

HABILITATION ELECTRIQUE

Module technique HTB



Le réseau électrique en France

Le réseau électrique est géré par 2 opérateurs :

- ✓ RTE pour le transport d'électricité
- ✓ ERDF pour sa distribution jusqu'aux consommateurs

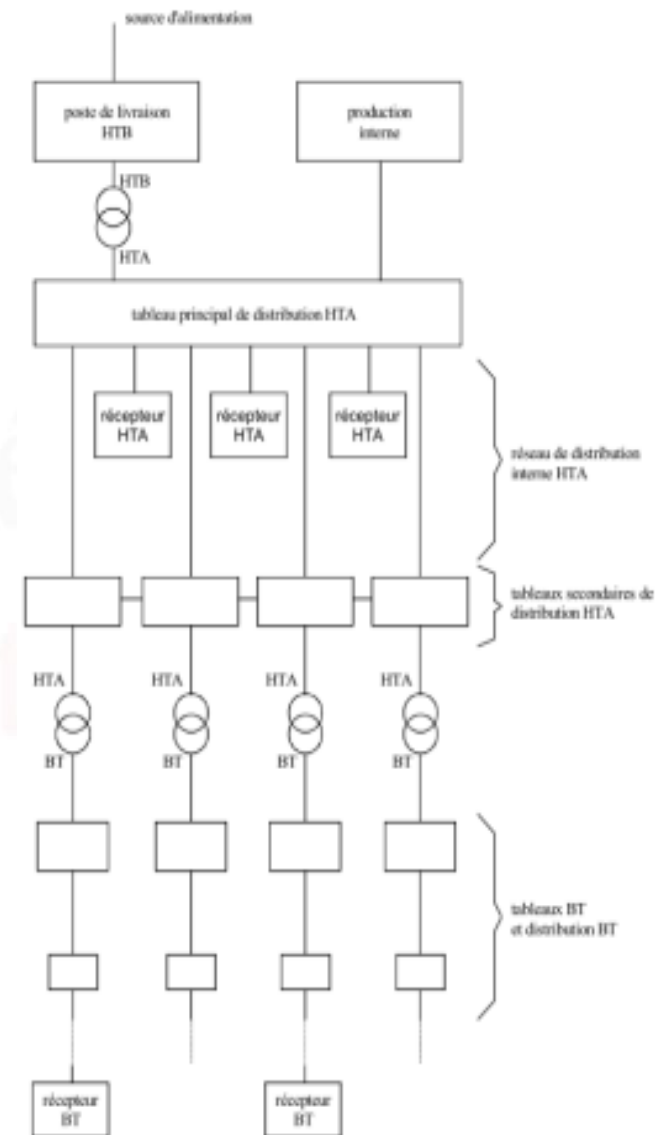


1,3 million de kilomètres de lignes
750 400 postes de transformation HTA/BT
232 636 sites de production raccordés au réseau

Structure générale d'un réseau privé de distribution





Dans le cas général avec **une alimentation en HTB**, un réseau privé de distribution comporte :

- ✓ un poste de livraison HTB alimenté par une ou plusieurs sources, et est composé d'un ou plusieurs jeux de barres et de disjoncteurs de protection
- ✓ une source interne le cas échéant
- ✓ un ou plusieurs transformateurs HTB / HTA
- ✓ un tableau principal HTA composé d'un ou plusieurs jeux de barres
- ✓ Un réseau de distribution interne en HTA alimentant des tableaux secondaires ou des postes HTA / BT
- ✓ des récepteurs HTA
- ✓ des transformateurs HTA / BT
- ✓ des tableaux et des réseaux basse tension
- ✓ des récepteurs basse tension.



La Source d'alimentation

La tension de la source d'alimentation est liée à la **puissance d'utilisation** et donc de celle de **livraison**

tension d'alimentation	puissance de livraison			
	0	250 kVA	10000 kVA	40000 kVA
BTA				
HTA				
HTB 63 kV ou 90 kV				
HTB 225 kV				

Les caractéristiques locales du réseau de distribution ou les particularités de l'installation électrique du client peuvent entraîner des modifications du choix de niveau de tension.

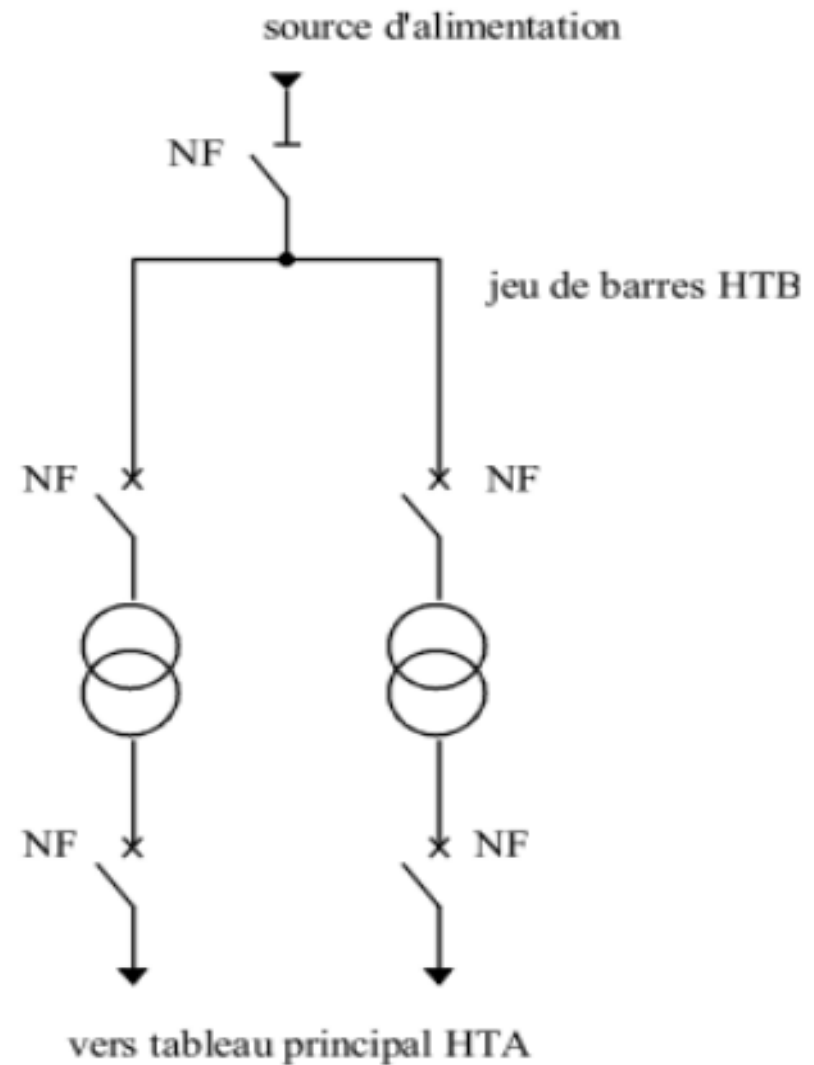
Schéma : simple antenne

Avantage :

- ✓ Coût minimal

Inconvénient :

- ✓ Disponibilité faible



Nota: les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés.

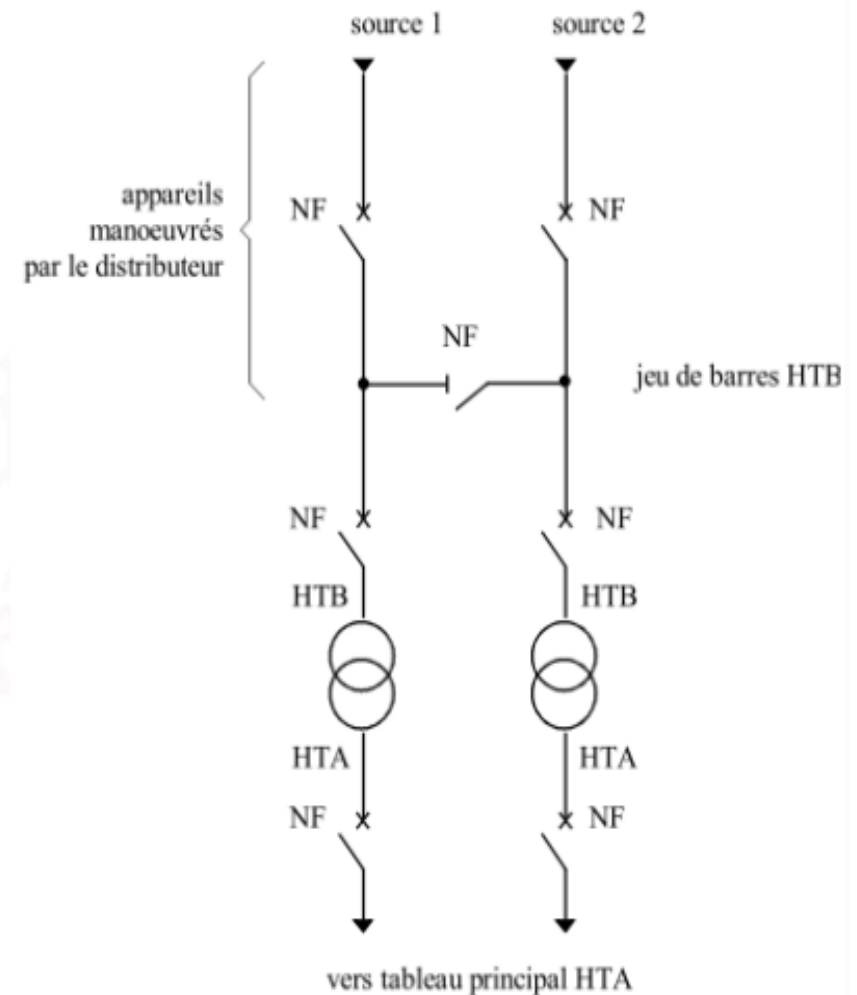
Schéma : double antenne

Avantage :

- ✓ Bonne disponibilité, dans la mesure où chaque source peut alimenter la totalité du réseau.
- ✓ Maintenance possible du jeu de barres, avec un fonctionnement partiel de celui-ci.

Inconvénient :

- ✓ Solution plus couteuse que l'alimentation simple antenne
- ✓ Ne permet qu'un fonctionnement partiel du jeu de barres en cas de maintenance de celui-ci.



Nota: les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés.

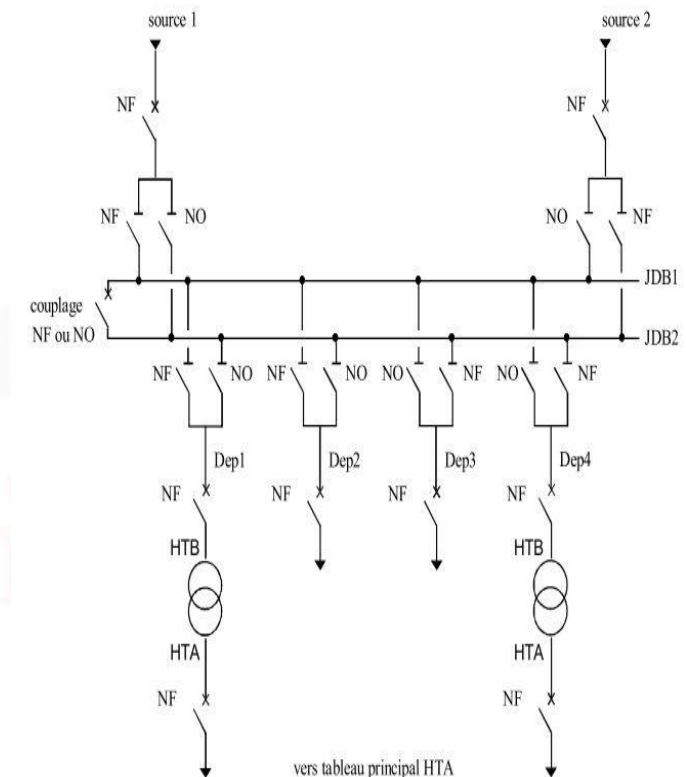
Schéma : double antenne et double jeu de barre

Avantages :

- ✓bonne disponibilité d'alimentation
- ✓très grande souplesse d'utilisation pour l'affectation des sources et des charges, et pour la maintenance des jeux de barres
- ✓possibilité de transfert de jeu de barres sans coupure (lorsque les jeux de barres sont couplés, il est possible de d'effectuer les manœuvres.

Inconvénients :

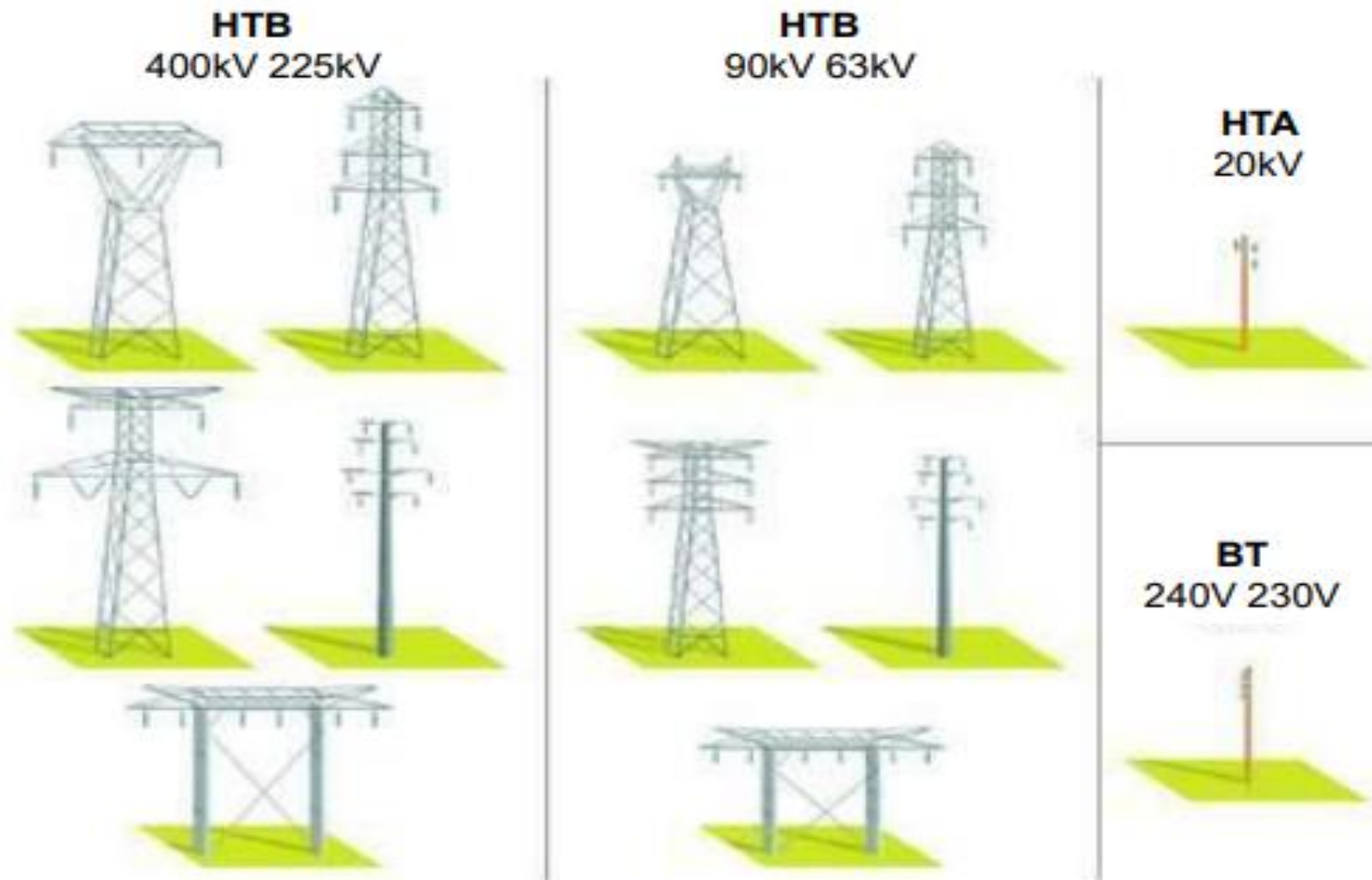
- ✓surcoût important par rapport à la solution simple jeu de barres



Nota : les sectionneurs d'isolement associés aux disjoncteurs HTB ne sont pas représentés







Aspect des Pylônes

Il existe différentes catégories et modèles de pylônes en **fonction de la tension**, l'aspect des lieux, le respect de l'environnement et les conditions climatiques.



Les isolateurs - caractéristiques

La fixation et l'isolation entre les conducteurs et les pylônes est assurée par des isolateurs. Plus la tension de la ligne est élevée, plus le nombre d'assiettes est important.

	RTE				ERDF	
appellation	400 kV	225 kV	90 kV	63 kV	20 kV	400 V
type de ligne	230/400 (420) kV	130/225 (245) kV	52/90 (100) kV	36/63 (72,5) kV	12/20 (24) kV	230/400 V
Classification	HTB transport national		HTB transport régional		HTA distribution	BT
Nbre isolateurs	19	12 à 14	9	4 à 6	2 à 3	1
Illustrations						

Les isolants - Pose

✓ Chaîne d'ancrage

Les chaînes d'ancrage sont utilisées dans le cas de pylône d'ancrage. Ce type de chaîne se distingue par sa position quasi horizontale.



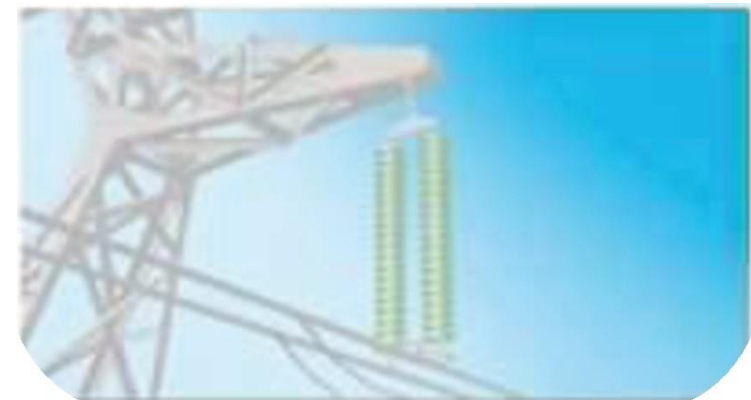
✓ Chaîne en V

Les chaînes d'isolateurs en V sont utilisées pour les pylônes de suspension lorsque que l'on souhaite limiter le balancement latéral des conducteurs.



✓ Chaîne droite

Les chaînes de suspension droite sont la solution de base pour les pylônes de suspension. Ce type d'isolation est le plus fréquemment utilisé.



Les conducteurs

- ✓ Les conducteurs en cuivre sont de moins en moins utilisés. On utilise en général des conducteurs en alliage d'aluminium, ou en combinaison aluminium – acier pour les câbles plus anciens; ce sont des conducteurs composés d'une âme centrale en acier sur laquelle sont tressés des brins d'aluminium.
- ✓ **Les conducteurs sont nus**, c'est-à-dire non revêtus d'un isolant.



Conducteur conventionnel sur la gauche et à âme en fibre composite à droite.

L'âme au centre assure les propriétés mécaniques, l'aluminium à l'extérieur les propriétés électriques du conducteur

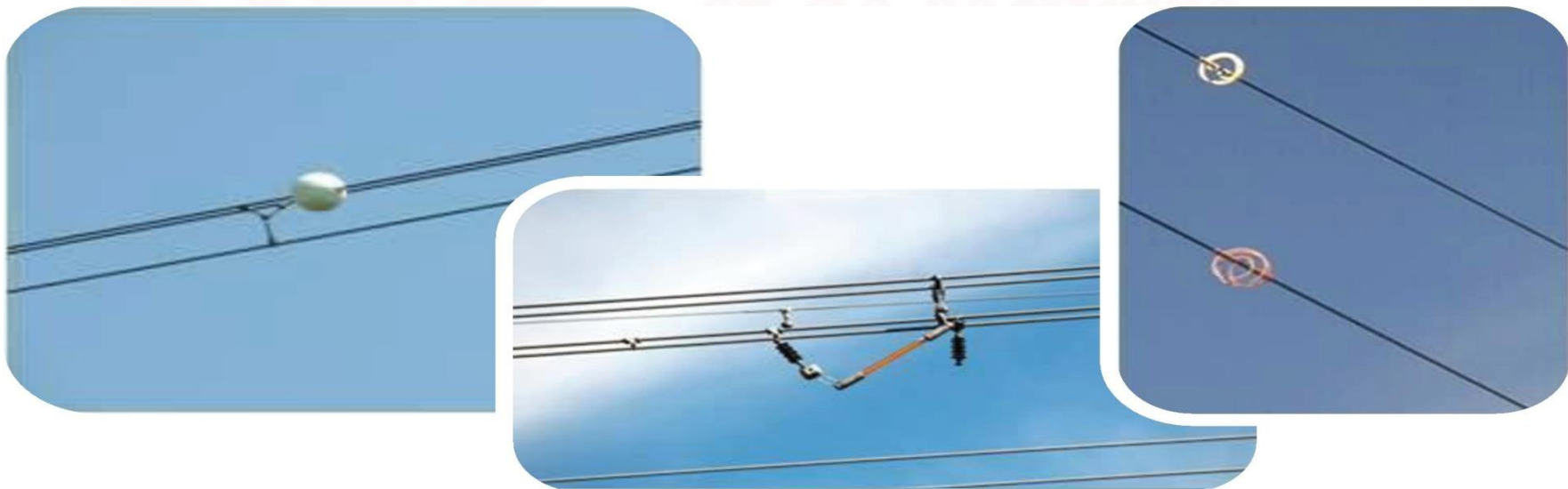
Les câbles de garde

- ✓ Les câbles de garde ne transportent pas le courant. Ils sont situés au-dessus des conducteurs. Ils jouent un rôle de paratonnerre au-dessus de la ligne, en attirant les impacts de foudre pour éviter une éventuelle sur tension au niveau des conducteurs.



Balisage des lignes

- ✓ Afin d'éviter les impacts d'aéronefs, les lignes sont signalées par des balises diurnes (boules) ou nocturnes (dispositifs lumineux), aux abords des aéroports et aérodromes. La partie supérieure du fût du pylône est peinte en rouge et blanc.
- ✓ D'autres dispositifs sont utilisés pour la protection a vif a une dans les zones sensibles (couloirs demigration en particulier),comme des spirales de couleurs qui outre l'aspect visuel sifflent sous l'effet du vent



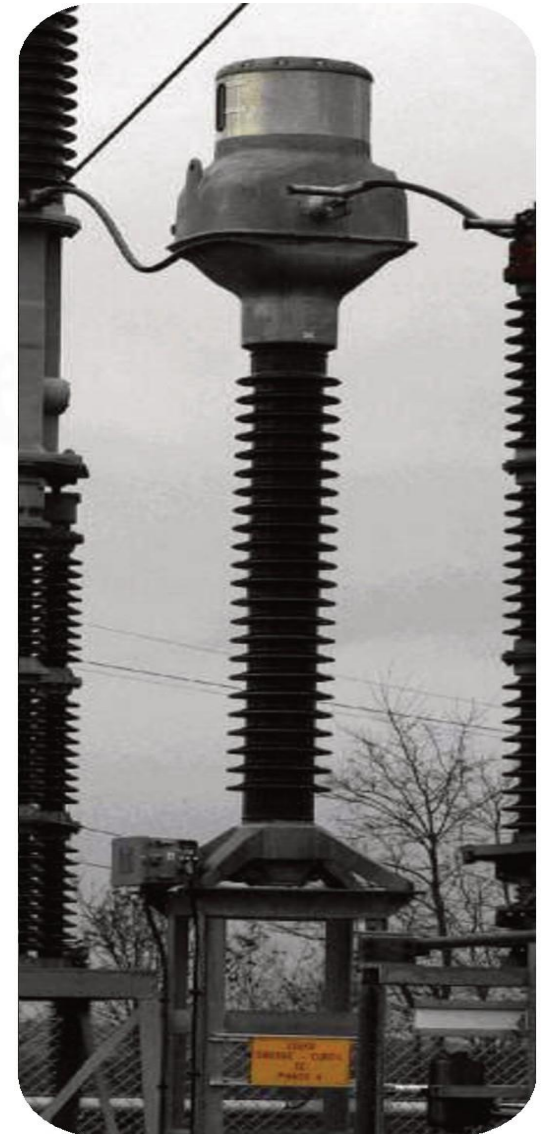
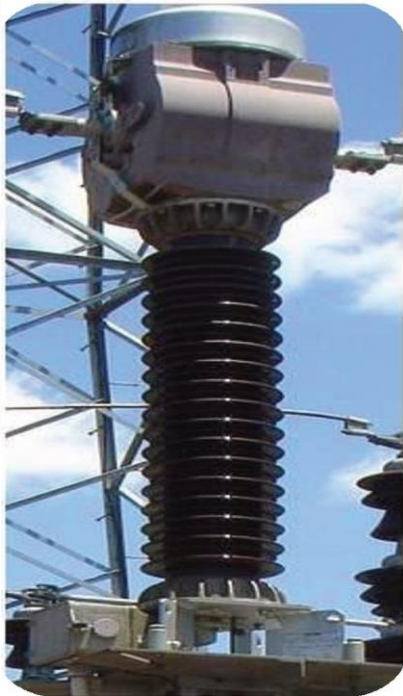
Le transformateur capacitif de tension (TCT)

- ✓ Un **transformateur de tension** est un transformateur de mesure dans le quel la tension secondaire est, dans les conditions normales, pratiquement proportionnelle à la tension primaire (par exemple: environ 100V pour un réseau 225kV) et déphasée par rapport à celle - ci d'un angle voisin de 0° .



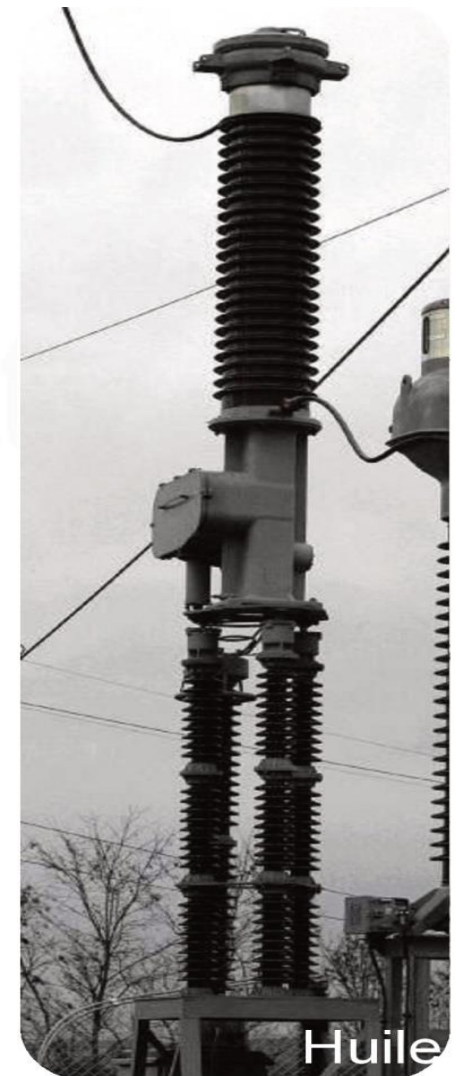
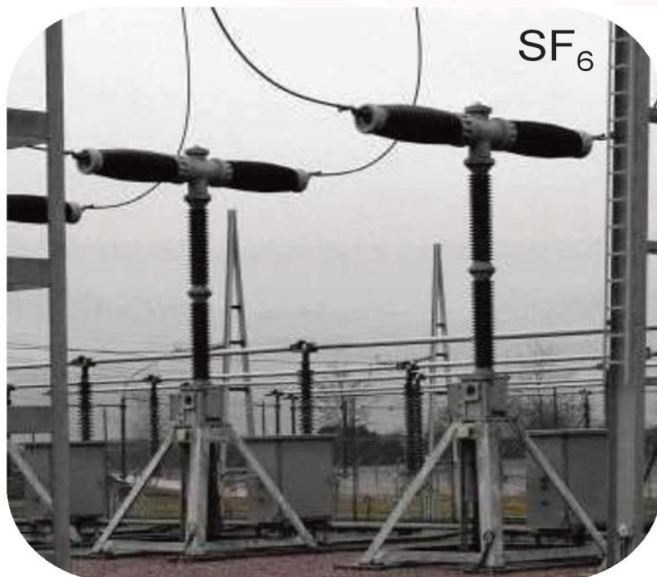
Le transformateur de courant (TC)

Un **transformateur de courant** est un transformateur de mesure dans le quel le courant secondaire est, dans les conditions normales, pratiquement proportionnel au courant primaire et déphasé par rapport à celui – ci d'un angle voisin de 0° .



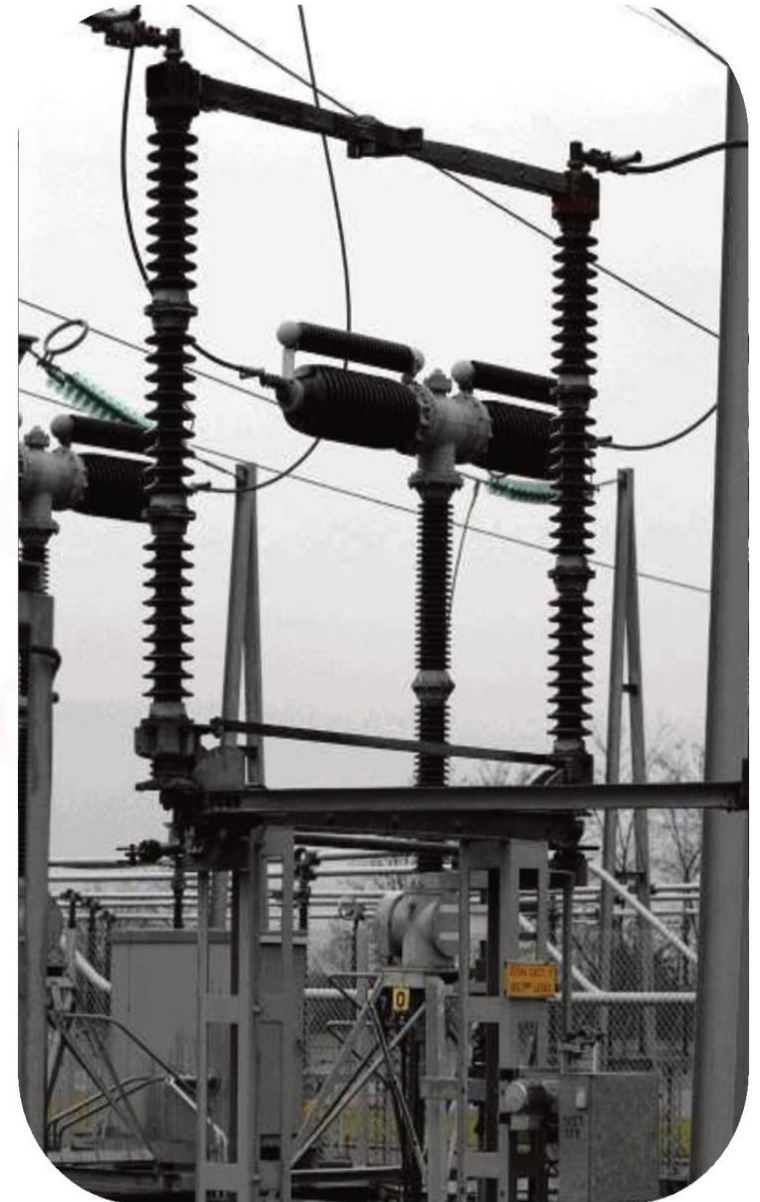
Le disjoncteur

- ✓ Le rôle du disjoncteur est d'ouvrir le circuit en charge et même lors d'un défaut (court -circuit..) . Les plus anciens sont des disjoncteurs à huile. Ils sont maintenant remplacés par des disjoncteurs au SF₆, avec les quels on peut éteindre des arcs électriques en soufflant une quantité réduite de gaz (3 à 7 bars).

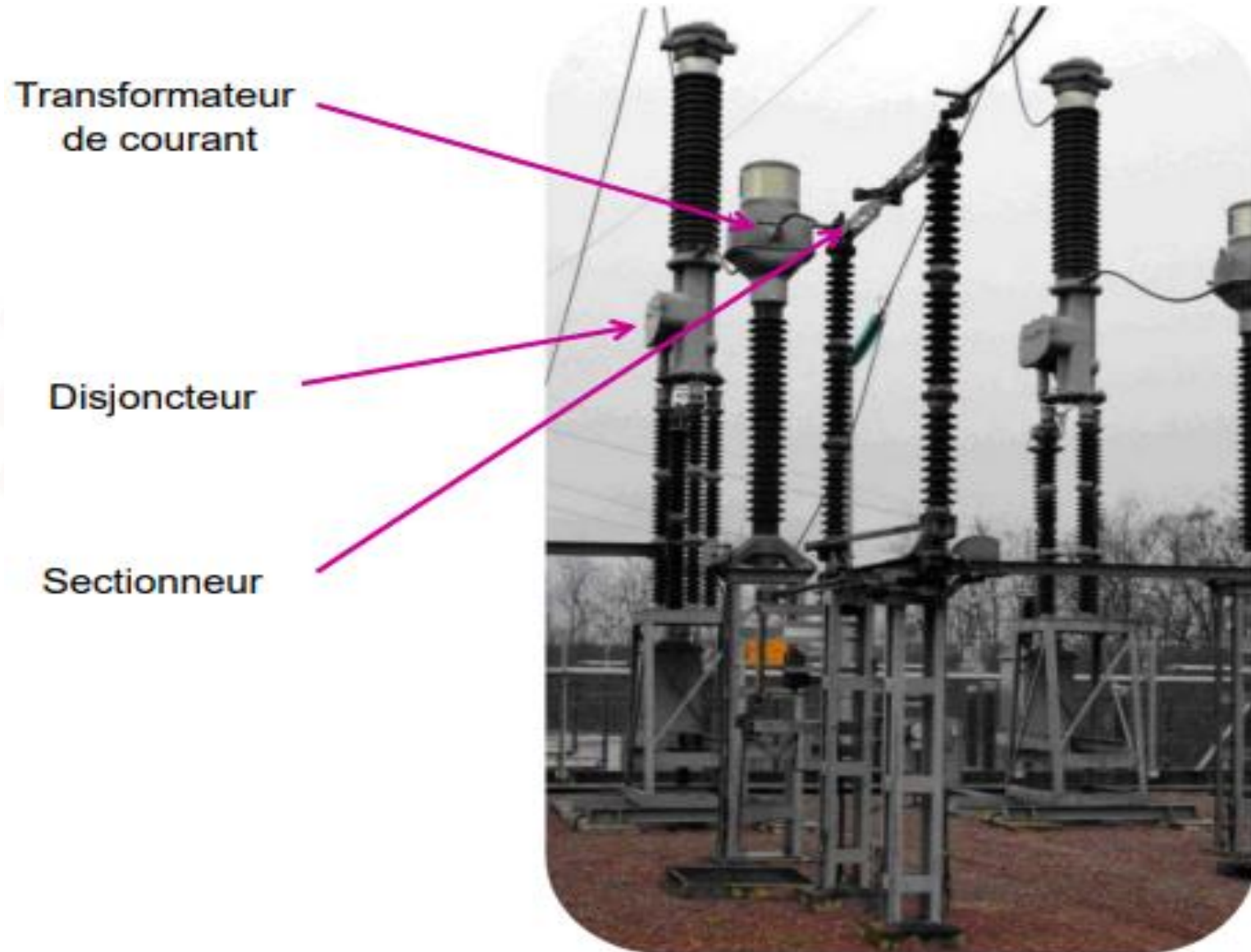


Le sectionneur de ligne

- ✓ Il est associé au disjoncteur. Il permet d'isoler (de séparer) une partie du réseau avec une coupure visible. Sur certains départs, on retrouve également un sectionneur de « mise à la terre ».



Appareillage : Implantation



Appareillage : Implantation



Appareillage : Implantation

Identifier
l'appareillage

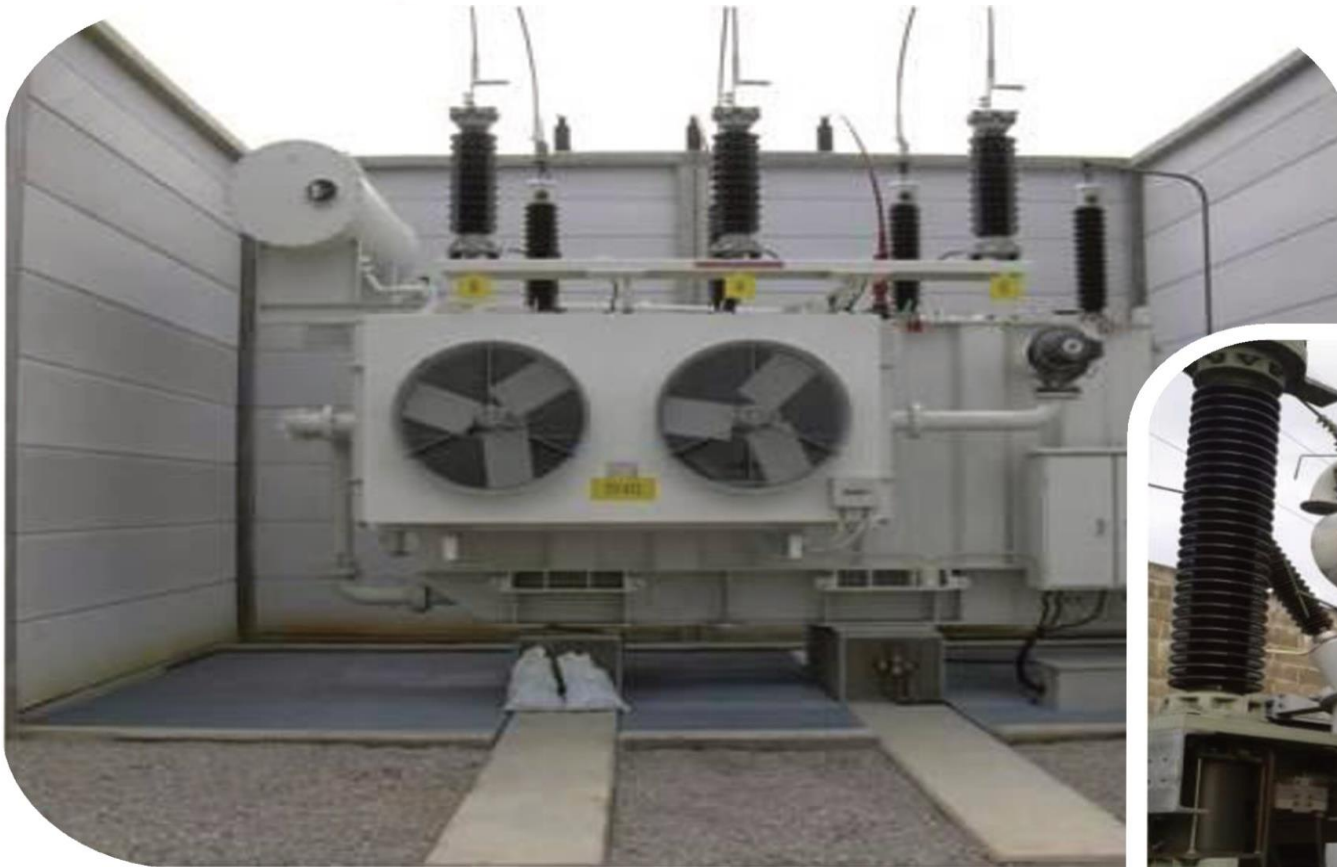


Appareillage : Implantation

Identifier
l'appareillage



Le transformateur



Le transformateur



Les Transformateurs – Les modes de refroidissements



transformateur 25 MVA, 63/15 kV type "cloche" avec
égale en charge, refroidissement type ODAF

Exemples :

ONAN - ONAF - ODAF

1 ^{re} lettre		2 ^e lettre		3 ^e lettre		4 ^e lettre	
Nature du diélectrique		Mode de circulation du diélectrique		Fluide de refroidissement		Mode de circulation du fluide	
O	Huile minérale	N	Naturel	O	Symboles de la première lettre	N	Symboles de la deuxième lettre
L	Diélectrique chloré	F	Forcée	L		F	
G	Gaz	D	Forcée et dirigée dans les enroulements	G		D	
A	Air			A			
S	Isolant solide			S			

Equipements de protection

Pour chaque opération en HT, il faut utiliser les équipements de sécurité adaptés :



Le vêtement de travail

La tenue **doit être** :

- ✓ Ajustée et recouvrir bras et jambes
- ✓ Exempte de parties conductrices
- ✓ Maintenu sèche

Il **ne faut pas porter** :

- ✓ Des objets métalliques (bracelets, bagues...)
- ✓ Des vêtements facilement inflammables



L'écran facial

Ils **protègent** contre :

- ✓ L'émission UV et IR
- ✓ L'arc électrique
- ✓ La projection de particules (métal en fusion...)



Le tabouret

Il permet :

- ✓ D'isoler l'opérateur du sol

Il est :

- ✓ Réalisé en matériau diélectrique
- ✓ Donné pour une tension maximale d'utilisation de 63 kV. Au-delà, on se positionne sur les caillebotis prévus.



Les gants isolants

Il **n'existe pas** de gants isolants pour la HTB

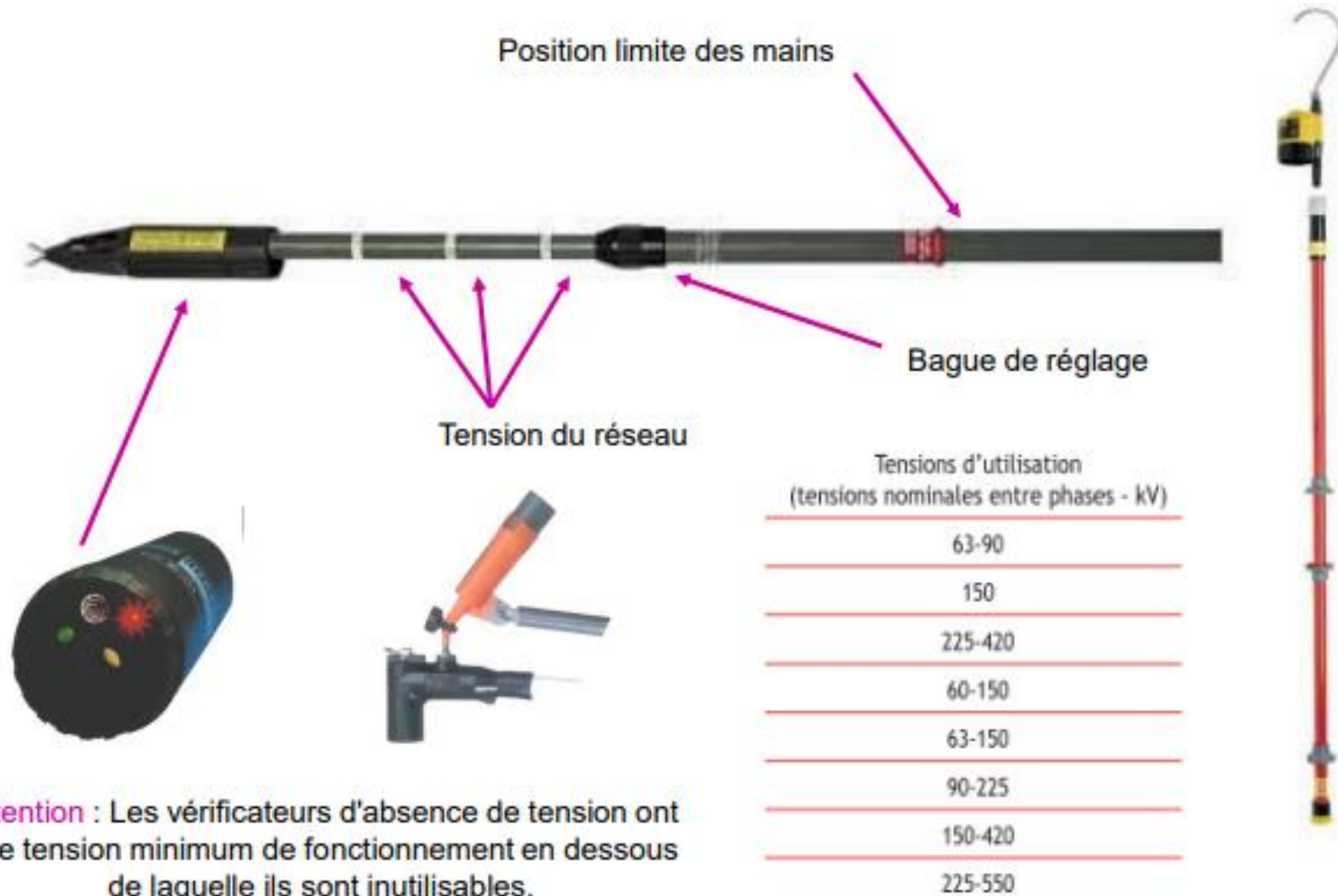
En HTB, l'opérateur est protégé pendant la manoeuvre par sa mise en équipotentialité en se tenant sur un caillebotis, la poignée de manoeuvre étant reliée électriquement à ce caillebotis.

La protection des mains est alors assurée par un gant de protection mécanique, tel que gant de cuir.



TYPE de GANT	Tension d'épreuve (kV eff. 1mn)	Couleur pastille ou bande sur manchette	Tension maximale installation (kV efficace)	CLASSE de GANT	Tension d'épreuve (kV eff. 1mn)	Couleur triangle double	Tension maximale d'utilisation (kV efficace)
III	20	rouge vif	≤ 25 kV	1	10	blanc	7,5
				2	20	jaune	17
IV	30	jaune citron	> 25 kV	3	30	vert	26,5
				4	40	orange	36

Le Verificateur d’Absence de Tension



Les Perches

Elles **permettent** à l'opérateur de :

- ✓ S'isoler et vérifier l'absence de tension sur tous les conducteurs actifs et au plus près possible de la zone de travail
- ✓ S'isoler lors des travaux pour la mise en œuvre de la MALT et en CC
- ✓ Soustraire un électrisé au contact (perche à corps)



Elles sont données pour une tension maximale d'utilisation

Référence	~	Ø mm	↔ repliée	↔	Kg
CE-4-21-(*)	90 kV	41/32	1,15 m	2 m	1,5
CE-4-30-C	150 kV	41/32	1,75 m	3 m	2
CM-7-10-A	Rallonge*	36	–	1 m	1
CE-75-(*)	75 kV	41/32	1,15 m	2 m	2

Dispositifs de mise à la terre et court-circuit

Ils **assurent** la protection contre :

- ✓ Les retours de tension
- ✓ Les surtensions atmosphériques
- ✓ Les phénomènes d'induction

Ils **doivent** être :

- ✓ Adaptés à la puissance de CC
- ✓ Mis en oeuvre le plus près possible de la zone de travail



Dispositifs de mise à la terre et court-circuit



Câbles Cuivre Section (mm ²) T de coupure →	COURANT de COURT-CIRCUIT MAXIMUM (kA)					Masse (kg/m)
	0,25 s	0,5 s	1 s	2 s	3 s	
16	7	5	3,5	2,5	2	0,16
25	12	8,5	6	4	3,5	0,27
35	16	11	8	5,5	4,5	0,39
50	24	17	12	8,5	7	0,55
70	32	22,5	16	11	9	0,77
95	40	28	20	14	11,5	1,0
120	55	39	27,5	19,5	16	1,3
150	72	51	36	25,5	21	1,6



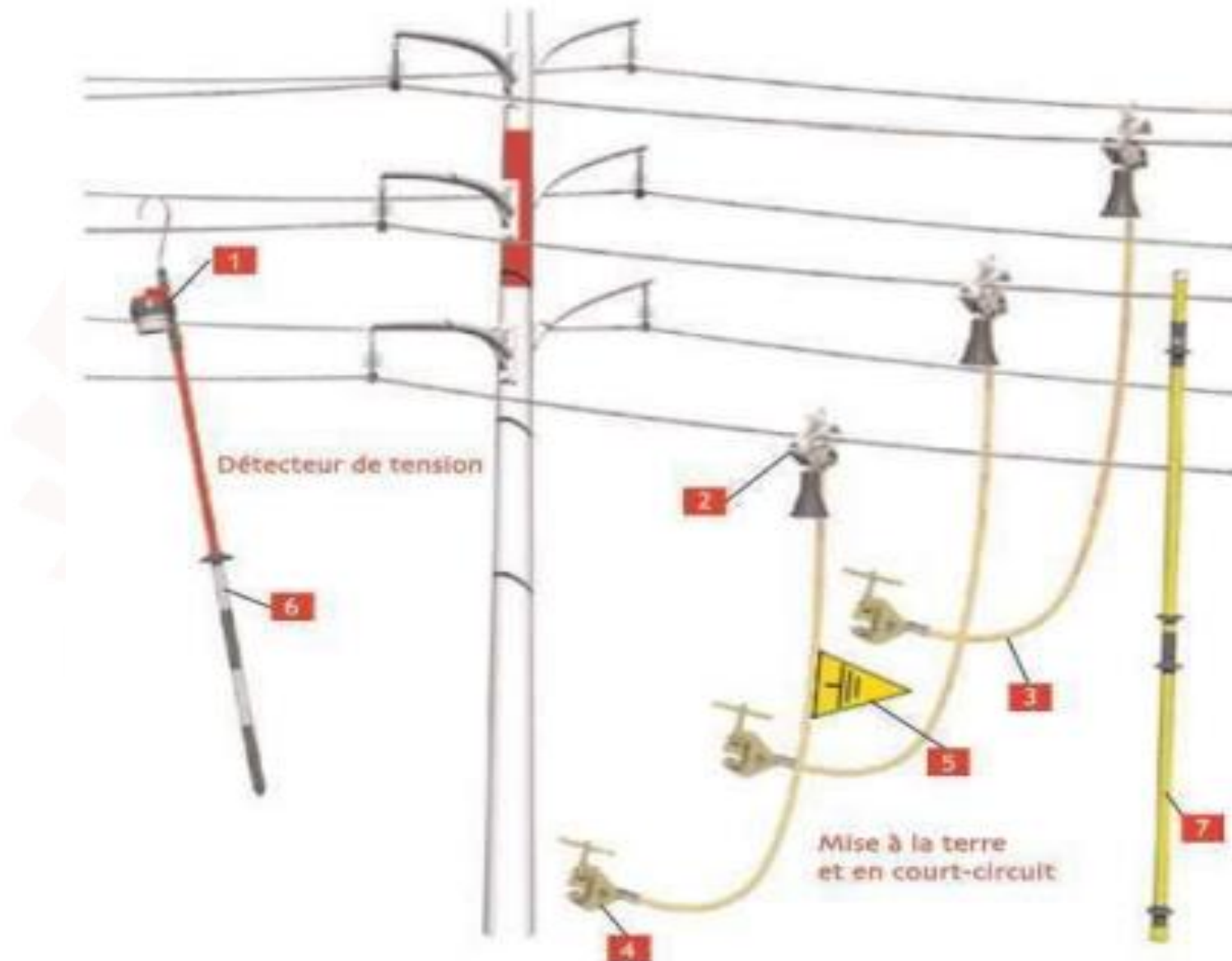
Les cadenas et disques

Ils **permettent** :

- ✓ La condamnation de l'appareil par un blocage physique
- ✓ La garantie de l'installation coupée
- ✓ La notation des coordonnées et de la date
- ✓ Un verrouillage supplémentaire dans le cas de cadenas à verrouillages multiples



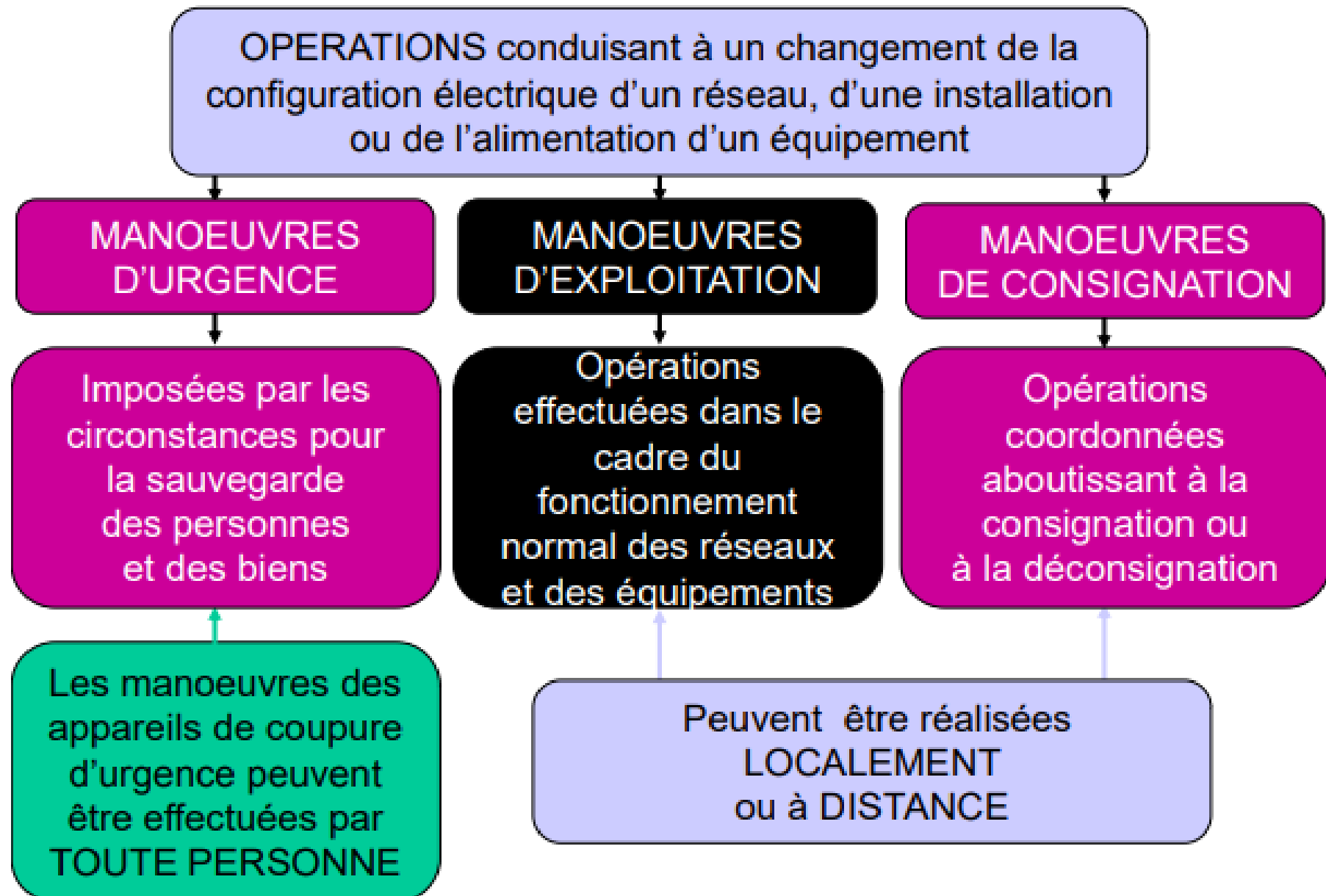
Ex : Equipements dans le cas d'un travail sur pylône



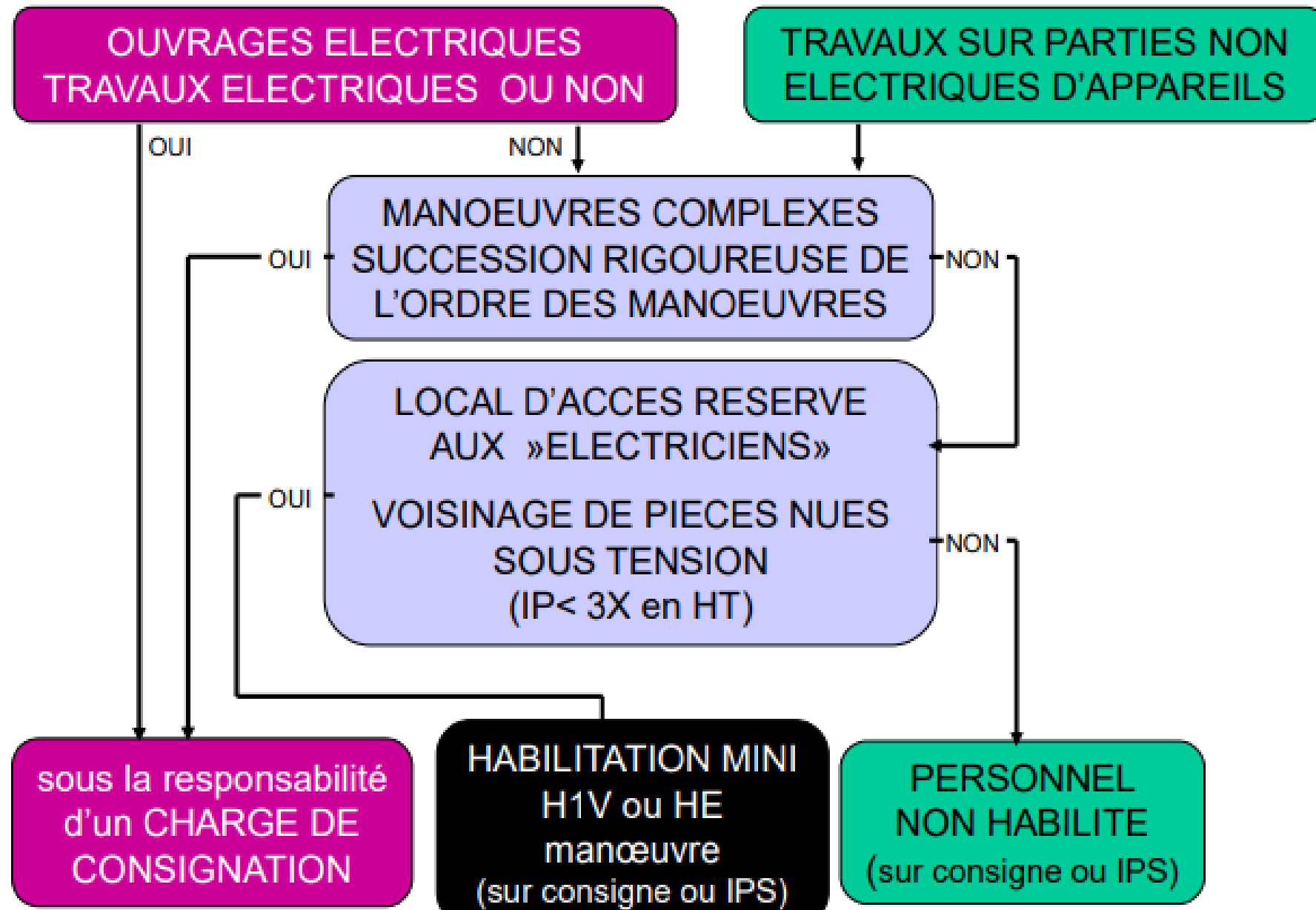
Ex : Equipements dans le cas d'un travail dans un poste



Les manoeuvres



Les manœuvres de consignation



La consignation – Condition préalable

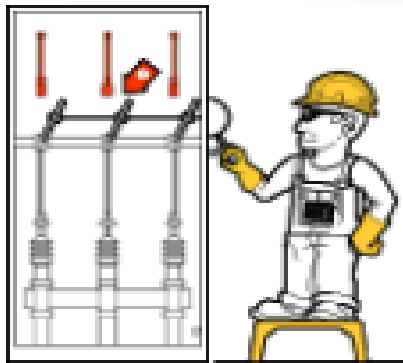
La pré-identification a pour but de s'assurer que les travaux seront bien effectués sur l'installation à consigner. Elle est basée sur :

- ✓ La connaissance de la situation géographique
- ✓ La consultation des dossiers, plans et des schémas
- ✓ La connaissance des ouvrages et de leurs caractéristiques
- ✓ Les différents moyens de repérage

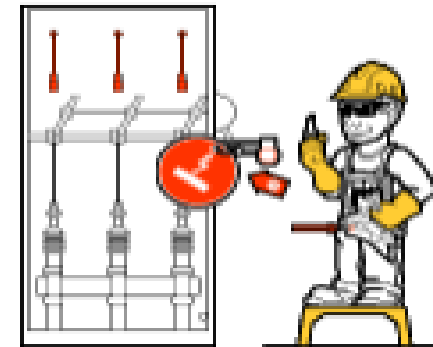


La consignation

Après la pré-identification, les 5 opérations fondamentales sont :



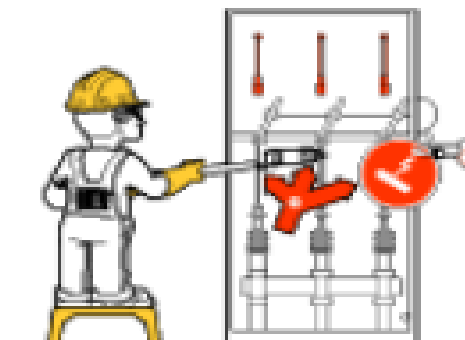
1-SEPARATION



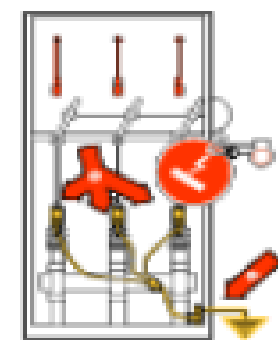
2-CONDAMNATION



3-IDENTIFICATION



4-VAT



5-MALT et CC

La consignation

La **SEPARATION**, 1^{ière} opération de la consignation doit être effectué de façon certaine par :

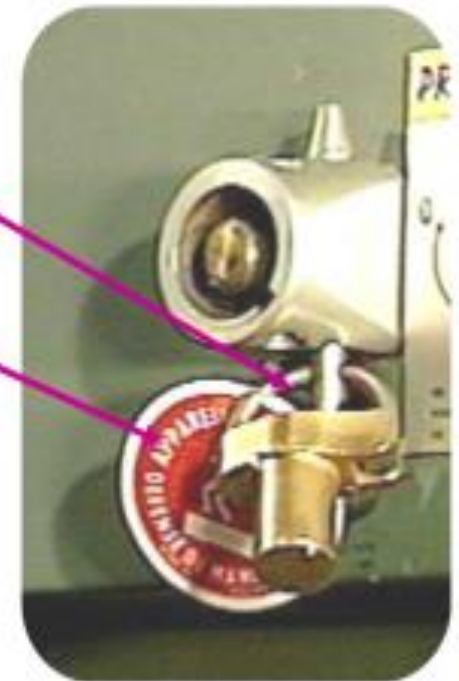
- ✓ Vue directe
- ✓ Enlèvement de pièces de contact
- ✓ Interposition d 'un écran
- ✓ Asservissement
- ✓ Télécommande



La consignation

La **CONDAMNATION** a pour but d'interdire la manœuvre de cet organe. Elle comprend :

- ✓ Une immobilisation
- ✓ Une signalisation



La consignation

L'**IDENTIFICATION**, sur la zone de travail permet d'acquérir la certitude que l'installation est bien séparée et condamnée ouvert. Elle est basée sur différents éléments :

- ✓ La connaissance de la situation géographique
- ✓ La consultation des plans et des schémas
- ✓ La connaissance des ouvrages et de leurs caractéristiques
- ✓ L'identification visuelle
- ✓ La lecture des pancartes, étiquettes...



La consignation

La **VERIFICATION D'ABSENCE DE TENSION** doit être effectuée sur tous les conducteurs actifs et le plus proche possible de la zone de travail.



Le VAT doit être testé **avant** et **après**.

La consignation

Avant de procéder à la **MALT et en CC**, il est nécessaire de
..... (Il faut avant chaque utilisation). Une
extrémité du dispositif est reliée puis les autres
extrémités sont connectées à l'aide
.....



Une immobilisation

Au neutre du circuit

A la terre du poste

S'équiper des EPI

Ensemble

D'une perche isolante

Vérifier ses EPI

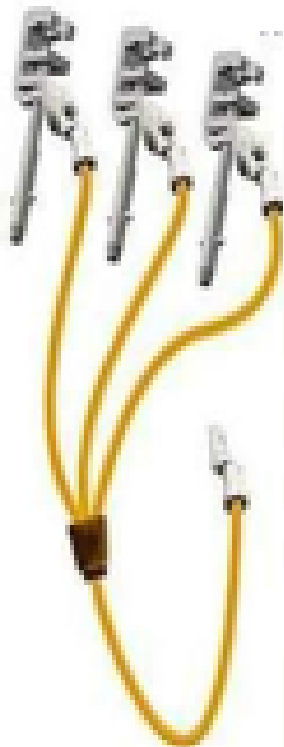
Sur chaque conducteur actif



(Compléter les zones manquantes)

La consignation

Avant de procéder à la **MALT et en CC**, il est nécessaire de **s'équiper des EPI**. (Il faut **vérifier ses EPI** avant chaque utilisation). Une extrémité du dispositif est reliée **à la terre du poste** puis les autres extrémités sont connectées **sur chaque conducteur actif** à l'aide **d'une perche isolante**.



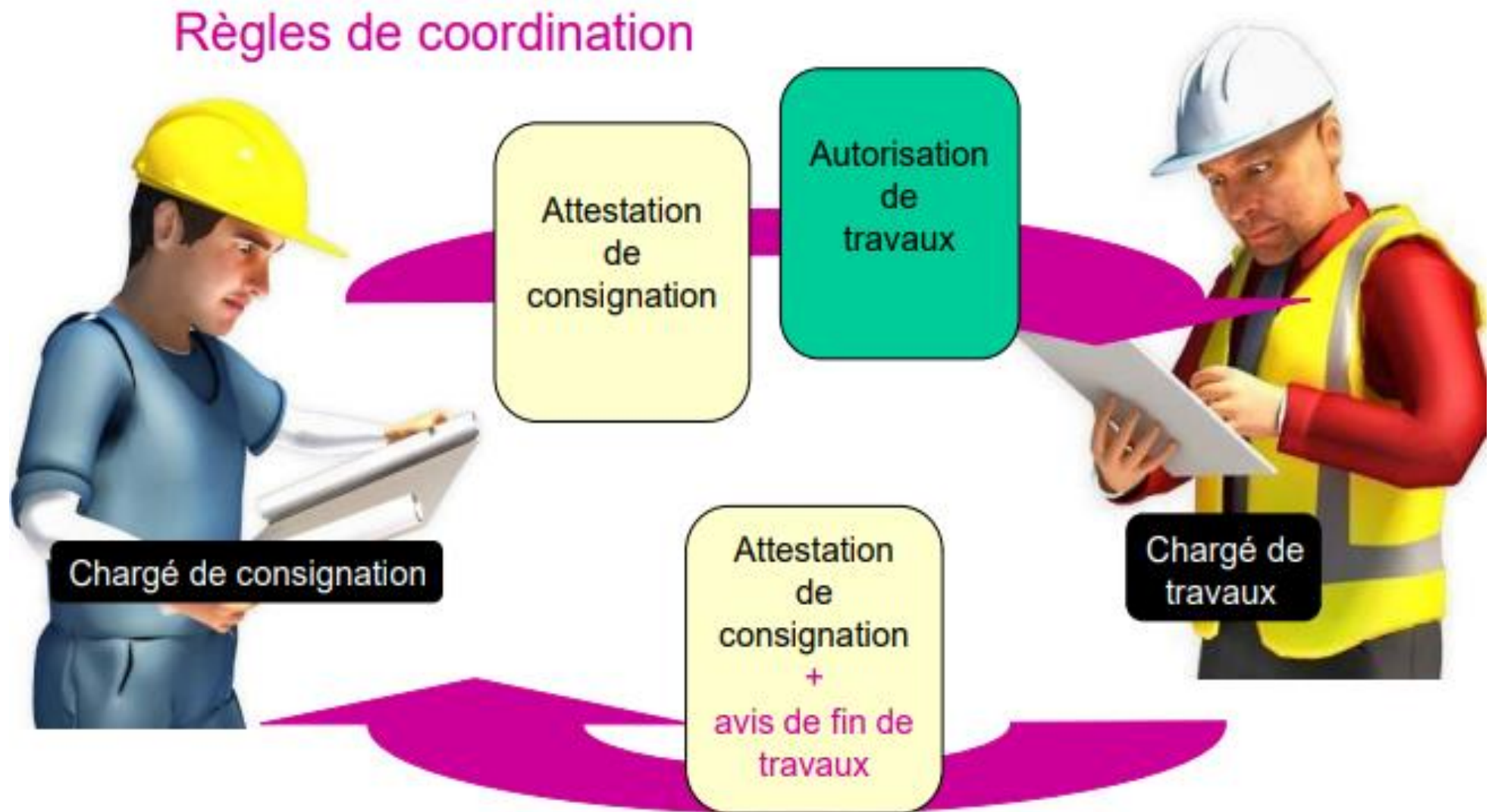
~~Une immobilisation~~

~~Au neutre du circuit~~

~~Ensemble~~



Procédures et documents



Procédures et documents

Plan de prévention :

✓ Responsabilité de l'accès à l'ouvrage, réalisation des inspections, analyse des risques et rédaction des Plans de Prévention avec les entreprises extérieures conformément au décret du 20 février 1992.

Formulaire de Plan de Prévention (PP) conforme au décret du 20 février 1992.

Le document doit être présent en permanence sur le chantier.

La mission de coordination et l'élaboration du plan de prévention sont assurées par le service DDTOR (DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES) par obligation de l'Etat d'urgence.

Le plan de prévention est élaboré par :

- Le maître d'ouvrage (M.O.)
- Le maître d'œuvre (M.E.)
- Le maître d'entretien (M.E.)
- Le maître d'exploitation (M.E.)
- Le maître d'usage (M.U.)
- Le maître d'ouvrage (M.O.)
- Le maître d'œuvre (M.E.)
- Le maître d'entretien (M.E.)
- Le maître d'exploitation (M.E.)
- Le maître d'usage (M.U.)

Le plan de prévention est élaboré par :

- Le maître d'ouvrage (M.O.)
- Le maître d'œuvre (M.E.)
- Le maître d'entretien (M.E.)
- Le maître d'exploitation (M.E.)
- Le maître d'usage (M.U.)

Le plan de prévention est élaboré par :

- Le maître d'ouvrage (M.O.)
- Le maître d'œuvre (M.E.)
- Le maître d'entretien (M.E.)
- Le maître d'exploitation (M.E.)
- Le maître d'usage (M.U.)

Procédures et documents

Autorisation de Travail :

✓ Délivrance des autorisations de travail aux entreprises extérieures.

[illegible]

Procédures et documents

Carnet de messages collationnés :

- ✓ Messages échangés avec RTE
- ors d'une séparation de réseau

Date	Heure	Agent	Correspondant			TEXTE DU MESSAGE	
N°	Heure	N°	N°	Heure	N°	Heure	
Exemple : une séparation de réseau est décidée afin de réaliser une maintenance programmée sur une section HTB (partir de la ligne 100)							
Envoi d'un message au PCN de RTE pour la séparation de réseau, puis appel du PCN de RTE pour passer le message collationné et obtenu							
01/10/2020	1000	10h	10h00	100	10h00	10h00	PCN RTE DAKAR
							1000 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							sur le circuit 100 (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
Envoi d'un message au PCN de RTE pour la séparation de réseau, puis appel du PCN de RTE pour passer le message collationné et obtenu							
01/10/2020	1000	10h	10h00	100	10h00	10h00	PCN RTE DAKAR
							1000 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							sur le circuit 100 (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
							100 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
A la fin du message collationné et obtenu, le PCN de RTE envoie une confirmation de séparation de réseau correspondante (sur l'écran à part)							
Fin de la séparation de réseau, puis appel du PCN de RTE pour passer le message collationné et obtenu							
01/10/2020	1000	10h	10h00	100	10h00	10h00	PCN RTE DAKAR
							1000 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)
C'est la fin du message collationné et obtenu, le PCN de RTE envoie une confirmation de séparation de réseau correspondante (sur l'écran à part)							
Fin de la séparation de réseau, puis appel du PCN de RTE pour passer le message collationné et obtenu							
01/10/2020	1000	10h	10h00	100	10h00	10h00	PCN RTE DAKAR
							1000 (Circuit 100) (Circuit 100) (Circuit 100)

Procédures et documents

Attestation de séparation de réseau

- ✓ Messages échangés avec RTE lors d'une séparation de réseau



EDF GDF SERVICES – RTE – Régulation

N°

ATTESTATION DE SÉPARATION DU RÉSEAU EDF

La Responsable de Séparation EDF : M. _____ Expéditeur : _____

Avec le Chef d'Établissement ou le personnel qu'il a désigné, Chargé de Consignation, M. _____

Conformément à la demande de séparation de l'installateur

Adresse et lieu : _____

L'installation concernée par la demande précitée, exploitée par le Chef d'Établissement, est séparée du réseau EDF avec confirmation au profit d'usagers du ou des réseaux de séparation suivants : _____

Séparation confirmée par vérification d'absence de tension : ☐ OUI ☐ NON

Instructions complémentaires : _____

La Responsable de Séparation EDF attire l'attention du Chef d'Établissement ou du Chargé de Consignation sur les points suivants :

- Les travaux sur ou au voisinage, au voisin des appareils de séparation ci-dessus mentionnés PRÉSENTENT UN DANGER MORTEL ET SONT RIGORÉUSEMENT INTERDITS.
- La séparation qui est faite aux points désignés ci-dessus n'implique pas nécessairement la mise hors tension de la totalité de l'installation, notamment du fait du retour possible de courant par l'installation exploitée par le Chef d'Établissement.

Le Chargé de Consignation s'engage à prendre des mesures de sécurité complémentaires qui s'imposent (vérification d'absence de tension, mise à la terre et en court-circuit...) afin que soit assurée la sécurité du personnel devant intervenir sur l'installation.

A _____ le _____ à _____ heure _____ min.

Signature ou Numéro de message collationné : _____ La Responsable de Séparation : _____
Le Chef d'Établissement ou le Chargé de Consignation : _____

EDF 11001 - 03/11/2010

[illegible]

Procédures et documents

Attestation de consignation

✓Consignation de l'ouvrage et remise de l'attestation de consignation aux entreprises dans le cadre des travaux hors tension..



The form is titled "ATTESTATION DE CONSIGNATION POUR TRAVAUX HTB" (Paragraph 2.5.3). It contains several sections for recording information:

- POSTE(S) :** A section for identifying the work location.
- Le chargé de travaux HT :** A section for the HT work manager, including a signature line.
- Le chargé de l'exécution des travaux HTB :** A section for the HTB work execution manager, including a signature line.
- Sur l'ouvrage à signer :** A section for the work object, including a signature line.
- Le chargé de consignation HT :** A section for the HT consignation manager, including a signature line.
- Attestation sur le fait de l'existence de ces travaux HTB :** A section for the HTB work existence attestation, including a signature line.
- Le chargé de travaux HTB :** A section for the HTB work manager, including a signature line.
- Attestation de consignation :** A section for the consignation attestation, including a signature line.
- Attestation de consignation :** A section for the consignation attestation, including a signature line.

The form also includes a section for "Remarques particulières" and a section for "Date de fin de travail" and "Date de remise de l'attestation".

Procédures et documents

Avis de réquisition

- ✓ Réquisition de l'ouvrage et remise de l'avis de réquisition au chargé d'essai dans le cadre d'essais avec une alimentation auxiliaire.

[illegible]

Exemple d'installation : Usine métallurgique

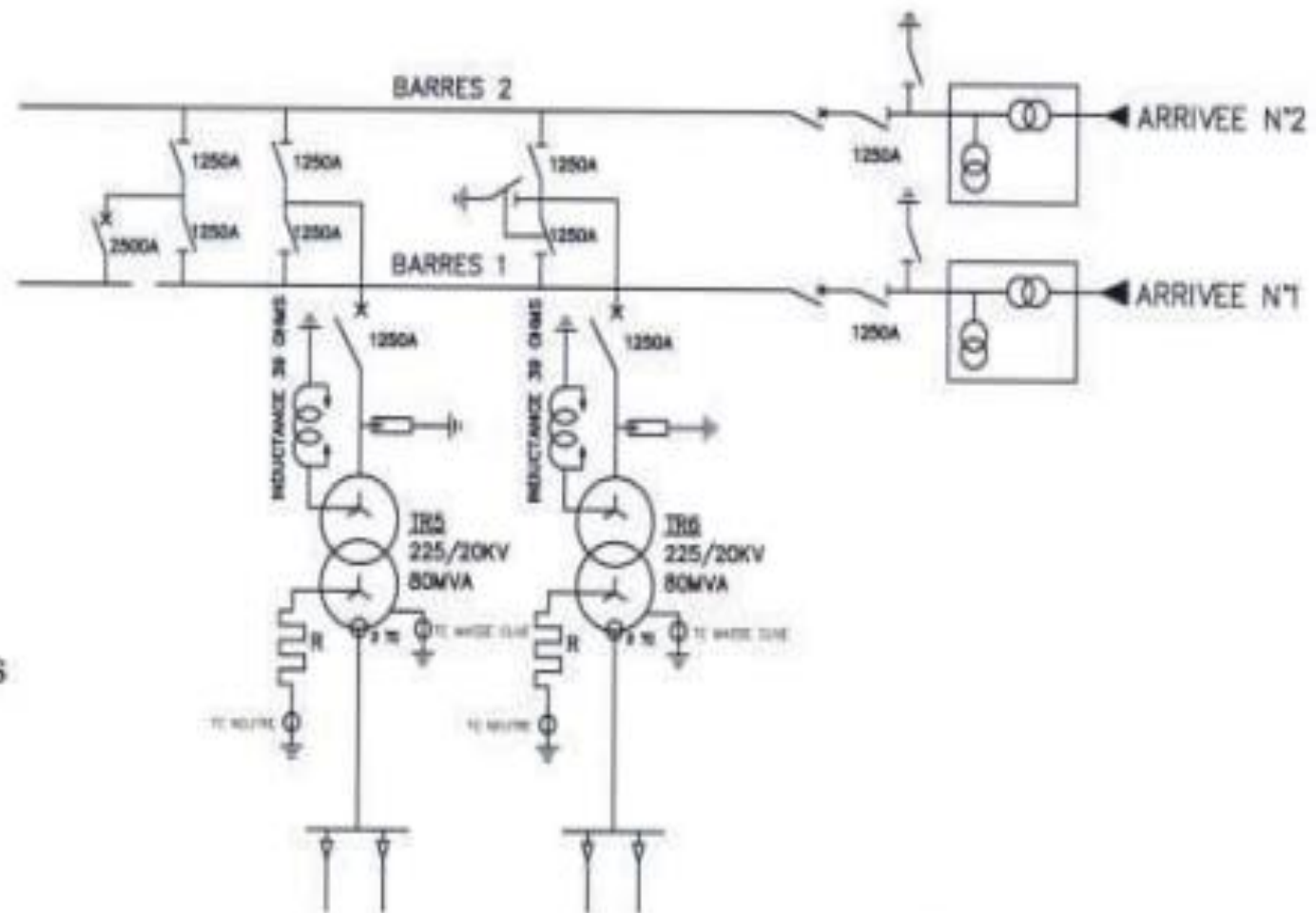
Schéma unifilaire

Poste 225 kV

2 lignes RTE

2 transformateurs 80 MVA

1 départ transformateurs-fours



Exemple d'installation : Usine métallurgique



Poste 225 kV

2 lignes RTE

2 transformateurs 80 MVA

1 départ transformateurs-fours

Les transformateurs



Le châssis de relayage
et de protection



Le disjoncteur