

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES TECHNIQUES

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES TECHNIQUES

POSTES DE TRANSFORMATION

SOMMAIRE

2. POSTE DE TRANSFORMATION	5
2.1 GENERALITES	5
2.1.1 Types de postes	5
2.1.1.1 Postes raccordés au réseau aérien.....	5
2.1.1.2 Postes raccordés au réseau souterrain.....	5
2.1.2 Emplacement.....	5
2.2 DISPOSITIONS COMMUNES A TOUS LES TYPES DE POSTES.....	6
2.2.1 Mise à la terre	6
2.2.1.1 Prises de terre	6
2.2.1.2 Circuit de terre des masses	7
2.2.1.3 Conducteur de neutre	7
2.2.2 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique	8
2.2.3 Raccordement MT	8
2.2.3.1 Raccordement au réseau aérien.....	8
2.2.3.2 Raccordement au réseau souterrain.....	9
2.2.4 Comptage statistique et maximètres.....	9
2.2.5 Indicateurs de défauts	10
2.3 POSTES SUR POTEAU	11
2.3.1 Conception générale conforme au plan n° 6398 AR standard ONE	11
2.3.2 Dispositions constructives	11
2.3.2.1 Type de support.....	11
2.3.2.2 Amarrage de la ligne MT.....	11
2.3.2.3 Mise en place et accrochage du transformateur	12
2.3.3 Installation électrique	12
2.3.3.1 Isolement des circuits BT	12
2.3.3.2 Coffret du disjoncteur à basse tension	12
2.3.3.3 Dispositif de manoeuvre du disjoncteur.....	13
2.3.3.4 Départ basse tension	13
2.3.3.5 Plate-forme de manoeuvre.....	14
2.3.3.6 Mises à la terre	14
2.3.3.7 Accessoires divers	15
2.3.4 Caractéristiques des matériels	15
2.3.4.1 Transformateur	15
2.3.4.2 Disjoncteur BT.....	16
2.3.4.3 Câbles BT	16

2.4 POSTES INTERIEURS EN CABINE HAUTE	18
2.4.1 Dispositions constructives du bâtiment	18
2.4.1.1 <i>Dimensions conception générale</i>	<i>18</i>
2.4.1.2 <i>Matériaux</i>	<i>18</i>
2.4.1.3 <i>Fondations</i>	<i>20</i>
2.4.1.4 <i>Sol</i>	<i>21</i>
2.4.1.5 <i>Murs.....</i>	<i>21</i>
2.4.1.6 <i>Toiture</i>	<i>23</i>
2.4.1.7 <i>Ventilation</i>	<i>23</i>
2.4.1.8 <i>Porte d'accès</i>	<i>24</i>
2.4.1.9 <i>Protection contre la corrosion</i>	<i>25</i>
2.4.1.10 <i>Contrôle de la qualité du génie civil.....</i>	<i>25</i>
2.4.2 Installations électriques	25
2.4.2.1 <i>Installation MT.....</i>	<i>26</i>
2.4.2.2 <i>Transformateur</i>	<i>29</i>
2.4.2.3 <i>Installation à basse tension.....</i>	<i>29</i>
2.4.2.4 <i>Mises à la terre des masses du poste.....</i>	<i>32</i>
2.4.2.5 <i>Matériel de sécurité.....</i>	<i>32</i>
2.5 POSTES DE TRANSFORMATION EN CABINE BASSE ISOLEE.....	33
2.5.1 Conditions d'utilisation	33
2.5.2 Dispositions constructives du bâtiment	33
2.5.3 Équipement MT	33
2.5.3.1 <i>Équipement MT de type ouvert</i>	<i>33</i>
2.5.3.2 <i>Équipement MT de type protégé.....</i>	<i>34</i>
2.5.4 Raccordement au réseau MT	38
2.5.5 Installation électrique à basse tension.....	38
2.5.5.1 <i>Appareillage</i>	<i>38</i>
2.5.5.2 <i>Câbles basse tension.....</i>	<i>38</i>
2.5.5.3 <i>Coffret de comptage et d'éclairage public</i>	<i>39</i>
2.5.5.4 <i>Mises à la terre</i>	<i>39</i>
2.5.5.5 <i>Pancartes et affiches</i>	<i>39</i>
2.6 POSTE DE TRANSFORMATION INTERIEUR SITUE EN IMMEUBLE	40
2.6.1 Aménagement	40
2.6.2 Accès du poste en rez-de-chaussée.....	40
2.6.3 Accès par cour anglaise	40
2.6.4 Descente du matériel par puits extérieur	41
2.6.5 Fosse à huile (schéma).....	41

2.7 POSTE DE TRANSFORMATION PREFABRIQUE A ENCOMBREMENT REDUIT	42
2.7.1 Conception du poste de type semi-enterré	42
2.7.1.1 <i>Architecture</i>	42
2.7.1.2 <i>Masse et dimensions</i>	43
2.7.1.3 <i>Caractéristiques des châssis et fixations</i>	43
2.7.1.4 <i>Tenue du matériel en cas d'entrée d'eau</i>	43
2.7.1.5 <i>Caractéristiques de l'enveloppe</i>	44
2.7.2 Accessibilité de l'équipement	45
2.7.3 Schéma électrique	45
2.7.3.1 <i>Schéma unifilaire</i>	45
2.7.3.2 <i>Circuits d'éclairage</i>	46
2.7.4 Transformateur	46
2.7.5 Appareillage MT	46
2.7.6 Raccordement MT	46
2.7.7 Appareillage BT	47
2.7.8 Raccordement BT	47

2. POSTE DE TRANSFORMATION

2.1 GENERALITES

Les postes de transformation doivent être conformes aux spécifications de l'Arrêté *du M.T.P.C. n° 500.70 du 02.10.1971.*

2.1.1 Types de postes

2.1.1.1 Postes raccordés au réseau aérien

Les postes de transformation, raccordés en simple dérivation et de puissance inférieure ou égale à 160 kVA, sont des postes extérieurs aériens établis sur poteau. Les postes en cabine haute sont en principe réservés aux postes de puissance supérieure à 160 kVA. Les postes en cabine basse peuvent être employés dans certains cas particuliers à la place des précédents. Les différents schémas de principe et leurs conditions d'emploi sont donnés par la figure n° 1.

2.1.1.2 Postes raccordés au réseau souterrain

Ces postes de type cabine basse (maçonnés, exceptionnellement en immeuble ou préfabriqués), sont raccordés aux réseaux aériens en antenne par une liaison aéro-souterraine, ou au réseau souterrain en antenne ou en coupure d'artère. Selon le cas, leur équipement est simplifié ou peut comporter une ou plusieurs cellules MT avec interrupteurs, et des transformateurs dont les puissances sont généralement comprises entre 160 kVA et 500 kVA pour la Distribution Publique.

Dans tous les cas, leur génie civil doit comporter l'emplacement prévu pour deux cellules réseau.

2.1.2 Emplacement

L'emplacement et le type des postes sont fixés en tenant compte, non seulement des nécessités d'exploitation, mais aussi du cadre environnant et des sujétions particulières. Dans la mesure du possible, l'emplacement est choisi de manière à mettre les postes à l'abri des inondations et à permettre à un camion de 3 tonnes de charge utile d'y accéder. De toute façon, des dispositions doivent être prises pour que l'accès des agents de l'O.N.E.E-Branche électricité soit possible à tout moment au poste pour effectuer les opérations nécessaires à l'exploitation du réseau.

2.2 DISPOSITIONS COMMUNES A TOUS LES TYPES DE POSTES

2.2.1 Mise à la terre

Tout poste de transformation doit comporter une prise de terre des masses et, ainsi qu'il a été précisé au 2ème alinéa du paragraphe 2 de l'article 1.4.1, une prise de terre du neutre BT : celle-ci s'incorpore à l'ensemble des mises à la terre du neutre du réseau BT.

2.2.1.1 Prises de terre

2.2.1.1.1 Poste de type H 61

Le poste doit comporter une prise de terre des masses de valeur au plus égale à 10Ω . Le neutre du réseau BT n'est pas mis à la terre au poste lui-même, mais sur le premier support du réseau BT par une prise de terre de 10Ω . Ainsi qu'il est indiqué dans le précédent chapitre, le réseau BT est mis à la terre sur son parcours, tous les 500 m, par une ou plusieurs prise de terre de 30Ω .

2.2.1.1.2 Poste de type maçonné

a) Courant de court-circuit homopolaire limité à 300 A

Dans le cas général des réseaux raccordés à un poste source où la mise à la terre du neutre est réalisée par une impédance limitant le courant de court-circuit homopolaire à 300 A, on appliquera les dispositions suivantes :

- la terre des masses ne doit pas dépasser 10Ω ,
- la terre du neutre, de valeur 10Ω , électriquement indépendante, sera réalisée à une distance d'au moins 8 m de celle-ci.

C'est seulement dans le cas particulier où la terre des masses est inférieure ou égale à 1Ω que la terre des masses pourra être interconnectée avec la terre du neutre au niveau du poste MT/BT.

b) Courant de court-circuit homopolaire limité à 1000 A

Dans ce cas particulier, la terre des masses ne doit pas dépasser 3Ω , la terre du neutre conservant une valeur de 10Ω .

2.2.1.1.3 Mesures de terre

Des mesures avec un telluromètre seront réalisées avant le raccordement du poste, pour s'assurer que la valeur de la résistance de la terre des masses, de la terre du neutre, ainsi que le coefficient de couplage maximum, ne sont pas dépassés.

Si on ne peut parvenir à respecter ces valeurs et si les résistances de terre obtenues sont jugées trop élevées par l'O.N.E.E-Branche électricité, il pourra être prescrit d'améliorer les

prises de terre en ajoutant des électrodes supplémentaires (piquets ou conducteurs enfouis).

Aucun des éléments constituant une prise de terre ne devra se trouver à moins de 1 mètre de profondeur par rapport au sol naturel.

2.2.1.2 Circuit de terre des masses

a) Les éléments à relier à la prise de terre des masses sont :

- les masses de tous les circuits à haute tension et à basse tension (ferrures d'ancrage, ferrures d'appareillage, cuves de transformateurs, coffret métallique basse tension ou châssis du tableau basse tension, écrans métalliques et armures des câbles MT). Par contre, il y a lieu d'isoler des masses du poste les armatures métalliques des câbles de départ BT, lorsqu'elles existent.
- dans le cas d'un poste à enveloppe non métallique, les portes et les aérations basses ne seront pas reliées à la terre des masses. Si l'enveloppe du poste est métallique, on admet que le boulonnage entre eux des différents écrans ou panneaux métalliques de protection assure une continuité suffisante des masses. Par contre, les écrans ou panneaux pivotants non boulonnés doivent être reliés électriquement par une tresse métallique souple aux écrans ou panneaux fixes.
- le quadrillage métallique noyé dans le radier du bâtiment ou dans la plate-forme de manoeuvre d'un poste sur poteau. Lorsqu'un IACM est installé sur un poste d'abonné, la plate-forme de manoeuvre de l'IACM jouxtant celui-ci est equipotentielle au quadrillage métallique du bâtiment.

b) Le circuit de terre des masses est constitué par :

- un conducteur principal de terre, de section minimale de 25 mm² de cuivre, partant de la ferrure d'ancrage de la ligne à haute tension et aboutissant à la prise de terre,
- des dérivations en cuivre, de section minimale de 25 mm², reliant au conducteur principal les éléments désignés au paragraphe c) du présent article. Le nombre de ces liaisons doit être réduit au minimum. Celles-ci sont réalisées au moyen de cosses soudées sans acide ou de raccords appropriés. Ces raccords doivent être en matériau inoxydable et les vis de serrage, s'il en est l'usage, doivent être munies d'un dispositif évitant le desserrage accidentel.

Aucun appareil de coupure (tel que coupe-circuit, interrupteur ou barrette) ne doit être installé sur les conducteurs de terre.

Il sera prévu en un point aisément accessible, situé en dehors des cellules MT lorsque le poste en comporte, une borne en cuivre de 12 mm de diamètre et de 40 mm de longueur raccordée au conducteur principal et destinée à permettre aussi bien la mesure de la résistance de terre que le raccordement d'un dispositif amovible de mise à la terre.

2.2.1.3 Conducteur de neutre

Le conducteur de neutre doit présenter, par rapport aux masses du poste, un isolement de 10 kV à 50 Hz pendant une minute et de 22 kV en choc de foudre normalisée 1,2/50.

Dans le cas des postes sur poteau ou de postes équipés d'interrupteurs, le raccordement du conducteur de liaison du neutre BT à sa prise de terre doit être effectué à l'aval du disjoncteur ou de l'interrupteur BT. Ces appareils doivent, lorsqu'il sont en position d'ouverture, assurer la liaison du neutre du transformateur à la prise de terre des masses du poste, pour maintenir la fixation à la terre du neutre du transformateur.

2.2.2 Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

Cette protection, qui doit être installée dans tous les cas, a pour objet de limiter les effets des surtensions d'origine atmosphérique évitant en particulier des amorçages sur les appareillages des postes (transformateurs notamment).

La protection est réalisée en MT par 3 éclateurs ou, exceptionnellement par jeu de 3 parafoudres à résistance variable : leur borne de terre est reliée à la prise de terre des masses par une connexion souple de section minimale 16 mm².

Cette protection est installée :

- sur le support des transformateurs sur poteau alimentés par lignes aériennes,
- sur les ancrages des cabines hautes,
- sur les supports des raccordements aéro-souterrains,
- sur les supports de raccordement entre ligne aérienne en conducteurs nus et ligne aérienne en conducteurs isolées.

2.2.3 Raccordement MT

2.2.3.1 Raccordement au réseau aérien

Un poste qui se trouve rattaché à la ligne principale ou à une dérivation importante, est normalement raccordé à un interrupteur : un raccordement sans organe de coupure doit rester exceptionnel. En règle générale, il doit être prévu au moins un support intermédiaire entre le support du transformateur et celui de l'interrupteur aérien.

Dans ce cas, il se trouve soit à l'extrémité d'une courte dérivation souterraine (d'une longueur limitée à environ 200 mètres), soit sur un support de ligne. On utilisera alors, au niveau du support de dérivation, des ponts conducteurs amovibles permettant de séparer le transformateur du réseau.

Lorsque des postes se trouvent groupés géographiquement, ils constituent une *grappe*. Ces postes sont raccordés directement au réseau MT, sans organe de coupure individuel : des ponts conducteurs amovibles permettant de séparer individuellement chaque poste, sont installés en ligne, au niveau du support de dérivation.

Le nombre maximal de transformateurs d'une grappe doit être inférieur à 10 et chaque grappe raccordée au réseau MT est équipée d'un interrupteur aérien :

- pour P appelée ≤ 1200 kVA, l'interrupteur aura une capacité de 31,5 A,
- pour P appelée > 1200 kVA, l'interrupteur aura une capacité de 50 A.

Les postes d'abonné comporteront systématiquement un interrupteur en amont : celui-ci sera placé sur un support intermédiaire ou éventuellement sur le poste lui-même, s'il s'agit d'une cabine haute.

2.2.3.2 Raccordement au réseau souterrain

Ces postes sont normalement raccordés au réseau MT en coupure d'artère.

Lorsque la structure du réseau MT n'est pas appelée à évoluer dans un délai proche vers une structure bouclable, le poste est raccordé en antenne.

Cette solution doit être considérée comme transitoire, et le génie civil du poste est conçu, dès l'origine, pour permettre le raccordement ultérieur en coupure d'artère.

2.2.4 Comptage statistique et maximètres

Les postes comporteront un comptage « Statistique » triphasé alimenté à partir de transformateurs de courant de type « tore » de classe 1 - précision 30 VA - dont le calibre est :

- 1000/5 A pour les puissances installées supérieures ou égales à 315 kVA,
- 500/5 A pour les puissances de 250 et 315 kVA,
- 300/5 A pour les puissances de 100 et 150 kVA,
- 100/5 A pour les puissances inférieures ou égales à 50 kVA.

Un ou deux maximètres seront placés sur la ou les phases. La classe de précision étant de 2.

Ces appareils pourront être remplacés par un indicateur de puissance maximale intégré dans le compteur.

Suivant le mode de comptage retenu, il y aura lieu de respecter les prescriptions relatives à la sécurité imposée aux comptages alimentés par des réducteurs d'intensité.

Si le comptage est placé dans le poste de transformation ou à sa proximité immédiate, le niveau d'isolement à fréquence industrielle devra être de 10 kV à 50 Hz et 22 kV - choc normalisé à 1,2/50 Hz - comme tous les isollements des circuits BT inclus dans le poste.

2.2.5 Indicateurs de défauts

Postes sur poteau

Les grappes de postes sur poteaux pourront être équipées sur le premier support accessible en tête de dérivation d'un dispositif de signalisation de passage du courant de défaut.

Postes maçonnés

Les postes maçonnés, généralement raccordés à des réseaux souterrains, pourront être équipés d'un dispositif de signalisation lumineuse du type Bardin, signalant le passage d'un défaut alimenté par des « tores » disposés sur les têtes de câbles MT.

Ces équipements seront décidés par le responsable de l'O.N.E.E-Branche électricité et précisés lors de la commande.

2.3 POSTES SUR POTEAU (ANNEXES 4-5-6)

2.3.1 Conception générale conforme au plan n° 6398 AR standard O.N.E.E-Branche électricité

Le transformateur sur poteau comporte:

- le raccordement à la ligne aérienne MT,
- les éclateurs ou les parafoudres,
- des ponts amovibles, gainés éventuellement,
- le transformateur,
- la liaison BT entre le transformateur et le disjoncteur BT,
- le disjoncteur BT,
- la sortie BT.

Le dispositif de commande et de comptage de l'éclairage public sera installé sur le premier support du réseau basse tension, à 1,60 m du sol.

Pour les postes d'abonné, un coffret étanche contenant l'appareillage de comptage de l'énergie active appelée par le réseau BT sera fixé sur le même support, conformément au plan n° 0398 AR.

2.3.2 Dispositions constructives

2.3.2.1 Type de support

Le support est un poteau en béton, de classe B, d'effort nominal minimal 1000 daN et de hauteur au moins égale à 12 m.

Cependant, dans certains cas particuliers, on peut être amené à utiliser des poteaux en bois, un support métallique, un poteau en béton de classe B d'un type supérieur. Les caractéristiques de ces supports sont à déterminer en fonction des contraintes prévisibles.

Dans tous les cas, les caractéristiques de ces supports sont à déterminer en fonction des efforts appliqués compte tenu des lignes MT et BT auxquelles il devra être rajouté 100 daN.

Concernant les postes d'abonné, le support est un poteau en béton, de classe B, d'effort nominal 1 500 daN et de hauteur au moins égale à 12 m.

2.3.2.2 Amarrage de la ligne MT

Dans le cas habituel d'un poste alimenté à l'extrémité d'une dérivation, le support du poste est placé en arrêt sur la ligne MT.

Les conducteurs MT (34,4² almélec) sont amarrés en nappe horizontale, conformément à la figure n° 10, au moyen de chaînes d'ancrage de lignes munies d'éclateurs ou de parafoudre (son isolement sera alors renforcé) et comportant une rallonge R.L. galvanisée de 30 cm au minimum permettant d'écartier suffisamment les chaînes d'ancrage de la masse du poste pour permettre la pose sous tension d'une potence de levage du transformateur. Les chaînes d'ancrage sont d'un type agréé par l'O.N.E.E-Branche électricité

2.3.2.3 Mise en place et accrochage du transformateur

Le dispositif de mise en place et d'accrochage du transformateur comporte :

- une ferrure solidaire du poteau, laquelle supporte une traverse horizontale de soutien du transformateur ; cette ferrure est conçue pour recevoir, lors de manutentions, la potence amovible avec étrier pour accrochage du palan de levage ;
- deux crochets solidaires du transformateur, fixés sur la face adossée au poteau et destinés à venir s'engager sur la traverse horizontale. La cuve comporte en outre vers le bas un point de calage (fer prenant appui sur le poteau) et un guidage assurant le centrage sur le poteau.

La figure n° 11 indique les dimensions à adopter pour ce dispositif.

2.3.3 Installation électrique

2.3.3.1 Isolement des circuits BT

Des précautions doivent être prises dans l'installation de canalisations et de l'appareillage à BT afin que la tension de tenue diélectrique soit de 10 kV à 50 Hz pendant une minute et de 22 kV en choc de foudre normalisé 1,2/50.

2.3.3.2 Coffret du disjoncteur à basse tension

Le disjoncteur BT est placé dans un coffret accroché au support. Ce coffret et le bloc support de la poignée de commande indiqué au § 2.3.3.3 sont fixés aux 2 extrémités d'une ferrure qui est assujettie au poteau par des colliers de serrage.

Le coffret est placé au-dessous du départ BT, sa base étant située à 3,50 m du sol. Il doit posséder les caractéristiques de robustesse correspondant au symbole IP 337 défini dans les règles en vigueur (appareil fermé, enveloppe renforcée, protégé contre la pluie). Il est convenablement ventilé, mais des dispositions doivent assurer la protection de l'appareillage intérieur contre les poussières, les insectes,...

Le coffret ne devra jamais pouvoir être déformé de telle sorte qu'il en résulte un mauvais fonctionnement de l'appareil et notamment du dispositif de signalisation.

Le coffret, s'il est métallique, est protégé soit par galvanisation au trempé à chaud soit par métallisation au zinc d'épaisseur minimale de 80 microns (revêtement ZP 80 défini par les règles en vigueur) ; l'ensemble est recouvert d'une peinture de couleur claire. Le coffret peut être réalisé en matière plastique, mais le socle du mécanisme doit être métallique.

Le coffret comporte une borne de mise à la terre constituée par une tige filetée en cuivre, en bronze B.1 ou en cupro-aluminium de 12 mm de diamètre. Il peut comporter comme fermeture, soit une porte pivotante ou à charnières, soit un panneau boulonné. Aucun dispositif de condamnation de l'ouverture d'accès n'est demandé.

La liaison reliant le transformateur au disjoncteur est réalisée conformément au § 2.3.4.3. Le départ basse tension est conforme au § 2.3.3.4.

L'entrée et la sortie des câbles se font à la partie inférieure du coffret par des trous garnis de pièces de passage isolantes, assurant une étanchéité suffisante et permettant le passage du conducteur ou des câbles utilisés. D'autres dispositifs isolants, assurant la même étanchéité, peuvent également être employés, par exemple les presse-étoupes en matière plastique décrits dans les règles en vigueur.

Un coffret, où l'entrée des câbles se fait de bas en haut, à la partie supérieure de sa face arrière et la sortie des câbles se fait à sa partie inférieure de la même façon que pour l'entrée, pourra éventuellement être utilisé. Un dispositif de signalisation de la position du disjoncteur est prévu, soit sur un des côtés, soit à la partie inférieure du coffret. La signalisation doit être visible du pied du poteau.

2.3.3.3 Dispositif de manoeuvre du disjoncteur

Le dispositif de manoeuvre est réalisé par une poignée isolée et une commande par tube unique. Le bloc support de la poignée de commande n'est pas relié par une liaison directe au conducteur de terre des masses. La poignée de manoeuvre doit pouvoir être condamnée par cadenas dans la position "ouvert" (position basse), aussi bien que dans la position "fermé" (position haute). En outre, le dispositif d'immobilisation doit être conçu pour éviter toute confusion quant à la place où doit être mis le cadenas.

2.3.3.4 Départ basse tension

a) Transformateur de puissance inférieure ou égale à 100 kVA

La liaison issue du coffret BT et raccordée au départ BT incorporera l'EP et sera réalisée en conducteurs $3 \times 70 \text{ mm}^2 + 54,6 + 16 \text{ mm}^2$.

Le départ basse tension s'effectue en général en ligne aérienne amarrée sur le poteau dans la direction opposée à la ligne moyenne tension. Les ancrages des conducteurs nus sont dans le même plan vertical et réalisés au moyen d'isolateurs d'arrêt conformes aux spécifications en vigueur.

On peut toutefois rencontrer les variantes suivantes :

1. Deux tronçons d'une même ligne à basse tension partant dans deux directions opposées. Aucun moyen de coupure ne doit exister sur le support entre ces deux tronçons à basse tension,
2. Départ basse tension réalisé en câble isolé de spécifications appropriées.

Dans ces deux derniers cas, les caractéristiques du support sont à prévoir en fonction des efforts des lignes MT et BT. Hormis le premier cas, aucun étoilement ne doit être réalisé sur le support du poste.

b) Transformateur de 160 kVA

On rencontre deux cas :

1. un seul départ raccordé au disjoncteur par une liaison en conducteurs isolés $3 \times 150 + 1 \times 70 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$
2. deux départs raccordés au disjoncteur en conducteurs isolés $3 \times 70 + 54,6 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$

c) Départ d'abonné

Le départ BT est réalisé par une liaison aéro-souterraine, en câble U 1000 RO 2V ou U 1000 RV FV.

2.3.3.5 Plate-forme de manoeuvre

Une plate-forme de manoeuvre du disjoncteur à basse tension est disposée au pied du poteau, à droite de la poignée de commande. Elle est réalisée en béton armé au moyen d'un quadrillage, en fers ronds de 4 mm à mailles de $0,20 \times 0,20 \text{ m}$ soigneusement ligaturés ou en métal déployé de section équivalente, relié électriquement au circuit de terre des masses métalliques du poste. Ses dimensions sont d'environ $70 \times 70 \times 7 \text{ cm}$.

Lorsque le support est implanté à proximité d'une clôture ou d'éléments métalliques, on recherchera une disposition telle que l'opérateur, lors des manoeuvres, n'entre pas en contact avec ces éléments métalliques dont le potentiel pourrait être différent de la terre des masses.

2.3.3.6 Mises à la terre

D'une façon générale, les mises à la terre sont effectuées conformément à l'article 2.2.1.

Dans le cas général de lignes aériennes BT, cette mise à la terre est effectuée sur le premier support de la ligne. Si la ligne est en conducteur isolé, on pourra installer également, à demeure, des connecteurs pour prise de courant temporaire.

- Dans le cas exceptionnel de sorties aéro-souterraines, il y a lieu de prévoir la mise à la terre du neutre du câble ou de chacun des câbles à proximité du transformateur en respectant les distances indiquées au § 2.2.1.

D'autre part, le conducteur neutre sera systématiquement mis à la terre dans les accessoires de jonction ou de dérivation, sauf en fouille commune avec un câble MT au voisinage d'un poste de transformation.

Dans tous les cas, on respectera le principe de l'indépendance des terres, conformément au § 2.2.1.

- Concernant les postes d'abonné, la terre des masses ne devra pas excéder 1Ω . En effet, le comptage est placé sur le même support que le transformateur et ne doit pas subir d'élévation excessive de tension. Dans ces conditions, on interconnectera la terre des masses et la terre du neutre.

2.3.3.7 Accessoires divers

Le support du transformateur doit être pourvu exclusivement :

- a) de la plaque réglementaire à figurine à tête de mort et de la plaque numéro du support, conformément au plan n° 4513 AR standard O.N.E.E-Branche électricité.
- b) d'une plaque métallique lisible du sol, portant la désignation des appareils de coupure dont l'ouverture est nécessaire pour mettre le poste hors tension, ainsi que les consignes à respecter avant toute ascension sur le support. Ces indications sont portées sur cette plaque conformément aux directives de l'O.N.E.E-Branche électricité.
- c) d'une plaque, fournie par l'O.N.E.E-Branche électricité destinée à identifier le poste.

Ces plaques doivent être apposées au-dessous du dispositif anti-escalade.

2.3.4 Caractéristiques des matériels

Les présentes règles supposent que la distribution est effectuée à la tension assignée 220/380 V.

Dans le cas exceptionnel où la tension de distribution est de 220 V entre deux conducteurs de phase, des dispositions particulières concernant les caractéristiques des transformateurs et des disjoncteurs seront fixées par l'O.N.E.E-Branche électricité.

2.3.4.1 Transformateur

Le transformateur est conforme aux règles en vigueur. En outre, il doit être d'un modèle agréé. La puissance est de 25, 50, 100, ou 160 kVA.

Si l'O.N.E.E-Branche électricité le prévoit, il peut être fait usage d'un transformateur monophasé dans quelques cas particuliers.

L'appareil doit être sans conservateur et hermétique suivant l'une des dispositions ci-après :

- transformateur à couvercle soudé avec traversées munies de joints,
- transformateur à couvercle boulonné avec joints munis de limiteurs de serrage.

Dans les deux dispositions, les joints sont en caoutchouc synthétique résistant à l'action de l'huile chaude. La surface de toutes les tôleries de cuve devra être protégée, soit par galvanisation au trempé à chaud, soit par métallisation au zinc d'épaisseur minimale de 80 microns (revêtement ZP 80 défini par les règles en vigueur). L'ensemble est recouvert d'une peinture de couleur claire.

La tension primaire est indiquée par l'O.N.E.E-Branche électricité, et la tension secondaire est de 400 V, pour les réseaux de tension assignée 220/380 V

2.3.4.2 Disjoncteur BT

Le disjoncteur BT doit être d'un modèle agréé par l'O.N.E.E-Branche électricité. Le disjoncteur (sauf dans le cas où il est fait usage d'un transformateur monophasé) est tétrapolaire à trois pôles protégés ; il doit comporter un dispositif assurant en position d'ouverture la liaison du neutre du transformateur à la masse du coffret (voir article 2.2.1. b). La fermeture s'effectue à la main au moyen de la commande directe décrite à l'article 2.3.3.3 ; l'ouverture peut s'effectuer soit à l'aide de cette commande, soit automatiquement au moyen de déclencheurs à maximum de courant à action différée.

Les temps de fonctionnement doivent être respectés tant que la température ambiante reste comprise entre - 8°C et + 70°C.

Le disjoncteur doit pouvoir supporter sans dommages les températures de - 11°C à + 80°C et conserver ses caractéristiques lorsque la température revient dans la plage comprise entre - 8°C et + 70°C.

Le courant nominal du disjoncteur, exprimé en ampères, doit être égal à :

- 1,9 p pour p = 25 et 50 kVA
- 1,8 p pour p = 100 kVA
- 3 p quelle que soit la puissance lorsque la tension nominale au secondaire du transformateur est égale à 231 V entre phases.

Le pouvoir de coupure du disjoncteur, exprimé en ampères, est au moins égal à 40 p (64 p dans le cas où la tension nominale au secondaire est de 231 V) entre phases.

Dans des cas spécifiques, on pourra également prévoir un disjoncteur équipé d'un dispositif à image thermique et (ou) magnétique.

2.3.4.3 Câbles BT

Les liaisons entre le transformateur et le disjoncteur à basse tension, d'une part, et entre le disjoncteur à basse tension et le départ aérien basse tension, d'autre part, sont réalisées en conducteurs isolés et leur tension de tenue au choc doit être au minimum de 22 kV (voir article 2.2.1. e).

a) zone non évolutive

Les conducteurs seront adaptés à la puissance du transformateur installé. Les conducteurs comportent une âme en cuivre, de type U 1000 RO 2V (câble rigide isolé au polyéthylène réticulé), et ont pour section :

- 50 mm² pour un transformateur de 25, 50 ou 100 kVA,
- 95 mm² pour un transformateur de 160 kVA.

Les conducteurs isolés assemblés en faisceaux comportant une âme en aluminium, ont pour section :

- 3×70 mm² + 54,4 pour un transformateur de 25, 50 ou 100 kVA,
- 3×150 mm² + 70 pour un transformateur de 160 kVA.

La liaison située entre le disjoncteur à basse tension et le départ aérien basse tension comprendra un câble EP de 1×16 mm² de section.

b) zone évolutive

Quelque soit la puissance du transformateur, les conducteurs ont pour section :

- 95 mm² (U 1000 RO 2V) en cuivre,
- 3×150 mm² + 70 + 1×16 en aluminium (conducteurs isolés assemblés en faisceaux).
- 2 (3×70 mm² + 1×54 + 1×16 (conducteurs isolés assemblés en faisceaux. Cas de 2 départs BT).

Ces conducteurs sont raccordés par des cosses serties et étanches sur le transformateur et par des raccords fonctionnels sur le disjoncteur.

A la sortie du transformateur, les câbles seront dirigés vers le haut et formeront une crosse afin d'éviter la pénétration d'eau dans leur gaine.

2.4 POSTES INTERIEURS EN CABINE HAUTE

2.4.1 Dispositions constructives du bâtiment

2.4.1.1 Dimensions conception générale

Les postes doivent être conformes au plan n° 4181 Q (468 GR) standard ONE.

Quand il s'agit de postes en antenne, les dimensions intérieures de la cabine sont, en plan, 2,60 m×2,60 m ; les dispositions constructives pour les postes en coupure d'artère font l'objet de prescriptions particulières fixées par l'O.N.E.E-Branche électricité.

La hauteur, au-dessus du sol extérieur, des points d'attache des chaînes d'ancrage des conducteurs à haute tension est de 7,70 m sauf sujétions particulières (traversées de routes, lignes préexistantes, pentes de terrain,...).

La nature du matériau et l'aspect esthétique du bâtiment sont déterminés par l'O.N.E.E-Branche électricité.

2.4.1.2 Matériaux

a) Nature

Les cabines, qui doivent être entièrement construites en matériaux incombustibles, peuvent être réalisées :

- soit en maçonnerie de moellons naturels en usage dans le pays,
- soit en maçonnerie de briques pleines ou d'agglomérés (mâchefer exclu),
- soit en béton armé monolithique,
- soit en béton banché,
- soit avec ossature en béton armé et remplissage de briques pleines ou creuses, ou d'agglomérés,
- soit en éléments préfabriqués, à l'exclusion des panneaux métalliques.

La nature de ces matériaux et leurs dimensions doivent être conformes aux règles en vigueur (Cf. arrêté du M.T.P.C. n° 566-70 du 02.10.1971).

b) Qualité

Ciments

On emploie, dans les conditions précisées ci-après :

CPA 250, CPA 325, CPAL 250, CPAL 325, CPAC 250, CPAC 325, CPALC 250, CPALC 325, CPA 400, CPA 500, conformes aux règles en vigueur.

Ces derniers ciments peuvent toujours être remplacés par du ciment portland de fer CPF, du ciment de laitier au clinker CLK ou du ciment métallurgique mixte CMM, conformes aux règles en vigueur.

Chaux hydraulique

La chaux hydraulique est de la qualité XH répondant aux règles en vigueur.

Sable et gravillons

Le sable et les gravillons pour béton répondent aux dispositions des règles en vigueur. Ils sont lavés, si c'est nécessaire, pour réaliser les conditions de propreté indispensables.

Pour les enduits, le sable utilisé doit en particulier être parfaitement propre et d'une granulométrie capable d'assurer leur parfaite adhérence.

Le sable de mer ne peut être utilisé que parfaitement lavé à l'eau douce.

Briques

Les briques répondent aux dispositions des règles en vigueur.

Moellons naturels

En usage dans le pays et non gélifs.

Aciers

Les aciers employés pour la construction du béton armé répondent aux dispositions des règles en vigueur.

Tuiles

Les tuiles bien cuites, de texture homogène et d'une provenance agréée par l'O.N.E.E-Branche électricité.

c) Dosage

Les dosages à adopter sont les suivants :

Béton de fondation

(les dosages de sable et de gravillons ne sont donnés qu'à titre indicatif)

- 200 kg de ciment laitier ou 250 kg de chaux hydraulique (toutefois, dans le cas de terrains à eau agressive, on emploie exclusivement du ciment laitier).
- 0,4 m³ de sable,
- 0,8 m³ de cailloux passant à l'anneau de 6 cm.

Béton armé

(les dosages de sable et de gravillons ne sont donnés qu'à titre indicatif)

- 350 kg de ciment CPA 325,
- 0,4 m³ de sable,
- 0,8 m³ de gravillons de granulats type 10/25.

Béton banché

(les dosages de sable et de gravillons ne sont donnés qu'à titre indicatif)

- 200 kg de ciment CPA 250 ou CPAL 250 ou CPAC 250 ou CPALC 250,
- 0,4 m³ de sable,
- 0,8 m³ de gravillons.

Béton armé vibré pour éléments préfabriqués

(les dosages de sable et de gravillons ne sont donnés qu'à titre indicatif)

- 450 kg de CPA 400 ou 400 kg de CPA 500,
- 0,4 m³ de sable,
- 0,8 m³ de gravillons, de granulats type 8/16 ou 10/20 selon les dimensions des éléments préfabriqués.

Moellons artificiels

(les dosages de sable et de gravillons ne sont donnés qu'à titre indicatif)

- 250 kg de ciment CPA 250 ou CPAL 250 ou CPAC 250 ou CPALC 250,
- 0,4 m³ de sable,
- 0,8 m³ de gravillons (à l'exclusion de mâchefer).

Mortier pour maçonnerie de fondation

- 200 kg de ciment laitier ou 250 kg de chaux hydraulique (toutefois, dans le cas de terrains à eau agressive, on emploie exclusivement du ciment de laitier),
- 1 m³ de sable.

Mortier pour maçonnerie en élévation

- 350 kg de ciment CPA 250,
- 1 m³ de sable.

Enduit intérieur

Même dosage que pour le mortier pour maçonnerie en élévation.

- 250 kg de ciment CPA 250,
- 150 kg de chaux hydraulique,
- 1 m³ de sable.

2.4.1.3 Fondations

Les murs de fondation ont une épaisseur minimale de 40 cm. Ils sont établis en béton ou en maçonnerie de moellons naturels, de roches dures non schisteuses et non poreuses, hourdés au mortier de chaux ou de ciment.

Ces dispositions ne s'appliquent pas aux postes construits en éléments préfabriqués, dont les fondations sont appropriées au mode de conception de la cabine. En particulier, les fondations des postes comprenant quatre piliers sont uniquement constituées par des massifs entourant ces piliers.

Les fondations ont normalement une profondeur de 1 m. Cette profondeur peut être réduite lorsque la cabine est établie sur un terrain rocheux.

Par contre, si la résistance du terrain l'oblige, l'entrepreneur doit, sous son entière responsabilité, descendre jusqu'au bon sol ou établir des fondations spéciales.

2.4.1.4 Sol

Sauf spécification contraire de l'O.N.E.E-Branche électricité, le sol de la cabine doit être établi à 25 cm au-dessus du niveau du sol extérieur et, dans le cas d'un terrain inondable, au-dessus du niveau des plus hautes eaux.

Le sol doit présenter, en direction du seuil de la porte, une pente légère d'au moins 1 cm par mètre. De plus, son établissement doit tenir compte, le cas échéant, des projets prévus de déblaiement des abords du poste.

Le sol est constitué par un radier en béton armé de 0,10 m d'épaisseur, prenant appui sur toute la largeur des murs et reposant sur un hérisson de 20 cm en moellons placé après damage du terrain. Ce radier est recouvert par une chape en ciment bouchardée au rouleau de 5 cm d'épaisseur. Dans un but de sécurité, ce radier est armé par un quadrillage en fers ronds de 4 mm à mailles, de 0,30 m×0,50 m soigneusement ligaturés.

Une connexion en cuivre nu de 25 mm² de section minimale reliée électriquement au quadrillage, émerge de 0,20 m au-dessus du radier en un point facilement accessible (voir article 2.4.2.4.). Si le sol de la cabine est surélevé, ce radier devient un plancher qui doit être calculé, à défaut d'indication contraire, pour une surcharge de 1500 daN par mètre carré.

Il y a lieu de prévoir, dans les quatre angles du poste, des trous de passage pour les câbles destinés à l'amélioration de la prise de terre des masses et à la prise de terre du neutre suivant les indications de l'article 2.2.1.1.2. Ces trous sont inclinés pour déboucher à l'extérieur à une profondeur d'au moins 0,40 m dans le sol.

Si les départs souterrains sont envisagés, il y a lieu d'aménager, en outre, des orifices pour le passage des câbles.

2.4.1.5 Murs

La résistance du bâtiment doit être prévue pour recevoir directement l'ancrage de l'ensemble des conducteurs susceptibles d'être installés, sans intervention de supports d'arrêt. Toutefois, dans le cas exceptionnel où il n'en est pas ainsi, il doit être prévu un ou plusieurs poteaux d'arrêt à proximité immédiate de la cabine.

a) Épaisseur

Les murs doivent avoir une épaisseur, enduit non compris, au moins égale aux valeurs suivantes :

- cabines en moellons naturels : dimensions en usage dans le pays avec minimum de 38 cm
- cabines en maçonnerie de briques pleines 22 cm
- cabines en maçonnerie d'agglomérés 20 cm
- cabines en béton armé monolithe 8 cm
- cabines en béton banché 20 cm
- cabines avec piliers d'angles et ossature en béton armé avec remplissage de briques creuses ou d'agglomérés : largeur de la brique du pays posée à plat avec minimum de 15 cm
- cabines en éléments préfabriqués 6 cm.

b) Dispositions constructives

On intercale dans les murs au moins 4 chaînages constitués par une ceinture en béton armé de 10 cm de hauteur, l'une pouvant être placée juste au-dessus de la porte, l'autre à la hauteur de l'ancrage des conducteurs à moyenne tension. Les 2 dernières permettront de fixer l'interrupteur-protection du transformateur et de résister aux fortes vibrations apparaissant lors de la manoeuvre de cet appareil.

Ces dispositions ne s'appliquent ni aux cabines en maçonnerie en moellons naturels, ni à celles en béton armé monolithe. En ce qui concerne les cabines en éléments préfabriqués, ces chaînages sont eux-mêmes composés d'éléments préfabriqués.

Si la hauteur hors-tout de la cabine au-dessus du sol excède 8 m, il est placé une troisième ceinture, les trois ceintures étant placées à des hauteurs convenables. Dans le cas de maçonnerie en briques creuses, les encadrements de la porte et des panneaux de sortie basse tension sont montés en béton armé ou en briques pleines.

Un linteau est aménagé au-dessus de la porte. Il comporte une saillie suffisante et un larmier, de manière à assurer une protection efficace contre les pénétrations de l'eau. Cette disposition sera également adoptée au-dessus de l'aération basse.

S'il est fait usage d'éléments préfabriqués en béton armé, ces éléments doivent être manipulés avec le plus grand soin. Leurs joints d'assemblage doivent comporter un profil évitant les pénétrations d'eau. Le calfeutrement des joints, y compris le joint d'assise, est fait au moment du montage avec un matériau plastique à base d'huiles végétales ou minérales ou de résines synthétiques, étanche à l'eau, restant sans fluage à une température de + 55°C. Le rejointoiement doit être effectué avec le plus grand soin pour éviter les pénétrations d'eau.

Lorsque s'y prête le mode de construction, les trous permettant de sceller ou de boulonner l'appareillage sont ménagés à l'avance ; cette disposition est obligatoire dans le cas de construction en éléments préfabriqués. Dans certains types de maçonnerie, briques par exemple, il est prévu à une certaine distance au-dessus du niveau du sol un joint étanche pour éviter les remontées d'eau.

Pour diminuer la hauteur du bâtiment en bordure de route par exemple, afin que les conducteurs MT traversant celle-ci à une hauteur supérieure ou égale à 8 m, il y a lieu de prévoir un portique d'ancrage faisant corps avec l'ossature en béton armé du poste. Ce portique sera en principe prévu pour une force horizontale de 1000 daN concentrée au milieu de la poutre.

c) Revêtements extérieurs

Les murs, constitués par des moellons naturels, par des briques de parement ou par des briques pleines présentant une résistance et un aspect équivalents, sont simplement rejointes au mortier de ciment.

Les murs constitués par des moellons artificiels ou des briques creuses reçoivent un enduit tyrolien au mortier bâtard sur toute leur surface extérieure exécuté en deux couches.

Pour les cabines construites en béton armé monolithe, en béton banché ou en éléments préfabriqués, l'enduit extérieur est remplacé par deux couches de peinture silicate ou équivalente, de marque et de couleur agréées par l'O.N.E.E-Branche électricité, appliquée après complet séchage du béton.

d) Revêtements intérieurs

Lorsque la surface des matériaux permet d'obtenir des parois suffisamment planes pour leur rejointoiement effectué "en montant", l'entrepreneur fait effectuer sur ces parois, ainsi que sur la surface intérieure de la couverture un simple badigeonnage au lait de chaux.

Dans le cas contraire, toutes les parois intérieures des murs sont recouvertes d'un enduit dont le dosage est défini à l'article 2.4.1.2. c) exécuté en deux couches.

2.4.1.6 Toiture

La toiture est en béton armé d'au moins 10 cm d'épaisseur (chape non comprise) ; toutefois, dans le cas de construction préfabriquée, l'épaisseur minimale de la toiture est de 6 cm. Elle devra présenter une pente permettant l'écoulement des eaux pluviales. Dans le cas où elle est constituée de plusieurs éléments, ceux-ci doivent se recouvrir sur une largeur d'au moins 10 cm.

Toutes dispositions doivent être prises pour empêcher la pénétration de l'eau entre la toiture et les murs ; la solution la plus simple consiste à prévoir une toiture débordant de tous les côtés et munie de larmiers pour éviter les remontées d'eau.

Cette toiture doit être calculée pour une surcharge de 300 daN par mètre carré. Elle doit présenter une solidité satisfaisante et une étanchéité parfaite. A cet effet, on peut lui appliquer une chape asphaltée ou similaire. Dans les régions à fort enneigement, l'O.N.E.E-Branche électricité indiquera s'il est nécessaire de prévoir une couverture comportant un isolant thermique (laine de verre, par exemple) afin d'éviter la formation de gouttes d'eau condensée.

Pour permettre un séchage correct de la dalle, il aura lieu d'observer un délai de 21 jours avant son décoffrage.

Dans le cas où la toiture reçoit une garniture de tuiles ou d'ardoises, le nez de toutes les tuiles ou des ardoises de bordure sera bourré au mortier pour éviter leur déplacement sous l'action du vent.

Après l'achèvement des travaux, l'entrepreneur remettra à l'O.N.E.E-Branche électricité une attestation de garantie décennale de l'étanchéité de la dalle de toiture.

2.4.1.7 Ventilation

La ventilation est assurée par deux ouvertures, orientées autant que possible dans une direction différente de celle des vents dominants afin d'éviter la pénétration de la pluie et de la neige.

Ces ouvertures comportent des persiennes en béton ou en tôle galvanisée ayant une surface libre d'au moins 60 dm² à l'entrée et 70 dm² à la sortie. L'ouverture inférieure doit être disposée à 45 cm au-dessus du sol de la cabine.

Aucune des ouvertures ne doit présenter d'orifice capable de laisser passer une bille de 12,5 mm de diamètre ni une tige rigide de 1 mm de diamètre pouvant venir en contact avec les parties sous tension.

2.4.1.8 Porte d'accès

Les ensembles métalliques constitués d'une porte et d'une huisserie, destinés à équiper l'ouverture d'accès au poste, doivent satisfaire aux caractéristiques suivantes :

a) Caractéristiques constructives

L'huisserie est fixée à la maçonnerie au moyen de pattes de scellement.

Le seuil est constitué d'une cornière de 30 mm × 30 mm × 3 mm scellée dans la dalle du poste.

Pour éviter tout risque de coincement, la porte présente un jeu de 5 à 8 mm par rapport à l'huisserie.

Lorsque la porte est ouverte, il doit être réservé un passage libre de 2,25 m de hauteur et de 1,32 m de largeur.

Un emplacement plan rectangulaire doit être réservé sur la porte, intérieurement et extérieurement, afin de permettre la fixation des affiches de sécurité.

Les portes sont, soit en tôle d'acier de 3 mm d'épaisseur solidement encadrée et croisillonnée, soit en tôle d'acier d'au moins 2 mm d'épaisseur, emboutie ou pliée, avec renforts lui conférant une rigidité équivalente.

Les portes sont munies :

- de morillons permettant un cadénassage temporaire de fermeture,
- d'un verrou cadénassable d'un modèle défini par l'O.N.E.E-Branche électricité.

L'O.N.E.E-Branche électricité pourra prescrire également un dispositif permettant l'ouverture de la porte, de l'intérieur, par simple pression du corps.

Les ensembles, porte fermée, ne doivent pas présenter d'ouverture capable de laisser passer une bille de 12,5 mm de diamètre ni une tige rigide de 1 mm de diamètre.

Les cornières, poignées, pattes de scellement sont en acier Thomas. Les goussets de renforcement éventuels et les morillons sont en acier doux.

b) Caractéristiques d'installation

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, pouvoir se rabattre complètement sur le mur et être pourvues d'un dispositif les maintenant dans cette position agréée par l'O.N.E.E-Branche électricité.

Pour éviter les pénétrations d'eau, les dispositions suivantes doivent en principe être adoptées :

- un bandeau muni d'un larmier est aménagé dans la maçonnerie au-dessus de la porte et à une hauteur suffisante pour permettre le cas échéant, la fixation d'un appareil extérieur d'éclairage ou de signalisation ;
- lorsqu'elle est fermée, la porte d'accès s'applique contre un seuil sur une hauteur d'au moins 10 mm.

2.4.1.9 Protection contre la corrosion

Suivant les cas, les ensembles de menuiserie métallique doivent être fournis, galvanisés ou métallisés au zinc et peints.

Le tableau suivant définit les dispositions à adopter suivant la région.

TABLEAU 1
Protection contre la corrosion

REGIONS	Continentale		Maritime polluée ou altitude > 1 500 m		Protection
	intérieur	extérieur	intérieur	extérieur	
en atelier	1 couche peinture	2 couches peinture	-	-	minimum 80% glycéro- phosphatique
			galv.	galv.	galvanisation à chaud
sur	1 couche peinture	2 couches peinture	-	-	peinture à l'huile
chantier	-	-	1 couche	2 couches	peinture métallisée à l'aluminium

Cas d'ensembles galvanisés ou métallisés : la protection est effectuée soit par galvanisation au trempé à chaud, soit par métallisation au zinc d'épaisseur minimale 80 microns (revêtement ZP 80 défini par les règles en vigueur). Après cette opération, la porte est recouverte d'une couche de peinture.

2.4.1.10 Contrôle de la qualité du génie civil

L'entreprise doit fournir à l'O.N.E.E-Branche électricité une certification établie par un laboratoire spécialisé et agréé, attestant que l'ensemble du génie civil est conforme aux spécifications en vigueur et aux règles de l'art.

2.4.2 Installations électriques

La figure n° 13 représente un exemple de dispositions à adopter.

2.4.2.1 Installation MT

a) Ancrage de la ligne

Le dispositif d'ancrage est constitué par des étriers en acier galvanisé de 14 mm de diamètre minimal prenant appui, si nécessaire, sur une ferrure de répartition des efforts, et dépassant d'au moins 7 cm la partie la plus saillante de la surface de fixation. Ils seront placés horizontalement. S'il est fait usage d'éclateurs, les chaînes d'ancrage sont d'un type précisé par l'O.N.E.E-Branche électricité (éléments munis de cornes en acier galvanisé avec dispositif anti-oiseaux).

Les ancrages sont réalisés dans un même plan horizontal. Ils doivent présenter entre eux une distance minimale de 0.75 m qui peut être augmentée en fonction de la longueur de la dernière portée, avant le poste.

On assure, de plus, qu'entre le support le plus voisin du poste et les points d'attache des chaînes d'ancrage, la distance entre conducteurs n'est en aucun point inférieure à 60 cm.

En outre, lorsqu'il est fait usage d'éclateurs, une rallonge RL galvanisée de 30 cm au minimum peut être nécessaire pour écarter suffisamment du bâtiment la chaîne d'isolateurs et les éclateurs afin que le fonctionnement de ces derniers s'effectue sans risque d'amorçage avec les masses avoisinantes. En pratique, on peut considérer que le risque est négligeable lorsque la distance du rebord de la toiture à la droite formée par le prolongement de la corne d'éclateur est de l'ordre de 25 cm.

b) Entrées du poste

Les entrées du poste sont réalisées conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Elles sont constituées, de préférence, par des entrées étanches conformes aux normes en vigueur. Elles seront placées sur des plaques support fixées sur un cadre vertical amovible.

Le raccordement de ce cadre avec la partie inférieure du bâtiment se fera avec une pente de 50 gr (figure n° 14).

c) Appareillage à moyenne tension

L'appareillage d'une tension nominale d'isolement de 24 kV en zone continentale et non polluée et de 36 kV en zone maritime (bande de 15 km de large sur la côte atlantique, de 7 km sur la côte méditerranéenne), en zone polluée et de brouillards intenses et en altitude inférieure ou égale à 1 500 m (voir figure n° 1).

Il comprend, en particulier, un interrupteur-sectionneur tripolaire d'un pouvoir de coupure de 32 A et d'un pouvoir de fermeture de 25 kA en valeur de crête. Les dispositifs de transmission de commande doivent présenter une rigidité suffisante. Ils seront installés de telle manière qu'en cas de rupture accidentelle, tout contact fortuit soit évité avec les parties voisines se trouvant sous tension.

L'interrupteur-sectionneur et les supports isolants doivent être conformes aux règles en vigueur. Dans le cas exceptionnel de postes en coupure d'artère, les caractéristiques des interrupteurs-sectionneurs et des sectionneurs sont précisées par l'O.N.E.E-Branche électricité.

Lorsqu'il est fait usage de parafoudres, ceux-ci sont raccordés à l'intérieur du poste, en amont de l'interrupteur-sectionneur.

Un jeu de trois fusibles MT doit être installé en amont du transformateur à une hauteur les rendant facilement accessibles et à 1 m minimum de la partie de l'interrupteur-sectionneur qui reste sous tension après l'ouverture de celui-ci. Les caractéristiques de ces fusibles feront l'objet d'une indication de l'O.N.E.E-Branche électricité.

TABLEAU 2

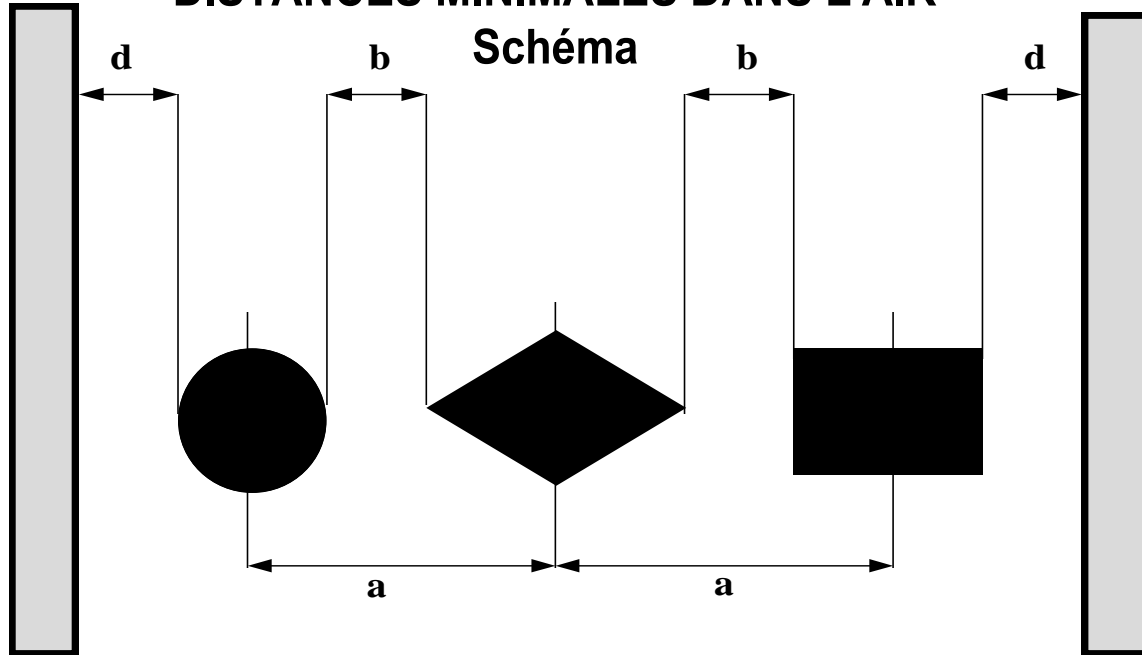
Distances minimales dans l'air

Désignation	Cote suivant schéma ci-après	Limites intérieures	
		24 kV	36 kV
A l'extérieur des bâtiments			
1. entraxe des entrées de poste		50	54
2. entraxe des ancrages de la ligne sur le poste		75	100
A l'intérieur des bâtiments			
3. hauteur des supports isolants (lisses ou cannelés) entre partie sous tension et masse		20	30
4. entraxe des conducteurs(2)	a	29	39
5. distance entre les parties sous tension appartenant à des phases différentes	b	20	30
6. distances entre conducteurs à moyenne tension et conducteurs à basse tension non protégés par un dispositif métallique relié aux masses (2)		50	65
7. distance entre d'une part les parties sous tension et d'autre part, les parois des cellules ou la masse	c	24	33
8. distance entre d'une part les parties sous tension et d'autre part, les panneaux grillagés ou les portes d'accès aux cellules	d	30	33

(1) Ne concerne pas les boîtes d'extrémité ni les interrupteurs-sectionneurs pour lesquels l'isolement adéquat a été vérifié à la construction par les essais de tenue au choc prévus par les règles en vigueur.

(2) Ne concerne pas les conducteurs à leur raccordement aux transformateurs.

TABLEAU 3
DISTANCES MINIMALES DANS L'AIR



d) Jeux de barres MT

Les jeux de barres MT et connexions dans le poste sont établis en barres rondes nues d'un diamètre de 100/10 mm en cuivre. Elles ne doivent pas comporter de raccords ni de manchons de jonction.

Mais si l'alimentation se fait en coupure d'artère, la section des conducteurs à la partie correspondante est déterminée par l'O.N.E.E-Branche électricité suivant les besoins de l'exploitation du réseau.

e) Distances dans l'air

Les pièces conductrices à haute tension doivent présenter, d'une phase à l'autre, par rapport aux conducteurs à basse tension ou par rapport à la masse, des distances au moins égales à celles spécifiées dans le tableau 2.

f) Réalisation de la protection contre les risques de contact avec les parties sous tension

La protection contre de tels risques de contact est assurée par un ensemble métallique d'une hauteur minimale de 2 m au-dessus du sol, comportant des panneaux fixes et une porte grillagée à deux vantaux égaux laissant un passage libre de 1,40 m. Le panneau fixe situé du côté du tableau BT doit avoir une largeur minimale de 0,45 m.

Les portes cadenassables en position de fermeture, doivent s'ouvrir vers l'extérieur de la cellule. Les portes sont constituées par des panneaux grillagés en acier solidement encadrés; si l'une de leurs dimensions excède 1 m, ils devront être munis de raidisseurs.

La surface de la maille (surface libre limitée par les bords intérieurs du métal formant le pourtour de la maille) ne doit pas excéder 650 mm², la plus grande dimension de cet espace libre restant inférieure à 60 mm. La section du métal délimitant les mailles ne doit pas être inférieure à 3,8 mm².

Les ensembles métalliques doivent être convenablement protégés contre l'oxydation, conformément à l'article 2.4.1.9.

2.4.2.2 Transformateur

Le transformateur est conforme aux règles en vigueur, il doit être d'un modèle agréé par l'O.N.E.E-Branche électricité et comporter en particulier les caractéristiques suivantes :

- les transformateurs installés en cabine comporteront un conservateur avec indicateur de niveau,
- les traversées MT et BT sont du type "traversées porcelaine" et conformes aux règles en vigueur,
- le transformateur est muni, à la partie inférieure de la cuve, d'un dispositif de vidange,
- le transformateur comportera des anneaux de levage,
- s'il est fait emploi de transformateurs prévus pour usage sur poteau (voir article 2.3.4.1.), ils ne seront pas munis de galets orientables quelle que soit leur puissance,
- la puissance maximale est de 500 kVA (limite dont il a été tenu compte dans les dispositions prévues pour la construction des postes à l'article 2.4.1.1.).

2.4.2.3 Installation à basse tension

a) Isolement des circuits basse tension

La tension de tenue par rapport à la masse des matériels basse tension du poste (canalisations et appareillage) doit être au moins de 10 kV à fréquence industrielle pendant 1 mn et de 22 kV en onde de choc normalisée 1,2/50 (voir article 2.2.1.3). Des précautions doivent être prises lors du montage afin que la tenue prescrite soit respectée pour l'ensemble de l'installation.

Les installations d'éclairage de poste sont raccordées directement sur le jeu de barres du tableau BT. Ce circuit est protégé par fusible HPC 6 A et une barrette au neutre répondant aux prescriptions des règles en vigueur.

b) Appareillage

Il est du type intérieur non protégé. Deux solutions sont proposées :

1. le tableau BT comprend un interrupteur 800 A cadenassable, un jeu de barres et un disjoncteur par départ basse tension.
2. le tableau BT de calibre 800 A, cadenassable et quatre départs. Seuls les départs utilisés sont équipés, les autres doivent être munis d'un panneau de réservation. L'appareillage BT comprend un éclateur entre masse et neutre BT, celui-ci protège le transformateur et il est réglé en usine pour amorcer à 10 kV.

L'appareil de coupure est un interrupteur 800 A lorsque la puissance installée du transformateur est d'une puissance supérieure à 250 kVA, associée à des fusibles 200 ou 400 A.

Lorsque le transformateur est d'une puissance de 250 kVA, mais que les départs sont protégés par des fusibles de 200 A, c'est-à-dire pour des sections équivalentes à celle du câble torsadé $3 \times 70 + 1 \times 16 \text{ mm}^2$ Alu, le tableau sera également équipé d'un interrupteur. Dans de dernier cas, lorsqu'il est fait usage de fusibles 400 A, l'interrupteur sera remplacé par un disjoncteur 400 A.

Enfin, pour toutes les puissances inférieures à 250 kVA, le tableau sera équipé d'un disjoncteur D 400 A dont les courbes de déclenchement seront spécifiées par l'O.N.E. et adaptées au moyen de blocs déclencheurs pour chaque puissance installée.

Le raccordement des câbles de départs vers le réseau s'effectue en bas du tableau. Chacun des départs du tableau comporte :

- sur chaque phase un coupe-circuit,
- sur le neutre une barrette de sectionnement.

Le coupe-circuit se compose :

- d'un coupe-circuit à fusible HPC,
- de mâchoires,
- d'un porte-fusibles avec écran protecteur.

c) Calibre des coupe-circuit à fusibles

Lorsque le poste dessert un réseau aérien en conducteurs isolés $3 \times 70 \text{ mm}^2 + 54$, on installera des fusibles de calibre **200 A**.

Lorsque le poste alimente un réseau souterrain, la puissance du transformateur MT/BT étant $\geq 250 \text{ kVA}$, on installera des fusibles de calibre **200 ou 400 A**.

Dans les cas particuliers où le poste dessert un réseau aérien en conducteurs nus de faibles sections, on pourra limiter la capacité des fusibles à 125 A.

d) Câbles basse tension

Les liaisons entre le transformateur et le tableau basse tension sont réalisées en câbles unipolaires recouverts d'une gaine isolante en matériau synthétique. Leur tension minimale de tenue au choc par rapport à la masse doit être de 22 kV.

Les liaisons transformateur-tableau BT sont réalisées en câbles en cuivre, les sections minimales de conducteurs étant de :

- 150 mm^2 pour un transformateur de $p \leq 160 \text{ kVA}$,
- 240 mm^2 ou $2 \times 120 \text{ mm}^2$ pour un transformateur de $160 \text{ kVA} < p \leq 350 \text{ kVA}$,
- $2 \times 240 \text{ mm}^2$ pour un transformateur de $350 \text{ kVA} < p \leq 500 \text{ kVA}$.

Le raccordement des câbles se fait à l'aide de cosses en cuivre à serrage mécanique ou par cosses en cuivre poinçonnées.

Les départs BT en conducteurs isolés assemblés en faisceau ou en câbles souterrains sont raccordés directement aux bornes du tableau BT.

e) Sorties basse tension

Les sorties du poste doivent être conformes aux règles en vigueur et réalisées moyennant les précautions habituelles pour empêcher les pénétrations d'eau.

f) Éclairage du poste

L'installation d'éclairage comporte un interrupteur et un foyer lumineux, le branchement étant pris sur le tableau BT comme indiqué en b.

Le foyer lumineux doit être installé sur un support rigide et être disposé de façon qu'aucune ombre ne soit portée sur les appareils de sectionnement. L'emplacement doit être tel que le remplacement de la lampe puisse s'effectuer sans que l'opérateur ait à interrompre la MT pour y procéder sans danger.

g) Coffret de comptage et d'éclairage public

Ce coffret sera mis en place suivant les spécifications de l'O.N.E.E-Branche électricité. Il contiendra le compteur d'énergie et la commande de l'éclairage public.

Les caractéristiques de l'ensemble de l'appareillage directement raccordé sur le tableau BT, seront précisées par l'O.N.E.E-Branche électricité. Les compteurs seront en principe fournis par l'O.N.E.E-Branche électricité.

2.4.2.4 Mises à la terre des masses du poste

Les mises à la terre sont effectuées conformément aux dispositions de l'article 2.2.1.2. La prise de terre des masses est réalisée de la façon suivante : lors de l'exécution des fondations, on dispose à fond de fouille avant le bétonnage, un conducteur enterré formant une boucle fermée.

2.4.2.5 Matériel de sécurité**a) Affiches****TABLEAU 4****Affiches**

Emplacement	Désignation	Texte réglementaire correspondant
1. Extérieur du poste Sur la porte d'accès	Pancarte d'avertissement de danger et d'interdiction d'accès, avec plaque adresse Instructions concernant les dangers présentés par les courants électriques et les secours à apporter aux victimes.	arrêté interministériel du 30 avril 1958 article 43 et 44
2. Intérieur du poste a) Face intérieure de la porte d'accès b) Porte de cellule	Instructions concernant les dangers présentés par les courants électriques et les secours à apporter aux victimes. Affiche rappelant les précautions à prendre : - interdiction d'ouvrir tant que certaines pièces conductrices n'ont été mise hors tension; - manoeuvres à effectuer pour réaliser cette mise hors tension; - pièces restant sous tension après l'exécution des manoeuvres.	arrêté interministériel du 30 avril 1958 article 74

b) Autres matériels

Dans chaque poste, on disposera :

- une perche à corps 36 kV,
- des gants MT,
- un tabouret isolant 36 kV.

2.5 POSTES DE TRANSFORMATION EN CABINE BASSE ISOLEE

2.5.1 Conditions d'utilisation

Ces postes sont raccordés exclusivement à un réseau souterrain. Du point de vue des dispositions constructives, ils sont du type maçonnés en cabine, ou préfabriqués en cas de besoin.

Dans tous les cas, la construction ou l'enveloppe devra faire l'objet d'une garantie décennale. Quel que soit le type de poste :

- la position du transformateur est étudiée pour que sa mise en place ne conduise pas à effectuer des manipulations trop importantes,
- l'étanchéité du local doit être garantie. Un système d'évacuation des eaux doit être prévu dans le cas de risque d'inondation accidentelle,
- le local est pourvu d'une ventilation naturelle empêchant la formation éventuelle de condensation et assurant le bon refroidissement du transformateur,
- l'enveloppe du poste doit répondre au degré IP 359.

2.5.2 Dispositions constructives du bâtiment

Les principes constructifs du bâtiment sont identiques à ceux des postes en cabine haute (article 2.4.1.), à l'exception des chaînages. Les côtes à adopter sont données par le plan n° 5919 standard ONE. De plus, ses fondations doivent toujours être distinctes du ou des massifs du ou des supports d'arrêt, lorsqu'ils existent.

Par ailleurs, le génie civil devra pouvoir inclure, a minima, 3 cellules MT : 2 cellules réseau et 1 cellule protection du transformateur, afin de permettre le bouclage ultérieur du réseau MT. En conséquence, le poste doit comporter des fourreaux d'accès en béton pour au moins 2 câbles MT et, d'autre part, pour 4 câbles BT.

La dimension et l'inclinaison de ces fourreaux doivent tenir compte des diamètres extérieurs des câbles utilisables et de leurs rayons de courbure admissibles. Ils débouchent à l'extérieur du poste, à une profondeur d'au moins 0,50 m.

2.5.3 Équipement MT

2.5.3.1 Équipement MT de type ouvert

L'équipement du poste doit être conforme aux plans **standard ONE n°5793 - 5919 - 6022 - 6177 et 5917**.

On se rapportera au § 2.4.2.1 pour ce qui concerne l'appareillage MT.

2.5.3.2 Équipement MT de type protégé

2.5.3.2.1 Préambule

L'équipement MT peut être réalisé suivant deux types :

- un assemblage de plusieurs cellules, chacune d'entre elles assurant une fonction spécifique
- un ensemble compact et monobloc, assurant un ensemble de fonctions.

L'appellation "cellule" n'étant pas applicable à l'appareillage monobloc, c'est l'appellation "Unité Fonctionnelle" (UF), conforme à la normalisation internationale qui est retenue dans ce présent chapitre, pour désigner l'ensemble des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction.

2.5.3.2.2 Principales caractéristiques assignées

a) Tension assignée

La tension assignée est de 24 kV.

b) Niveau d'isolement assigné des circuits MT

la tension de tenue aux chocs de foudre, en valeur de crête, vaut :

- à la masse et entre pôles : 125 kV,
- sur la distance de sectionnement : 145 kV.

La tension de tenue à la fréquence industrielle (50 Hz), à sec, pendant une minute, vaut en valeur efficace :

- à la masse et entre pôle : 50 kV,
- sur la distance de sectionnement : 60 kV.

c) Courant assigné en service continu

Le courant assigné en service continu des circuits MT (jeu de barres, interrupteurs, disjoncteurs) est de 400 A. Il est de 50 A pour l'interrupteur protection transformateur.

d) Courant de courte durée admissible

Les circuits principaux MT, les sectionneurs de terre et le collecteur des masses de l'unité fonctionnelle « arrivée interrupteur » peuvent supporter un courant admissible d'une valeur de 12,5 kA efficace pendant 1 seconde (cas ☉). Toutefois, dans les zones de plus faible valeur de court-circuit (en tenant compte des évolutions planifiées de la structure de réseau MT), on pourra limiter à 8,5 kA, la valeur du courant efficace pendant 1 seconde (cas ★).

e) Pouvoirs de coupure assigné

Les pouvoirs de coupure des UF sont ceux déterminés au § c).

f) Pouvoirs de fermeture assignés sur court-circuit

Pour l'interrupteur et le sectionneur de terre de l'UF « arrivée interrupteur », le pouvoir de fermeture sur court-circuit est égal à la valeur de crête du courant de courte durée admissible assigné, soit :

- cas ☉, 31,5 kA crête,
- cas ★, 21,5 kA crête.

Pour l'interrupteur de l'UF « interrupteur fusible », le pouvoir de fermeture est égal à la valeur de crête du courant de courte durée admissible assigné présumé.

Il correspond à la valeur de crête du courant limité par la fusion d'un fusible de calibre 63 A, lors d'un courant de court-circuit initial de :

- cas ☉, 31,5 kA crête,
- cas ✱, 21,5 kA crête.

Pour les sectionneur de terre de l'UF « interrupteur fusible », le pouvoir de fermeture sur court-circuit du sectionneur en amont des fusibles est de :

- cas ☉, 31,5 kA crête,
- cas ✱, 21,5 kA crête.

Le pouvoir de fermeture sur court-circuit du sectionneur en aval des fusibles est de 2,5 kA.

g) Règles de conception

☆ Les UF

Le schéma de l'appareillage MT, qu'il soit modulaire ou monobloc, est constitué d'une combinaison d'UF « arrivée interrupteur » et « interrupteur fusibles associés ».

Quant il est destiné à l'alimentation d'un **poste d'abonné**, le tableau sera modulaire. Dans ce cas, pour réaliser les différents schémas prévus par l'O.N.E.E-Branche électricité, il pourra comporter les UF suivantes :

- « arrivée interrupteur »,
- « interrupteur fusibles associés »,
- « interrupteur fusibles combinés »,
- « arrivée directe »,
- « transformateur de tension »,
- « disjoncteur départ barres »,
- « disjoncteur départ câbles ».

☉ Utilisation du SF6

Quand le SF6 est utilisé (coupure et isolement), l'ensemble le contenant est un système à **pression scellé**.

☉ Mise à la terre

Chaque tableau, modulaire ou monobloc, possède un emplacement clairement identifié permettant de relier le collecteur général des masses à un circuit de terre du poste ainsi qu'une borne lisse de cuivre ou de laiton permettant le raccordement d'un dispositif amovible de mise à la terre.

☉ Dispositifs indicateurs de l'état de tension

Chaque UF raccordée par câble possède un dispositif lumineux, à demeure sur le tableau, indiquant l'état de tension de chacune des phases de la liaison située entre le raccordement des câbles MT et les bornes aval des sectionneurs de terre.

L'indication lumineuse de présence tension est constatée sans ambiguïté pour une tension supérieure à 8 kV entre phase. Les circuits des trois indicateurs sont indépendants ; une défaillance de l'un des circuits (diviseur capacitif ou lampe) ne perturbe pas le fonctionnement des deux autres.

☉ Concordance de phases

Il est possible de vérifier la concordance des phases entre diverses unités fonctionnelles « arrivées » à l'aide d'un dispositif appelé « comparateur de phase simplifié ».

⌚ Matérialisation de la position des appareils

L'indication de la position des interrupteurs et des sectionneurs de terre est fournie de façon claire et sûre par un dispositif reflétant de façon certaine la position des contacts principaux. Un schéma synoptique est réalisé sur la face avant de chaque UF. La position d'ouverture et de fermeture de chaque appareil s'y inscrit automatiquement.

La fonction de chaque appareil est précisée par l'affichage de son symbole graphique. Le sens dans lequel s'effectuent les manoeuvres des appareils est indiqué.

⌚ Les commandes

Les interrupteurs sont munis de commandes à manoeuvre indépendante manuelle pour les manoeuvres de fermeture et d'ouverture.

Les sectionneurs de terre sont munis de commandes à manoeuvre indépendante manuelle pour les manoeuvres de fermeture.

Les commandes des sectionneurs de terre doivent être conçues de façon à éviter tout risque de réouverture instantanée en cas de fermeture accidentelle sous tension.

Tous les appareils doivent pouvoir être condamnés par des dispositifs imperdables, dans les deux positions d'ouverture et de fermeture.

⌚ Compartiments d'accès autorisé

Accès autorisé en exploitation normale

Dans une UF « arrivée interrupteur » d'un tableau modulaire, l'accès peut s'effectuer par l'ouverture d'une porte ou d'un capot.

↗ La pénétration dans un compartiment n'est possible que si tous les circuits MT qu'il contient sont hors tension et mis à la terre.

↗ L'accès n'est possible que lorsque l'interrupteur de l'UF correspondante est ouvert et le sectionneur de mise du câble est fermé.

↗ La fermeture du capot ou de la porte du compartiment n'est possible que lorsque le sectionneur de terre est fermé.

↗ Le sectionneur de terre peut être manoeuvré pour effectuer des essais électriques sur les câbles, une fois le capot ou la porte d'accès ouvert ou enlevé.

Dans une UF « interrupteur fusibles associés », ce sont les mêmes conditions qu'évoquées précédemment, avec la fermeture des sectionneurs de terre situés en amont et en aval des fusibles à la place du sectionneur de terre du câble.

↗ Ces dispositions permettent l'accès aux fusibles.

Accès interdit en exploitation normale

Dans un tableau modulaire, l'accès au compartiment jeu de barres, interdit en exploitation normale, ne peut se faire que lorsque le tableau MT est hors tension et par le seul panneau portant le signal d'avertissement danger, normalisé par l'O.N.E.E-Branche électricité. C'est le seul qui soit démontable de l'extérieur en utilisant un outil.

Accès au fusibles en puits

L'appareillage monobloc comporte de fusibles installés dans des puits verticaux.

- ↗ Leur accès n'est possible que si l'interrupteur correspondant est ouvert et que les sectionneurs de terre placés en amont et en aval des fusibles sont fermés.
- ↗ La fermeture du capot ou de la porte d'accès aux puits n'est possible que lorsque les sectionneurs de terre placés en amont et en aval des fusibles sont fermés.
- ↗ Les « bouchons » isolants assurant l'étanchéité des puits doivent être en place avant la fermeture du capot ou de la porte d'accès au puits.

Autres verrouillages

Sur toute UF :

- ↗ la manoeuvre d'un interrupteur n'est possible que lorsque les portes ou capots sont fermés et le (ou) le(s) sectionneur(s) de terre est (sont) ouvert(s),
- ↗ la fermeture d'un sectionneur de terre n'est possible que lorsque l'interrupteur est ouvert ; lorsque le(s) sectionneur(s) de terre est (sont) fermé(s), il n'est plus possible de manoeuvrer l'interrupteur associé.

🕒 Condition d'utilisation des fusibles MT

De même que pour les installations en technique « ouverte » (§ 2.4.2.1, et § 2.5.3.1), les fusibles MT de protection des transformateurs doivent être d'un modèle agréé par l'ONE.

Le choix des calibres doit se faire suivant le tableau ci dessous. Il doit être strictement appliqué dans le cas des postes protégés. En effet, un mauvais calibrage peut entraîner une détérioration des contacts sur les supports des fusibles et une avarie grave de l'UF concernée, en particulier pour l'appareillage monobloc.

En cas de fusion d'un fusible, c'est l'ensemble du jeu qu'il faut changer.

TABLEAU X

Choix des fusibles MT en protection de transformateur

Tension nominale du réseau (24 kV)	Puissance nominale du transformateur (kVA)						
	25	50	100	160	250	400	500
Calibre du fusible (A)	6,3	6,3	6,3	16	16	43	43

⊕ Quelques caractéristiques essentielles de l'appareillage

Protection mécanique

Les enveloppes et les commandes mécaniques des appareils doivent satisfaire au degré IP2XC de la publication CEI 529 et résister aux impacts mécaniques d'une énergie de 2 joules.

Protection des personnes contre les défauts internes

En cas de défaut interne, des dispositions constructives permettent d'assurer la sécurité des personnes pouvant se trouver à proximité du tableau.

La destruction de l'UF correspondante et des unités voisines est admise.

Résistance à la corrosion

Pendant au moins 10 ans, les surfaces altérées de l'enveloppe et des commandes ne doivent pas excéder 5 % de la surface extérieure totale en contact avec l'air ambiant, dans des conditions normales de service.

La bonne tenue des revêtements de peinture est vérifiée par des essais d'adhérence, de tenue au brouillard salin et de vieillissement artificiel.

Fiabilité

La durée de vie de l'appareillage est de 30 ans, sans entretien dans des conditions normales de service.

Détecteurs de défaut MT

Sur des structures de réseau MT souterraines même courtes, il est judicieux d'installer des détecteurs de défauts afin d'aider l'exploitant à les localiser rapidement.

2.5.4 Raccordement au réseau MT

Concernant le raccordement au réseau MT, on se reportera au § 3.5.3 et 3.5.4

2.5.5 Installation électrique à basse tension

2.5.5.1 Appareillage

Il est du type intérieur non protégé, conforme au § 2.4.2.3.

2.5.5.2 Câbles basse tension

Les liaisons entre le transformateur et le tableau basse tension sont réalisées en câbles unipolaires en cuivre recouverts d'une gaine isolante en matériau synthétique, présentant une tension minimale de tenue de choc par rapport à la masse de 22 kV.

Les sections minimales des conducteurs sont :

- 150 mm² pour un transformateur de $p \leq 160$ kVA,
- 240 mm² ou 2x120 mm² pour un transformateur de $160 \text{ kVA} < p \leq 350$ kVA,
- 2x240 mm² pour un transformateur de $350 \text{ kVA} < p \leq 500$ kVA.

Les départs basse tension sont réalisés soit en conducteurs isolés assemblés en faisceau, soit en câbles souterrains, dont les conducteurs sont raccordés directement sur les bornes du tableau BT.

Les sorties s'effectuent par des orifices ménagés dans le massif de fondation du poste.

2.5.5.3 Coffret de comptage et d'éclairage public

Ce coffret analogue à celui décrit à l'article 2.3.3.4. est placé comme celui des postes maçonnés hauts (voir article 2.4.2.3. f).

2.5.5.4 Mises à la terre

Les circuits de mises à la terre sont constitués comme il est indiqué à l'article 2.4.2.2.

2.5.5.5 Pancartes et affiches

Pour les cabines basses considérées au présent chapitre, les pancartes et affiches sont celles prévues à l'article 2.4.3.5, à l'exception de la pancarte indiquée en 2 b, du tableau récapitulatif laquelle est remplacée par une pancarte fixe sur le transformateur et portant la désignation des appareils de coupure dont l'ouverture est nécessaire pour mettre le transformateur hors tension, ainsi que les consignes à respecter avant toute intervention sur le transformateur ; ces indications sont portées sur cette pancarte par les soins de l'O.N.E.E-Branche électricité.

2.6 POSTE DE TRANSFORMATION INTERIEUR SITUE EN IMMEUBLE

Des postes peuvent être exceptionnellement installés en immeuble.

2.6.1 Aménagement

La structure du local est fonction de la structure de l'immeuble. Toutefois, la structure de l'équipement impose des dispositions particulières en ce qui concerne l'aménagement et les murs de séparation avec les autres locaux.

Le plancher bas doit supporter une charge roulante de 5 tonnes par m².

Dans le cas où le local est situé au dessus d'une cave, le plancher du poste doit avoir une épaisseur minimale de 0,20 m à sa partie la plus faible.

Les parois communes au poste et à d'autres locaux sont doubles, espacées de 5 cm, la paroi intérieure ayant l'épaisseur indiquée ci-après :

- Moellons 0,30 m
- Briques pleines 0,22 m
- Agglomérés pleins ou béton banché..... 0,225 m
- Béton armé..... 0,11 m

Le plancher haut doit être établi, obligatoirement, en béton armé d'épaisseur minimum 0,10 m et rester brut de décoffrage (les enduits en plafond sont interdits).

La finition intérieure est identique à celle des postes en élévation.

2.6.2 Accès du poste en rez-de-chaussée

L'accès dans le local se fait par une porte donnant soit sur la voie publique, soit sur un passage privé accessible en permanence jour et nuit.

Le sol du poste est surélevé de 0,10 m par rapport au niveau du sol extérieur fini.

2.6.3 Accès par cour anglaise

La descente et la manutention du matériel s'effectuent par l'intermédiaire d'une cour anglaise ouverte dans laquelle le personnel accède par un escalier devant avoir un emmarchement normal conforme aux règles de l'art.

Le niveau de la cour anglaise est au moins de 1,50 m au dessus du niveau du fil d'eau de l'égout public.

Les eaux de pluie sont évacuées, au réseau d'assainissement par un tuyau de 150 mm de diamètre.

La cour anglaise doit être ceinturée par une rambarde réglementaire.

2.6.4 Descente du matériel par puits extérieur

La descente du matériel s'effectue par puits indépendant du local du poste.
Ce puits doit être accessible de jour et de nuit.

L'évacuation des eaux pluviales est analogue à celle de l'accès par cour anglaise.

La prise d'air frais et l'évacuation de l'air chaud s'effectuent en allège à l'extérieur du bâtiment, au moyen de gaine de surface supérieure à 1,5 m².

2.6.5 Fosse à huile (schéma)

En règle générale, le diélectrique des transformateurs est l'huile.

Dans les postes en élévation isolés, il n'y pas lieu d'aménager une fosse pour l'évacuation ou l'extinction de l'huile isolante du transformateur.

Par contre, dans les postes en immeuble ou accolés à un bâtiment, pour des raisons de sécurité incendie et pour la sécurité du personnel, il convient de réaliser une fosse à huile sous le transformateur suivant les dispositions décrites ci-après :

- dimension de la fosse, longueur : 1,70 m, largeur : 0,95 m, profondeur : 0,60 m,
- à la partie supérieure de la fosse, un lit de cailloux (40/50) de 0,20 m d'épaisseur sera mis en place sur un grillage,
- les supports du transformateur seront constitués de deux fers U, disposés au dessus de la fosse.

La fosse a pour rôle de recueillir la totalité de l'huile pouvant s'échapper du transformateur, le lit de cailloux devant éteindre le feu dans l'éventualité d'une inflammation de l'huile, après un court circuit.

2.7 POSTE DE TRANSFORMATION PREFABRIQUE A ENCOMBREMENT REDUIT

Ce type de poste préfabriqué, à encombrement réduit, est alimenté en coupure d'artère à partir d'un réseau souterrain ou aéro-souterrain. Il est prévu pour des puissances de transformateurs pouvant évoluer jusqu'à 500 kVA.

Le poste est semi-enterré, et il est caractérisé par ses faibles dimensions :

1,50 m hors sol, moins de 6 m² au sol. Les manoeuvres des appareillages MT et BT s'effectuent de l'extérieur du poste.

2.7.1 Conception du poste de type semi-enterré

2.7.1.1 Architecture

Le poste doit :

- par sa faible hauteur,
- ses dimensions extérieures réduites,
- la recherche de formes discrètes et harmonieuses,

s'intégrer dans le paysage environnant.

Afin d'éviter la pose d'affiches, les panneaux extérieurs peuvent présenter des reliefs (forme cannelée ou bossages par exemple). Toutes les commandes et signalisations doivent être regroupées de préférence sur une face ou sur deux faces orthogonales.

En vue de limiter au maximum l'intervention de la main d'oeuvre de chantier, l'ensemble doit être préfabriqué (ou monté en usine) et se présenter sur le site en une ou plusieurs unités de transport (voir paragraphe 3.5), le transformateur étant toujours livré et mis en place séparément.

La mise en place du transformateur, indépendamment de tout autre accès, doit pouvoir se faire par le toit du poste et de telle façon que durant cette opération le matériel électrique (tableau MT, le ou les tableaux BT), reste à l'abri des intempéries. En conséquence, la conception industrielle doit être la suivante :

- Enveloppe monobloc :
Les matériels d'équipement sont fixés aux parois ou assemblés sur un ou plusieurs châssis.
- Enveloppe en deux ou plusieurs parties :
Les matériels d'équipement : tableau MT, le (ou les) tableau (x) BT, supports de câbles BT et MT, liaisons MT et BT au transformateur, sont montés obligatoirement en usine sur un châssis monobloc rigide, pouvant être rendu sur place solidaire ou indépendant de l'enveloppe.

Il y a toujours intérêt à diminuer le nombre d'unités de transport afin de réduire le temps de montage sur le site.

2.7.1.2 Masse et dimensions

Les dimensions imposées du poste sont :

- hauteur du toit par rapport au niveau du sol < 1,50 m,
- surface < 6 m²
- profondeur de la partie enterrée du poste < 0,60 m,
- masse maximale d'un ensemble indivisible dont la manutention est obligatoire pour procéder au changement du transformateur : 2 800 kg.

2.7.1.3 Caractéristiques des châssis et fixations

Dans le cas de l'utilisation de châssis, ceux-ci (parfaitement rigides) sont construits, de préférence, en profilé d'acier galvanisé ou protégé après assemblage par une peinture exécutée industriellement et cuite au four. Les assemblages sont réalisés par soudure, mais le matériel d'équipement doit être d'un remplacement aisé.

Les goujons filetés ou clavetés sont préférés aux boulons ; les dégagements nécessaires doivent être ménagés et les fixations des câbles de liaisons MT et BT prévues à la fabrication.

Dans le cas d'une fixation des matériels d'équipement aux parois, le démontage du matériel sur le site doit être aisé grâce à des dispositifs prévus au montage en usine.

Dans tous les cas, l'appareillage doit être fixé de telle façon qu'il puisse supporter sans dommage les vibrations d'origine extérieure et présenter une très bonne tenue aux efforts nécessités par les manoeuvres.

Le transformateur est posé sur des fers assurant, d'une part, la répartition de la charge afin d'éviter un poinçonnement et, d'autre part, l'immobilisation de l'appareil par un dispositif approprié. Cette disposition doit favoriser la ventilation. Le calage en hauteur du transformateur est tel que les bornes de raccordement sont toujours au même niveau, quels que soient la puissance et le type du transformateur utilisé. Pour une puissance de 500 kVA, le transformateur est toujours installé en fond de cuve.

2.7.1.4 Tenue du matériel en cas d'entrée d'eau

La disposition du matériel doit être réalisée de telle manière qu'une fois celui-ci en place dans sa cuve, les distances soient telles que les caractéristiques diélectriques du matériel soient les suivantes si la cuve se remplit d'eau :

- pour le matériel MT
 - tenue au choc de foudre 125 kV (valeur de crête)
 - tenue à fréquence industrielle 50 kV (valeur efficace)
- pour le matériel BT
 - tenue au choc de foudre 22 kV (valeur de crête)
 - tenue à fréquence industrielle 10 kV (valeur efficace)

Nota : Dans le cas d'inondation on admet que la présence d'eau n'excède pas une heure et qu'il n'y a pas d'évaporation.

2.7.1.5 Caractéristiques de l'enveloppe

Cette enveloppe peut être :

Monobloc, c'est-à-dire comprenant en une seule unité de transport la partie en élévation et la partie enterrée montées ensemble (le toit étant dissociable, pour accès au matériel et le remplacement éventuel du transformateur). L'enveloppe supérieure (partie en élévation) et la cuve (partie enterrée), peuvent être exécutées à l'aide des mêmes matériaux ou de matériaux différents.

- En deux parties distinctes (deux unités de transport cuve et enveloppe supérieure).
- En plusieurs parties, par exemple en panneaux, tant pour la cuve que pour l'enveloppe supérieure.
Dans cette solution, le toit doit toujours être amovible aisément, afin de permettre la mise en place et le remplacement rapide et facile du matériel et du transformateur, comme indiqué en 3.1.

L'enveloppe peut être réalisée en :

- béton,
- matériau plastique,
- métal ferreux ou non ferreux,

sous réserve qu'elle remplisse les conditions suivantes :

- a) Les degrés de protection doivent être conformes à la définition désignée par le symbole IP 359.
En outre, pour éviter la pénétration des petits animaux il ne doit pas être possible d'introduire dans l'enveloppe une bille de 12 mm de diamètre.
- b) Le refroidissement doit être assuré de manière que les échauffements ne dépassent pas :
 - de plus de 4°C les valeurs qu'atteindrait le transformateur utilisé sans enveloppe,
 - les valeurs limites imposées par les spécifications pour l'appareillage basse tension,
 - 15°C aux emplacements prévus par les automatismes de réseau y compris leur alimentation auxiliaire.
 Les dispositions envisagées assurent une ventilation naturelle par thermosiphon.
- c) Toutes dispositions doivent être prises pour qu'il ne se produise en aucun cas de déformation des enveloppes durant les opérations de manutention du transformateur ou de la mise en place de l'enveloppe.
- d) Les matériaux constitutifs des enveloppes doivent résister aux attaques des éléments atmosphériques, auxquels ils pourront normalement être soumis. Si le matériau lui-même ne possède pas les qualités d'inaltérabilité, un revêtement peut être utilisé.
- e) Outre les conditions précédentes, la partie supérieure de l'enveloppe ou toit, doit :
 - être calculée pour une surcharge de 250 daN/m²,
 - présenter une étanchéité parfaite,
 - présenter une pente permettant l'écoulement des eaux pluviales.
- f) L'accès pour les opérations de changement de prise du transformateur ou de contrôle sur celui-ci, doit se faire de préférence par ouverture de portes ou, éventuellement, par démontage de panneaux.

- g) Les dispositions constructives suivantes doivent être prises :
- interdiction d'ouverture du toit et des panneaux avant ouverture des portes,
 - obligation de fermeture et de blocage du toit avant refermeture des portes.
- h) Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, avec un angle minimal de 90°, et être munies d'un dispositif les maintenant en position d'ouverture. Elles doivent être équipées d'une serrure du modèle utilisé par l'exploitant et de morillons pouvant recevoir un cadenas de consignation ayant une anse d'un diamètre de 10 mm.
- i) Une sortie avec passe-câbles de diamètre suffisant pour permettre le passage d'un câble multipolaire de 150 mm² de section est prévue sur la face latérale du compartiment BT pour raccordement provisoire (alimentation de secours, etc.). Cet orifice est obturé par un cache démontable de l'intérieur. Le degré de protection défini au paragraphe a) doit être conservé lorsque le câble est en place.
- j) La cuve doit comporter des orifices d'évacuation d'eau.

2.7.2 Accessibilité de l'équipement

Les postes doivent être conçus de telle sorte que les opérations courantes d'exploitation (manoeuvre des appareils de coupure MT et BT, mesures sur l'arrivée et les départs BT, etc.), soient aisées.

La disposition de l'appareillage doit permettre :

- un accès facile aux organes de manoeuvre et de protection,
- le raccordement aisé de câbles MT de section inférieure ou égale à 240 mm² cuivre ou aluminium,
- les mesures à la pince ampèremétrique sur les câbles BT de départ et d'arrivée, la pose de capteurs pour maximètres ou enregistreurs horo-maximètres,
- le raccordement de nouveaux départs BT, sans risque de contact avec les pièces sous tension (câble de section inférieure ou égale à 240 mm² cuivre ou aluminium),
- la condamnation et la pose de dispositifs de mise en court-circuit sur les départs BT consignés,
- les essais de câbles côtés MT et BT.

2.7.3 Schéma électrique

2.7.3.1 Schéma unifilaire

Ces postes sont alimentés en coupure d'artère doivent répondre aux normes et spécifications en vigueur spécifiées par l'O.N.E.E-Branche électricité. Ils doivent comprendre :

- deux UF « arrivée interrupteur »,
- une UF « interrupteur et fusibles associés »,
- un seul transformateur,
- l'appareillage BT comprenant un tableau à quatre départs.

2.7.3.2 Circuits d'éclairage

L'éclairage du poste doit comprendre un point lumineux par compartiment de manoeuvre ; chaque point lumineux est commandé par un interrupteur fin de course isolé à 1 000 V, actionné lui-même par l'ouverture de la porte ou de la trappe, et alimenté par le tableau BT du poste lorsque le transformateur de puissance est en service.

2.7.4 Transformateur

Le transformateur de puissance est d'un modèle courant utilisé par L'O.N.E.E-Branche électricité, et faisant l'objet d'un marché national : les transformateurs utilisant du PCB comme diélectrique sont à exclure de ce type de poste.

L'emplacement réservé doit être tel qu'il accepte, compte tenu des jeux et distances nécessaires, un transformateur de 1 850 mm de longueur et 1 030 mm de largeur. Il est équipé des prises de courant 24 kV décrites dans le § 3.5.4

Des plots de mise à la terre définis dans ce même §, munis de capuchons empêchant l'introduction de poussière, seront disposés afin de recevoir les parties mobiles de prises de courant. Ces plots, avec les câbles embrochés, ne doivent pas gêner la manutention du transformateur. En cas d'avaries ou de changement de puissance, le transformateur doit pouvoir s'extraire facilement.

2.7.5 Appareillage MT

Les tableaux MT doivent être conformes aux spécifications du § 2.5.3.2. Il n'est prévu que deux cellules « arrivée interrupteur » et une cellule « interrupteur et fusibles associés ».

2.7.6 Raccordement MT

La connexion au réseau est réalisée par câbles unipolaires à isolation synthétique avec extrémités simplifiées ou prises de courant 24 kV, suivant le type de matériel utilisé (se reporter au §.3.5.3 et 3.5.4) ; ils doivent être possibles pour des câbles de section inférieure ou égale à 240 mm² pour les cellules réseau. La liaison de l'UF « interrupteur et fusibles associés » au transformateur sera réalisée en câble de section 50 mm² Al.

2.7.7 Appareillage BT

Il est constitué des éléments du tableau réduit et comporte 1 interrupteur 800 A et 4 départs. Pour des besoins d'agencement, l'appareil d'interruption basse tension peut être dissocié du châssis du tableau.

Si celui-ci se trouve en face avant, il est nécessaire d'assurer une protection contre les contacts involontaires de toutes les pièces sous tension. Cette protection ne doit pas nuire à la vision de la position des contacts ni aux manoeuvres d'exploitation.

2.7.8 Raccordement BT

Le raccordement électrique transformateur-tableau BT doit être réalisé conformément au § 2.5.5.2.

La liaison transformateur-tableau BT doit permettre d'installer les différents types de transformateurs ; elle doit en outre absorber les vibrations du transformateur.

A la demande de l'O.N.E.E-Branche électricité, un indicateur à maxima de courant peut être installé, alimenté par un T.I. tore dont les caractéristiques sont adaptées à la puissance installée.

Un comptage triphasé alimenté à partir d'un T.I. triphasé peut être également prévu à la demande de l'O.N.E.E-Branche électricité. Dans le cas où le compteur comporterait un indicateur de puissance maximale, le maximètre prévu ci-dessus n'aurait plus de raison d'être.

Le poste doit être prévu pour le nombre de liaisons maximal et être prééquipé pour permettre la mise en place de toutes les liaisons.

L'emplacement des plages de raccordement sur les départs du tableau BT doit être prévu en fonction des raccordements et des mesures et doit être à l'abri des eaux de ruissellement et des inondations. Les câbles sont raccordés, côté transformateur d'une part, et côté tableau BT d'autre part, au moyen de cosses d'extrémité aluminium cuivre.