

L'énergie électrique et ses dangers

Site Internet :
www.gecif.net

Type de document :
Cours

Intercalaire :

Date :

I - Production de l'énergie électrique

L'énergie électrique est très utilisée car elle est facile à transporter et à distribuer. De plus son utilisation est aisée car elle est convertible en différentes formes [alternatif, continue, haute et basse tension].

Cependant, c'est une énergie non stockable qui doit être produite à l'instant même de sa consommation.

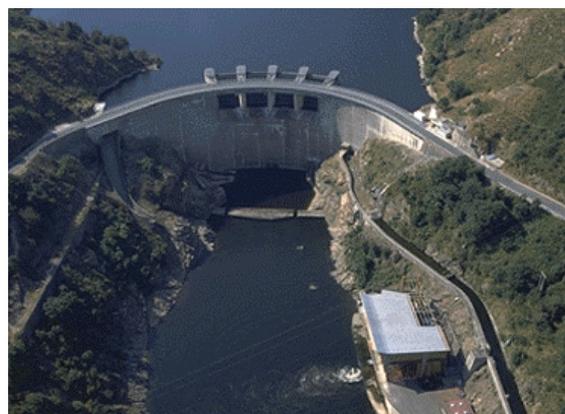
Il existe 7 façons de produire de l'énergie électrique :

Solution	Principe	P	E	%
	uranium enrichie/plutonium			
	pression de l'eau sur un barrage			
	combustion de charbon ou de pétrole			
	utilise la force produite par le phénomène de marée			
	récupère l'énergie du vent			
	récupère l'énergie solaire			
	réaction chimique			

Légende : **P** : solution polluante **E** : solution écologique % : pourcentage de production de l'énergie électrique en France



Une centrale nucléaire



Un barrage hydraulique



Photo de l'usine marée motrice de La Rance, en Bretagne



Une éolienne

Ces sources sont très inégales si l'on considère le coût de production, la quantité d'énergie produite et la durée de mise en route des systèmes de production. Les 5 premières méthodes ont en commun une étape de conversion en énergie mécanique par l'utilisation de machines tournantes [.....] qui entraînent en rotation une machine électrique [.....].

II - Transport et distribution de l'énergie électrique

Pour répondre aux besoins des utilisateurs en énergie électrique, on dispose de réseaux de distribution communs alimentés par une ou plusieurs sources de production d'origine parfois différente.

II - 1 - Nécessité de transporter l'énergie

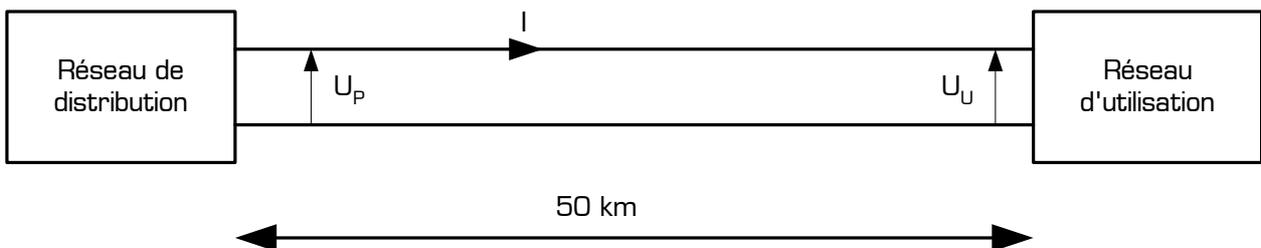
Comme nous l'avons déjà dit, l'énergie électrique n'est pas stockable : elle doit être produite à l'instant même de sa consommation, puis transportée vers l'utilisateur final. L'emplacement d'une unité de production électrique dépend de nombreuses considérations parmi lesquelles la nature de la source d'énergie à convertir et les systèmes de refroidissement (évacuation des pertes calorifiques) ne sont pas des moindres. L'unité de production peut donc se trouver plus ou moins éloignée des lieux de consommation. Pour réaliser la liaison entre le lieu de production et le lieu de consommation, il est nécessaire d'établir des « routes » et des « autoroutes » de transport de l'énergie électrique. Deux solutions sont utilisées pour réaliser cette fonction :

-
-

II - 2 - Nécessité d'utiliser une tension élevée

Le réseau électrique français s'étend sur plus d'un million de kilomètres de lignes électriques. Ces lignes sont constituées de câbles métalliques très longs qui sont des conducteurs électriques imparfaits. Ainsi, lorsque des courants électriques de forte intensité traversent ces câbles, une partie de l'énergie transportée est transformée en chaleur par effet joule et elle est donc perdue. Afin de limiter ces pertes d'énergie, il est nécessaire de diminuer l'intensité du courant et donc, pour obtenir la même puissance à l'arrivée, d'augmenter la tension aux bornes de la ligne. La diminution de l'intensité du courant permet également d'utiliser des fils moins lourds donc de réduire le coût de construction d'une ligne électrique. Des câbles moins lourds autorisent la construction de pylônes plus légers, donc plus respectueux du paysage. Des transformateurs élèvent donc la tension à la sortie des centrales électriques alors que d'autres l'abaissent à proximité des lieux de consommation.

A l'aide de calculs simples, il est possible de démontrer que plus la tension est élevée sur les lignes, plus les pertes sont faibles. Exemple : soit à apporter à un réseau d'utilisation une puissance de 5 MW à l'aide d'une ligne de distribution de 50 Km. Comparons les pertes avec une tension utile U_U de 250 000 V puis de 250 V :



U_P = la tension produite

U_U = la tension utile, reçue à l'arrivée de la ligne

I = le courant circulant dans la ligne

La densité de courant δ [lettre grecque delta] admise sur une ligne de transport est de 5 A.mm^{-2} . La résistance ohmique d'une ligne est $R = \rho.L/S$ où :

- ρ [lettre grecque rho] représente la résistivité du conducteur [$\rho = 2 \times 10^{-8} \Omega.m$]
- L représente la longueur du conducteur [$2 \times 50 \text{ Km}$]
- S représente la section du conducteur [en mm^2].

Pour une tension d'utilisation $U_U = 250\,000 \text{ V}$

Pour une tension d'utilisation $U_U = 250 \text{ V}$

.....
.....
.....

.....
.....
.....

.....
.....
.....

II – 3 – Structure des réseaux de transport et de distribution

Le réseau de distribution français est très complexe. Il est obtenu par interconnexion de lignes, indépendantes au départ. Des transformateurs d'énergie permettent de rendre interconnectables toutes les mailles du réseau et d'adapter leur tension. Des dispositifs à action automatique rapide permettent de protéger les lignes interconnectées dans le cas d'apparitions de troubles de fonctionnement susceptibles de se propager.

Au départ et à l'arrivée d'une ligne, on dispose des disjoncteurs à coupure automatique (pour ouvrir le circuit de ligne en cas de consommation excessive qu'elle soit ou non accidentelle) et des sectionneurs destinés à mettre la ligne hors service.

Le réseau électrique est divisé en lignes Très Haute, Haute, Moyenne et Basse Tension. Les caractéristiques de ces différentes lignes sont regroupées dans le tableau suivant :

Type de ligne	Tension	Usage
Très Haute Tension (THT)		Transport d'énergie électrique à longue distance et international.
Haute Tension (HT)		Transport d'énergie électrique distant, industries lourdes, transport ferroviaire.
Moyenne Tension (MT)		Transport d'énergie électrique, local, industries, PME, services, commerces
Basse Tension (BT)		Distribution d'énergie électrique, ménages, artisans.

II – 4 – Le secteur EDF

La tension du secteur est, de fréquence et de tension efficace

.....

Une prise électrique comporte généralement 3 bornes auxquelles on branche les appareils qui ont besoin de courant pour fonctionner. Ces bornes portent le nom de

-
-
-

Parfois, les prises n'ont que deux bornes (la phase et le neutre) : elles ne permettent pas d'obtenir la protection donnée par la borne de terre.

III – Sécurité électrique

Les installations électriques d'une tension inférieure à 1 000 V (entre phases) appelées installations basse tension sont régies par la norme NF-C 15-100 à l'intérieur de deux domaines:

-[matériels]
-[travailleurs ou utilisateurs]

III - 1 - Protection des biens

Le premier domaine inclut essentiellement la protection vis-à-vis de la destruction, d'une part, de l'équipement électrique lui-même par un effet joule excessif, et, d'autre part, du matériel environnant par la propagation d'un incendie.

III - 1 - 1 -Premier problème : les surcharges

.....

Le temps de coupure sera inversement proportionnel à la valeur de la surcharge. Pour ce faire, on utilise un relais thermique ou un disjoncteur thermique.

Exemple : Temps de déclenchement d'un relais thermique réglé pour un courant nominal I_n . Pour une surcharge de $1,1.I_n$ le relais déclenchera en 1 h. Pour une surcharge de $1,5.I_n$ le relais déclenchera en 1 min. Pour une surcharge de $4.I_n$ le relais déclenchera en 10 s.

III - 1 - 2 - Second problème : les courts-circuits

.....

Le temps de coupure est très court [quelques ms]. Pour ce faire, on utilise un relais magnétique ou un disjoncteur magnétique ou des fusibles à haut pouvoir de coupure.

Exemple : Sur une installation dont le courant nominal est inférieur à 50 A, un court-circuit peut atteindre plusieurs kA. Un disjoncteur magnétique déclenchera par exemple en 50 ms pour un courant de $5.I_n$, et en moins de 10 ms pour un courant de $10.I_n$ et plus.

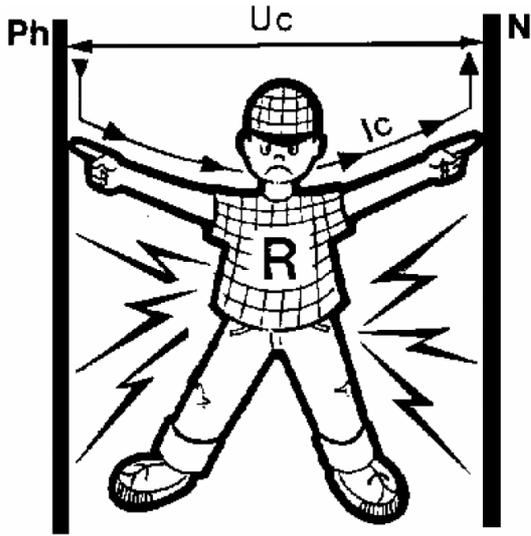
III - 2 - Protection des personnes

III - 2 - 1 - Les effets du courant électrique

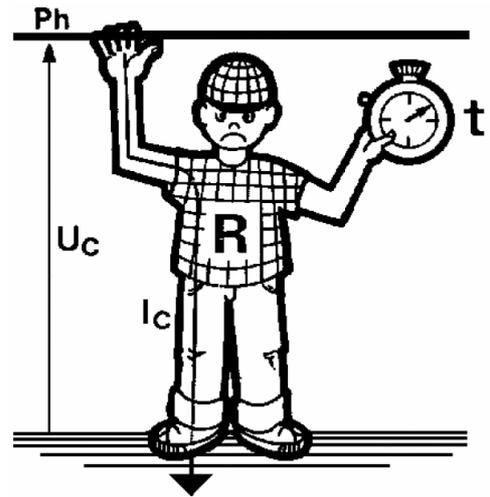
Les effets pathophysiologiques du courant électrique sur le corps humain sont, par ordre de gravité : les brûlures plus ou moins graves selon l'intensité du courant, la téτανisation des muscles pouvant entraîner l'asphyxie et la fibrillation ventriculaire [souvent mortelle] provoquant un fonctionnement anarchique du cœur.

En plus de l'intensité du courant, les deux autres facteurs augmentant le danger lors d'une électrocution sont :

-
-



L'intensité qui circule dans le corps humain est donnée par la loi d'ohm



Plus le temps est long, plus il y a de risques

Exemples de la valeur de la résistance du corps humain :

- R = dans les conditions les plus défavorables.
- R = valeur moyenne.
- R = mains sèches

A retenir :

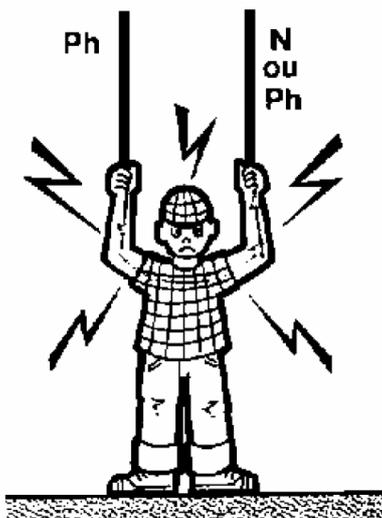
Le second domaine de la norme NF-C 15-100 prend en compte les risques électriques engendrés par un contact direct ou indirect.

III - 2 - 2 - Le contact direct

.....

.....

.....

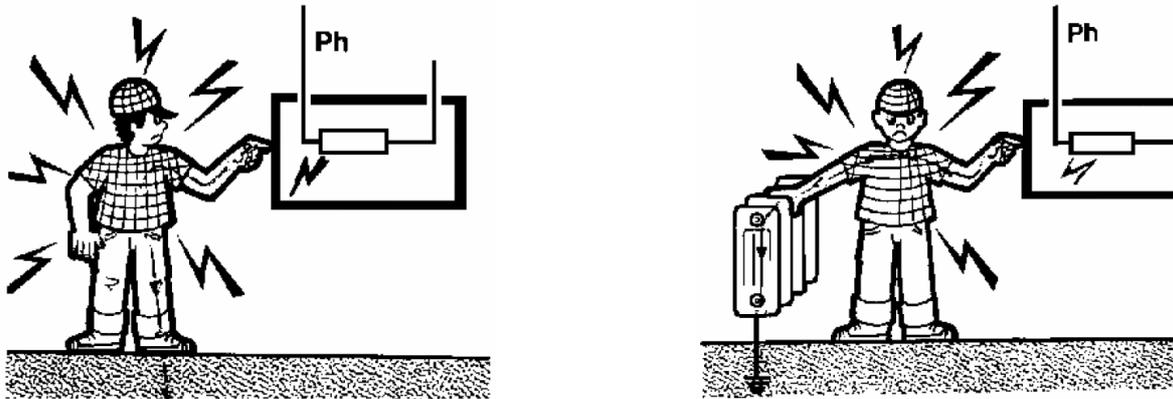


Contact direct : l'utilisateur touche directement des conducteurs sous tension



Autre exemples de contact direct : l'électrocution lors du changement d'une ampoule électrique, l'enfant qui met un objet conducteur dans une prise de courant, etc.

III - 2 - 3 - Le contact indirect



Contact indirect : l'utilisateur touche la carcasse métallique d'un appareil, mais cette carcasse était sous tension

Autre exemples de contact indirect : la carcasse métallique d'une machine à laver est sous tension suite à une fuite d'eau sur un connecteur, l'enveloppe métallique d'un convecteur électrique est sous tension suite à la déconnexion d'un conducteur, etc.

III - 2 - 4 - Les solutions techniques

Les mesures préventives assurant la protection contre les contacts directs sont :

-
-
-

Pour la protection contre les contacts indirects, trois types de mesure existent :

-
-
-

III - 2 - 5 - Les classes d'isolation

L'appareillage est réparti en 4 classes, appelées *classes d'isolation* :

Classe 0 : matériel qui possède une isolation principale et ne comporte pas de possibilités de relier les parties métalliques accessibles à la terre [exemple :]

Classe I : matériel ayant une isolation principale et dont les parties métalliques accessibles peuvent être mises à la terre [exemple :]

Classe II : matériel dont les parties métalliques accessibles sont séparées des parties actives par une double isolation [exemple :]

Classe III : matériel prévu pour être alimenté seulement en Très Basse Tension [en 12 V ou 24 V]

Les symboles normalisés représentatifs des 4 classes d'isolation sont :

Classe 0 :

Classe I :

Classe II :

Classe III :