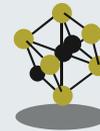
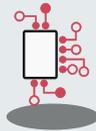
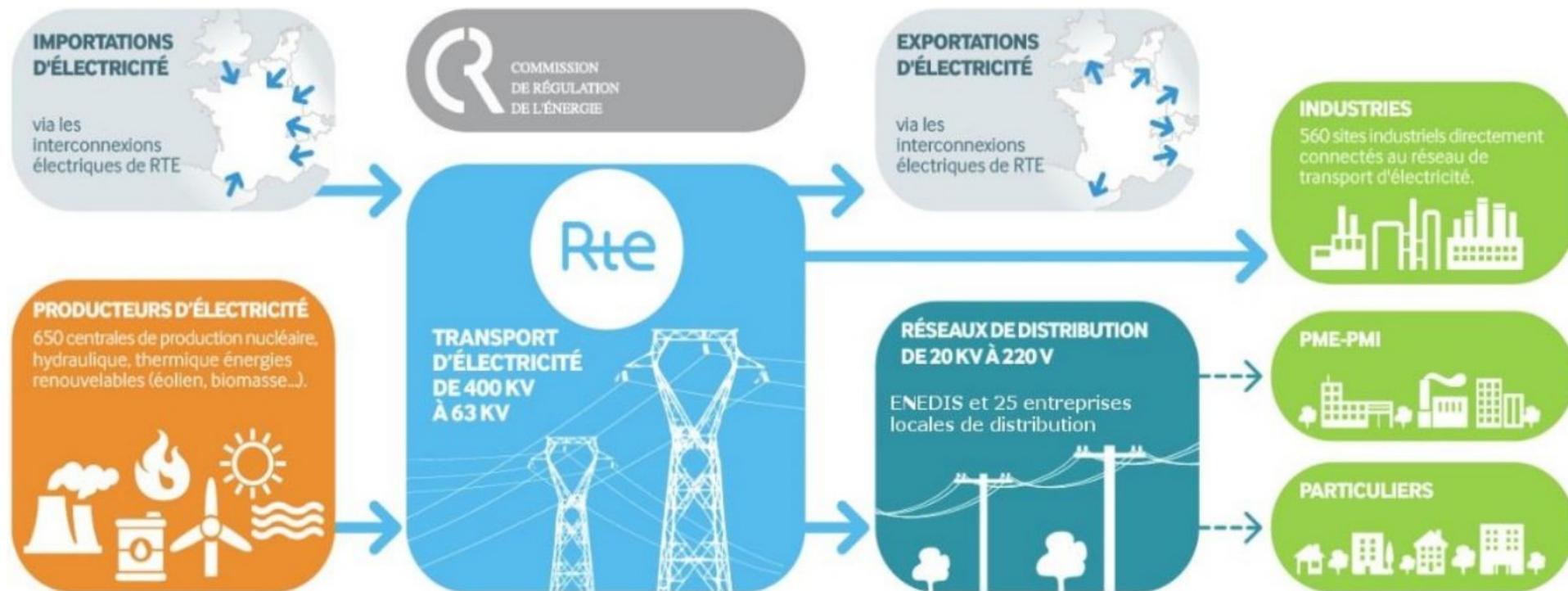


Chapitre 3

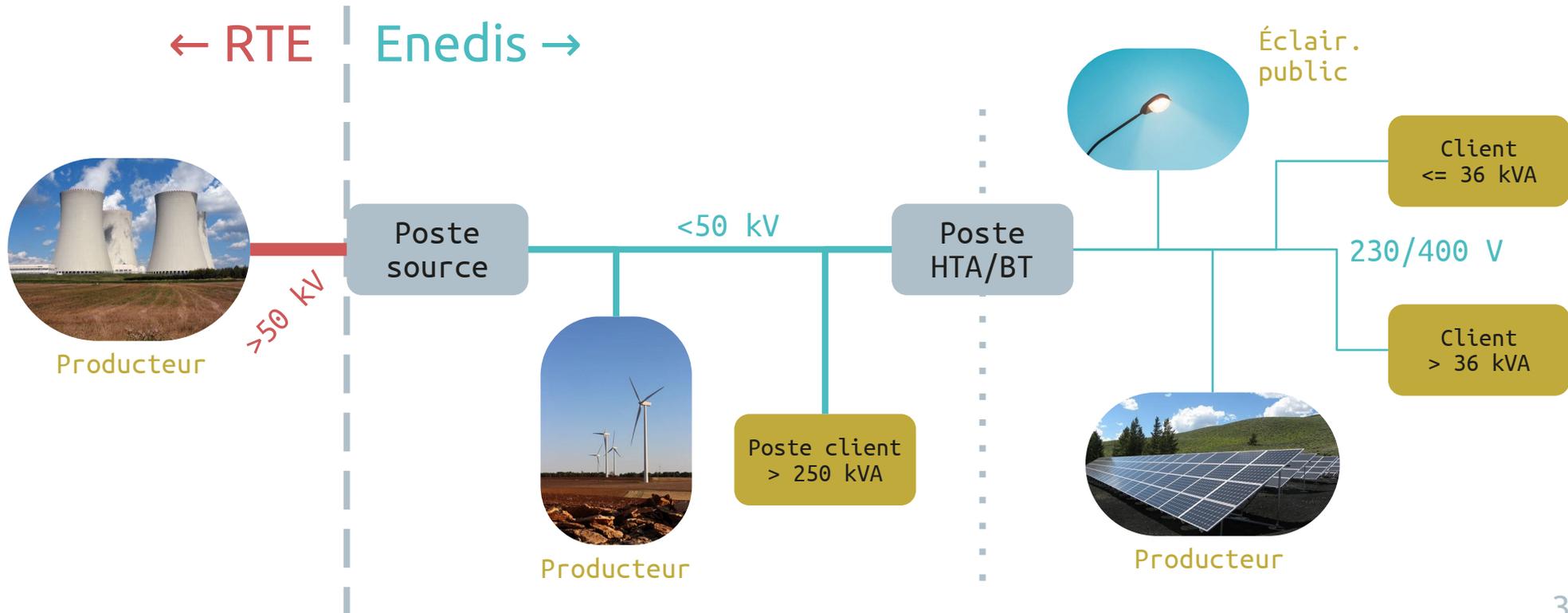
Transport et Distribution



Du producteur au consommateur : les intermédiaires



Plusieurs acteurs sont présents sur le réseau électrique français.



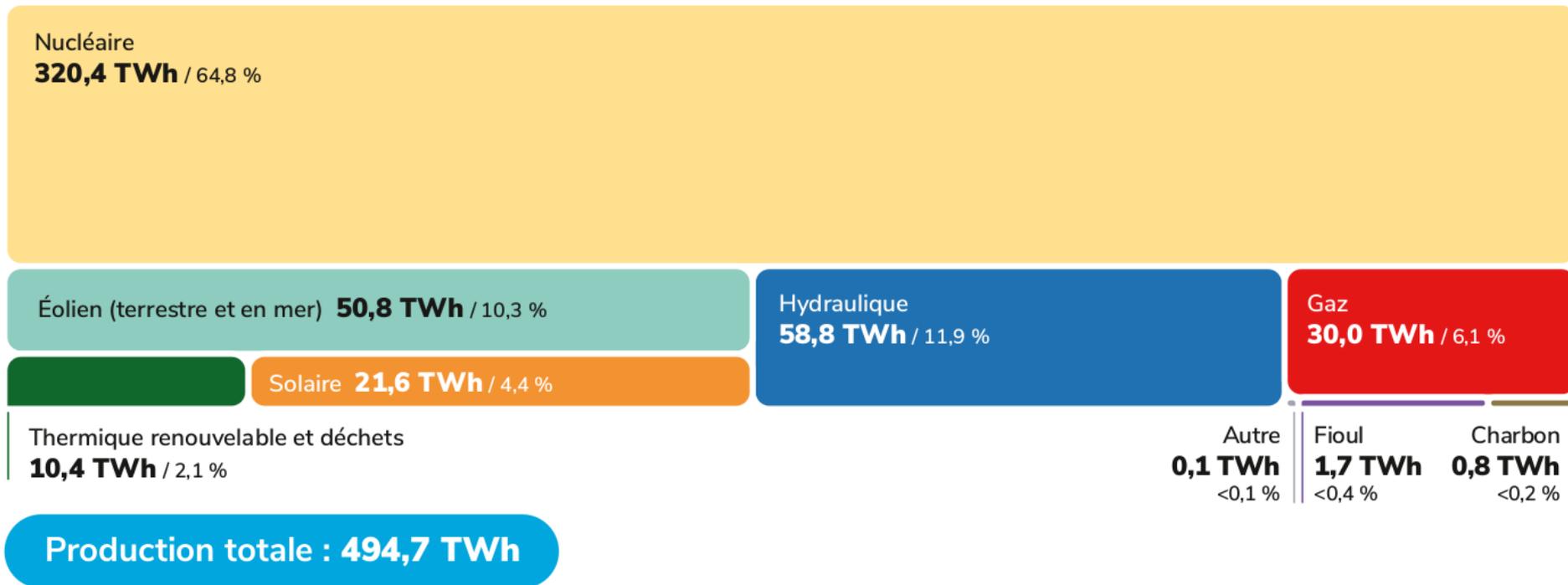
La production d'électricité en France est assurée par des entreprises et particuliers.

La très grande partie de la production française est réalisée par EDF.

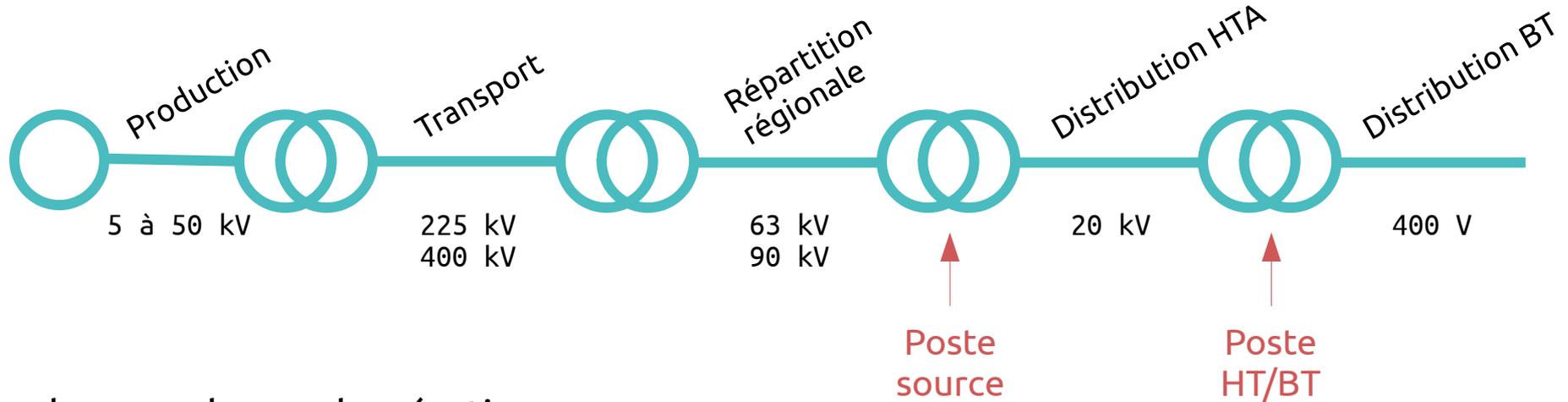


Production d'électricité

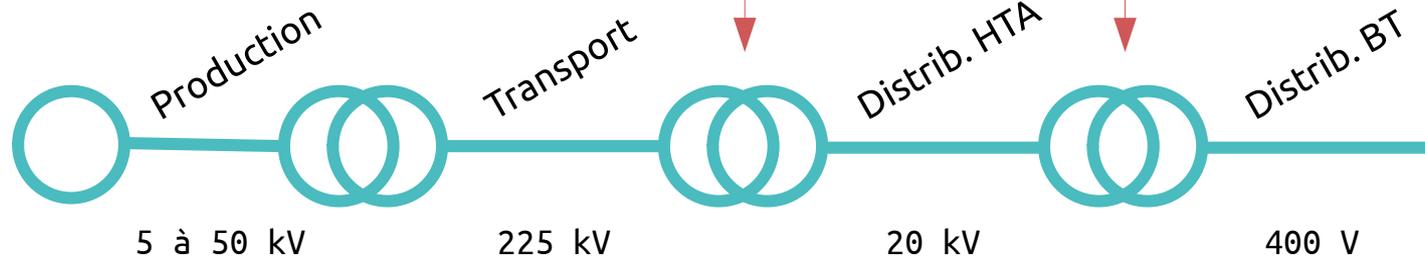
Figure 2.3 : Production totale d'électricité en France en 2023 et répartition par filière



Sur de longues distances



Cas des grandes agglomérations



Niveaux de tension

Les niveaux de tension sont définis par les normes NF C 15-100 et NF C 13-200.

		Courant alternatif	Courant continu	Valeurs usuelles En France
Très Basse Tension	TBT	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 120 \text{ V}$	12 – 24 – 48 V
Basse Tension	BT	$50 \text{ V} < U_n \leq 1 \text{ kV}$	$120 \text{ V} < U_n \leq 1,5 \text{ kV}$	230 – 380 – 400 V
Haute Tension	HTA	$1 \text{ kV} < U_n \leq 50 \text{ kV}$	$1,5 \text{ kV} < U_n \leq 75 \text{ kV}$	5,5 – 6,6 – 10 – 15 – 20 – 36 kV
	HTB	$U_n > 50 \text{ kV}$	$U_n > 75 \text{ kV}$	63 – 90 – 150 – 225 – 400 kV

La gestion du réseau électrique est confiée à deux entités distinctes.

RTE (Réseau de Transport de l'Électricité) assure le **transport** sur le **réseau HTB** (de 63 kV à 400 kV).



Enedis assure la **distribution** aux consommateurs sur les réseaux **HTA** (< 50 kV) et **BT** (230 V et 400 V).

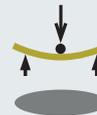
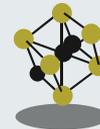
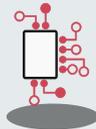
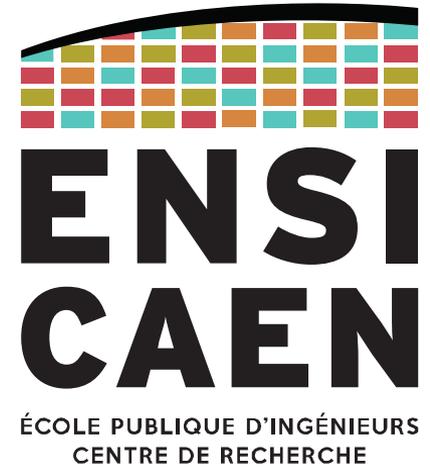


Ces deux entreprises sont des filiales d'**EDF** (Électricité De France).



Note : nous ne parlerons pas dans ce cours des fournisseurs d'électricité qui assurent la facturation au client, sans *forcément* gérer la production ni la distribution. Disons simplement que ce marché est ouvert depuis 2007 et les acteurs aujourd'hui nombreux.

TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ





RTE (Réseau de Transport d'Électricité) est le garant du transport de l'énergie électrique en France.

L'électricité provient des gros producteurs nationaux (centrales) ou de ses homologues étrangers. L'énergie se dirige ensuite vers le réseau de distribution (géré par Enedis).

Derrière la "simple" consigne de transport de l'électricité sous haute tension, RTE se doit de garantir l'équilibre entre production et consommation d'électricité au niveau de la France métropolitaine afin de prévenir les black-outs.

Schéma simplifié du réseau de transport géré par RTE.

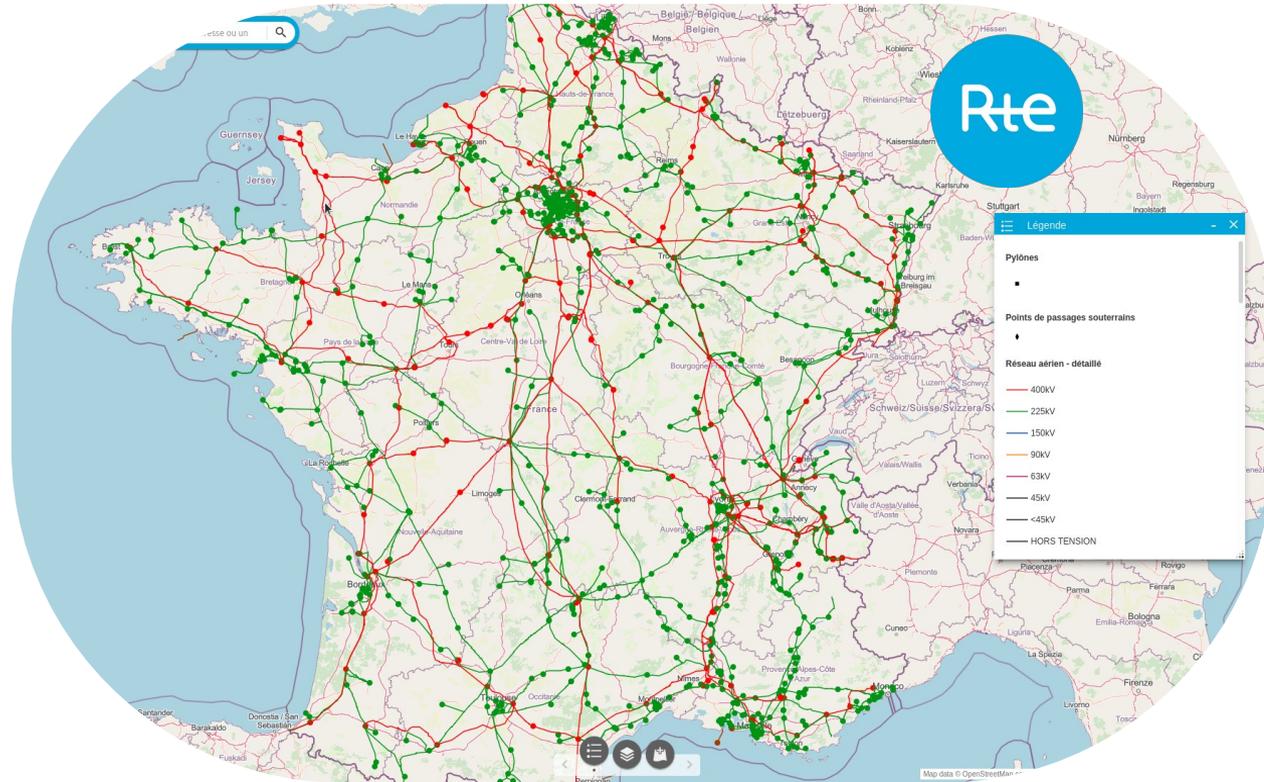
Le **réseau d'interconnexion nationale** se charge de récupérer l'énergie fournie par les producteurs mais aussi des échanges avec les nations voisines.

C'est un réseau maillé.

Les **réseaux d'interconnexion régionale** sont au nombre de 7 fait l'intermédiaire entre le réseau d'interconnexion nationale et le réseau de distribution Enedis, permettant de jouer plus finement sur les producteurs et consommateurs.



Réseau de transport 225 kV et 400 kV

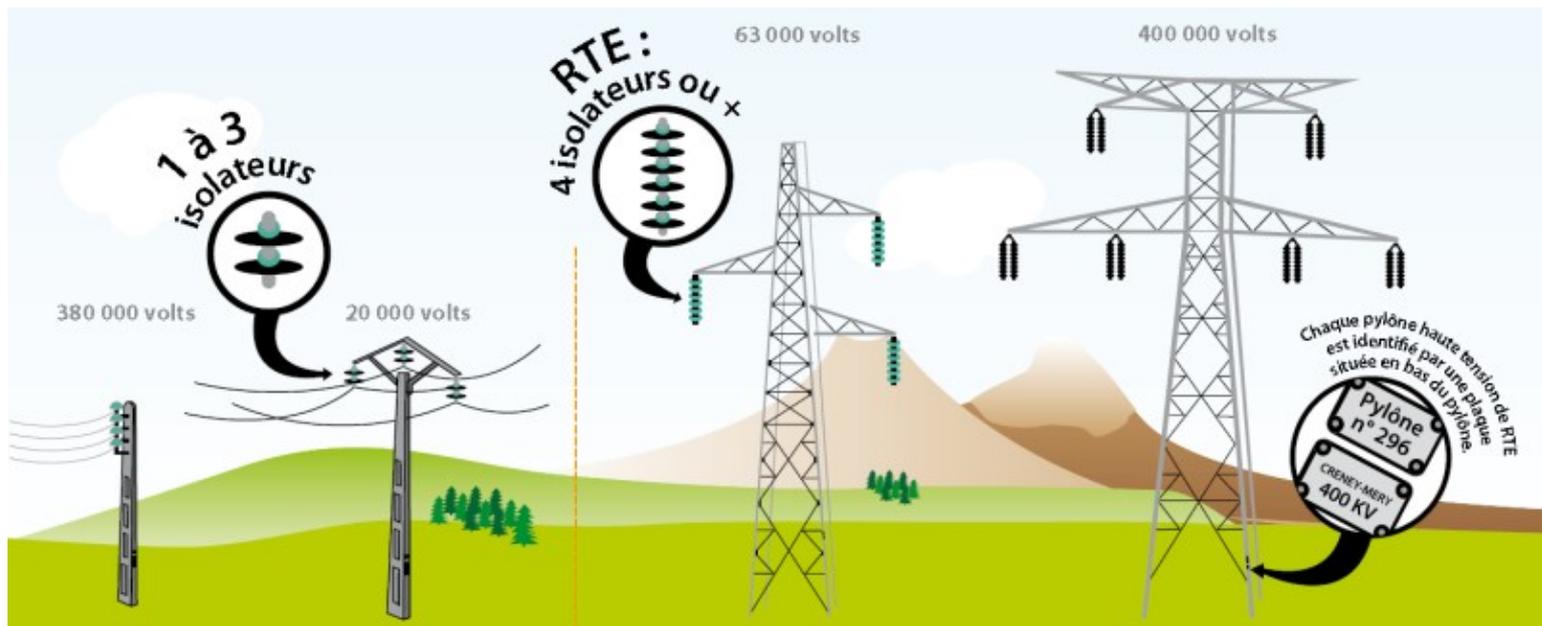


Réseau de transport

Comment reconnaître le réseau en fonction des lignes ?

Plus la tension de ligne est élevée, plus les pylônes sont hauts : jusqu'à 90 m pour une ligne de 400 kV !

Les lignes BT (230 V) et HTA (~ 20 kV) sont plutôt en bois ou béton, et mesurent entre 10 et 14 m.



Source :
Pascal Zugaj,
Enedis (2017)

Poste d'interconnexion
à la frontière avec le
Royaume-Uni.

Les Mandarins, Pas de Calais.

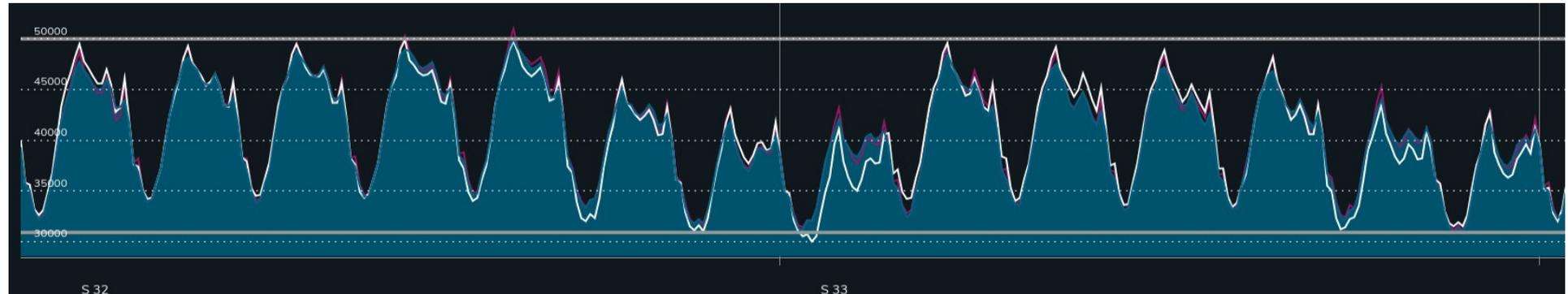
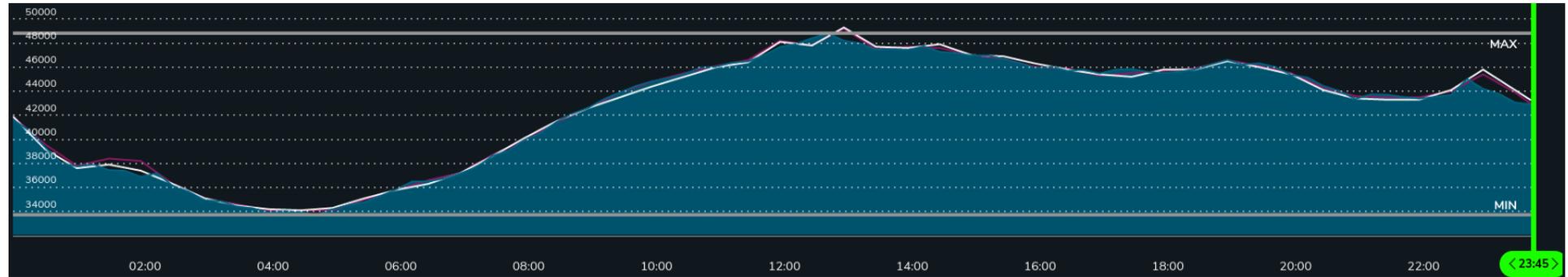
Le poste est relié au
réseau d'interconnexion
nationale (400 kV).

YouTube :

Un convertisseur AC/DC de 320 000V ?
Visite de la ligne HVDC France – Italie avec
RTE !



Observons la consommation électrique nationale et son allure très caractéristique.



Consommation nationale au mardi 09/08/2022 et du 08/08 au 21/08/2022.

<https://www.rte-france.com/eco2mix/synthese-des-donnees?type=consommation>

TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ

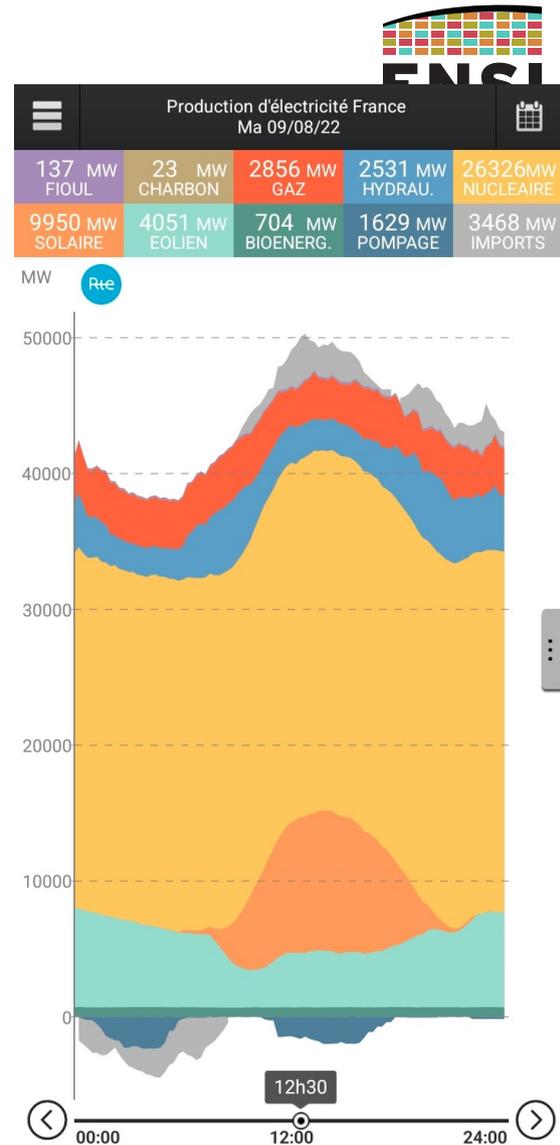
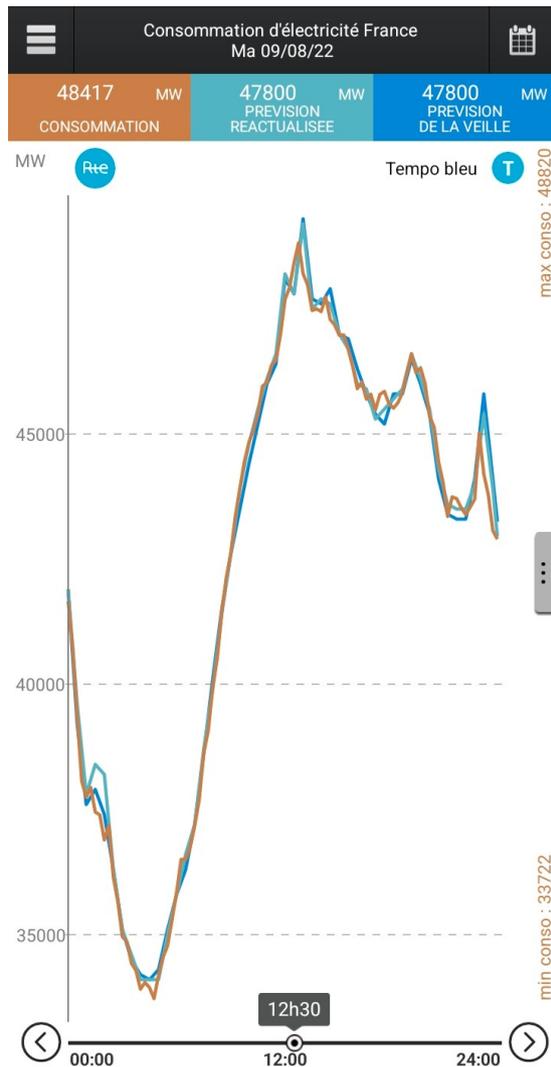
Ajuster production et consommation

RTE se doit notamment d'assurer l'**équilibre strict** entre production et consommation, sachant que l'un est l'autre varient !

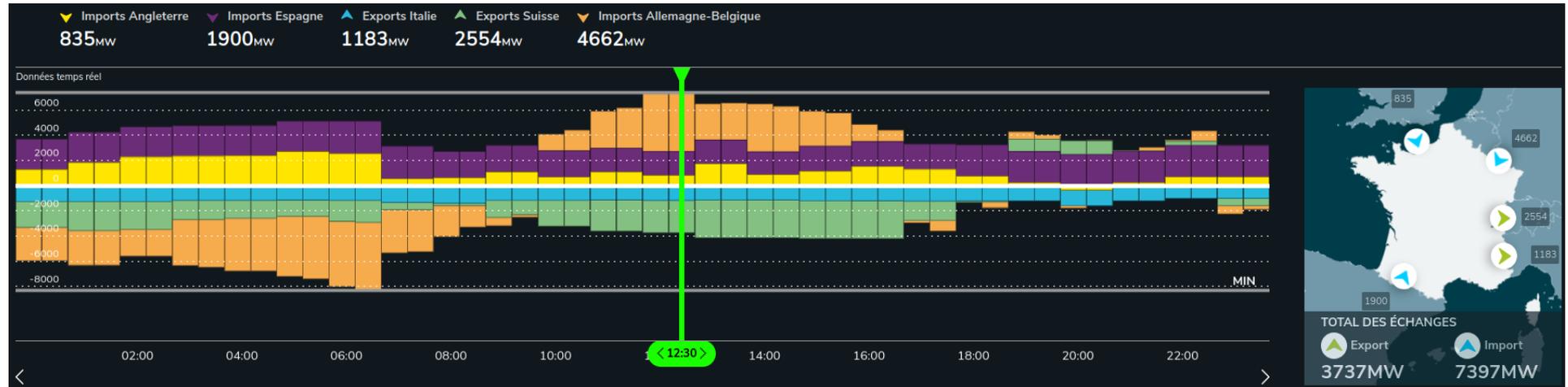
Parc installé au 01/06/2022

 Nucléaire	61370 MW
 Charbon	1818 MW
 Fioul	2890 MW
 Gaz	12752 MW
 Hydraulique	25504 MW
 Éolien	19099 MW
 Solaire	13612 MW
 Bioénergies	2234 MW

Parc installé (potentiel de production),
consommation et production au 09/08/2022.
Source : application eCO2mix (Android et iOS)



Pour ce faire, RTE peut échanger l'énergie électrique avec les pays frontaliers, bien évidemment de le cadre d'accord commerciaux.



Échanges commerciaux aux frontières au mardi 09/08/2022.

<https://www.rte-france.com/eco2mix/synthese-des-donnees?type=consommation>

TRANSPORT DE L'ÉLECTRICITÉ

Centre de contrôle du réseau électrique

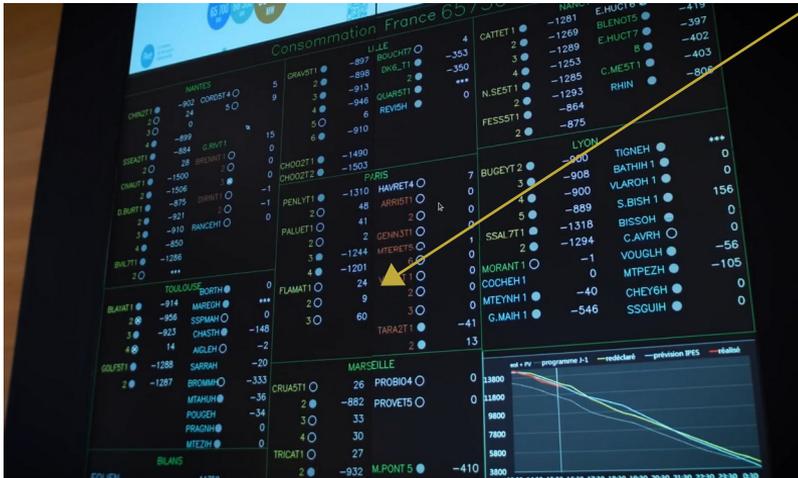


Centre de contrôle



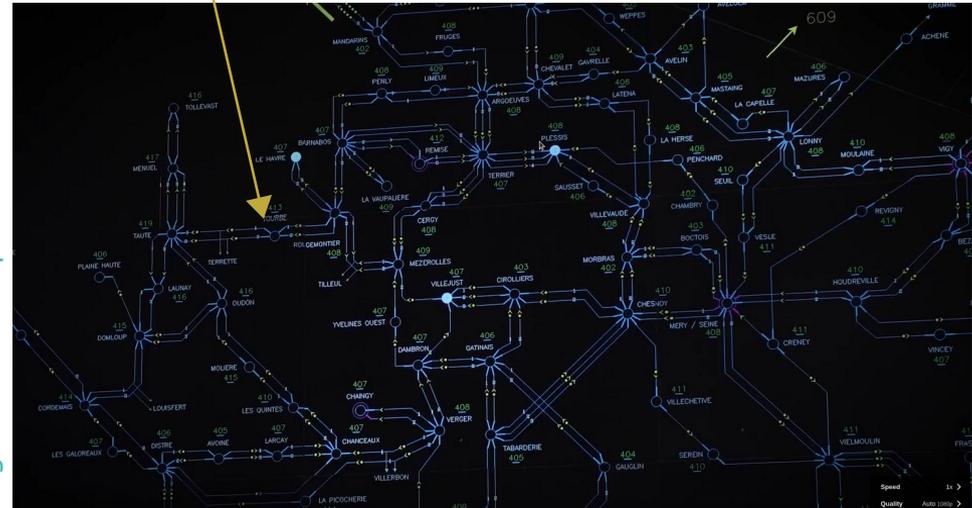
Fréquence du réseau

Flamanville
(à l'arrêt) Tourbe
(Sequeville)



Unités de production

Lignes de transport 400 kV



Résister au black-out

En cas de difficulté à assurer l'équilibre, RTE dispose de certaines marges de manoeuvre avant le black-out complet :

- Activation des réserves primaires (niveau européen)
 - Les centrales ne fonctionnent jamais à 100%, elles ont donc une petite de marge pour les demandes brèves
- Activation des réserves secondaires et tertiaires (niveau national)
 - Centrales nationales activées automatiquement (secondaires) ou manuellement par RTE (tertiaires)
- Interruptibilité des 22 plus gros industriels français
 - Contrat entre industriel et RTE, pouvant réduire la consommation de 1500 MW (~ 1,5 réacteur nucléaire)
- Baisser de quelques % la tension du réseau (max 2h)
- Délestage des consommateurs répartis en 5 échelons

Résister au black-out : délestage

Les consommateurs sont répartis en 5 échelons, représentant chacun ~20% de la conso.

Le schéma de délestage (donc de coupure) des échelons se fait de manière automatique en fonction de la fréquence du réseau.

L'échelon 5 ne sera jamais coupé volontairement, il contient les services prioritaires tels que les hôpitaux.

Tableau « Organisation des Réseaux de Distribution en Schéma Normal d'Exploitation »

Regroupement des Départs HTA	Echelon 1		Echelon 2		Echelon 3		Echelon 4	Echelon 5
½ échelon	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2		
Puissance appelée en % de la puissance totale HTA à la pointe d'hiver	20		20		20		20	20
	10	10	10	10	10	10		
Affectation des clients prioritaires et de la liste (arrêté du 5 juillet 1990) et production HTA départ dédié							Liste supplémentaire	Service Prioritaire départ dédié à la Production HTA
Cas Exceptionnels					Quelques usagers Liste supplémentaire	Quelques usagers Service prioritaire		
Délestage fréquentométrique	49 Hz		48,5 Hz		48 Hz		47,5 Hz	Non délestable

En cas de délestage, un roulement est mis en oeuvre entre les différentes zones géographiques afin d'impacter le moins longtemps possible chaque zone.

Si la fréquence baisse en dessous de 47 Hz, les centrales se coupent automatiquement et le pays est coupé : c'est le black-out.

RTE surveille de près l'équilibre de cet hiver

RTE annonce un risque fort de déséquilibre entre production et consommation pour l'hiver 2022-2023.

Causes :

- Crise du gaz (ayant débuté avant l'invasion de l'Ukraine, ayant empiré depuis)
- Le parc nucléaire national est à mi-puissance
 - Les centrales nucléaires sont souvent arrêtées l'été (révisions, ...), mais la proportion est toutefois inhabituelle
 - RTE estime la production nucléaire de cette année à 280-300 TW·h, contre 400 TW·h il y a 10 ans
- Sécheresse → difficulté à assurer une production hydraulique, deuxième source de production nationale

Le Monde, "Y aura-t-il un blackout cet hiver ?"
<https://www.youtube.com/watch?v=Ut6kjMs29gE>

Source : RTE, 14/09/2022
Perspectives pour le système électrique pour l'automne et l'hiver 2022-2023
www.rte-france.com/actualites/previsions-systeme-electrique-hiver-2022-2023

RTE surveille de près l'équilibre de cet hiver

RTE annonce un risque fort de déséquilibre entre production et consommation pour l'hiver 2022-2023.

Conséquences :

- RTE a publié un rapport le 14/09/2022 dans lequel le gestionnaire détaille plusieurs scénarii sur l'équilibre offre-demande en électricité.
- *"La période de vigilance sur la sécurité d'approvisionnement électrique commence de manière exceptionnelle à l'automne et s'étend désormais sur plusieurs mois"*
- RTE mise sur une réduction de la consommation nationale de 5 % à 15 % pour éviter les coupures
- RTE élargit son dispositif **EcoWatt** pour alerter la population, les entreprises et les collectivités

Source : RTE, 14/09/2022

Perspectives pour le système électrique pour l'automne et l'hiver 2022-2023

www.rte-france.com/actualites/previsions-systeme-electrique-hiver-2022-2023

Scenarii pour l'hiver 2022-2023.

Variables :

Nombre de centrales nucléaires réactivées
(RTE plus "prudent" que EDF)

Rigueur de l'hiver
(-1°C en hiver ≈ +2400 MW de consommation)

En aucun cas le black-out (perte de la maîtrise du réseau) n'est envisagé.

Source : RTE, 14/09/2022
Perspectives pour le système électrique pour l'automne et l'hiver 2022-2023
www.rte-france.com/actualites/previsions-systeme-electrique-hiver-2022-2023

Exemples de configurations météo		Scénario haut (vision haute sur le nucléaire)	Scénario intermédiaire (avec prudenances sur le nucléaire et les capacités d'imports)		Scénario dégradé (limitation des échanges électriques et tensions sur le gaz)
			Cas de base	Variante sobriété	
Hiver chaud (type 2019-2020)	Pas de recours aux moyens de sauvegarde ✓ Ecowatt : ● 0 activation	Pas de recours aux moyens de sauvegarde ✓ Ecowatt : ● 0 activation	Pas de recours aux moyens de sauvegarde ✓ Ecowatt : ● 0 activation	Recours aux moyens de sauvegarde ✗ Ecowatt : ● 4-7 activations	
Médiane des simulations météo	Pas de recours aux moyens de sauvegarde ✓ Ecowatt : ● 0 activation	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 0-2 activations	Pas de recours aux moyens de sauvegarde ✓ Ecowatt : ● 0 activation	Recours aux moyens de sauvegarde ✗ Ecowatt : ● 6-12 activations	
Hiver froid (type 2012-2013)	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 0-1 activation	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 1-2 activations	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 0-1 activation	Recours aux moyens de sauvegarde ✗ Ecowatt : ● 12-20 activations	
Hiver très froid (type 2010-2011)	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 1-3 activations	Recours aux moyens de sauvegarde ✗ Ecowatt : ● 3-6 activations	Recours aux moyens de sauvegarde ! Ecowatt : ● 1-3 activations	Recours aux moyens de sauvegarde ✗ Ecowatt : ● 20-28 activations	

✓ Pas d'activation des moyens de sauvegarde

! Recours possibles aux moyens de sauvegarde sur quelques heures au maximum

✗ Multiples recours aux moyens de sauvegarde

✗ Recours très fréquent aux moyens de sauvegarde

Les signaux EcoWatt

www.monecowatt.fr

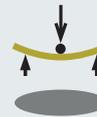
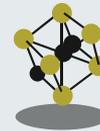
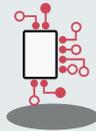
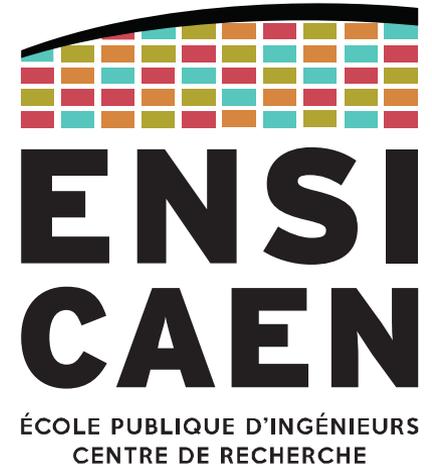


- **EcoWatt vert :** consommation normale
- **EcoWatt orange :** consommation élevée et réseau tendu, éco gestes appréciés
- **EcoWatt rouge :** réseau très tendu et coupures inévitables

Coupures :

- En premier lieu, dispositif d'interruptibilité (industriels sous contrat avec RTE)
- Ensuite, délestages programmés (particuliers) jusqu'à 2h sur une zone limitée.

POSTE SOURCE



Les postes sources sont à l'interface du réseau de transport et du réseau de distribution. Ils sont gérés par le distributeur Enedis.

Ils convertissent les tensions du réseau de transport (63, 90 ou 225 kV) en tension adaptée à la distribution (20 kV).



Le poste source contribue :

- À la mesure des flux d'énergie (équipements de comptage d'énergie) ;
- Au changement tarifaire par la commande centralisée (175 Hz) ;
- À la sûreté du réseau de transport via le système de délestage ;
- À la qualité et à la continuité de l'alimentation électrique par les systèmes de ré-enclenchement automatiques, de réglage de la tension et de compensation de l'énergie réactive.

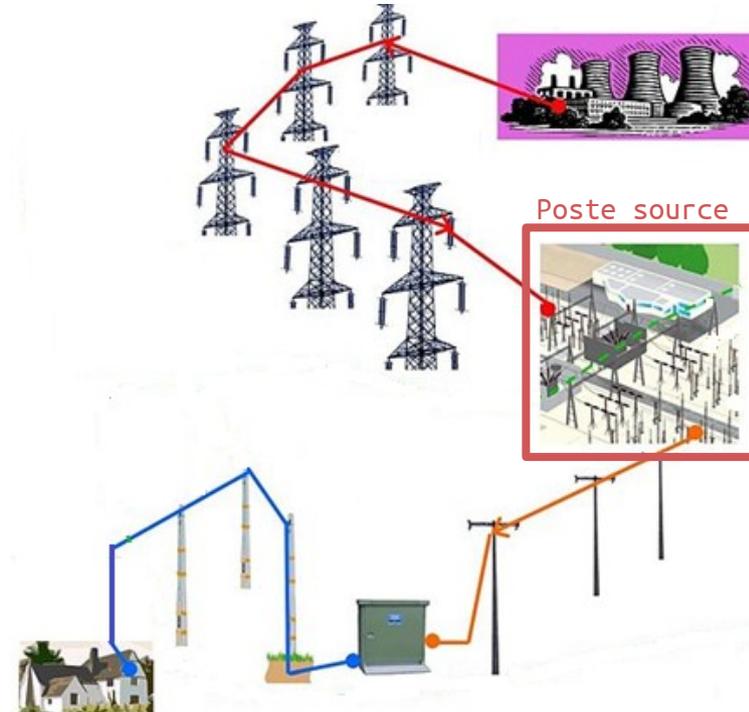
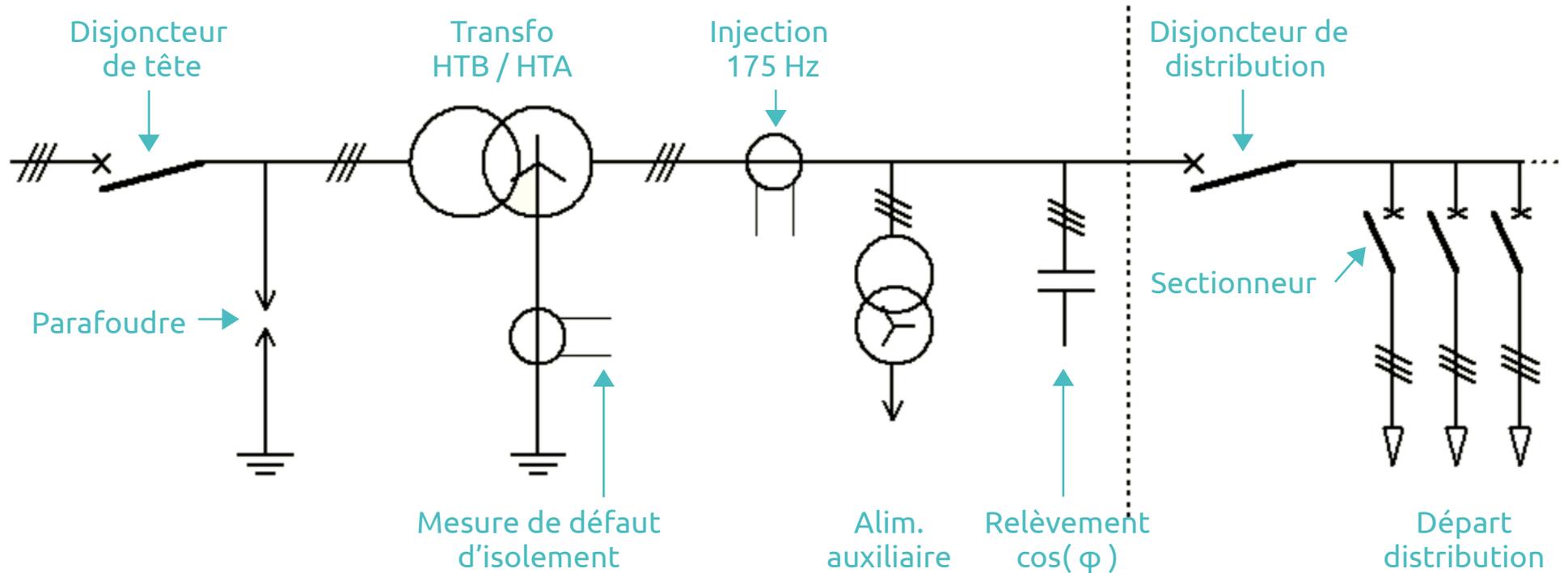
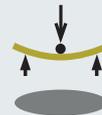
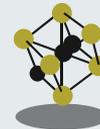
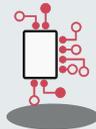
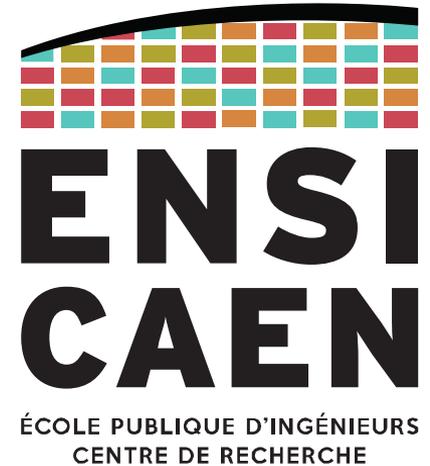


Schéma simplifié d'un poste source



DISTRIBUTION, STRUCTURE DES RÉSEAUX HTA



Distribution de l'électricité

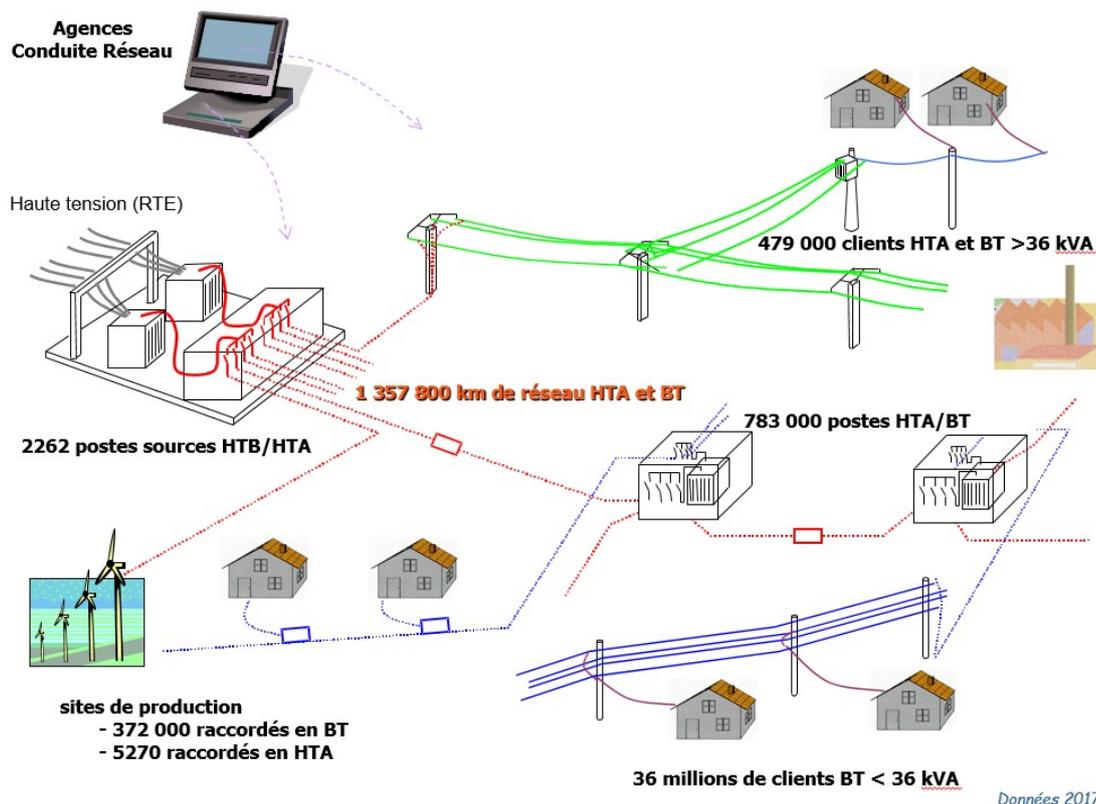
Du poste source au client final, le réseau électrique est géré par le distributeur Enedis.

Le poste source fournit une tension dans le domaine HTA, typiquement du 20 kV.

Les clients sont majoritairement alimentés en tension BT : 220 V mono ou 380 V tri.

Le distributeur se charge donc de la transformation de 20 kV vers 380 V, mais également de la sécurité du réseau et de la continuité de service.

En fonction de la densité de clients finaux, la structure du réseau HTA peut varier, comme le montre les diapositives suivantes.



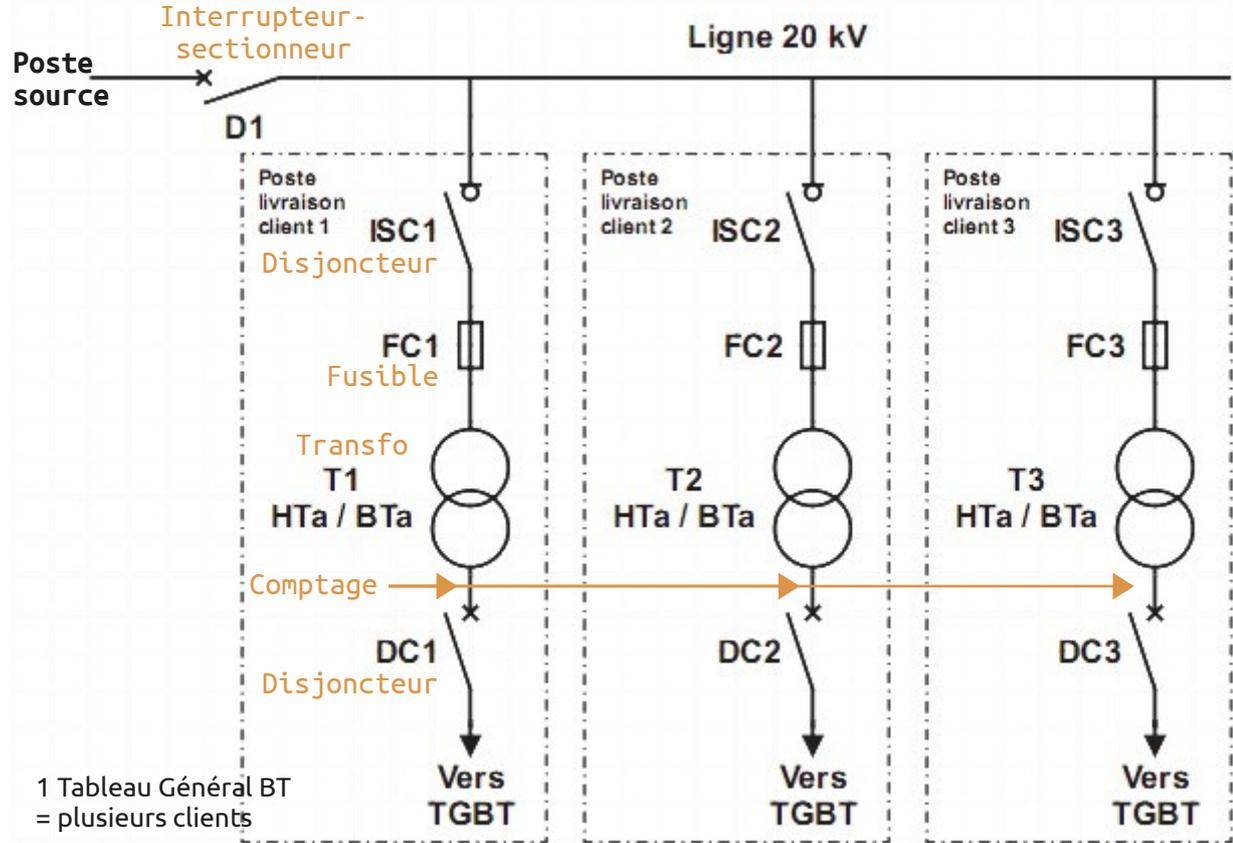
Réseaux HTA aérien et souterrain



Poste de distribution HTA/BT et transformateur



Structure en antenne, ou simple dérivation

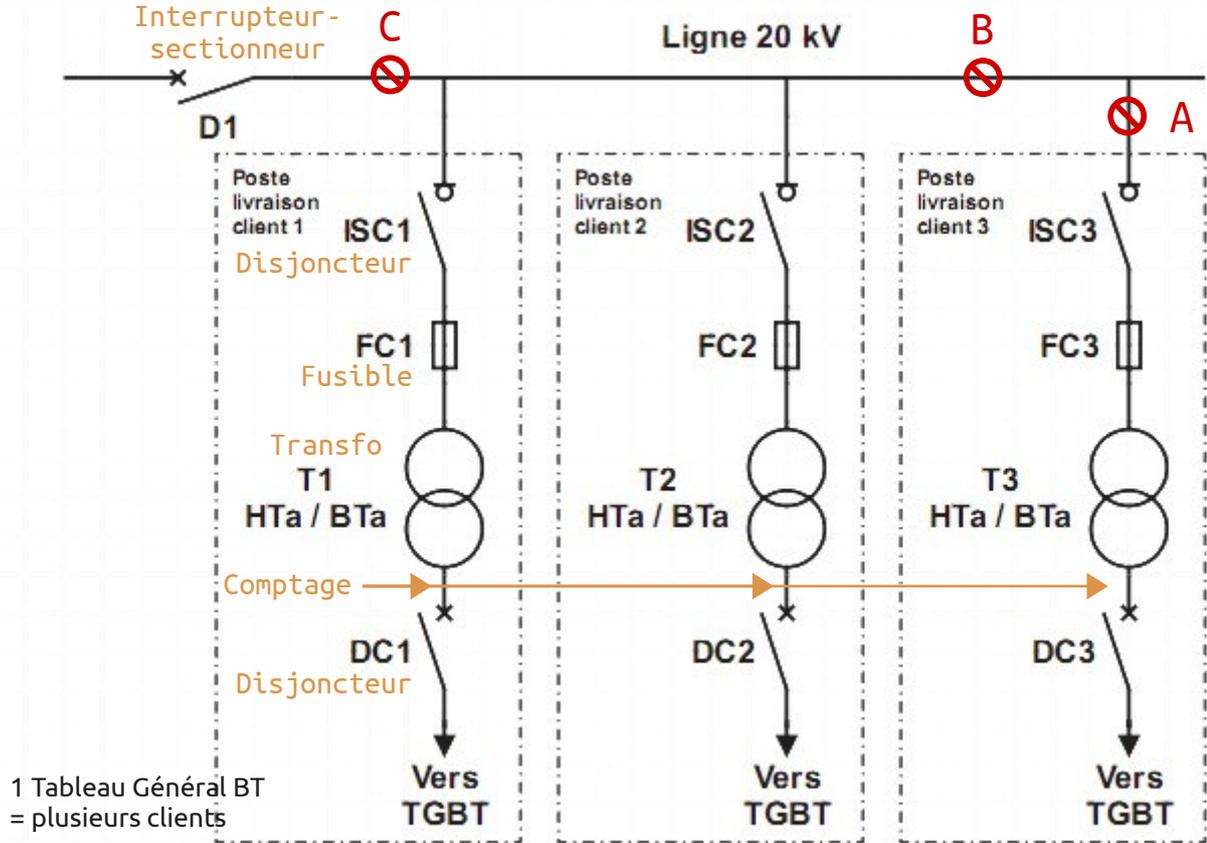


Utilisation

- Distribution aérienne rurale
- Distribution aérienne industrielle
- Postes "haut de poteau"



Structure en antenne, ou simple dérivation



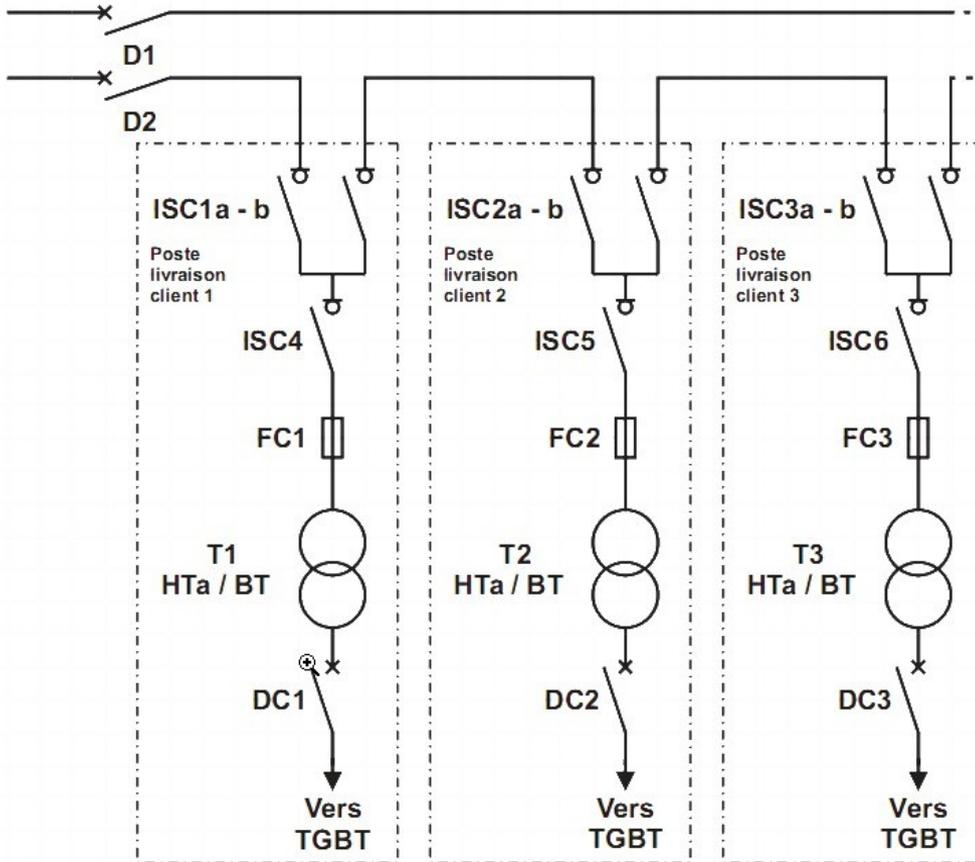
Gestion des défauts

En cas de défaut ou maintenance, tous les clients situés en aval sont privés d'alimentation le temps de l'intervention.

+ solution la moins onéreuse

- continuité de service la moins bonne

Structure en boucle, ou en coupure d'artère



Fonctionnement

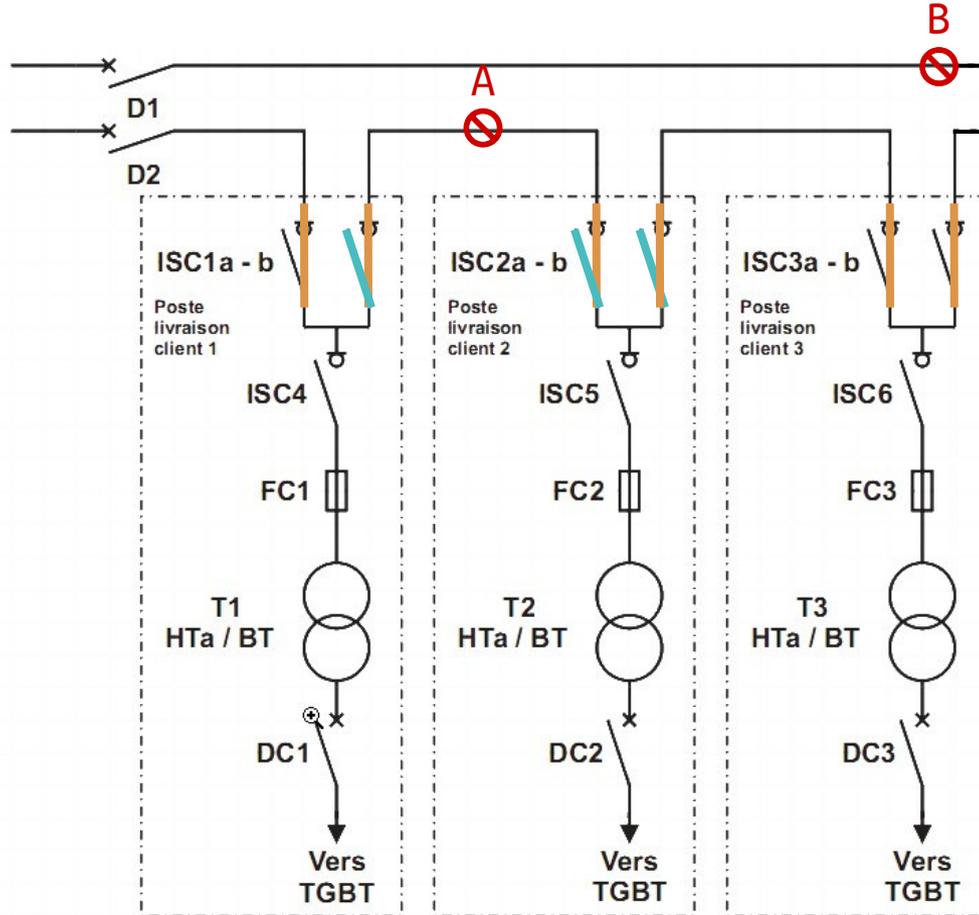
Le réseau est constitué d'une boucle, dont les extrémités sont reliées aux deux départs d'un même poste source.

Un interrupteur-sectionneur est ouvert (au milieu pour équilibrer la charge), tandis que les autres sont fermés.

Distribution souterraine en zone urbaine.



Structure en boucle, ou en coupure d'artère



Gestion des défauts

En cas de premier défaut sur le réseau, la configuration des interrupteurs-sectionneurs est modifiée de sorte à poursuivre l'alimentation pour tout le monde et isoler le défaut.

Au deuxième défaut, les clients situés entre les deux défauts sont privés d'électricité.

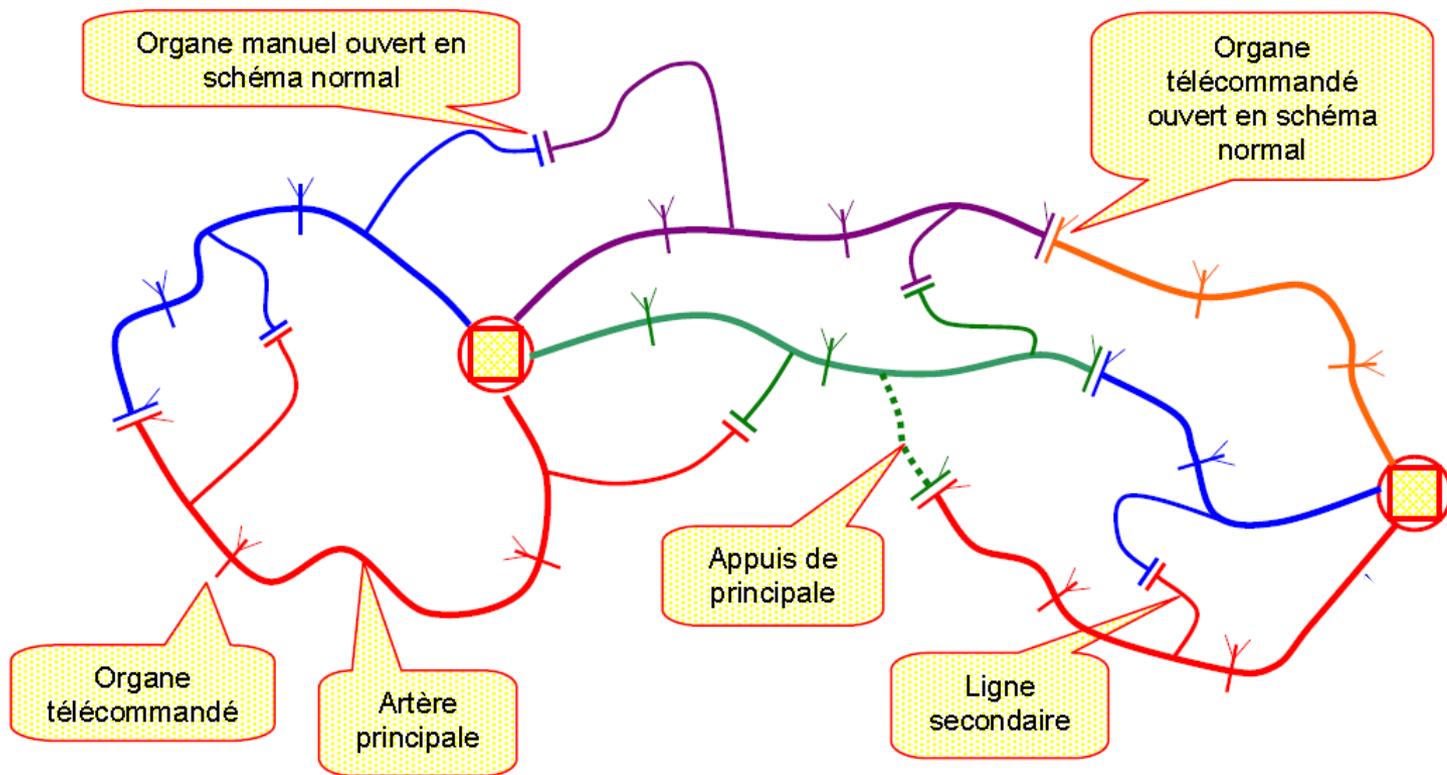
- Plus coûteux que la structure en antenne

+ Assure la continuité de service avec 1 défaut

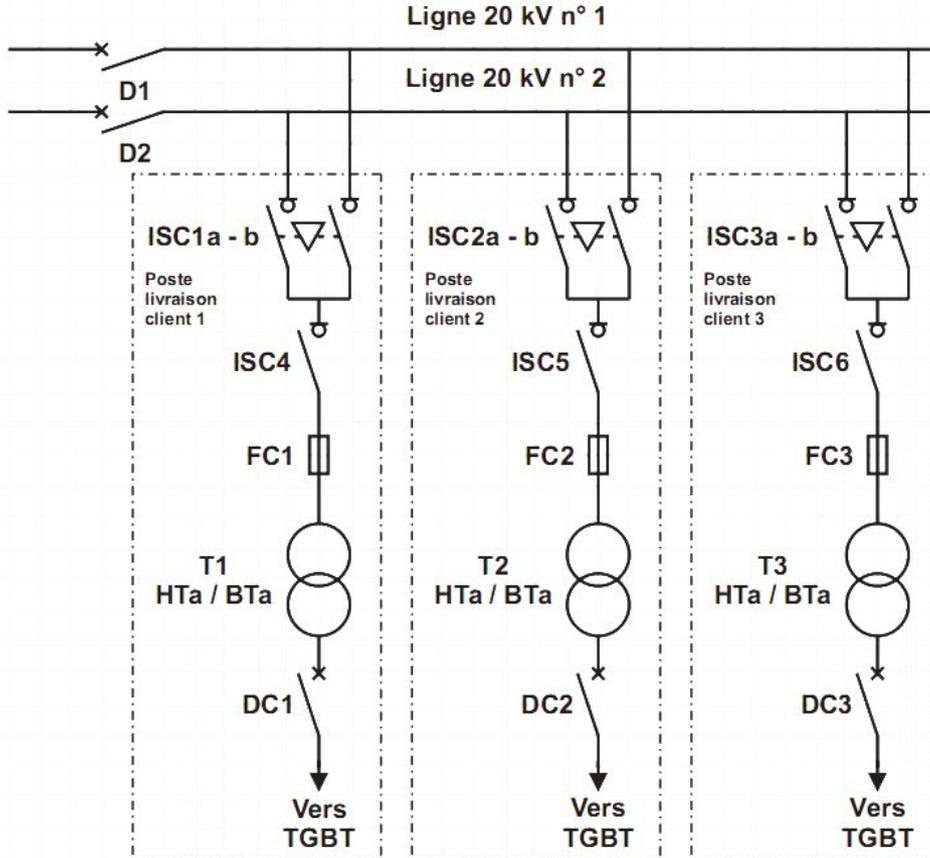
Pour 2 défauts, la continuité de service dépend de la rapidité d'intervention du distributeur (Enedis).

Structure en boucle, ou en coupure d'artère

Représentation schématique des départs HTA



Structure en double dérivation



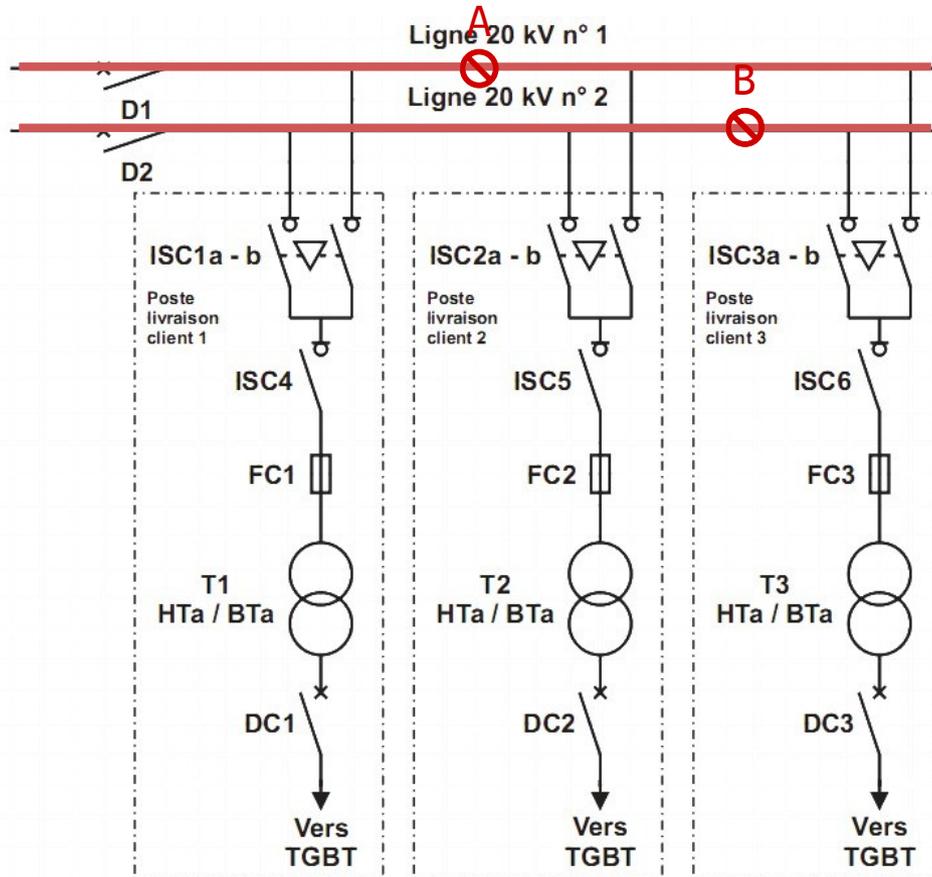
Fonctionnement

Chaque client est relié à 2 sources différentes (de un ou deux postes-sources) et est alimenté par l'un des deux câbles.

La paire d'interrupteurs-sectionneurs d'un poste source assure la commutation entre ces deux câbles (la paire est forcément une NO-NF).

Distribution souterraine en zone urbaine très dense (grande agglomérations).

Structure en double dérivation



Gestion des défauts

Supposons tout le monde alimenté par la ligne n°1.

Au premier défaut (ligne n°1), les clients 2 et suivants basculent sur la ligne n°2.

Au second défaut (ligne n°2), les clients 3 et suivants ne sont plus alimentés le temps de l'intervention.

- Solution très coûteuse

+ Continuité de service maximale (basculement automatique d'une alimentation à l'autre)

Il est possible que la deuxième, voire troisième source soit un groupe électrogène

DISTRIBUTION, STRUCTURE DES RÉSEAUX HTA

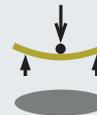
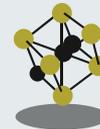
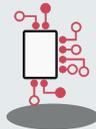
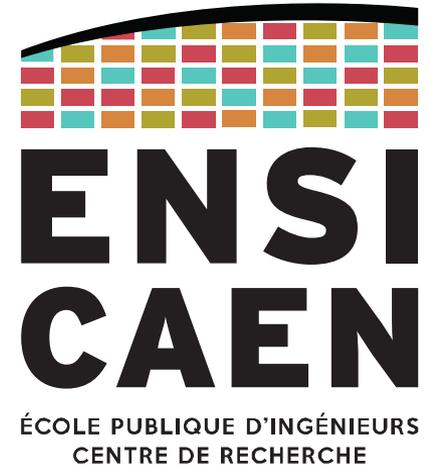
Intervention sur le réseau



Rare image de naissance d'un électricien
(la coquille encore sur la tête)



DISTRIBUTION, STRUCTURE DES RÉSEAUX BT



Éléments du réseau BT

Le **poste de distribution** fait le lien entre les réseaux de distribution **HTA et BT**.

Le réseau de distribution BT contient notamment :

- Un ou plusieurs départs, chacun ayant son propre organe de protection (disjoncteur, fusible)
- Des câbles aériens et souterrains
 - Les câbles aériens possèdent des accessoires de jonction et de dérivation
 - Les câbles souterrains peuvent avoir des émergences pour leur tronçonnement ou raccordements
- Des circuits et prises de terre du neutre
- Des branchements individuels (3-36 kVA, 37-250 kVA) et collectifs (immeubles)

Réseau aérien BT

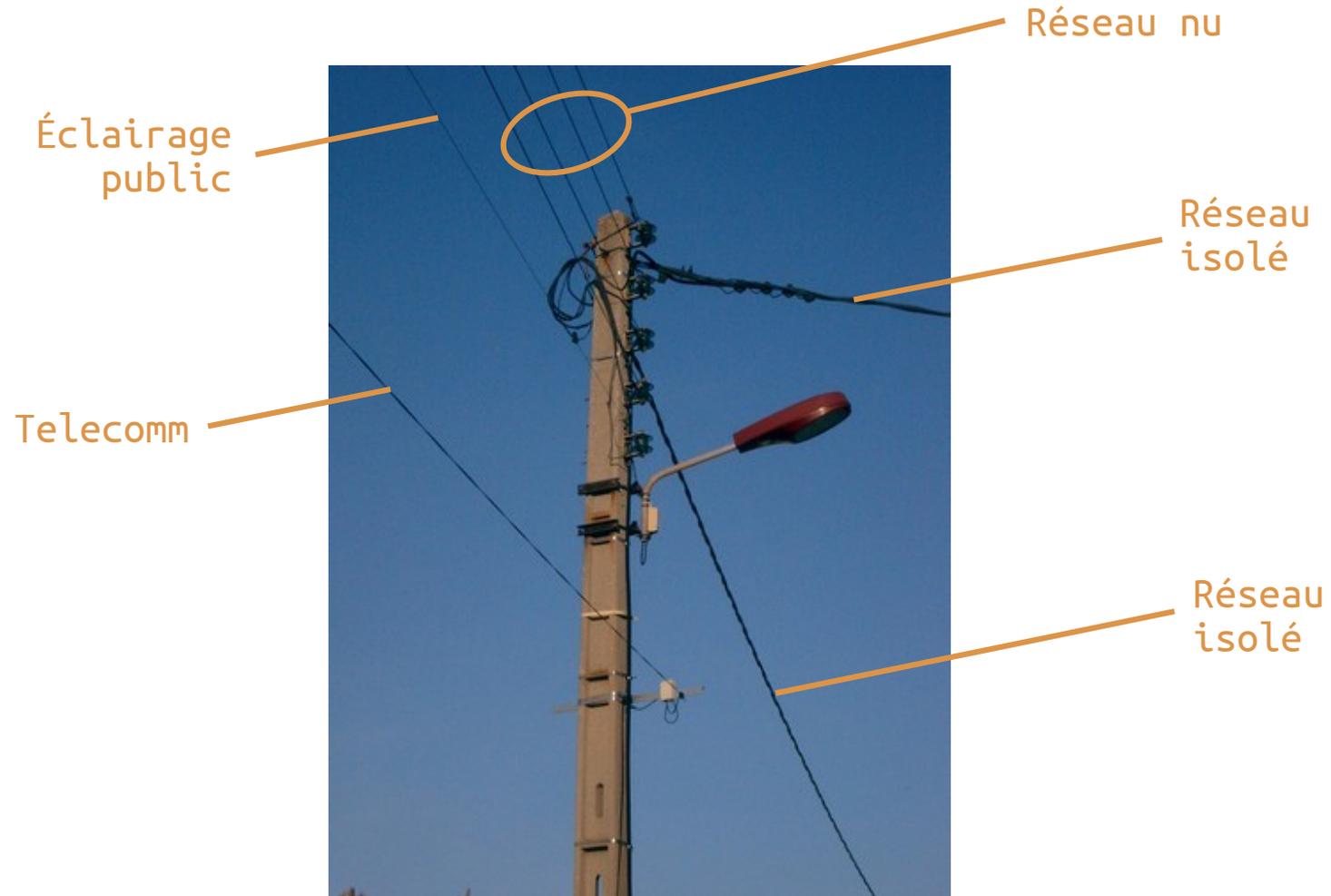
Les réseaux BT aériens sont principalement utilisés pour des zones à densité de charge réduite (espace rural). Même s'ils sont ponctuellement remplacés par un réseau souterrain.

Les réseaux BT aériens peuvent être constitués de câbles nus ou de conducteurs isolés.

Les réseaux en câbles nus sont évidemment maintenus, mais les nouvelles installations se font en conducteurs isolés uniquement.



Réseau aérien BT



Réseau souterrain BT

Le coût des tranchées et de réfection des voiries sont très élevés en regard du coût des câbles.

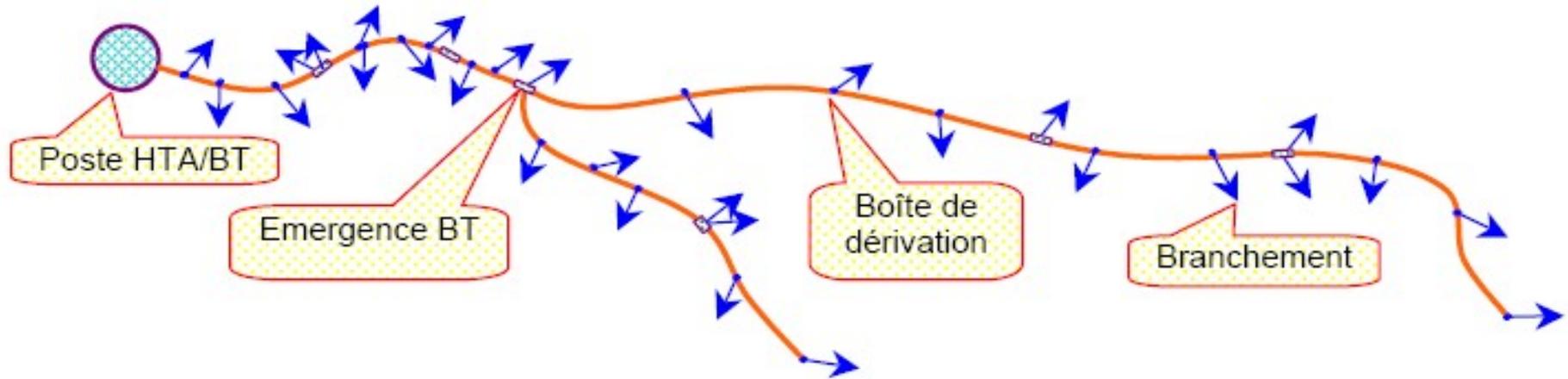
Les réseaux souterrains sont utilisés en zone de moyenne à forte densité de charge.



Réseau souterrain BT

Sur les réseaux souterrains, il est nécessaire de disposer de points de coupure pour faciliter les interventions et réalimentations.

Ce sont les émergences.



Émergences



Espace promotion :

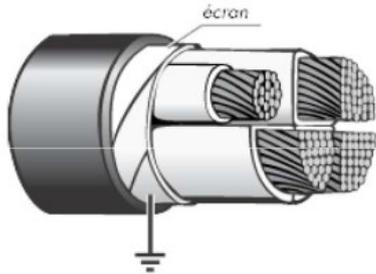
Monsieur Bidouille - Vidéaste spécialisé vulgarisation technique, DIY, réseau et énergie.

- Pourquoi la terre ? (je vous mets au courant) - HS - Monsieur Bidouille
- Un lieu parmi les plus importants de France ! Le centre de contrôle du réseau électrique – MB
- Comment le réseau électrique italien s'est effondré en 2003 - MB R&D
- Blackout : Comment s'effondre un réseau électrique et comment le reconstruire ? - MB
- 3 millions de volts ? Visite d'un des plus gros laboratoires haute tension d'Europe - d'EDF lab

SECTION DES CÂBLES

Choisir la section de câble adaptée

Les câbles utilisés par Enedis sont imposés par les normes françaises.



En réseau BT aérien

Jusqu'à :

3 Ph x 150 mm²

1 N x 70 mm²

Pour 344 A admissible



En réseau BT souterrain

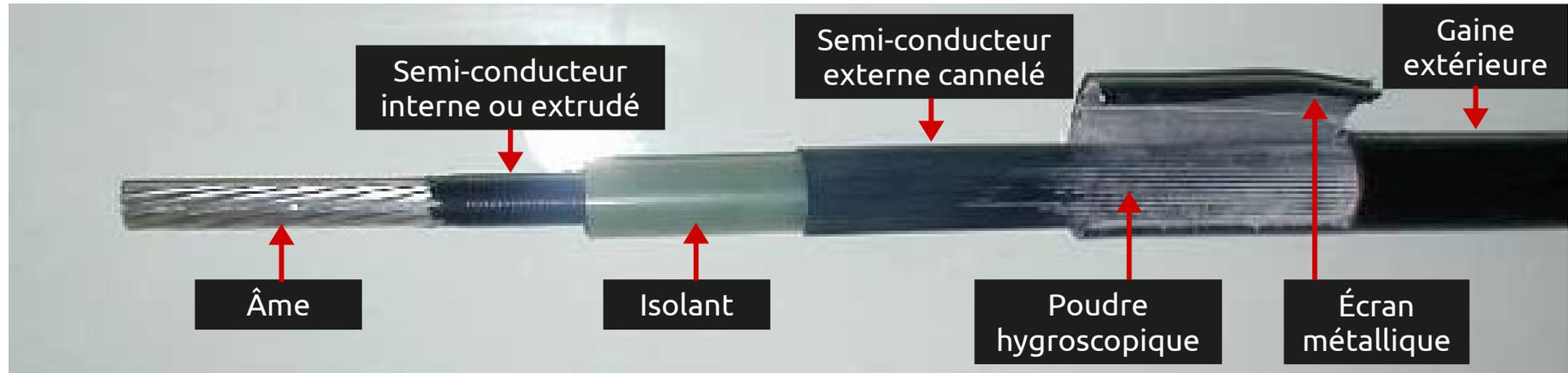
Jusqu'à :

3 Ph x 240 mm²

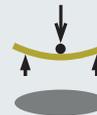
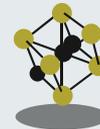
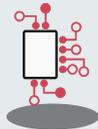
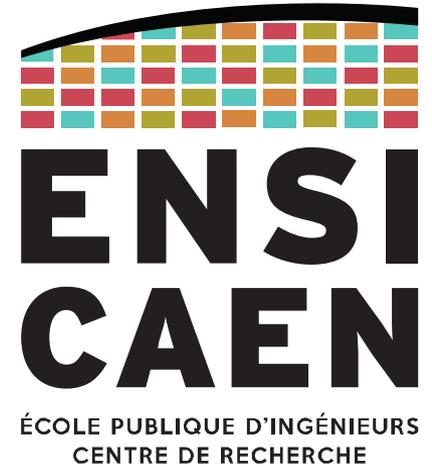
1 N x 115 mm²

Pour 415 A admissible

Notons la complexité de fabrication des câbles, notamment pour du HTA souterrain.



ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

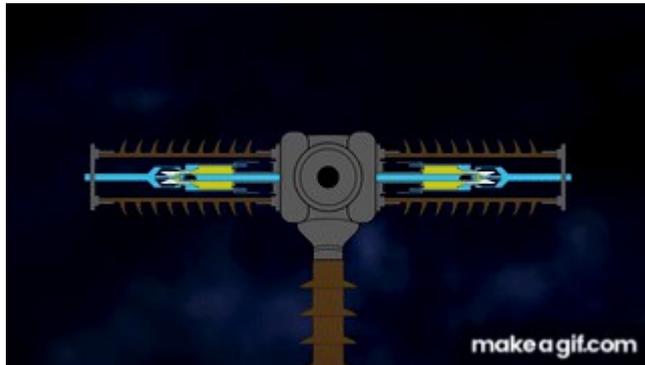


ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

Disjoncteur haute tension

Présent sur le réseau de transport et de distribution, le disjoncteur haute tension doit être capable de couper un courant de court-circuit de l'ordre de 1 kA – 100 kA.

Les disjoncteurs à air comprimé (SF_6) utilisés près des générateurs (i.e. centrales) peuvent couper 275 kA sous 36 kV.



<https://www.youtube.com/watch?v=QnEIZgFFYmQ>



Disjoncteur 800 kV au Venezuela



Disj. à air comprimé 3-52

ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

Isolateur

L'isolateur assure la non-conductivité entre l'armement et le câble. Les plus anciens sont en verre ou céramiques, les plus récents en matériaux composites.

En première approximation, on peut considérer qu'une galette permet d'isoler une tension de 20 kV.



Éclateur

En cas de tension trop élevée entre les deux électrodes de l'éclateur, l'air s'ionise et un arc électrique se forme. Les électrodes étant respectivement reliées à une phase et à la terre, la surtension est ainsi déviée à la terre.

Bien qu'extrêmement robustes, ils ne permettent pas de stopper le court-circuit créé par ionisation. Ils sont progressivement remplacés par des parafoudres.



La plaque au milieu empêche les oiseaux de se poser



Arc formé sous une ddp de 400 kV

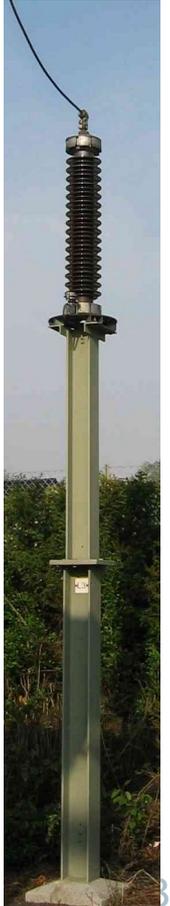
Parafoudre

Tout comme l'éclateur, le parafoudre est un parasurtenseur. Il peut être constitué d'une varistance (résistance dont la valeur décroît au delà d'un certain seuil de tension) ou d'une diode Transil.

Relié entre la phase et la terre, le parafoudre devient fortement conducteur au delà de 30 000 V environ. À titre de comparaison, la foudre provoque une tension de 750 000 V.

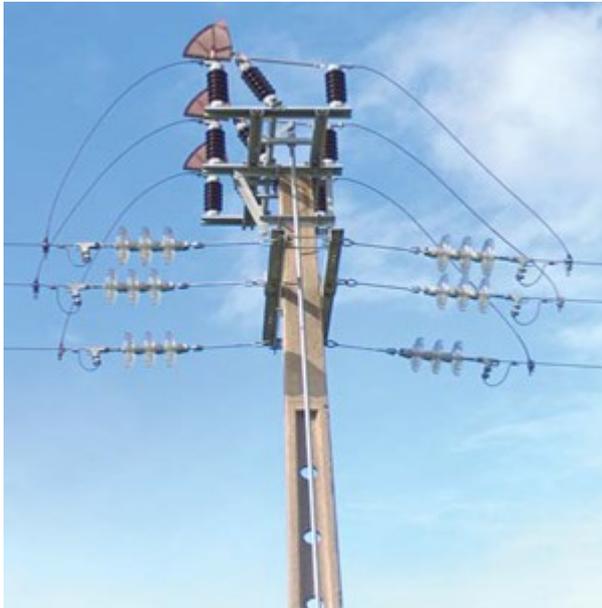


Parafoudre à varistance,
Ligne 110 kV

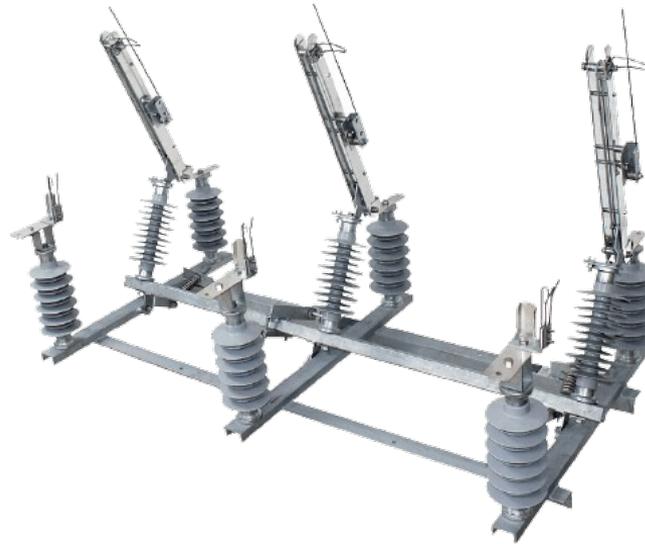


Interrupteur manuel

L'Interrupteur Aérien à Commande Manuelle (IACM) permet au chargé de consignation d'ouvrir et de consigner des tronçons du réseau HTA.



NB : la manivelle de commande longe le poteau



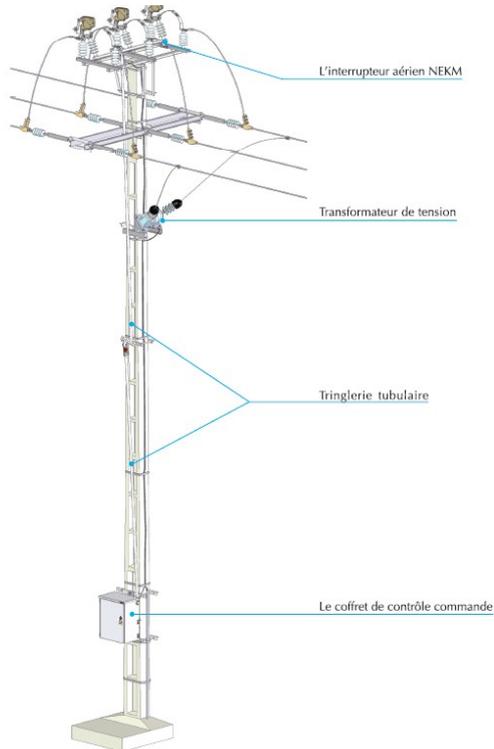
https://www.youtube.com/watch?v=mX2hy0H_Ho0
<https://www.youtube.com/watch?v=7FpCKLpkTPc>



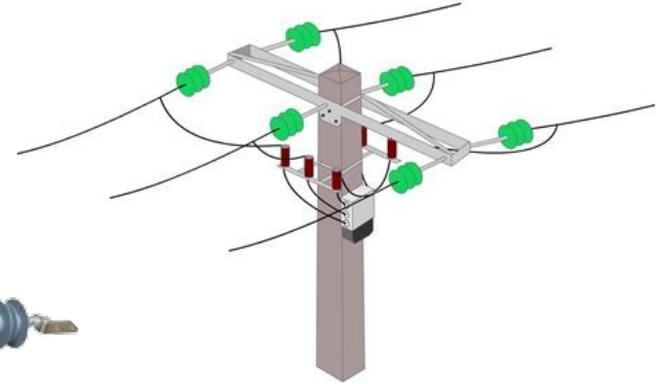
ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

Interrupteur télécommandé

L'Interrupteur Aérien Télécommandé (IAT) peut être commandé à distance et en manuel. Il est identifiable par son antenne de réception hertzienne et son petit transformateur alimentant les organes de commande.



L'Interrupteur MSS (Merlin Soulé Simplex) remplit les mêmes fonctions qu'un IAT. Cependant l'interrupteur est réalisé dans une cellule située en tête de poteau. Il remplace l'IAT classique.



Sectionneur

Les sectionneurs aigillent l'énergie électrique vers le transformateur désiré. Un moteur télécommandé permet de fermer ou d'ouvrir l'interrupteur.

Le sectionneur est capable de couper uniquement à vide (il n'a aucun pouvoir de coupure) et a pour fonction d'isoler deux parties du réseau.



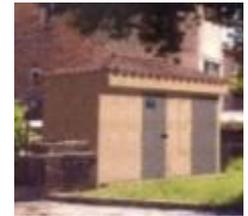
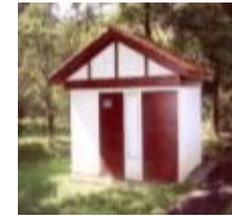
<https://www.youtube.com/watch?v=ESkHqjRwFvg>
<https://www.youtube.com/watch?v=Zgz2btgY04Y>

ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

Poste HTA/BT

Les postes HTA/BT sont en charge de la distribution et de la surveillance du réseau BT.

De part leur niveau de tension, ils sont à proximité des usagers finaux et donc très nombreux.



ÉLÉMENTS TYPES DU RÉSEAU

Poste HTA/BT

→ Réseau HTA



Cellules HTA

→

HTA

→



Transformateur HTA/BT

→

BT

→

Départ BT →



TGBT

Cellules HTA

Les cellules HTA sont des composants basiques (interrupteur, compteur, disjoncteur, ...) adaptés à la HT.
Si leur rôle de ces composants est identique en basse tension, leur coût et technologies sont bien différents.

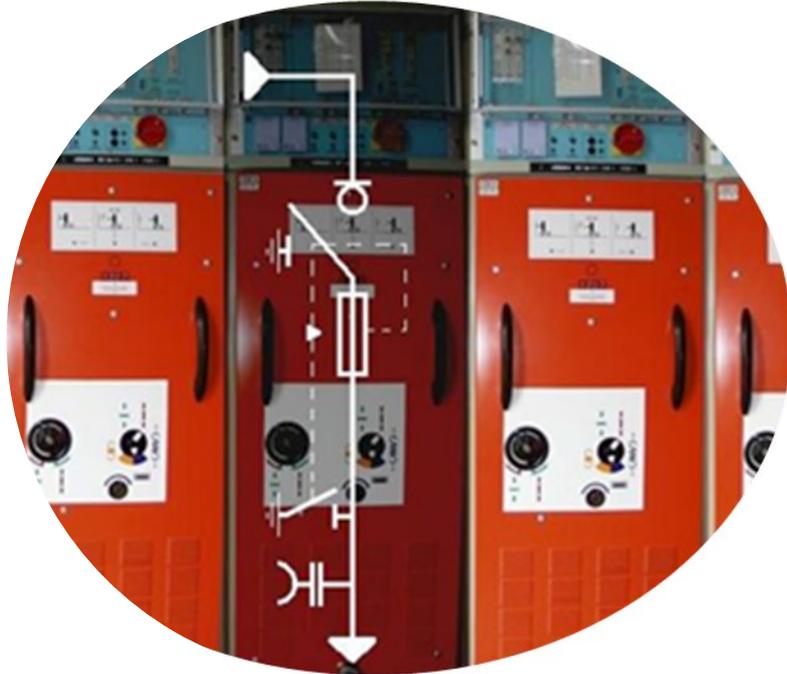


Le nombre de cellules dans un poste dépend du type de réseau, de la réalisation (ou non) d'un comptage et du nombre de protections nécessaires.

Chaque cellule réalise une partie du schéma. Il en existe donc une grande variété.



On trouve également des cellules combinant interrupteur, sectionneur et fusible.



Fusible de cellule
(protège le transfo)
 $U_n = 24 \text{ kV}$
 $I_n = 16 \text{ A}$

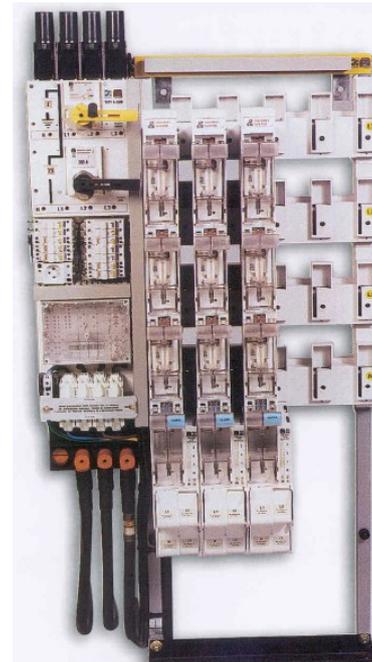
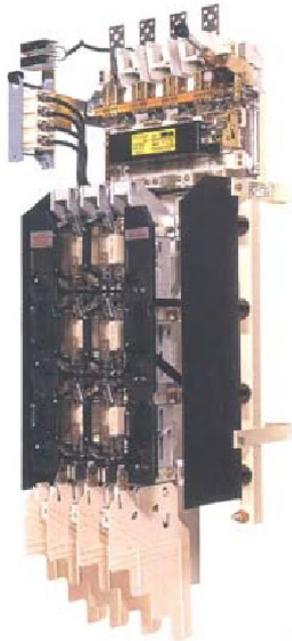
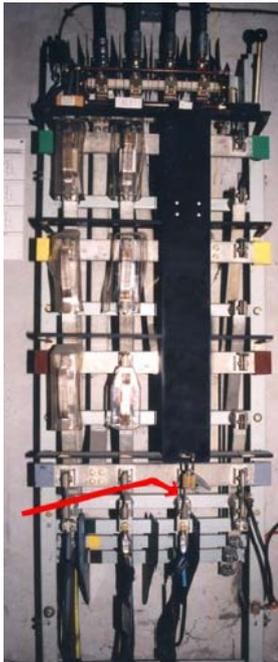


Les transformateurs assurent la conversion de tension de 20 kV vers 380 V.

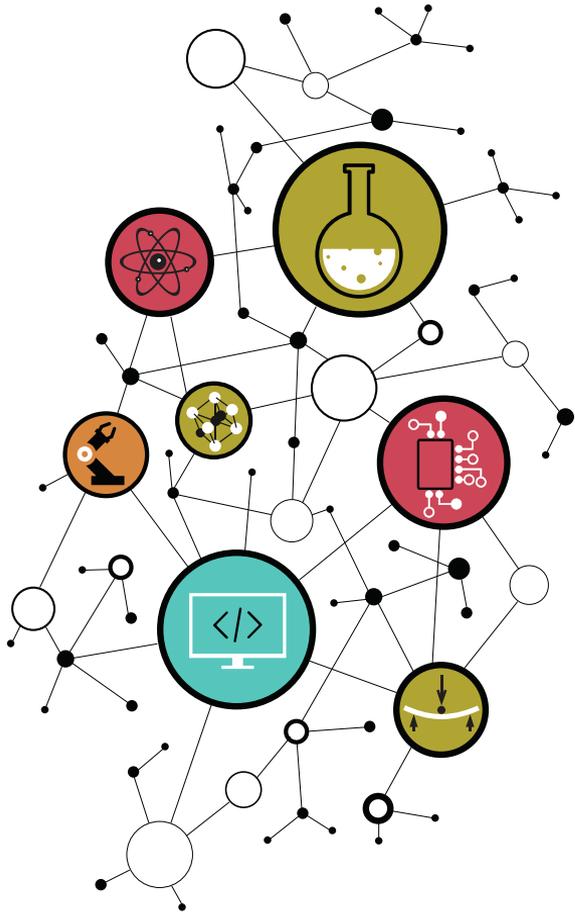


Le Tableau Général Basse Tension (TGBT, ou armoire de distribution BT) assure la fonction de gestion et distribution de l'énergie. Il est constitué d'un ensemble de coffrets et d'armoires, entièrement composables

On y trouve les organes de protection, les appareils de mesure et de supervision, les modules de commande, de communication, ...



CONTACT



Dimitri Boudier – PRAG ENSICAEN

dimitri.boudier@ensicaen.fr

Avec la participation de

- Ahmed Aouchar (ex-PRAG ENSICAEN)
- Matthieu Denoual (MCF ENSICAEN)
- Bureau Central d'Exploitation Enedis de Caen