

II.1 Introduction :

Le développement important qui a caractérisé l'évolution de l'utilisation de l'énergie électrique ces dernières années, a engendré une certaine complexité dans la conception, la réalisation et l'exploitation des réseaux. Pour répondre en effet à une clientèle dont les exigences augmentent sans cesse aussi bien sur la qualité que la continuité de service, il devenait de plus en plus nécessaire d'augmenter le nombre d'intervention.

L'exploitation des ouvrages électriques, a essentiellement pour objet d'assurer à la clientèle, dans les meilleures conditions de sécurité de qualité et de continuité de service, la fourniture de l'énergie électrique.

Dans ce chapitre sont présentées les modalités générales d'exécution des opérations sur tout ouvrage électrique en exploitation hors tension.

Les travaux sous tension sont autorisés à condition de respecter les méthodes de travail définies par l'IG.TST.

Les prescriptions contenues dans ce document s'appliquent à tout ouvrage électrique toutes tensions confondues à l'exception :

- Des ouvrages TBT, TBTS dont les conditions de construction et d'entretien éliminent les risques de court circuit et de brûlures.
- Des installations de télécommunication, de contrôle, de télétransmission des réseaux de distribution publique qui n'utilisent que des tensions inférieures à 100 V.

II.2 TERMINOLOGIE

II.2.1 DES SERVICES

II.2.1.1 Dispatching

Organisme technique qui a pour fonction de gérer l'ensemble d'un système électrique, de programmer et de coordonner la mise en œuvre des moyens de production, de transport et de distribution de l'électricité dans les meilleures conditions de sécurité, d'économie, de qualité et de continuité de service.

II.2.1.2 Bureau central de conduite (B C C) :

Système informatisé de conduite, de contrôle et de commande des réseaux de distribution.

II.2.1.3 Structure chargée de l'exploitation électrique :

Structure chargée selon ses attributions d'élaborer les méthodes et les consignes d'exploitation.

II.2.2 DES PERSONNES

II.2.2.1 Employeur

Personne qui directement ou indirectement par délégation assure la responsabilité légale dans le cadre du code du travail :

- Soit d'un établissement ou d'une entreprise à caractère industriel et commercial

- Soit d'une entreprise économique de production ou de distribution publique d'énergie électrique.

Le terme Employeur, désigne la personne utilisant également les services de personnels mis à sa disposition par une entreprise de travail temporaire.

L'Employeur peut déléguer ses prérogatives à toute personne de son choix pour assurer la responsabilité hiérarchique d'une exploitation dont les frontières sont parfaitement définies.

II.2.2.2 Chef d'exploitation:

Personne qui est désignée de par sa fonction, par l'employeur comme responsable d'un ensemble d'ouvrage, dont les limites sont parfaitement définies.

Tout ouvrage doit être placé sous la responsabilité d'un seul chef d'exploitation.

Aucun travail ou intervention sur un ouvrage électrique ou à proximité d'un ouvrage normalement sous tension, ne peut être entrepris sans l'accord préalable du chef d'exploitation dont il dépend.

Le rôle du chef d'exploitation consiste notamment à veiller à l'application des consignes générales et particulières d'exploitation et de sécurité, afin d'assurer la continuité de service dans les meilleurs conditions de qualité et de sécurité.

II.2.2.3 Chef de consignation:

Personne habilitée par l'employeur et désignée par écrit par le chef d'exploitation pour effectuer ou faire effectuer sous sa responsabilité la consignation ou déconsignation ou la mise en exploitation d'un ouvrage délivrer la ou les autorisations de travail, recevoir le ou les avis de fin de travail et qui est chargée de prendre ou de faire prendre les mesures de sécurité correspondantes.

II.2.2.4 Chef de conduite:

Personne désignée par écrit par l'employeur pour assurer la conduite d'un ouvrage dont les limites sont parfaitement définies.

Son rôle consiste notamment à appliquer les consignes générales et particulières d'exploitation établies par l'employeur afin d'assurer la continuité de service dans les meilleurs conditions de qualité et de sécurité. ***Tout ouvrage doit être conduit par un seul chef de conduite.***

II.2.2.5 Chef de réquisition:

Personne habilitée par l'employeur et désignée par sa hiérarchie pour mettre en œuvre la procédure de réquisition et qui est chargée de prendre ou faire prendre les mesures de sécurité correspondantes.

Le chef de réquisition peut être amené à jouer le rôle du chef de consignation pour la partie d'ouvrage mise en régime de réquisition.

II.2.2.6 Chef de travaux:

Personne habilitée par son employeur et désignée par écrit pour chaque opération par le chef d'exploitation ou dans certains cas par l'employeur en charge des travaux pour assurer la direction effective des travaux ou des interventions.

Cette personne peut aussi travailler seule ou participer aux travaux qu'elle dirige.

Dans tous les cas le chef de travaux est seul responsable de mise en œuvre des mesures de sécurité et de leur application sur le chantier en vue :

- D'assurer sa propre sécurité celle du personnel placé sous ses ordres et des tiers.
- De s'assurer de la qualité du travail réalisé.

II.2.2.7 Exécutant:

Personne habilitée par l'employeur et désignée par le chef d'exploitation pour effectuer des travaux ou intervention sur ou au voisinage des ouvrages électrique en exécution d'un ordre verbale ou écrit reçu de sa hiérarchie.

Ces opérations peuvent être d'ordre électrique ; l'exécutant doit alors posséder la qualification d'électricien correspondant au travail à effectuer ou d'ordre non électrique, et l'exécutant est soit électricien soit non-électricien.

II.2.2.8 Chef d'essais:

Personne habilitée et désignée par son employeur pour assurer la direction effective des essais. Il est chargé de prendre les mesures de sécurité nécessaires et de veiller à leur application.

II.2.2.9 Surveillant de sécurité électrique :

Personne habilitée par son employeur désignée par celui-ci ou par le chef de travaux pour veiller à la sécurité des personnes effectuant des opérations sur un ouvrage électrique ou à son voisinage.

II.2.2.10 Personnel de manœuvre :

Personnes chargées d'exécution des manœuvres sous la responsabilité et la direction d'un chef de consignation ou d'un chef de conduite.

II.2.3 Domaines de tension

Les domaines de tension sont définis dans le tableau suivant :

Type de ligne	Tension alternative	Domaine	Tension alternative	Usage
Ancienne dénomination		Nouvelle dénomination		
Très Haute Tension (THT)	400kV ou 225kV	Haute Tension B (HTB)	>50 000V	Transport d'énergie électrique à longue distance et international
Haute Tension (HT)	90kV ou 63kV	Haute Tension A (HTA)	1kV <U< 50kV	Transport d'énergie électrique distant, industries lourdes, transport ferroviaire
Moyenne Tension (MT)	30kV, 20kV ou 15kV	Basse Tension B (BTB)	500<U<1000	Transport et distribution d'énergie électrique en local : industries, PME, services, commerces
Basse Tension (BT)	400V, 230V	Basse Tension A (BTA)	50<U<500V	Distribution d'énergie électrique : ménages, artisans

Tableau II.1 : Tableau des domaines de tension

II.2.4 Des ouvrages

II.2.4.1 Réseaux

Ensemble d'ouvrages et de matériels destiné à produire, transporter et distribuer de l'énergie électrique.

II.2.4.2 Réseaux interconnectés

Ensemble de réseaux établissant les liaisons électriques entre les moyens de production et de distribution, dont la conduite est assurée par le dispatching.

II.2.4.3 Départ

Ensemble des appareils et des connexions reliant électriquement une ligne, un câble, un transformateur aux jeux de barres.

Un départ comprend généralement :

- Autant de sectionneurs d'aiguillage qu'il y a de jeux de barres
- Un disjoncteur
- Un sectionneur tête de ligne.

Le terme « départ » est employé quelle que soit la fonction de la ligne, du câble ou du transformateur dans le poste. Si cette fonction est uniquement d'apporter de l'énergie au poste, il est permis de remplacer « départ » par « arrivée ».

Le départ est désigné généralement par le nom du premier poste auquel aboutit la ligne ou le câble, exemple : départ 220Kv – El kseur.

Le départ est désigné par le même indicatif que celui de l'installation qu'il raccorde,

Exemple : départ Groupe n°1, départ 60 Kv-transformateur n°2.

II.2.4.4 Cellule

On appelle « cellule » une enceinte limitée dans tous les plans (horizontale et verticale) par des parois pleines ou grillagées et renfermant un élément ou un groupe d'éléments de l'installation : jeu de barres, transformateur, disjoncteur, sectionneur, etc.....

Ensemble des composants d'une installation pour le raccordement destinés à assurer essentiellement les fonctions de :

- . Mise sous tension de l'installation de l'utilisateur du réseau au départ du réseau ;
- . Déclenchement et/ou enclenchement de ces installations ;
- . Sectionnement physique de ces installations du réseau.

II.2.5 Etat des installations

II.2.5.1 Départ préparé

Départ dont le sectionneur tête de ligne ainsi qu'au sectionneur d'aiguillage sont fermés et dont le disjoncteur est ouvert.

II.2.5.2 Départ ouvert

Départ dont le disjoncteur vient d'être ouvert sous une action volontaire

II.2.5.3 Départ fermé

Départ auparavant préparé, dont le disjoncteur est fermé par une action volontaire.

II.2.5.4 Départ déclenché

Départ dont le disjoncteur s'est ouvert sous l'action d'un relais automatique.

II.2.5.5 Départ enclenché ou réenclenché

Départ dont le disjoncteur fermé ou refermé sous l'action d'un relais automatique

II.2.5.6 Manque de tension

Absence de tension pouvant survenir sur une installation avec ou sans fonctionnement de disjoncteur. L'indication manque de tension doit être précisée par la désignation de l'installation concernée.

Exemple : Manque de tension sur le jeu de barres 60 kv n°1.

II.2.5.7 Installation sous tension à vide

Installation maintenue sous tension par une extrémité seulement et sur laquelle n'est raccordée aucune charge électrique.

II.2.5.8 Installation disponible

Installation hors tension dont les départs sont préparés pouvant à tout moment être mis en service par l'agent responsable de son exploitation

II.2.5.9 Installation indisponible

Installation hors tension qui ne peut être remise sous tension ou consignée par ordre du chef d'exploitation ou par l'application des consignes générale d'exploitation.

Aucun travail ne peut être entrepris sur une telle installation tant qu'elle n'est pas consignée

II. 2.6 LES MANOEUVRES

Opérations conduisant à un changement de la configuration électrique :

– d'un ouvrage, d'une installation, de l'alimentation d'un équipement.

Trois types de manœuvres sont définis :

- les manœuvres de consignation et de déconsignation,
- les manœuvres d'exploitation,
- les manœuvres d'urgence

II. 2.6.1 Manœuvres d'exploitation

Elles ont pour but :

- Soit la modification de l'état électrique d'un réseau ou d'une installation dans le cadre du fonctionnement normal,
- Soit la mise an marche, le réglage ou l'arrêt d'un équipement y compris le réarmement d'un relais thermique,
- Soit la connexion ou la déconnexion de matériels ou équipements amovibles prévus

pour être connectés ou déconnectés sans risque (prises de courant et connecteurs BT).

Le personnel doit être qualifié ou avoir reçu une consignation, être habilité ou non suivant le type d'appareillage à manœuvrer, sa complexité et les risques inhérents à l'opération. Une habilitation sera indispensable pour manœuvrer les appareils situés dans les locaux d'accès réservés aux électriciens, il sera éventuellement tenu compte des risques liés au voisinage de pièces nues sous tension accessibles et dans ce cas les **habilitations** minimums seront B1V (BT) et/ou H1V (HT).

II. 2.6.2 Manœuvres d'urgence

Elles ont pour but la sauvegarde des personnes et des biens elles doivent pouvoir être exécutées par toute personne présente sur les lieux, par action sur un dispositif de coupure d'urgence.

II. 2.6.3 MESURAGES

Le personnel devra être habilité en tenant compte de l'existence éventuelle de pièces nues sous tension dans le voisinage.

Compte tenu des risques très importants liés à ces opérations, le personnel effectuant des mesurages doit utiliser des dispositifs de protection individuelle appropriés, tels que :

- gants isolants, tapis ou tabouret isolant pour éliminer les contacts fortuits,
- écran facial anti UV pour limiter les conséquences d'un court-circuit.

D'autre part, il est impératif de sélectionner rigoureusement le calibre à utiliser (appareils à calibres multiples), d'utiliser du matériel adapté au type de mesurage et aux tensions qui peuvent être rencontrées et de vérifier le bon état des appareils et du matériel de protection (matériel devant par construction être résistant aux erreurs de gammes de mesures).

II. 2.6.4 ESSAIS

Le chargé d'essais est désigné par l'employeur pour assurer la direction effective des essais. Il est chargé de prendre les mesures de sécurité nécessaires et de veiller à leur application. Ses fonctions correspondent à celles d'un chargé de travaux ou chargé d'interventions, il est donc habilité avec indice 2 ou la lettre R. Les protections individuelles doivent être adaptées aux essais.

II. 2.6.5 Réquisition (essai sous alimentation auxiliaire)

Opération qui permet après séparation d'un ouvrage de ses sources normales d'alimentation de le réalimenter par des sources auxiliaires pour effectuer des mesurages essais ou vérifications.

II. 2.6.6 Vérifications

Opérations destinées à s'assurer qu'un ouvrage est conforme aux dispositions prévues. Certaines opérations sont de nature technique et préalable à la mise sous tension (par exemple contrôle de phase) d'autres sont imposées par la réglementation dans le but de rechercher si les ouvrages sont établis et entretenues conformément aux textes réglementaires en vigueur.

II. 2.6.7 Cas particuliers pour les réseaux du transport

- **Fermeture d'une boucle :**

Avant la mise en service d'une ligne, la tension peut être décalée par rapport à la tension du jeu de barres sur lequel elle doit être raccordée. L'agent du poste doit s'assurer que l'écart de tension est acceptable.

- **Reprise de parallèle :**

L'expression « Reprenez la parallèle entre.....et par.... », est la seule à employer pour relier deux fractions de réseau séparées et par suite non en phase. Trois cas peuvent se présenter :

- **1^{er} cas : couplage normal**

Ecart des fréquences inférieur à 0.2 Hz (p/s), soit un tour de synchro en plus de 5 secondes.

- **2^{er} cas : couplage délicat**

Ecart des fréquences supérieur à 0.2 Hz (p/s), jusqu'à 0.5 Hz.

Ecart de tension supérieur à 10% jusqu'à 20 %

Le dispatching doit essayer de réduire le parallèle le plus grand ; il peut demander dans ces limites la reprise de parallèle en urgence.

- **3^{er} cas : couplage interdit**

Ecart des fréquences supérieur à 0.5 Hz (p/s) ou écart de tension supérieur à 20 % pas de reprise de parallèle. Le tableau et le graphe suivants résument les trois hypothèses.

Couplage	ΔF	ΔU
	Ecart de fréquence en Hz	Ecart en % de la tension normale
Normal	$\Delta F < 0.2$	$\Delta U < 10 \%$
Délicat	$\Delta F < 0.5$	$10\% < \Delta U < 20 \%$
	$0.2 < \Delta F < 0.5$	$\Delta U < 20 \%$
Interdit	$\Delta F > 0.5$	$\Delta U > 20 \%$

Tableau II.2 : Les hypothèses de couplage

II. 2.6.8 Consignation électrique d'un ouvrage

C'est effectuer un ensemble d'opérations dans le but d'assurer la protection des personnes et des ouvrages contre les conséquences accidentel ou de tout retour intempestif de la tension sur cet ouvrage.

II. 2.6.9 Déconsignation électrique d'un ouvrage

Déconsigner un ouvrage électrique c'est effectuer les opérations inverses de la consignation de cet ouvrage en vue de sa remise en service.

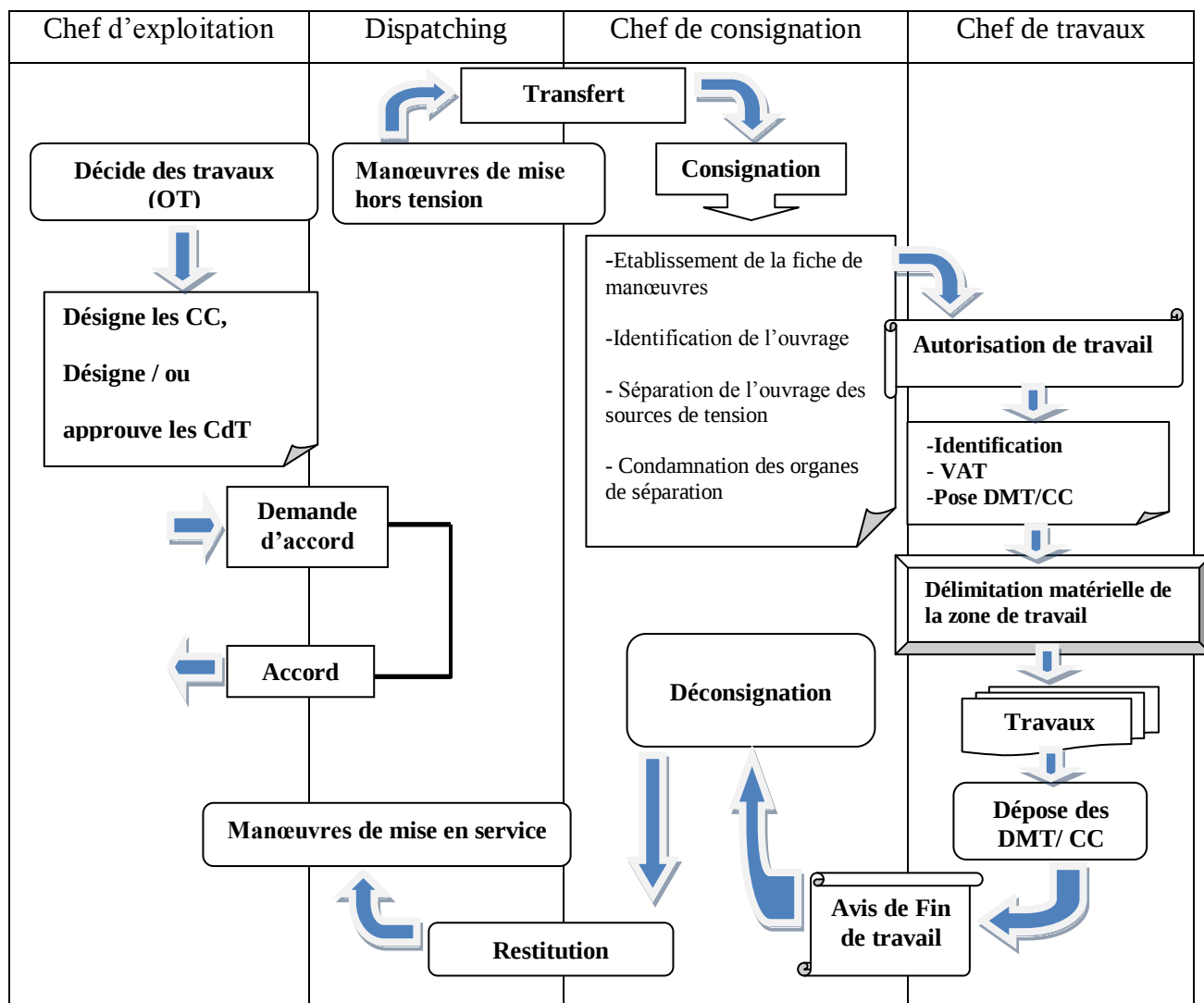


Figure II.1 Schéma de répartition des fonctions et des responsabilités

II. 3 Responsabilités de sécurité

II.3.1 Habilitations

C'est la capacité d'une personne à effectuer en toute sécurité sur des ouvrages donnés et pendant une période définie des opérations présentant des risques professionnels pour lui-même et pour son environnement.

L'employeur délivre à ses agents une habilitation dont la nature est symbolisée par des lettres majuscules et des indices numériques.

➤ Les lettres :

La première lettre indique le domaine de tension des ouvrages sur lesquelles le titulaire de l'habilitation peut intervenir

- Lettre **B** caractérise les ouvrages du domaine **BT** et **TBT**

- Lettre **H** caractérise les ouvrages du domaine **HT**

La seconde lettre lorsqu'elle existe précise la nature des opérations qu'il peut réaliser :

- **C** indique que le titulaire peut procéder à des consignations
- **V** indique que le titulaire peut travailler au voisinage
- **R** indique que le titulaire peut procéder à des mesurages, essais, vérifications. Ce type d'habilitation ne peut être délivré que pour des installations et des équipements du domaine BT.

➤ **Indices numériques**

- **Indice 0** personnel réalisant exclusivement des travaux d'ordre non électrique
- **Indice 1** exécutant des travaux d'ordre électrique et /ou des manœuvres
- **Indice 2** chef de travaux d'ordre électrique quel que soit le nombre d'exécutants placés sous ses ordres

➤ **Tableau des habilitations**

Type d'habilitations		
Personnel	Operations et Travaux	Interventions du domaine BT et TBT
Non électricien	B ₀ et/ou H ₀	
Exécutant électricien	B ₁ et/ou H ₁	BR
Chef d'essais		BR
Chef de travaux	B ₂ et/ou H ₂	
Chef de consignation	BC et/ou HC	BC

Tableau II. 3 : Tableau des types d'habilitation

- **Remarque :**

- Pour les travaux aux voisinages il y a lieu d'ajouter la lettre V aux symboles B₀, B₁, B₂, H₀, H₁ et H₂ (il n'y a pas lieu de l'adjoindre aux symboles R et C).
- Un même agent peut cumuler des habilitations de symboles différents.

II.3.2 Définitions relative aux distances (zones et locaux)

a) Distance électrique ou de tension (D_U)

C'est la distance minimale d'air qui protège d'un claquage pendant un travail sous tension

En courant continu, les distances de tension ne sont pas précisées. Cependant pour les valeurs de tension < **1500 V**, cette distance est pratiquement nulle. Pour les valeurs de tensions supérieures, par prudence on prendra les distances retenues pour les tensions alternatives.

b) Distance ergonomique ou de garde (D_E)

C'est la distance qui prend en compte les mouvements involontaires et les erreurs de jugement des distances pendant l'exécution du travail. Cette distance doit prendre en compte aussi bien les actions de personnes que les outils utilisés ou manipulés.

Les distances minimales retenues sont :

- 0.30 mètre pour le domaine BT.
- 0.50 mètre pour le domaine HT.

Cette distance a pour objet de libérer l'opérateur du souci permanent du respect de la distance électrique et de lui permettre ainsi de consacrer toute son attention à l'exécution de son travail, tout en parant aux conséquences de gestes involontaires.

c) Distance minimale d'approche (D_A)

Distance minimale dans l'air qui doit être maintenue entre le corps de l'opérateur ou tous les outils conducteurs qu'il manipule et les parties portées à des potentiels différents.

La distance minimale d'approche (D_A) est égale à la somme de la distance électrique (D_U) et la distance ergonomique ou de garde (D_E).

$$D_A = D_U + D_E \quad (\text{II.1})$$

Pour les valeurs nominales de tension les plus courantes, les valeurs de D_U , D_E et D_A sont indiquées dans le tableau suivant :

Tension Nominale U_n (kv)	Distance électrique D_U (m)	Distance ergonomique D_U (m)	Distance minimale d'approche entre phase et terre D_U (m)
0.4	0	0.30	0.30
01	0	0.30	0.30
10	0.10	0.50	0.60
30	0.20	0.50	0.70
63	0.30	0.50	0.80
90	0.50	0.50	1.00
150	0.80	0.50	1.30
225	1.10	0.50	1.60
400	2.00	0.50	2.50

Tableau II. 4 : Distance minimale d'approche

d) Distance limite de voisinage (DLV)

Les distances limites de voisinage permettent de définir les zones des travaux et d'interventions dits au voisinage. Ces distances sont déterminées en fonction de la tension.

Tensions (Kv)	Distance limite de voisinage (DLV) en m
$0.5 < U_n \leq 1$	0.30
$1 < U_n \leq 50$	2
$50 < U_n \leq 250$	3
$U_n > 250$	4

Tableau II.5 : Distance limite de voisinage

II.3.3 Principes fondamentaux de la consignation électrique d'un ouvrage

Pour effectuer des travaux ou interventions hors tension sur un ouvrage en exploitation, il faut préalablement et obligatoirement procéder aux opérations suivantes (**6 REGLES D'OR**) :

1. Reconnaissance de l'ouvrage (sur carte)
2. Séparation de l'ouvrage des sources de tension
3. Condamnation + Signalisation
4. Identification de l'ouvrage (sur site)
5. VAT (vérification d'absence de tension)
6. DMT /CC + Zone de travail

II.3.3.1 Reconnaissance de l'ouvrage (sur carte) :

Cette opération doit être exécutée pour :

- Situer exactement sur les cartes l'ouvrage objet du travail à effectuer
- Etablir une fiche de manœuvres
- Préparer le chantier

II.3.3.2 Séparation de l'ouvrage des sources de tension :

Cette séparation doit être effectuée au moyen d'organes prévus à cet effet sur tous les conducteurs actifs, y compris le neutre.

Sur les ouvrages BT et HT, la vérification de la séparation peut être obtenue de différentes manières :

- Par vision directe des contacts séparés, matériels spéciaux
- Par interposition d'un écran isolant entre les contacts
- Localement par le dispositif donnant la position exacte des contacts
- Par télécommande

II.3.3.3 Condamnation en position d'ouverture :

La condamnation a pour but d'interdire la manœuvre de l'organe de séparation. Elle comprend :

- Une immobilisation mécanique de l'organe :

Celle-ci est réalisée au moyen d'un cadenas de condamnation ou d'un dispositif équivalent

- Une signalisation : les commandes locales ou à distance d'un organe de séparation ainsi condamné doivent être munies d'un dispositif d'affichage normalisé signalant explicitement que cet organe est condamné et ne doit pas être manœuvré.

II.3.3.4 Identification de l'ouvrage :

L'identification de l'ouvrage permet d'acquérir la certitude que les travaux seront effectués sur l'ouvrage mis hors tension et dont les organes de séparation sont condamnée en position d'ouverture.

Sur le lieu de travail, différentes méthodes peuvent être mises en œuvre, dont la combinaison doit conduire à la **certitude** de cette identification. A titre d'exemples :

- La connaissance de la situation géographique du chantier
- La consultation des schémas ou de la cartographie
- La connaissance des ouvrages et de leurs caractéristiques
- La lecture des pancartes, étiquettes, numéros de support.....
- L'identification visuelle lorsque l'on peut suivre la ligne ou la canalisation, depuis le lieu où a été réalisée la séparation certaine ou la mise à la terre en court-circuit jusqu'à la zone où la mise à la terre en court-circuit jusqu'à la zone de travail elle-même.
- Le déplacement sur le site d'une personne désignée par le chef de consignation et connaissant parfaitement l'ouvrage concerné

II.3.3.5 Vérification d'absence de tension:

Dans tous les cas la V.A.T doit être effectuée aussi près que possible du lieu de travail sur chacun des conducteurs actifs, y compris le neutre à l'aide d'un dispositif prévu à cet effet. Le bon fonctionnement du vérificateur d'absence de tension doit être vérifié avant et après l'opération de VAT,

Sur certains ouvrages la vérification directe d'absence de tension n'étant pas possible (matériel protégé ou blindé), il y a lieu d'appliquer les dispositions particulières ou les consignes particulières d'exploitation.

II.3.3.6 Mise à la terre et en court-circuit⁶ (DMT /CC) + Zone de travail :

La mise à la terre et en court circuit doit intéresser tous les conducteurs, y compris le neutre et sera réalisée de part et d'autre de la zone de travail. Cette opération est la plus sûre pour se prémunir contre les réalimentations par des sources autonomes ou de renvois intempestifs.

Délimitation matérielle d'une zone de travail à l'aide de banderoles, filets, barrières, etc....., chaque fois qu'il y a risque électrique.