

SPECIFICATION G1

SOMMAIRE

ARTICLE 1. DOMAINE D'APPLICATION, OBJET, PRESCRIPTIONS FONDAMENTALES	4
1.1. Domaine d'application	4
1.2. Objet	4
1.3. Prescriptions fondamentales	4
1.3.1. Fonctionnement permanent des systèmes	4
1.3.2. Continuité d'exploitation	4
1.3.3. Accessibilité des matériels	4
ARTICLE 2. DEFINITIONS	5
2.1. Classification des équipements	5
2.1.1. Equipement de service	5
2.1.2. Equipement d'exploitation	5
2.1.3. Système principal	5
2.1.4. Système de soutien	5
2.2. Glossaire	5
ARTICLE 3. CARACTERISTIQUES DES INFLUENCES EXTERNES	9
3.1. Généralités	9
3.2. Fonctionnement des systèmes	9
3.2.1. Température ambiante	9
3.2.2. Humidité	9
3.2.3. Altitude	9
3.2.4. Présence d'eau	9
3.2.5. Présence de corps solides	9
3.2.6. Présence de substances corrosives	9
3.2.7. Contraintes mécaniques	10
3.2.8. Présence de flore	10
3.2.9. Présence de faune	10
3.2.10. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes	10
3.2.11. Rayonnement solaire	10
3.2.12. Foudre	10
3.2.13. Tenue au vent	10
3.2.14. Autres contraintes d'environnement	11
3.3. Conservation des matériels	11
3.3.1. Température ambiante	11
3.3.2. Vent	11
3.4. Conditions d'essais	11
3.4.1. Température	11
3.4.2. Déformations statiques	12
ARTICLE 4. ENVELOPPES	12

4.1. Définitions	12
4.1.1. Armoire.....	12
4.1.2. Coffret.....	12
4.1.3. Baie	12
4.1.4. Caisson.....	12
4.1.5. Boîte.....	12
4.1.6. Portable	12
4.2. Caractéristiques constructives	12
4.3. Performances	13
4.3.1. Degré de protection.....	13
4.3.2. Chauffage et hygrométrie	14
4.4. Pénétration dans les enveloppes	15
4.4.1. Généralités	15
4.4.2. Boîtes	15
4.4.3. Armoires, caissons, coffrets.....	15
ARTICLE 5. EXPLOITATION DES INSTALLATIONS	16
5.1. Accès	16
5.1.1. Condamnation des accès.....	16
5.1.2. Stationnement	17
5.2. Ergonomie des postes de travail	17
5.3. Signalisation visuelle.....	18
5.3.1. Etiquetage	18
5.3.2. Signalisation lumineuse	18
5.4. Equipements de test	19
5.5. Localisation des câbles	19
5.6. Servitudes	20
5.6.1. Armoires	20
5.6.2. Baies	20
ARTICLE 6. QUALITE ET AGREMENT DES MATERIAUX ET MATERIELS	20
6.1. Généralités	20
6.2. Bétons et agrégats	21
6.2.1. Règles de conception	21
6.2.2. Environnement.....	21
6.2.3. Températures de mise en oeuvre	21
6.2.4. Béton prêt à l'emploi.....	21
6.2.5. Granulats.....	22
6.2.6. Eau de gâchage	23
6.2.7. Caractéristiques du béton de fondation.....	23
6.2.8. Caractéristiques du béton de remplissage ou de scellement.....	23
6.2.9. Caractéristiques des aciers	24
6.2.10. Parpaings de ciment	24
6.3. Câbles	24
6.3.1. Constitution	24
6.3.2. Câbles de télécommunication	25
6.3.3. Armure.....	25
6.4. Chemins de câbles	25
6.5. Composants électriques et pièces détachées.....	25
6.5.1. Choix du matériel	25
6.5.2. Matériel faisant l'objet de normes.....	26

6.5.3. Matériel ne faisant pas l'objet d'une norme.....	26
6.5.4. Echantillons	26
6.5.5. Connectique	26
6.6. Pièces métalliques	26
6.6.1. Choix des matériaux	26
6.6.2. Visserie	27
6.6.3. Aciers.....	27
ARTICLE 7. PRESCRIPTIONS DE MISE EN OEUVRE.....	27
7.1. Pose des câbles	27
7.1.1. Pose en pleine terre.....	28
7.1.2. Pose en fourreaux	30
7.1.3. Pose en caniveaux.....	31
7.1.4. Pose sur chemins de câbles.....	32
7.1.5. Croisement de canalisation et réseaux	33
7.2.Installation dans les locaux.....	33
7.3.Câblage à l'intérieur des enveloppes	34
7.3.1. Principes directeurs.....	34
7.3.2.Dispositions diverses	34
7.4.Soudage	34
7.5. Protection des parties métalliques en contact avec le béton.....	35
7.6.Pièces en mouvement	35
7.6.1.Protection du personnel	35
7.6.2.Protection du matériel.....	35
7.7.Protections statiques	35
7.7.1.Protection du personnel	35
7.7.2.Protection des usagers de la route.....	35
8.CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DES EQUIPEMENTS	36
8.1.Caractéristiques vis-à-vis de l'alimentation basse tension.....	36
8.2.Caractéristiques vis-à-vis des lignes de transmission.....	36
8.2.1.Généralités	36
8.2.2.Equipements utilisant la bande de fréquences téléphoniques.....	36
8.2.3. Qualité des liaisons numériques	37
8.2.4. Immunité des liaisons	38
8.2.5.Immunité des terminaux aux surtensions et aux surintensités.....	38
8.3.Compatibilité électromagnétique des installations.....	39
8.3.1.Installations en locaux techniques	39
8.3.2.Installations hors locaux techniques	39
ARTICLE 9. CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS INFORMATIQUES.....	41
9.1. Portée.....	41
9.2. Définitions	41
9.2.1. Chargement.....	41
9.2.2. Types de mémoires	42
9.2.3. Etat d'une tâche	42
9.2.4. Pilote d'équipement dynamique routier	42
9.3. Matériels non chargeables	42
9.4. Matériels chargeables	43
9.4.1. Fonctionnalités indissociables	43
9.4.2. Organisation matérielle et logicielle	44
INDEX DES NORMES CITEES	46

SPECIFICATION G1

ARTICLE 1. DOMAINE D'APPLICATION, OBJET, PRESCRIPTIONS FONDAMENTALES

1.1. Domaine d'application

La présente spécification générale s'applique à l'ensemble des systèmes, équipements, fournitures et services en rapport avec l'exploitation des autoroutes et voies assimilées d'Ile-de-France définies par l'arrêté du ministre de l'équipement du 28 octobre 1988.

1.2. Objet

L'objet de la présente spécification est de formuler les définitions et les conditions de service et de construction, les caractéristiques techniques et les essais pour l'ensemble des systèmes d'exploitation routière placé sous la responsabilité du directeur régional de l'équipement d'Ile-de-France conformément au décret n°88-472 du 28 avril 1988.

1.3. Prescriptions fondamentales

1.3.1. Fonctionnement permanent des systèmes

Sauf spécification particulière, les systèmes sont réputés en fonctionnement permanent.

Pour autant, ils doivent démarrer et revenir en fonctionnement nominal, quels que soient les perturbations et interruptions survenant sur les systèmes, et les durées de ces interruptions.

1.3.2. Continuité d'exploitation

La présente spécification distingue :

- ◆ la continuité d'exploitation ordinaire.
- ◆ la continuité d'exploitation renforcée.

La continuité d'exploitation caractérise le niveau d'indisponibilité maximum d'un système ; les niveaux d'indisponibilité maximum sont précisés dans les spécifications particulières. En l'absence de prescriptions particulières, la continuité d'exploitation est réputée ordinaire.

Certaines spécifications définissent des dispositions à retenir en fonction de la continuité d'exploitation spécifiée.

1.3.3. Accessibilité des matériels

Les systèmes doivent être réalisés de façon à assurer leur accessibilité aux fins de réalisation de l'installation, de service, de vérification, d'entretien, de réparation et de modification.

ARTICLE 2. DEFINITIONS

2.1. Classification des équipements

2.1.1. Equipement de service

Ensemble d'appareillages et son enveloppe, nécessaire au fonctionnement des matériels d'exploitation. L'équipement de service est installé dans un lieu aussi sûr que possible, d'un accès sans danger. Tout le matériel non techniquement indispensable dans l'équipement d'exploitation doit être installé dans l'équipement de service.

Un accès sera qualifié sans danger lorsque les conditions suivantes seront simultanément vérifiées :

- ◆ Possibilité de stationnement d'un véhicule léger tel que définie au paragraphe 5.1.2.
- ◆ Le cheminement à pied, de l'aire de stationnement jusqu'à l'équipement de service, s'effectue dans une zone naturellement protégée du trafic routier (chemin en haut de talus de hauteur supérieure à trois mètres par exemple) ou protégée par des dispositifs de retenue.

2.1.2. Equipement d'exploitation

Matériel dont la fonction nécessite la proximité de la circulation routière pouvant, de ce fait, se trouver dans un endroit peu ou pas accessible en circulation normale.

2.1.3. Système principal

Système qui réalise des fonctions participant directement à l'élaboration des services rendus aux usagers de la route (procédé principal).

2.1.4. Système de soutien

Système dont la contribution, bien que nécessaire au bon fonctionnement du procédé principal, est indirecte : énergie, télécommunications, supervision... Par extension, les équipements de soutien sont les équipements permettant le fonctionnement d'un système de soutien.

2.2. Glossaire

Artère	Portion d'installation électrique comprise entre deux postes d'interconnexion, ou un poste d'interconnexion et un poste de livraison-transformation-répartition, ou un poste d'interconnexion et un poste élévateur.
	Portion de réseau (câble et équipements de ligne) entre deux locaux techniques.
CE	Centre d'Exploitation. Chacun des quatre CIGT (Cf.) du SIER, plus le centre de Créteil.

CES	Centre d'Exploitation de Secteur. Les quatre CES d'Ile de France ont la particularité d'abriter les activités de gestion de trafic du SIER, les forces de police de la route (CRS) et certaines subdivisions d'entretien des DDE. Le SDER a remplacé la notion de CES par celle de CIGT
Chaussée	Partie d'une voie rapide affectée à un sens de circulation. Une voie rapide comprend donc généralement deux chaussées.
CIGT	Centre Interdépartemental de Gestion du Trafic. Ce vocable est défini dans le Schéma Directeur de l'Exploitation Routière (SDER).du Ministère de l'Equipement. En matière de gestion du trafic sur les voies rapides, la région Ile-de-France (hors Paris et boulevard périphérique) est découpée en quatre secteurs : centre de St Denis pour le nord, centre de Champigny - dit Les Ratraits - pour l'est, centre d'Arcueil pour le sud, et centre de Nanterre pour l'ouest.
CRICR	Centre Régional d'Information et de Coordination Routière. Situé à Créteil, à proximité des locaux du SIER, sa zone de compétence recouvre les régions Ile-de-France et Centre.
CRS	Compagnie Républicaine de Sécurité. Les missions de maintien de l'ordre sur le réseau routier principal d'Ile-de-France est assuré par plusieurs compagnies de C.R.S., selon les secteurs géographiques. A ce titre, ce sont les CRS, qui assurent la permanence au RAU.
DAB	Détection automatique de Bouchons. Système permettant, par analyse des conditions de trafic observées par le RAD, d'identifier la présence de bouchons, leur position, leur longueur et éventuellement leur dureté. L'information sur les bouchons joue un rôle sur la sécurité, en réduisant les risques d'accidents en queue de bouchon.
DAI	Détection Automatique d'Incidents. Dispositif permettant de déceler des situations de trafic anormales, nécessitant une action ou une information, telles qu'un véhicule anormalement lent dans un flux rapide, un accident... La DAI peut fonctionner par détection directe des incidents (vidéo, radar...) soit par la détection de leurs effets sur le trafic
DDE	Direction Départementale de l'Equipement. Les DDE assurent notamment la maîtrise d'ouvrage de la construction de nouvelles infrastructures autoroutières, et l'exploitation de la voirie, mais non pas celle du trafic qui échoit au SIER.
ECC	Equipement de Commande Centralisée. Système informatique réalisant les fonctions de base de gestion des communications avec les équipements de terrain, et des fonctions de pilotage minimal de ces équipements.

Equipement dynamique routier	Equipement de service ou d'exploitation installé en accotement de voirie routière dans une enveloppe adaptée à l'usage et aux conditions d'environnement.
ETSI	European Telecommunication Standard institute : Organisation européenne qui établie les recommandations au niveau européen en matière de télécommunications.
GARIF	Groupement Autoroutier d'Ile de France. Structure regroupant les différentes compagnies de CRS assurant les missions de police de la route sur le réseau routier principal d'Ile-de-France.
LAN	Local Area Network. Réseau informatique local, limité en portée à ce qui est transmissible par un câble métallique, en bande de base.
LC	Local de Concentration. Ces locaux sont le second niveau de concentration de l'architecture SIRIUS-est, et réalisent l'interface entre le réseau de transport PDH et les transmissions à courte et moyenne distance sur circuits cuivre.
LCR	Langage de Commande Routier, destiné au pilotage des équipements terminaux de bord de route, et fixé par la norme PR P 99-340
LTTV	Local Technique de TéléVision. Local regroupant les équipements de numérisation et de transmission de la vidéo dans les ouvrages d'art de grande longueur.
RAD	Recueil Automatique des Données. Système permettant mesurer le trafic, par plusieurs paramètres représentatifs tels que vitesse, débit et taux d'occupation, par exemple.
Réseau de données	Réseau offrant les services de transports de données entre les applications, et entre applications et équipements terminaux. Les transmissions de la voix et de l'image ne relèvent pas du réseau de données.
Réseau de terrain	<p>Partie du réseau de données adaptée aux conditions d'environnement sévères (hors bâtiments), et au raccordement d'équipements sur de grandes distances. Il correspond au réseau multipoints qui est raccordé entre deux sites de concentration. Il peut être parfois raccordé à un même site ; on parlera dans ce cas, d'une topologie en boucle du réseau de terrain.</p> <p>Outre son aspect matériel, le réseau de terrain correspond aussi à un espace d'adressage permettant d'adresser tous les équipements du réseau de données.</p>

Réseau inter-sites	Partie du réseau de données reliant les différents CE et SC. Il correspond à l'interconnexion de réseaux Ethernet (LAN) se trouvant dans les différents sites de concentrations et centres d'exploitation par des liens WAN. On parle aussi dans ce cas de réseau Ethernet étendu ; ce réseau est global sur l'ensemble du système.
SC	Site de Concentration. Ces locaux sont le seul point de concentration de l'architecture retenue pour SIRIUS-ouest ; ils constituent les points d'accès au réseau de transport SDH, et les points de livraison BT (à partir de réseau privé HT A ou de sources BT EDF).
SDER	Schéma Directeur de l'Exploitation Routière.
SIER	Service Interdépartemental d'Exploitation Routière : Division de la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile de France. Les responsabilités et missions du SIER sont définies par le décret n°88-472 du 28/04/88, l'arrêté du 28/10/88 et la circulaire Equipement/Transports n°88-96 du 24/11/88.
SIRIUS	Système d'Information Routière Intelligible aux USagers. Ensemble de matériels et d'application permettant de connaître l'état de la circulation et d'en informer les usagers en direct, pour exploiter et réguler le trafic.
ST	Site Technique. Local protégés réalisant le premier niveau de concentration des équipements dans l'architecture de SIRIUS-Est. Le ST est le premier niveau de la sécurisation des transmissions.
Station	Tout équipement produisant ou consommant des données sur le réseau de terrain.
Station esclave	Station du réseau de terrain répondant aux requêtes effectuées par la station maître pour le compte des centres d'exploitation. Chaque équipement dynamique routier raccordé au réseau de terrain comporte une station esclave. La notion d'esclave n'empêche pas une station de demander à émettre un message sans requête explicite (abonnement...).
Station maître	Station d'un réseau de terrain fonctionnant ou source ou puits d'information, pour assurer les échanges entre le réseau de terrain et le réseau intersite, via la fonction passerelle. Il en existe deux par les réseaux de terrain SIRIUS OUEST (normal et secours). Elles se trouvent dans les SC et gèrent les interrogations et les réponses des stations esclaves.
UIT-T (ex CCITT)	Union Internationale des Télécommunications - Secteur des télécommunication. Organisation mondiale qui réunit les grands acteurs des télécommunications afin d'établir des recommandations en matière de télécoms et mondialement applicables.

WAN Wild Area Network. Réseau informatique étendu, permettant l'accès à distance à des LAN, et l'interconnexion de LAN par des routeurs.

ARTICLE 3. CARACTERISTIQUES DES INFLUENCES EXTERNES

3.1. Généralités

Les performances des systèmes, les conditions d'installation et, dans les cas cités expressément, la seule conservation des matériels sous tension et hors tension, devront résister aux conditions d'environnement décrites ci-après. La codification est celle retenue au 3-2 de la norme NF C 15-100 et s'applique à tous les matériels.

3.2. Fonctionnement des systèmes

3.2.1. Température ambiante

- a) Equipement situé dans un local chauffé : 0°C à +40°C.
- b) Autre équipement : -25°C à +60°C.

3.2.2. Humidité

Tout équipement : humidité de 10 à 95 %.

3.2.3. Altitude

Tout équipement : code AC1.

3.2.4. Présence d'eau

- a) Equipement situé dans un local chauffé : code AD2.
- b) Equipement enterré hors nappe phréatique : code AD7.
- c) Equipement situé dans une chambre ou enterré en nappe phréatique : code AD8.
- d) Autre équipement : code AD5.

3.2.5. Présence de corps solides

- a) Equipement situé dans un local chauffé : code AE2.
- b) Autre équipement : code AE4.

3.2.6. Présence de substances corrosives

- a) Equipement situé dans un local chauffé : code AF1.
- b) Autre équipement : code AF2 + AF3.

Les polluants d'origine atmosphérique à prendre en considération sont le brouillard salin de chlorure de calcium et les gaz d'échappement.

3.2.7. Contraintes mécaniques

3.2.7.1. Chocs

- a) Equipement et canalisation en locaux chauffés : code AG2.
- b) Equipement enterré : code AG3.
- c) Equipement situé dans une chambre de tirage : code AG3.
- d) Autre équipement : code AG4.

3.2.7.2. Vibrations

- a) Equipement et canalisation à l'intérieur d'enveloppe : code AH2.
- d) Autre équipement : code AH1.

3.2.8. Présence de flore

Tout équipement : code AK2.

3.2.9. Présence de faune

- a) Equipement situé dans un local chauffé : code AL1.
- b) Autre équipement : code AL2.

3.2.10. Influences électromagnétiques, électrostatiques ou ionisantes

Tout équipement : code AM2 + code AM3 + code AM5 + code AM6.

3.2.11. Rayonnement solaire

- a) Equipement situé dans un local chauffé : code AN1.
- b) Autre équipement : code AN2.

3.2.12. Foudre

Tout équipement : code AQ2 + code AQ3.

3.2.13. Tenue au vent

Les équipements mis en place sur le terrain devront pouvoir fonctionner par un vent de 100 km/h.

Les portes d'accès devront pouvoir être maintenues ouvertes par un vent de 60 km/h à l'aide d'un système de fixation ne gênant aucunement l'accès aux matériels.

3.2.14. Autres contraintes d'environnement

Hors des locaux chauffés, le matériel devra pouvoir être exposé :

- ◆ à des chutes de neige inférieures à 30 cm
- ◆ à la formation de verglas
- ◆ au salage des chaussées
- ◆ au lavage mécanique.

3.3. Conservation des matériels

3.3.1. Température ambiante

a) Equipement situé dans un local chauffé : -25°C à +40°C.

b) Autre équipement : -40°C à +70°C.

3.3.2. Vent

Equipement sur le terrain : 160 km/h.

3.4. Conditions d'essais

3.4.1. Température

3.4.1.1. Conditions générales

3.4.1.1.1. Stockage

Aucun équipement, dans son enveloppe, ne devra subir de dommage dû à l'effet d'une température extérieure de -30°C et de +70°C qui lui serait soumise, en période de stockage, pendant une durée maximale de 1 mois, les conditions d'hygrométrie pouvant atteindre 95%.

3.4.1.1.2. Matériels sous tension :

Tous les équipements doivent pouvoir être soumis, sous tension, pendant 72 heures, à des températures de -30°C et +70°C, sans dégradation lors du retour aux conditions climatiques normales.

3.4.1.2. Essais au froid

Ils seront réalisés dans les conditions de la norme NF EN 60068-2-1 (C 20-701), degré de sévérité : -25°C.

3.4.1.3. Essais en chaleur humide

Ils seront réalisés dans les conditions de la norme NF C 20-730, degré de sévérité : +55°C, dans une gamme d'hygrométrie relative égale à 95%, dans les conditions limites de température.

3.4.2. Déformations statiques

Les matériels, fixés définitivement sur leur support, sur lesquels sera exercée une poussée supplémentaire, dans un sens quelconque, égale à 10 newtons, ne devront pas se déformer ou se déplacer de plus de 2 mm.

ARTICLE 4. ENVELOPPES

Tous les matériels et équipements seront installés dans des enveloppes parmi celles définies au présent article.

4.1. Définitions

4.1.1. Armoire

Enveloppe s'ouvrant sans l'aide d'outils. Le dispositif d'accès à l'intérieur de l'enveloppe est caractérisé par un axe de rotation vertical ; sa manoeuvre est assurée par une poignée.

4.1.2. Coffret

Enveloppe s'ouvrant exclusivement à l'aide d'outils.

4.1.3. Baie

Armoire particulière destinée à accueillir des tiroirs d'une largeur de 19 pouces.

4.1.4. Caisson

Enveloppe de tout ou partie d'un équipement d'exploitation à caractéristiques optiques et devant fonctionnellement laisser passer la lumière au travers d'au moins une de ses faces.

4.1.5. Boîte

Enveloppe dont la conception ne permet pas l'ouverture, ou la refermeture, sans apport de matière.

4.1.6. Portable

Enveloppe conçue pour être aisément déplacée et dont aucune des dimensions extérieures, en position de transport, ne dépasse :

- ♦ Longueur : 0,50 m
- ♦ largeur : 0,45 m
- ♦ profondeur : 0,20 m

Son poids maximum est de 12 daN. Elle est munie d'une poignée adaptée pour son transport à pied.

4.2. Caractéristiques constructives

Sauf spécifications particulières, les enveloppes seront constituées des matériaux ci-après :

MATERIAUX CONSTITUANT LES ELEMENTS EXTERIEURS DES ENVELOPPES	SITUATIONS DES ENVELOPPES			
	Installées Dans locaux Chauffés	Enterrées	En chambre, regard ou galerie	Autres Situations
Tôle d'acier électrozinguée avec revêtement époxy ; classe de protection 2 (UTE C 63-100U)	OUI	NON	NON	NON
Tôle d'acier galvanisée à chaud	OUI ¹	NON	OUI	OUI
Polycarbonate : réservé à la constitution d'éléments transparents	OUI	NON	OUI	OUI
Polyester armé par de la fibre de verre aspect de surface glacé	OUI	NON	OUI	OUI
Tôle d'acier inoxydable 18/10	OUI ¹	OUI	OUI	OUI
Tôle d'alliages d'aluminium	OUI ¹	OUI	OUI	OUI
Alliages de fonderie d'aluminium	OUI ¹	OUI	OUI	OUI
Fonte d'acier	NON	OUI	OUI	NON

4.3. Performances

4.3.1. Degré de protection

Les enveloppes répondront aux degrés de protection minimum ci-après, spécifiés et définis par les normes NF EN 60529 (C 20-010) pour la protection contre les pénétrations de corps

¹ Un revêtement ou un traitement de surface est exigé sur les éléments visibles.

solides étrangers et d'eau (IP), et NF EN 50102 (C 20-015) pour la protection contre les impacts mécaniques externes (IK).

DEGRES DE PROTECTION PROCURES PAR LES ENVELOPPES				
TYPES D'ENVELOPPES	SITUATIONS DES ENVELOPPES			
	INSTALLEES DANS LOCAUX CHAUFFES	ENTERREES HORS NAPPE PHREATIQUE	ENTERREES DANS NAPPE PHREATIQUE ²	AUTRES SITUATIONS
ARMOIRES	IP21 IK08	INTERDIT	INTERDIT	IP55 IK10
COFFRETS	IP21 IK08	IP66/IP67 IK10	IP66/IP68 IK10	IP55 IK10
BAIES	IP21 IK08	INTERDIT	INTERDIT	INTERDIT
CAISSONS	IP21 IK08	INTERDIT	INTERDIT	IP55 IK08
BOITES	IP66 IK08	IP66/IP67 IK10	IP66/IP68 IK10	IP66/IP67 IK10

TYPE D'ENVELOPPE	POSITION DE TRANSPORT	POSITION DE TRAVAIL
PORTABLE	IP54 IK10	IP54 IK06

4.3.2. Chauffage et hygrométrie

Les armoires, caissons et coffrets, non installés dans un local chauffé, seront équipés d'un dispositif de chauffage électrique intérieur régulé par thermostat, d'une puissance d'environ 1 kW/m³. Le thermostat sera disposé en partie haute de l'enveloppe et la résistance de chauffage, si elle n'est pas répartie, sera disposée en partie basse dans l'angle opposé. Ce dispositif de chauffage sera conçu pour éviter tout risque de brûlure par contact direct en référence à la norme NF EN 563, la durée de contact étant fixée à dix secondes. Les mesures de protection du type organisation et protection individuelle ne sont pas admises. Pour les

² Les enveloppes installées dans les chambres, regards et galeries techniques entrent dans cette catégorie.

enveloppes dont le volume intérieur³ ne dépasse pas 25 dm³, le thermostat pourra être intégré au dispositif de chauffage.

En tout état de cause, on ne devra jamais trouver d'eau (en phase liquide ou solide) à l'intérieur des enveloppes fixées définitivement sur leur support.

Les thermostats seront repérés par des étiquettes conformes au 5.3., indiquant les températures de consigne.

4.4. Pénétration dans les enveloppes

4.4.1. Généralités

La continuité des protections vis à vis des influences externes sera assurée.

4.4.2. Boîtes

Les armures des câbles seront traitées à l'intérieur. Le dispositif d'immobilisation des câbles fera partie intégrante de l'enveloppe.

4.4.3. Armoires, caissons, coffrets

Deux types de pénétration sont admis.

4.4.3.1. Presse-étoupe

Lors de leur pénétration dans une enveloppe, tous les câbles sont équipés d'un presse-étoupe, avec décharge de traction et protection anti-cisaillement, conforme aux normes NF C 68-300 et NF C 68-312. Le presse-étoupe constituera le dispositif d'immobilisation. Les presse-étoupe en matière plastique ne sont pas autorisés.

Les armures des câbles seront traitées à l'extérieur des enveloppes par un dispositif approprié, adapté au presse étoupe.

4.4.3.2. Tubulures

Le principe d'étanchéité repose sur une plaque, a priori métallique, se substituant, au moins partiellement, à une des faces de l'enveloppe. Des tubes, également en métal, de diamètre approprié⁴ au diamètre extérieur des câbles à passer, sont fixés solidairement à cette plaque. Le choix de la technique de solidarisation est laissé à l'initiative de l'entreprise : soudure, filetage étanche... Une fois le câble passé à l'intérieur du tube, un manchon thermorétractable est rétreint à la fois sur la gaine extérieure du câble et sur la surface extérieure du tube.

Les armures des câbles seront traitées à l'extérieur des enveloppes par un dispositif situé à l'intérieur du manchon thermorétractable.

³ Le volume intérieur des enveloppes s'entend enveloppe vide de tout équipement.

⁴ L'écart entre les diamètres extérieurs des câbles et des tubulures doit être inférieur à 15 mm.

ARTICLE 5. EXPLOITATION DES INSTALLATIONS

5.1. Accès

5.1.1. Condamnation des accès

Comme spécifié au paragraphe 1.3.3., les systèmes doivent être accessibles. Cette disposition implique un dispositif de condamnation des accès afin d'interdire l'accès aux installations par des personnes non autorisées. Le dispositif de condamnation varie selon la nature des équipements et le type d'enveloppe utilisée. Le tableau suivant spécifie le type de condamnation à mettre en oeuvre :

EQUIPEMENTS OU NATURE D'ENVELOPPE	TYPE DE CONdamnATION
Armoires accessibles depuis le domaine public routier :	Porte munie d'une serrure 1242 E.
Support de signalisation dynamique (portiques, potences, haut-mats...) :	Dispositif conforme à la norme NF E 85-012 option A, B et C verrouillé par cadenas DENY ZW 11406.
Caissons accessibles depuis le domaine public routier, même à l'aide d'une échelle ou d'une nacelle élévatrice :	Porte munie d'une serrure quart de tour, entièrement métallique, à empreinte triangle mâle de 8 mm. Les caissons de faibles dimensions (moins de 25 dm ³) peuvent être assimilés, du seul point de vue de la condamnation d'accès, à un coffret.
Locaux abritant des équipements de service, hors des centres d'exploitation et hors postes électriques :	Porte munie d'une serrure DENY ZW 11406.
Locaux techniques à l'intérieur de l'enceinte des centres d'exploitation :	Porte munie d'une serrure DENY ZX 32194.
Postes électriques à l'extérieur de l'enceinte des centres d'exploitation :	Porte munie d'une serrure DENY ZW 15319.
Armoires à l'intérieur des locaux ci-dessus :	Porte sans condamnation, sauf réglementation ou spécification particulière.
Baies à l'intérieur des locaux ci-dessus :	Aucune porte en partie avant; porte sans condamnation en partie arrière.

La présente spécification n'autorise pas les condamnations multiples en cascade. Ainsi, un caisson installé sur un support de signalisation ayant lui-même fait l'objet d'une condamnation ne devra pas être muni de serrure à empreinte triangle mâle de 8 mm ; les

portes du caisson seront équipées, dans ce cas, de simples poignées de manoeuvre quart de tour.

5.1.2. Stationnement

Les interventions sur les équipements de service nécessitent fréquemment des périodes de travail de longue durée (supérieure à 30 mn). Le stationnement des véhicules d'intervention doit alors s'effectuer en toute sécurité. Pour cela, les abords des équipements de service, que ceux-ci soient installés en armoire, sur support de signalisation ou en bâtiment, seront équipés d'une aire de stationnement pour un véhicule léger, sauf dispositions contraires des clauses particulières. Cette disposition peut ne pas être appliquée dans le cas de bande dérasée de largeur supérieure à quatre mètres ou dans les zones réputées non accessibles sous circulation (tunnels par exemple).

L'aire de stationnement est conçue de manière à faciliter l'insertion du véhicule dans le flux de circulation au moment du départ. A ce titre, l'accès en marche arrière, depuis la bande d'arrêt d'urgence, doit être facilité. Une attention particulière devra être portée afin de préserver les caractéristiques des dispositifs d'assainissement de l'autoroute.

La distance entre l'aire de stationnement et l'équipement de service sera toujours inférieure à cent mètres. Un cheminement piétonnier bétonné, de largeur minimum 1 m, sera réalisé entre l'aire de stationnement et l'équipement de service. Ce chemin n'offrira pas de pentes supérieures à 15%. Les pentes supérieures seront gravies à l'aide d'escaliers conformes aux normes NF P 01-011 et NF P 87-301.

5.2. Ergonomie des postes de travail

D'une manière générale les installations seront conçues de façon à offrir des conditions de travail non nuisibles à la santé et à la sécurité des personnels intervenants, tout en permettant l'efficacité de ces interventions. Les interventions à prendre en compte sont celles normalement prévisibles sur les ouvrages à des fins de dépannage, réparation, entretien, nettoyage et mesurage. Les normes suivantes sont particulièrement applicables dans ce domaine :

- ◆ NF ENV 26385 relative aux principes ergonomiques de la conception des systèmes de travail.
- ◆ X 35-109 relative aux limites acceptables de port manuel de charges par une personne.
- ◆ NF EN 894-1 relative aux spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des organes de services - principes généraux des interactions entre l'homme et les dispositifs de signalisation et les organes de services.
- ◆ NF EN 614-1 relative à la sécurité des machines - principes ergonomiques de conception.
- ◆ X 35-105 relative aux commandes et organes de service.
- ◆ NF X 35-104 relative aux postures et dimensions pour l'homme au travail sur machines et appareils.
- ◆ NF EN 547-1 relative aux mesures du corps humain et aux principes de détermination des dimensions requises pour les ouvertures destinées au passage du corps dans les machines.
- ◆ NF EN 547-2 relative aux mesures du corps humain et aux principes de détermination des dimensions requises pour les orifices d'accès.

- ◆ NF EN 547-3 relative aux données anthropométriques
- ◆ NF X 35-106 relative aux limites d'efforts recommandées pour le travail et la manutention au poste de travail.

En outre, tout appareillage⁵ pouvant générer une intervention, qu'il soit installé hors sol, en regard ou chambre, présentera une aire de travail horizontale bétonnée rectangulaire d'au moins un mètre de côté, dite aire de propreté. Il en sera ainsi notamment des armoires, coffrets, chambres ou regard contenant de l'appareillage électrique, mâts basculant support de caméras, pied de support de panneaux de signalisation dynamique, etc.

5.3. Signalisation visuelle

Tous les dispositifs de signalisation seront conformes à la norme NF EN 894-2.

5.3.1. Etiquetage

Tous les matériels, qu'il s'agisse de câbles, d'armoires, de baies, de coffrets, de racks, de cartes, de borniers ou de bornes seront repérés par étiquetage.

Le principe de repérage sera soumis à l'approbation du maître d'oeuvre. Il devra être clair, cohérent et non ambiguë. Dans le cas de complément d'installation existante, les principes de repérage seront conservés et les codes de repérage utilisés devront tenir compte des codes préexistant afin d'éviter toute ambiguïté. Les codes de repérage seront précisément reportés dans la documentation.

Dans le cas général, les étiquettes seront gravées. La gravure sera bicolore avec un contraste maximum. La surface des étiquettes sera lambertienne. Les étiquettes seront toujours fixées par rivetage, la fixation par collage étant formellement interdite.

Dans le cas où les spécifications particulières le prévoient, le tracé du libellé des étiquettes sera imprimé à la machine, à l'encre indélébile noire résistant au rayonnement ultraviolet, sur fond blanc. Les formes des chiffres et lettres seront conformes à la norme E 04-505 et leur corps supérieur ou égal à 12 points. L'étiquette sera protégée par un revêtement en matière plastique transparent adapté aux conditions d'environnement.

Les étiquettes seront, en principe, fixées solidairement à l'organe à identifier. Dans les cas où cela s'avère impossible, l'étiquette doit être placée de manière à éviter toute ambiguïté sur l'organe à identifier ; elle sera pour cela préférentiellement fixée dans le plan vertical, immédiatement sous cet organe. Les emplacements des étiquettes seront choisis de manière à rendre le libellé aisément lisible depuis le poste de travail, sans nécessité de démontage ou de déplacement de matériels.

5.3.2. Signalisation lumineuse

Les équipements munis d'une signalisation lumineuse devront respecter les règles suivantes :

⁵ Les simples boîtes de raccordement de câbles ne sont pas, de ce point de vue, à considérer comme des appareillages.

- ♦ La signalisation sera effectuée par des voyants dont la durée de vie sera supérieure à 20 000 heures.
- ♦ Les signaux lumineux seront perçus, sans gêne, dans les conditions normales d'éclairement du lieu d'installation. Ce point peut s'avérer délicat pour les équipements installés en armoire, coffret ou caisson à l'extérieur.
- ♦ Les signaux lumineux respecteront les couleurs suivantes :
 - rouge : réservé exclusivement à la signalisation de défaut. Le défaut peut être provoqué par une absence de signal ou un matériel défaillant. Les alarmes sont donc toujours visualisées par des signaux de couleur rouge.
 - jaune/orange : signalisation d'information du type témoin. Cette signalisation ne préjuge en principe pas du bon ou mauvais fonctionnement de l'équipement.
 - verte : signalisation de bon fonctionnement. Ce signal implique nécessairement l'état de marche de l'équipement ou de la fonction.
- ♦ Les signaux lumineux seront toujours identifiés par étiquetage ou gravure d'un libellé indiquant leur signification.
- ♦ Les signaux lumineux sont normalement placés en face avant des matériels et visibles par l'opérateur en position de travail ordinaire.

5.4. Equipements de test

Les équipements de test et de mesurage destinés à l'exploitation ou à la maintenance des installations seront, sauf spécifications particulières, intégrées à des enveloppes portables. Ils seront toujours fournis avec l'ensemble des accessoires nécessaires à leur utilisation courante : cordons secteur, câbles de raccordement à l'installation (cordons de test, câbles de transmission...), chargeur batterie le cas échéant.

Les cordons auront une longueur minimale de deux mètres. L'ensemble des accessoires sera rangé à l'intérieur de l'enveloppe portable, à des emplacements prévus à cet effet.

5.5. Localisation des câbles

Chaque câble enterré sera radio-localisable. Seuls les dispositifs permettant d'identifier individuellement les câbles sont autorisés. L'injection de fréquence sur le câble devra se faire sans endommagement du câble, sans ouverture de boîte ou manchon, et sans interruption d'exploitation ni réduction du niveau de sécurisation des circuits correspondants. Sur chaque câble, les points d'injection ne devront pas être distants de plus d'un kilomètre ; ces points seront repérés par des systèmes passifs du type transpondeur électromagnétique. En tout état de cause, les points d'injection devront être placés de telle façon que l'identification des câbles soit réalisable sur chaque site, avec un recouvrement d'au moins 30% entre les zones identifiables à partir de deux points d'injection successifs.

Le repérage devra bien sûr fonctionner dans l'environnement autoroutier ; ceci inclut notamment la proximité d'ouvrages métalliques, de béton armé, de glissières de sécurité, mais aussi de lignes EDF et SNCF (alternatif et 1500 V continu).

5.6. Servitudes

5.6.1. Armoires

Les armoires installées hors des locaux chauffés et éclairés seront équipées des servitudes suivantes :

- ♦ Eclairage situé en partie haute de l'armoire, à commande automatique par ouverture de la porte.
- ♦ Prise de courant de service protégée par disjoncteur différentiel haute sensibilité (10 mA). La mise hors tension des prises de courant de service doit pouvoir intervenir indépendamment de la mise hors tension de l'équipement de service ou d'exploitation contenu dans l'armoire.
- ♦ Un conjoncteur téléphonique relié au réseau de téléphonie de service.

5.6.2. Baies

Sauf spécifications particulières, les baies sont équipées des servitudes suivantes :

- ♦ Un dispositif de ventilation permettant l'amenée d'air frais en partie basse et l'évacuation de l'air chaud en partie haute. Ce dispositif n'est pas thermostaté et fonctionne en permanence.
- ♦ Un plateau de travail escamotable, situé à une hauteur du sol de $1\,000\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$ ($21\text{ U} \pm 2\text{ U}$). Ce plateau, de hauteur 1 U^6 , est verrouillable en position escamoté et en position de travail. Il offre une profondeur de travail d'au moins 400 mm et supporte une charge de 20 daN uniformément répartie et 10 daN en extrémité. Il est muni de deux poignées de manoeuvre en face avant.

ARTICLE 6. QUALITE ET AGREMENT DES MATERIAUX ET MATERIELS

6.1. Généralités

En règle générale, tous les matériaux, matériels et équipements seront soumis à l'agrément du maître d'oeuvre. L'entrepreneur respectera les indications proposées par lui dans son "mémoire technique" (pièce citée au CCAP), sous réserve que ses indications satisfassent au CCTP, quant à l'origine précise des matériels et des matériaux utilisés. Aucune modification ne peut intervenir sans l'accord du maître d'oeuvre. Les prescriptions énoncées au CCTP prévalent par rapport à celles énoncées au "mémoire technique".

Toutes les fournitures doivent être constituées de matériels neufs et de pièces neuves. En particulier, les éléments dont la conception initiale se trouve modifiée ou détériorée au cours des essais de mise au point et pendant la garantie, par adjonction, remplacement ou retrait de pièces détachées, seront échangés, à la fin, contre de nouveaux éléments techniquement repensés et reconstruits.

Outre les essais prévus au marché, le maître d'oeuvre pourra faire exécuter, sur les pièces fabriquées, toutes les épreuves qu'il jugerait utiles pour s'assurer de leur qualité et de leur bonne exécution, et pour vérifier leurs caractéristiques. Ces essais sont à la charge du maître

⁶ 1 U=44,45 mm

d'ouvrage, sauf si ceux-ci démontraient une mauvaise exécution, une mauvaise qualité ou des caractéristiques inacceptables. Tous les essais sont coordonnés par le maître d'oeuvre, l'entrepreneur étant tenu d'y assister, mais sa présence n'est pas rémunérée. Les contrôles ne déchargent en rien l'entrepreneur en ce qui concerne sa responsabilité quant au bon fonctionnement de ses matériels.

6.2. Bétons et agrégats

6.2.1.Règles de conception

Les règles techniques de conception et de calcul des éléments en béton armé, définies dans le DTU P 18-702 (Règles BAEL 91) éditées par le CSTB, devront être appliquées. Ces règles sont aussi applicables à la conception de locaux, constitués d'un assemblage d'éléments préfabriqués en béton armé.

6.2.2.Environnement

Les travaux de réalisation en béton sont généralement situés en accotement de voies rapides. Des précautions particulières sont donc à prendre, vis à vis de l'agressivité de l'environnement. Le niveau de protection permettant de définir la constitution des bétons, est le niveau 2 tel qu'il est défini dans la norme P 18-011. La classe d'environnement à prendre en compte au sens de cette norme, est A2.

Pour les bétons prêts à l'emploi définis dans la norme XP P 18-305, la classe 3 est à retenir (gel sévère et usage de produits de salage). Toutes les installations sont réalisés dans des zones classées 2B₁ au sens de l'annexe B de la norme XP P 18-305.

6.2.3.Températures de mise en oeuvre

La température au-dessous de laquelle la mise en place de béton ne sera autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens et de ciments préalablement agréés par le maître d'oeuvre, est fixée à +5°C.

La mise en oeuvre du béton à une température inférieure à 0°C est interdite.

6.2.4.Béton prêt à l'emploi

Compte tenu des contraintes relatives aux travaux en accotement autoroutier (temps de balisage limité, travaux sous fermeture, etc.) les bétons prêts à l'emploi sont fréquemment utilisés pour ces travaux (massifs de fondation, aire de stationnement, etc.). Ce sont des bétons préparés à partir d'un mélange de ciment, de granulats courants naturels ou artificiels, d'eau et éventuellement d'adjuvants et d'additions, dont tous les composants sont dosés dans une installation appelée centrale, puis malaxés, pour être livrés prêts à être mis en place sans autre traitement.

Ces bétons sont :

- ♦ soit dosés et malaxés en centrale de malaxage ;
- ♦ soit dosés en centrale de dosage, leur malaxage étant effectué ou parachevé dans des mélangeurs installés sur des véhicules (bétonnières portées).

Ils sont transportés de la centrale au lieu d'utilisation dans des véhicules spécialement équipés de cuves tournantes (bétonnières ou agitateurs portés), ou dans des véhicules à bennes munies ou non d'agitateurs.

Les conditions de fabrication des bétons prêts à l'emploi, leurs caractéristiques, leurs qualités garanties et les essais aptes à vérifier ces dernières, ainsi que les conditions de livraison et de mise en oeuvre, devront être conformes aux spécifications de la norme XP P 18-305 (remplace P 18-305 de décembre 1994).

Si les bétons prêts à l'emploi font l'objet d'un droit d'usage de la marque NF de conformité à la norme XP P 18-305, il doit en être fait état auprès du maître d'oeuvre, conformément au règlement particulier de cette marque.

6.2.5. Granulats

6.2.5.1. Caractéristiques générales

Le vocabulaire relatif aux granulats, ainsi que leur définition et les méthodes de classification sont donnés dans la norme P 18-101.

Les granulats devront être conformes aux spécifications de la norme XP P 18-540, et obtenir l'attribution de la marque NF décernée aux produits conformes à cette norme (garantie que ces éléments sont contrôlés sous l'égide de l'AFNOR).

6.2.5.2. Sables

6.2.5.3. Propreté des sables

La propreté des sables est déterminée par la mesure de l'équivalent de sable ES, (P 18-598).

Les valeurs spécifiées inférieures sont les suivantes :

- ♦ (mesure à vue) : $75 \text{ ES}_v \geq 75$;
- ♦ (mesure au piston) : $70 \text{ ES}_p \geq 70$.

Ces valeurs étant ramenées respectivement à 65 et 60 pour les sables entièrement broyés ou concassés.

Si l'ES du sable est inférieur aux valeurs spécifiées, il est réputé conforme si la valeur de bleu VBta (mesure à la tache, norme P 18-592) respecte la valeur spécifiée supérieure de 1 : $\text{VBta} \leq 1$.

Toutefois, si VBta est supérieur à la valeur spécifiée, il est réputé conforme si la valeur de bleu VBtu (méthode turbidimétrique, norme P 18-595) respecte la valeur spécifiée supérieure de 0,5 : $\text{VBtu} \leq 0,5$.

6.2.5.4.Sable pour assise et couverture des câbles en tranchée

Les câbles seront posés entre deux couches de sablon. Ce sablon ne devra pas renfermer de grains dont la plus grande dimension dépasserait 0,05 mm. L'emploi de sable de concassage et de sable de rivière est interdit.

6.2.6.Eau de gâchage

L'eau de gâchage devra être conforme, quant à ces caractéristiques, à la norme NF P 18-303).

6.2.7.Caractéristiques du béton de fondation

La constitution et les caractéristiques des bétons destinés à des fondations (mâts, potences, portiques, etc.), devront être conformes à la norme NF P 18-201) et XP P 18-305) dans le cas de béton prêt à l'emploi.

La béton après séchage, devra satisfaire aux essais et contrôles définis ci-dessous :

- ♦ résistance à la compression à 7 jours : > 25 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-406 ;
- ♦ résistance à la compression à 28 jours : > 30 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-406 ;
- ♦ résistance à la flexion : > 3 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-407 ;
- ♦ essai de gel/dégel : chute de la résistance à la compression (par rapport aux valeurs initiales) < 15% avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et P 18-424 (ou mode opératoire CE 86-228C (CE BTP)).

6.2.8.Caractéristiques du béton de remplissage ou de scellement

La constitution et les caractéristiques des bétons destinés aux remplissages ou aux scellements (fixations d'armoire, enrobage, etc.) devront être conformes à la norme NF P 18-201) et XP P 18-305) dans le cas de béton prêt à l'emploi.

La béton après séchage, devra satisfaire aux essais et contrôles définis ci-dessous :

- ♦ résistance à la compression à 7 jours : > 16 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-406 ;
- ♦ résistance à la compression à 28 jours : > 20 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-406 ;
- ♦ résistance à la flexion : > 1,5 Mpa avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et NF P 18-407 ;
- ♦ essai de gel/dégel : chute de la résistance à la compression (par rapport aux valeurs initiales) < 15% avec des éprouvettes confectionnées suivant la norme NF P 18-400 et essayées suivant le mode opératoire des normes NF P 18-404 et P 18-424 (ou mode opératoire CE 86-228C (CE BTP)).

6.2.9.Caractéristiques des aciers

Les aciers utilisés pour le ferrailage des bétons devront être conformes aux normes NF A 35-019-1, NF A 35-019-2, et NF A 35-016.

6.2.10.Parpaings de ciment

L'usage de blocs agglomérés en béton (parpaings) n'est autorisé qu'à des fins de remplissage des vides de construction à l'intérieur des structures porteuses. Seul l'emploi d'éléments pleins est alors admis.

La définition générale des blocs de béton pour murs et cloisons est donnée dans la norme NF P 14-101.

Les caractéristiques des blocs de béton devront être conforme aux spécifications de la norme NF P 14-301. La classe de résistance à prendre en compte est B160 au sens de cette norme. Tous les blocs utilisés devront comporter l'estampillage NF tel qu'il est défini par l'AFNOR.

L'assemblage des ces blocs devra être réalisé suivant les directives de la norme NF P 14-301 avec un mortier de ciment conforme aux spécifications de la norme NF P 15-201-1.

Sauf spécification particulière, tous les murs réalisés par un assemblage de blocs de béton, seront enduits sur toute la surface avec mortier de ciment NF P 15-201-1. L'épaisseur de l'enduit ne sera en aucun cas inférieur à 1 cm.

A l'intérieur des locaux chauffés, les surfaces devront être revêtues d'un parement ou d'une peinture anti-poussières.

6.3.Câbles

6.3.1. Constitution

L'entrepreneur devra toujours fournir au maître d'oeuvre les spécifications des câbles utilisés et les recommandations de mise en oeuvre.

6.3.2. Câbles de télécommunication

Hormis pour les raccordements entre équipements à l'intérieur des locaux techniques ou à l'intérieur des enveloppes, tout câble à paires ou à quarts aura des conducteurs de diamètre 0,8 mm au minimum.

Il ne sera jamais posé de câbles de capacité inférieure à sept (7) paires.

A l'intérieur des locaux techniques, les câbles téléphoniques de raccordement entre équipements seront conformes à la norme NF C 93-527-8.

Pour les seuls locaux situés dans des bâtiments accueillant du personnel en permanence aux heures habituelle de travail (cas typique des centres d'exploitation), les câbles comporteront une protection renforcée contre l'incendie (câble série 279 de France Télécom). Ces câbles sont classés C1 selon la norme NF C 32-070. A l'intérieur des autres locaux techniques la protection renforcée des câbles téléphoniques contre l'incendie n'est pas exigée.

6.3.3. Armure

Tous les câbles installés à l'extérieur des bâtiments, quel que soit le mode de pose (enterrés, en fourreaux, caniveaux ou chemins de câbles), seront armés d'un tube annelé en acier soudé en long, ou de deux feuillets acier en hélice, à moins d'une dérogation explicitement prévue par les spécifications particulières.

6.4. Chemins de câbles

Les chemins de câbles, en extérieur comme en intérieur, seront constitués de fils d'acier soudés galvanisés à chaud conformément au § 6.6. Les mailles ainsi constituées auront les dimensions maximum suivantes :

- ♦ longueur 100 mm ;
- ♦ largeur 50 mm

La construction et la mise en oeuvre des chemins de câbles (voir § 7.1.4.) seront telles qu'il n'existera aucune aspérité susceptible de blesser les câbles lors de leur pose.

6.5. Composants électriques et pièces détachées

6.5.1. Choix du matériel

En dehors de la conformité aux normes précitées, tout le matériel entrant dans les installations électriques devra être conforme aux normes européennes ou, à défaut, françaises.

- ♦ Tous les circuits imprimés seront vernis.
- ♦ Tous les circuits installés dans des enveloppes hors des locaux chauffés seront tropicalisés.
- ♦ L'usage de la Bakélite et du carton bakéliné est interdit comme matériel de support.
- ♦ L'usage des pâtes de brasure à base de zinc est prohibé.
- ♦ L'usage de circuits utilisant la connexion enroulée dite technologie "wrapping" sera soumis à l'agrément préalable du maître d'oeuvre. Les connexions enroulées seront, dans tous les cas, conformes aux normes NF C 93-021 et UTE C 93-021U .

6.5.2. Matériel faisant l'objet de normes

Tout matériel faisant l'objet de normes UTE devra être conforme à celles-ci.

Lorsque, pour un matériel déterminé, les normes prévoient l'attribution de la marque nationale de conformité aux normes NF USE ou de la marque de qualité USE, il ne devra être utilisé que du matériel revêtu de cette marque.

Lorsque, pour un matériel déterminé, les normes ne prévoient pas l'attribution de la marque de conformité aux normes NF USE ou de la marque USE, la qualité de ce matériel devra être garantie par la présentation d'un procès-verbal de conformité aux normes, délivré par un organisme habilité.

6.5.3. Matériel ne faisant pas l'objet d'une norme

Lorsqu'il n'existe aucune norme concernant le matériel utilisé, celui-ci devra présenter toutes les garanties de solidité, de durée, d'isolement et de bon fonctionnement désirables. Il devra notamment répondre aux réglementations ou spécifications techniques générales ou fondamentales concernant l'usage auquel il est destiné.

6.5.4. Echantillons

Préalablement à l'exécution, pour juger de la qualité du projet de l'entrepreneur, le maître d'oeuvre se réserve le droit de demander la présentation d'échantillons des appareillages, composants et ensembles préfabriqués.

6.5.5. Connectique

A l'étude.

6.6. Pièces métalliques

6.6.1. Choix des matériaux

L'usage du zamag, et des alliages à base de zinc, est interdit.

Lorsque des aciers inoxydables sont mis en oeuvre, ceux à structure ferrite ne sont pas autorisés ; si ces pièces doivent être soudées, elles seront choisies dans des nuances dont la résistance à la corrosion n'est pas diminuée après soudage (Z 6 CN 18-01 et Z 6 CNT 18-11 proscrits au profit de Z 6 CND 17-11 et Z 8 CNDT 17-12).

Les pièces décolletées seront en laiton Cu Zn 39 Pb 3 (NF A 51-105) ; la nuance Cu Zn 40 Pb 3 est proscrite du fait de son inaptitude aux déformations et au sertissage.

En règle générale, toutes les pièces métalliques des différents équipements devront être protégées contre l'oxydation et la corrosion, avant leur mise en oeuvre. Les conditions définies dans la norme A 91-011, sont les suivantes :

- ◆ Dans les locaux chauffés : "Intérieur sec".
- ◆ Sur le site : "Exposition atmosphérique avec aspersion corrosives".
- ◆ Sur le site, mais à l'intérieur d'enveloppe d'un degré de protection minimum IP55 : "Exposition atmosphérique".

6.6.2. Visserie

La visserie sera toujours en acier inoxydable 18/10 ou en laiton. L'usage de la visserie en laiton n'est toutefois pas autorisée pour l'assemblage des structures. Si de la visserie aluminium est proposée, elle sera dûment justifiée et son emploi sera limité aux liaisons primaires des ossatures en aluminium.

Toutes les vis utilisées devront respecter le tableau ci-après. La codification utilisée est celle de la norme NF E 25-004 :

Empreintes et entraînements → Usage ↓	Toute empreinte X	CZX	Toute empreinte Z	CHC	Entraînement H
Structures	Interdit	Autorisé	Interdit	Interdit	Autorisé
Fermetures d'enveloppes	Interdit	Autorisé	Interdit	Autorisé	Autorisé
Autre usage	Autorisé	Autorisé	Autorisé	Autorisé	Autorisé

6.6.3. Aciers

Les aciers non inoxydables recevront, après façonnage, une galvanisation à chaud pouvant être peinte ultérieurement. La masse moyenne du revêtement de zinc ne sera pas inférieure à 500 g/m², sur chaque face. Les traitements seront conformes aux normes générales NF A 91-121 et A 91-122 ainsi qu'aux normes particulières s'y rattachant pour les tôles, fils, tubes, etc... Cette galvanisation sera exécutée après découpage, pliage, soudage et perçage des différents éléments.

Les aciers "cadmiés-bichromatés" ne peuvent être installés qu'à l'intérieur des enveloppes ; le dépôt de cadmium sera conforme à la norme générale NF A 91-102 ; les aciers seront ensuite passivés par bichromatage. Ils sont d'une manière générale à éviter et leur utilisation devra être dûment justifiée par l'entrepreneur, et soumise à l'acceptation par le maître d'oeuvre.

Si une peinture est prévue aux spécifications particulières, ce revêtement sera réalisé par application d'un système de peinture comportant, nécessairement, une couche primaire anticorrosion. Le nombre de couches dépendra de la nature des produits utilisés (peintures polyuréthannes, glycérophtaliques, mélanines à séchage au four...) et de leur épaisseur d'application.

ARTICLE 7. PRESCRIPTIONS DE MISE EN OEUVRE

7.1. Pose des câbles

Les différents câbles seront posés en pleine terre, en fourreaux, en caniveaux ou sur chemin de câbles. Aucun câble ne sera passé en aérien, ni suspendu à un support. Lors des changements de support ou changements de nature de conduite, les câbles ne doivent pas rester sans support

sur une longueur supérieure au rayon de courbure minimal statique pour les câbles rigides et 20 cm pour les câbles souples.

Pour les câbles armés par feuillard d'acier, ou contenant des fibres optiques, le rayon de courbure sera toujours supérieur à 20 fois le diamètre du câble ; un rayon supérieur pourra être imposé, s'il correspond aux recommandations du fabricant.

Toute canalisation enterrée (y compris sous fourreau, tubes ou en caniveau), sera signalée par un dispositif avertisseur non corrodable conforme à la norme NF T 54-080, placé entre 15 et 20 cm au-dessus des câbles ou du dispositif protecteur.

Les canalisations souterraines seront établies conformément à la spécification technique EDF HN 11-S-01. Toutes les spécifications du chapitre 52 de la norme NF C 15-100 relatives à la pose des conducteurs dans les installations BT, seront aussi transposées aux câbles et canalisations de télécommunication.

Les câbles ne devront pas passer à moins de 50 cm des bords de supports ou de massifs de ligne aérienne, dispositifs de signalisation, ou autres supports équivalents. Cette distance sera augmentée à 1,5 m si lesdits supports sont soumis à un effort de basculement vers la fouille.

7.1.1. Pose en pleine terre

7.1.1.1. Fouilles pour tranchées

D'une manière générale, les caractéristiques des tranchées ainsi que les méthodes pour leur réalisation et leur remblaiement devront être conformes à la norme NF P 98-331. En application de cette norme, la présente spécification retient le critère de trafic fort. Les spécifications particulières peuvent cependant exiger des contraintes de réalisation plus sévères.

Les tranchées seront réalisées soit mécaniquement à la pelle, soit à la main lorsque l'emploi d'un engin mécanique sera impossible. L'utilisation de trancheuse est autorisée, bien que ce mode de réalisation soit, en règle générale, inadapté aux travaux en accotements de voies rapides (nombreux obstacles : pieds de glissières, mâts de signalisation, ouvrages, etc.). Ces tranchées seront réalisées en terrain pouvant comporter des éléments rocaillieux. Le fond de la tranchée devra être soigneusement nivelé. Il ne devra pas présenter d'aspérité d'une hauteur supérieure à 1 cm.

Les fouilles seront exécutées à sec, en assurant le détournement des eaux. La terre végétale sera soigneusement décapée et stockée séparément ; elle sera ensuite utilisée pour le remblaiement de la partie supérieure de la tranchée.

Aucun dépôt de matériaux ne devra gêner l'accès aux ouvrages dont l'accès doit rester constamment libre : bouches d'incendie, postes d'appel d'urgence, bouches d'égout, regard, etc. Aucune fouille ne devra rester ouverte la nuit si elle n'est pas séparée de la circulation par des dispositifs avertisseurs et de sécurité.

La profondeur des tranchées sera fixée de telle manière que la génératrice supérieure des câbles (pour tous les câbles) soit au minimum à 0,60 mètre sous le niveau fini du sol, après remblaiement. Ces dispositions imposent notamment d'augmenter de manière importante, la profondeur moyenne des tranchées réalisées dans des accotements à forte déclivité.

La largeur de la tranchée sera déterminée par les règles suivantes :

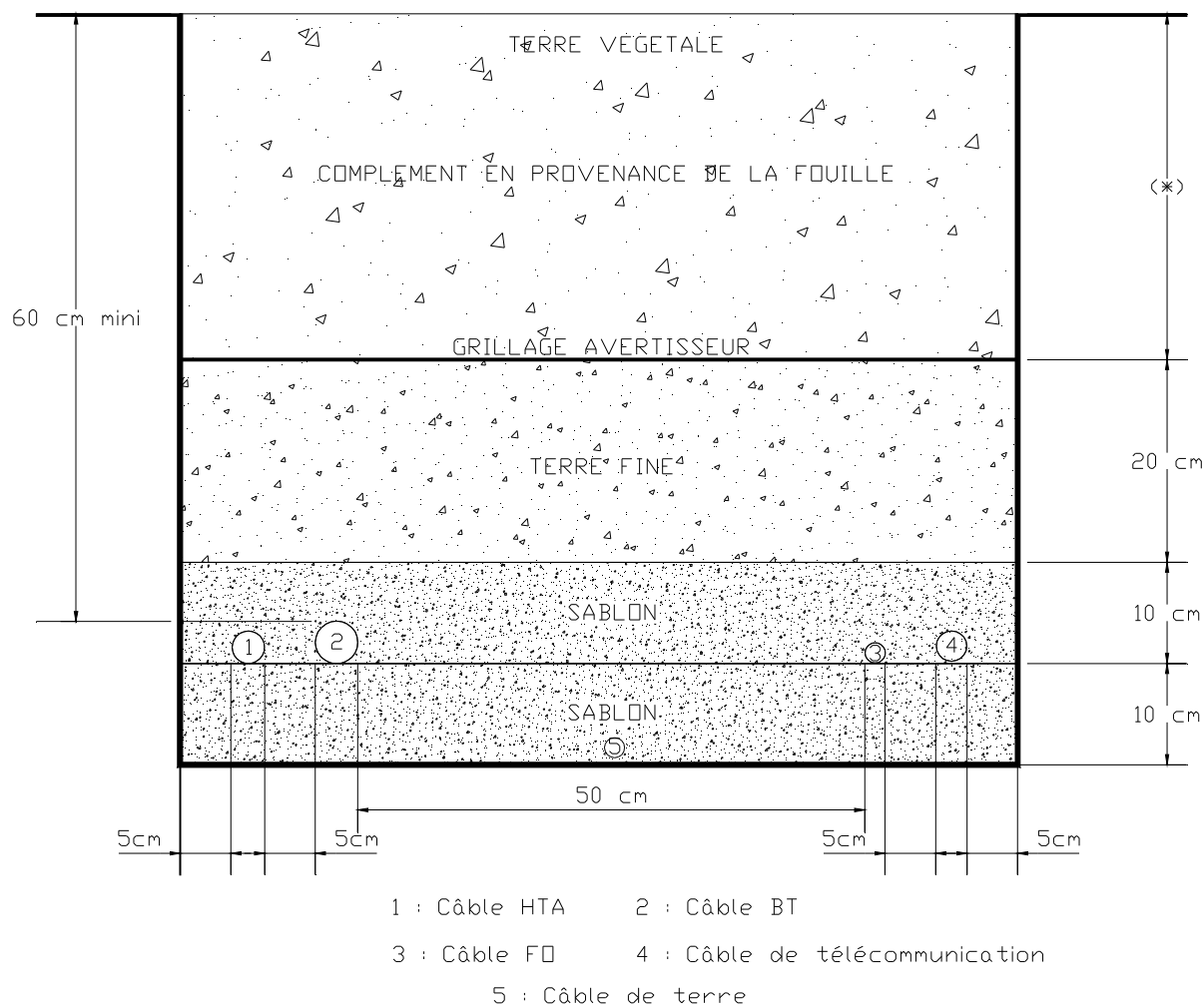
- ♦ distance entre le bord de la tranchée et les câbles : 5 cm ;
- ♦ distance entre câbles de même nature : 5 cm ;
- ♦ distance entre câbles courant faibles et câbles courants forts : 50 cm.

7.1.1.2. Pose des câbles en tranchée

Suivant les cas, les câbles seront mis en place par déroulage, tirage ou portage. Les contraintes spécifiques à la pose des différents câbles sont fixées par les spécifications particulières.

La Figure 1 ci-dessous montre la position des différents câbles dans la tranchée et la méthode de remblaiement de celle-ci. La largeur de la tranchée pourra être réduite en fonction du nombre de câbles à poser.

Figure 1 : Coupe type d'une tranchée



* : variable en fonction du câble ayant le plus gros diamètre.

7.1.1.3. Remblaiement des tranchées

Le remblai sera constitué du bas au haut de la tranchée par :

- ◆ 10 cm de sablon ;
- ◆ les câbles ;
- ◆ 10 cm de sablon ;
- ◆ 20 cm de terre fine d'une granulométrie de 0/30 maximum ;
- ◆ un grillage plastique avertisseur conforme à la norme NF T 54-080 (bicolore rouge/vert dans la majorité des cas) de la largeur de la tranchée ;
- ◆ le complément de matériaux en provenance des fouilles ;
- ◆ la terre végétale ou le revêtement de surface.

Sauf indications contraires dans les spécifications particulières, le ré-engazonnement du terrain sera systématique pour les tranchées exécutées en pleine terre.

7.1.2. Pose en fourreaux

7.1.2.1. Réalisation de batteries de fourreaux neuves

La fouille nécessaire à la réalisation de la batterie de fourreaux sera réalisée suivant les spécifications du paragraphe 7.1.1.1.

Pour la construction des canalisations, les tubes seront des tubes semi-rigides, conformes à la NF T 54-018 ; leur diamètre ne devra pas être inférieur à 80 mm. Avant leur assemblage les tubes seront soigneusement nettoyés à chaque extrémité au moyen d'un liquide décapant approprié tel que l'acétone technique. La partie femelle sera décapée intérieurement et la partie mâle extérieurement. L'extrémité mâle sera ensuite enduite d'une colle spéciale PVC conforme aux normes NF T 54-095 et NF T 54-096 et les deux fourreaux seront emboîtés.

Si des fourreaux polyéthylène sont posés dans des zones particulières (proximité de lignes HT ou SNCF), ils devront être conformes aux normes NF T 54-044 et NF T 54-070.

L'empilage est constitué par la superposition de nappes horizontales de tubes formant un réseau à mailles carrées, chaque tube étant séparé du voisin dans le sens horizontal et vertical par un espace de 3 cm.

Un radier devra être dressé en fond de fouille. Il servira de fondation à la batterie de fourreaux. Préalablement à la construction de ce radier, le fond de fouille devra être soigneusement purgé de tout corps saillant, égalé et compacté. Le coulage du radier est effectué de façon continue ; le béton de coulage devra être conforme à la norme XP P 18-305. Le radier aura une épaisseur de 10 cm et comportera une armature en treillis soudé haute adhérence, disposé au tiers inférieur. Les reprises de coulage de radier ne doivent en aucun cas correspondre aux points de recouvrement des mailles. Si le coulage du radier est effectué en deux phases, celles-ci doivent être successives de façon que la prise ait lieu en une fois, sans reprise de bétonnage entre les deux couches.

Les tubes devront être maintenus par des peignes dont l'espacement en fonction du tracé de la canalisation ne devra pas être supérieur à 1,50 m. Le principe est d'utiliser un peigne simple pour la première rangée de tubes, sur lequel est encliqueté un peigne double pour la seconde rangée de tubes et ainsi de suite jusqu'à la dernière rangée de tubes, qui est maintenue par un peigne simple encliquetée dans le dernier peigne double. Les peignes doivent être soigneusement emboîtés et l'empilage doit être stable. Les peignes doivent être rapprochés dans les courbes accentuées.

Avant le coulage du béton d'enrobage qui devra être conforme à la XP P 18-305, il sera vérifié que les tubes sont convenablement positionnés et maintenus en place de manière rigide. L'enrobage latéral devra avoir une épaisseur de 10 cm comptés à partir de la génératrice extérieure des tubes ; l'enrobage au dessus des tubes est de 10 cm comptés à partir de la génératrice supérieure des fourreaux. Le béton doit être accompagné dans sa chute et être distribué de façon régulière dans les coffrages (la tranchée pourra servir de coffrage).

Un dispositif avertisseur conforme à la norme NF T 54-080 de la largeur de la batterie de fourreaux devra être posé. Il sera posé à au moins 20 cm de la batterie et jamais à moins de 20 cm sous la surface du sol.

Une réserve d'au moins trois fourreaux devra être prévue lors de la réalisation d'une batterie de fourreaux (par rapport au nombre utiles pour la pose des câbles du projet).

7.1.2.2. Utilisation de fourreaux existants

Si des fourreaux existants sont utilisés pour la pose des câbles du projet ils devront, au préalable, être nettoyés. Une vérification avec un alvéomètre permettra de vérifier le diamètre minimum utilisable des conduites et donc de valider ou non, la possibilité d'utilisation de ces fourreaux.

Les chambres existantes qui permettront le tirage des câbles, devront être vidées des détritiques de diverses nature (papiers, écoulements de terres, feuilles, etc.) et nettoyées pour permettre des travaux de pose dans de bonnes conditions.

7.1.2.3. Pose des câbles en fourreaux

Préalablement au tirage des câbles, des dispositions mécaniques seront prises dans les chambres pour éviter tout risque de détérioration de l'enveloppe extérieure des câbles et pour respecter le rayon de courbure dynamique des câbles tel que spécifié par le fabricant.

Le tirage des câbles en fourreaux, lorsqu'il sera mécanisé, s'effectuera toujours sous contrôle automatique de l'effort de traction. Les efforts exercés sur le câble seront enregistrés pendant toute la durée de l'opération. Les données, identifiant sans ambiguïté la longueur concernée, seront systématiquement transmises au maître d'oeuvre.

7.1.3. Pose en caniveaux

Les caniveaux seront posés sur une surface parfaitement nivelée. Ils seront mis en place sur une semelle béton en cours de prise.

La dimension des caniveaux devra être telle qu'il reste un espace libre entre les câbles et la face inférieure des couvercles. Cet espace sera supérieur à deux dixièmes du diamètre des câbles. Les caniveaux seront dimensionnés de telle façon qu'en tout point il soit possible de réaliser une jonction par thermorétractable. Les caniveaux comprendront autant d'alvéoles que de classes de tension supportées par les câbles. L'alvéole réservée aux câbles de classe très basse tension accueillera les câbles de télécommunication.

La surface intérieure des caniveaux sera parfaitement lisse, sans aspérité. Il ne sera fait usage que de caniveaux rectilignes : pour réaliser les courbes, on aménagera avant pose des câbles, un radier raccordé exactement au fond des caniveaux ; après la mise en place des câbles, deux

murettes en briques jointoyées au ciment seront élevées de chaque côté de la liaison, puis recouvertes de dalles en béton armé.

Lorsque les caniveaux sont dans le sol, le remblaiement de la tranchée sera effectué dans les mêmes conditions que pour la pose en pleine terre. En cas de pose dans le sol ou sur celui-ci, le terrain sera préalablement stabilisé.

Les câbles devront être régulièrement immobilisés, pour empêcher toute reptation.

7.1.4. Pose sur chemins de câbles

7.1.4.1. Pose des chemins de câbles

Les chemins de câbles, tels que définis au paragraphe 6.4., seront toujours façonnés sur place par simple découpe des fils d'acier. Les coupes seront réalisées à l'aide d'un coupe-boulon à mâchoires d'angle dites coupe tondeuse ou coupe à ras. Les différentes longueurs ainsi découpées seront assemblées par éclissage ; les éclisses étant celles préconisées par le fournisseur de chemins de câbles.

Les chemins de câbles, quelle que soit leur largeur, et leur mode de fixation seront dimensionnés afin qu'une force de 100 daN, appliquée perpendiculairement au plan de pose des câbles et en tout point, amène une flèche inférieure ou égale à 5 mm.

Sauf spécifications particulières ou avis contraire des normes relatives au domaine d'utilisation, les chemins de câbles seront toujours mis à la terre à l'aide d'un conducteur de terre posée à l'extérieur de ceux-ci. Le conducteur de terre est fixé solidairement à chaque longueur de chemin de câble par l'intermédiaire d'un dispositif recommandé par le fournisseur. L'usage de rondelle bimétallique est en général nécessaire pour assurer la fixation du conducteur en cuivre sur le dispositif de fixation en acier galvanisé afin d'éviter la corrosion de l'assemblage par effet du couple électrochimique Cu-Zn.

Un même chemin de câbles ne pourra accueillir que des câbles supportant le même domaine de tension. Les domaines de tension à retenir sont :

- ♦ Haute tension A (HT A);
- ♦ Basse tension (BT);
- ♦ Très basse tension (TBT).

Les niveaux de tension définissant chacun des domaines sont définis dans la norme UTE C 18-510U. Il est entendu que, pour le domaine d'application de la présente spécification et sauf spécification particulière, les câbles dits à courants faibles (téléphoniques, coaxiaux, fibres optiques...) entrent dans le même domaine de tension que la TBT.

7.1.4.2. Pose des câbles sur chemins de câbles

Outre le respect des rayons de courbure, la pose sur chemin de câble devra permettre une dissipation satisfaisante des pertes thermiques, y compris en cas de défaut sur les circuits d'énergie.

La pose des câbles et leur fixation devront être réalisées pour supporter les dilatations thermiques des câbles et des chemins, éviter les ondulations anormales, éviter la reptation du

câble lorsque la liaison est dénivelée. La fixation devra aussi être adaptée à l'effort électrodynamique, en cas de court-circuit sur les câbles d'énergie. Les câbles seront fixés au chemin de câbles au moins tous les mètres dans les parcours horizontaux, tous les cinquante centimètres dans les parcours dont la pente est supérieure à 45°.

L'emploi des attaches métalliques dont l'élasticité est insuffisante et blessante pour les câbles, ou des bandes synthétiques susceptibles de se détendre et casser, est proscrit, au profit des bandes souples imputrescibles.

Les câbles supportant des classes de tension différentes (HT, BT et TBT/télécommunication) seront posés sur des chemins différents.

7.1.5. Croisement de canalisation et réseaux

Les réseaux installés ne doivent pas circuler à moins de 50 cm des canalisations ou réseaux existants (électriques ou non). Lorsque des croisements sont nécessaires, les liaisons seront perpendiculaires, et distantes d'au moins 20 cm. Ces distances pourront être réduites pour les circulations en chemins de câbles dans des faux-planchers ou plafond techniques ; dans ces cas, les chemins de câbles seront écrantés par des tôles type GantoisTM rendues solidaires des chemins de câble, et mises à la terre.

Lorsque le croisement fait intervenir une liaison d'énergie, les distances précédentes devront être augmentées, et les dispositions nécessaires mises en place pour assurer la protection contre les éventuelles perturbations par induction.

Les câbles ne devront pas passer à moins de 1,50 m de massifs ou supports de signalisation, lignes aériennes... Si, du fait de la configuration particulière d'un lieu, cette distance ne peut être respectée, la cheminement à proximité du massif ou support sera réalisé sous fourreaux bétonnés.

Les câbles empruntant des traversées de chaussées réalisées par saignée ou par perforation circuleront sous protection AG 4 à 60 cm minimum de la couche de roulement (protection assurée par un tube de tôle d'acier de 2,5 mm d'épaisseur).

7.1.6. Repérage des câbles

Les câbles seront repérés conformément au 5.3. Ce repérage sera notamment effectué :

- ◆ à chaque pénétration d'enveloppe (les traversées des cloisons ou planchers sont considérées à ce titre comme des pénétrations d'enveloppe),
- ◆ au niveau des épanouissements,
- ◆ aux points de localisation (Cf § 5.5.).

7.2.Installation dans les locaux

Hormis les matériels de production, de protection ou de stockage d'énergie, tous les équipements actifs installés dans des locaux techniques seront montés dans des baies. La pose murale d'équipements isolés est interdite, sauf spécification particulière.

Les équipements seront fixés aux montants de la baie par au moins deux vis de chaque côté (une seule de chaque côté si la hauteur de l'équipement est inférieure à 2 U), et supportés par des glissières ou un plateau.

Tous les matériels et cartes accessibles par la face avant doivent être verrouillables. Ils doivent être protégés pour supporter les connexions, déconnexions, insertions et extractions sous tension.

7.3.Câblage à l'intérieur des enveloppes

7.3.1. Principes directeurs

Toute enveloppe abritant des circuits en rapport avec le transport, la distribution ou l'utilisation de l'énergie électrique sera considérée comme un ensemble d'appareillage à basse tension au sens de la norme NF EN 60439-1 (C 63-421) ; à ce titre, le câblage à l'intérieur de ces enveloppes sera conforme à cette norme.

L'organisation du câblage assurera une séparation physique du cheminement des circuits en rapport avec l'énergie du cheminement des autres circuits (téléphonie, transmission de données...). De même, les appareils assurant des fonctions de même nature seront regroupés en module au sein de l'enveloppe.

Ainsi, on trouvera généralement au moins :

- ◆ un module regroupant les matériels en rapport avec la distribution de l'énergie électrique : sectionnement, protections, signalisations...
- ◆ un module regroupant les matériels relatifs à la connexion de l'enveloppe vers les éléments extérieurs à celle-ci : borniers, platines de connexion...
- ◆ un ou plusieurs modules fonctionnels selon la nature et la destination de l'ensemble contenu dans l'enveloppe.

Chaque module doit être supporté par une structure mécanique adaptée : rail, rack, plateau...

7.3.2.Dispositions diverses

- ◆ L'usage des adhésifs et colles fusibles est interdit.
- ◆ Le câblage à l'aide de goulottes est subordonné à l'accord explicite du maître d'oeuvre. En tout état de cause, les goulottes ne seront utilisées que pour le passage des câbles, à l'exclusion de tout autre matériel (dispositif de raccordement de circuits, matériel actif...).
- ◆ Les montages sur rails DIN seront toujours bloqués à l'aide de butées.
- ◆ L'emploi des colliers collés pour fixer les câbles est interdit.

7.4.Soudage

Les pièces seront usinées après soudage, sauf éventuellement en cas de soudure par laser. Le soudage par rayons X est proscrit pour tous les alliages susceptibles de contenir des éléments volatiles (zinc...) ou des inclusions gazeuses (fontes etc.).

Les soudures seront réalisées dans le plan neutre des pièces. Il n'y aura pas de concentration de soudure (cordons convergents en un point). De part et d'autre du cordon, les sections de pièces soudées seront similaires.

7.5. Protection des parties métalliques en contact avec le béton

Sauf stipulations contraires des normes et règlements, les parties métalliques en contact avec le béton seront revêtues d'une couche de peinture bitumineuse, sur une longueur de 2 cm de part et d'autre de la surface du béton.

7.6. Pièces en mouvement

7.6.1. Protection du personnel

Toutes les pièces mécaniques susceptibles d'être en mouvement et risquant de provoquer des accidents aux personnes seront protégées, aussi bien à l'arrêt qu'en fonctionnement, par un écran offrant un indice de protection IPXXB, IK10. En outre, la présence du danger sera mentionnée sur cet écran.

Toutes les commandes de ces pièces devront pouvoir être condamnées pendant leur entretien ou leur réglage. La commande d'arrêt doit être placée à proximité de ces appareils. La condamnation sera constituée par un interrupteur-sectionneur verrouillable en position ouverte.

7.6.2. Protection du matériel

Le blocage de pièces mécaniques en mouvement ne devra entraîner aucune détérioration autre que les ruptures prévues par construction à cet effet, ou la disjonction immédiate des alimentations électriques. Les matériels seront protégés contre les surcharges, et le fonctionnement accidentel en monophasé pour des équipements triphasés.

7.7. Protections statiques

7.7.1. Protection du personnel

La mise en place des matériels devra satisfaire aux points suivants :

- ◆ Aire de propreté autour de tout équipement, réalisée de telle manière que le personnel intervenant puisse rester debout et face à la circulation.
- ◆ L'accès au matériel se fera par des dispositifs fixes et permanents.

Dans le cas de risque de chute de hauteur supérieure à 1,50 m, il y a lieu de mettre en place un garde-corps conforme à la norme comportant au moins une lisse à 1 m et à une lisse à 0,50 m. Au-dessus d'une chaussée circulée ou d'un lieu de passage, les mêmes dispositions sont à mettre en oeuvre avec, en supplément, un écran IP2X, IK10 jusqu'à 1 m et une plinthe de 0,10 m au sol.

7.7.2. Protection des usagers de la route

Les armoires, coffrets, pieds de portiques, pieds de potences, poteaux, et d'une manière générale tout équipement constituant un obstacle dangereux pour la circulation seront protégés par un dispositif de retenue conforme à la norme générale NF P 98-409, aux normes NF P 98-413, XP P 98-414, NF P 98-420, XP P 98-421, XP P 98-422, et P 98-424 si il s'agit

de dispositifs métalliques et conforme aux normes NF P 98-430 NF P 98-431 NF P 98-432 et NF P 98-433 s'il s'agit de glissières en béton adhérent (GBA).

8.CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES DES EQUIPEMENTS

8.1.Caractéristiques vis-à-vis de l'alimentation basse tension

Voir spécification E.1

8.2.Caractéristiques vis-à-vis des lignes de transmission

8.2.1.Généralités

La puissance composite maximale dissipable en un point quelconque des lignes affectées aux transmissions, dans une charge de 600 ohms, dans une impédance complexe la plus défavorable et dans une bande de fréquence de largeur 3 100 Hz, ne devra pas excéder 1 mW. En tout état de cause, la densité spectrale de puissance sera, en tout point de la ligne, inférieure à -34dBm/Hz.

8.2.2.Equipements utilisant la bande de fréquences téléphoniques

La bande de fréquences téléphoniques est fixée à [300 Hz - 3400 Hz]. Tout équipement utilisant tout ou partie de la bande de fréquences téléphoniques pour ses transmissions devra respecter les prescriptions des paragraphes 8.2.2.1. à 8.2.2.2. Un équipement sera considéré comme utilisant la bande téléphonique si la puissance émise ou reçue par cet équipement dans cette bande est supérieure à -45 dB, mesurée sous une impédance de 600 Ω .

8.2.2.1.Impédance à l'accès ligne

Soit Z_1 , Z_2 , etc..., les impédances vues de l'accès ligne, l'équipement de conversion de signaux étant en position 1, 2, etc... (par exemple en position émission de données, réception de données, etc...).

Il sera vérifié que la condition :

$$\left| \frac{Z_i - 600}{Z_i + 600} \right| < 0,20 \text{ pour } i=1, 2, \text{ etc}$$

est tenue dans la bande (ou les bandes) de fréquence(s) effectivement utilisée(s) pour la transmission de données.

Dans le reste de la bande téléphonique, Z_i doit satisfaire à la condition :

$$\left| \frac{Z_i - 600}{Z_i + 600} \right| < 0,30 \text{ pour } i=1, 2, \text{ etc}$$

En position émission de données (ou émission et réception de données), ce résultat doit être obtenu quelle que soit la valeur de l'affaiblissement à l'émission.

8.2.2.2. Spectre de puissance à l'émission

Soit :

- ♦ $P(0 - 4)$ la puissance du signal émis en ligne par l'appareil dans la bande [300 Hz - 4 kHz]
- ♦ $P(4 - 8)$ la puissance dans la bande 4 à 8 kHz
- ♦ $P(4n - (4n + 4))$ la puissance dans la bande 4n à (4n + 4kHz)

Il sera vérifié que :

$$10 \log \frac{P(0 - 4)}{P(4 - 8)} > 20 \text{ dB}$$

$$10 \log \frac{P(0 - 4)}{P(8 - 12)} > 35 \text{ dB}$$

$$10 \log \frac{P(0 - 4)}{P(4n - (4n + 4))} > 55 \text{ dB}$$

Cette mesure sera effectuée en se plaçant dans le cas le plus défavorable ; c'est-à-dire pour le signal en ligne ayant le spectre le plus large.

8.2.3. Qualité des liaisons numériques

8.2.3.1. Objectif

Outre les caractéristiques fixées dans les clauses particulières, les taux d'erreurs binaires suivants devront être respectés sur chaque liaison (électrique comme optique) :

- ♦ $\tau < 10^{-9}$ pour les liaisons dont le débit binaire est supérieur ou égal à 10^6 bit/s,
- ♦ $\tau < 10^{-8}$ pour les liaisons dont le débit binaire est compris entre 64.10^3 et 10^6 bit/s,
- ♦ $\tau < 10^{-7}$ pour les liaisons dont le débit binaire est inférieur ou égal à 64.10^3 bits/s.

Ces taux sont les niveaux de qualité tolérés (NQT). Ils devront être vérifiés avec un niveau de confiance d'au moins 95% (soit un risque $\beta < 0,05$).

Pour la vérification de ces niveaux de qualité, les liaisons seront utilisées sans compression de débit, ni correction d'erreur. Sur les liaisons à bas débit (≤ 64 kbit/s), les erreurs seront mesurées au niveau des jonctions entre l'ETTD et l'ETCD.

Sur les liaisons bidirectionnelles symétriques, une extrémité pourra être rebouclée ; un taux 1,5 fois plus élevé sera accepté sur la liaison ainsi constituée. Dans les autres cas, les deux sens devront être vérifiés séparément.

8.2.3.2. Mesure

Les liaisons seront testées avec des suites binaires pseudo aléatoires dont la période devra être supérieure à 32767 bits. Cette longueur ne comprend pas les éventuels bits de synchronisation ni de verrouillage de trame.

Le nombre maximum d'erreurs constatées pendant l'échange de n bits de données utiles doit être inférieur ou égal aux limites suivantes :

longueur n de l'essai en bit :	$3,7/\tau$	$5,6/\tau$	$7,3/\tau$	$8,8/\tau$	$10,3/\tau$	$11,7/\tau$	$17,1/\tau$
nombre maximum d'erreurs :	0	1	2	3	4	5	9

longueur n de l'essai en bit :	$19,7/\tau$	$23,6/\tau$	$29,6/\tau$	$41,7/\tau$	$76,2/\tau$
nombre maximum d'erreurs :	11	14	19	29	59

La mesure sera arrêtée à la première condition satisfaisante au-delà de dix minutes.

8.2.4. Immunité des liaisons

a. Les performances des systèmes ne devront pas être perturbées par l'apparition supplémentaire et simultanée :

- ◆ d'une atténuation de 6 dB placée en un point quelconque (que la liaison soit optique ou numérique).
- ◆ d'un bruit blanc additif dans la bande 0 à 100 kHz (filtre 3 dB à un pôle), et d'une densité de puissance de -60 dBm/Hz de bande avant filtrage placé en un point quelconque.
- ◆ d'une puissance additive sinusoïdale de 1 mW à 50 Hz ± 4 Hz.

b. Les équipements et les conducteurs ne devront pas être endommagés :

- ◆ par la déconnexion ou la mise en court-circuit des câbles de transmission.
- ◆ par la présence d'une force électromotrice en ligne de 100 V efficaces à 50 Hz sous une impédance de 600 ohms pendant 5 minutes.

c. Un isolement galvanique obligatoire sera réalisé entre les lignes de transmission et les équipements de télétransmission, ainsi qu'entre les lignes de transmission et la terre. Cet isolement sera au minimum de 100 Mégohms sous 2,5 kV courant continu, après une électrisation de 2 mn. La rigidité diélectrique sera éprouvée sous 2 kV à 50 Hz, pendant une minute.

8.2.5. Immunité des terminaux aux surtensions et aux surintensités

Nonobstant les dispositions du paragraphe 8.2.4., les équipements terminaux de télétransmission raccordés aux lignes de transmission seront conformes aux dispositions de la recommandation UIT-T K.21 relative à l'immunité des terminaux aux surtensions et aux surintensités. Le critère A de cette recommandation est applicable. Les essais seront réalisés sur l'équipement seul, sans dispositif extérieur tel que transformateur d'isolation supplémentaire ou limiteurs de tension... Toutefois si de tels dispositifs sont intégrés à l'équipement lui-même, ils seront conservés pour la réalisation des essais.

8.3.Compatibilité électromagnétique des installations

Tout équipement doit respecter la réglementation en matière de compatibilité électromagnétique. Les textes plus particulièrement concernés par le domaine d'application de la présente spécification, tel que défini au paragraphe 1.1., sont :

- ◆ UTE C 00-200, directive CEM;
- ◆ Décret n°95-283 du 13 mars 1995 modifiant le décret du 26 juin 1992;
- ◆ NF C 01-161, définissant les notions fondamentales et le vocabulaire en matière de CEM;
- ◆ UTE C 70-201U;
- ◆ UTE C 70-202U.

8.3.1.Installations en locaux techniques

Les équipements installés dans les locaux techniques et sans liaison électrique directe avec les équipements de terrain doivent satisfaire au marquage CE conforme à la norme NF EN 50082-1, Compatibilité électromagnétique pour Industrie légère.

8.3.2.Installations hors locaux techniques

Les équipements installés hors des locaux techniques doivent respecter les normes énumérées ci-après, dans le contexte de la norme générique NF EN 50082-2 relative au marquage CE, pour un environnement industriel.

Type de perturbations	Norme de référence	Performances à atteindre ou caractérisation des essais
Transitoires rapides en salves	NF EN 61000-4-4 niveau 3	Caractéristiques de la perturbation appliquée en mode commun : salves successives d'impulsions non synchronisées sur la fréquence réseau. <ul style="list-style-type: none"> ◆ Temps de montée : 5 ns ◆ Durée : 50 ns ◆ Fréquence : 5 kHz ◆ Niveaux pour alimentation : V = 2000V ◆ Niveaux pour entrées/sorties du procédé : V = 2000V ◆ Niveaux pour lignes de transmission et bus : V = ± 2000V
Perturbations conduites, induites par des champs aux fréquences radio	NF EN 61000-4-6	Application signal sinusoïdal permanent en mode commun - modulation 1 kHz, niveau 10 Vrms, fréquence variant de 150 kHz à 80 MHz. Applicable sur toutes les

Type de perturbations	Norme de référence	Performances à atteindre ou caractérisation des essais
		entrées/sorties, y compris alimentations et ligne de transmission.
Champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques	NF EN 61000-4-3	Application champ électromagnétique sinusoïdal permanent avec modulation 1 kHz niveau 10V/m fréquence 80 à 1000 MHz
Immunité aux champs émis par les appareils au standard GSM	ENV 50204 niveau 3 - (norme provisoire)	Application champ 10 V/m avec modulation 50% à la fréquence de 900 MHz.
Décharges électrostatiques	NF EN 61000-4-2 niveau 3	Décharges électrostatiques dans l'air : <ul style="list-style-type: none"> ♦ Temps de montée 1 ns ♦ 30 ns ♦ Amplitude décharge dans l'air V = ±8kV ♦ Amplitude indirecte au contact V = ±6kV
Champ magnétique à la fréquence réseau	NF EN 61000-4-8	Application d'un champ magnétique par une bobine d'induction normalisée avec un courant de 30A.
Limite des émissions électromagnétiques par conduction sur le réseau	NF EN 55011	Vérification de la valeur de la tension perturbatrice dans la gamme de fréquence 150 Hz à 30 MHz avec la sévérité classe A.
Limite des émissions rayonnées produites	NF EN 55011	Vérification des perturbations rayonnées dans la gamme de fréquence 30 MHz à 1 GHz avec la sévérité classe A.
Onde de choc tension/courant ⁷ (foudre)	NF EN 61000-4-5	Impulsion tension (circuit ouvert) : 1.2/50 µs Impulsion courant (court-circuit) : 8/20 µs

⁷ Une dégradation fonctionnelle est acceptable pendant l'essai

Type de perturbations	Norme de référence	Performances à atteindre ou caractérisation des essais
		Perturbation appliquée sur alimentation : <ul style="list-style-type: none"> ◆ en mode commun : 2000 V ◆ en mode différentiel : 1000 V Perturbation appliquée sur lignes d'interconnexion <ul style="list-style-type: none"> ◆ en mode commun : 2000 V ◆ en mode différentiel : 1000 V
Emissions de courants harmoniques produits par un équipement de puissance assignée inférieure ou égale à 600W ⁸	NF EN 61000-3-2	Harmoniques produites sur le réseau inférieures à m ; m étant un pourcentage défini par la norme selon le rang de l'harmonique.

ARTICLE 9. CARACTERISTIQUES DES EQUIPEMENTS INFORMATIQUES

9.1. Portée

Cet article concerne l'organisation matérielle électronique et logicielle des équipements comprenant des éléments logiciels, qu'il s'agisse de firmware ou software. Il traite de la volatilité des logiciels et de leur chargement.

9.2. Définitions

9.2.1. Chargement

Action de modifier le code logiciel d'un équipement, via un port de communication, que celui-ci soit ou non connecté à un système de télétransmission. Les éléments interprétés constituent aussi un code.

Un matériel est dit "chargeable" lorsque tout ou partie du code qu'il exécute peut être affecté par chargement, y compris si ce chargement nécessite une configuration locale particulière. Un logiciel est dit "chargeable" lorsque l'équipement support est chargeable, et que la partie de code du dit logiciel peut être affecté par un chargement.

⁸ Aucune limite d'émission d'harmoniques ne s'applique pour les équipements dont la puissance d'entrée est inférieure à 75 W, dans la limite des facteurs de puissance imposés par la spécification E1.

9.2.2. Types de mémoires

Trois types de mémoires sont définis. Pour les usages, ces types sont inclusifs : une mémoire non volatile peut être utilisée comme mémoire sauvegardée ; une mémoire non modifiable est utilisable comme mémoire non-volatile ou sauvegardée.

9.2.2.1. Mémoire non-modifiable

Une mémoire non modifiable doit être physiquement protégée de toute modification, par le choix des composants (non programmables), ou par le câblage. Une telle mémoire doit assurer la conservation de ses données pour une durée d'au moins vingt ans, sans alimentation externe ni interne. L'usage de NVRAM, RAM zero power, RAM sauvegardées, et similaires, est interdit pour la réalisation de mémoires non non-modifiables.

9.2.2.2. Mémoire non-volatile

Une mémoire non-volatiles doit assurer la conservation de ses données pour une durée d'au moins vingt ans, sans alimentation externe ni interne. Les RAM zero power, RAM sauvegardées, et similaires, ne sont pas considérées comme non-volatiles.

9.2.2.3. Mémoire sauvegardée

Une mémoire sauvegardée doit assurer la conservation de ses données pour une durée d'au moins deux ans, sans alimentation externe de l'équipement.

9.2.3. Etat d'une tâche

Tout équipement comprenant du code logiciel exécute une ou plusieurs tâches. Selon les équipements, une tâche peut prendre un ou plusieurs états. Les types d'états définis dans cette spécification sont les suivants :

- ♦ inactive, la tâche n'est pas exécutée par l'équipement ; son exécution nécessite une activation et la définition d'une configuration.
- ♦ active
 - tournante, la tâche est en cours d'exécution par l'équipement
 - suspendue, la tâche est activée avec une configuration définie ; elle pourra devenir tournante selon les événements.

9.2.4. Pilote d'équipement dynamique routier

Le pilote d'équipement, ou pilote informatique d'équipement, est l'équipement de service pilotant un équipement dynamique routier, constituant l'ensemble des interfaces matérielles et logicielle permettant le commande de l'équipement de service à partir d'un ensemble extérieur.

9.3. Matériels non chargeables

Sauf spécification particulière, l'équipement ne permet aucune gestion des tâches, et en particulier il n'offre aucune possibilité de chargement. Cette impossibilité est figée au plan matériel ; elle ne peut pas être modifiée par une simple configuration de l'équipement.

A chaque redémarrage, l'équipement se remet automatiquement en fonctionnement et exécute sa tâche.

Le code exécutable d'un tel équipement est stocké dans une mémoire non-modifiable. Ses configurations sont stockées en mémoire non-volatile.

9.4. Matériels chargeables

Lorsque les spécifications particulières indiquent que certains équipements doivent être chargeables, alors ils doivent respecter les contraintes suivantes.

9.4.1. Fonctionnalités indissociables

9.4.1.1. Généralités

Le chargement n'est implémenté que sur des équipements complexes⁹, et sur lesquels existent des risques de défaillance logicielle.

Aussi ces équipements doivent implémenter plusieurs fonctions indissociables :

- ◆ indication des versions de logiciel applicatif actif, et des versions chargées mais non actives si l'équipement peut stocker plusieurs versions,
- ◆ possibilité d'arrêter l'applicatif quel que soit son état (y compris en défaut logiciel),
- ◆ possibilité de relancer l'applicatif,
- ◆ possibilité de passer en mode de chargement.

Les fonctions de contrôle, d'activation et de chargement sont distinctes. En particulier, une version chargée ne sera exécutée que lorsqu'elle aura été explicitement activée.

Dans la suite, ces fonctions sont dites gestion des tâches. Pour autant, il n'est pas nécessaire que l'équipement soit réellement multitâches au sens de supporter l'exécution de plusieurs tâches applicatives concourantes. L'état des tâches peut être ainsi modifié par le centre d'exploitation, mais il peut aussi évoluer du fait d'une autre tâche.

La possibilité d'arrêt doit être reconnue et exécutée quel que soit l'état de fonctionnement de l'équipement : elle est préemptive.

9.4.1.2. Cas des équipements de soutien

Outre les dispositions générales, les dispositions suivantes sont applicables en plus aux équipements de soutien (ou logistiques). Ces équipements sont notamment ceux servants aux réseaux (télécommunication, énergie, réseaux informatiques étendus...)

Les opérations d'activation ou de désactivation des tâches sont indépendantes du chargement. En particulier, il doit être possible de charger au moins deux versions du logiciel dans l'équipement, puis d'activer indifféremment l'une ou l'autre sans rechargement.

Dans le cas des équipements de télécommunication, le passage d'une version à une autre doit se faire avec la récupération des paramètres de configuration nécessaires à la continuité de service de l'équipement ; sur ces équipements de télécommunication, un chargement n'entraîne pas l'arrêt des tâches en cours.

⁹ Voire, la possibilité même de téléchargement suffit à rendre l'équipements complexe, et susceptible de défaillances.

A chaque redémarrage ou réinitialisation, chacune des versions chargées doit être revalidée, et remise dans son état précédent d'activation, avec son environnement et sa configuration. Ces équipements doivent ainsi repasser en mode de fonctionnement nominal après toute interruption normale ou accidentelle (telle que perte de source d'énergie externe ou interne).

9.4.1.3. Cas des équipements dynamiques routiers

Sauf spécification particulière, le chargement peut nécessiter l'arrêt de l'application. Une nouvelle version n'hérite pas nécessairement de l'environnement de la précédente et peut nécessiter d'être reconfigurée.

A chaque redémarrage, chacune des versions chargées doit être revalidée. La ou les tâches qui étaient tournantes doivent être suspendues, avec leur environnement et leur configuration ; il sera de la responsabilité du centre d'exploitation ou le l'applicatif central de les réactiver.

L'équipement redémarrera donc dans un mode minimal où les fonctions applicatives ne seront pas exécutées, en attente d'une réactivation.

9.4.2. Organisation matérielle et logicielle

9.4.2.1. Généralités

L'ensemble du code exécutable du système d'exploitation, les codes d'amorçage, de chargement et de contrôle d'intégrité, doivent être placés dans une mémoire non-modifiable, ainsi que la gestion des communications sur le lien principal et un interpréteur de commande minimal (qui est chargé d'interpréter les commandes indiquées au 9.4.1.).

Le lien dit principal est celui qui est normalement utilisé dans l'architecture retenue pour faire dialoguer l'équipement avec son centre d'exploitation de rattachement.

Le contrôle d'intégrité de l'applicatif doit être exécuté en fin de chargement, et à chaque redémarrage. Le contrôle ne pourra être transféré à l'applicatif que si son intégrité est reconnue.

Le code chargeable et les configurations sont stockés en mémoire non-volatile.

9.4.2.2. Cas des équipements dynamiques routiers

Une protection du code reposant sur des circuits de gestion de la mémoire n'est pas acceptée. Les données applicatives, traces etc., peuvent être stockées en mémoire vive, sauvegardée, ou non volatile, selon les spécifications particulières, et les normes applicables aux produits.

Le système d'exploitation doit être un OS standard, largement commercialisé et disponible indépendamment des équipements d'exploitation du trafic.

Le noyau, la gestion des tâches, la réception et interprétation des commandes de gestion des tâches et leur exécution, doivent être des tâches prioritaires.

Il s'agit de protéger la gestion des tâches, tout en permettant de faire évoluer l'ensemble de l'applicatif, y compris son interpréteur éventuel. Ainsi, l'ensemble des commandes d'exploitation d'un pilote d'équipement peut être modifié par chargement. Les priorités

imposées doivent garantir que le centre d'exploitation pourra toujours reprendre le contrôle en cas de défaut logiciel d'une version de tâche applicative.

Si une version ou tâche n'est plus exécutable, l'équipement ne l'exécute pas. Il n'y a pas de tâche de repli par défaut : c'est au centre d'exploitation de prendre connaissance de l'état d'activité des équipements, et de relancer une tâche le cas échéant.

INDEX DES NORMES CITEES

—A—		NF EN 61000-4-8	42
		NF EN 894-2	19
		NF P 01-011	18
A 91-011	28	NF P 87-301	18
A 91-122	28	NF P 98-331	29
		NF P 98-409	37
—E—		NF P 98-413	37
		NF P 98-420	37
E 04-505	19	NF P 98-430	37
EDF HN 11-S-01	29	NF P 98-431	37
ENV 50204	42	NF P 98-432	37
		NF P 98-433	37
—N—		NF T 54-018	32
		NF T 54-044	32
		NF T 54-070	32
NF EN 614-1	18	NF T 54-080	29; 31; 33
NF EN 894-1	18	NF T 54-095	32
NF ENV 26385	18	NF T 54-096	32
NF X 35-104	18	—P—	
NF X 35-106	19		
NF A 91-102	28	P 98-424	37
NF A 91-121	28	PR P 99-340	8
NF C 01-161	40	—U—	
NF C 15-100	10		
NF C 20-730	12		
NF C 68-300	16		
NF C 68-312	16		
NF E 25-004	28	UIT-T K.21	40
NF E 85-012	17	UTE C 63-100U	14
NF EN 50082-1	41	UTE C 00-200	40
NF EN 50082-2	41	UTE C 18-510U	34; 37
NF EN 50102	15	UTE C 70-201U	40
NF EN 547-1	19	UTE C 70-202U	40
NF EN 547-2	19	UTE C 93-021U	27
NF EN 547-3	19	—X—	
NF EN 55011	42		
NF EN 563	16		
NF EN 60068-2-1 (C 20-701)	12	X 35 105	18
NF EN 60439-1	36	X 35-109	18
NF EN 60529 (C 20-010)	15	XP P 98-422	37
NF EN 61000-3-2	43	XP P 18-305	32
NF EN 61000-4-4	41	XP P 98-414	37
NF EN 61000-4-5	42	XP P 98-421	37
NF EN 61000-4-6	41; 42		