

ministère
des Transports
de l'Équipement
du Tourisme et
de la Mer



DSNA

direction générale
de l'Aviation civile

direction des services
de la Navigation aérienne

direction
de la Technique
et de l'Innovation

sous-direction
des systèmes Opérationnels

Installations de la Navigation Aérienne

Guide d'aide à la protection contre la foudre

Fiche n°2 : Réseau de terre

Projet / Opération : Installations de la Navigation Aérienne

Référence : GPF 06

Version : V1R0 du 22/08/2006

Rédacteur : DTI

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit de la Direction de la Technique et de l'Innovation

Objet de la diffusion (facultatif) :

VERIFICATION (V) / APPROBATION (A)

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
Amir ABECASSIS	Ingénieur d'études	V	
Yves LE-DREAU	Chef de la subdivision 5AM	V	
Jean-Pierre CAMELIN	Chef du département 5	A	

MAITRISE DOCUMENTAIRE

<p>Référence : GPF 06</p> <p>Affaire / Projet / Opération : Installations de la Navigation Aérienne</p> <p>Classement et archivage du document</p> <p>Stockage :</p> <p>Fichier : Fiche 2 - Réseau de terre.doc</p> <p>Support / Format :</p>	
---	--

Contenu personnalisable

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

Sommaire

1 GENERALITES DE LA FICHE	4
1.1 Objet de la fiche	4
1.2 Principe général de réalisation	4
2 PRINCIPE DE REALISATION.....	5
2.1 Réalisation des ceinturages	5
2.2 Raccordement des câbles gainés en attente	7
2.3 Raccordement des descentes	7
2.4 Regard	9
2.5 Prise de terre foudre	9
2.6 Principe de mesure d'une prise de terre	12
2.7 Collecteurs de terre	13
2.8 Liaison de terre d'accompagnement des câbles	14
2.9 Bâtiment avec une ossature métallique	18
2.10 Principe d'une soudure aluminothermique	18
2.11 Pérennité des installations enterrées	19

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

1 GENERALITES DE LA FICHE

1.1 OBJET DE LA FICHE

La présente fiche décrit la création du réseau de terre de tout nouveau bâtiment. Ce dernier a pour objectif :

- de faciliter l'écoulement des courants de foudre dans le sol,
- d'assurer l'équipotentialité du ferrailage de la structure et des prises de terre,
- de servir de référence électrique pour l'installation.

1.2 PRINCIPE GENERAL DE REALISATION

Le principe est la mise en place de deux ceinturages enterrés autour de chaque bâtiment et interconnectés avec :

- les prises de terre foudre (patte d'oie),
- les fers à béton de la structure,
- les descentes de la protection foudre (contre les impacts directs),
- le réseau de masse (raccordement du réseau de masse à la terre),
- les liaisons d'équipotentialité accompagnant les câbles enterrés.

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

2 PRINCIPE DE REALISATION

2.1 REALISATION DES CEINTURAGES

Les figures 1, 2 et 3 illustrent la réalisation des ceinturages.

Le premier ceinturage sera placé autour du bâtiment à 1 m du mur et à 50 cm de profondeur.

Le deuxième ceinturage sera placé autour du bâtiment à 1 m du premier ceinturage à 80 cm de profondeur.

Chaque ceinturage sera constitué d'une liaison horizontale en méplat de cuivre étamé 30 x 2 mm.

Un grillage avertisseur sera placé à environ 30 cm au-dessus de chaque méplat.

Le premier ceinturage sera en continuité électrique :

- d'un côté avec les prises de terre foudre via le deuxième ceinturage,
- de l'autre côté avec les fers à béton et les descentes foudre.

Le deuxième ceinturage sera en continuité électrique :

- d'un côté avec les prises de terre foudre via le joint de contrôle,
- de l'autre côté avec les fers à béton et les descentes foudre via le premier ceinturage.

Le deuxième ceinturage sera ramené au niveau du premier ceinturage lors de la réalisation d'une prise de terre foudre (cf. chapitre 2.5 et figure 4).

Toutes les connexions entre les différents éléments du système (les fers à béton et les méplats, les descentes avec les méplats, le croisement des méplats avec chaque ceinturage, le raccordement des méplats sur les piquets de terre,...) se feront par soudure aluminothermique. Chaque soudure sera protégée contre la corrosion par du ruban (cf. chapitre 2.11).

Un apport de terre végétale sera réalisé pour les sols présentant une résistivité trop élevée (par exemple les sols sablonneux, les sols constitués uniquement par du remblai pierreux,...). Il sera réalisé sur une épaisseur de 20 cm et le méplat (de chaque ceinturage) sera disposé à mi-hauteur. Le restant de la fouille sera remblayé par la terre d'origine du site.

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

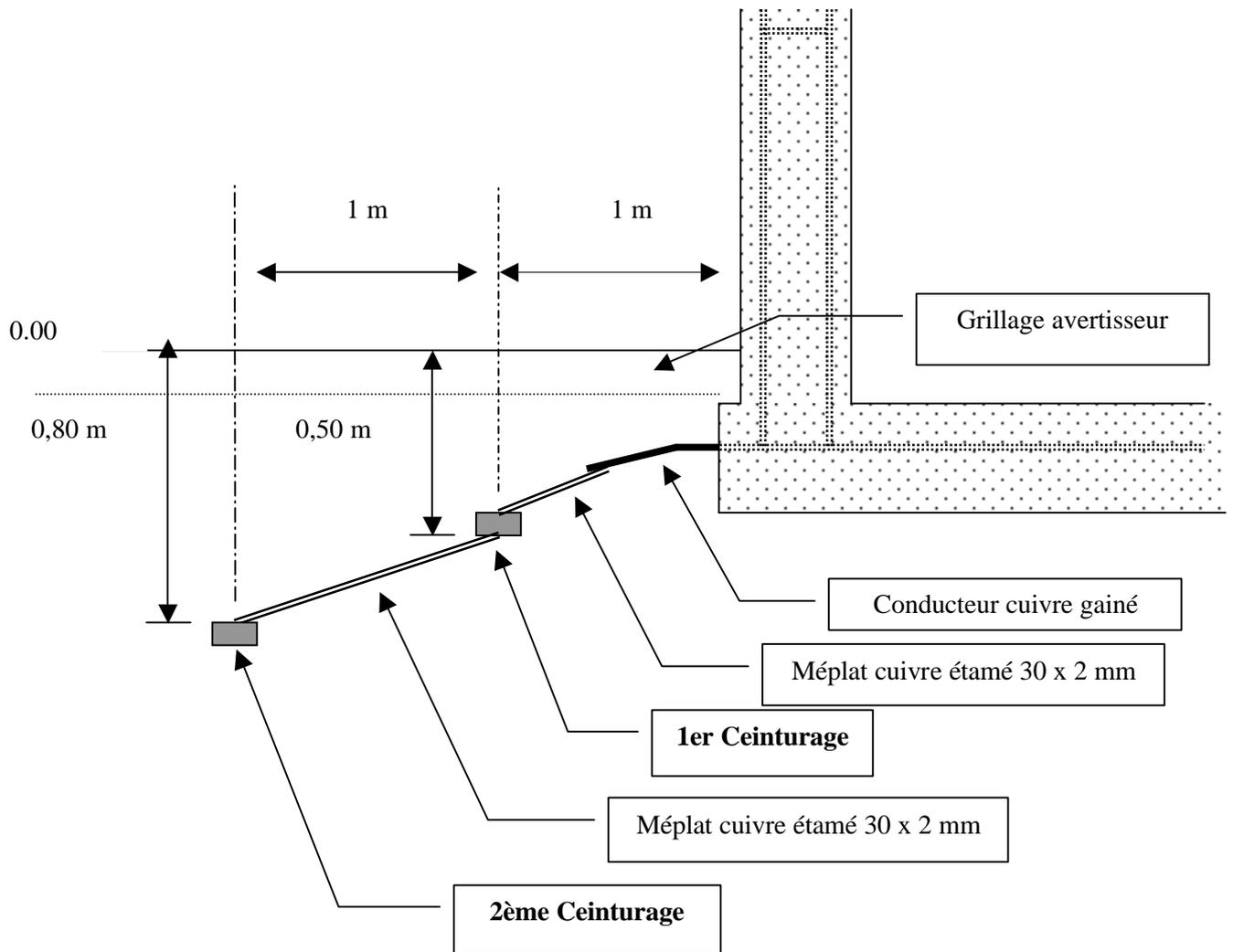


Fig. 1 : Ceinturages positionnés sans les prises de terre foudre

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

2.2 RACCORDEMENT DES CABLES GAINES EN ATTENTE

Des câbles en cuivre gainé de 50 mm² ont été préalablement soudés sur les fers à béton et laissés en attente (cf. fiche *Continuité électrique des fers à béton et des structures dans la construction des bâtiments*) dans chaque angle du bâtiment et ensuite un tous les 10 m (pour les grands bâtiments). Ils seront raccordés par l'autre extrémité aux prises de terre correspondantes (cf. figure 2).

2.3 RACCORDEMENT DES DESCENTES

Chaque descente sera associée à une prise de terre foudre (patte d'oie). Elle sera raccordée par soudure aluminothermique à un câble gainé et aux deux ceinturages ainsi qu'à la prise de terre via le joint de contrôle (cf. figure 2).

Les descentes ne doivent en aucun cas faire des angles droits : l'arrondi aura un rayon de courbure minimum de 20 cm.

Lors de leur fixation sur les ceinturages, les descentes devront être dirigées vers les prises de terre.

Chaque soudure sera protégée contre la corrosion par du ruban (cf. chapitre 2.11).

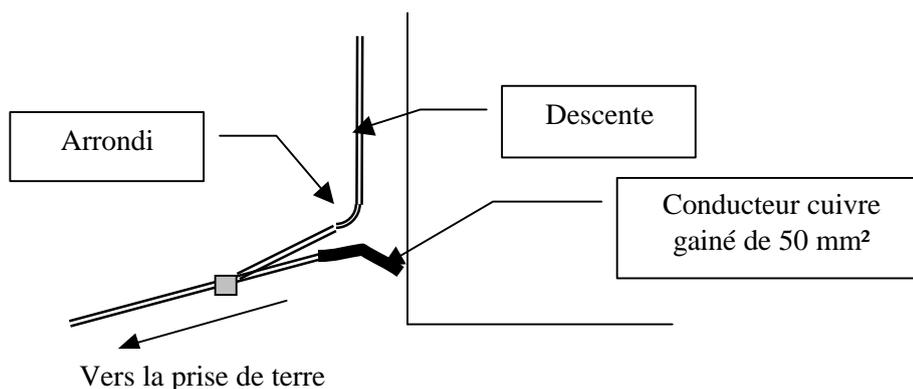


Fig. 2 : Principe de raccordement d'une descente

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

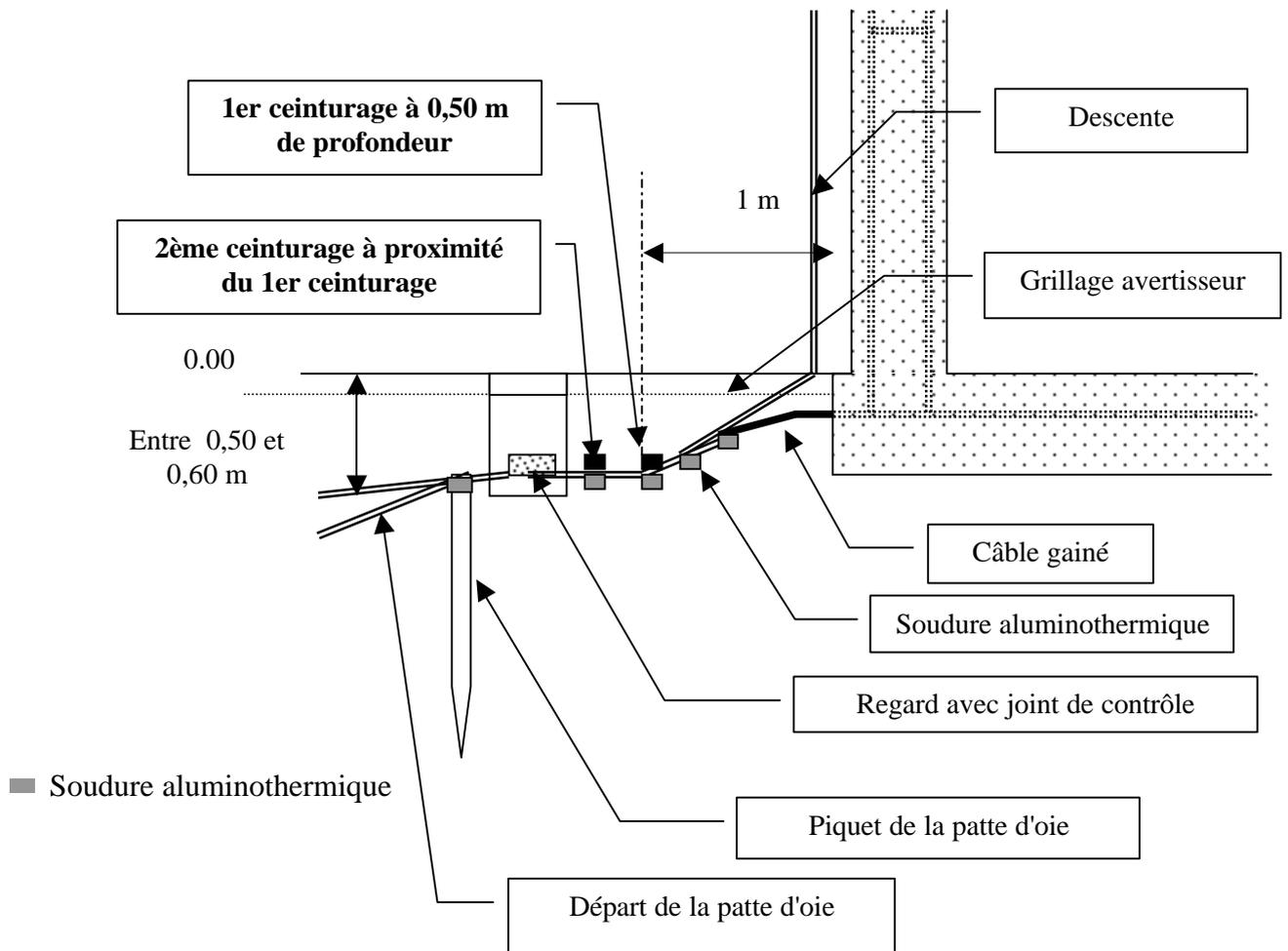
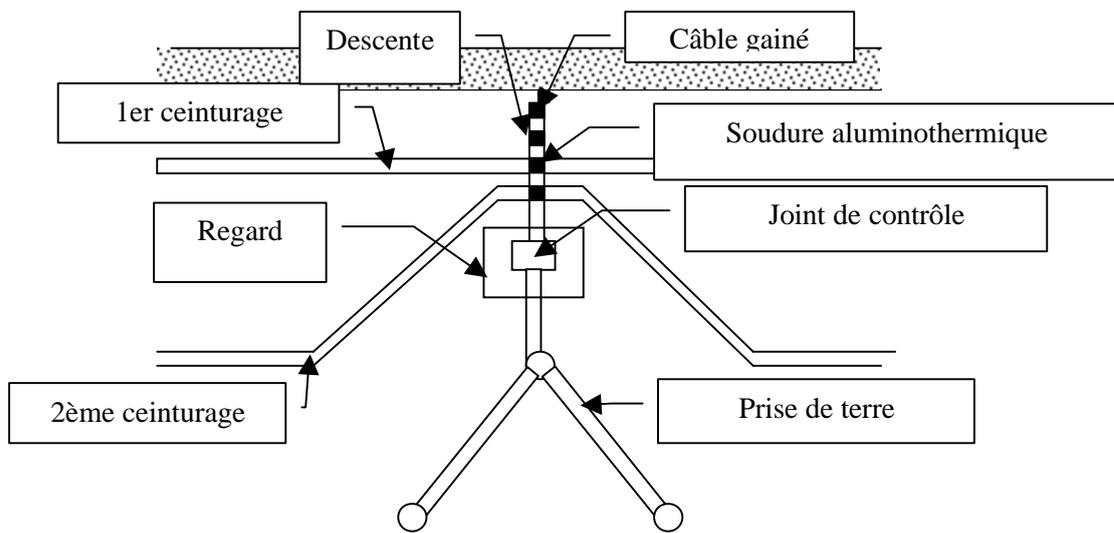


Fig. 3 : Principe des raccords

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

2.4 REGARD

Un joint de contrôle sera installé pour chaque prise de terre et sera placé dans un regard. Le regard sera en béton et aura une taille minimum de 350 mm x 250 mm. Il sera du type LOT ou L1T, percé et drainé.

Si le regard est placé dans un lieu de passage (route goudronnée, parking de voitures, passage de camion,...), le tampon métallique aura une résistance minimum de 250 kN.

2.5 PRISE DE TERRE Foudre

Les figures 4, 5 et 6 illustrent la réalisation d'une prise de terre.

Une prise de terre foudre sera installée pour chaque descente.

L'ensemble des prises de terre du bâtiment complétera les ceinturages de terre en fond de fouille.

Les prises de terre seront de type « patte d'oie » et seront régulièrement disposées en périphérie du bâtiment ainsi qu'au droit des descentes. Au minimum, une prise de terre sera disposée par angle pour les bâtiments de longueur ou de largeur inférieure à 15 m. Pour les grands bâtiments (de longueur ou largeur supérieure à 15 m), une prise de terre sera disposée à chaque angle et ensuite tous les 10 m.

Pour les bâtiments circulaires, une prise de terre sera disposée tous les 10 m avec un minimum de 4 prises de terre par structure.

Chaque prise de terre sera constituée au minimum :

- d'une liaison horizontale en cuivre étamé 30 x 2mm, de longueur 2 m environ. Elle reliera le premier piquet de la prise de terre à la descente foudre et aux ceinturages. Le raccordement avec la descente se fera via le joint de contrôle situé dans le regard.
- de deux liaisons horizontales disposées en « patte d'oie » de longueur 4 m minimum chacune.

Chaque prise de terre devra présenter une résistance inférieure ou égale à 10 ohms.

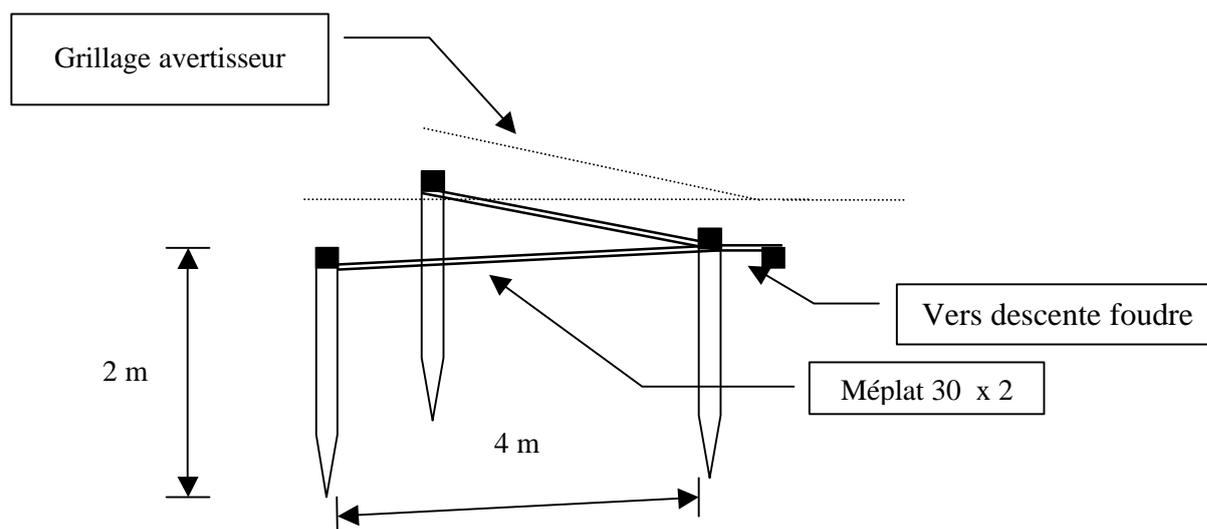


Fig. 4 : Principe d'une prise de terre

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

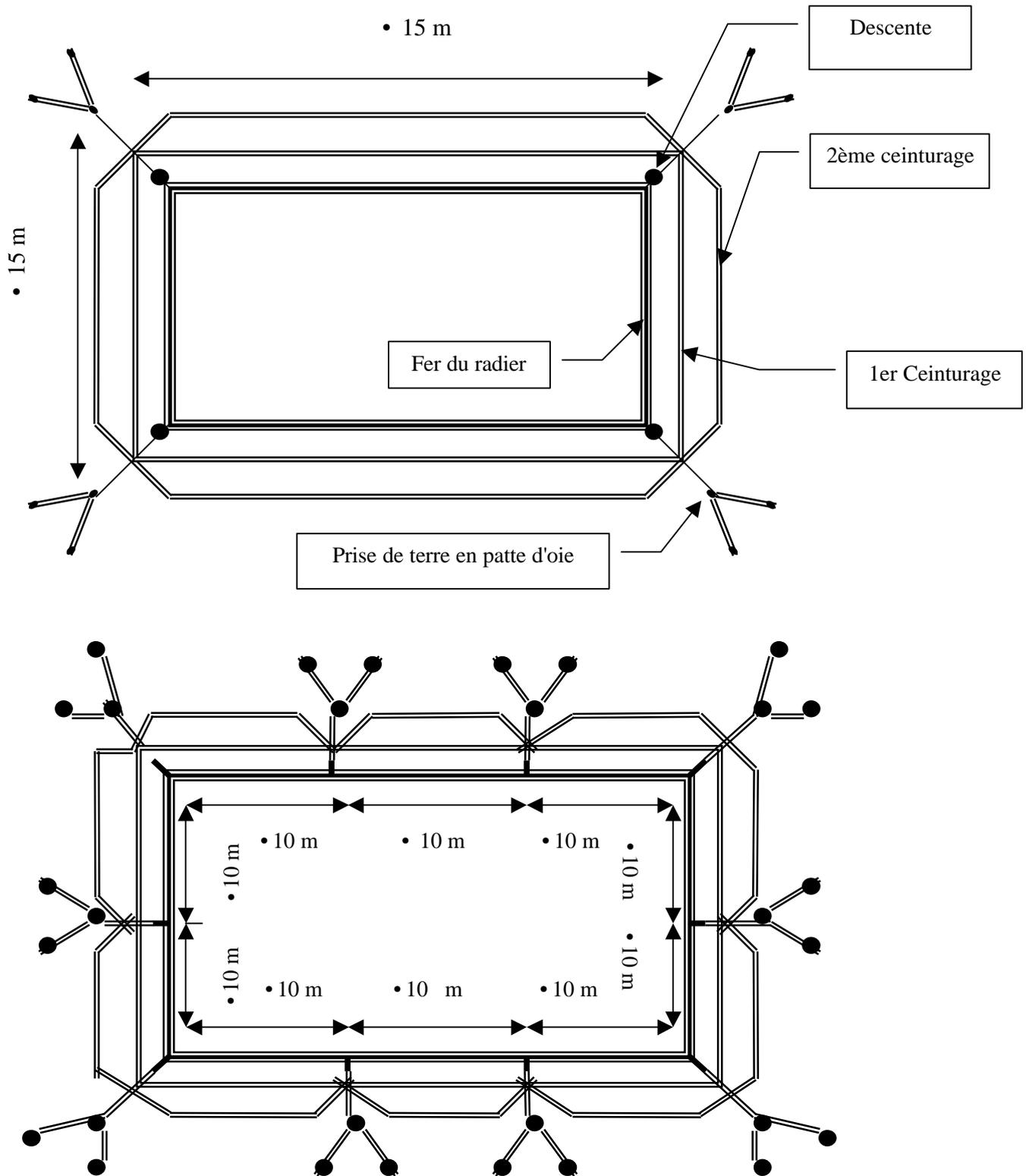


Fig. 5 : Emplacement des prises de terre pour un bâtiment

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

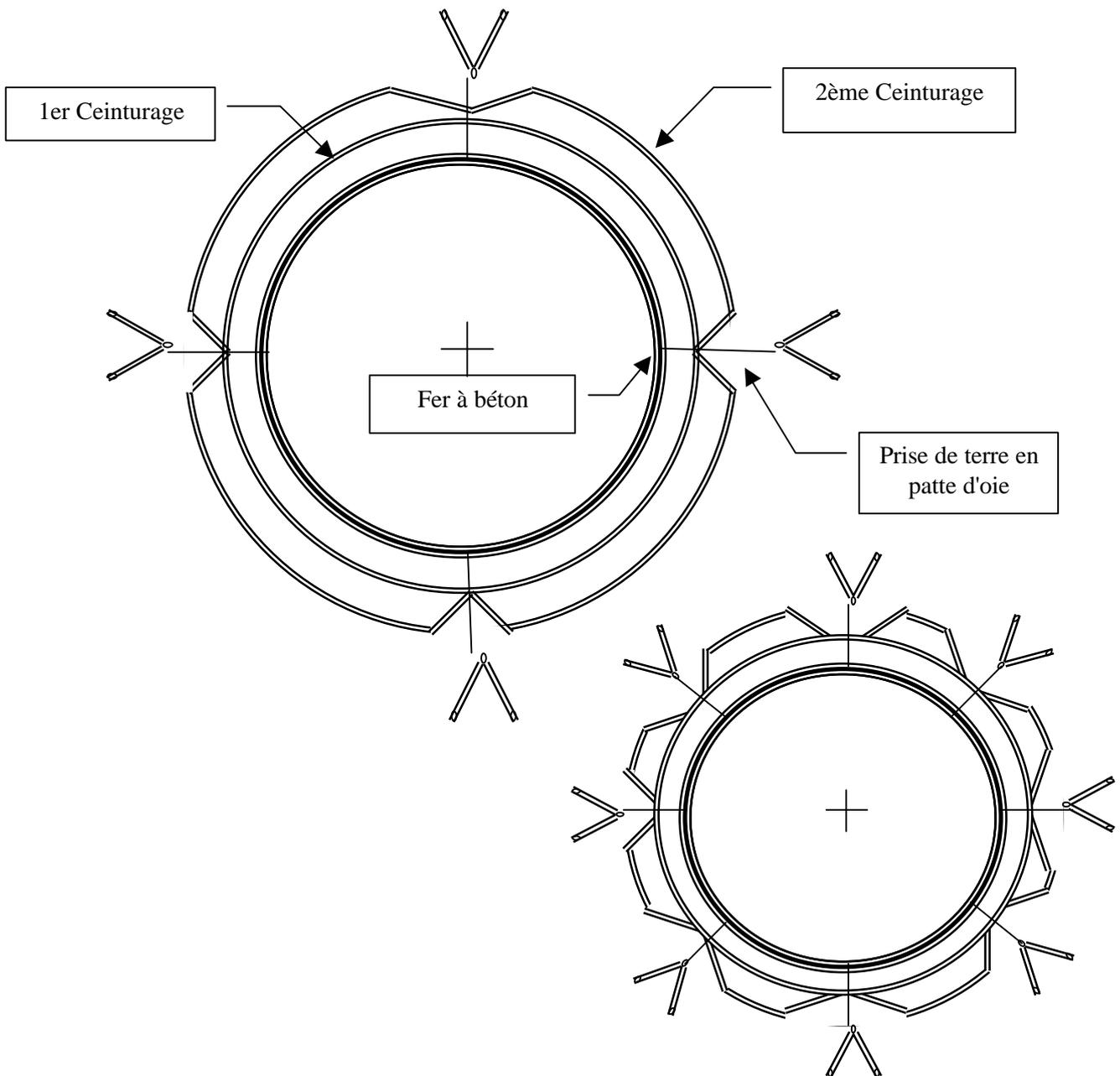


Fig. 6 : Structure circulaire

Attention : Le contact direct avec le béton d'un câble de cuivre nu est interdit. Chaque câble sera placé sous fourreau pour franchir un espace bétonné.

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

2.6 PRINCIPE DE MESURE D'UNE PRISE DE TERRE

Pour mesurer les prises de terre, le deuxième ceinturage sera ramené à proximité du premier ceinturage lors du passage du câble de la prise de terre foudre. Le câble de mise à la terre sera alors soudé au premier et au deuxième ceinturage avant d'arriver dans un regard. Un joint de contrôle (borne de mesure de la prise de terre) sera placé dans chaque regard. Ensuite, une prise de terre en forme de patte d'oie sera réalisée pour chaque descente (cf. figure 7).

Le regard sera placé juste après le deuxième ceinturage : l'objectif est de pouvoir mettre le joint de contrôle à une profondeur accessible avec les mains.

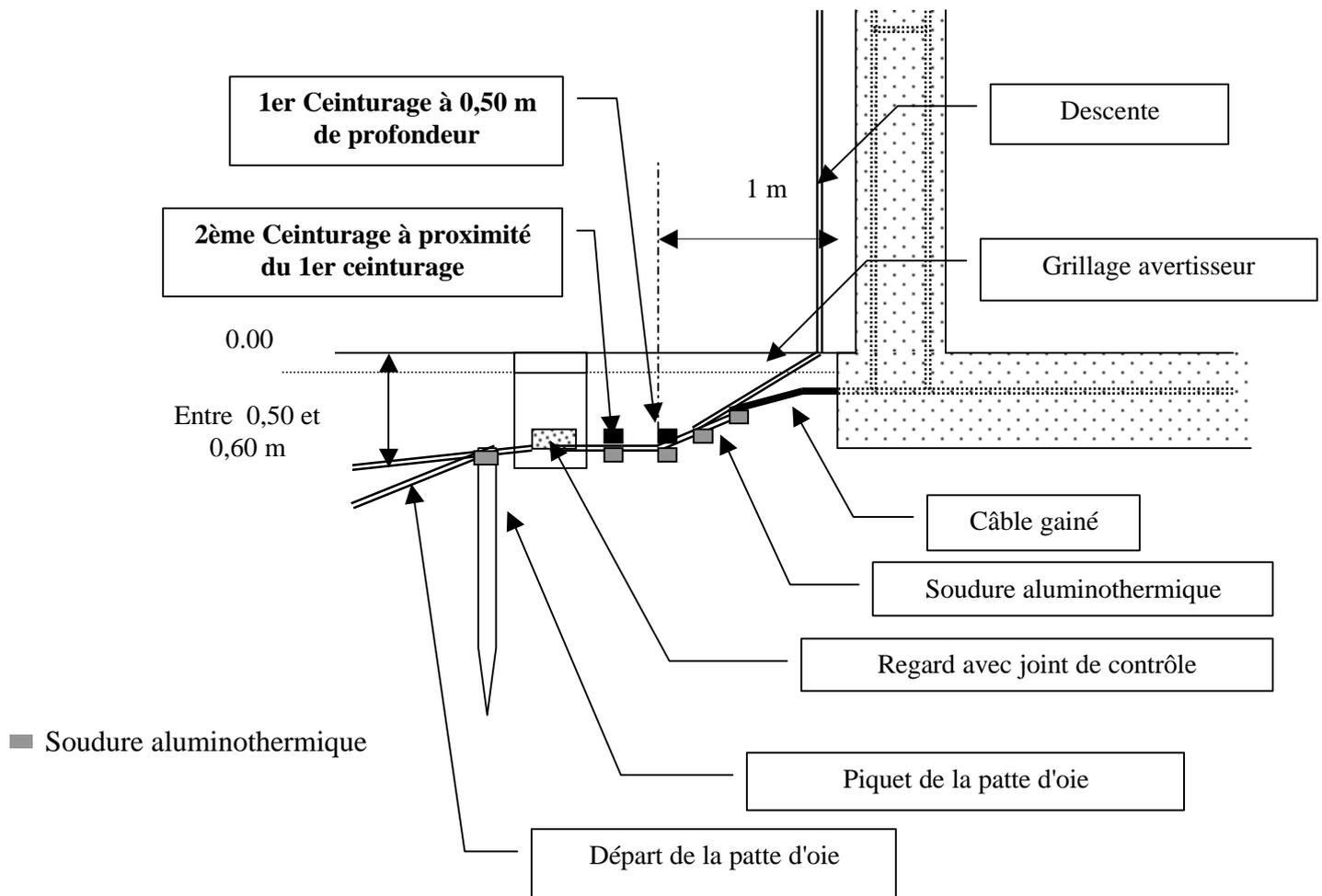


Fig. 7 : Principe des raccordements

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

2.7 COLLECTEURS DE TERRE

Un collecteur de terre sera placé dans chaque local technique et dans le local du TGBT (arrivée générale électrique) pour permettre le raccordement du ceinturage de terre en fond de fouille avec le réseau de masse de l'installation.. Il sera constitué d'une plaque de cuivre percée (cf. figures 8, 9 et 10).

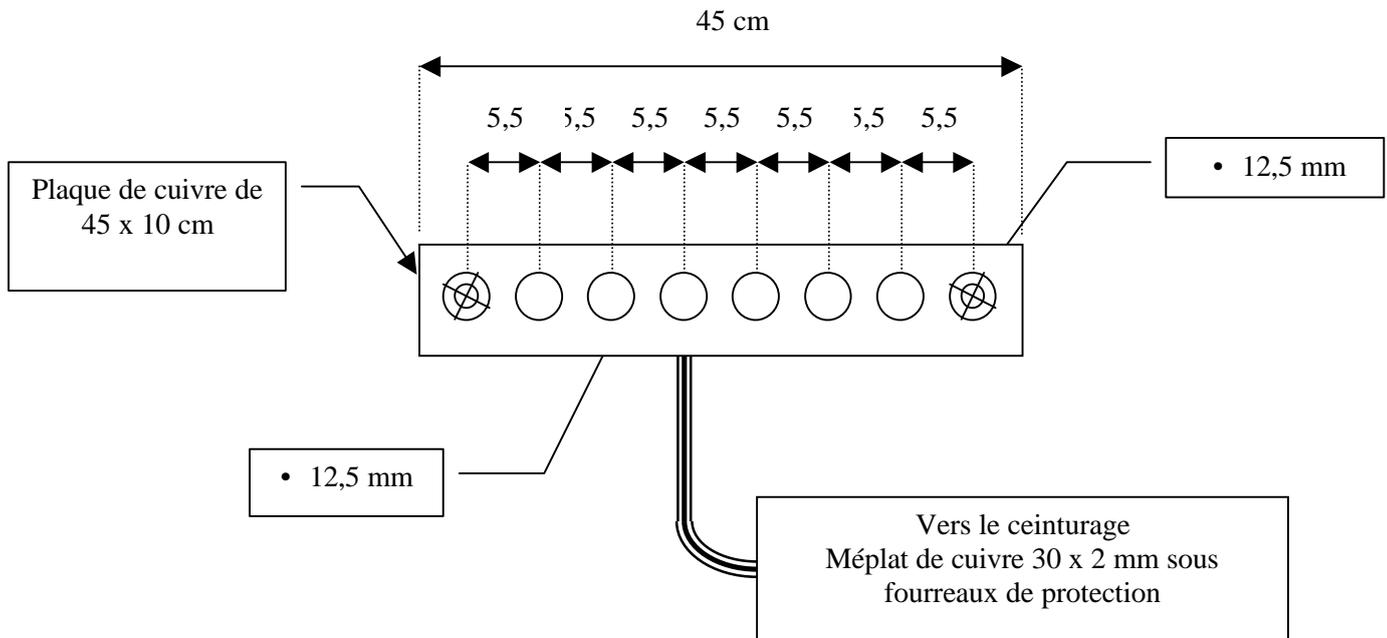
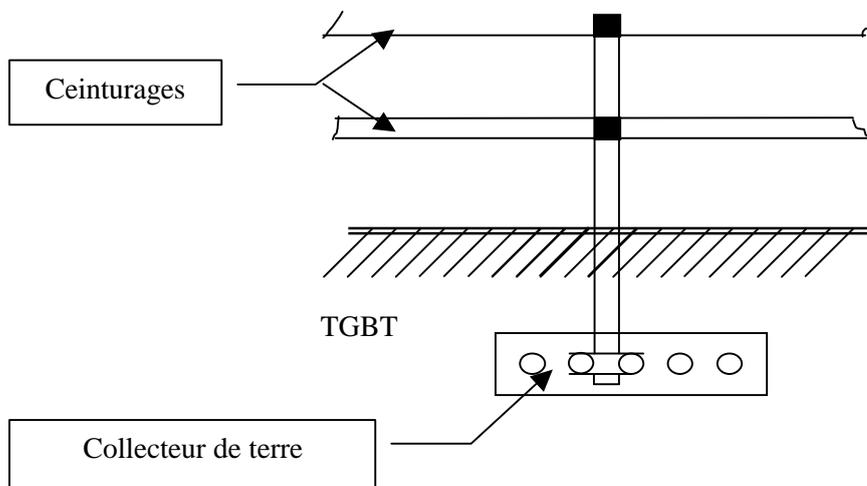


Fig.8 : Exemple de plaque collectrice



La distance entre le collecteur de terre et les ceinturages sera la plus courte possible.

Fig. 9 : Mise en place des collecteurs de terre

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

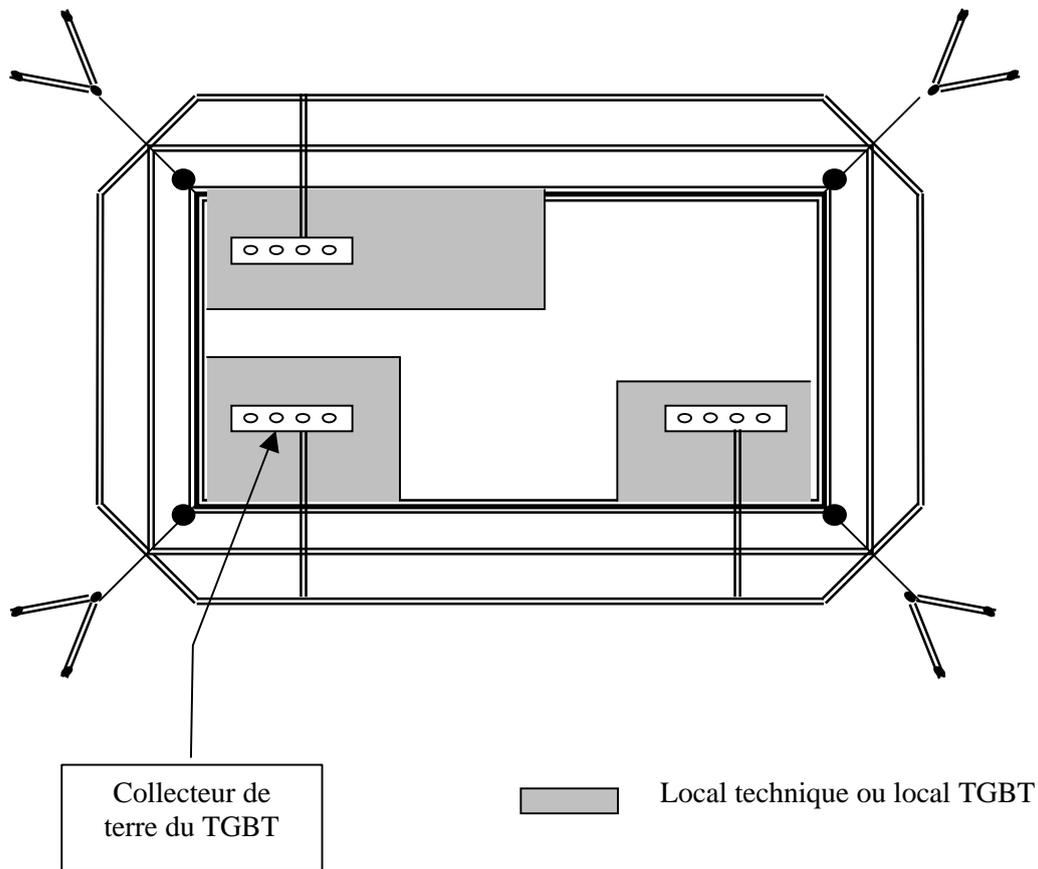


Fig. 10 : Positionnement des collecteurs de terre

2.8 LIAISON DE TERRE D'ACCOMPAGNEMENT DES CABLES

Tous les câbles enterrés cheminant entre deux structures seront accompagnés par au moins un câble de terre (cf. figures 11, 12 et 13).

Le câble de terre a deux fonctions :

- assurer l'équipotentialité entre les deux structures (interconnexion des terres),
- assurer la protection des câbles contre un impact direct de foudre au sol.

Le câble de terre sera un conducteur de cuivre rond monobrin de diamètre 8 mm ou un méplat 30 x 2 mm en cuivre étamé.

Le ou les câbles de terre chemineront à 30 cm au-dessus des câbles (au-dessus des fourreaux).

Les câbles de terre contourneront les chambres de tirage.

Au niveau de chaque chambre de tirage, un piquet de terre de 1 m de profondeur sera installé pour chaque câble de terre.

Le nombre de câbles de terre dépend de la largeur de la tranchée :

- un seul câble de terre pour des tranchées de largeur inférieure ou égale à 1 m,
- deux câbles de terre pour des tranchées de largeur supérieure à 1 m.

Le ou les câbles de terre seront raccordés à chaque extrémité au premier ceinturage de terre de chaque bâtiment.

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

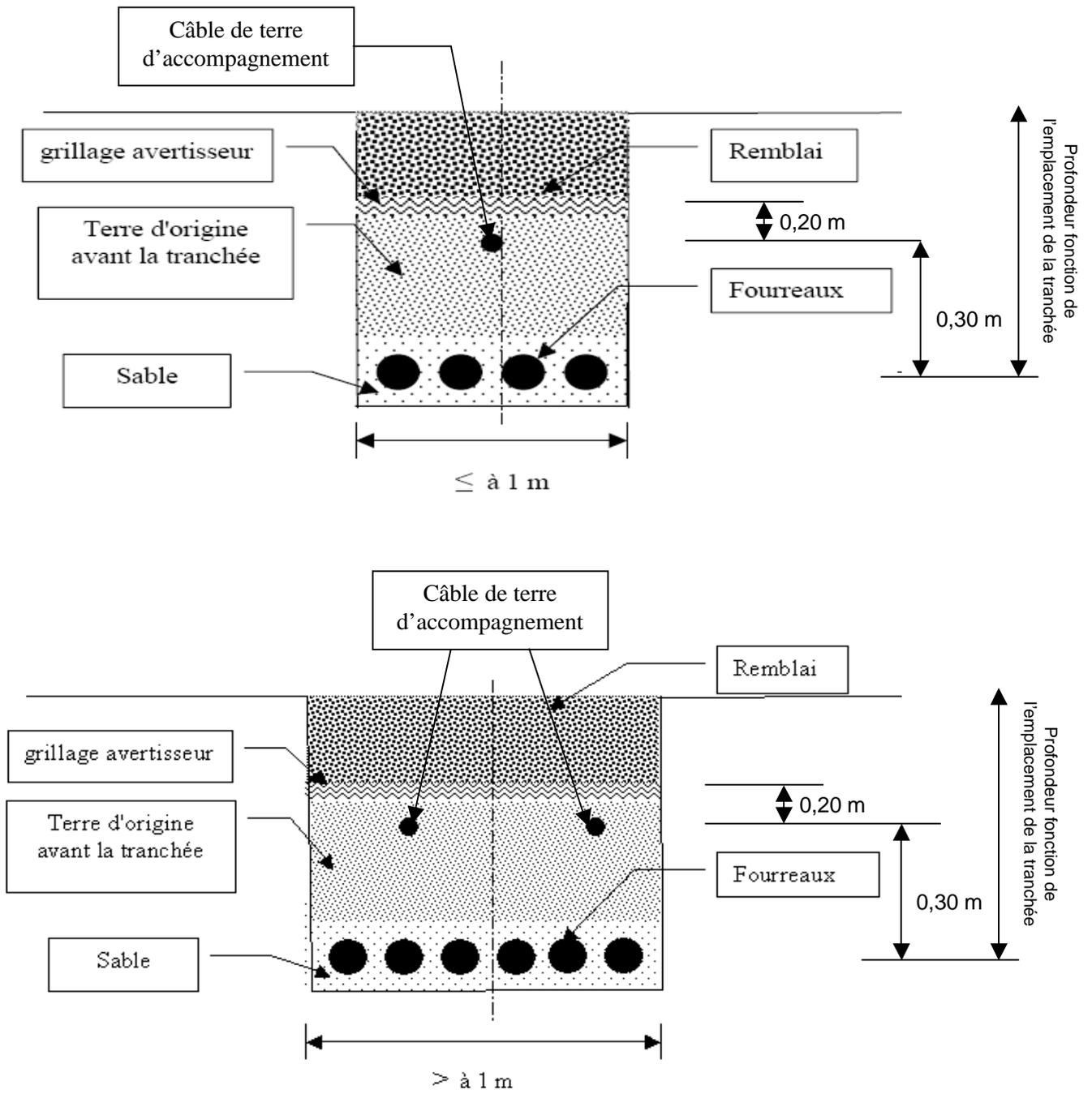


Fig. 11 : Emplacement des câbles de terre

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre		Du	22/08/2006
		Fiche n°2 : Réseau de terre		

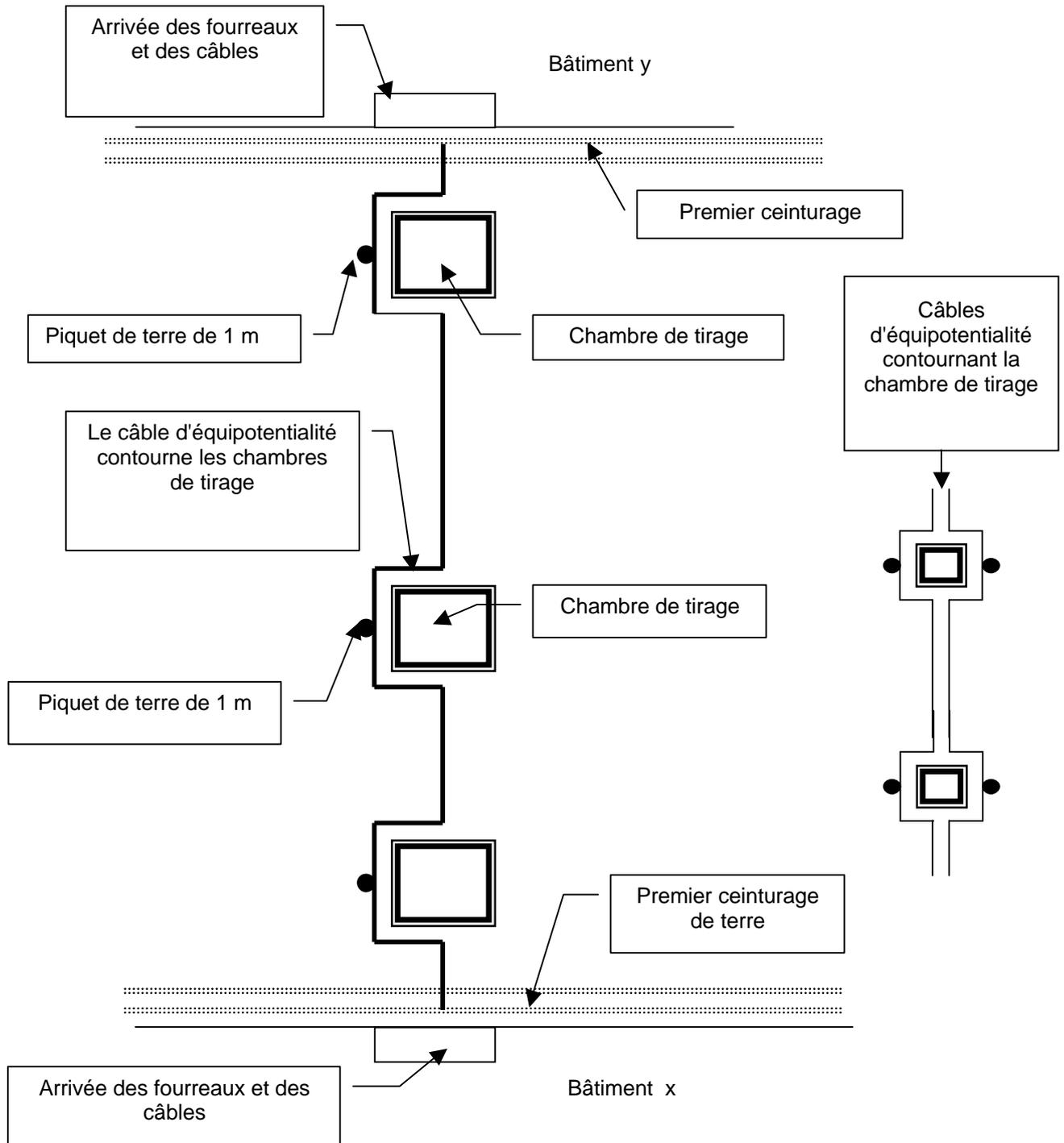


Fig. 12 : Contournement des chambres de tirage

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

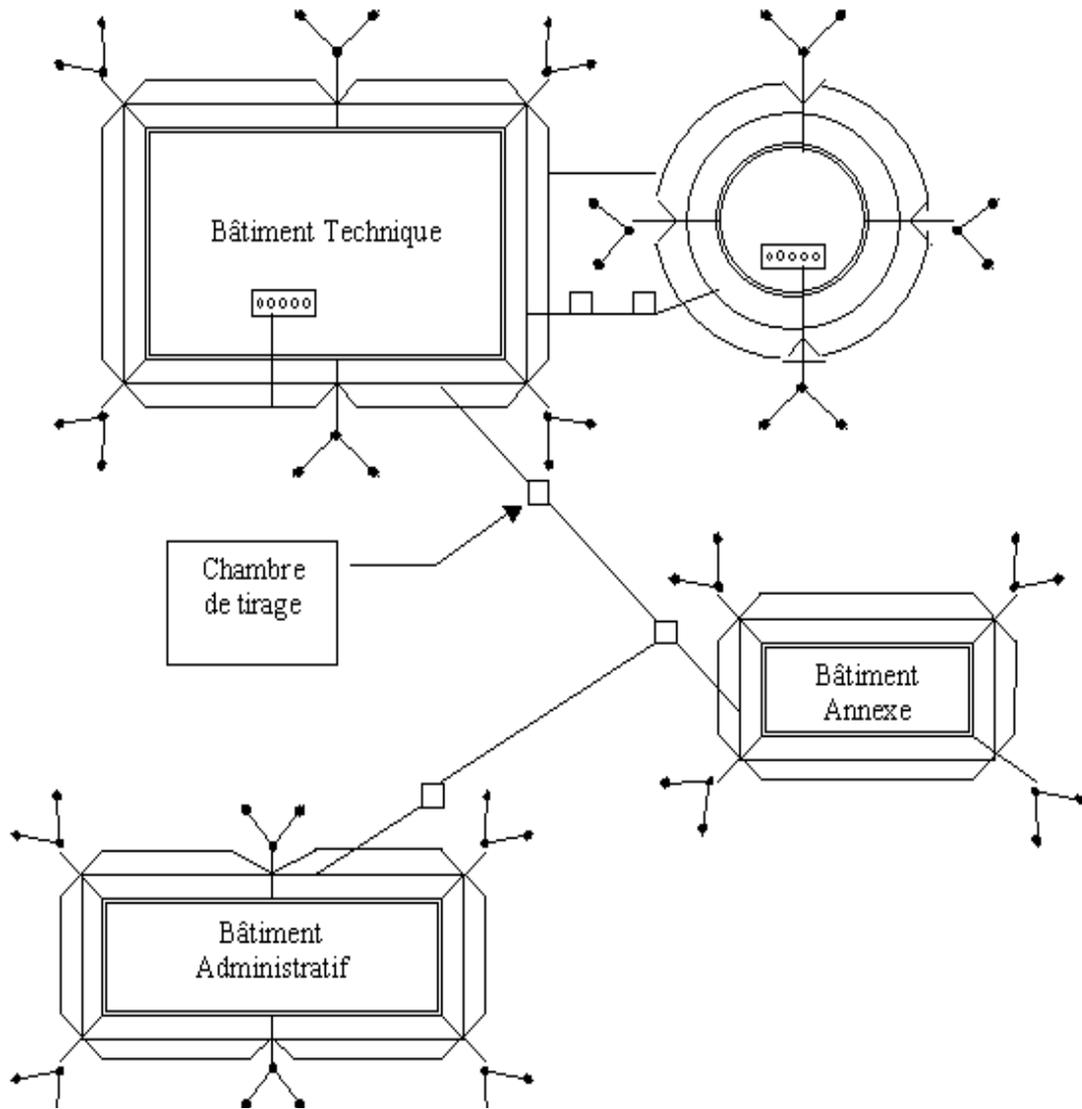


Fig. 13 : Equipotentialité entre les bâtiments

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

2.9 BATIMENT AVEC UNE OSSATURE METALLIQUE

Un double ceinturage sera réalisé pour ces bâtiments (comme dans les chapitres précédents).

En présence de descente de foudre, la procédure utilisée pour la mise à la terre des fers à béton sera suivie.

Tous les piliers métalliques périphériques seront raccordés au ceinturage de terre en fond de fouille.

Chaque pilier sera raccordé au ceinturage par un méplat en cuivre étamé 30 x 2 mm. Le méplat passera par la réservation normalement effectuée dans le massif (cf. fiche *Continuité électrique des fers à béton et des structures dans la construction des bâtiments* chapitre 2.11.3 et figure 14). Une extrémité du méplat sera soudée par soudure aluminothermique dans le creux du pilier au-dessus du massif. Le méplat sera raccordé aux deux ceinturages par soudure aluminothermique.

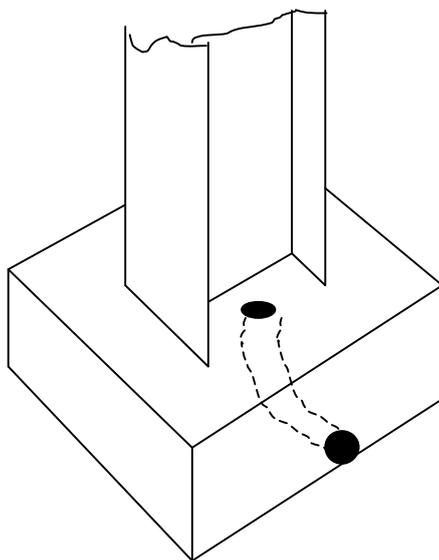


Fig. 14 : Massif pilier

2.10 PRINCIPE D'UNE SOUDURE ALUMINOTHERMIQUE

Le principe de la soudure aluminothermique est d'utiliser la réaction chimique exothermique (dégageant de la chaleur) de la poudre d'aluminium sur des oxydes métalliques, pour obtenir un métal en fusion et faire couler ce métal liquide sur les parties métalliques à assembler (câble, bande cuivre, fer à béton...). Elle se fait exclusivement par temps sec.

Le métal en fusion fait fondre les parties métalliques et forme une soudure homogène après refroidissement.

Un moule doit être utilisé pour réaliser la fusion et pour permettre l'écoulement du métal liquide sur les parties à assembler.

Les principales opérations de mise en oeuvre pour ce type de soudure sont les suivantes :

- décapage et séchage des éléments à souder,
- chauffage du moule au chalumeau,

DTI	Projet	Guide d'aide à la protection contre la foudre	Version	V1R0
NOTE	Titre	Fiche n°2 : Réseau de terre	Du	22/08/2006

- installation du moule sur les parties métalliques à assembler,
- remplissage du creuset du moule par de la poudre aluminothermique (mélange de poudre d'aluminium et d'oxyde ferrique),
- ajout d'une poudre d'allumage pour pouvoir déclencher la réaction,
- allumage,
- démoulage de l'ensemble après refroidissement,
- vérification de la soudure et nettoyage du moule.

L'ordre de ces opérations est donné à titre indicatif. L'opérateur devra suivre scrupuleusement les indications de la notice d'utilisation fournie avec chaque moule, pour réaliser les soudures.

Le moule devra être impérativement adapté à la forme des éléments à souder.

2.11 PERENNITE DES INSTALLATIONS ENTERREES

Tous les raccordements mécaniques sont interdits en enterré. Ces raccordements seront à réaliser par soudure aluminothermique.

Chaque soudure enterrée sera protégée par deux types de ruban :

- Un ruban élastomère isolant, résistant à l'humidité, auto soudable sera mis en place sur la soudure. Le ruban utilisé sera du type 3M Scotch 23 ou équivalent.
- Un ruban pour la protection mécanique sera placé sur le ruban couvrant la soudure. Ce sera un ruban adhésif vinyle noir hautes performances de type 3M Scotch 33 ou équivalent.