

# Ener1 – Réseaux électriques

## Chapitre 4: Distribution

*Université du Havre, IUT du Havre*

*Département GEL*

Novembre 2013

Ener1 – Réseaux électriques		
<b>UE UE11</b>	<b>Matière Énergie</b>	<b>Volume horaire 60h (15CM, 24TD, 21TP)</b>
<b>Référence Ener1 (M1101)</b>	<b>Module Réseaux électriques</b>	<b>Semestre S1</b>
<p><b>Objectifs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acquérir les bases pour l'étude des circuits électriques et la manipulation des grandeurs qui lui sont liées, en particulier concernant la sécurité électrique</li> </ul>		
<p><b>Compétences visées :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliser les outils de calcul des réseaux électriques</li> <li>• Mesurer un courant, une tension et une puissance, choisir les bons instruments</li> <li>• Travailler en sécurité (habilitation électrique)</li> <li>• Câbler un équipement sur un réseau monophasé ou triphasé</li> </ul>		
<p><b>Pré-requis :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lois générales de l'électricité: Module SE1 (M1104)</li> <li>• Complexes, intégrales et dérivées: Module Ma1 (M1302)</li> </ul>		

## Ener1 – Réseaux électriques

### Contenu :

#### Outils réseaux électriques :

- Représentation dans le plan complexe, vecteurs de Fresnel
- Tensions simples et tensions composées
- Valeurs moyennes, efficaces, maximum et d'ondulation
- Puissance en monophasé et en triphasé
- Théorème de Boucherot

#### Mesures :

- Courant, tension, puissance
- Instruments de mesure

#### Câblage sur réseaux :

- Réseaux monophasé et en triphasé
- Equipements: sectionneur, disjoncteur, transformateur, appareillage
- Couplage étoile/triangle

#### Sécurité électrique :

- Schémas de liaison à la terre
- Habilitation B1V

## Ener1 – Réseaux électriques

### Modalités de mise en œuvre :

- Montages électriques simples
- Câblages électriques
- Mesures de courant et de tension en toute sécurité
- Exercices en ligne notés: Module AA
- Effectifs restreints pour les TP de préparation à l'habilitation électrique

### Prolongements possibles :

- Travailler sur des armoires électriques, avec analyse de schémas
- Câblage électrique, étude de documentation technique
- Modules ERx (Mx203)

### Mots-clés :

- Réseaux électriques
- Energie, puissance
- Monophasé, triphasé
- Courant, tension
- Sécurité électrique, habilitation
- NFC 18C510

#### IV) Distribution

- IV.1) Réseau de distribution
- IV.2) Norme
- IV.3) Distribution BT
- IV.4) Schémas électriques

#### V) Sécurité

- V.1) Appareillages
- V.2) Schémas de liaison à la terre (SLT)
- V.3) Courants de court-circuit
- V.4) Dimensionnement

#### VI) Habilitation

- VI.1) Risque électrique
- VI.2) Prévention et protection
- VI.3) Hiérarchisation des responsabilités
- VI.4) Consignation
- VI.5) Habilitations

#### IV) Distribution

- IV.1) Réseau de distribution
- IV.2) Norme
- IV.3) Distribution BT
- IV.4) Schémas électriques

#### V) Sécurité

- V.1) Appareillages
- V.2) Schémas de liaison à la terre (SLT)
- V.3) Courants de court-circuit
- V.4) Dimensionnement

#### VI) Habilitation

- VI.1) Risque électrique
- VI.2) Prévention et protection
- VI.3) Hiérarchisation des responsabilités
- VI.4) Consignation
- VI.5) Habilitations

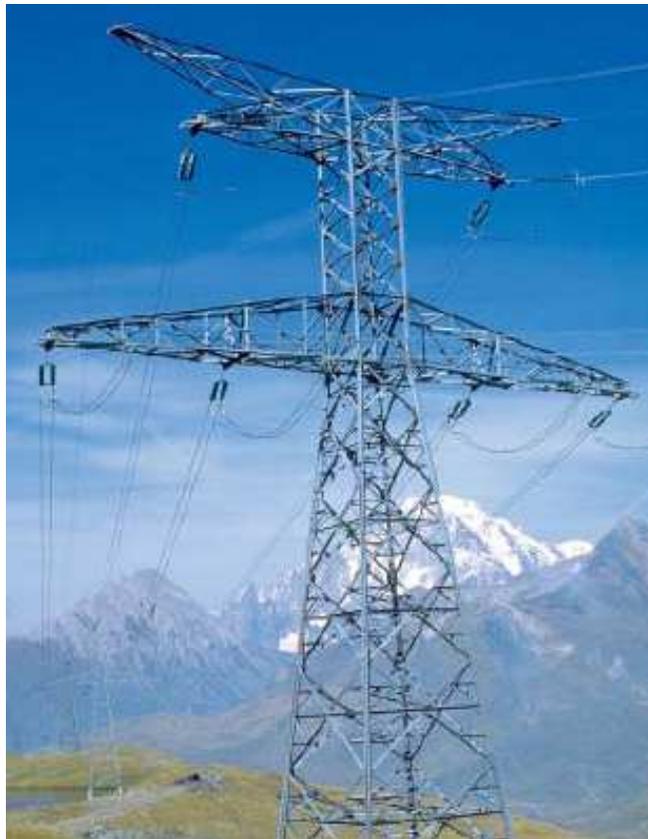
# Distribution



## Introduction



Production



Transport



Distribution



## Introduction

### Contexte :

#### → Objectifs pédagogiques:

- Connaître les éléments essentiels des systèmes constructifs des réseaux électriques.
- Dimensionner des réseaux simples.

#### → Capacités requises:

- Décrire les éléments constitutifs des réseaux électriques.
- Dimensionner des réseaux simples.
- Repérer sur un plan les éléments constitutifs des différents réseaux d'équipement.

# Distribution



## Introduction

0.1) QCM 0:

- Un réseau de distribution cela signifie pour vous:
  - Auchan, Carrefour....
  - La SNCF
  - La livraison et comptage de l'énergie électrique
  
- HTB – BTB : sont des domaines de tension? Oui  Non
  
- Le transport en HT limite les pertes en ligne? Oui  Non
  
- 230/400V correspond:
  - A des références normalisées de câbles?
  - Aux tensions efficaces disponibles d'un réseau triphasé?
  - Aux indices de protection des appareils
  
- Bleu, vert, jaune sont des couleurs correspondant à un type de tarification? Oui  Non



# Distribution



## Introduction

0.1) QCM 0:

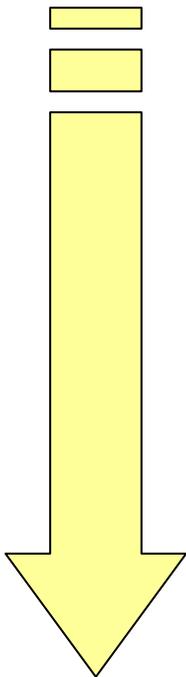
- Un réseau de distribution cela signifie pour vous:
  - Auchan, Carrefour....
  - La SNCF
  - La livraison et comptage de l'énergie électrique
  
- HTB – BTB : sont des domaines de tension? Oui  Non
  
- Le transport en HT limite les pertes en ligne? Oui  Non
  
- 230/400V correspond:
  - A des références normalisées de câbles?
  - Aux tensions efficaces disponibles d'un réseau triphasé?
  - Aux indices de protection des appareils
  
- Bleu, vert, jaune sont des couleurs correspondant à un type de tarification? Oui  Non



## I) Réseau de distribution

### 1.1) Organisation du réseau électrique

Production



Consommation

#### → *Transport HTB*

- Réseau de transport HTB2 (THT) et HTB1 (HT).



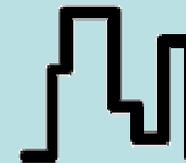
#### → *Répartition HTB*

- Réseau public de distribution HTA.
- Grandes industries:  $P > 10$  MW.



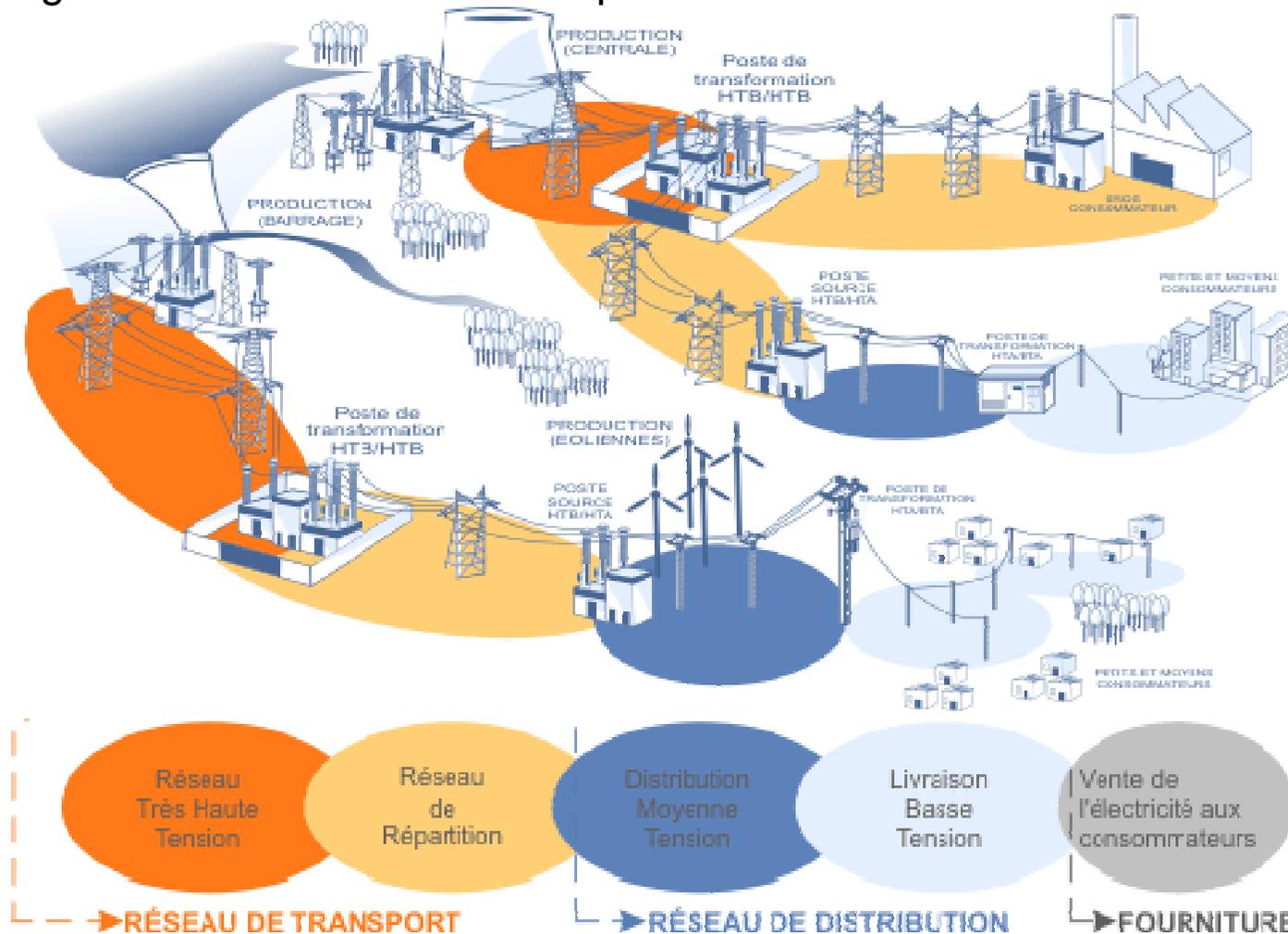
#### → *Distribution HTA*

- HTA: grands consommateurs.
- HTA/BT: distribution publique.



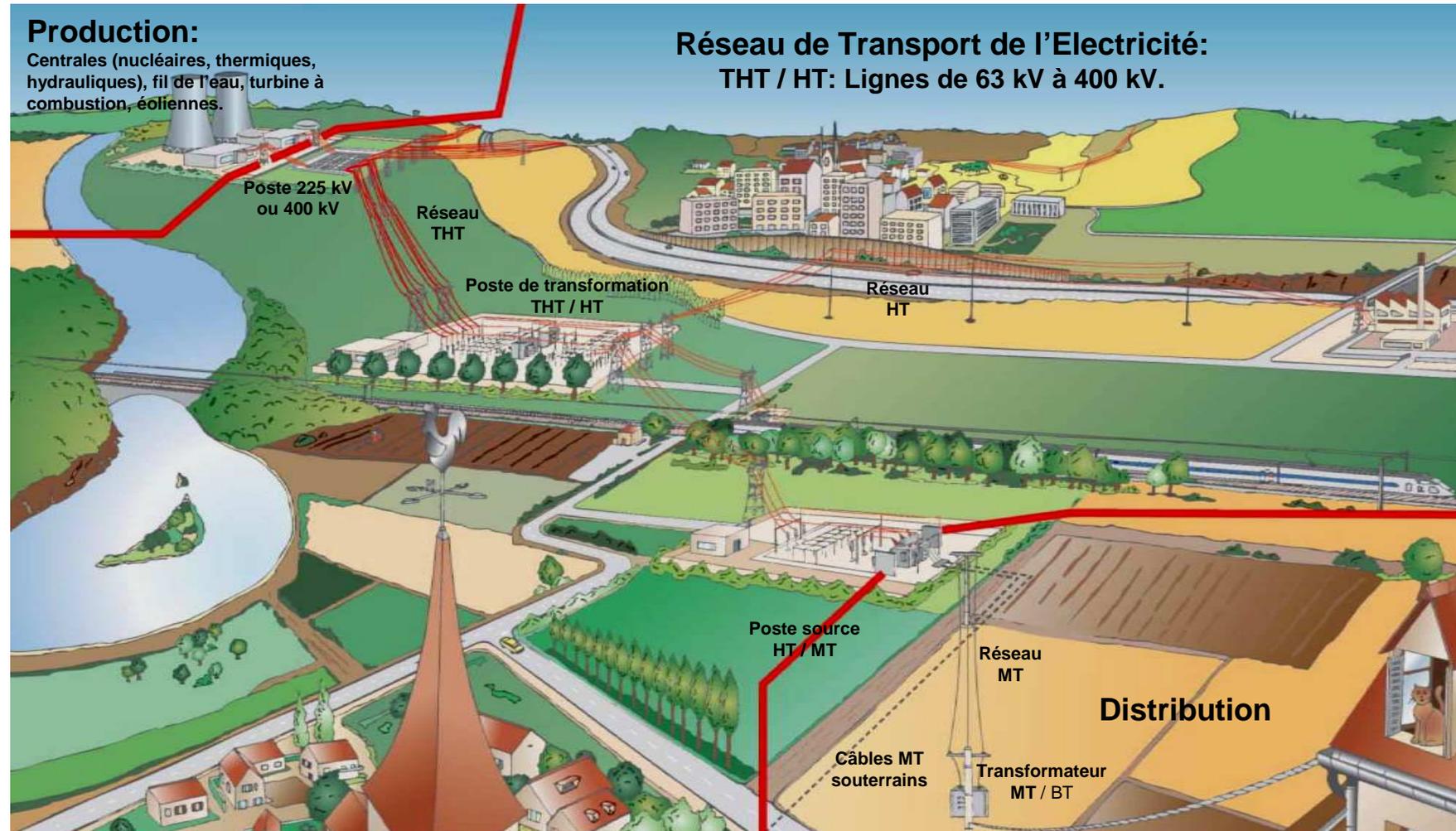
## I) Réseau de distribution

### 1.1) Organisation du réseau électrique



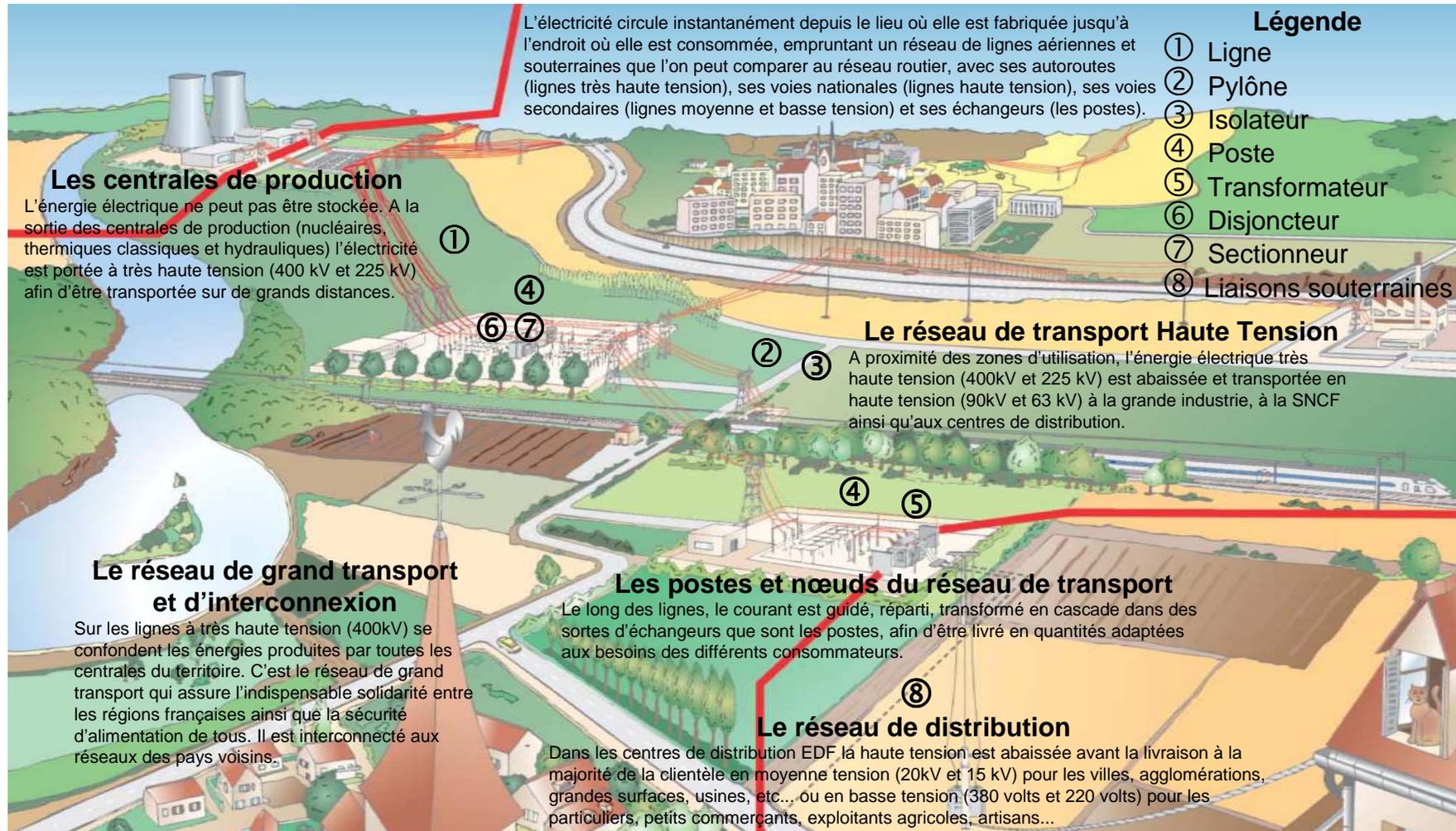
## I) Réseau de distribution

### 1.1) Organisation du réseau électrique



## I) Réseau de distribution

### 1.1) Organisation du réseau électrique



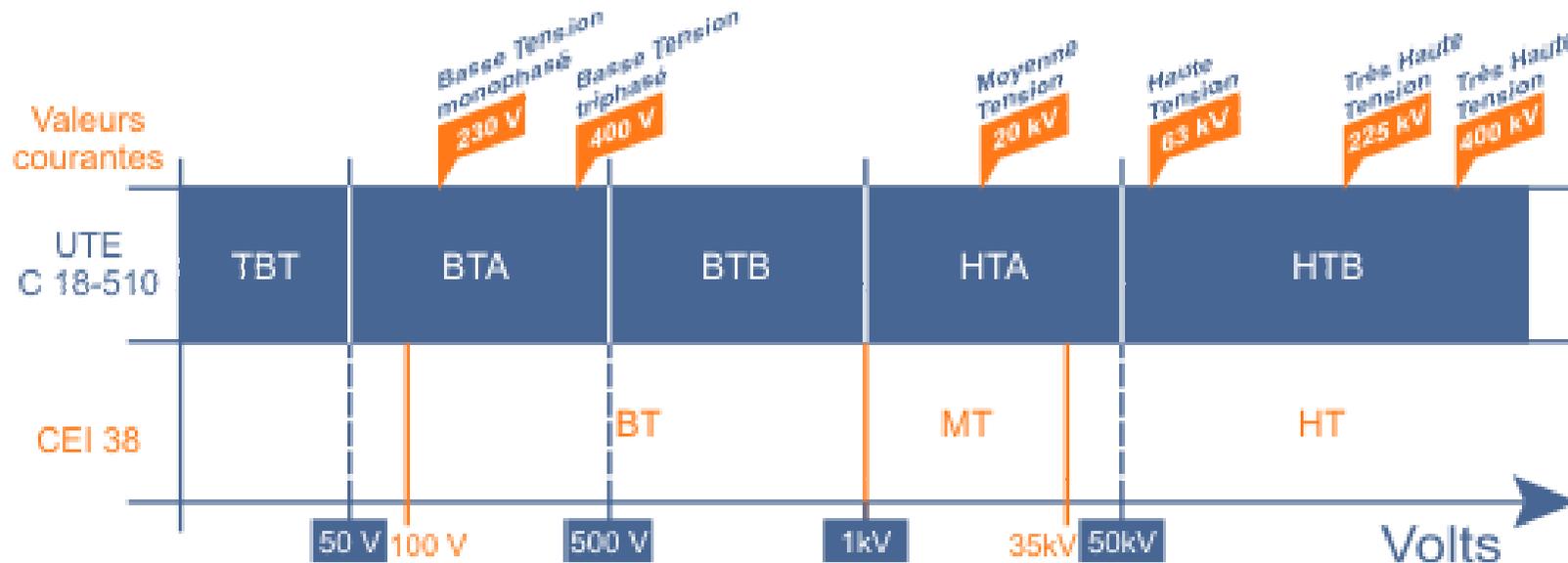
# Distribution



## I) Réseau de distribution

### 1.2) Niveaux de tension

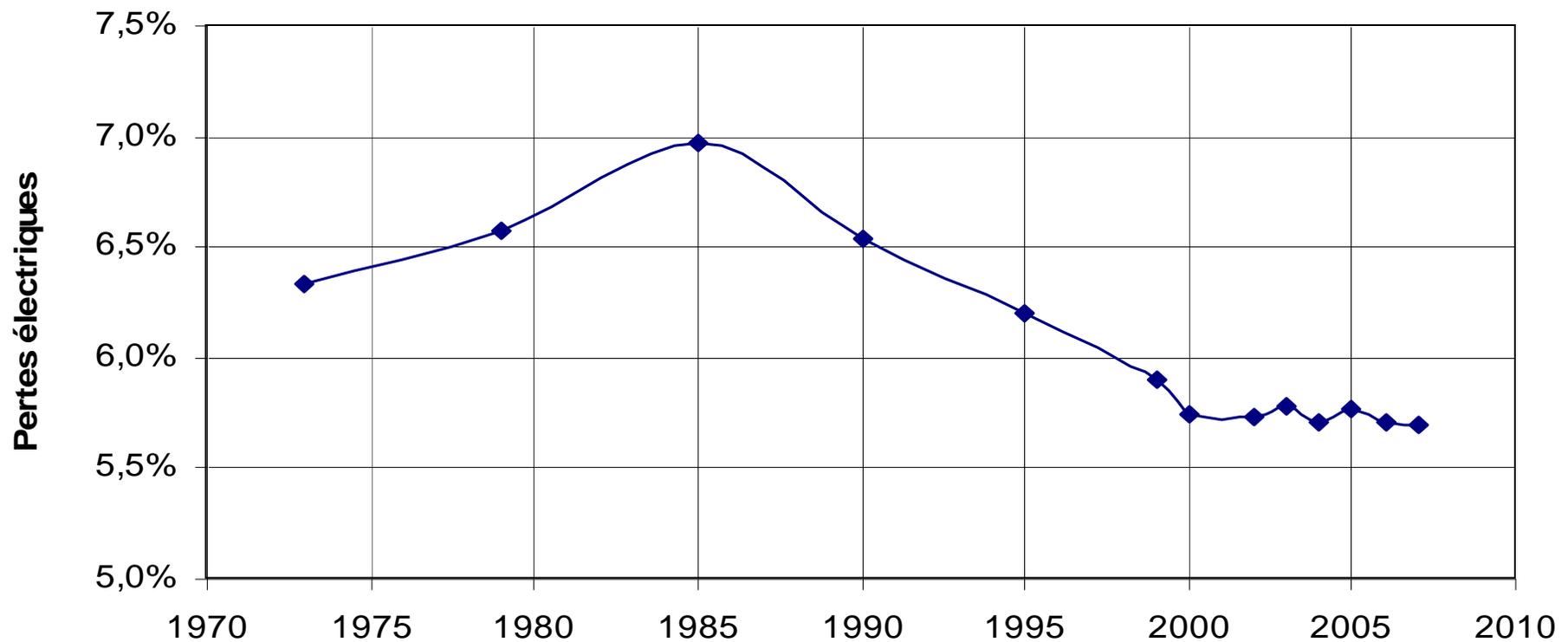
tension alternative	domaine de tension	autre appellation	valeurs usuelles en France (tension d'utilisation)
$\leq 50$ V	TBT		12 - 24 - 48 V
$\leq 500$ V	BTA	BT (basse tension)	220 - 380 - 400 V
$\leq 1000$ V	BTB		
$1 < U \leq 50$ kV	HTA	MT (moyenne tension)	5,5 - 6,6 - 10 - 15 - 20 - 36 kV
$U > 50$ kV	HTB1	HT (haute tension)	63 - 90
	HTB2		





I) Réseau de distribution

1.3) Pertes en ligne



Les pertes électriques liées au transport et à la transformation électriques représentent aujourd'hui 5,5 à 6% de l'énergie électrique transportée.

Source: <http://www.edf.com>



## I) Réseau de distribution

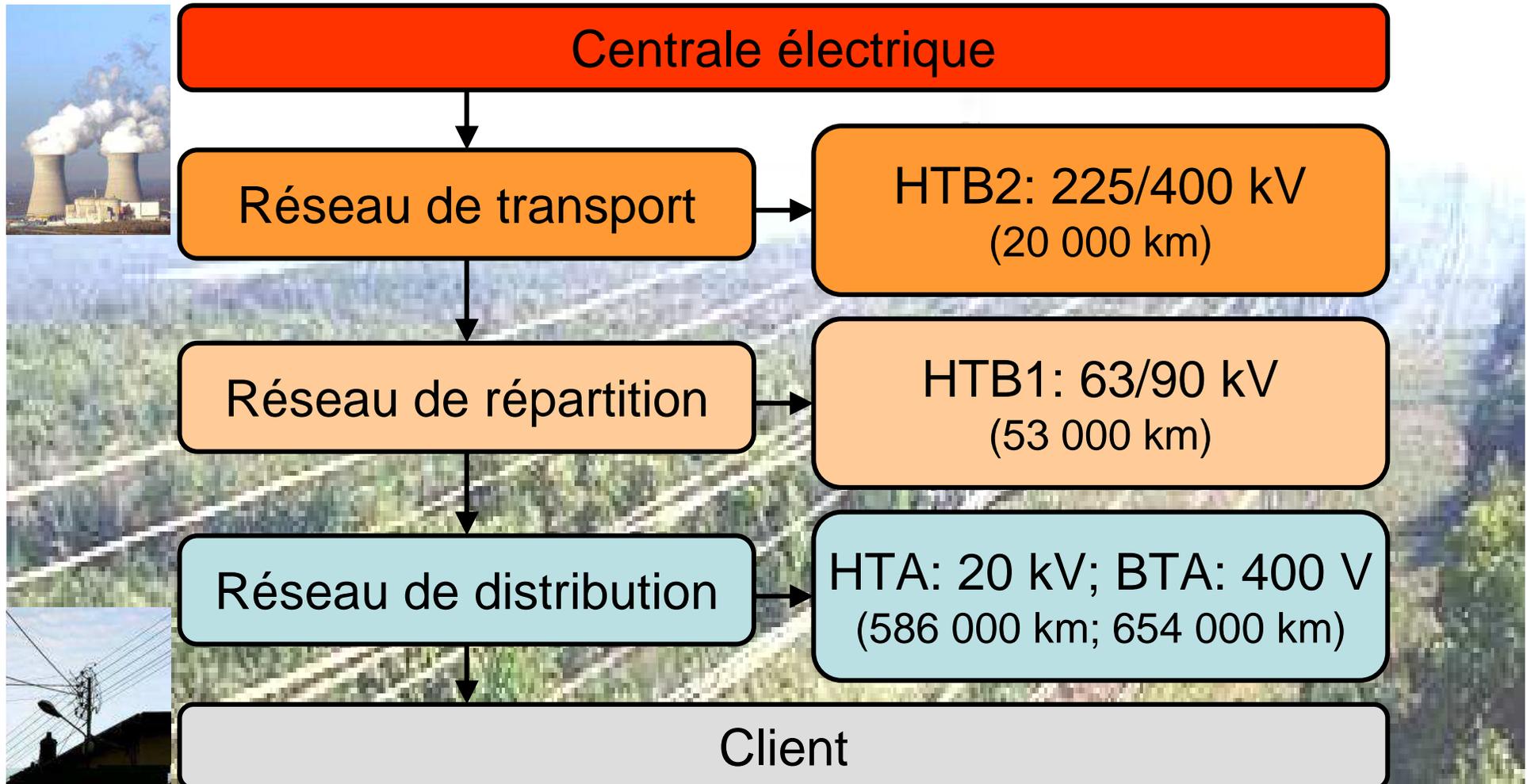
### 1.4) Architecture du réseau électrique

Le système électrique français est **un ensemble de plus de 100 GW de puissance installée et qui délivre à la pointe plus de 80 GW :**

- **Un parc de production de plus de 100 GW**, composé de **plusieurs centaines de groupes** (hydrauliques, thermiques classiques, nucléaires, ...).
- **Une centaine de milliers de kilomètres de lignes aériennes ou de câbles souterrains et plusieurs milliers de postes HTB** formant un réseau interconnecté fortement maillé, qui permet des transits de puissance.
- **Plusieurs milliers d'installations de clients**, directement raccordées sur les réseaux HTB, ou alimentées par des sous-réseaux, et présentent des besoins variés (courbes de charge, puissance de court-circuit, ...).
- **Un centre de conduite national (CNES) et sept centres de conduite régionaux (URSE)** exploitant chacun dans sa zone d'action et conformément à ses responsabilités, le système électrique.

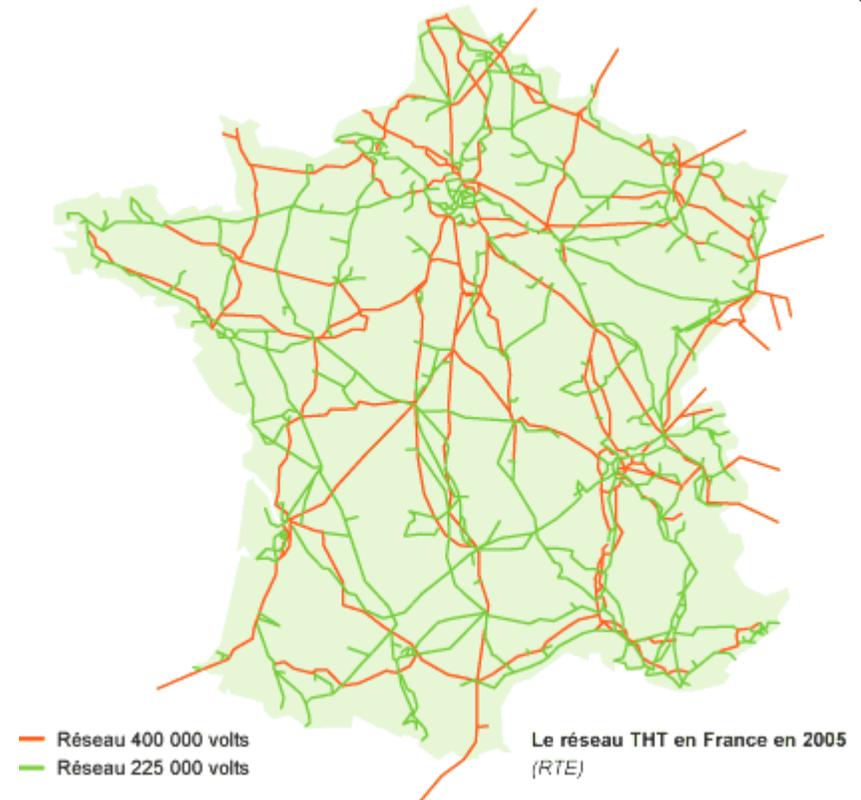
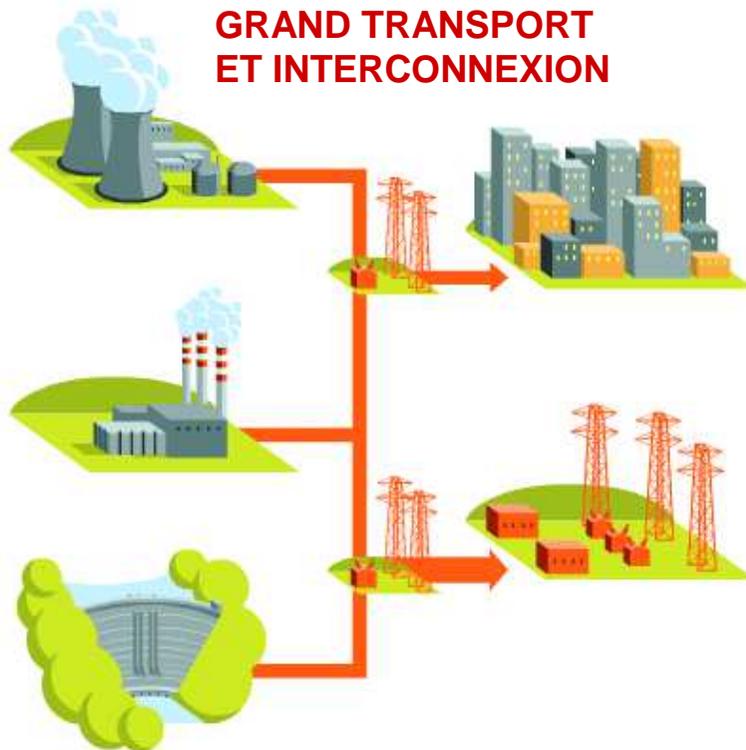
## I) Réseau de distribution

### 1.4) Architecture du réseau électrique



## I) Réseau de distribution

⇒ Réseau de **transport**:



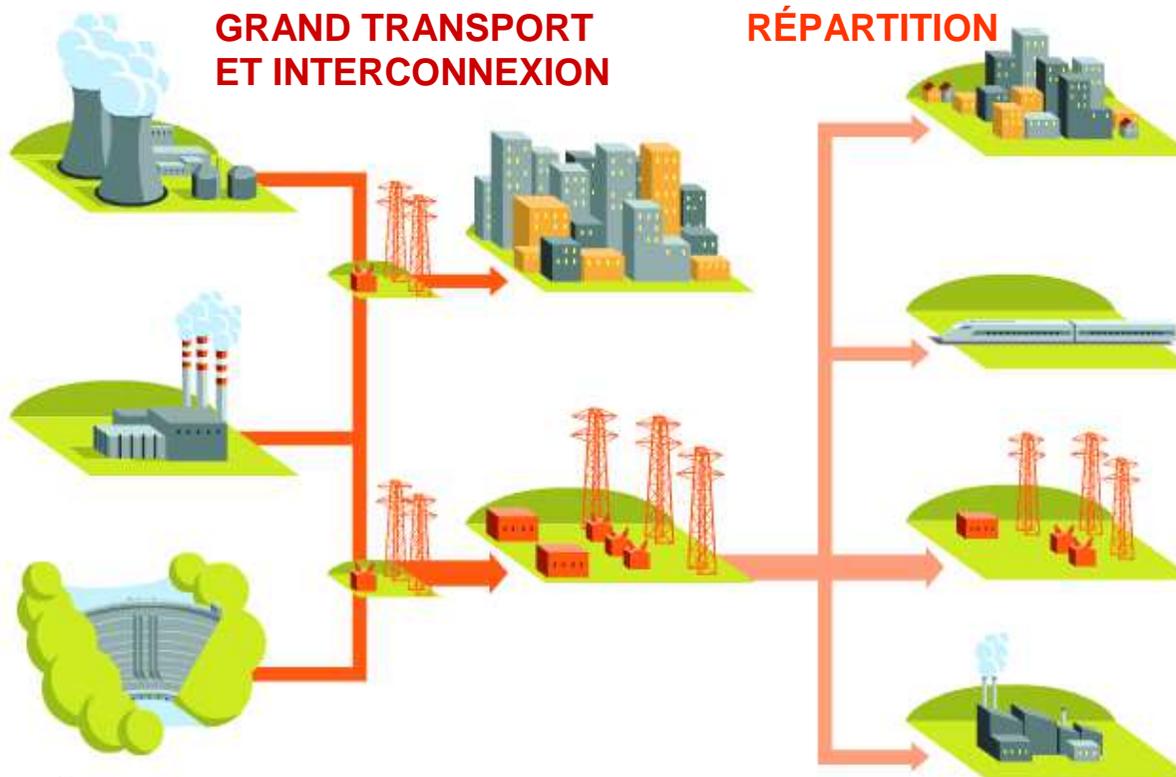
### Réseau de grand transport et d'interconnexion

Il transporte l'électricité des principaux centres de production aux grandes régions de consommation.

Source: <http://www.edf.com>

## I) Réseau de distribution

⇒ Réseau de **répartition**:



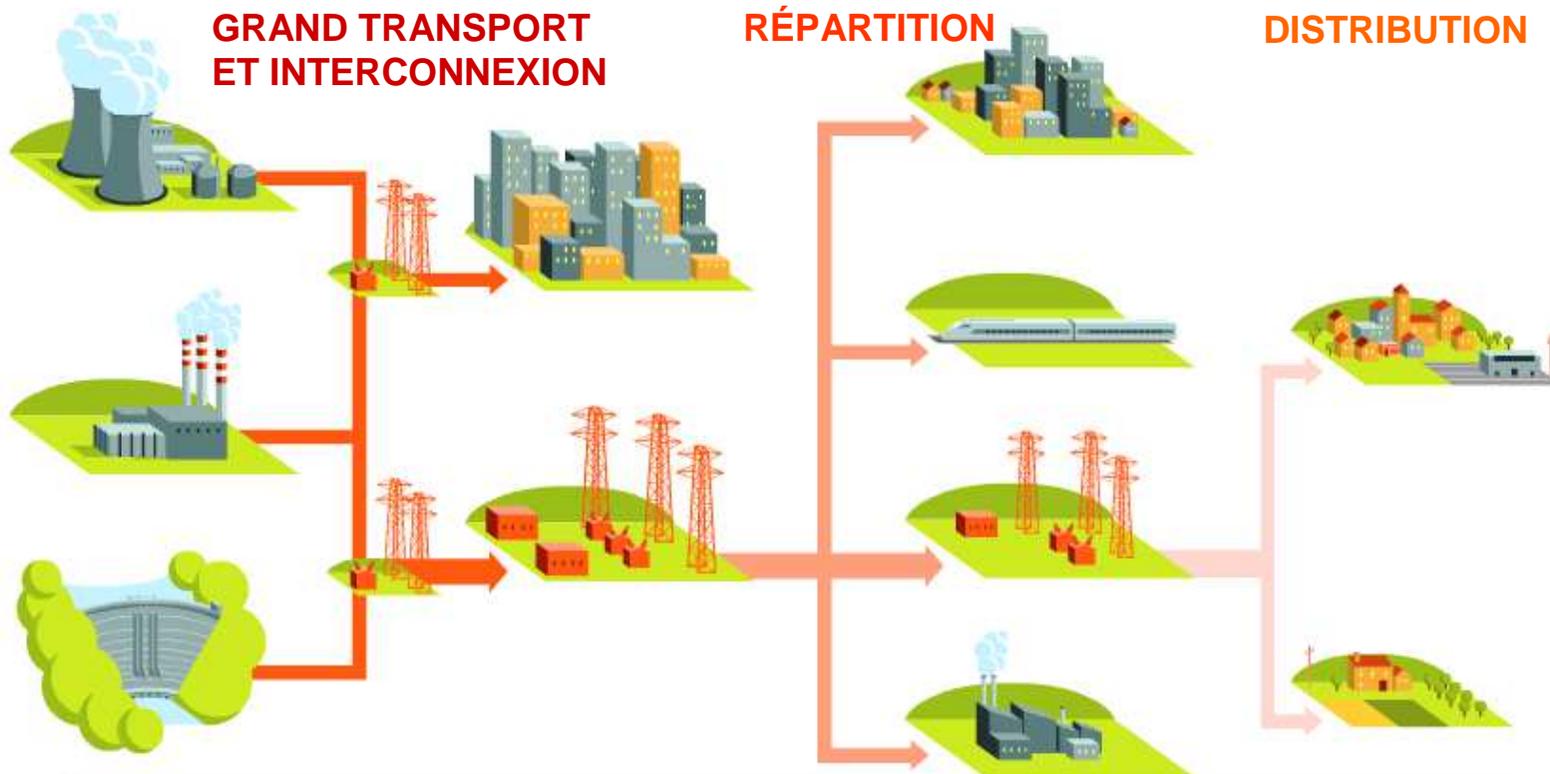
### Réseau de répartition

Il achemine le courant des grandes zones de consommation aux centres de distribution et aux clients industriels.

Source: <http://www.edf.com>

## I) Réseau de distribution

⇒ Réseau de **distribution** :



### Réseau de distribution

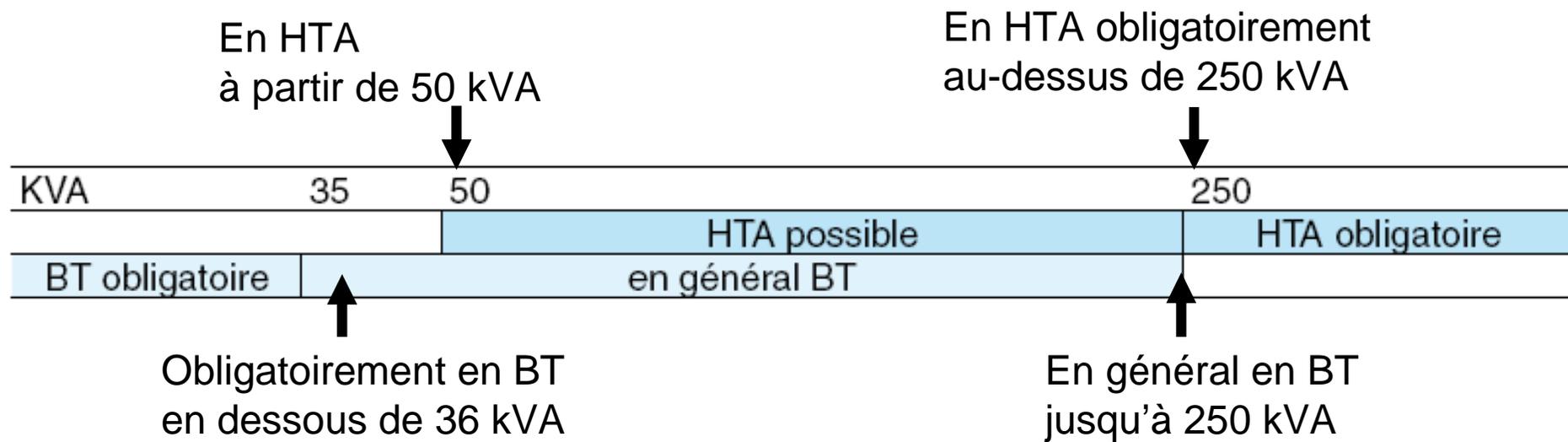
Il amène l'électricité au client final : petites et moyennes entreprises, grandes surfaces, particuliers...

Source: <http://www.edf.com>

## I) Réseau de distribution

### 1.5) Niveaux de puissance

Limites des raccordements en HTA, BT et tarification



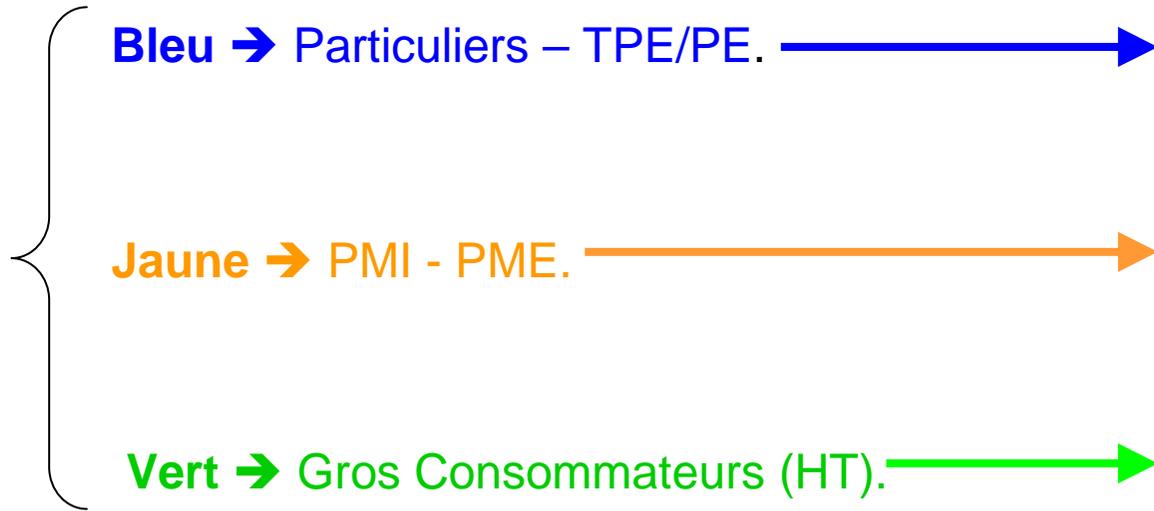
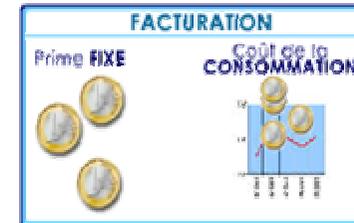
### • **Raccordements au réseau BT**

Monophasé :	$S \leq 18 \text{ kVA}$	}	Tarif bleu
Triphasé :	$S \leq 36 \text{ kVA}$		
Triphasé :	$36 \text{ kVA} \leq S \leq 250 \text{ kVA}$	}	Tarif jaune

## I) Réseau de distribution

### 1.6) Tarification

- Une base fixe → Puissance S (kVA) souscrite.
- Coût énergie consommée.



Domestique professionnel  
36kVA



PME  
250kVA



Industrie Q facturée  
si supérieur à 40% de P

**HP/HC:** *Heure Pleine / Heure Creuse*

→ Réduction de la consommation aux heures de pointes.

**EJP:** *Effacement Jours de Pointe*

→ Réduction des pointes annuelles.



## I) Réseau de distribution

### 1.7) QCM 1:

- UTE signifie:
  - Université Technologique de l'Est
  - Union Technique de l'Electricité
  - Universal Transfert Energie
- Le marquage CE sur un appareil signifie:
  - une norme
  - une marque de conformité
  - le droit de libre circulation dans CEE
- Le marquage NF sur un appareil signifie:
  - une norme
  - une marque de conformité
  - le droit de libre circulation dans CEE




## I) Réseau de distribution

### 1.7) QCM 1:

- UTE signifie:
  - Université Technologique de l'Est
  - Union Technique de l'Electricité
  - Universal Transfert Energie
- Le marquage CE sur un appareil signifie:
  - une norme
  - une marque de conformité
  - le droit de libre circulation dans CEE
- Le marquage NF sur un appareil signifie:
  - une norme
  - une marque de conformité
  - le droit de libre circulation dans CEE



## II) Normes

### 2.1) Définitions:

#### Norme:

Document technique définissant:

- des règles,
- des critères de sécurité,
- les moyens et méthodes pour les contrôler.

#### Conformité:

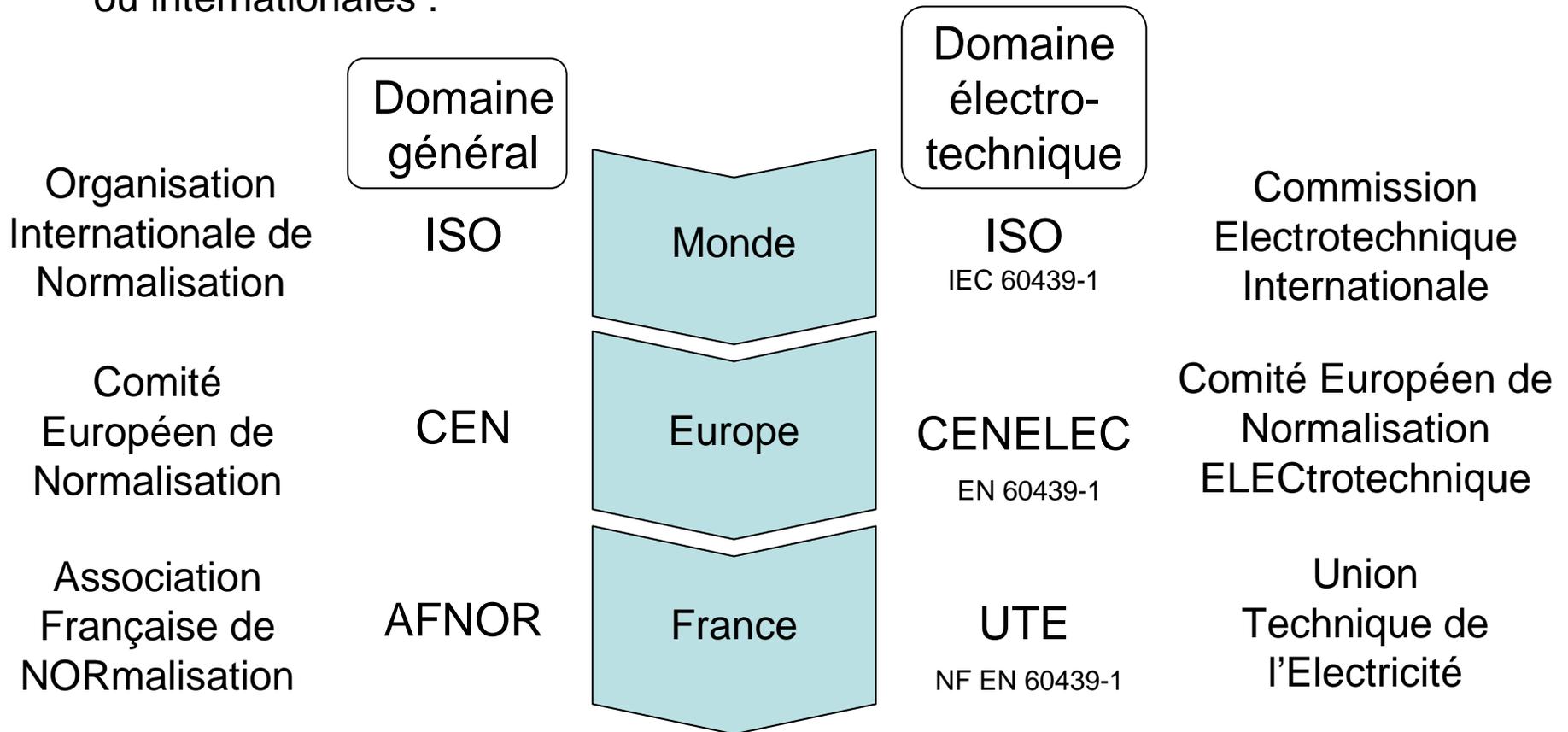
Attestation correspondant à:

- une norme ou à un texte de référence,
- une certification de conformité délivrée par un organisme reconnu.

## II) Normes

### 2.2) Organisations:

Les normes sont préparées par différentes organisations nationales ou internationales :



Une norme internationale peut devenir une norme nationale.

## II) Normes

### 2.3) Conformité:

La marque de conformité est la preuve du respect des normes :

#### Comment prouver une conformité aux normes NF ?

##### **Déclaration:**

Rédigée sous la seule responsabilité du constructeur ou du metteur en œuvre.

Ne garantit pas l'impartialité de la compétence

##### **Certificat:**

Délivré par un organisme accrédité.

Ne garantit pas une qualité de fabrication

##### **Marque NF:**

Délivrée par l'AFNOR.

Garantit la conformité aux normes NF

*Un matériel électrique qui porte la marque de conformité NF ou NF-USE, répond aux règles en matière de sécurité.*

## II) Normes

### 2.3) Conformité:

Quelle différence entre la marque NF et la marque CE ?

**Marque CE**  
obligatoire

- ↪ Droit de libre circulation au sein de la CEE.
- ↪ Garantir le caractère non dangereux du produit et sa «non pollution» et «immunité» électromagnétique.
- ↪ Marquage apposé sous la responsabilité du fabricant ou importateur.

**Marque CE**  
insuffisante

- ↪ Ne signifie pas que le produit est conforme aux normes nationales et internationales.

**Marque NF**  
implique la  
**Marque CE**

- ↪ La marque NF offrent une certification qui intègre les exigences réglementaires du marquage CE.



## II) Normes

### 2.4) Textes réglementaires:

- ↳ Application obligatoire (Journal Officiel).
- ↳ Imposent le règlement et la conformité aux normes.

### Principaux textes réglementaires:

- Protection dans les **bâtiments à usage d'habitation**:  
→ Norme **NFC15-100**.
- Recueil d'instruction générale de **sécurité d'ordre électrique**:  
→ **UTE C18-510**: prescriptions à respecter au cours de la construction, de l'exploitation ou de l'entretien d'ouvrages électriques.
- **Protection des travailleurs**:  
→ **Décret 88-1056**: prescriptions de sécurité auxquelles les employeurs doivent se conformer lors des travaux d'ordre électrique effectués dans les établissements soumis au code du travail.

**Garantir la sécurité est un devoir et une responsabilité !  
En cas d'accident, il faut prouver la conformité aux normes !**



## II) Normes

### 2.5) QCM 2:

- Architecture signifie pour vous:
  - L'organisation structurelle d'une distribution électrique
  - L'art de construire les édifices
  - Organisation des éléments composant un système informatique
  
- TGBT signifie pour vous:
  - Travaux Généraux dans les Bâtiments Tertiaires
  - Tableau Général Basse Tension
  - Tableau général des bâtiments Tertiaires
  
- Distribution radiale arborescente:
  - Organisation d'une installation électrique
  - Plantation d'arbres d'essences variées
  - Unité de mesure d'angle plan





## II) Normes

### 2.5) QCM 2:

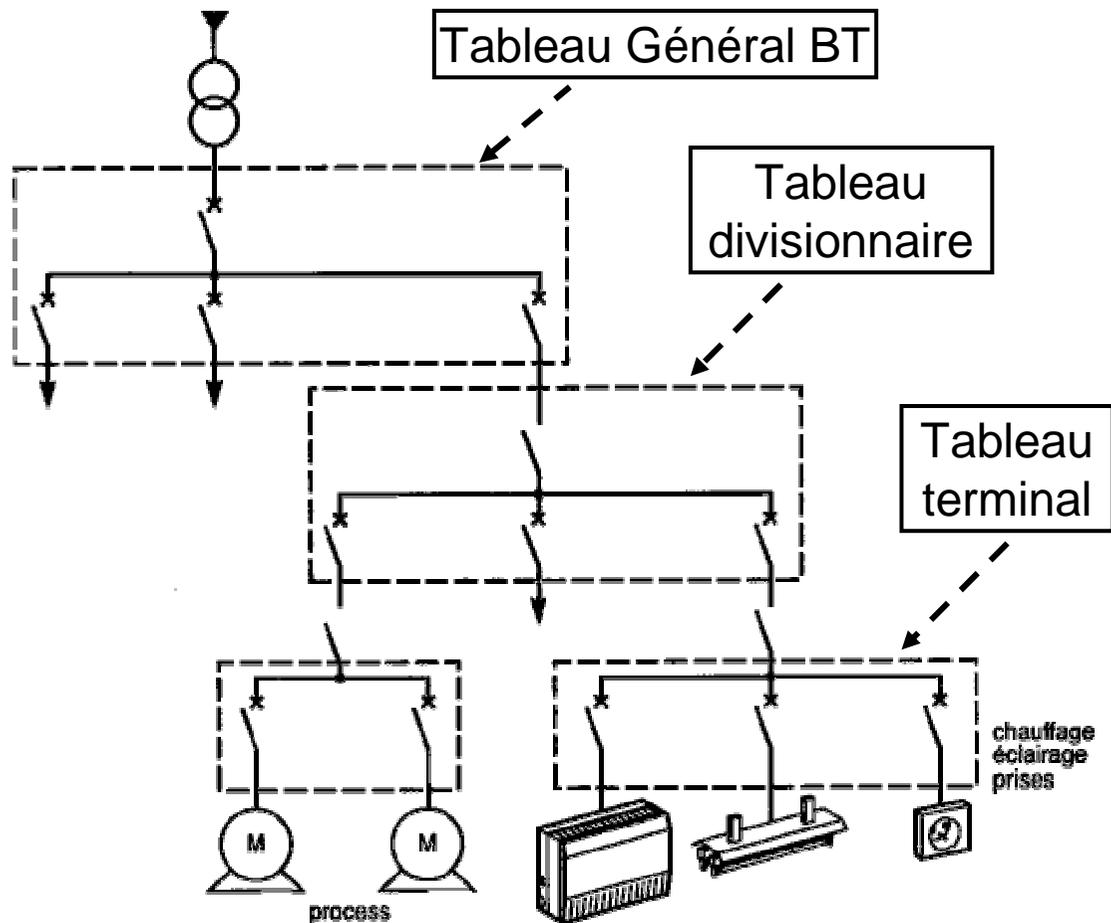
- Architecture signifie pour vous:
  - L'organisation structurelle d'une distribution électrique
  - L'art de construire les édifices
  - Organisation des éléments composant un système informatique
  
- TGBT signifie pour vous:
  - Travaux Généraux dans les Bâtiments Tertiaires
  - Tableau Général Basse Tension
  - Tableau général des bâtiments Tertiaires
  
- Distribution radiale arborescente:
  - Organisation d'une installation électrique
  - Plantation d'arbres d'essences variées
  - Unité de mesure d'angle plan





## III) Distribution BT

### 3.1) Architecture et distribution BT:



#### Avantages:

- ↪ Seul le circuit en défaut est mis hors service;
- ↪ Localisation facile du défaut;
- ↪ Opération d'entretien sans coupure générale;

#### Inconvénients:

- ↪ Un défaut au niveau des départs affecte les niveaux des départs divisionnaires et terminaux.

## III) Distribution BT

### 3.1) Architecture et distribution BT:

Transformateurs

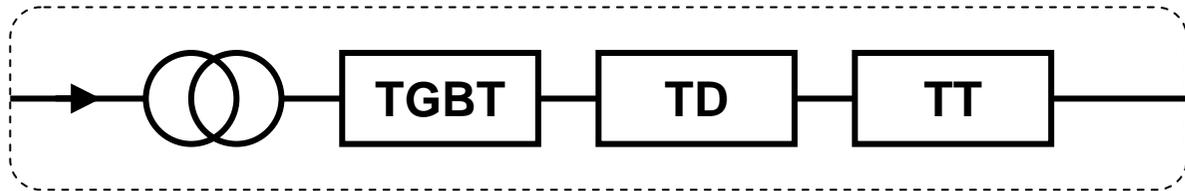


Tableau  
divisionnaire



Tableau divisionnaire



Tableau terminal



Tableau Général BT

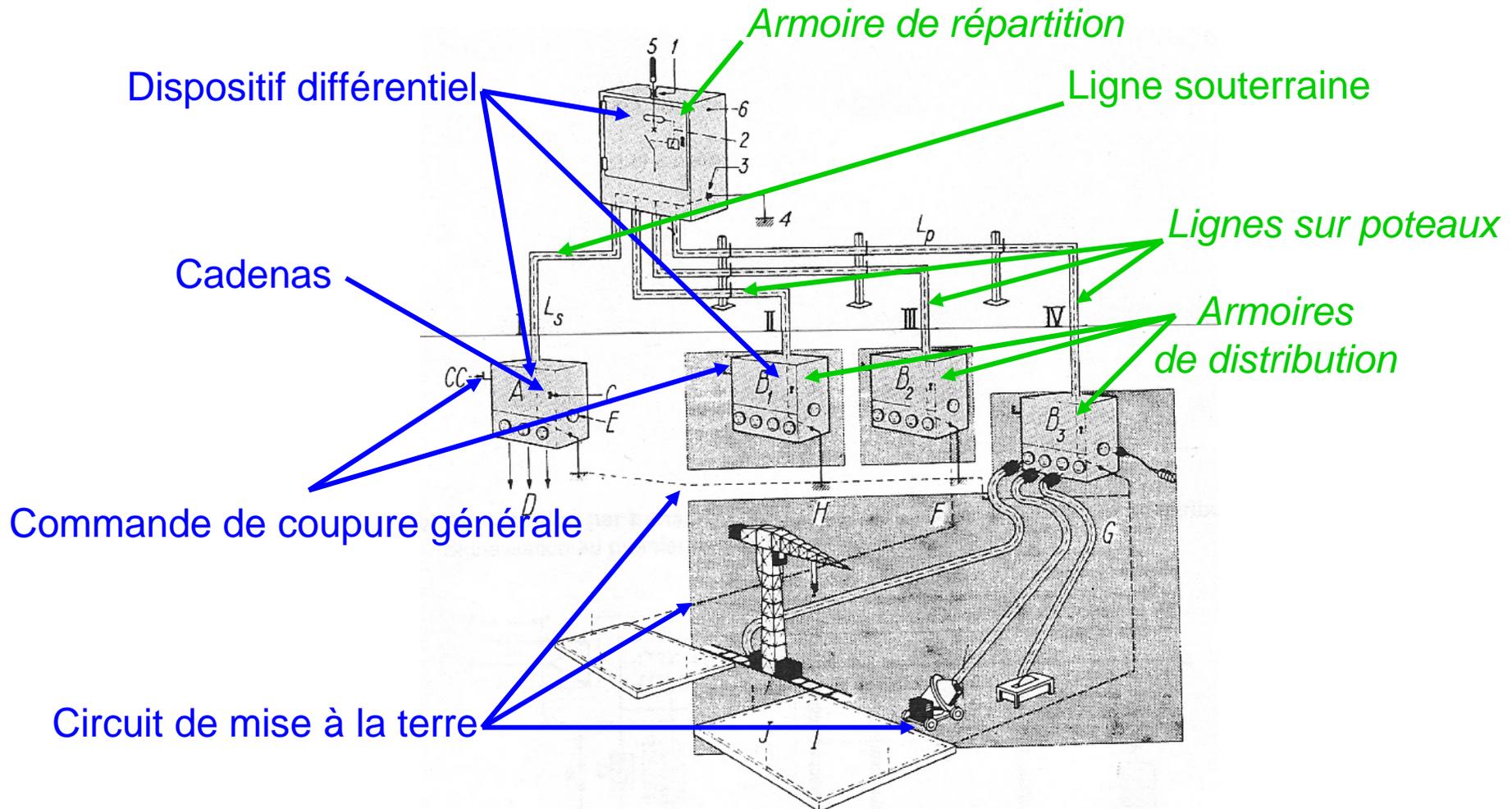


# Distribution



## III) Distribution BT

3.2) Installation électrique pour un chantier extérieur:



## III) Distribution BT

### 3.2) Installation électrique pour un chantier extérieur:

Armoire de répartition



Armoire de distribution



## III) Distribution BT

### 3.3) Application: chantier d'installation de salle omnisport



Coffret de connexion pour le chantier avec protections

Raccordement à l'abonnement existant

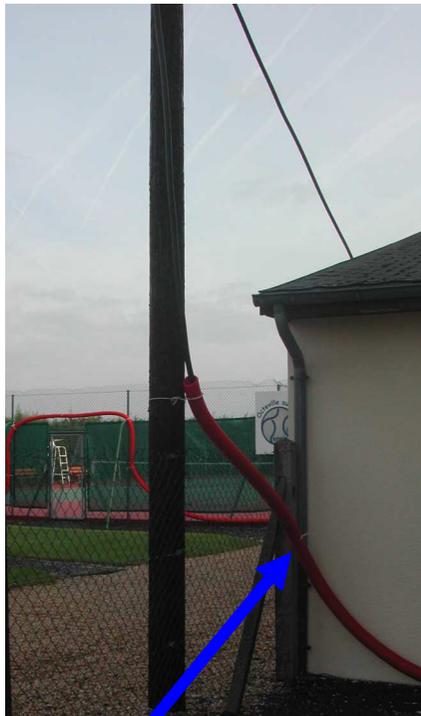
Compteur Tarifaire



Protection de l'installation

## III) Distribution BT

### 3.3) Application: chantier d'installation de salle omnisport



Départ du câble



Contournement d'obstacles



Câble protégé dans une gaine

## III) Distribution BT

### 3.3) Application: chantier d'installation de salle omnisport



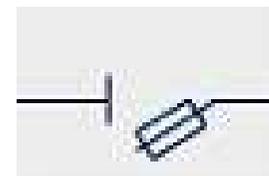
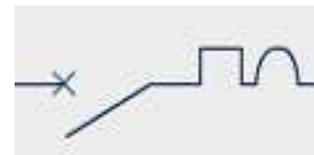




## III) Distribution BT

### 3.4) QCM 3:

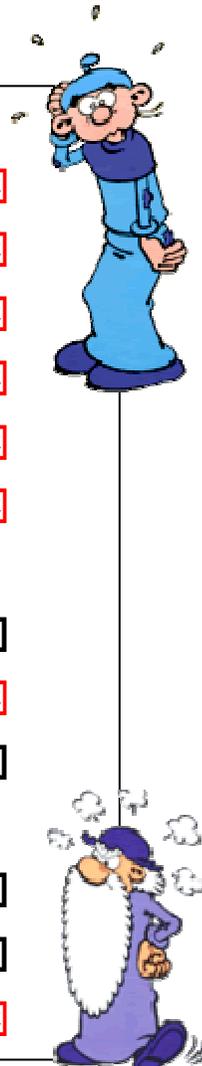
- Un schéma électrique comporte :
  - Les liaisons et connexions électriques
  - Les composants et appareils de l'installation
  - Le fonctionnement de l'installation
  - Des symboles
  - Des traits
  - Des repères
- Ce symbole représente:
  - Un Interrupteur différentiel
  - Un Disjoncteur magnétothermique
  - Un dessin humoristique
- Ce symbole représente:
  - Un Interrupteur différentiel
  - Un Disjoncteur magnétothermique
  - Un fusible sectionneur



- 
- 
- 
- 
- 
- 

- 
- 
- 

- 
- 
- 





## IV) Schémas

### 4.1) Schéma électrique

Permet de repérer et identifier:

- les liaisons et connexions électriques,
- les composants et appareils de l'installation,
- le fonctionnement de l'installation.

Comporte une signalisation normalisée:

→ des symboles:

- \* éléments d'équipements,
- \* machines,
- \* appareils;

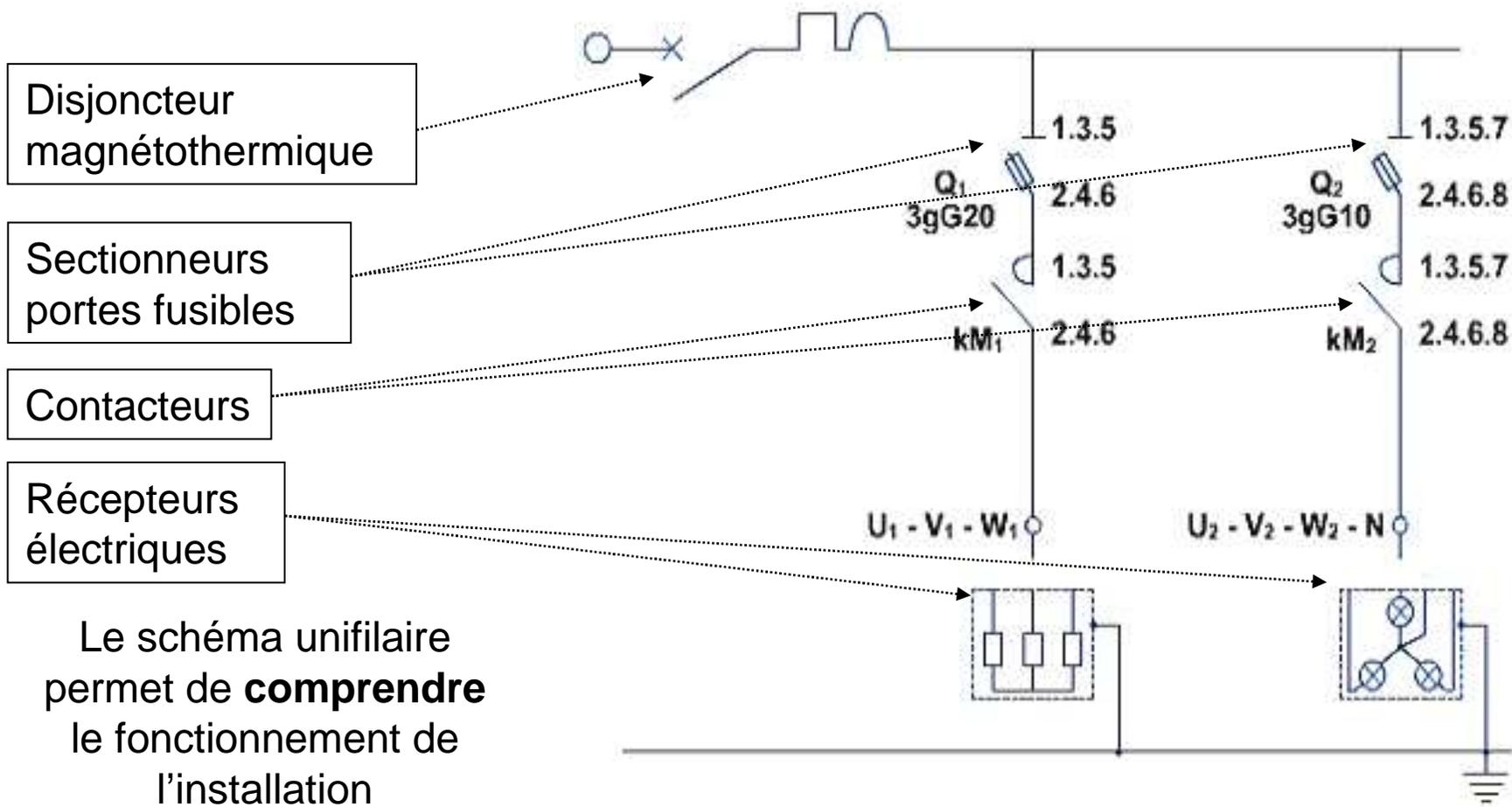
→ des traits:

- \* discontinus: liaisons mécaniques,
- \* continus: liaisons électriques,
- \* mixtes: liaisons électro-mécaniques.

→ des repères: identification des appareils, des conducteurs.

## IV) Schémas

### 4.2) Schéma unifilaire



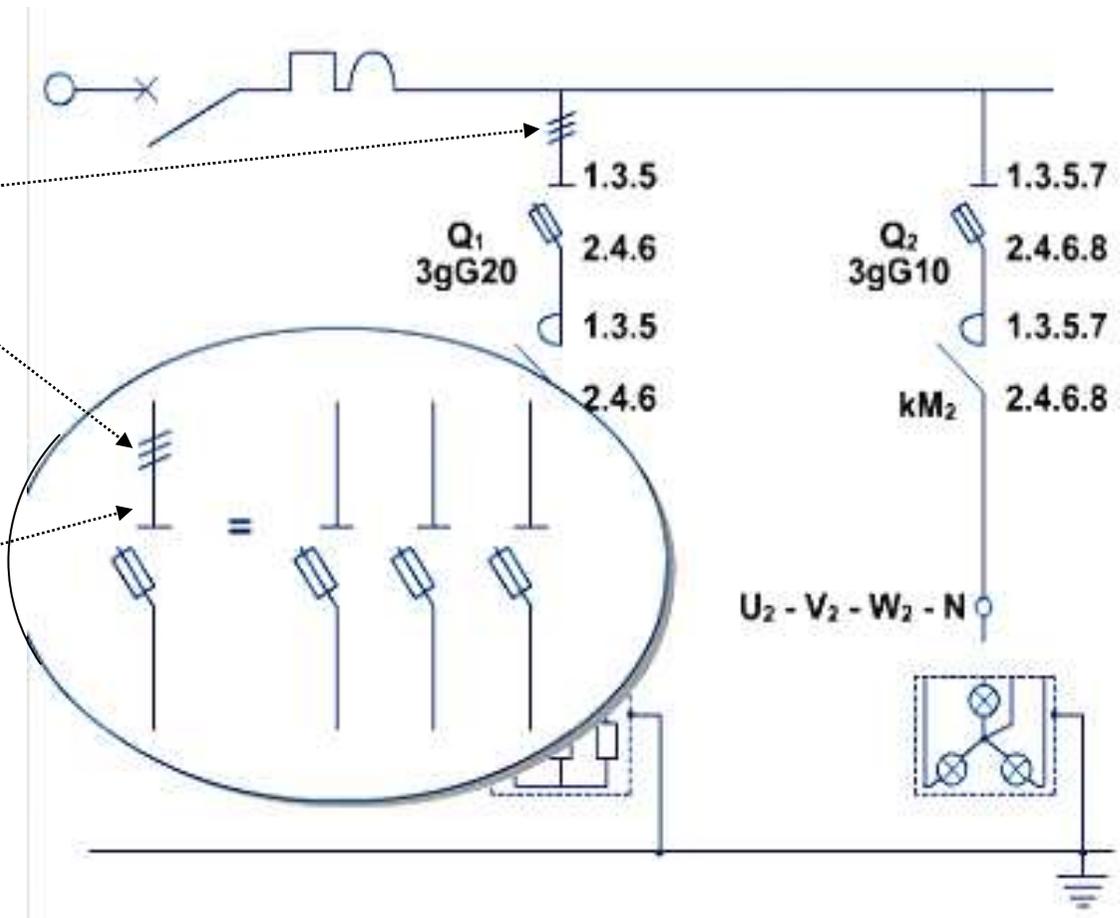


## IV) Schémas

### 4.2) Schéma unifilaire

Nombre réel de conducteur et leur nature

En distribution triphasé un seul conducteur est tracé.

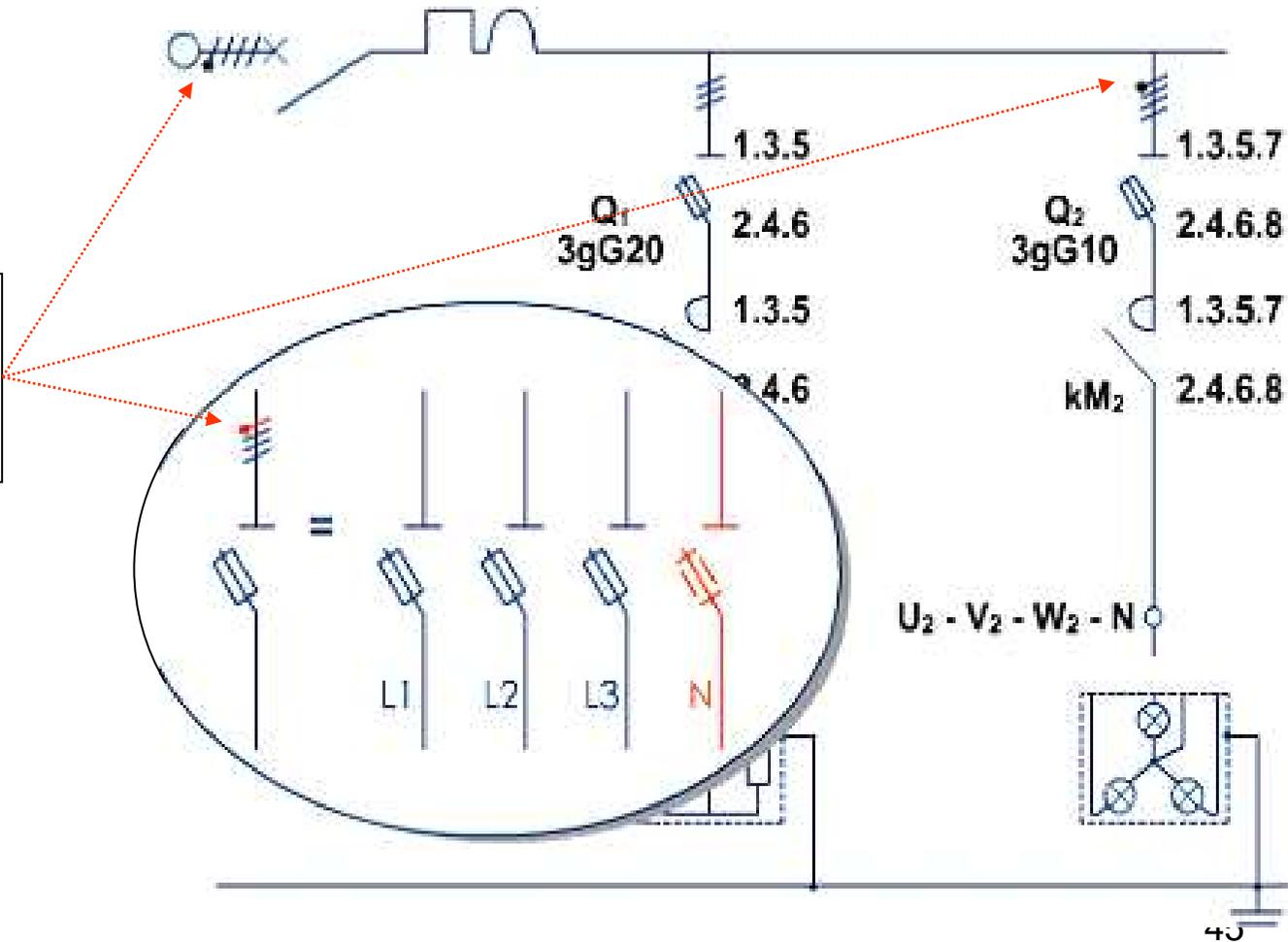




## IV) Schémas

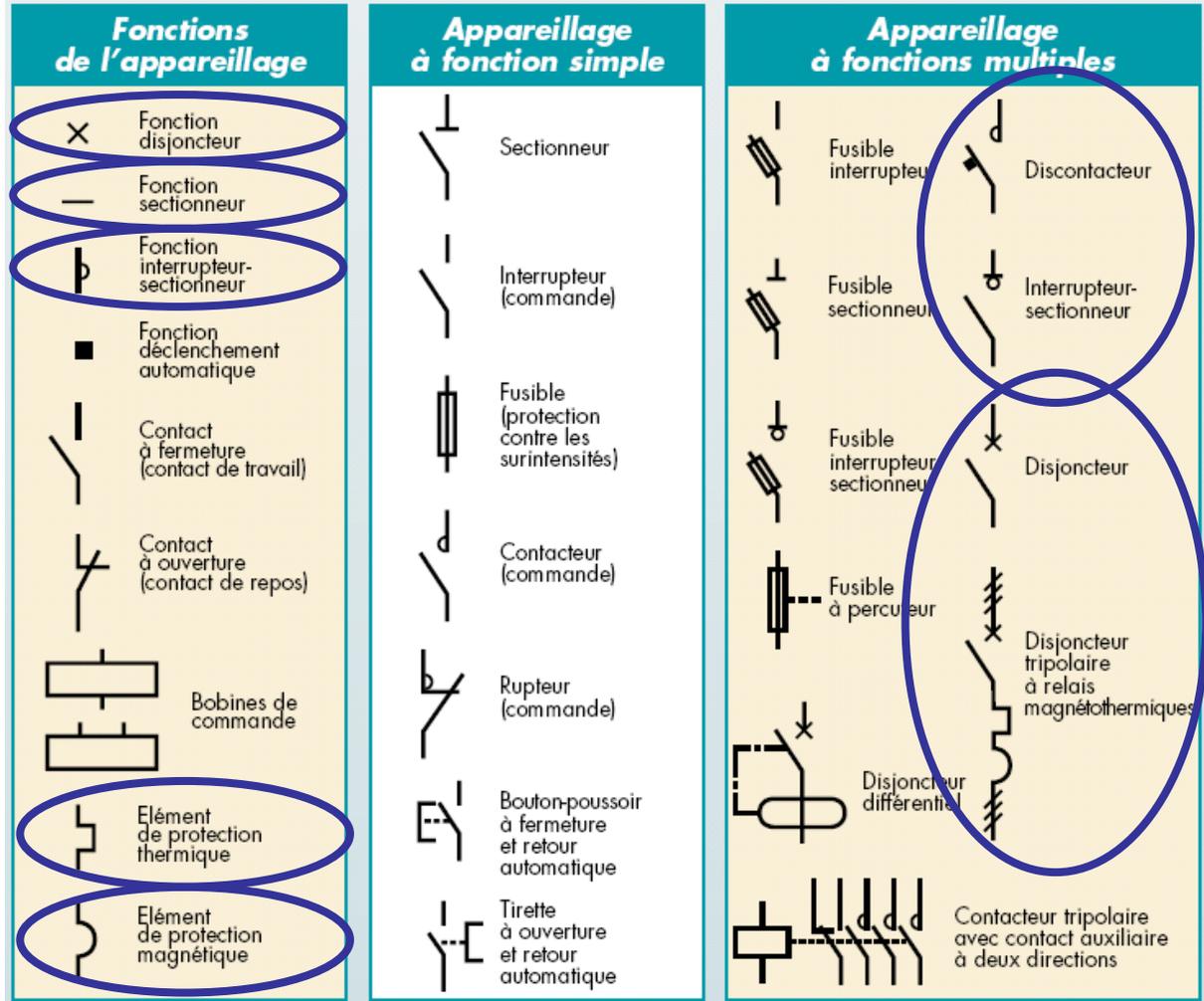
### 4.2) Schéma unifilaire

Le conducteur neutre a son propre symbole



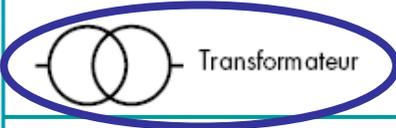
## IV) Schémas

### 4.3) Principaux symboles électriques



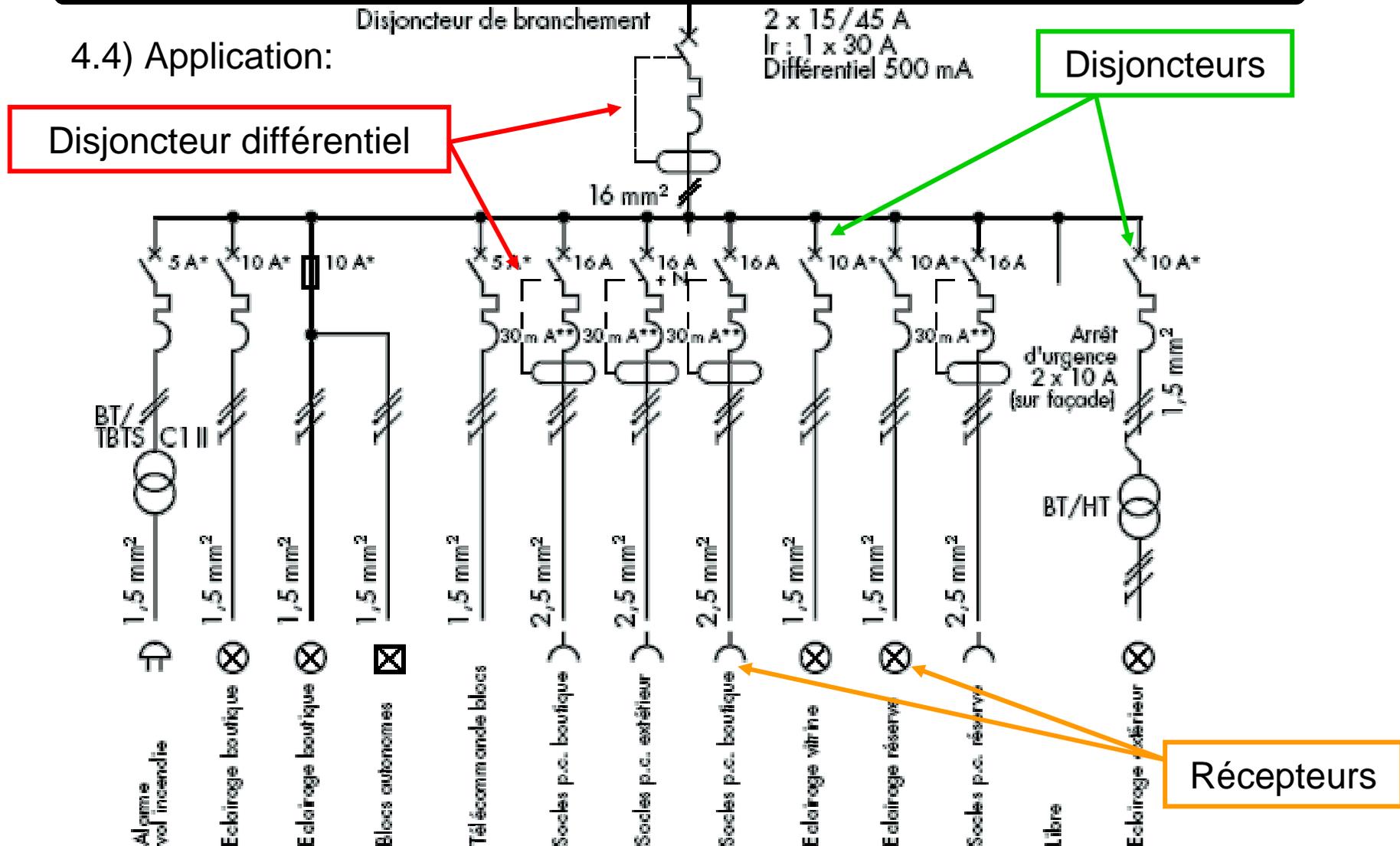
## IV) Schémas

### 4.3) Principaux symboles électriques

APPAREILS DE PRODUCTION ET TRANSFORMATION	APPAREILS DE MESURE	CANALISATIONS	APPAREILS D'UTILISATION
 Générateur   Batterie de piles ou accus   Transformateur   Transformateur triphasé triangle/étoile	<p style="text-align: center; background-color: #008080; color: white; margin: 0;"><b>Indicateurs</b></p>  Voltmètre   Ampèremètre   Wattmètre   Varmètre   Fréquencemètre	 Conducteur de phase   Neutre   De protection (terre)   5 conducteurs (3 P + N + T)   Connexion borne   Connexion barrette	 Lampe d'éclairage (symbole général)   Tube à fluorescence   Moteur   Sonnerie   Résistance   Condensateur

## IV) Schémas

### 4.4) Application:



## IV) Schémas

### 4.4) Application:

Disjoncteurs différentiels

