un tapis résilient inséré entre châssis et dalle du local.

## ORGANES AUXILIAIRES DU GROUPE

### Alimentation électrique des auxiliaires

Les auxiliaires électriques (ventilateurs, pompes, batteries d’accumulateurs et/ou compresseur...) possèdent une double alimentation électrique : par le jeu de barre normal d’une part, directement en sortie de l’alternateur d’autre part si la tension de celui-ci le permet.

### Dispositif de démarrage

Le groupe est équipé d’un préchauffage de l’eau et éventuellement, de l’huile de refroidissement afin d’obtenir un démarrage et une prise de la charge rapide.

#### Démarrage par air comprimé

Le système est alors composé par :

* Un moteur d’entraînement rotatif monté sur couronne crantée solidaire de l’arbre moteur, ou un distributeur d’air sur les cylindres,
* Des capacités d’air comprimé (minimum deux isolables) dimensionnées pour six démarrages au moins,
* Les différents collecteurs (liaisons compresseurs - capacités - moteur d’entraînement) ainsi que les accessoires aérauliques nécessaires,
* Deux compresseurs redondants alimentés en triphasé 400 V raccordés au réseau secouru,
* L’appareillage électropneumatique (manostats, électro-vannes...) y compris le manostat d’alarme.

#### Démarrage par batteries d’accumulateurs électriques

Le système est alors composé par :

* Un moteur électrique monté sur couronne crantée solidaire de l’arbre moteur,
* Une batterie d’accumulateurs au plomb, capacité minimale pour six démarrages, tension 24 V ou 48 V,
* Un interrupteur coupe batterie,
* Un coffret mural de charge (éventuellement intégré dans l’armoire),
* Un relais de surveillance tension batterie, éventuellement intégré dans le chargeur, reporté vers le système de supervision.

### Aérorefroidisseur (échangeur de chaleur air/eau)

Cet élément monobloc est monté sur un châssis mécanosoudé prolongeant le châssis du groupe électrogène, et/ou en regard des ouvertures de ventilation.

Les éléments refroidisseurs sont constitués par des tubes et des ailettes en cuivre ou en laiton.

Le ventilateur est au choix, attelé au moteur thermique ou entraîné par un moteur électrique.

Le vase d'expansion de l'aérorefroidisseur est équipé d'un indicateur et d'un contacteur de niveau.

L'aérorefroidisseur est raccordé au moteur par des tubes acier sans soudure avec interposition de manchettes de dilatation, de vannes d'isolement côté moteur et côté aérorefroidisseur, de piquages pour remplissage et vidange du circuit d'eau.

L'eau de refroidissement est traitée afin de :

* Protéger le circuit contre la corrosion,
* Éviter le gel jusqu’à une température de - 10° C en cas de défaut du système de maintien en temp0érature.

### Echappement

La canalisation d'échappement est posée jusqu'à l'extérieur du bâtiment.

L’installation comprend :

* Une (ou deux suivant moteur) manchette(s) antivibratile(s),
* Un ensemble de canalisations en acier avec purge à chaque point bas,
* Un silencieux d'échappement type résidentiel assurant une atténuation au moins égale à 37 dBA,
* Les déflecteurs assurant les étanchéités en traversée de paroi,
* Des supports antivibratiles,
* Un éventuel clapet contre la pénétration d’eau.

La canalisation d'échappement -hors silencieux- est calorifugée par de la laine de roche maintenue en place par une tôle d'aluminium.

En traversée de locaux, elle chemine dans un caisson calorifugé de degré coupe-feu 2 heures, protégé contre tous risques mécaniques et doté de pancartes d'avertissement.

Les vides sont comblés par un matériau inerte pulvérulent.

### Dispositifs d’admission d’air extérieur et de refoulement d’air chaud

Le dispositif d’admission d'air frais du groupe électrogène est composé :

* D’un piège à sons assurant une atténuation de 35 dBA environ, dimensionné pour que la vitesse d'approche de l'air n'excède pas 5 m/s,
* D’un châssis à volets motorisés.
* Des gaines de liaison

Le dispositif du refoulement d'air chaud est composé :

* D’un extracteur d'air dimensionné pour limiter l'élévation de température du local à 10° C à pleine charge du groupe électrogène (cette fonction peut être remplie par l'électroventilateur de l'aéorefroidisseur),
* D’un piège à sons, de spécifications identiques à celui monté sur l'entrée d'air frais,
* D’un châssis à volets mobiles à surpression,
* Des gaines de liaison
* D’un clapet coupe-feu commandé par fusible, avec contact de fermeture et report sur le bornier de télésurveillance (éventuel selon installation),
* D’un thermostat éventuel de commande de l’extracteur,
* D’un thermostat d’alarme « température haute ».

Le(s) ventilateur(s) devront être asservis au G.E ainsi qu’aux dispositifs incendie et désenfumage du local G.E.

### Réservoir journalier

Le réservoir journalier est fabriqué en tôle d’acier de 500 litres de capacité, monté sur chaise support en profilés soudés. Il est rempli automatiquement (et manuellement en secours) à partir de la citerne de stockage. Ce réservoir est muni d’orifices de remplissage, de départ avec vanne de police, de purge avec vanne, de retour trop plein et mise à l’air libre, de retour de non consommation, de retour des fuites, d’un niveau visible avec garniture, des électro-niveaux de commande de la pompe de remplissage, et d’un détecteur de niveau bas.

Ce réservoir est composé par :

* Un dispositif anti-siphon entre cuve et réservoir journalier,
* Un groupe électropompe à amorçage automatique d'un débit supérieur de 20 % minimum au débit de consommation maximale du moteur Diesel,
* Une pompe manuelle semi-rotative de secours,
* Un jeu de vanne pour inversion des pompes,
* Un bac de rétention placé sous le réservoir journalier avec détecteur de niveau,
* Une vanne de police,
* Une poignée de commande de la vanne de police, placée sous boîtier extérieur vitré, avec massette brise-glace et plaque indicatrice,
* Les conduites de liaison au moteur Diesel avec interposition de raccords flexibles.

### Cuve de stockage du fioul

La cuve de stockage de fioul est disposée sur des berceaux maçonnés dans un local réservé à cet effet.

Elle sera conforme à la norme NF M 88513 et aura une autonomie de 24 heures à pleine charge. Cette cuve est à double enveloppe en acier efficacement protégée contre la corrosion. Elle est éprouvée par le Service des Mines.

Son équipement comprend :

* Un contrôleur de fuites,
* Un trou d’homme,
* Un orifice de remplissage avec conduite ramenée,
* Un limiteur de remplissage,
* Un évent,
* Un orifice de départ,
* Un orifice de retour trop-plein,
* Un dispositif de purge,
* Une jauge de niveau avec indicateur ramené dans le local du groupe électrogène,
* Une borne de mise à la terre,
* Un détecteur de niveau haut,
* Un détecteur de niveau bas.

Les canalisations de remplissage et d’évent sont sorties du local, selon implantation à arrêter avec le Maître d’Œuvre. Elles sont placées en traversée de locaux en caissons coupe-feu 2 heures avec pancartes d’avertissement.

Au poste de dépotage, une plaque indicatrice précise la capacité de la cuve et la nature du produit.

Les raccordements entre la citerne, le réservoir journalier et les évents sont en tube acier sans soudure, protégés par peinture bitumineuse.

Une vanne de police actionnée depuis une boîte de commande avec poignée, massette brise-glace et étiquette indicatrice équipe la canalisation d’arrivée combustible.

## EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

### Analyse du fonctionnement

Le mode de fonctionnement du groupe électrogène est sélectionné à partir d'un commutateur à quatre positions "Arrêt - Automatique - Manuel - Essai".

#### Position Arrêt

Le démarrage du groupe est interdit. Un équipement complémentaire permet d’assurer la consignation pour les interventions sur les matériels.

#### Position automatique

* Secteur présent :
* Le groupe est arrêté, l'alimentation de l'installation est normalement assurée à partir du secteur.
* A la disparition du secteur :
* Le disjoncteur normal s'ouvre puis, s'il y a autorisation de l'automatisme général et demande d'énergie, après une temporisation de quelques secondes, le groupe démarre, avec tentatives de démarrage cadencées le cas échéant, puis le contacteur NORMAL s'ouvre et le contacteur SECOURS s'enclenche automatiquement après stabilisation de la tension.
* Au retour secteur ou sur ordre de l'automatisme général :
* Après temporisation, le contacteur SECOURS s'ouvre et après une nouvelle temporisation et si le secteur est présent, le contacteur NORMAL se referme. Le groupe continue à tourner quelques instants à vide, le temps de baisser la température du moteur puis s'arrête automatiquement dans l'attente d'une nouvelle disparition secteur.

#### Position manuelle

Démarrage et arrêt du moteur Diesel à partir des boutons poussoirs. Possibilité d'enclenchement et de déclenchement des disjoncteurs, normal et secours, à partir des boutons-poussoirs.

#### Position essai

Démarrage automatique du groupe avec tentatives de démarrage cadencées. La tension apparaît aux bornes de l'alternateur qui est prêt à se substituer au secteur en cas de défaillance dans les mêmes conditions qu'en marche automatique.

### Armoire de commande

L’armoire de commande est située dans le local du groupe. L'équipement de cette armoire est conforme à la spécification générale « tableaux et coffrets BT » et comprend :

* Sur le fronton amovible :
* Un voltmètre avec commutateur, pour la mesure des tensions alternateur,
* Trois ampèremètres, échelle moteur, alimentés par trois transformateurs d'intensité pour la mesure des intensités alternateur,
* Un compteur horaire,
* Un compteur d'impulsions de démarrage,
* Un fréquencemètre à aiguille,
* Un ampèremètre de charge batterie,
* Un wattmètre,
* Les voyants de signalisation (le cas échéant mémorisé) :
* Groupe prêt à démarrer,
* Présence secteur,
* Présence alternateur,
* Non démarrage,
* Arrêt d'urgence,
* Surintensité,
* Survitesse,
* Pression anormale huile,
* Température anormale eau,
* Température anormale huile,
* Alarme température stator alternateur
* Déclenchement température stator alternateur,
* Niveaux bas fioul (cuve ou réservoir journalier),
* Fuite de fioul (cuve ou bac de rétention),
* Niveau haut cuve à fioul,
* Défaut pompe de transfert du fioul,
* Niveau bas eau,
* Défaut batterie de démarrage et/ou pression insuffisante des accumulateurs d’air comprimé,
* Défaut d’alimentation des auxiliaires,
* Défaut température du local.
* Un commutateur de choix de fonctionnement du groupe électrogène, avec contacts de position,
* Les boutons poussoirs de commande du moteur,
* Les boutons poussoirs de commande du normal/secours,
* Un bouton-poussoir "Arrêt d'urgence" à verrouillage,
* Les commutateurs de chargeur, de compresseur et de préchauffage,
* Un dispositif de test des voyants,
* Un bouton poussoir de réarmement des défauts.
* A l'intérieur sur un châssis en profilés normalisés :
* Un disjoncteur multipolaire à réarmement électrique,
* Les relais auxiliaires de détection secteur, tension alternateur, cadencement de démarrage, sécurité et signalisation,
* Les protections moteurs : aérorefroidisseur, pompe à fuel, préchauffage, chauffage,
* Le cas échéant, un chargeur automatique conçu pour le maintien en charge de la batterie de démarrage connectée en floating,
* Le normal/secours d’alimentation des auxiliaires,
* Les départs disjoncteurs vers les consommateurs secourus.

## COMMUNICATION

Un bornier installé dans l’armoire de contrôle-commande met à la disposition du SCC les informations suivantes :

* États dont positions du commutateur de choix de mode de fonctionnement,
* Alarmes,
* Défauts,
* Compteurs,
* Fréquence et puissance active.

## PROTECTION

* La puissance de court-circuit du GE étant inférieure à celle du réseau, les protections électriques doivent rester efficaces dans les différents modes de fonctionnement.
* Le régime du neutre sera celui choisi pour l’ensemble de l’installation.

## HYGIENE ET SECURITE

* Dispositions anti-incendie : affiches, extincteurs, bacs à sable, avec pelle etc...
* Rejet des gaz à l’extérieur,
* Parties chaudes hors de portée ou calorifugées
* Parties tournantes sous carters,
* Paroi du local : coupe-feu deux heures,
* Portes s’ouvrant vers l’extérieur et munies d’un dispositif anti-panique,
* Masses métalliques reliées à la terre des masses.

## ACOUSTIQUE - VIBRATIONS

En sus des équipements précédemment décrits (pièges à son), mise en œuvre pour le traitement du local de :

* 1 flocage sur les murs et les plafonds destiné à limiter la réverbération dans le local,
* 1 porte insonorisée, assurant une atténuation au moins égale à 35 dBA, avec serrure et barre anti-panique et joint caoutchouc assurant l’étanchéité.

## PROTECTION PEINTURE

Toutes les parties en contact avec l’air seront protégées contre la corrosion.

## ESSAIS

### Essais en usine

Les essais en usine comprennent la vérification :

* Des performances des régulations de vitesse et de tension,
* Des consommations fuel et huile,
* Des relevés de température eau,
* Des automatismes,
* Des sécurités,
* Des vibrations,
* Des organes de communication,
* Des équipements électriques.

Ces vérifications s’effectuent lors d’une séquence continue de fonctionnement réel avec :

* 30 mn à 50 % de charge,
* 240 mn à 100 % de charge,
* 30 mn à 25 % de charge,
* 30 mn à 110 % de charge.

### Essais sur site

* Tests de bon fonctionnement du groupe et des auxiliaires,
* Essai à vide,
* Essai à 100 % de charge pendant 8 heures,

Un procès-verbal consigne le résultat des mesures et des essais réalisés.

## GARANTIES

* Puissance continue,
* Puissance secours,
* Consommations de fuel et d’huile,
* Niveaux de bruit intérieur et extérieur,
* Conformité des rejets à l’échappement avec les normes en vigueur.

# INSTALLATIONS ELECTRIQUES - ECLAIRAGE ET PRISES DE COURANT : 104-GEN-SG-1-510-C

**Sommaire**

[XI.1. OBJET 105](#_Toc195720472)

[XI.2. NORMES ET REGLEMENTS 105](#_Toc195720473)

[XI.3. DOCUMENTS DE REFERENCE 105](#_Toc195720474)

[XI.4. CONDITIONS NORMALES dE SERVICE 105](#_Toc195720475)

[XI.5. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS 105](#_Toc195720476)

[XI.5.1. Eclairage normal intérieur 105](#_Toc195720477)

[XI.5.2. Eclairage extérieur 106](#_Toc195720478)

[XI.5.3. Eclairage de sécurité 107](#_Toc195720479)

[XI.5.4. Prise de courant 107](#_Toc195720480)

[XI.6. NIVEAUX D’ECLAIREMENT 107](#_Toc195720481)

[XI.7. COMMANDE D’ECLAIRAGE 108](#_Toc195720482)

[XI.7.1. Locaux sociaux et administratifs 108](#_Toc195720483)

[XI.7.2. Locaux process et techniques 108](#_Toc195720484)

[XI.8. HYGIENE ET SECURITE 109](#_Toc195720485)

[XI.9. PROTECTION - PEINTURE 109](#_Toc195720486)

[XI.10. ESSAIS 109](#_Toc195720487)

[XI.11. GARANTIES 109](#_Toc195720488)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indice** | **Établi par** | **Approuvé par** | **Le** | **Objet révision** |
| A | G. PERRIN | M. CRESPY | 04/2002 | 1ère émission |
| B | M. BAIN | G. PERRIN | 03/2019 | Mise à jour |
| C | G. PERRIN | M. BAIN | 08/2024 | Mise à jour |

## OBJET

La présente spécification générale précise les contraintes de définition et d’installation des réseaux d’éclairage et de prises de courant.

Si une spécification particulière (SP) est émise, et si des contradictions apparaissent entre la présente spécification et la spécification particulière, cette dernière fait foi.

## NORMES ET REGLEMENTS

Les installations sont réalisées suivant les règles de l’art, conformément aux normes et recommandations en vigueur, notamment celles publiées par l’UTE ou la CEI, et en tenant compte du classement de l’établissement (ERP par exemple).

## DOCUMENTS DE REFERENCE

Sans objet.

## CONDITIONS NORMALES dE SERVICE

* Température comprise entre - 10° C et + 50° C,
* Humidité relative inférieure ou égale à 95 % à 20° C
* Altitude inférieure à 1 000 mètres.

## DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

Le système d’éclairage comporte les réseaux suivants :

* Éclairage normal intérieur,
* Éclairage extérieur,
* Éclairage de sécurité,
* Prises de courant.

### Eclairage normal intérieur

#### Eclairage des locaux sociaux ou administratifs

Dans toute la mesure du possible, chaque local comporte un éclairage naturel.

Celui-ci est obligatoirement complété par un éclairage artificiel réalisé :

* De façon générale par des luminaires LED,
* Pour les petits locaux (sanitaires par exemple), par des spots LED,
* Pour les locaux nobles (salle de conférence, salle de commande, accueil, etc.…), par un double réseau de luminaires LED et de spots décoratifs, avec variation de lumière sur le circuit principal.

L’installation des appareils est encastrée avec un appareillage d’indice de protection minimum IP 20-IK7.

La température de couleur des éclairages à prévoir devra être, sauf indication contraire en spécification particulière, de 3000 Kelvin.

#### Eclairage des locaux process et techniques

L’éclairage artificiel des locaux industriels est assuré par des équipements à LED (luminaires ou projecteurs).

De plus, les halls ou locaux de surface > 100 m2 disposent de deux réseaux séparés, protégés et pilotés de façon indépendante afin de permettre les opérations d’entretien et de maintenance sans impacter la continuité d’exploitation.

L’indice de protection des équipements est adapté aux conditions d’environnement avec au minimum IP 55 et IK 08.

#### Dispositions communes

La conception des circuits d’éclairage doit respecter les contraintes ci-après :

* Tous les appareils doivent être facilement accessibles depuis le sol ou depuis des passerelles, sans recours à des engins spécifiques ;
* Dans les locaux industriels, l’éclairage comporte au moins 2 réseaux indépendants pour les locaux à partir de 100 m². La subdivision en plusieurs circuits permet de n’éclairer que les zones nécessaires en phase diurne ;
* Lorsqu’il existe, le groupe électrogène alimente :
* Les zones d’accès aux bâtiments,
* La totalité de l’éclairage des locaux sociaux ou administratifs,
* 1/3 de l’éclairage des locaux industriels,
* 1/3 de l’éclairage extérieur,
* Les circulations,
* Les blocs autonomes (recharge des batteries) ;
* La distribution de l’éclairage respecte l’équilibre des phases.

Les températures d’éclairage à LED seront harmonisées sur l’ensemble du site.

### Eclairage extérieur

#### Voiries, circulations et parking

Le réseau d’éclairage extérieur constitue un éclairage d’ambiance et de circulation totalement séparé de l’éclairage intérieur.

Les mâts d’éclairage, du type pylônes en aluminium avec semelles coulée et renfort de base en alliage d’aluminium monté en force pour supprimer tout risque de corrosion dû aux contacts de métaux différents, supportent les projecteurs LED.

Les massifs, coulés en une seule fois, comportent les fourreaux nécessaires au passage des câbles d’alimentation et de la câblette de liaison équipotentielle.

L’Entrepreneur définit la hauteur des mâts en fonction de leur espacement et du niveau d’éclairement requis au sol, et vérifie la tenue de l’ensemble « mât + massif » soumis aux forces véliques.

Selon l’implantation des ouvrages et de leur architecture, des bornes d’éclairage en décoration ou balisage ainsi qu’un éclairage de signalisation pour la sécurité du trafic aérien complètent l’installation.

L’éclairage se fera par lampes LED avec drivers à minima de catégorie 3 et une tenue aux chocs de 4 kV ou supérieur.

Les éclairages extérieurs et intérieurs ne devront pas générer des taux d’harmoniques supérieurs à 5%, et ce quel que soit le rang d’harmonique concerné.

#### Accès aux locaux

Les portes d’accès piétons aux locaux process, techniques, et électriques seront équipés de hublots LED avec dispositifs de détection de présence et de luminosité intégrés.

### Eclairage de sécurité

L’installation comporte un éclairage de sécurité réglementaire de type C (non permanent), à partir de blocs autonomes à LED 45 lumens - 1 heure, pour le balisage des issues, des obstacles, des changements de direction, ..., avec étiquettes normalisées.

Dans les locaux, à partir de 100 m², susceptibles de recevoir du public, des blocs autonomes LED 300 lumens - 1 heure assurent l’éclairage de sécurité d’ambiance.

Pour les grandes surfaces (halls industriels, zone de stockage, ...), l’éclairage de sécurité est réalisé à partir de blocs phares LED autonomes.

Les blocs sont testables via un dispositif de test installé au niveau du départ dans l’armoire, avec mémorisation de façon semi-automatique, lancement du test et mise au repos depuis un seul point sur intervention manuelle ou sur horloge.

L’indice de protection est identique à celui des appareils d’éclairage normal installés dans la même zone.

Les zones ATEX ou a risque d’incendie devront avoir des éclairages de sécurité adaptés à l’ambiance dans lequel ils se trouvent, et seront alimentés/ gérés au travers de circuits dédiés.

### Prise de courant

Des prises de courant (PC) 230 V - 16 A - 2 P+T montées en encastré (ou sur goulottes bi-compartiments) équipent les locaux sociaux et administratifs avec :

* Au moins 2 PC pour 10 m²,
* Au moins 1 PC par local et par niveau,
* Au moins 10 PC par bureau (2 postes de travail), dont 2 par poste de travail sur réseau ondulé 230 Vca (si existence),
* Au moins 1 PC par tranche de 20 m de circulation.

Dans les locaux industriels, le réseau de prises de courant utilise des coffrets préfabriqués avec :

* 2 PC 230 V - 16 A - 2 P+T,
* 1 PC 400 V - 32 A - 3 P+T
* 1 PC 24 V - 16 A - 2P avec transformateur intégré,
* Voyants présence tension et protection différentielle de tête,
* Protection minimale IP 55, IK 8,
* Implantation :
* Au moins un coffret par local et par niveau,
* Tout point accessible avec une rallonge de 15 mètres (distribution horizontale).

Tous les socles de prises de courant d’une même tension et d’un même calibre sont du même type. Les fiches des différentes prises de courant ne sont pas interchangeables.

## NIVEAUX D’ECLAIREMENT

Une note de calcul d’éclairement est à établir pour permettre de garantir les niveaux d’éclairement ci-dessous avec les matériels prévus, et en prenant en compte les contraintes d’implantation (réflexion, ombres, …).

Les valeurs minimales mesurées à 1 mètre du sol après 100 h de service sont les suivantes :

* Zone extérieure :
* Voiries, parking et circulations extérieures : 30 lux
* Accès extérieurs des bâtiments : 100 lux
* Zones de travail extérieures (inclus zones de dépotages) : 100 lux
* Zone administrative :
* Bureaux et salles de réunion : 500 lux
* Réfectoire, sanitaires, vestiaires : 300 lux
* Halls sociaux et administratifs : 250 lux
* Circulations, escaliers, sanitaires et locaux techniques : 150 lux
* Salle de commande : 500 lux
* Zone process :
* Quais de déchargement : 100 lux
* Entrepôts et fosses de stockage : 150 lux
* Circulations et passerelles : 200 lux
* Hall (ambiance) : 100 lux
* Zones et locaux techniques [[1]](#footnote-1) : 200 lux
* Locaux électriques HTA, BT, automatismes, GES, … : 300 lux

De plus, la conception de l’installation prend en compte les contraintes complémentaires ci-après :

* Coefficient d’uniformité : au moins 0,8
* Facteur de dépréciation dans les zones process : 1,6
* Rendu de couleur des luminaires : au moins 0,85
* Température de couleur des luminaires adaptée au niveau d’éclairement.

## COMMANDE D’ECLAIRAGE

### Locaux sociaux et administratifs

La commande des circuits d’éclairages intérieurs des locaux sociaux et administratifs se feront de la façon suivante :

* Sanitaires, circulations, sas, entretien, … : via détecteurs de présence,
* Bureaux, laboratoire, vestiaires, locaux spécifiques, … : via interrupteurs ou boutons poussoirs,
* Salle de réunion, salle de commande, salle pédagogique, etc… : via interrupteur/ boutons poussoirs et variateurs de lumière (doubles circuits)

### Locaux process et techniques

Chaque circuit de chaque zone process et technique peut être commandé manuellement et localement depuis chacun des accès à cette zone au travers d’interrupteurs ou de boutons poussoirs.

Une commande complémentaire depuis le système de contrôle-commande permet pour les locaux dont la surface dépasse les 100 m2, de forcer la marche ou l’arrêt de l’ensemble des circuits. La commande manuelle de marche locale reste dans tous les cas prioritaires.

Pour l’éclairage extérieur, la commande se fait au travers d’un commutateur en face avant d’armoire (AUTO/ 0/ MANU) avec:

* Mode AUTO :
* Fonctionnement via horloge et interrupteur crépusculaire,
* Forçage de marche/ arrêt depuis le Système de Contrôle Commande (commande filaire),
* Mode « 0 » : arrêt de l’éclairage,
* Mode MANU : marche forcée,

Dans tous les cas, les positions des commutateurs et états (marche, arrêt, défaut) de chacun des circuits sont reportés sur le SCC.

## HYGIENE ET SECURITE

Sans objet.

## PROTECTION - PEINTURE

Standard constructeur.

## ESSAIS

Sans objet.

## GARANTIES

Sans objet.

1. Les garages à ponts roulants et les planchers de trémies constituent des zones techniques. [↑](#footnote-ref-1)