



# TRANSPORT DE L'ENERGIE ELECTRIQUE

**Réalisé par millesime**

[Sommaire](#)

# SOMMAIRE

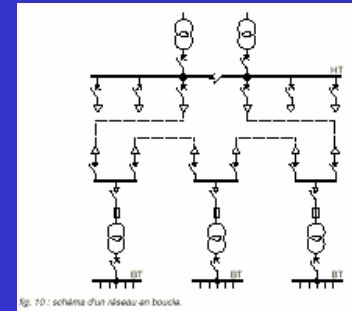
- Pourquoi le triphasé et la haute tension

- Pourquoi la haute tension
- Pourquoi le triphasé
- Pourquoi des pertes



- Les différents réseaux électriques

- Le réseau de transport et d'interconnexion
- Le réseau de répartition
- Le réseau de distribution MT



- Postes de livraisons HTA / BT

- 1) Différentes alimentations

- a) Simple dérivation ou antenne
- b) Coupure d'artère
- c) Double dérivation
- d) Limites de chacune des livraisons

- 2) Choix de la cellule de protection du transformateur

# Pourquoi la Haute Tension HT dans le transport ?

Une partie de l'énergie électrique transportée se dissipe en chaleur, par effet Joule, dans la résistance de la ligne. Les pertes en lignes sont données par la relation :

$$p = R_t * I^2$$

p : pertes en ligne, en Watts ( W ),

R<sub>t</sub> : résistance de la ligne, en Ohms ( Ω ),

I : intensité en ligne, en ampères ( A ).

On a  $I = P/U$

$$\text{d'où } p = R_t * P^2 / U^2 \quad P : \text{puissance transportée}$$

Pour un puissance transportée donnée, les pertes en ligne sont inversement proportionnelles au carré de la tension, ce qui explique l'intérêt de la très haute tension.

**Si la tension est forte, la puissance de perte en ligne p sera faible.**

En triphasé, les pertes en ligne sont à multiplier par 3 pour tenir compte des trois conducteurs.



# Pourquoi le triphasé dans le transport ?

- En courant continu et en monophasé :  $P = V * I * \cos \varphi$

- En triphasé :  $P = \sqrt{3} * U * I' * \cos \varphi$  avec  $U = \sqrt{3} * V$

Avec : **P**: puissance apparente en V.A

**U**: tension composée en V

**I, I'** : intensité en ligne en A

$\varphi$  : déphasage entre la tension et le courant

**V** : tension simple en V

Déterminons la relation qui lie ces deux équations :

$$P_{\text{monophasé}} = V * I * \cos \varphi$$

$$P_{\text{triphase}} = \sqrt{3} * U * I' * \cos \varphi$$

$$P_{\text{triphase}} = 3 * V * I' * \cos \varphi$$

La puissance est identique ainsi que la tension d'où :

$$I' = I / 3$$

Pour une même puissance transportée, le courant en ligne est divisé par 3 en triphasé par rapport au monophasé, cela entraîne des pertes beaucoup moins élevées.

# Pourquoi des pertes?

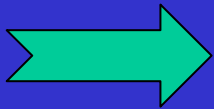
Les pertes se font principalement dans les câbles par échauffement (pertes Joules).

$$P = R \cdot I^2$$

**P** : pertes Joules en Watt

**R** : la résistance du câble  $R = \rho L / s$

**I** : intensité du courant traversant le câble



Les pertes dépendent de **R**



Les pertes dépendent de **I<sup>2</sup>**



Suite pertes

Sommaire

# La résistance des câbles

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

$\rho$  : Résistivité du métal conducteur

$L$  : longueur du câble

$S$  : section du câble

Pour diminuer  $R$ , on peut :

$\rho$



Diminuer  $\rho$  en utilisant comme conducteur de l'Argent, de l'Or ou du Platine

$L$



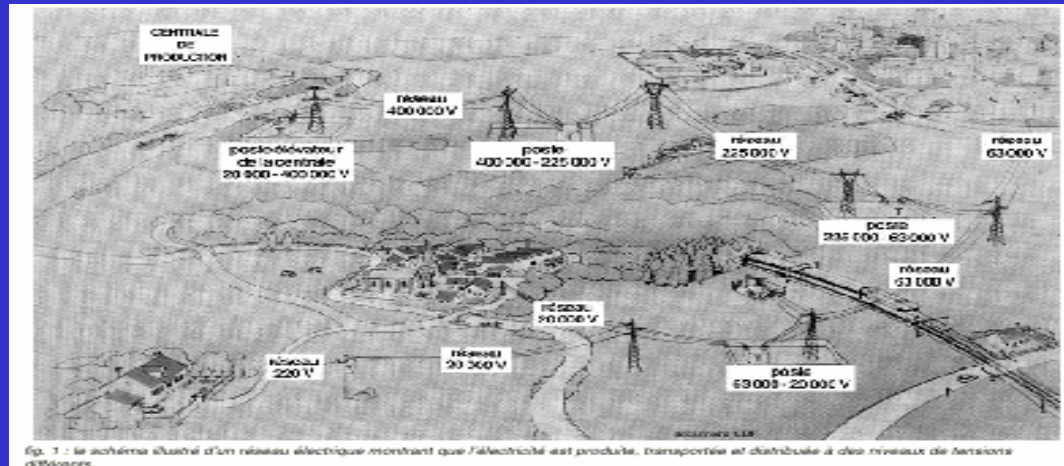
Diminuer  $L$  en rapprochant les centrales nucléaires

$S$



Augmenter  $S$  en utilisant des câbles plus gros.

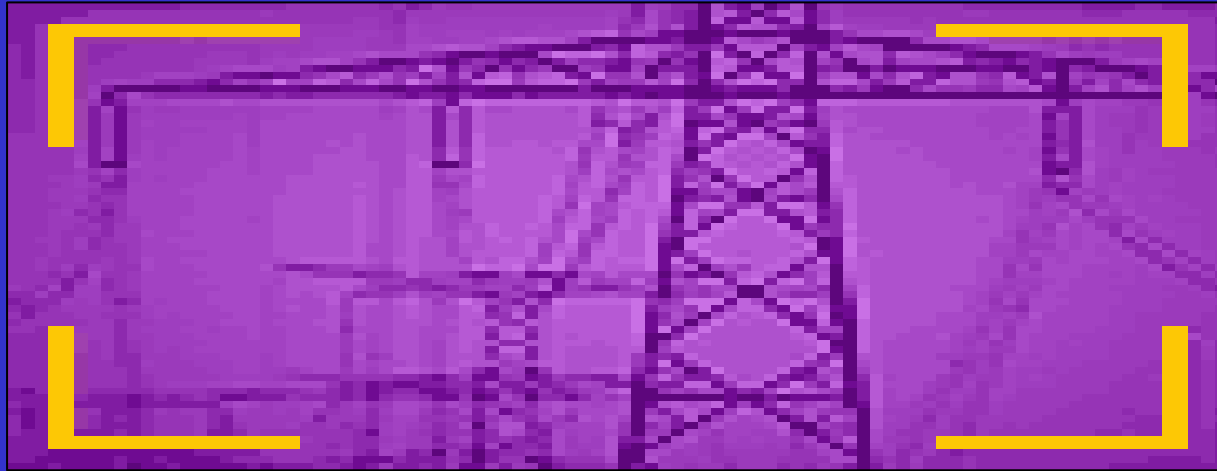
# LES DIFFERENTS RESEAUX ELECTRIQUES



EDF exploite actuellement en France plus de 46 000 km de lignes très haute tension (principalement 225 et 400 kV) et plus de 50 000 km de lignes haute tension (63 et 90 kV). L'interconnexion de ces lignes de transport permet aussi de rendre plus sûre l'alimentation en électricité d'une région. En cas de panne sur une ligne très haute tension, EDF doit en effet être capable de faire transiter l'électricité sur une autre ligne et de continuer à alimenter ses clients sans coupure, voire de les réalimenter dans les délais les plus brefs. Le "maillage" du réseau de transport permet ce type de "déviation".

- Le réseau de transport et d'interconnexion
- Le réseau de répartition
- Le réseau de distribution MT

## Le réseau de transport et d'interconnexion.



La dispersion géographique entre les lieux de production et les centres de consommation, l'irrégularité de cette consommation et l'impossibilité de stocker l'énergie électrique nécessitent un réseau électrique capable de la transporter sur de grandes distances et de la diriger.

Ses lignes atteignent des milliers de kilomètres, par exemple 20 000 km pour le réseau 400 kV français.

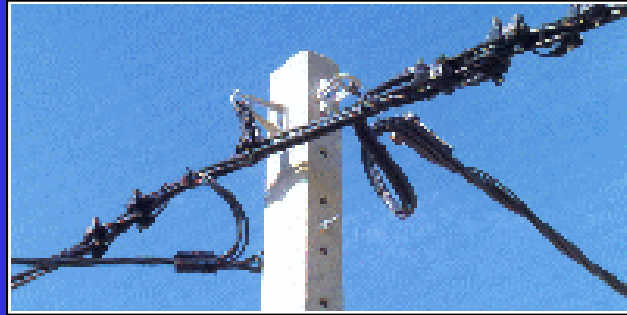
La structure de ces réseaux est essentiellement de type aérien. Les tensions sont généralement comprises entre 225 et 400 kV.

## Le réseau de répartition.





- La finalité de ce réseau est avant tout d'acheminer l'électricité du réseau de transport vers les grands centres de consommation.
- La structure de ces réseaux est généralement de type aérien, les tensions sont comprises entre 25 kV et 275 kV.

## Le réseau de distribution MT et BT.



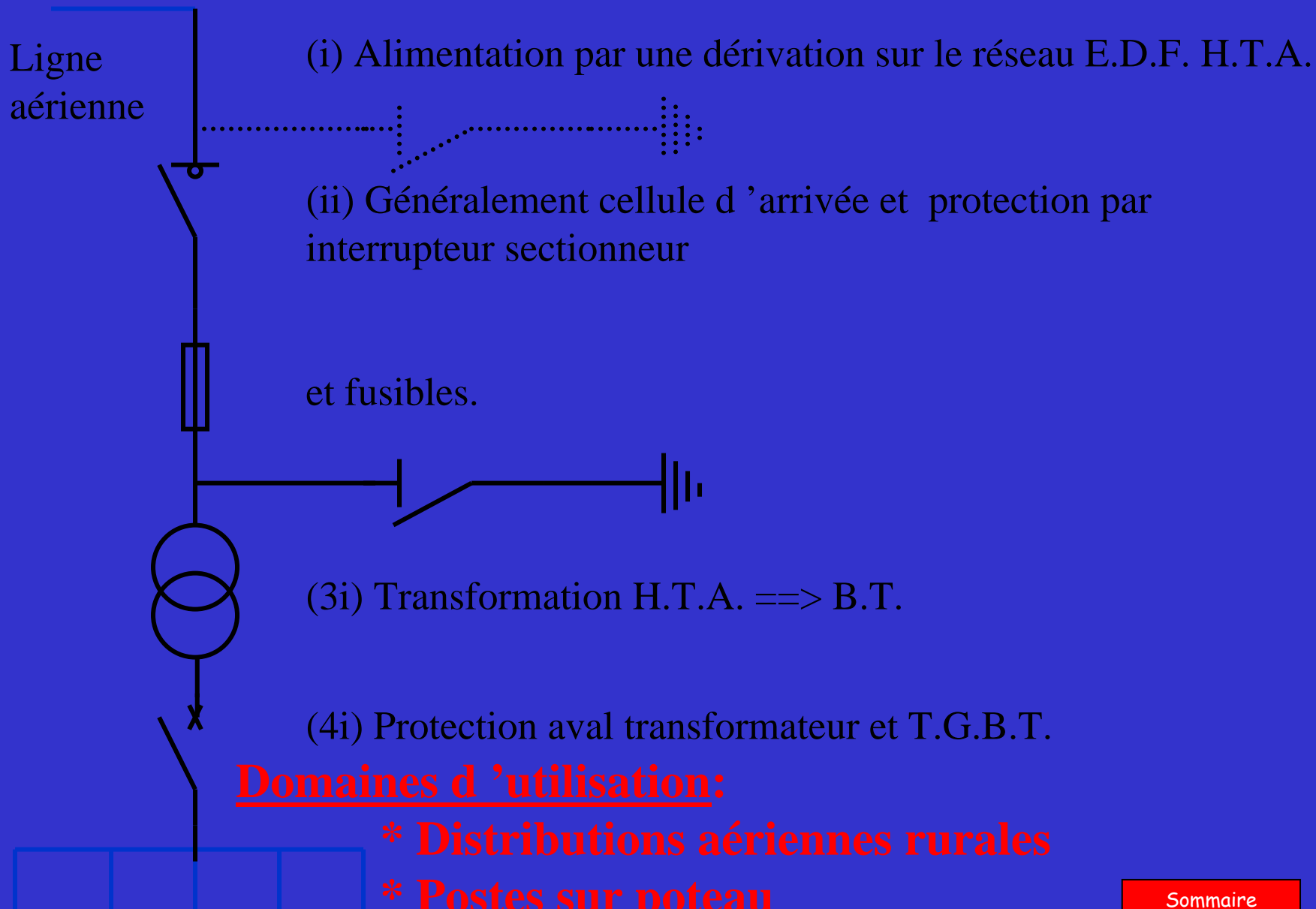
La finalité de ce réseau est d'acheminer l'électricité du réseau de répartition aux points de moyenne consommation (supérieure à 250 KVA en France).  
Les tensions sur ces réseaux sont comprises entre 25 kV et 275 kV. Les protections sont de même nature  
La structure est de type aérien ou souterrain. Les tensions sur ces réseaux sont comprises entre quelques kilovolts et 40 kV .

Plus d'infos sur le

	
Site EDF 1	Site EDF 2

Sommaire

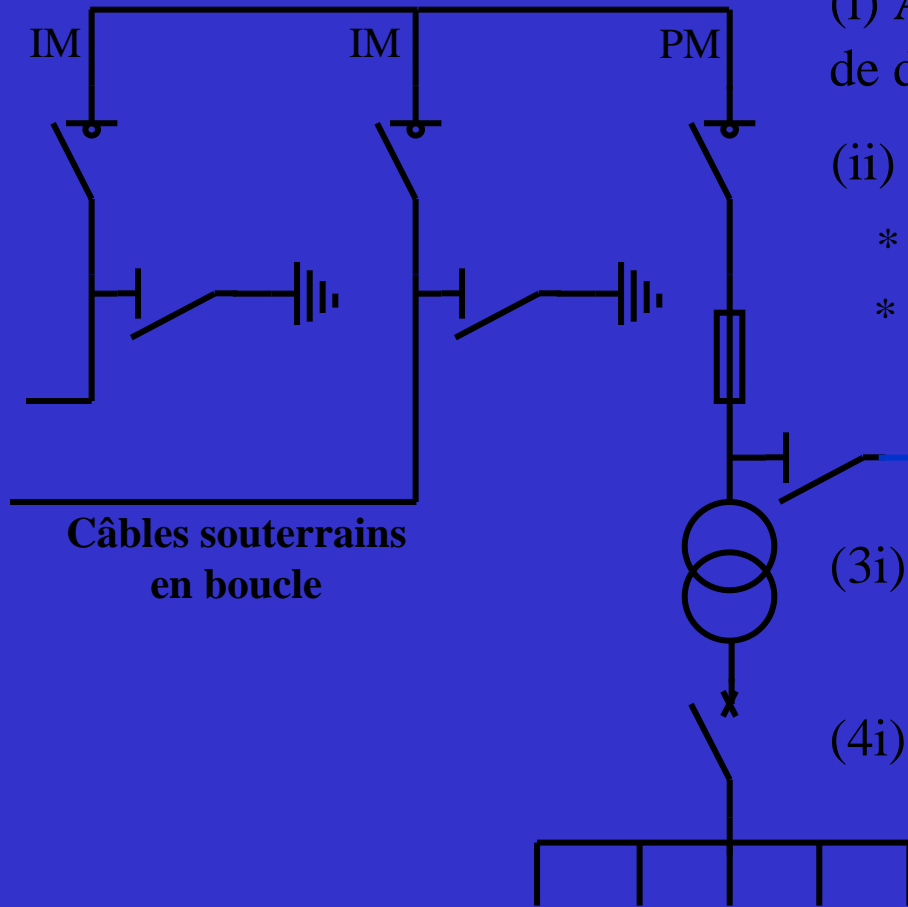
# a) Simple dérivation ou antenne



## Domaines d'utilisation:

- \* Distributions aériennes rurales
- \* Postes sur poteau
- \* Distribution aériennes industrielles

## b) Coupure d'artère



(i) Alimentation **en série** sur la ligne du réseau de distribution H.T.

(ii) Le poste comporte 3 cellule H.T.

\* 2 cellules arrivées à interrupteur sectionneur

\* 1 cellule départ et protection générale par interrupteur-fusible ou disjoncteur et sectionneur

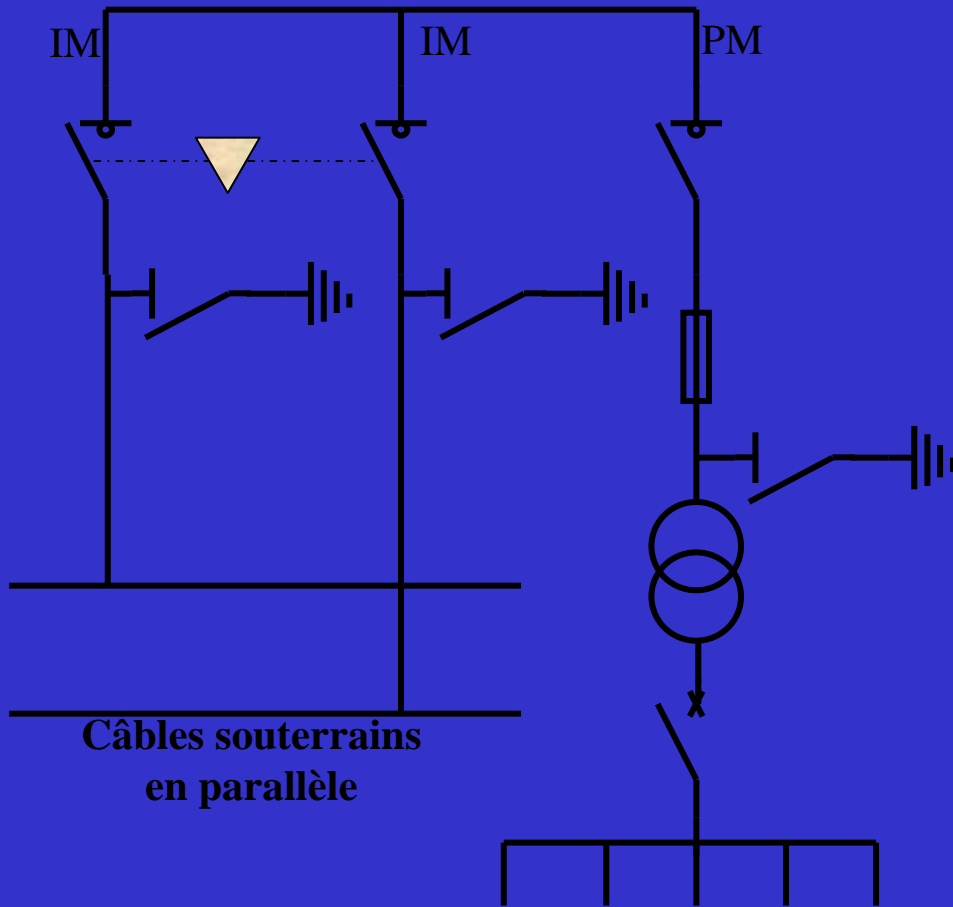
(3i) Transformation H.T.A. ==> B.T.

(4i) Protection aval transformateur et T.G.B.T.

### Domaines d'utilisation:

- \* Distributions souterraines en zone urbaine
- \* Réseaux H.T. d'activités tertiaires

## c) Double dérivation



- (i) Alimentation par l'un ou l'autre des deux câbles souterrains **en parallèle**
- (ii) Le poste comporte 3 cellule H.T.
  - \* 2 cellules arrivées à interrupteur sectionneur ( avec verrouillage mécanique )
  - \* 1 cellule départ et protection générale par interrupteur-fusible ou disjoncteur et sectionneur
- (3i) Transformation H.T.A. ==> B.T.
- (4i) Protection aval transformateur et T.G.B.T.

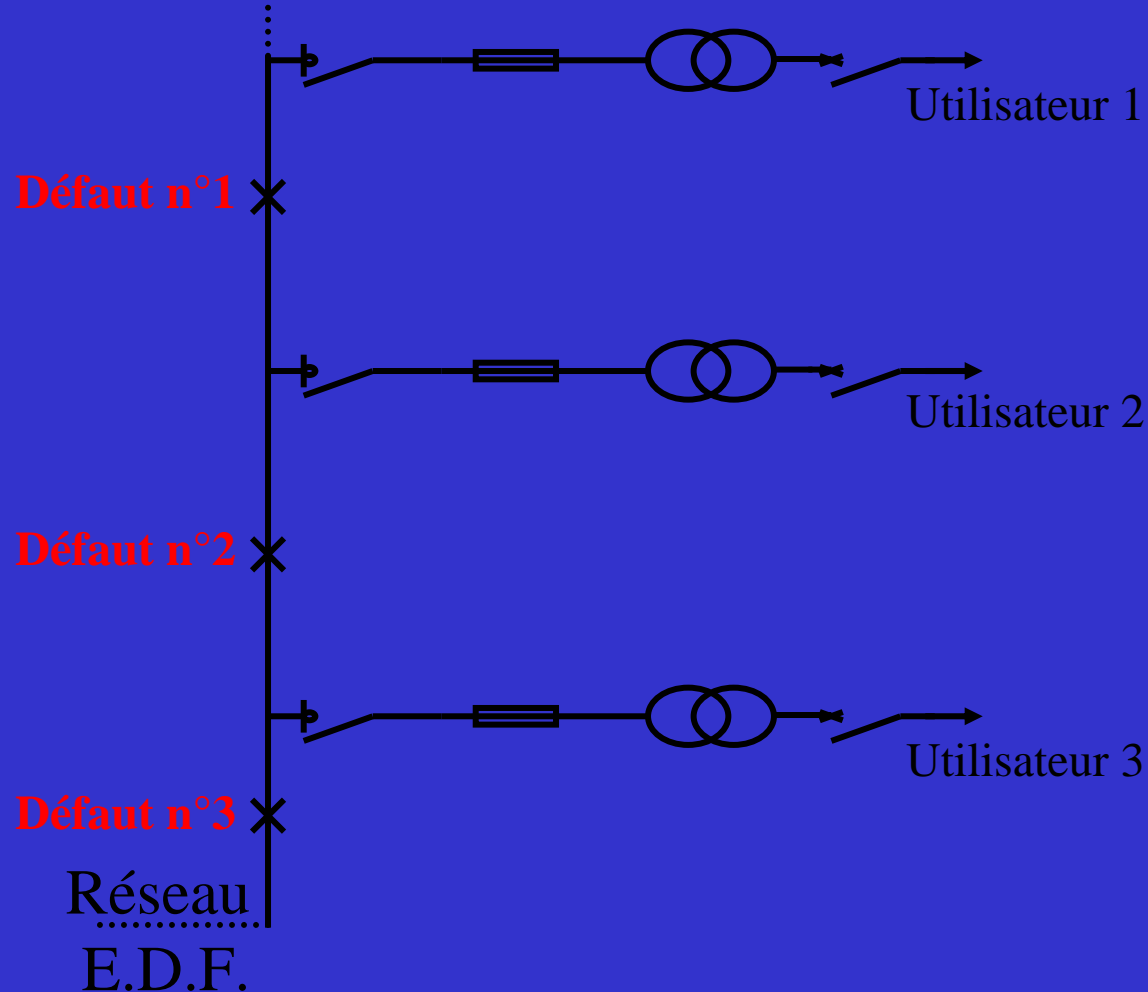
### Domaines d'utilisation:

- \* **Distributions souterraines**
- \* **Réseaux des villes à forte densité ou en extension**

# d) Limites de chacune des livraisons

Livraison en antenne ou simple dérivation

**Solution de livraison peu onéreuse au détriment de la continuité de service**



**Défaut n°1:**

L'utilisateur 1 n'est plus alimenté pendant le temps de réparation du défaut n°1.

**Défaut n°2:**

Les utilisateurs 1 et 2 ne sont plus alimentés pendant le temps de réparation du défaut n°2.

**Défaut n°3:**

Les utilisateurs 1;2 et 3 ne sont plus alimentés pendant le temps de réparation du défaut n°3.

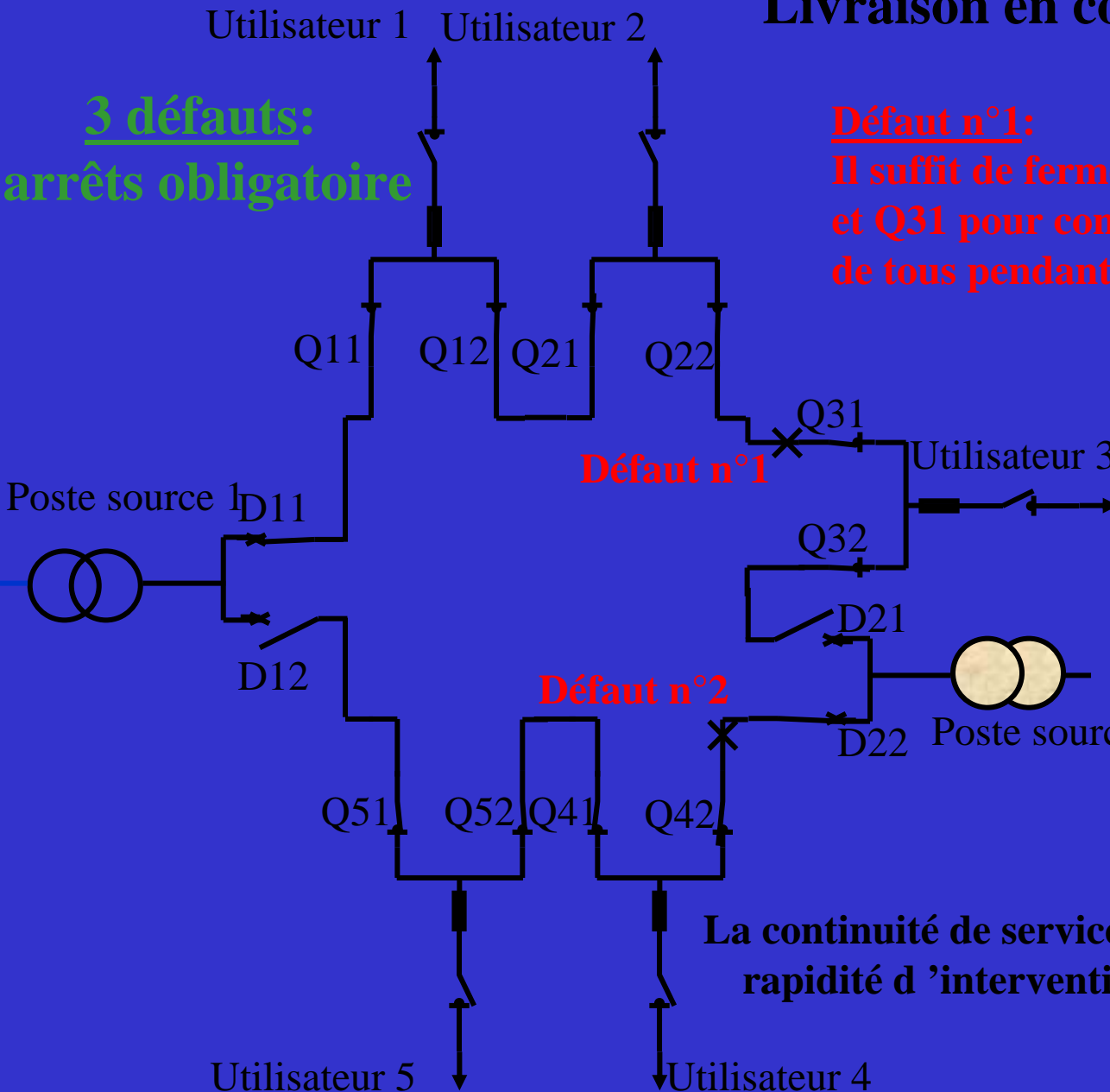
Suite d)

Sommaire

# d) Limites de chacune des livraisons

## Livraison en coupure d'artère

3 défauts:  
arrêts obligatoire



### Défaut n°1:

Il suffit de fermer D21 et d'ouvrir Q22 et Q31 pour conserver l'alimentation de tous pendant le dépannage.

### Défaut n°1 et n°2:

Problème utilisateur 3  
Il faut ouvrir Q22; Q42; D22; Q31 et fermer D21.

### Défaut n°2:

Il suffit d'ouvrir D22 et Q42 pour conserver l'alimentation de tous pendant le dépannage.

La continuité de service dépend de la rapidité d'intervention d'E.D.F.

Suite d)

Sommaire

## d) Limites de chacune des livraisons

### Livraison en double dérivation

#### Défaut n°1:

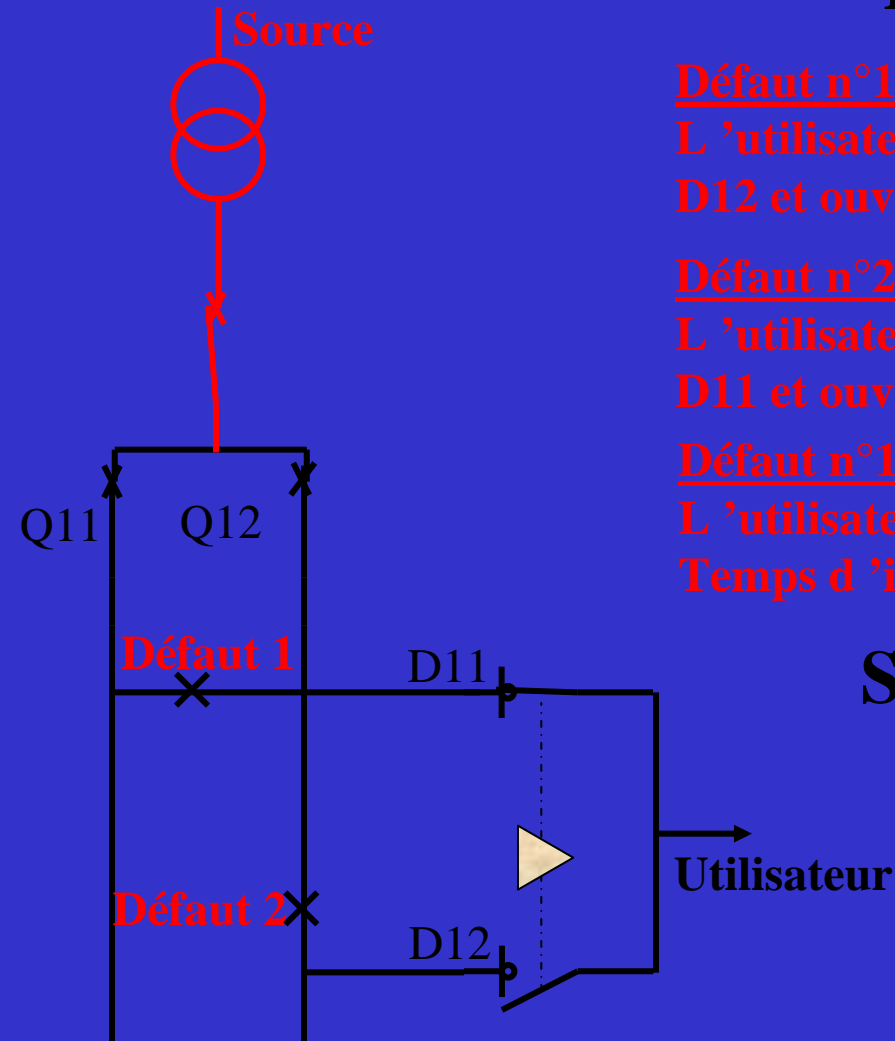
L'utilisateur reste alimenté car on peut fermer D12 et ouvrir Q11 et D11.

#### Défaut n°2: quand D11 ouvert et D12 fermé

L'utilisateur reste alimenté car on peut fermer D11 et ouvrir Q12 et D12.

#### Défaut n°1 et n°2:

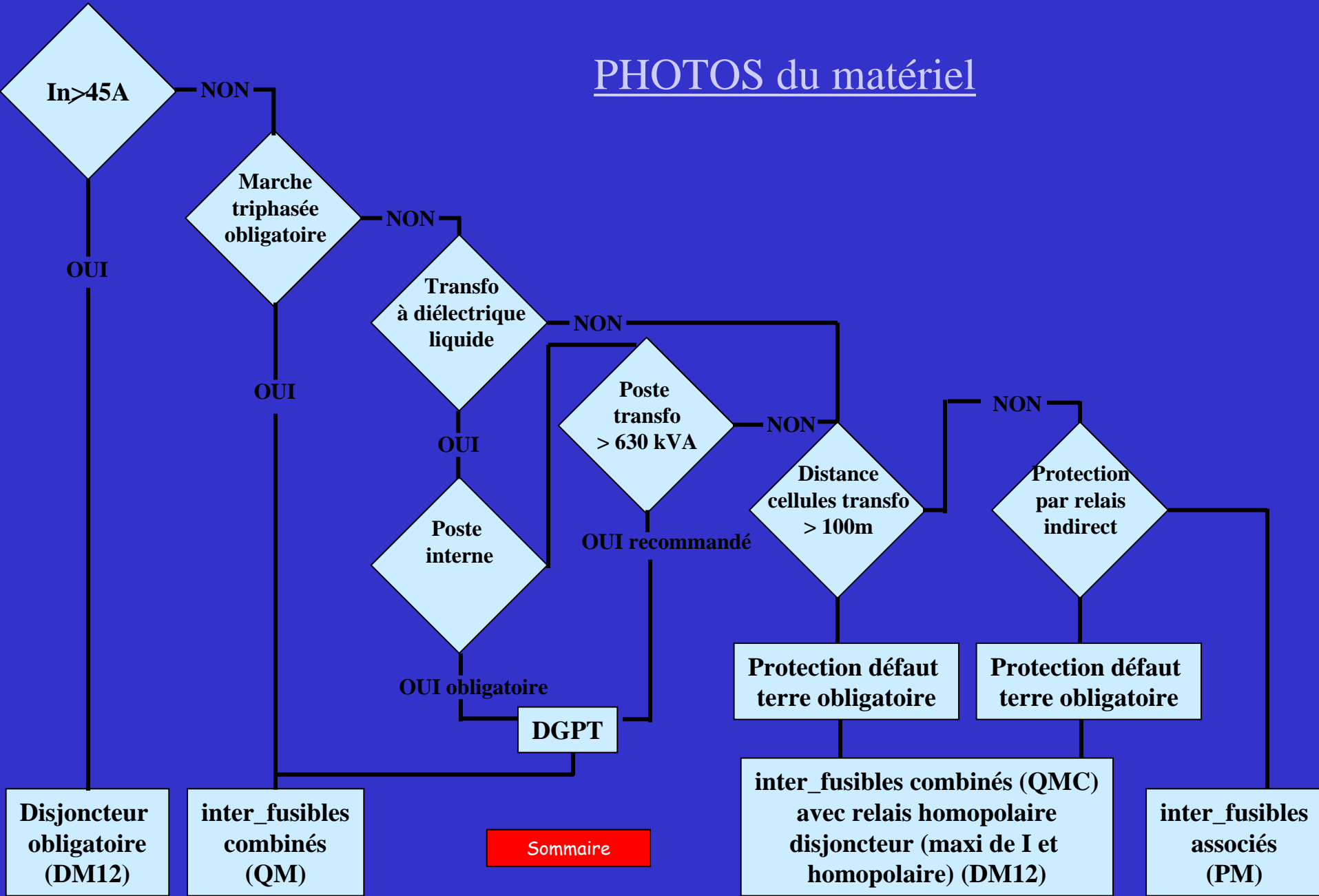
L'utilisateur n'est plus alimenté.  
Temps d'intervention



**Solution de livraison permettant  
une continuité de service  
avec transfert de  
source automatique, mais très  
onéreuse**

## 2) Choix de la cellule de protection du transformateur

### PHOTOS du matériel



Sommaire

## Quelques photos du matériel:



Fusibles hautes  
tension dans la  
cellule  
interrupteur-  
fusible



Cellule BT



Cellule HT

Cellules HT  
SM6



transformateur  
800 kVA



Un poste de livraison raccorde le réseau public  
haute tension (20 000V) aux équipements  
électriques privés basse tension (400V).