

Contact

bulletin de liaison entre le Lycée Chérioux et le monde de l'entreprise

Numéro spécial : distribution électrique

Proposé par le Lycée Chérioux, Lycée des Métiers de L'HABITAT et de l'AMÉNAGEMENT URBAIN

L'édito

JOURNÉES EUROPÉENNES DU SOLAIRE
DU 14 AU 18 MAI 2013

Rechargez votre portable
parcourez votre champ solaires
orientez votre plan...
découvrez les facettes d'une cellule photovoltaïque

Du soleil sur Chérioux

MOS RENDEZ-VOUS SOLAIRES

- Des animations le midi
- Une exposition permanente
- Notre installation photovoltaïque

MARDI 14 à 17h - Conférence sur "L'avenir du photovoltaïque"
Avec Daniel Lincot, directeur de recherche à EDF (Jocil Roland, responsable du développement durable (Valephix))

SAMEDI 18 de 11h à 16h - Animations et ateliers scientifiques pour tous de 3 à 99 ans

Lycée Chérioux
Métiers de l'Habitat et de l'Aménagement Urbain,
193 rue Julien Crémieu 94400 Vitry-sur-Seine

vitry-sur-seine Ile de France

Le 4^{ème} numéro de Contact, le bulletin de liaison entre le lycée Chérioux et le monde de l'entreprise a une coloration résolument locale et historique.

Depuis la labellisation du Lycée Chérioux Lycée des Métiers de L'HABITAT et de l'AMÉNAGEMENT URBAIN en 2011, le souci de l'équipe enseignante est de montrer aux entreprises de quelle manière les démarches pédagogiques s'ancrent dans le quotidien des métiers et permettent de donner du sens aux apprentissages. Nous espérons que vous trouverez intérêt à cette approche historique et géographique des processus de distribution électrique en Région Parisienne.

Petit rappel : Nous vous espérons nombreux lors des Journées du Solaire qui auront lieu du 14 au 18 mai 2013.

La Provisseure

Sophie Bloch



Dans ce numéro :

L'édito	1
Près de chez nous : <i>Le centre de production thermique de Vitry</i>	1
Le petit + du professeur : <i>La distribution</i>	2
Le petit + du professeur : <i>L'alimentation électrique parisienne</i>	3
Entre nous : <i>L'histoire de l'alimentation électrique de Paris</i>	4

Près de chez nous : le Centre de Production Thermique de Vitry-sur-Seine

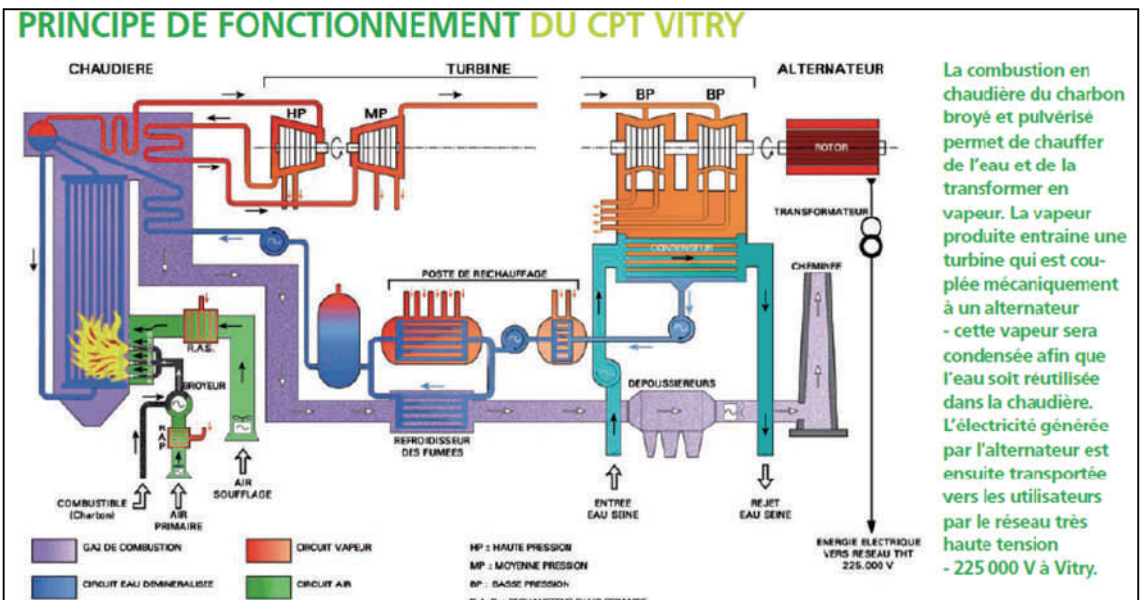
Cette rubrique présente une entreprise, une installation proche de notre lycée et qui a retenu notre attention

Reconnaisable à ses deux cheminées de plus de 160 mètres de haut sur les bords de Seine, la centrale EDF de Vitry-sur-Seine possède deux unités de production de 250 MW. Celles-ci fonctionnent avec du charbon qui est acheminé par la Seine. L'électricité produite est injectée au réseau de 225 kV. Comme toutes les centrales thermiques, la centrale de Vitry ne fonctionne pas en continu. Son fonctionnement est de 3500 h en moyenne. Sa production vient en complément de la production dite de base,

produite majoritairement par le parc nucléaire. Sa production est variable. En 2011, la production annuelle a été de

615 192 MWh, soit approximativement 0,12 % de la production totale d'EDF en France. De par sa localisation, le

Centre de Production Thermique de Vitry permet de garantir la sécurité d'approvisionnement en énergie électrique de la région Ile-de-France.



Le petit + du professeur : *la distribution*

Le fonctionnement du réseau électrique

Le fonctionnement du réseau électrique ressemble à celui du réseau routier : autoroutes, voies rapides, départementales, chemins vicinaux... Grâce à ce maillage interconnecté, tout le territoire peut être desservi.

Comme indiqué sur la vue d'ensemble ci-dessous, la gestion du réseau électrique français est assurée par les deux opérateurs :

- RTE pour le transport d'électricité sur les longues distances,

- ERDF pour sa distribution jusqu'aux consommateurs.

Les routes de l'électricité

L'électricité produite par les centrales est d'abord acheminée sur de longues distances dans des lignes à haute tension domaine B (HTB) gérées par RTE.

Un acheminement de l'électricité en HTB ?

Le transport de l'énergie électrique sous très haute tension permet la réduction :

- de la chute de tension en ligne ΔU ,
- des pertes par effet joule en ligne P_j .

A puissance électrique transportée (P) constante, la chute de tension en ligne est inversement proportionnelle à la tension électrique au départ de la ligne et les pertes par effet joules (P_j) en ligne sont inversement proportionnelles au carré de la tension.

$$\Delta U = R_L \times \frac{P}{U} = \frac{K_{\Delta U}}{U}$$

$$P_j = R_L \times \frac{P^2}{U^2} = \frac{K_{P_j}}{U^2}$$

ΔU : chute de tension en ligne

R_L : résistance électrique de la ligne

P : puissance transportée

U : tension électrique au départ de la ligne

$K_{\Delta U} = R_L \times P$

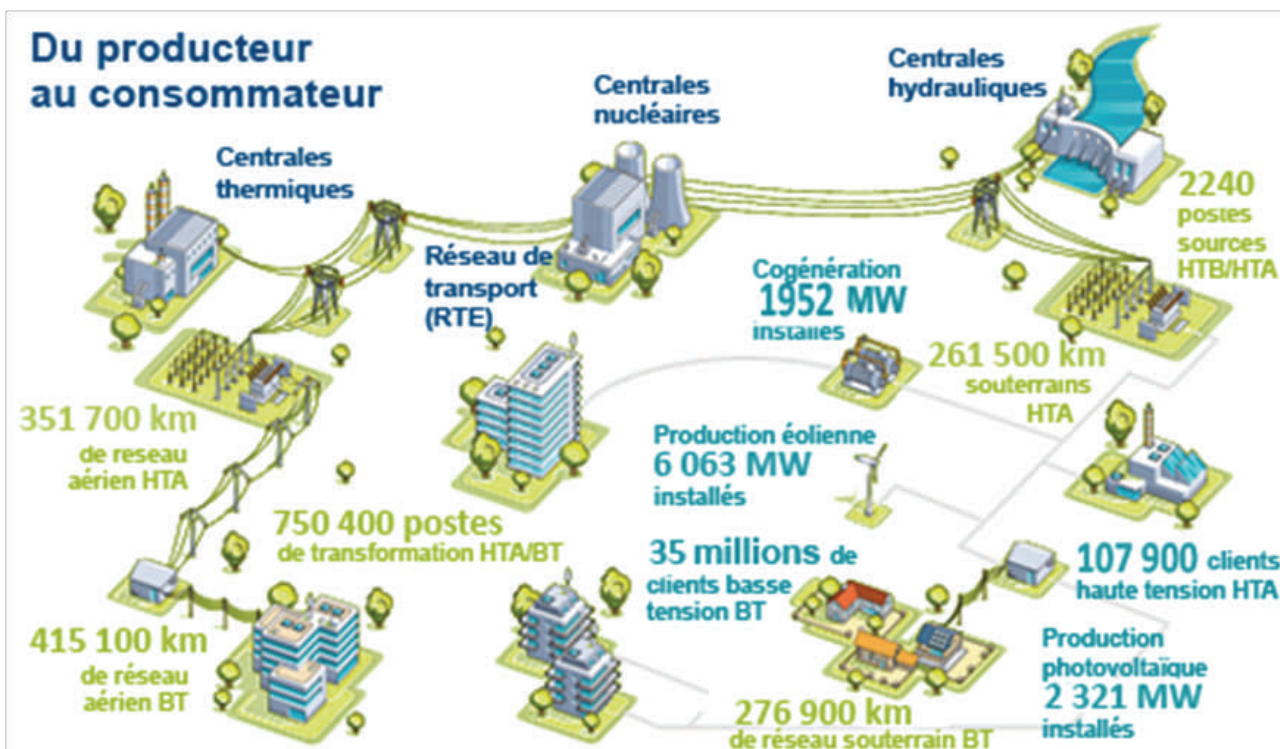
$K_{P_j} = R_L \times P^2$

Elle est ensuite transformée en tension du domaine A (HTA : généralement 20 000 volts) pour pouvoir être acheminée par le réseau de distribution géré par ERDF. Cette

transformation intervient dans les postes sources. Une fois sur le réseau de distribution, l'électricité haute tension HTA alimente directement les clients industriels. Pour les autres clients (particuliers, commerçants, artisans...), elle est convertie

en basse tension (BT) par des postes de transformation avant d'être livrée.

La qualité de l'alimentation en électricité des utilisateurs du réseau dépend donc de la qualité de tout ce parcours.



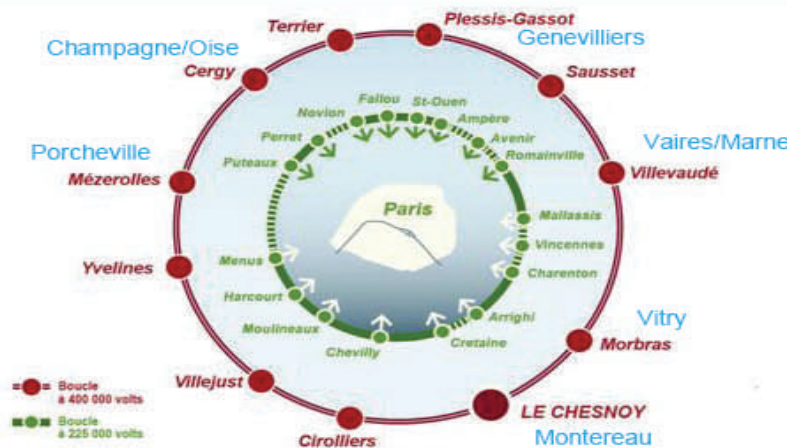
Le petit + du professeur : *l'alimentation électrique en Ile-de-France* (source RTE)

Avec 1/6^e de la consommation électrique française, la région parisienne est la première région consommatrice en France et ne produit que 10 % de ce qu'elle consomme, soit une moyenne de 70 TWh consommés par an par ses 11 millions d'habitants et ses entreprises. (1 TWh = 1 terawattheure = 1 milliard de kilowattheures)

L'alimentation électrique de Paris et de sa périphérie repose sur deux « autoroutes » électriques en anneaux qui entourent la région. **DEUX BOUCLES 400 000 VOLTS ET 225 000 VOLTS** Construite dans les années 1970, une première boucle aérienne très haute tension à 400 000 volts ceinture l'Ile-de-France sur environ 350 km. La tension élevée à 400 000 volts depuis les sources de production permet de réduire les pertes électriques sur le réseau.

Cette boucle est reliée à une seconde boucle à 225 000 volts de 72 km, à laquelle sont reliés 18 postes de transformation, dont celui d'Harcourt situé à Issy-les-Moulineaux.

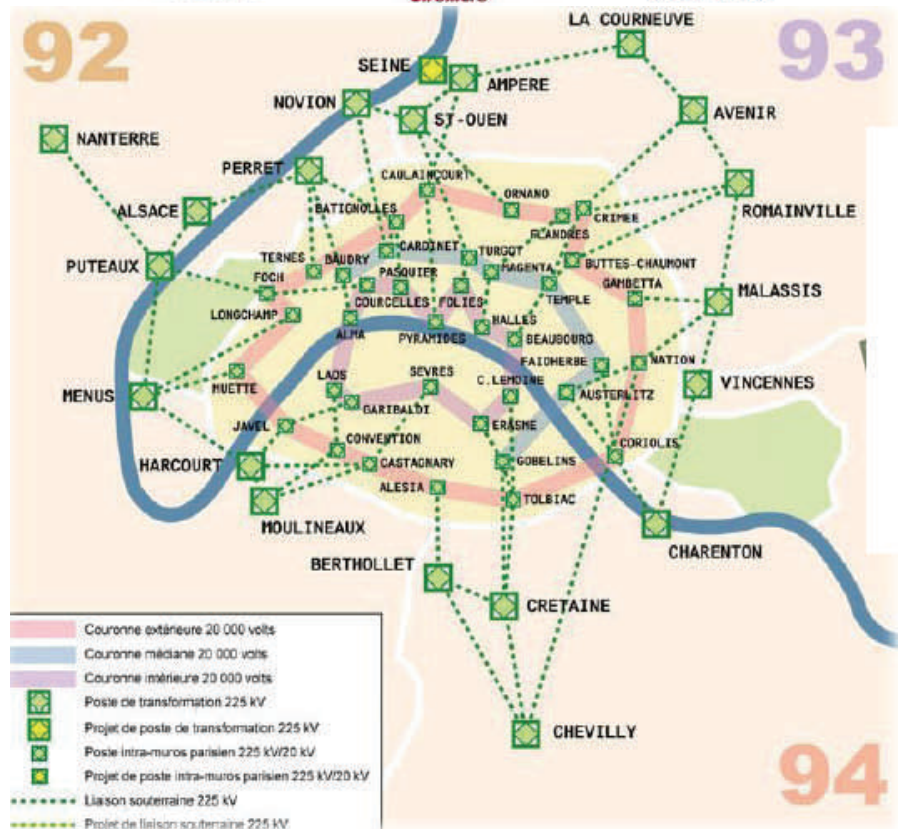
La structure en boucle électrique protège la région parisienne d'une coupure généralisée d'électricité. Si les incidents affectant totalement un poste 400 000 volts, ou des lignes 225 000 volts sont rares, ils restent néanmoins possibles. Dans ce cas, seule une partie de la région parisienne serait privée d'énergie, et les postes 400 000 volts environnants faciliteraient la reprise de l'alimentation.



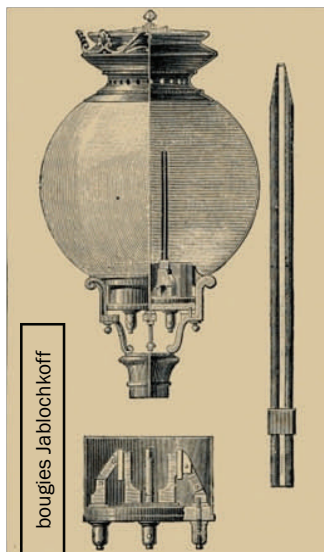
Des câbles souterrains non connectés entre eux et appelés « radiales », prolongent ce dispositif et acheminent l'électricité à haute tension depuis les postes de transformation disposés aux limites de Paris, vers le cœur même de la capitale.

Chaque radiale alimente un à trois postes sources. Au cœur de Paris, 38 postes sources, alimentés par les radiales, transforment la tension du courant de 225 000 volts en moyenne tension à 20 000 volts.

Ils sont des points d'entrée vers le réseau de distribution à moyenne et basse tension, permettant aux clients particuliers d'utiliser leurs appareils électriques.



Entre nous : l'histoire de l'alimentation électrique de Paris



L'électricité est connue depuis longtemps, mais ce n'est qu'en **1878** qu'elle sort des laboratoires et des foires pour être utilisée de façon semi industrielle pour l'éclairage de l'avenue de l'opéra grâce à 62 foyers équipés de bougies Jablochhoff (lampes à arc). La production d'électricité est assurée par une dynamo de gramme placée dans un atelier à proximité. A cette époque c'est l'éclairage public au gaz qui est utilisé. Son faible coût d'exploitation retardera l'essor de l'éclairage public électrique. (Les dernières lanternes à gaz s'éteindront en 1962.)

Des applications d'éclairage, comme de la place du Carrousel en 1881, du Parc Monceau en 1882, de l'Hôtel de Ville en 1883, du Parc des Buttes Chaumont en 1884, confirment les débuts d'une production industrielle de courant électrique. En parallèle, et grâce à l'invention de la lampe à incandescence, l'éclairage domestique électrique commence son développement. Il est apprécié car il pollue moins et ne réchauffe pas l'air ambiant comme le gaz, l'huile végétale ou le pétrole alors utilisés.

On ne parle pas encore de réseau de distribution, car chaque installation a sa propre génératrice de courant. Pour l'incandescence, comme pour l'éclairage à arc, les constructeurs proposent des systèmes complets, de la machine à vapeur ou du moteur à gaz qui action-

nent les dynamos jusqu'aux lampes.

En **1887**, suite au terrible incendie de l'Opéra Comique, provoqué par l'éclairage au gaz, celui-ci est interdit dans les salles de spectacle. Les dynamos électriques s'installent alors dans les caves d'un nombre croissant de bâtiments.

En 1888, le Conseil Municipal de Paris, dans la perspective de l'Exposition Universelle de 1889, et sous la pression de l'opinion publique, décide la création d'un réseau de distribution d'électricité.

L'organisation retenue consiste à diviser Paris en six secteurs électriques, et des concessions sont accordées par la Ville à six sociétés qui assurent l'exploitation de l'électricité. Dans chaque secteur, le type de distribution est différent : quatre sont en courant continu mais avec des tensions différentes et deux en courant alternatif. Chacun des concessionnaires produit l'énergie consommée dans sa zone.

Par la suite, la municipalité parisienne souhaite une concession unique permettant le rassemblement des distributions et le **1^{er} janvier 1914** la ville de Paris charge la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité (CPDE) de distribuer et de commercialiser l'électricité sur l'ensemble du territoire de Paris. Les réseaux de distribution établis se modifient, passant de six secteurs à trois secteurs.

Trois zones sont retenues pour réduire les anciens systèmes :

une zone à courant continu cinq fils et trois fils, dans le centre de Paris, car elle est bien adaptée à la densité de puissance et aux besoins de force motrice,

une zone à courant alternatif monophasé 3 kV,

une nouvelle zone à courant alternatif diphasé (déphasage de 90° entre phases) 5 fils. Dans le nord et l'est de Paris, ce réseau conserve la notion de maillage Basse Tension, déjà existant pour le courant continu et qui sera ensuite

généralisé à l'ensemble des futurs réseaux de Paris

La CPDE met en service à la même époque deux usines de production situées à l'extérieur de Paris, à Saint-Ouen et à Issy-les-Moulineaux, qui produisent du courant alternatif diphasé 12 500 volts à 42 périodes par seconde. Les câbles qui sortent des ces deux usines alimentent des sous-stations qui ont pour but de transformer la tension et le type de courant afin de les rendre conformes à ce qui doit être distribué dans les différents secteurs de Paris.

De **1918 à 1930**, trois décisions importantes sont prises : le passage de la fréquence de 42 à 50 Hz, l'arrêt de la distribution du courant continu par création de postes d'immeubles et d'un réseau alternatif basse-tension, (la fin du continu ne sera effective qu'en 1968) et enfin le raccordement au réseau d'interconnexion général. Débutée en 1922, cette interconnexion constitue une boucle à 63 000 V autour de Paris et relie entre elles toutes les usines de production de la région. Ainsi le réseau de distribution

Editeur

Lycée Chérioux
195 rue Julian Grimau
94408 Vitry-sur-Seine
tel : 01 45 12 87 87
Télécopie : 01 45 12 87 99
elec.cherieux@free.fr

Directrice de publication

S. Bloch

Rédaction

M Ammour- M Amrani - M Ghellamallah - M Hales - M Rivière - M Toumi - Mme Ghedjati

se développe, l'énergie électrique est de plus en plus utilisée. Le réseau parisien se raccorde à l'interconnexion nationale. Les puissances transportées deviennent très importantes et la boucle 63 kV n'est plus suffisante ; petit à petit, le réseau 225 000 V sera créé.

En **1946**, les entreprises sont nationalisées et EDF est créé. Au début des années 1960, la transition vers une distribution entièrement triphasée est décidée ; elle s'achèvera en 1999. Aujourd'hui c'est ce type de distribution qui est toujours en service.

Pourquoi un acheminement de l'électricité en triphasé ?

Il est tout à fait possible de réaliser un réseau uniquement en courant monophasé. Les raisons qui ont conduit à adopter le réseau triphasé sont les avantages techniques et économiques importants qu'il présente.

Un alternateur de très forte puissance ne peut pas fonctionner en produisant un courant monophasé car la puissance fluctuante qui en résulte provoque une destruction de l'arbre de liaison entre l'alternateur et la source d'énergie mécanique qui le met en rotation.

Le transport d'une même puissance électrique en triphase (sans neutre) nécessite une section de câbles conducteurs deux fois plus faible qu'en monophasé. L'économie qui en découle sur le coût de réalisation des lignes est notable.

Les courants triphases peuvent produire des champs magnétiques tournants en répartissant d'une manière spécifique les bobinages sur un rotor. Or les machines électriques qui produisent et utilisent ces courants fonctionnent de manière optimale en régime triphase.

Une distribution de l'électricité en courant triphase avec le fil de neutre permet de proposer pour un même réseau deux tensions d'utilisation différentes :

- soit entre une phase et le neutre, par exemple 230 V en Europe,
- soit entre deux phases, par exemple 400 V en Europe.