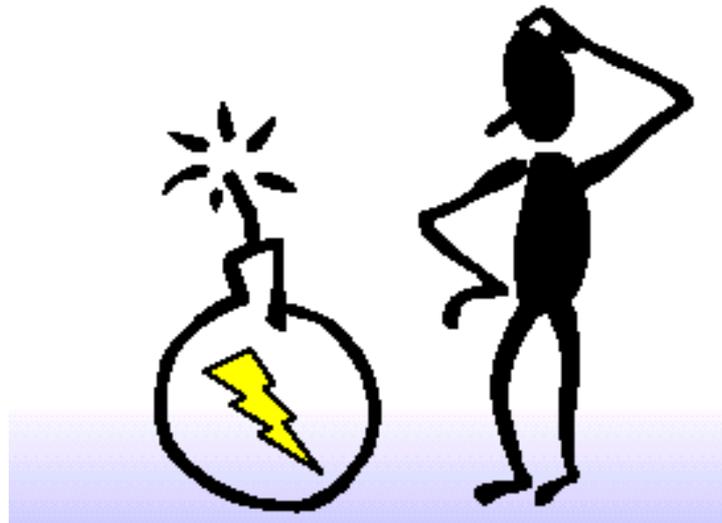


LES RISQUES D 'ORIGINE ELECTRIQUE

Formation dispensée aux cadres de
la Protection Civile



SOMMAIRE

- DEFINITIONS
- PRODUCTION DE L 'ELECTRICITE
- FORMES DE L 'ELECTRICITE
- EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE
- PREVENTION DES RISQUES
ELECTRIQUES

GENERALITES

- L'électricité, la plus répandue des sources d'énergie, est devenue familière par son utilisation en milieu industriel ou domestique.
- L'électricité est par contre pour beaucoup de personnes une notion abstraite car elle est invisible.
- Les risques liés à une mauvaise utilisation sont par conséquent mal perçus, ce qui se traduit malheureusement par de nombreux accidents plus ou moins graves chez les personnes averties ou non de ces dangers.

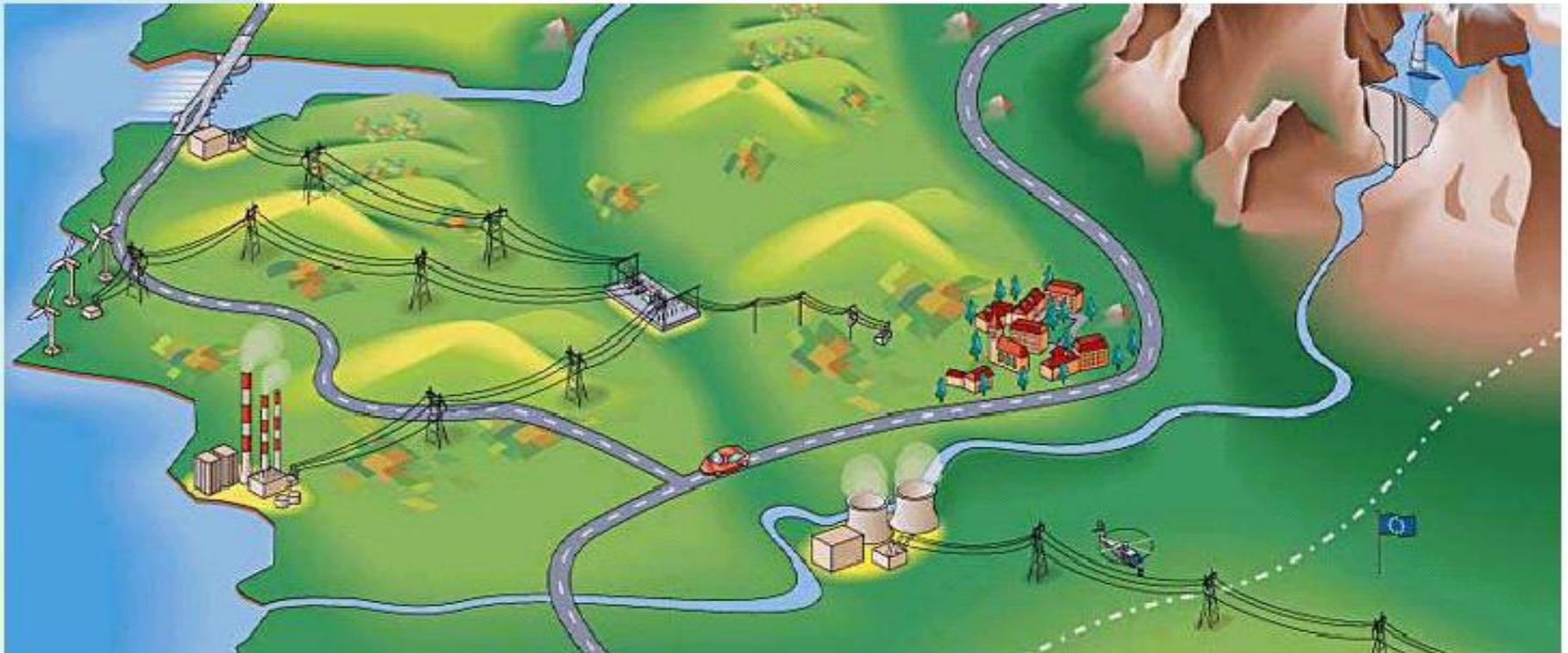
LES CENTRALES ELECTRIQUES ET RESEAUX ELECTRIQUES

Une centrale (de production d'énergie) électrique est un site industriel qui produit de l'électricité **en grande quantité**, afin d'alimenter en électricité des consommateurs, particuliers ou industriels relativement lointain.

Le réseau électrique est utilisé pour transporter/distribuer l'électricité jusqu'aux consommateurs.

Distribution électrique

■ Structure du réseau



Différentes sources d'énergie sont utilisés dans les centrales



250PX-~1.JPG

Centrales thermiques
à flamme:
•PETROLE
•GAZ...

Différentes sources d'énergie sont utilisés dans les centrales



Centrales à Energie
renouvelable:

- EOLIENNE
- SOLAIRE...

FORMES DU COURANT ELECTRIQUE



LE COURANT
CONTINU

est totalement constant en
direction et en intensité au
cours du temps

FORMES DU COURANT ELECTRIQUE

$$i(t) = A. \sin\left(\frac{2\pi \cdot t}{T} + \varphi\right)$$

Contrairement au courant continu, le **courant purement alternatif** peut voir ses caractéristiques (tension/courant) modifiées par un transformateur à enroulements.

LE COURANT ALTERNATIF

- MONOPHASE
- TRIPHASE

AVANTAGES DU COURANT ALTERNATIF



Grâce au transformateur :

- Le courant transporté par des lignes à haute tension subit des pertes beaucoup plus faibles. En divisant simplement par 10 l'intensité du courant transporté, on divise par 100 les pertes dues à la résistance des câbles électriques, la puissance dissipée dans une résistance étant proportionnelle au carré de l'intensité du courant. ($P = RI^2$)
- À puissance constante, on peut réduire fortement l'intensité d'un courant alternatif en augmentant sa tension.
- On abaisse ensuite la tension afin de fournir une alimentation près du lieu de distribution, afin de garantir la sécurité des utilisateurs.

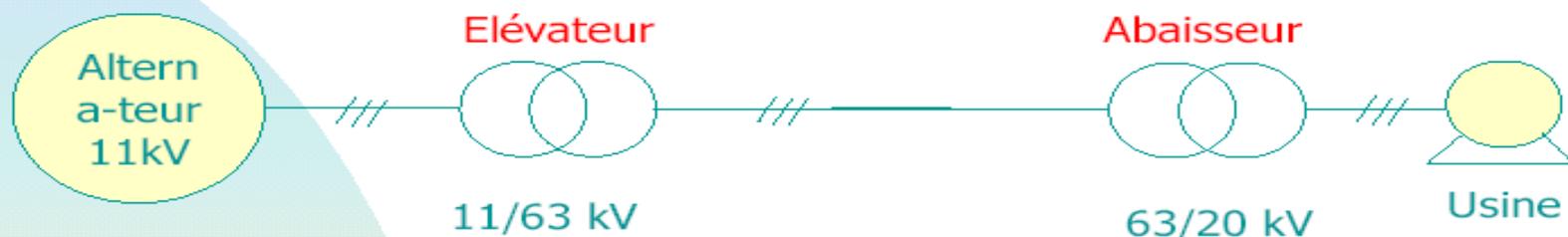
LA FORME TRIPHASEE DU COURANT

Seul les alternateurs polyphasés sont susceptibles de fournir une puissance élevée. C'est le triphasé qui est utilisé pour la fabrication industrielle de l'électricité. Le courant triphasé utilise trois câbles pour chacune des trois phases et un câble pour le neutre.



**LE COURANT
TRIPHASE**

Pourquoi ≠ niveaux de tensions ?



La définition des niveaux de tension

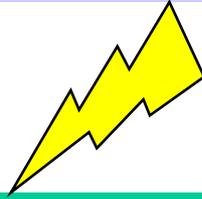
TBT	$U_n \leq 50 \text{ V}$		
BTA	$50 < U_n \leq 500 \text{ V}$	BT	$110 < U_n \leq 3000 \text{ V}$
BTB	$500 < U_n \leq 1000 \text{ V}$	MT	$3 < U_n \leq 33 \text{ kV}$
HTA	$1 < U_n \leq 50 \text{ kV}$	HT	$33 < U_n \leq 150 \text{ kV}$
HTB	$50 \text{ kV} < U_n$	THT	$150 < U_n \leq 800 \text{ kV}$

FORME DE L 'ELECTRICITE

QUELLE QUE SOIT
LA SOURCE
D 'ELECTRICITE

IL EXISTE UN
DANGER

DANGERS DE L 'ELECTRICITE



- DANGER SUR LES PERSONNES
- DANGER SUE LES EQUIPEMENTS
- DANGER SUR LES PERSONNES ET LES EQUIPEMENTS

Quels sont les effets de l'électricité ?

- La chaleur : $Q = R I^2 t$ (J)
- La force de Laplace : $F = f(I_1 * I_2)$
- L'ionisation : Sous l'influence, entre autres, d'un champ électrique suffisamment élevé, des atomes, par exemple ceux de l'air, peuvent s'ioniser (ce qui signifie que des électrons se libèrent). L'air est un isolant. Néanmoins, une couche d'air soumise à une d.d.p. devient conductrice à partir d'une certaine valeur. Il y a ionisation de l'air (plasma) ; l'air perd donc sa caractéristique d'isolant.

***La rigidité diélectrique de l'air est d'environ
30 kV/cm.***

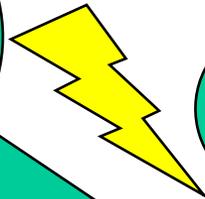
Quels sont les effets de l'électricité ?

• Courants de fuite et de perte : *Dans un isolateur non idéal, un courant peut se propager à travers le matériel ou par la surface. Ceci peut provoquer un échauffement et une dégradation graduelle de l'isolateur. si l'isolateur devient sale (poussière, graisse, humidité), cette couche peut devenir conductrice et un courant contourne alors l'isolateur.*

Quels sont les effets de l'électricité ?

• Self induction: $U = L \frac{di}{dt}$

L'ouverture d'un circuit inductif



Apparition de tension infinie

Quels sont les effets de l'électricité ?

- Accumulation d'énergie : $Q = C \cdot U$

dans le cas d'une installation électrique mise hors service

des énergies importantes peuvent subsister dans des condensateurs.

Accidents d'origine électrique

Les accidents d'origine électrique ont pour principaux effets :

- L'électrisation : c'est la réaction du corps humain due à un contact accidentel avec l'électricité.
- L'électrocution : c'est une électrisation qui entraîne la mort.

Accidents d'origine électrique

- Les brûlures par arcs et projection.
- Les chutes, conséquences d'une électrisation
- L'électricité peut aussi être à l'origine d'incendie ou d'explosion.

Les mains et la tête sont les plus touchés.

Accidents d'origine électrique

L 'accidents d'origine électrique provient du contact avec une installation ou une partie d 'installation électrique.

Causes d 'Accidents

L'origine de l'accident dépend des types de contact entre la personne et l'élément sous tension. Ces types de contact sont de deux sortes :

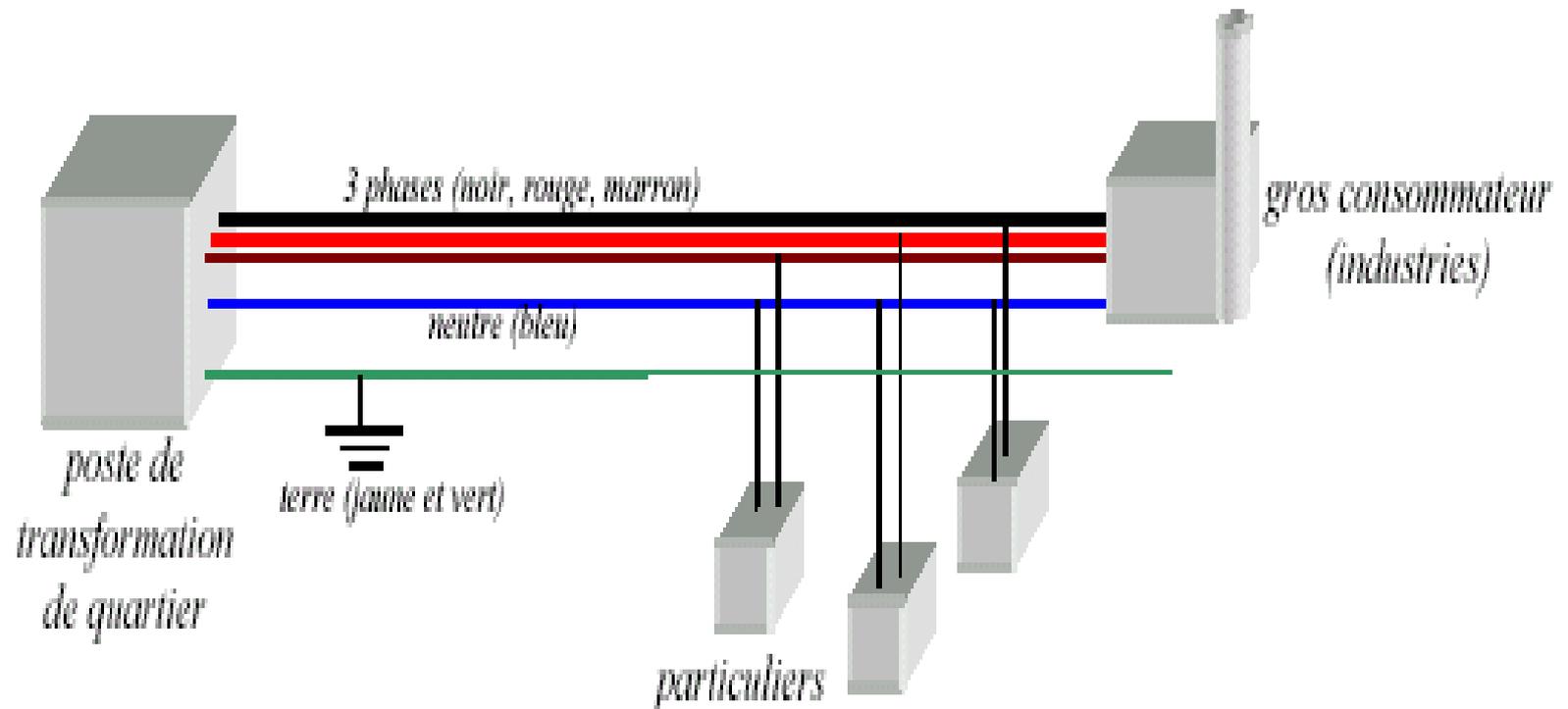
- **Contact direct** : contact de personne avec une partie active d'un circuit électrique.

- **Contact indirect** : contact de personnes avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement.

Parfois il n'est pas nécessaire d'établir un contact physique pour causer un accident.

- **Court-circuit** : contact réalisé par un objet métallique entre une masse et une partie active sous tension ou entre deux parties actives sous tension.

REGIMES DU NEUTRE



LES REGIMES DU NEUTRE

Au niveau du transformateur MT/BT (moyenne tension/basse tension) triphasé, sort 3 fils de phase et un fil de neutre qui vont chez l'utilisateur.

Le fil neutre est relié:

- soit directement à la terre - lettre T - (régimes TT ou TN)
- soit indirectement à la terre, à travers une impédance Z - lettre I - (régime IT).

REGIMES DU NEUTRE

Il existe **trois façons de relier le Neutre** et les masses des installations à la Terre. La norme C15.100 définit trois régimes de neutre qui sont caractérisés par deux lettres :

1^{ère} lettre : situation de l'alimentation (sortie du transformateur) par rapport à la terre.

T : liaison avec la terre

I : isolation ou liaison à la terre à travers une impédance

2^{ème} lettre : situation des masses des appareils par rapport à la terre.

T : les masses sont reliées directement à la terre

N : les masses sont reliées au neutre de l'installation

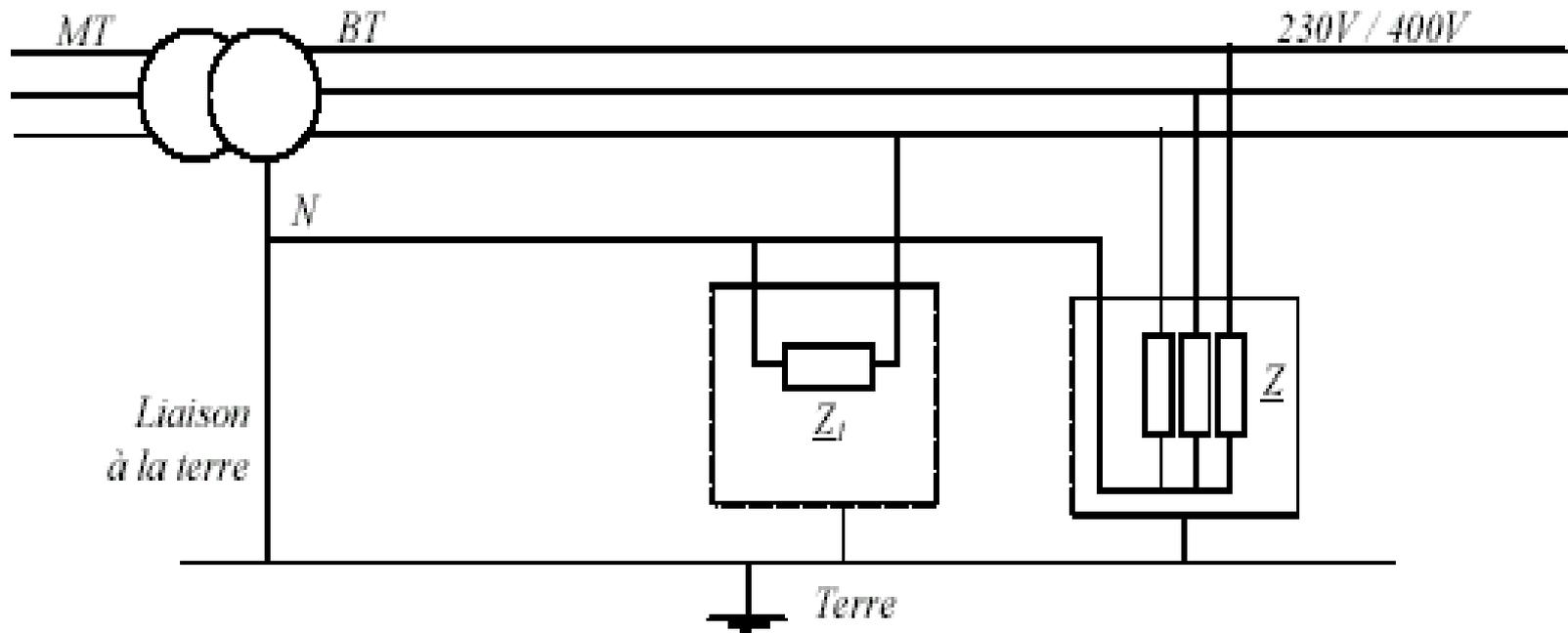
On distinguera de façon particulière les trois régimes suivants :

TT , TN et IT

REGIMES DU NEUTRE

REGIME EMPLOYE POUR
TOUTE DISTRIBUTION PUBLIQUE

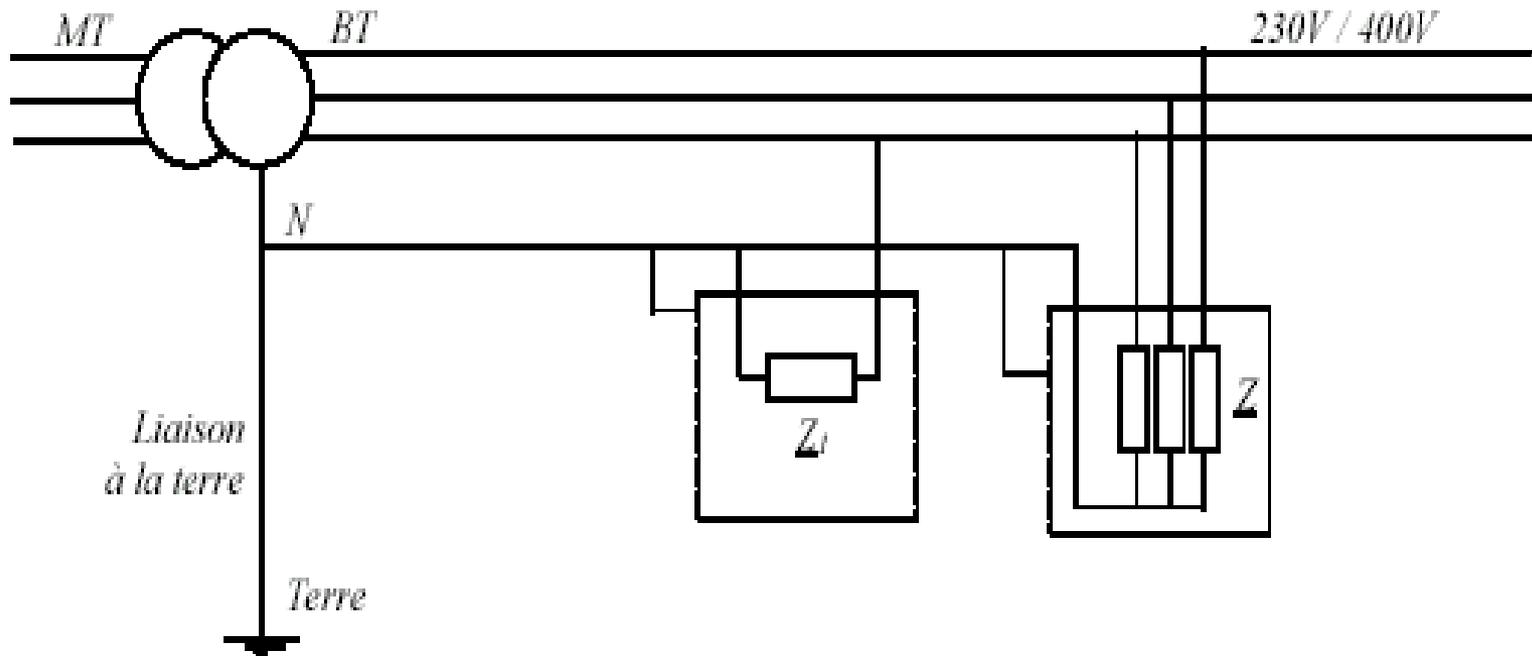
Schéma TT :



REGIMES DU NEUTRE

employé quand la mise à la terre des masses des appareils pose un problème.

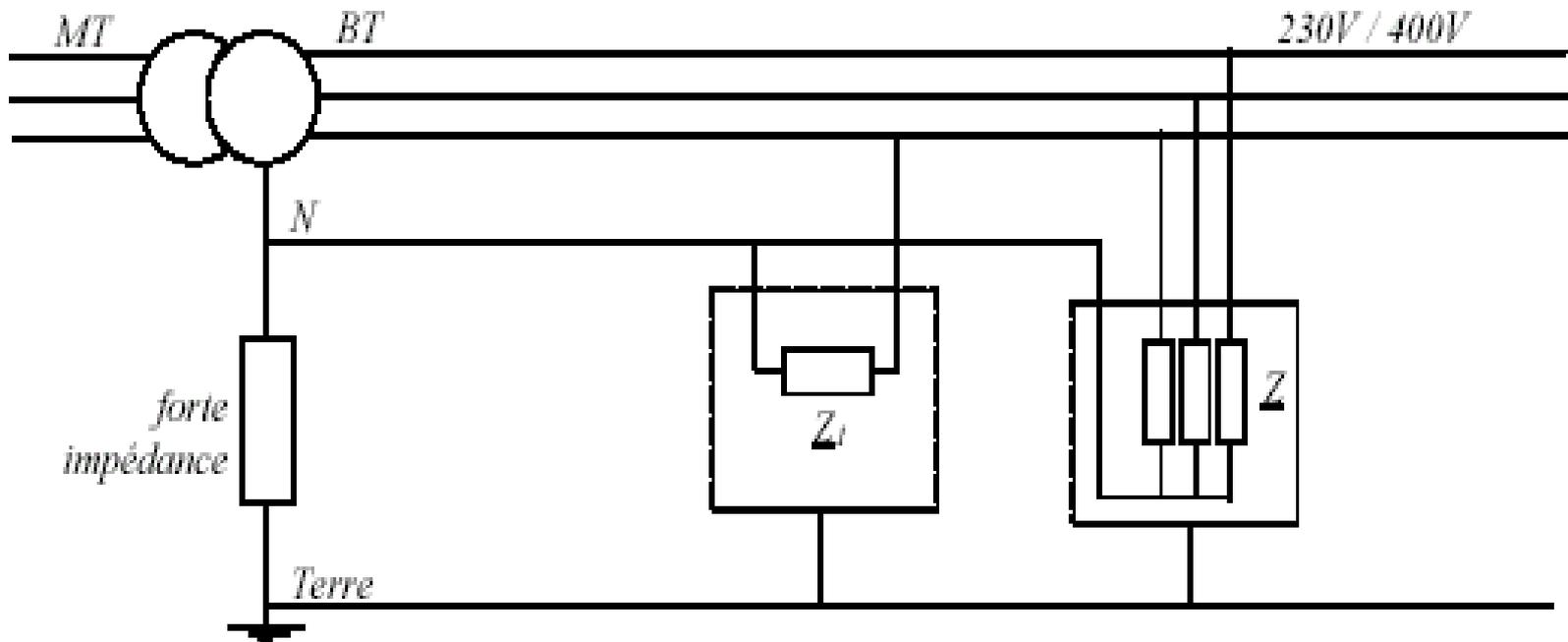
Schéma TN :



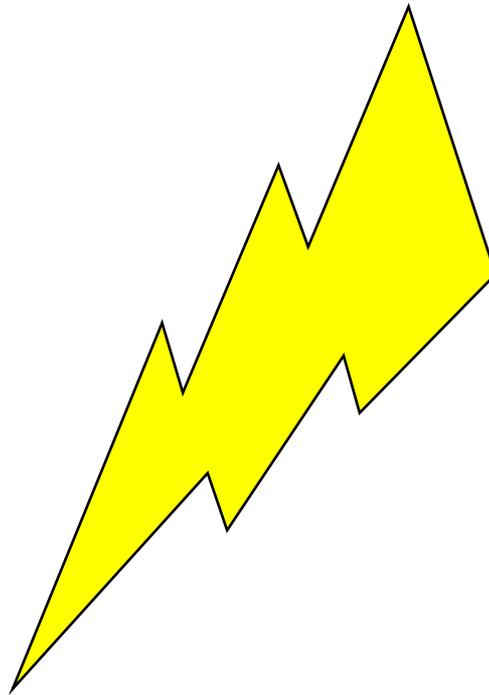
REGIMES DU NEUTRE

Employé dans les installations
ne tolérant pas d'interruption de courant
(HOPITAUX...)

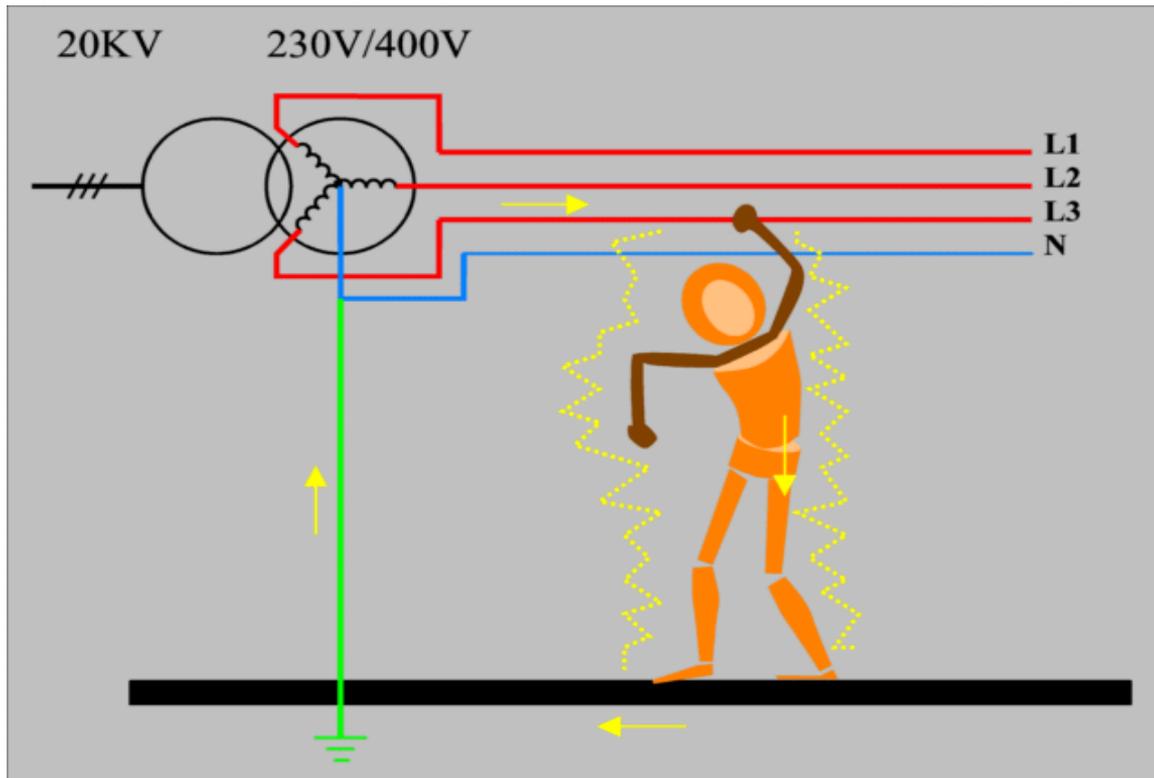
Schéma IT :



DESCRIPTION DES DIFFERENTES SITUATIONS D'ACCIDENTS

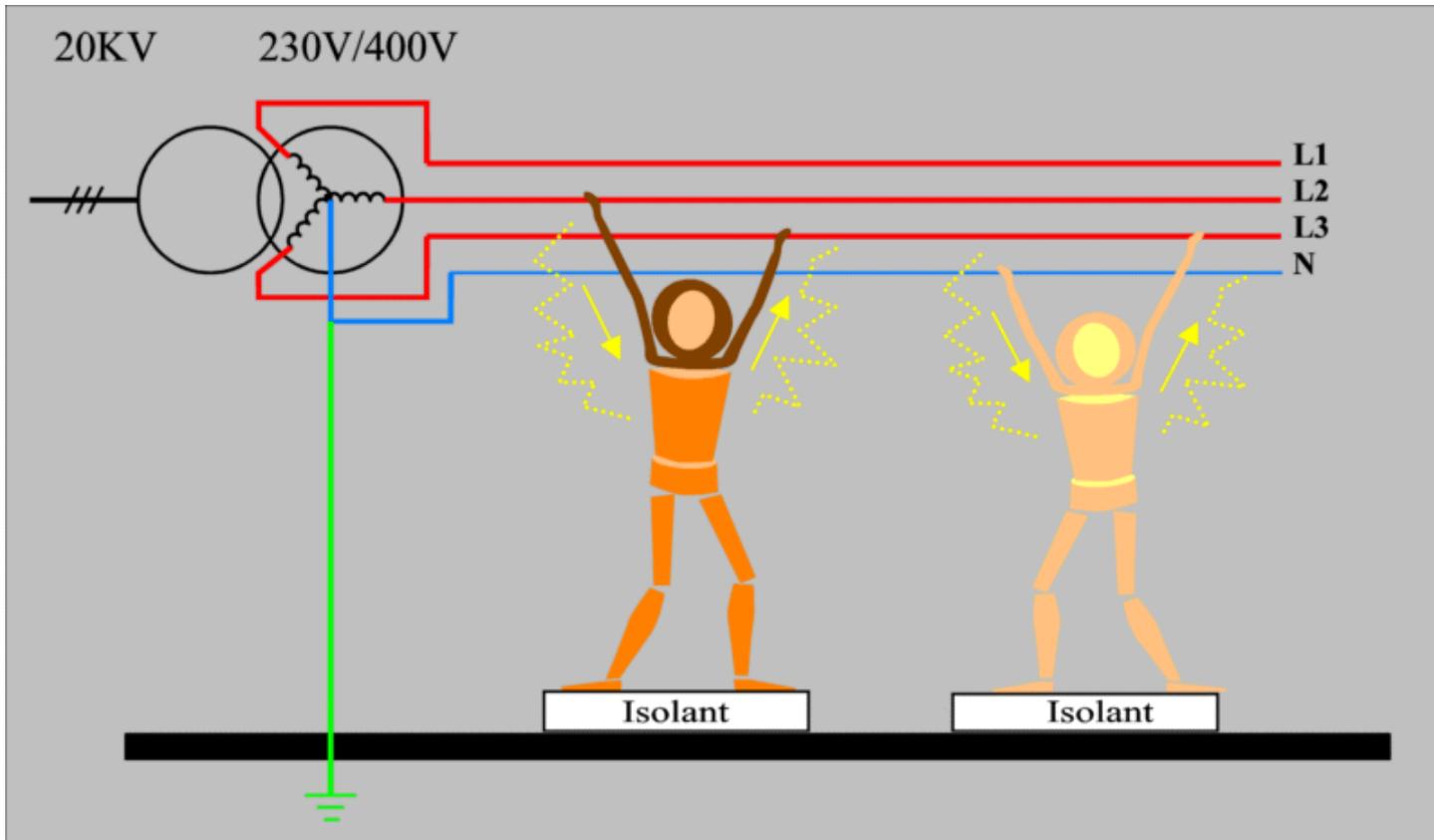


Electrisation par Contact Direct



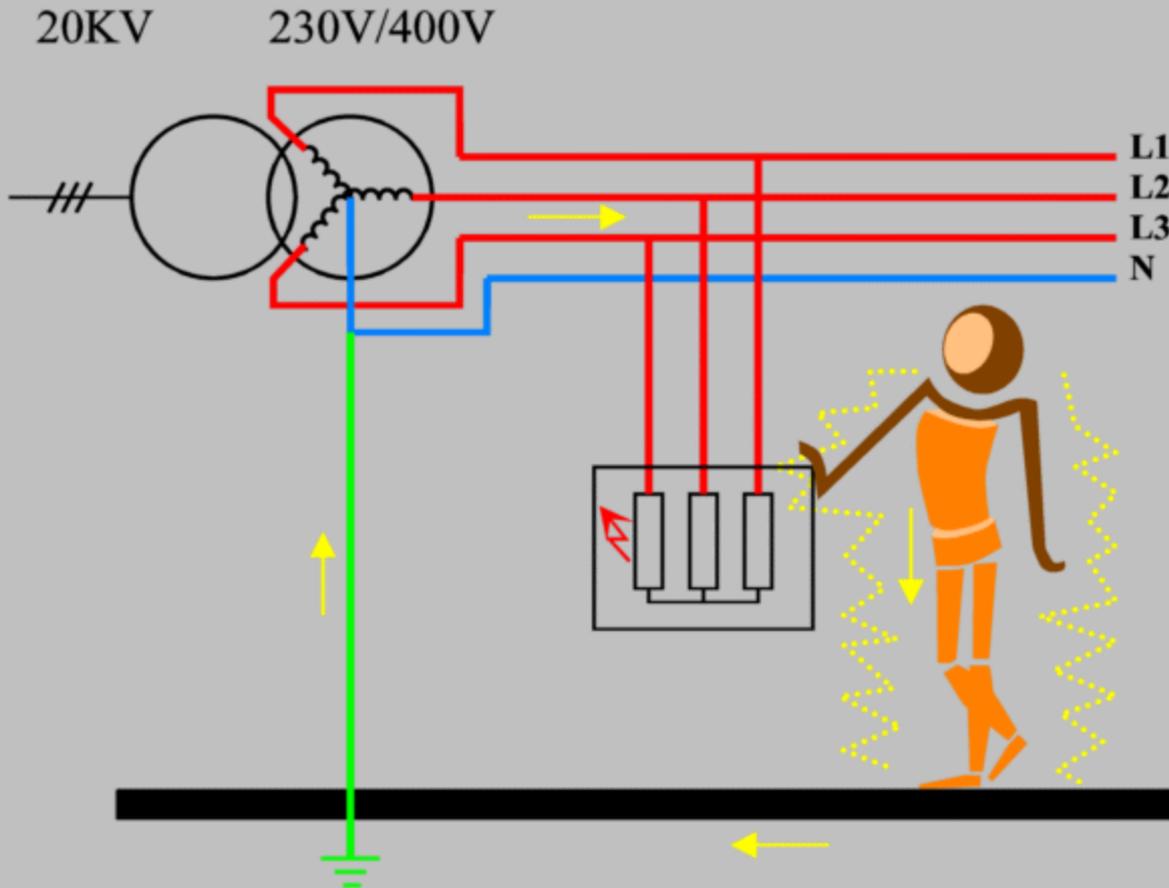
Situation
Très Fréquente

Electrisation par Contact Direct



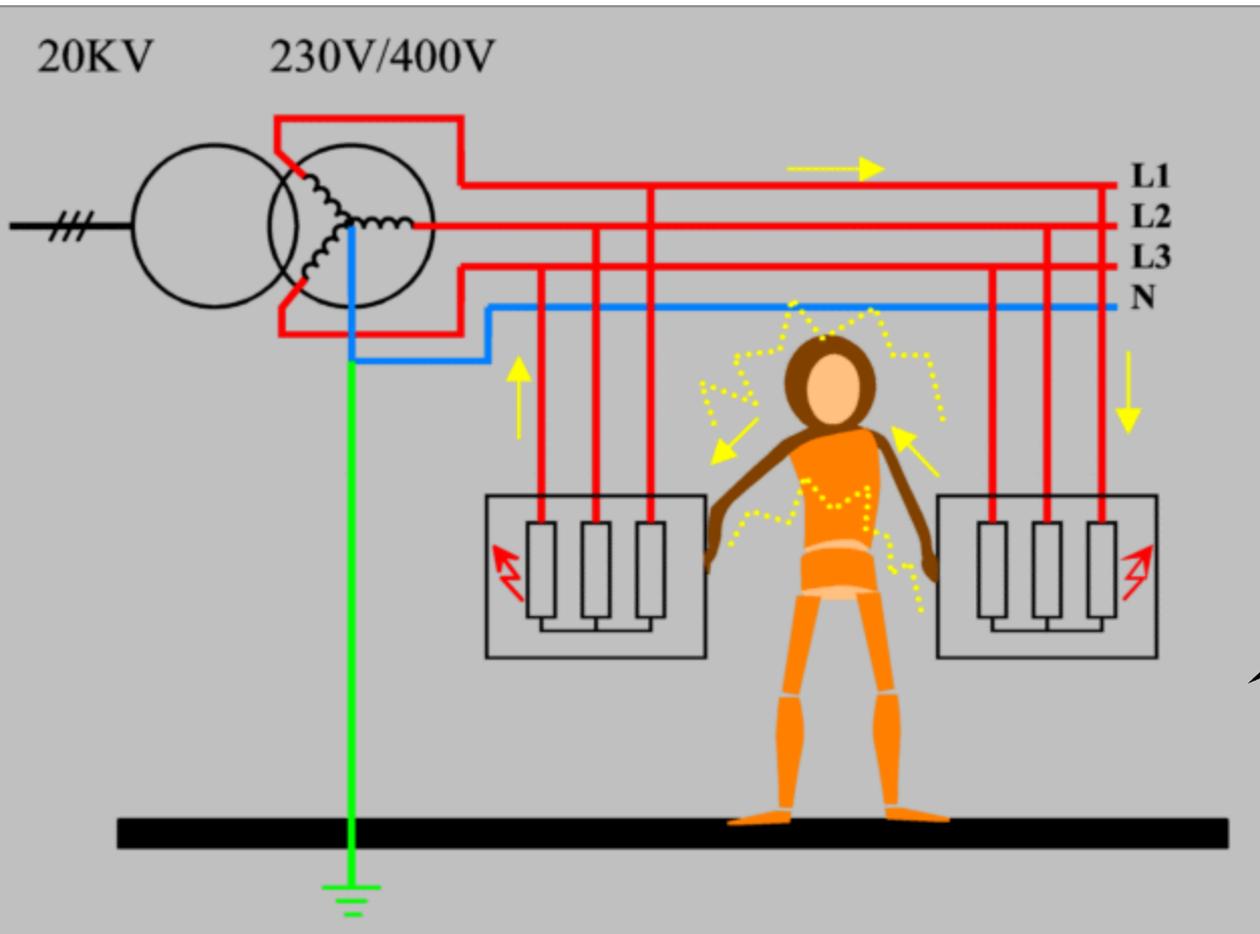
Situation
Fréquente

Electrisation par Contact Indirect



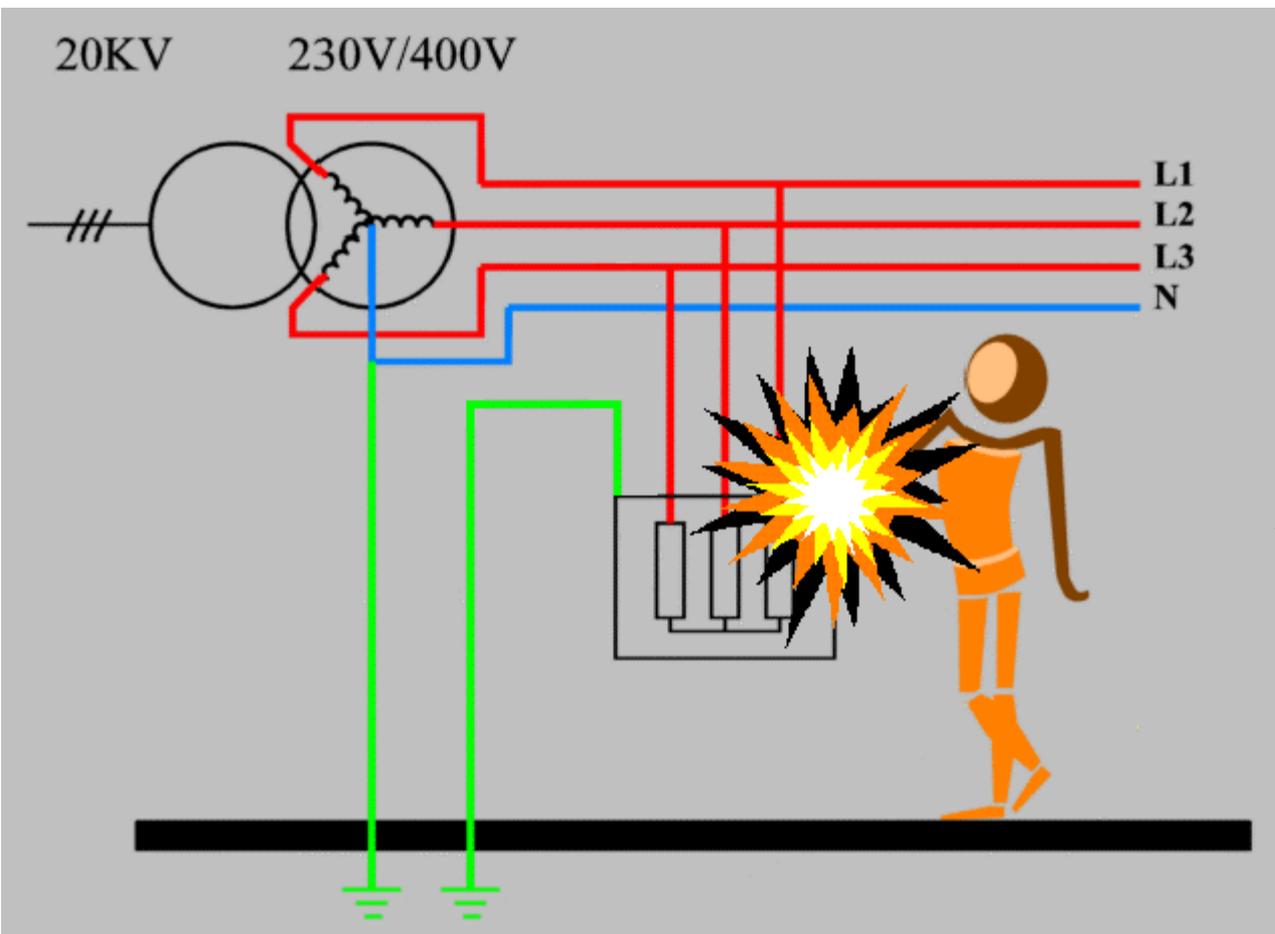
**Mise accidentelle
de la masse sous tension.
Situation Relativement
FRÉQUENTE**

Electrisation par Contact Indirect



**Mise accidentelle
de la masse sous tension.
Situation Très
Rare**

Court-Circuit



Objet métallique
entre partie active
et la masse ou
deux partie active
Fréquente

Formes d 'Electrisation

- *Contact direct* : contact de personne avec une partie active d'un circuit électrique. 45%
- *Contact indirect* : contact de personnes avec une masse mise accidentellement sous tension à la suite d'un défaut d'isolement. 20%
- *Court-circuit* : contact réalisé par un objet métallique entre une masse et une partie active sous tension ou entre deux parties actives sous tension. 30%
- *Autres cas* : 5%

Origine des risques :

Selon:

- Les caractéristiques du courant,
- Les conditions d'humidité,
- Le temps de passage,
- Le trajet du courant dans le corps,
- L'état physiologique de la personne.



**Le risque engendré
est différent**

Rôle de la Résistance du corps humain et la tension

Notre corps est protégé par la peau, qui représente une barrière physiologique s'opposant aux sensations de l'électricité.

Un contact entre deux bornes d'une batterie de voiture (12 ou 24 V) n'occasionne aucune sensation au niveau du corps humain. Par contre, un même contact aux bornes d'une prise de courant (240 V) se traduira par une sensation douloureuse, voire l'électrocution.

L'augmentation de la tension appliquée au niveau de la peau

Entraîne la perforation de celle-ci

Résistance du corps humain

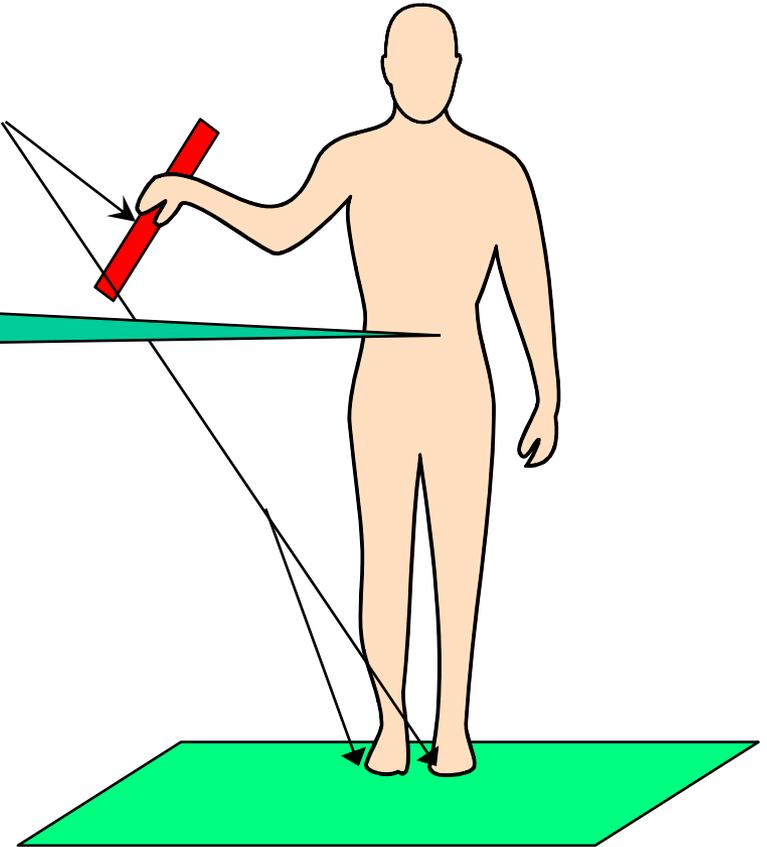
Résistance de Contact

Résistance Interne

Résistance du corps

=

Σ Résistances

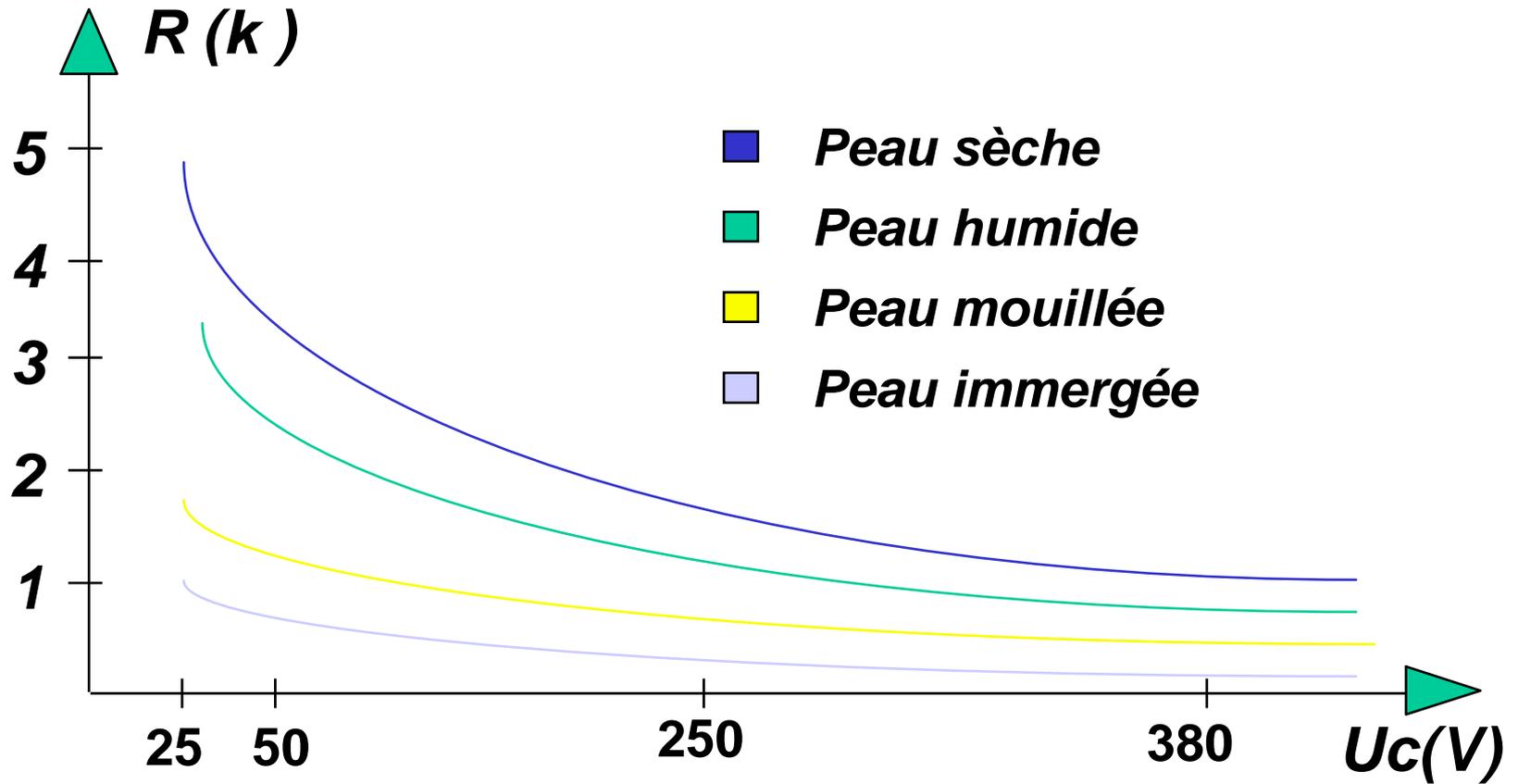


Variation de la résistance du corps humain

La résistance du corps humain dépend:

- température de la peau
- surface et pression de contact
- tension de contact
- humidité de la peau
- trajet du courant dans le corps
- morphologie de l'individu
- temps de passage du courant

Résistance du corps humain



Effets de l 'Intensité du courant

$$I = U/R \quad \text{loi d 'Ohm}$$

En fonction de l 'intensité qui va parcourir le corps humain que le courant peut produire les effets suivants:

- Effets physiques (brûlures)
- Effets sur les muscles
- Effets sur le cœur
- Effets sur le système nerveux

Effets de l'Intensité du courant

Brûlures par arc

Les brûlures occasionnées par l'intense chaleur dégagée par effet Joule au cours de la production de l'arc électrique en basse tension (localisées) ou en haute tension (profondes voire mortelles).

Effets sur les muscles

les muscles moteurs
(cas des muscles des membres)

Mouvements
intempestifs

les muscles auto réflexes
(cage thoracique et cœur)

Asphyxie
Tétanisation
Fibrillation du coeur

Cause de la mort
par choc électrique

Effets du passage du courant alternatif 50/60 Hz

Intensité	Perception des effets	Temps
0,5 à 1 mA	seuil de perception suivant l'état de la peau	
8 mA	choc au toucher, réactions brutales	
10 mA	contraction des muscles des membres crispations durables	4 mm 30
20 mA	début de téτανisation de la cage thoracique	60 sec
30 mA	paralysie ventilatoire	30 sec
40 mA	fibrillation ventriculaire	3 sec
75 mA	fibrillation ventriculaire	1 sec
300 mA	paralysie ventilatoire	110 ms
500 mA	fibrillation ventriculaire	100 ms
1 000 mA	arrêt cardiaque	25 ms
2 000 mA	centres nerveux atteints	instantané

Effets du courant électrique fonction de la fréquence

Les équipements modernes utilisent de plus en plus l'électricité à fréquence élevée :

Les outils portatifs et le soudage électrique (100, 200, 300 Hz et jusqu'à 450 Hz),

Les alimentations de puissance de 20 kHz à 1 GHz.

Pour des fréquences supérieures à 50 Hz les courants deviennent moins dangereux, ce qui ne veut pas dire que le danger disparaît (moins de risque de fibrillation, plus de brûlures profondes).

Les effets du courant continu

Intensité

Perception des effets

130 mA

Seuil de fibrillation cardiaque.

2 mA

Seuil de perception.

- Les courants d'intensité au plus égale à 300 mA passant à travers le corps humain pendant plusieurs minutes peuvent provoquer des arythmies cardiaques réversibles, des brûlures, des vertiges et parfois l'inconscience.
- Au dessus de 300 mA, l'inconscience se produit fréquemment.

Effets de l'électrification en fonction de la tension: En Alternatif

En dessous de 50 Volts pas de danger

entre 50 et 500 V

fibrillation cardiaque

500 à 1 000 V

syncope respiratoire et brûlures

1 000 V et plus

brûlures internes (blocage des reins).

Effets de l'électrisation en fonction de la tension: En Continu

En dessous de 120 V absence d'accident mortel

entre 120 et 750 V
tensions peu répandues

effets d'électrolyse
et des brûlures par effet Joule

à partir d'environ 750 V

surtout des brûlures
internes et externes

Prévention des risques électriques

Plus l'intensité I , traversant le corps humain est élevée

Plus le choc électrique est dangereux

Il faut donc chercher à diminuer la valeur de I pour éviter ou mieux supprimer le choc, c'est l'objet de la prévention des risques électrique.

Prévention des risques électriques

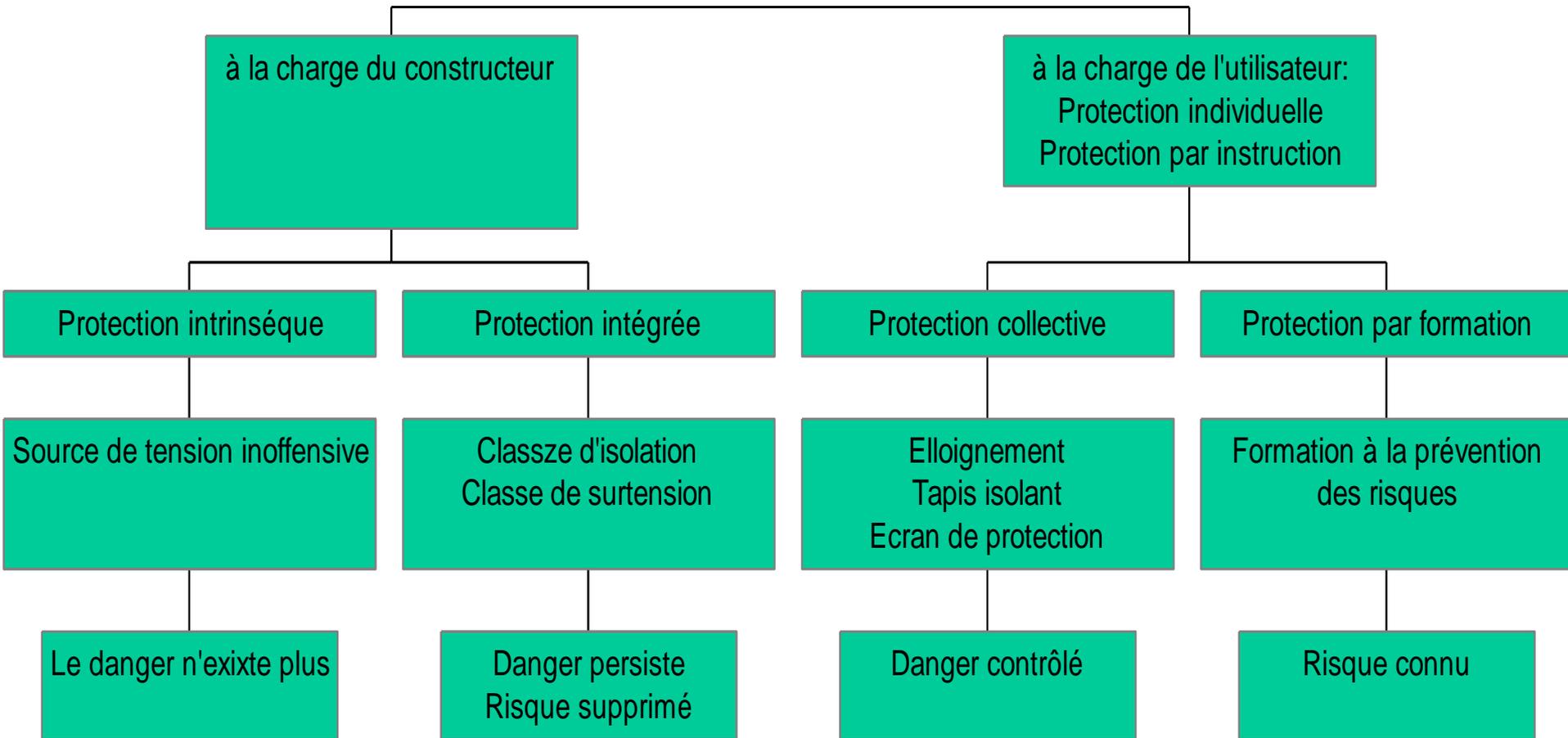
Mise en œuvre de moyens de protection contre les risques électriques

On peut distinguer:

1° Moyens à la charge du Constructeur;

2° Moyens à la charge de l'utilisateur

Prévention des risques électriques



Protection contre les contacts Directs

Mise hors portée des pièces nues sous tension par:

- 1° Eloignement: compatible avec le matériel manutentionné
- 2° Obstacle: coffret, armoire, cache, grillage...
- 3° Isolation: adaptée à la tension

Classe d'Isolation IP XX

Premier chiffre (X): Degré de protection contre les corps solides
Second chiffre (X): Degré de protection contre les liquides

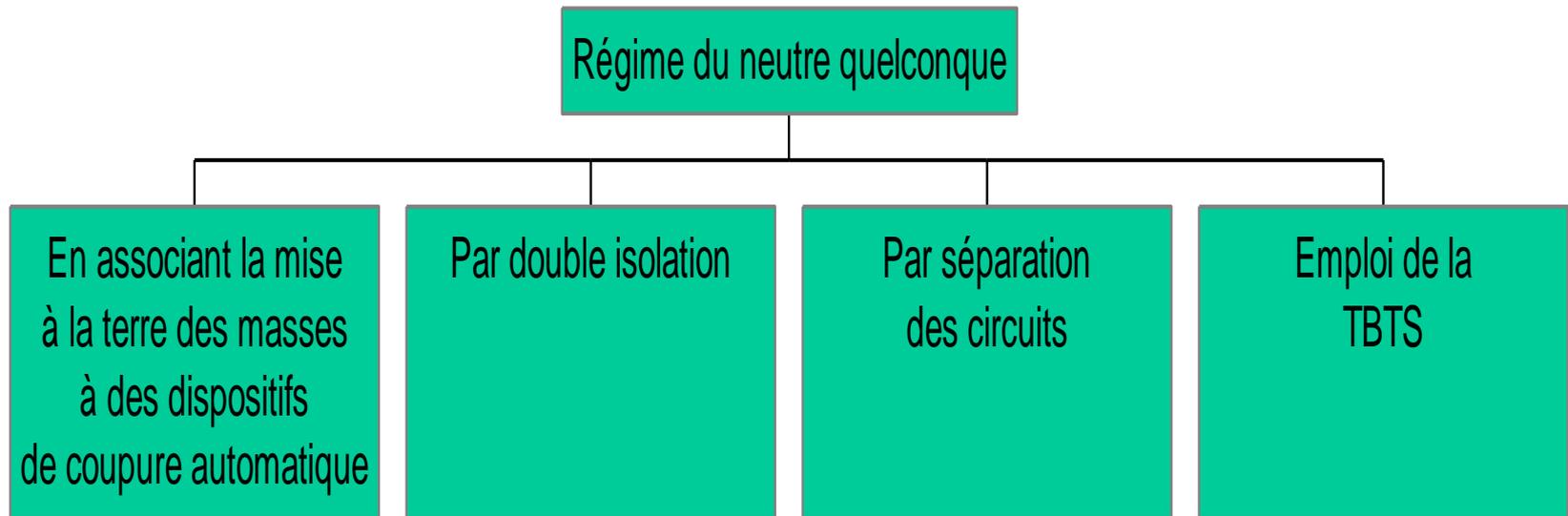
Indices de protection des
enveloppe des matériels
électriques

Protection contre les contacts Indirects

Cette protection est réalisée soit:

- 1° par coupure automatique
- 2° par l'emploi de matériel de classe II
- 3° par séparation de circuit

Protection contre les contacts Indirects



Dispositif de coupure automatique

Dispositif de protection à courant différentiel résiduel en courant alternatif: Ouvre le circuit électrique en cas de fuite supérieure à la valeur de consigne;

- I_d : Intensité de défaut
- I_r : réglage du différentiel $I_d > I_r$

