

ACTIVITE « CONTROLE D'UNE PRISE DE TERRE »

Sommaire

[Présentation de l'activité](#)

[Plan du réseau](#)

[Photo poste H61](#)

[Structure d'un réseau HTA/BT](#)

[Notion de tension de pas et de terre profonde](#)

[Notion de terre sauvage](#)

[Influence d'un défaut HTA sur le réseau BT](#)

[Tableau des valeurs de prise de terre](#)

[Valeurs des prises de terre en HTA \(tableau\)](#)

[Valeurs des prises de terre en HTA \(corrigé\)](#)

[Mode opératoire pour la mesure de la résistivité et de la résistance d'une prise de terre](#)

[Fiche de résultats et mesures \(feuille élève\)](#)

[Fiche de résultats et mesures \(corrigé\)](#)

[Le principe de la soudure aluminothermique](#)

CONTROLE DE LA PRISE DE TERRE DU POSTE « LA GRANGE BOURSAUD »

MISE EN SITUATION

La ligne aérienne partant du poste source de Boussac et desservant Toulx sainte croix a été touchée par un impact de foudre, occasionnant des dégâts sur le poste dénommé « la grange Boursaud », malgré la présence de parafoudres.

Lors de la remise en service du poste, le distributeur d'énergie souhaite contrôler l'état de la prise de terre.

TRAVAIL DEMANDÉ SUR LE RESEAU DU CERGE

Vous êtes chargé de contrôler le raccordement à la terre du poste « Voisenon ».

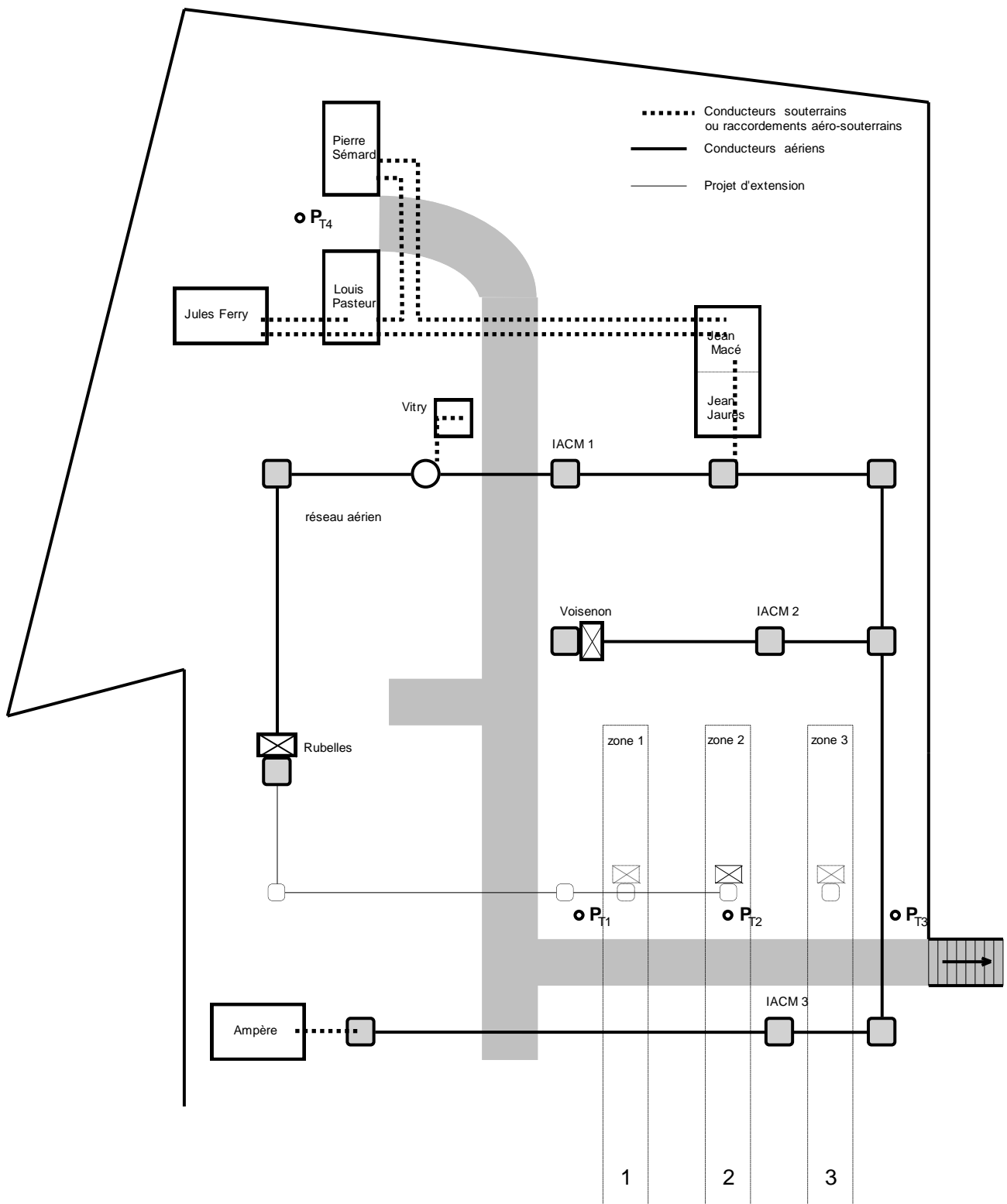
Ce contrôle consistera à réaliser les diverses mesures énoncées ci dessous :

Mesure de la valeur de la prise de terre du poste

Mesure de la valeur de la résistivité du sol

Contrôle de l'absence de couplage entre le poste Voisenon et les prises de terre adjacentes.

Schéma d'implantation du réseau du CE.R.G.E.



1, 2, 3, zones de travail à utiliser pour effectuer les mesures.

P_{T1} , P_{T2} , P_{T3} , P_{T4} , prises de terre déjà implantées sur le terrain.

POSTE SUR POTEAU

Armement

Parafoudre

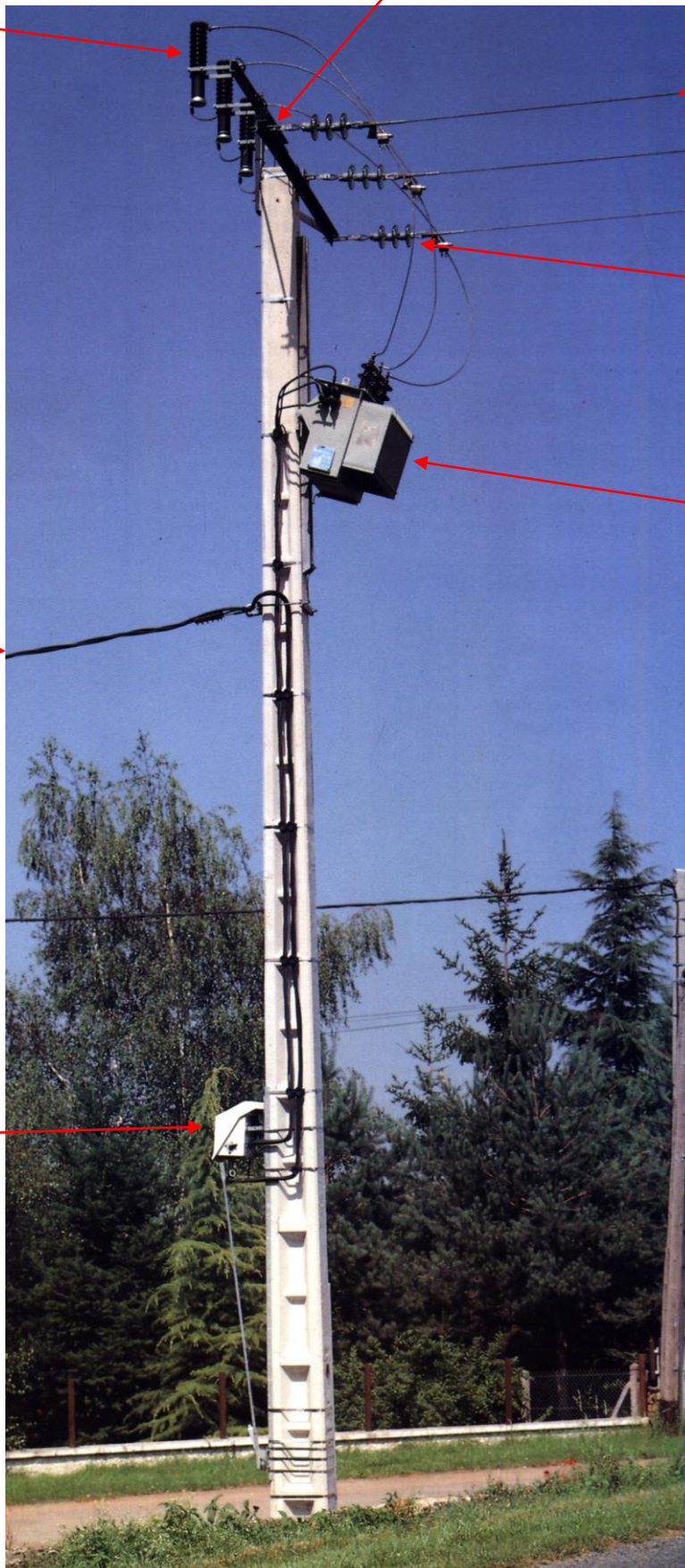
Arrivée HTA

Isolateurs

Transformateur
HTA / BT

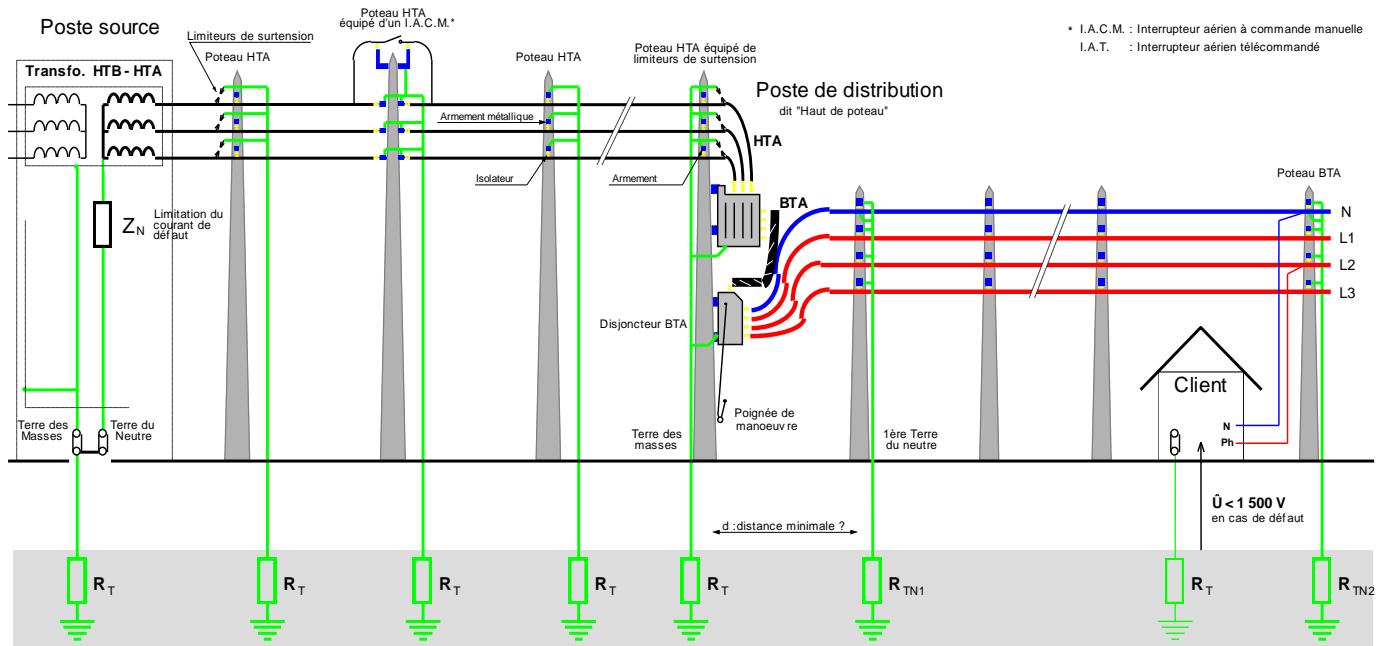
Départ BT

Disjoncteur BT



LES PRISES DE TERRE EN HTA

Structure du réseau



d'après document EDF : MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

L'effet capacitif des câbles engendrant des courants de fuite importants, il n'est pas possible de protéger les réseaux HTA à l'aide de dispositifs différentiels analogue à ceux utilisés en BT.

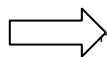
Une impédance de limitation des courants de défaut installée sur le point neutre HTA, au poste source, permet toutefois de limiter les courants de défaut à :

- 300A pour les réseaux aériens**
- 1000A pour les réseaux souterrains**

Le potentiel apparaissant entre les masses en défaut et le sol atteint alors des valeurs dangereuses et **nécessitent l'emploi des EPI.**

Exemple pour un poste HTA / BT

$$U_c = R_t \times I_d = 30 \times 300 = 9 \text{ kV}$$



Réalisation d'une prise de terre

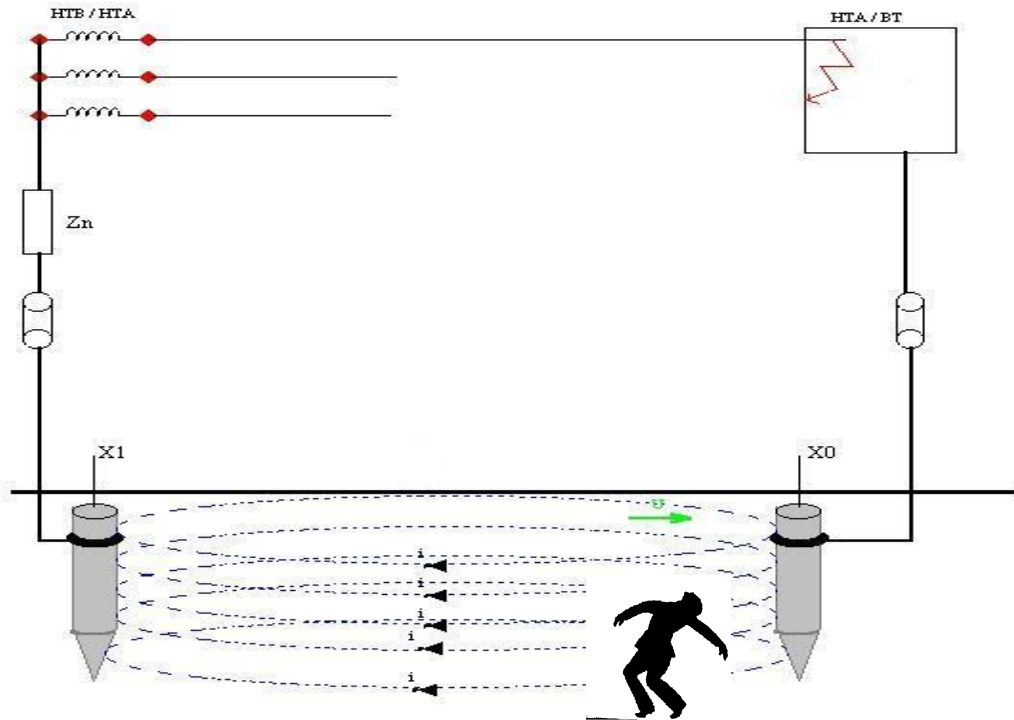
La résistance de la prise de terre est fonction de la qualité du contact entre le conducteur PE et la terre. Ce contact est lui même fonction de la résistivité de la terre et de la prise de terre, de la forme de la prise de terre et du climat.

En HTA, la norme impose des prises de terre d'au moins 3 mètres de profondeur (terre profonde).

Intérêt de la terre profonde :

- peu de variation de la résistance en fonction du climat.
- lignes d'écoulement de courant éloignées du sol (problèmes de tension de pas).

NOTION DE TENSION DE PAS ET DE TERRE PROFONDE

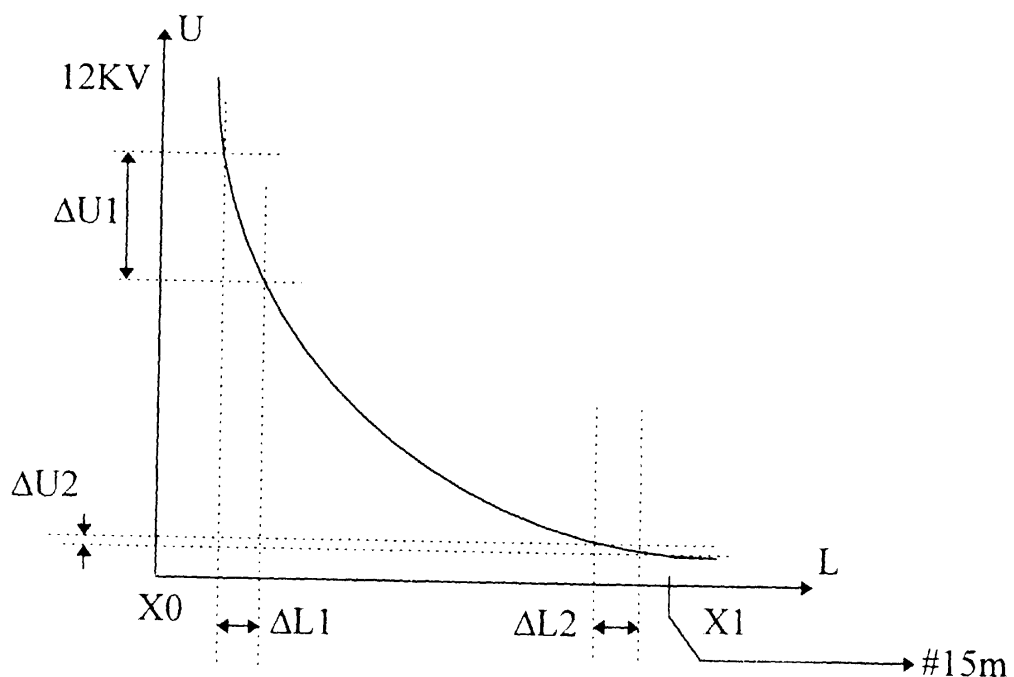


La circulation d'un courant de défaut dans la terre engendre une remontée de potentiel (appelée tension de pas) au niveau du sol.

Cette tension de pas n'est pas répartie régulièrement.

Ainsi, A proximité du piquet de terre du poste HTA / BT, la tension de pas $\Delta U1$ n'est pas négligeable !

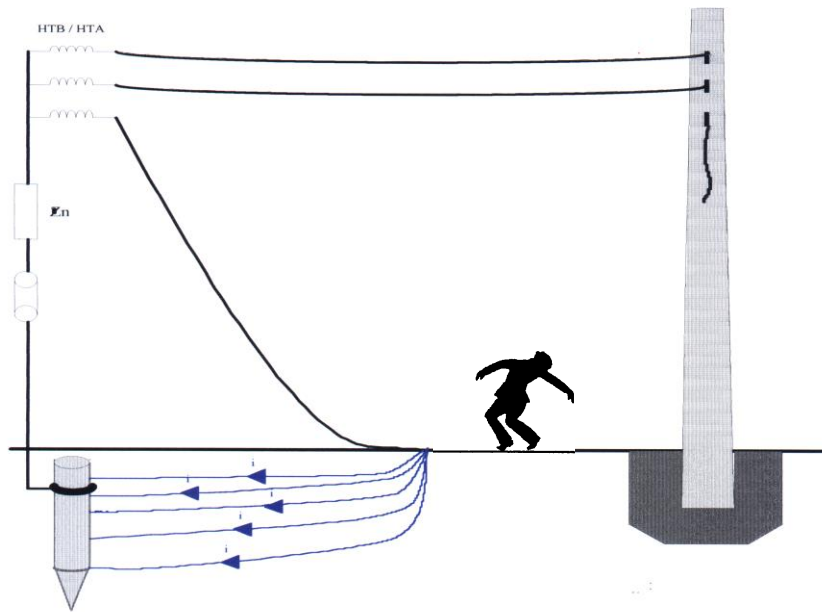
Plus la prise de terre est profonde et plus le courant de défaut circule en profondeur.



NOTION DE TERRE SAUVAGE

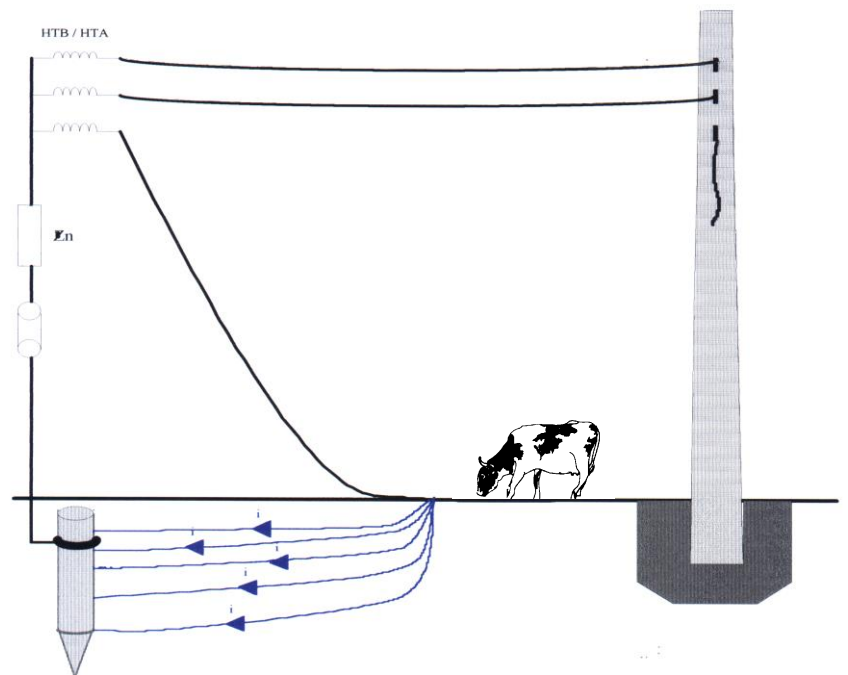
En cas de rupture d'un câble aérien, une prise de terre superficielle est réalisée. Toutes les lignes de courant sont pratiquement au niveau du sol.

Si le câble possède un écran, le courant de défaut s'écoulera par ce même écran et non par la terre.



La dispersion des courants dans le sol dépend de la nature des terrains.

Dans un sol hétérogène, des différences de potentiel dangereuses peuvent s'établir entre deux points voisins

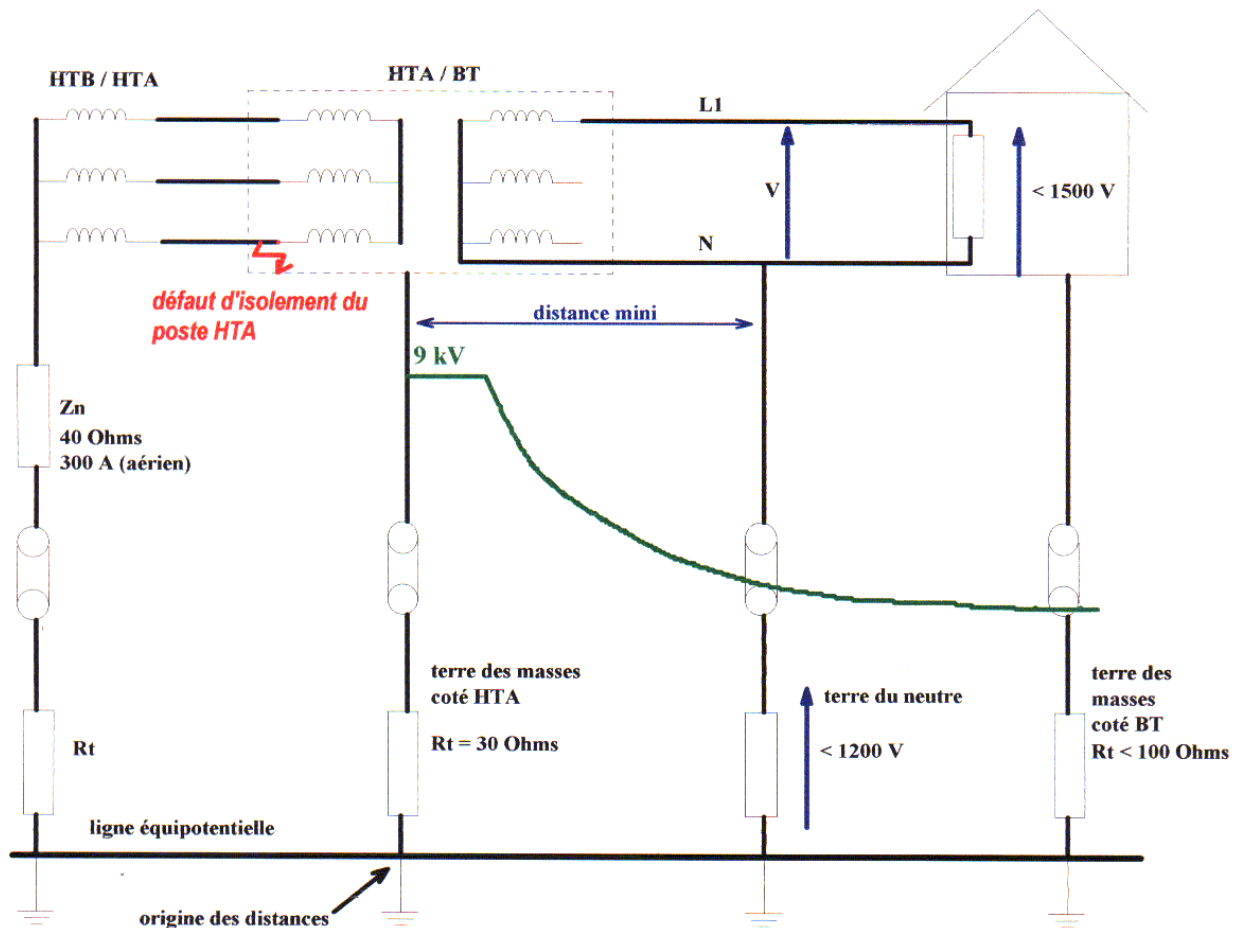


Environ 20 000 animaux sont tués, chaque année en France, à la suite de circulation de courants dans le sol.

Ce sont principalement des courants de défauts dus aux impacts de foudre.

Ceux-ci peuvent engendrer une différence de potentiel de 500V entre les pattes, espacées d'un mètre, d'un animal à plus de 100 m de l'impact.

INFLUENCE D'UN DEFAUT HTA SUR LA BT



Un défaut mettant en cause la HTA peut impliquer la BT par couplage entre prises de terre (prise de terre du neutre et prise de terre des masses HTA du poste où à lieu le défaut) entraînant une montée en potentiel du neutre du réseau.

Une surtension sur le neutre et les phases BT est transmise dans les installations, pendant la durée du défaut, limitée par le fonctionnement des protections HTA.

La surtension met en contrainte l'isolation entre conducteurs de phase ou de neutre et la masse des appareils.

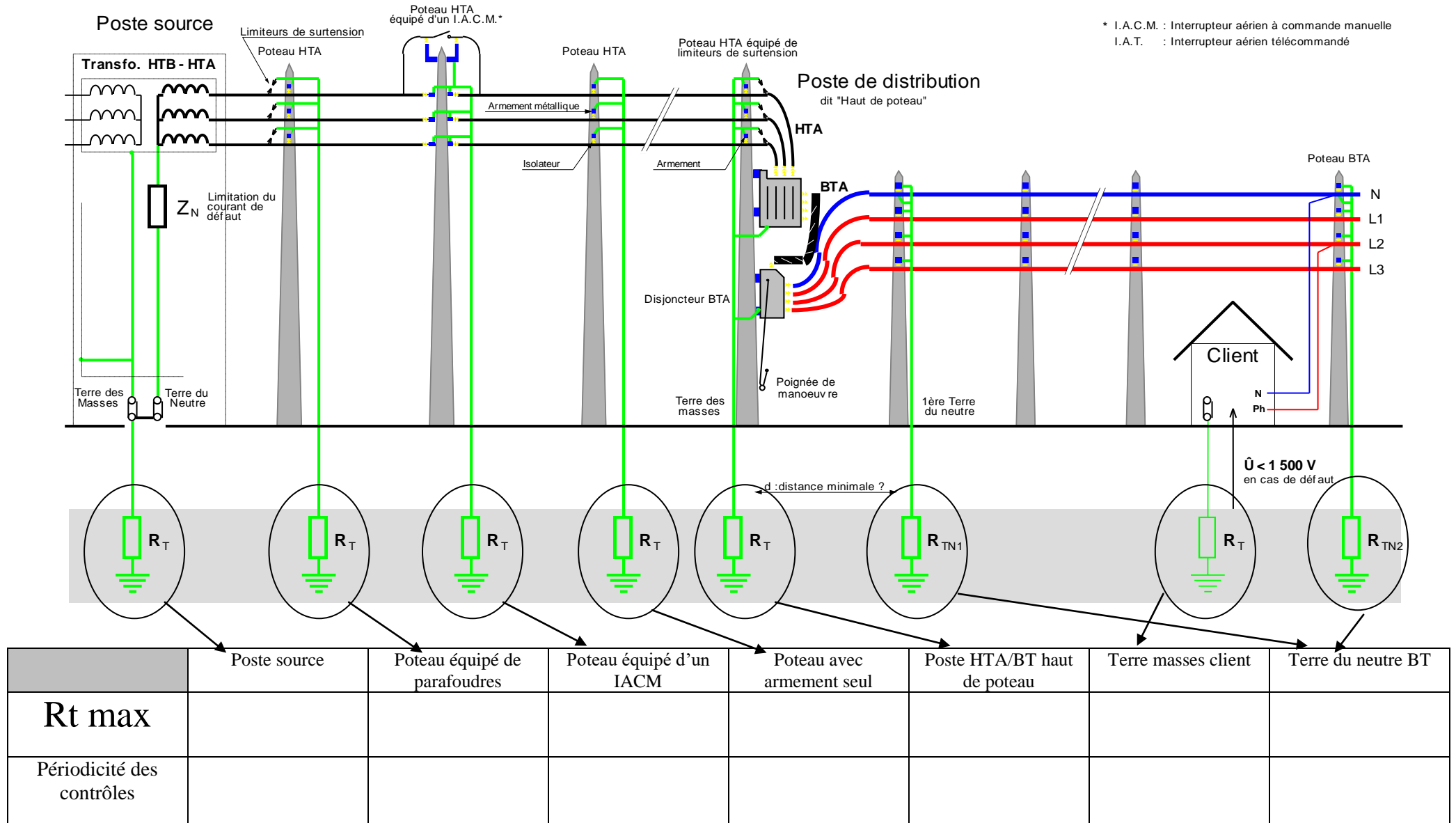
La réglementation française demande que le niveau de surtension reste inférieur à 1500 V.

valeurs des prises de terre en HTA

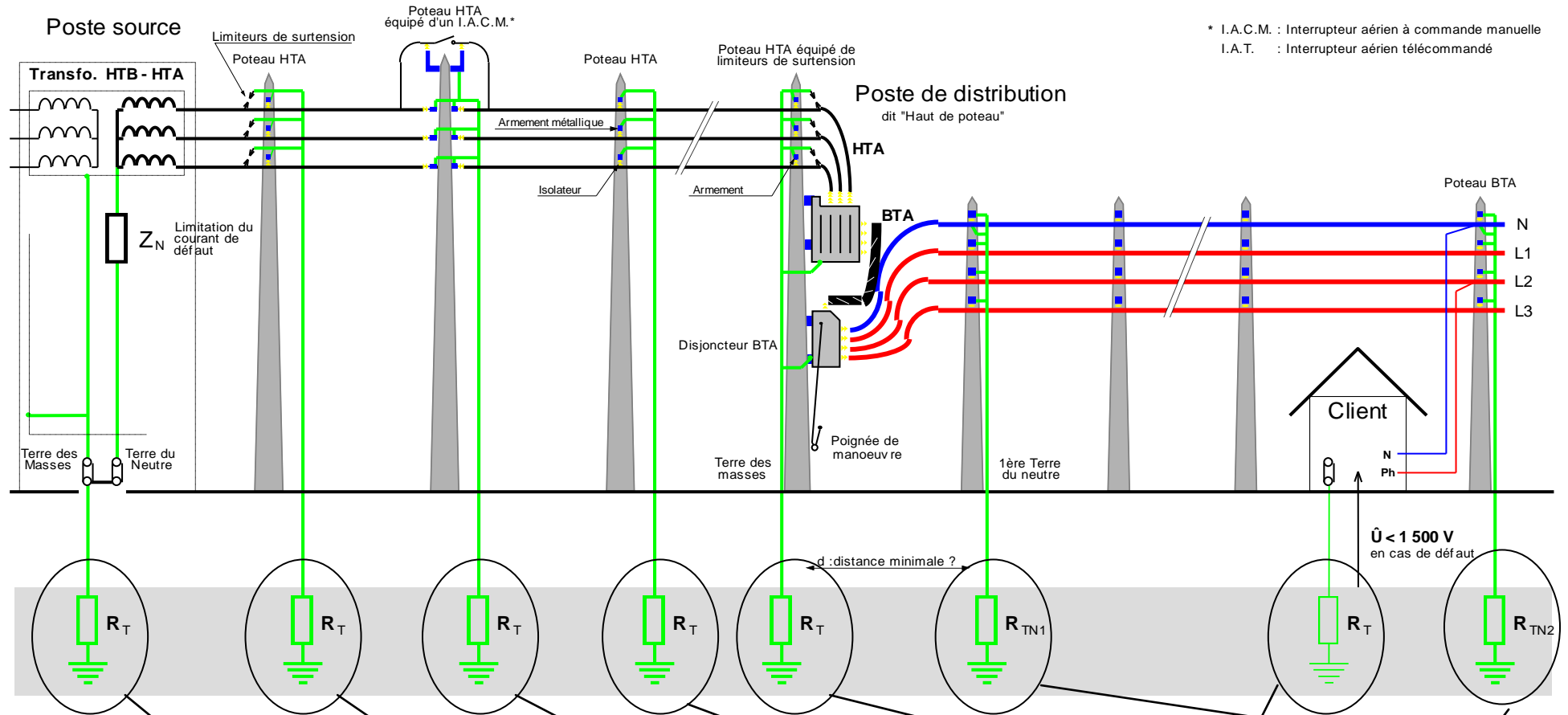
Conception et réalisation des mises à la terre		Mise en oeuvre des prises de terre Périodicité des contrôles		
Nature	Valeur max.	Périodicité	Observations	
<u>TERRE DES MASSES</u>				
<u>Postes HTB/HTA</u>	1 Ω	Annuelle	Vérification seulement de la continuité des conducteurs de protection et des liaisons équipotentielles	Cette périodicité peut être ajustée dans la limite des 10 ans réglementaires
<u>Réseau aérien HTA</u>				
IACM, IAT, éclateurs ouparafoudres	30 Ω	10 ans		
Ecran des câbles HTA aériens et armements supports métalliques	100 Ω	10 ans		
<u>POSTES HTA/HTA</u>	30 Ω	10 ans		
<u>AUTOTRANSFOS</u> (terre du parafoudre du neutre)	30 Ω	10 ans	interconnectée avec la terre des parafoudres des réseaux aérosouterrains (RAS)	
<u>POSTES HTA/BT</u>				
1/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 150 ou 300 A	30 Ω	10 ans	Terre des masses et du neutre BT séparées	
2/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 1000 A	10 Ω	10 ans		
<u>RACCORDEMENTS</u>				
<u>AERO-SOUTERRAINS HTA</u>	30 Ω	10 ans		
<u>TERRE DU NEUTRE BT</u>	Valeur globale			
I neutre limité à 300 A	15 Ω	10 ans		Recommandation : la résistance individuelle de chaque prise de terre doit être inférieure à 50 Ω
I neutre limité à 1000 A	5 Ω	10 ans		

d'après document MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

Nota : Les résultats des mesures et des vérifications seront consignés dans un fichier tenu à la disposition des services de contrôle.



* I.A.C.M. : Interrupteur aérien à commande manuelle
I.A.T. : Interrupteur aérien télécommandé



* I.A.C.M. : Interrupteur aérien à commande manuelle
I.A.T. : Interrupteur aérien télécommandé

	Poste source	Poteau équipé de parafoudres	Poteau équipé d'un IACM	Poteau avec armement seul	Poste HTA/BT haut de poteau	Terre masses client	Terre du neutre BT
Rt max	1Ω	30Ω	30Ω	100Ω	30Ω	100Ω	Valeur globale 15Ω Valeur unitaire 50Ω
Périodicité des contrôles	1 an	10 ans	10 ans	10 ans	10 ans		10 ans

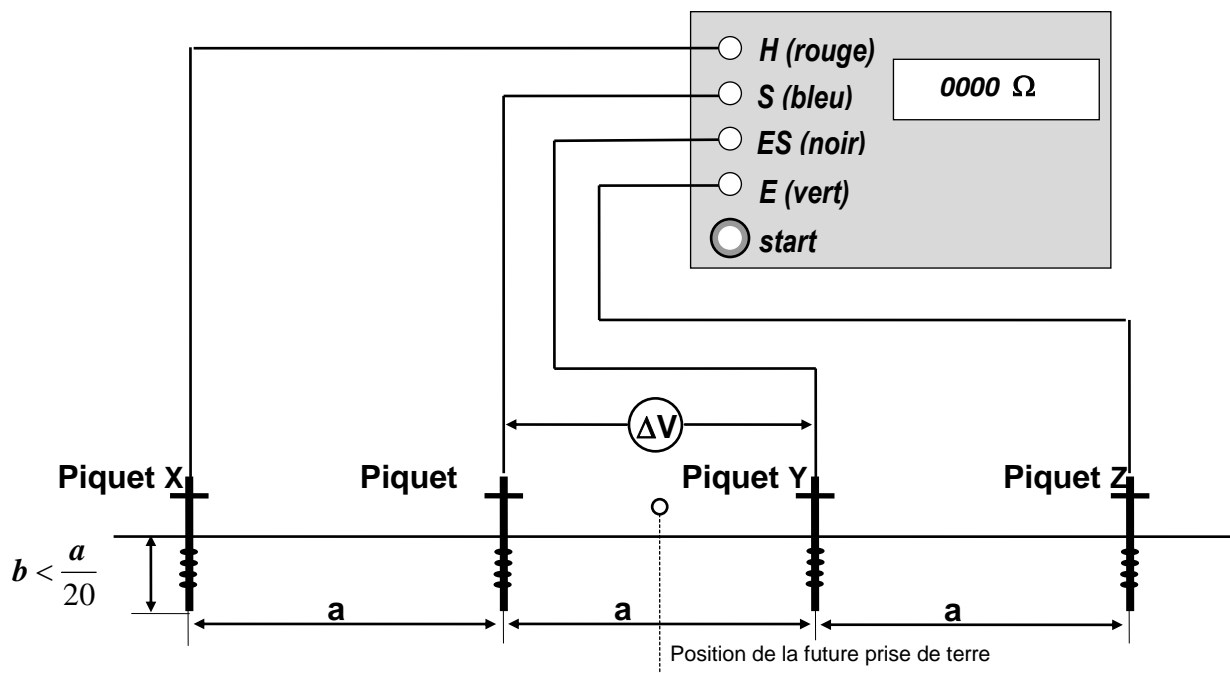
[retour](#)

MODE D'EMPLOI CONTROLEUR

MESURE DE RESISTIVITE DU SOL

- Placer les piquets E, ES, S et H en ligne en les espaçant de 4 mètres.
- Enfoncer les piquets à une profondeur d'environ 15 cm,
- Raccorder les piquets E, ES, S et H à leurs bornes respectives sur le contrôleur à l'aide des cordons.
- placer le commutateur sur la position ρ 4 pôles
- Appuyer sur le bouton-poussoir « start »

Raccordement du telluromètre pour une mesure de résistivité du sol



ATTENTION :

Si lors de la mesure l'appareil affiche « 1 », vous êtes en dépassement de calibre !

Il convient donc de changer celui ci en augmentant le calibre R.

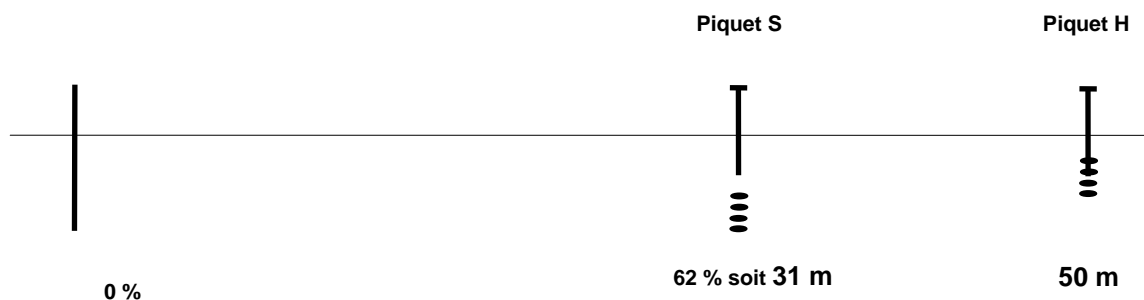
MESURE DE LA RESISTANCE D'UNE PRISE DE TERRE

Mode opératoire - Méthode de mesure en ligne dite « des 62% » :

- **Enfoncer le piquet H** à une distance de **50 m** par rapport à la prise de terre à mesurer E
- **Enfoncer le piquet S** à 62% de la distance entre E et H soit **31 mètres** de la prise de terre E, les piquets S et H et la prise de terre étant alignés.
- Placer le commutateur sur la position R 3 pôles
- Appuyer sur le bouton-poussoir « mesure »

Mesure 1

E,ES prise de terre à mesurer



- **Déplacer le piquet S** à **36 m** puis à **26 m** de la prise de terre soit approximativement à 72% et 52% de la distance E H

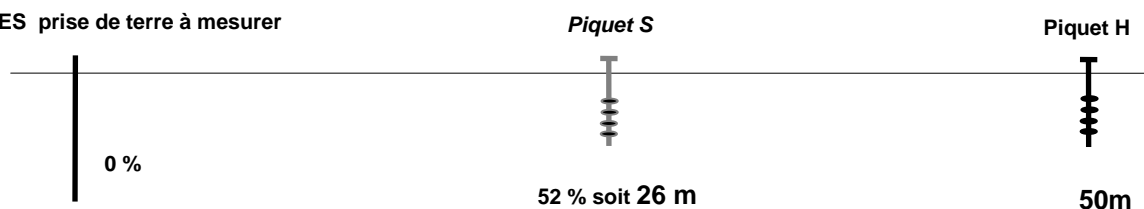
Mesure 2

E,ES prise de terre à mesurer



Mesure 3

E,ES prise de terre à mesurer




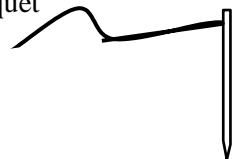
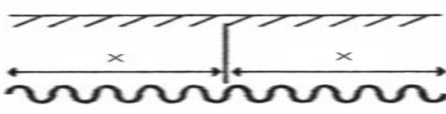
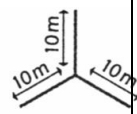
Si la moyenne des résultats de ces 2 mesures est sensiblement identique à la mesure effectuée à 31 m, on considérera que la mesure de la prise de terre est correcte. Si ce n'est pas le cas, il faudra augmenter la distance entre la prise E et le piquet H ou changer d'orientation et recommencer les mesures.

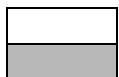
[retour](#)

Fiche de synthèse de mesures et de résultats

VALEUR DE LA RESISTANCE DES PRISES DE TERRE

d'après document EDF : MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

Résistivité apparente ρ	Boucle à fond de fouille		Piquet		Serpentins			Étoile
								
	en $\Omega \cdot m$	Poteau périmètre p=2 m	Poste périmètre p=10 m	Longueur L=3 m	Longueur L=6 m	1 tranchée de x=3m 1 conducteur de 10 m	2 tranchées de x=3m 2 conducteurs de 10 m	2 tranchées de x=5m 2 conducteurs de 15 m
	k=0,6	k=0,16	k=0,4	k=0,2	k=0,2	k=0,15	k=0,08	k=0,06
50	30 Ω	8 Ω	20 Ω	10 Ω	10 Ω	7,5 Ω	4 Ω	3 Ω
100	60 Ω	16 Ω	40 Ω	20 Ω	20 Ω	15 Ω	8 Ω	6 Ω
200	120 Ω	30 Ω	80 Ω	40 Ω	40 Ω	30 Ω	16 Ω	12 Ω
300		50 Ω	120 Ω	60 Ω	60 Ω	45 Ω	24 Ω	18 Ω
400				80 Ω	80 Ω	60 Ω	32 Ω	24 Ω
500				100 Ω	100 Ω	75 Ω	40 Ω	30 Ω
750					150 Ω	112 Ω	60 Ω	45 Ω
1 000						150 Ω	80 Ω	60 Ω



Protège à 50 Hz et contre les foudroiements (réseaux aériens et souterrains)

Protège seulement à 50 Hz (réseaux souterrains seulement)

$$k = \frac{R_T}{\rho} \quad R_T \text{ résistance de la prise de terre.} \quad \rho = 2\pi \cdot R \cdot a \quad (R, \text{ résistance mesurée au telluromètre}).$$

$$R_T \leq R \quad R \text{ valeur maximale recommandée pour la résistance de la prise de terre.}$$

Exemple : $R \leq 30 \Omega$ et $\rho = 246 \Omega m$ on prendra $\rho = 300 \Omega m$, la forme de prise de terre sera un serpentín en 2 tranchées de 5m avec conducteurs de 15 m de longueur dont la résistance attendue sera $R_t \leq 24 \Omega$

1 - Mesure de la résistivité du terrain

	a en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistance mesurée en Ω
Mesure 1				
Mesure 2				
Mesure 3				

Valeur moyenne de R retenue pour les calculs : $R =$ _____

Calcul de la résistivité du terrain :

$$\rho = 2\pi \times R \times a \quad \rho =$$

La résistance R_T de la prise de terre des masses doit être : $R_T \leq$ _____

Comme $\rho =$ _____ en vous aidant du tableau, déterminer la forme de la prise de terre des masses qui devra être réalisée :

2 - Mesure de la résistance des prises de terre existantes

Conception et réalisation des mises à la terre		Mise en oeuvre des prises de terre Périodicité des contrôles		
Nature	Valeur max.	Périodicité	Observations	
TERRE DES MASSES				
<u>Postes HTB/HTA</u>	1 Ω	Annuelle	Vérification seulement de la continuité des conducteurs de protection et des liaisons équipotentielles	Cette périodicité peut être ajustée dans la limite des 10 ans réglementaires
<u>Réseau aérien HTA</u>				
IACM, IAT, éclateurs ou parafoudres	30 Ω	10 ans		
Ecran des câbles HTA aériens et armements supports métalliques	100 Ω	10 ans		
<u>POSTES HTA/HTA</u>	30 Ω	10 ans		
<u>AUTOTRANSFOS</u> (terre du parafoudre du neutre)	30 Ω	10 ans	interconnectée avec la terre des parafoudres des réseaux aérosouterrains (RAS)	On admet que les terres des masses et du neutre sont électriquement indépendantes si leur coefficient de couplage est inférieur à 15%. Au niveau d'un poste HTA/BT, la terre des masses et la terre du neutre peuvent être interconnectées si la terre des masses est inférieure ou égale à 1Ω .
<u>POSTES HTA/BT</u> 1/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 150 ou 300 A	10 Ω	10 ans	Terre des masses et du neutre BT séparées	
2/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 1000 A	30 Ω	10 ans		
<u>RACCORDEMENTS AERO-SOUTERRAINS HTA</u>				
<u>TERRE DU NEUTRE BT</u> I neutre limité à 300 A I neutre limité à 1000 A	Valeur globale 15 Ω 5 Ω	10 ans 10 ans		Recommandation : la résistance individuelle de chaque prise de terre doit être inférieure à 50 Ω

d'après document MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

Nota : Les résultats des mesures et des vérifications seront consignés dans un fichier tenu à la disposition des services de contrôle.

	Position de S en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistances mesurées en Ω		
				Poste Voisenon	IACM2	armement
Mesure 1						
Mesure 2						
Mesure 3						
Valeur maximale imposée par la norme						
Résultat de la mesure (correct ou mauvais)						

Les mesures 2 et 3 permettent de valider la qualité de la mesure 1. Pour cela il faut que la valeur moyenne des mesures 2 et 3 soit sensiblement identique au résultat de la mesure 1.

3- Mesure de la résistance des nouvelles prises de terre

	Position de S en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistances mesurées en Ω		
				Rt1	Rt2	Rt3
Mesure 1						
Mesure 2						
Mesure 3						
Valeur maximale normative						
Résultat de la mesure (correct ou mauvais)						

Les nouvelles prises de terre ont été réalisées avec des piquets de 5m de long.

R_{T1} a été réalisée en :

R_{T2} a été réalisée en :

R_{T3} a été réalisée en :

4- Mesure du couplage des prises de terre

	Poste 1 R1 \rightarrow Rn R2 \rightarrow Rm	Poste 1 R2 \rightarrow Rn R1 \rightarrow Rm	Poste 2 R2 \rightarrow Rn R3 \rightarrow Rm	Poste 2 R3 \rightarrow Rn R2 \rightarrow Rm	Poste 3 R1 \rightarrow Rn R3 \rightarrow Rm	Poste 3 R3 \rightarrow Rn R1 \rightarrow Rm
Résistance masse HTA (Rm)						
Résistance neutre BT (Rn)						
Résistance entre prises de terre (Rmn)						
Résistance de couplage (Rc) $Rc = (Rm + Rn - Rmn) / 2$						
Coefficient de couplage (k) $K = Rc / Rm \leq 0,15$						
Résultat obtenu (correct / mauvais)						

5- Liaison cablette - prise de terre

Le choix de la solution dépend des matériels à raccorder, de la nature des matériaux et de la localisation des raccords.

- la soudure aluminothermique (liaison moléculaire entre le piquet et la cablette)
- les têtes connectrices à frapper (coincement conique sur le piquet)
- les têtes connectrices à sertir
- les têtes connectrices à serrage mécanique (cosses)

Fiche de synthèse de mesures et de résultats

VALEUR DE LA RESISTANCE DES PRISES DE TERRE

d'après document EDF : MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

Résistivité apparente ρ en $\square\square$ m	Boucle à fond de fouille		Piquet		Serpentins			Étoile
	Poteau périmètre $p=2$ m	Poste périmètre $p=10$ m	Longueur $L=3$ m	Longueur $L=6$ m	1 tranchée de $x=3$ m 1 conducteur de 10 m	2 tranchées de $x=3$ m 2 conducteurs de 10 m	2 tranchées de $x=5$ m 2 conducteurs de 15 m	3 tranchées de 10 m (patte d'oie)
	$k=0,6$	$k=0,16$	$k=0,4$	$k=0,2$	$k=0,2$	$k=0,15$	$k=0,08$	$k=0,06$
50	30 \square	8 \square	20 \square	10 \square	10 \square	7,5 \square	4 \square	3 \square
100	60 \square	16 \square	40 \square	20 \square	20 \square	15 \square	8 \square	6 \square
200	120 \square	30 \square	80 \square	40 \square	40 \square	30 \square	16 \square	12 \square
300		50 \square	120 \square	60 \square	60 \square	45 \square	24 \square	18 \square
400				80 \square	80 \square	60 \square	32 \square	24 \square
500				100 \square	100 \square	75 \square	40 \square	30 \square
750					150 \square	112 \square	60 \square	45 \square
1 000						150 \square	80 \square	60 \square

Protège à 50 Hz et contre les foudroiements (réseaux aériens et souterrains)
 Protège seulement à 50 Hz (réseaux souterrains seulement)

$$k = \frac{R_T}{\rho} \quad R_T \text{ résistance de la prise de terre.} \quad \rho = 2\pi \cdot R \cdot a \quad (R, \text{ résistance mesurée au telluromètre}).$$

$$R_T \leq R \quad R \text{ valeur maximale recommandée pour la résistance de la prise de terre.}$$

Exemple : $R \leq 30 \Omega$ et $\rho = 246 \Omega\text{m}$ on prendra $\rho = 300 \Omega\text{m}$, la forme de prise de terre sera un serpentins en 2 tranchées de 5 m avec conducteurs de 15 m de longueur dont la résistance attendue sera $R_t \leq 24 \Omega$

1 - Mesure de la résistivité du terrain

	a en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistance mesurée en Ω
Mesure 1	4 m		20 Ω	2,75 Ω
Mesure 2	4 m		20 Ω	3 Ω
Mesure 3	4 m		20 Ω	3,25 Ω

Valeur moyenne de R retenue pour les calculs : $R = \underline{\underline{3 \Omega}}$

Calcul de la résistivité du terrain :

$$\rho = 2\pi \times R \times a \quad \rho = \underline{\underline{75,5 \Omega\text{m}}}$$

La résistance R_T de la prise de terre des masses doit être : $R_T \leq \underline{\underline{30 \Omega}}$

Comme $\rho = \underline{\underline{100 \Omega\text{m}}}$ en vous aidant du tableau, déterminer la forme de la prise de terre des masses qui devra être réalisée :

2 - Mesure de la résistance des prises de terre existantes

Conception et réalisation des mises à la terre		Mise en oeuvre des prises de terre		
		Périodicité des contrôles		
Nature	Valeur max.	Périodicité	Observations	
TERRE DES MASSES				
Postes HTB/HTA	1 Ω	Annuelle	Vérification seulement de la continuité des conducteurs de protection et des liaisons équipotentielles	Cette périodicité peut être ajustée dans la limite des 10 ans réglementaires
Réseau aérien HTA IACM, IAT, éclateurs ou parafoudres Ecran des câbles HTA aériens et armements supports métalliques	30 Ω	10 ans		
	100 Ω	10 ans		
	30 Ω	10 ans		
POSTES HTA/HTA				
	30 Ω	10 ans		
AUTOTRANSFOS (terre du parafoudre du neutre)			interconnectée avec la terre des parafoudres des réseaux aérosouterrains (RAS)	
	30 Ω	10 ans		
POSTES HTA/BT				
1/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 150 ou 300 A	30 Ω	10 ans		On admet que les terres des masses et du neutre sont électriquement indépendantes si leur coefficient de couplage est inférieur à 15%. Au niveau d'un poste HTA/BT, la terre des masses et la terre du neutre peuvent être interconnectées si la terre des masses est inférieure ou égale à 1Ω.
2/ Neutre HTA mis à la terre par impédance 1000 A	10 Ω	10 ans		
	30 Ω	10 ans	Terre des masses et du neutre BT séparées	
RACCORDEMENTS AERO-SOUTERRAINS HTA				
TERRE DU NEUTRE BT	Valeur globale			
I neutre limité à 300 A	15 Ω	10 ans		Recommandation : la résistance individuelle de chaque prise de terre doit être inférieure à 50 Ω
I neutre limité à 1000 A	5 Ω	10 ans		

d'après document MICADO : 1 GT F 08/4 de Mars 1994

Nota : Les résultats des mesures et des vérifications seront consignés dans un fichier tenu à la disposition des services de contrôle.

	Position de S en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistances mesurées en Ω		
				Poste Voisenon	IACM2	armement
Mesure 1	31 m		2 000 Ω	325 Ω	290 Ω	150 Ω
Mesure 2	26 m		2 000 Ω	300 Ω	280 Ω	125 Ω
Mesure 3	36 m		2 000 Ω	350 Ω	300 Ω	175 Ω
Valeur maximale imposée par la norme				30 Ω	30 Ω	100 Ω
Résultat de la mesure (correct ou mauvais)				mauvais	mauvais	mauvais

Les mesures 2 et 3 permettent de valider la qualité de la mesure 1. Pour cela il faut que la valeur moyenne des mesures 2 et 3 soit sensiblement identique au résultat de la mesure 1.

3- Mesure de la résistance des nouvelles prises de terre

	Position de S en mètres	Calibre I en mA	Calibre R en Ω	Résistances mesurées en Ω		
				Rt1	Rt2	Rt3
Mesure 1	31 m		20 Ω	15 Ω	13 Ω	7 Ω
Mesure 2	26 m		20 Ω	14,5 Ω	12,7 Ω	6,8 Ω
Mesure 3	36 m		20 Ω	15,5 Ω	13,3 Ω	7,2 Ω
Valeur maximale normative				30 Ω	30 Ω	100 Ω
Résultat de la mesure (correct ou mauvais)				correct	correct	correct

Les nouvelles prises de terre ont été réalisées avec des piquets de 5m de long.

R_{T1} a été réalisée en :Acier inoxydable.....

R_{T2} a été réalisée en :Acier galvanisé.....

R_{T3} a été réalisée en :Acier cuivré.....

4- Mesure du couplage des prises de terre

	Poste 1 R1 \rightarrow Rn R2 \rightarrow Rm	Poste 1 R2 \rightarrow Rn R1 \rightarrow Rm	Poste 2 R2 \rightarrow Rn R3 \rightarrow Rm	Poste 2 R3 \rightarrow Rn R2 \rightarrow Rm	Poste 3 R1 \rightarrow Rn R3 \rightarrow Rm	Poste 3 R3 \rightarrow Rn R1 \rightarrow Rm
Résistance masse HTA (Rm)	13 Ω	15 Ω	7 Ω	13 Ω	7 Ω	15 Ω
Résistance neutre BT (Rn)	15 Ω	13 Ω	13 Ω	7 Ω	15 Ω	7 Ω
Résistance entre prises de terre (Rmn)	23,9 Ω	23,9 Ω	26 Ω	26 Ω	26,1 Ω	26,1 Ω
Résistance de couplage (Rc) $R_c = (R_m + R_n - R_{mn}) / 2$	2,05 Ω	2,05 Ω	- 3 Ω	- 3 Ω	- 2 Ω	- 2 Ω
Coefficient de couplage (k) $K = R_c / R_m \leq 0,15$	0,15	0,13	- 0,42	- 0,23	- 0,28	- 0,13

5- Liaison cablette - prise de terre

Le choix de la solution dépend des matériels à raccorder, de la nature des matériaux et de la localisation des raccords.

- la soudure aluminothermique (liaison moléculaire entre le piquet et la cablette)
- les têtes connectrices à frapper (coincement conique sur le piquet)
- les têtes connectrices à sertir
- les têtes connectrices à serrage mécanique (cosses)

LA SOUDURE ALUMINOTHERMIQUE

Ce procédé permet la réalisation de liaisons moléculaires électriques, cuivre/cuivre, cuivre/aluminium, cuivre/acier, aluminium/aluminium, sans aucune source d'énergie extérieure ou de chaleur.

Le principe consiste à réunir dans un moule adéquat un métal d'apport, fonction des métaux à souder, et un produit d'amorçage.

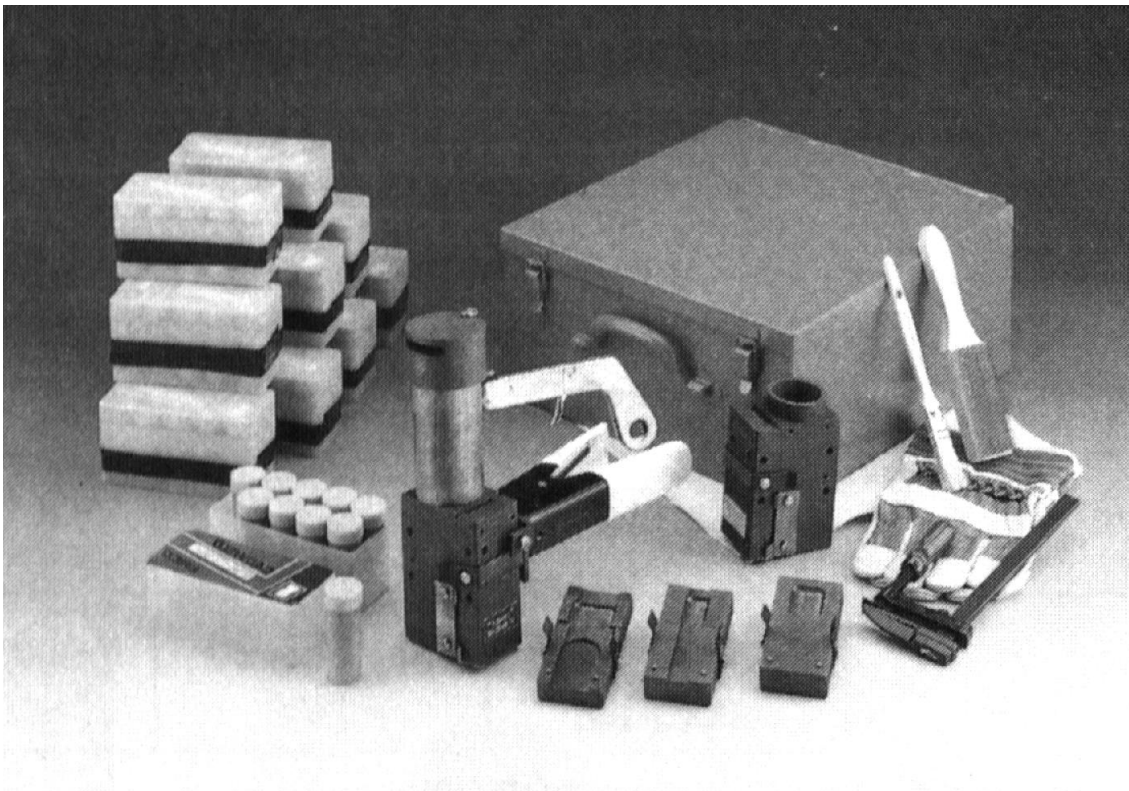
La très forte température dégagée par la réaction chimique fait fondre le métal d'apport qui est canalisé par le moule sur les parties à souder.

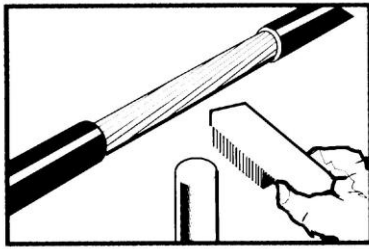
Ce principe offre :

La même conductibilité que celle des éléments raccordés

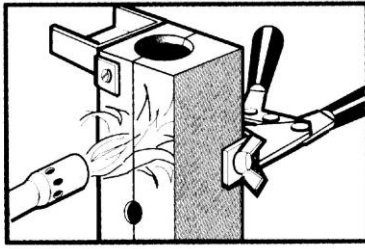
Une capacité à supporter des surintensités

Une insensibilité à la corrosion

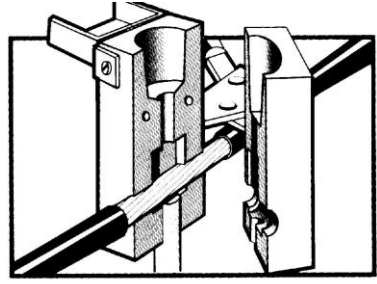




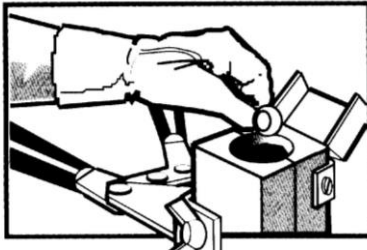
Préparation des parties à souder



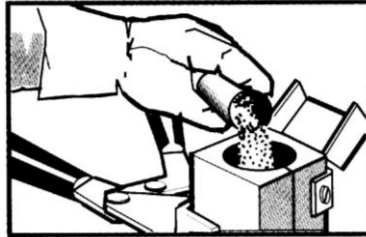
Préchauffage du moule pendant 5 minutes



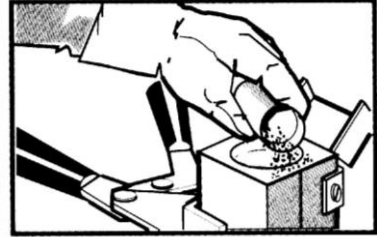
Fermeture du moule sur les éléments à souder



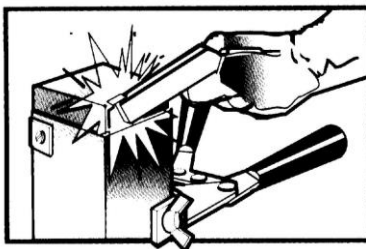
Mise en place du disque obturateur



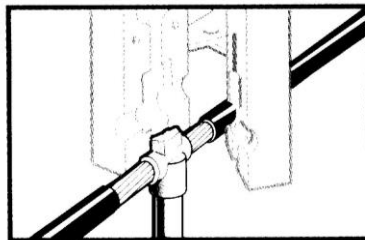
Versement de la poudre aluminothermique



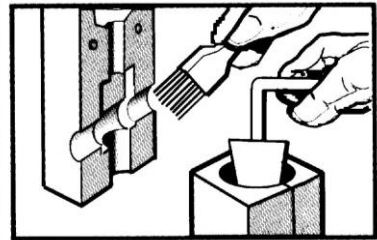
Versement de la poudre d'allumage



Mise à feu



Ouverture du moule après 1 minute



Nettoyage du moule