

Cours d'Electrotechnique

- Notions Fondamentales & Architecture électrique

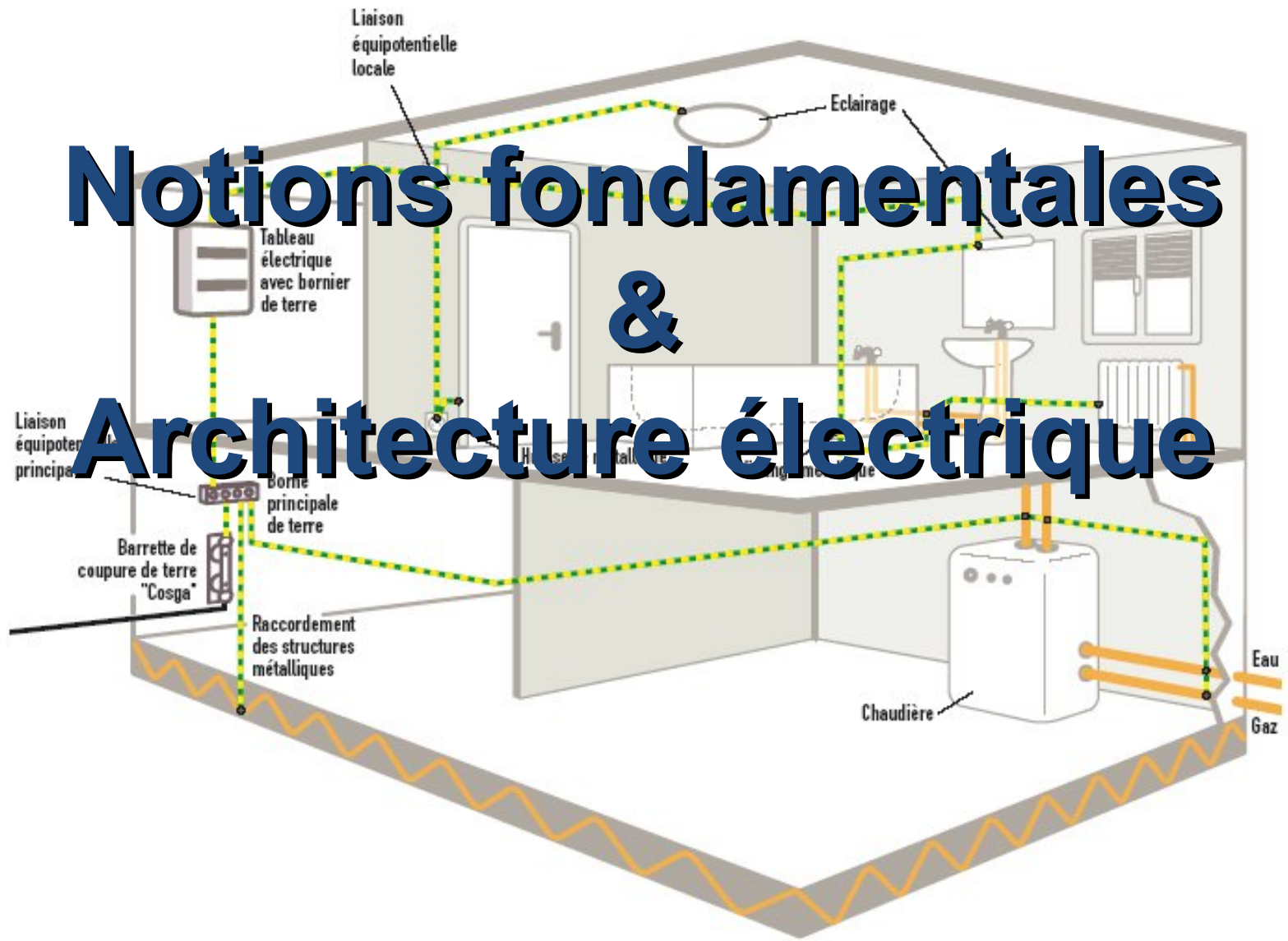
- Protection des lignes

(Choix de section câbles et protections électriques)

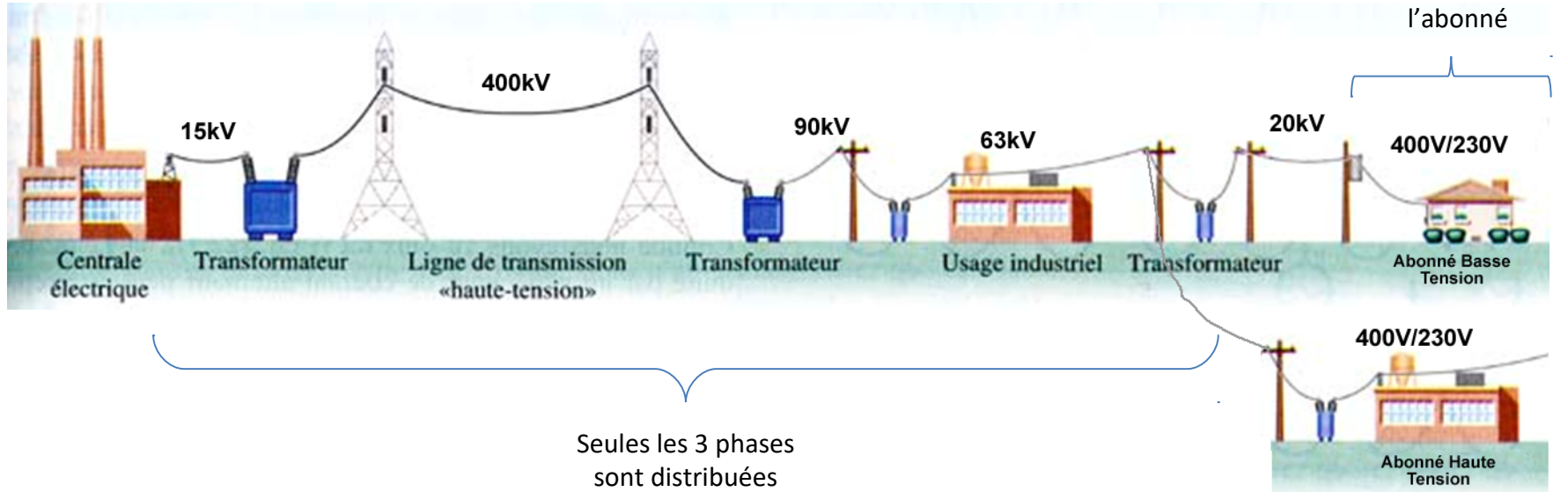
- Danger du courant – Protection des personnes – Schémas de liaison à la terre

BTS MSEF

Notions fondamentales & Architecture électrique

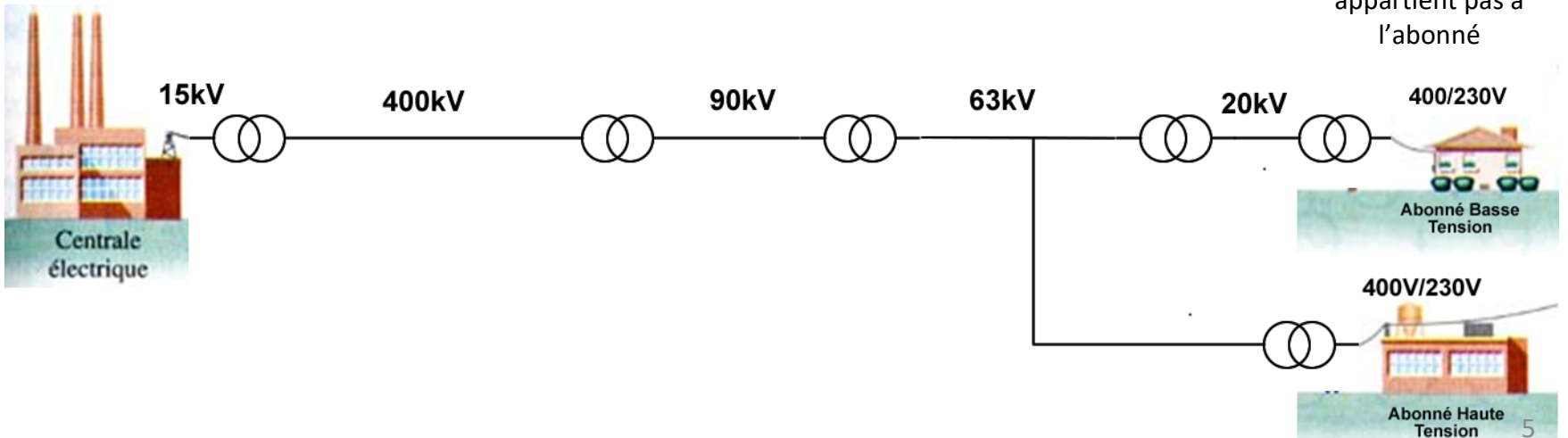


1 - Distribution de l'énergie électrique

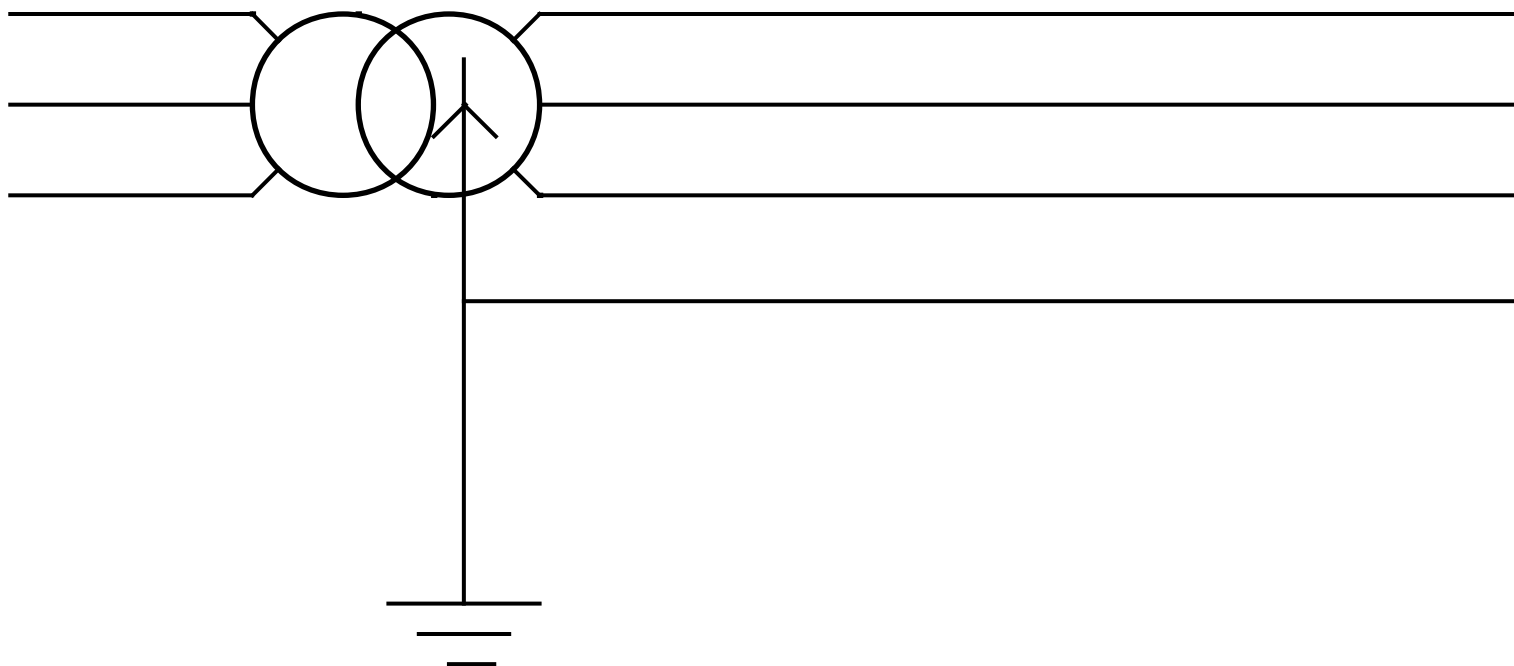
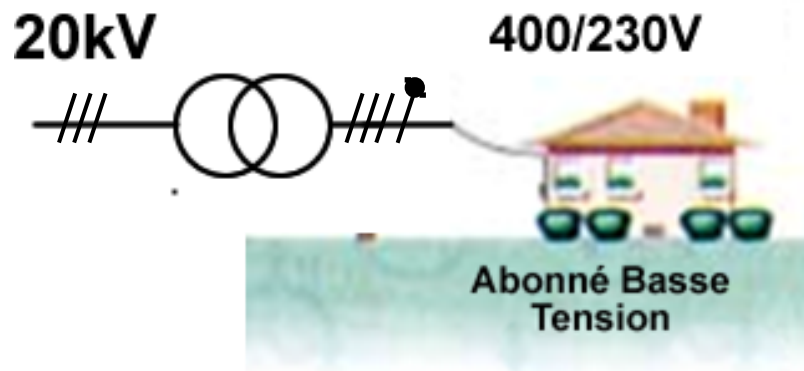


Le transformateur n'appartient pas à l'abonné

Le transformateur appartient pas à l'abonné



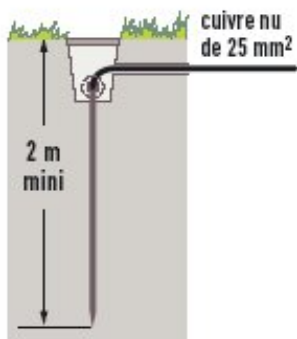
Soit le réseau schématisé ci-dessous. Noter sur le schéma de principe en bas de diapositive, les potentiels de chacun des conducteurs ainsi que les différences de potentiel



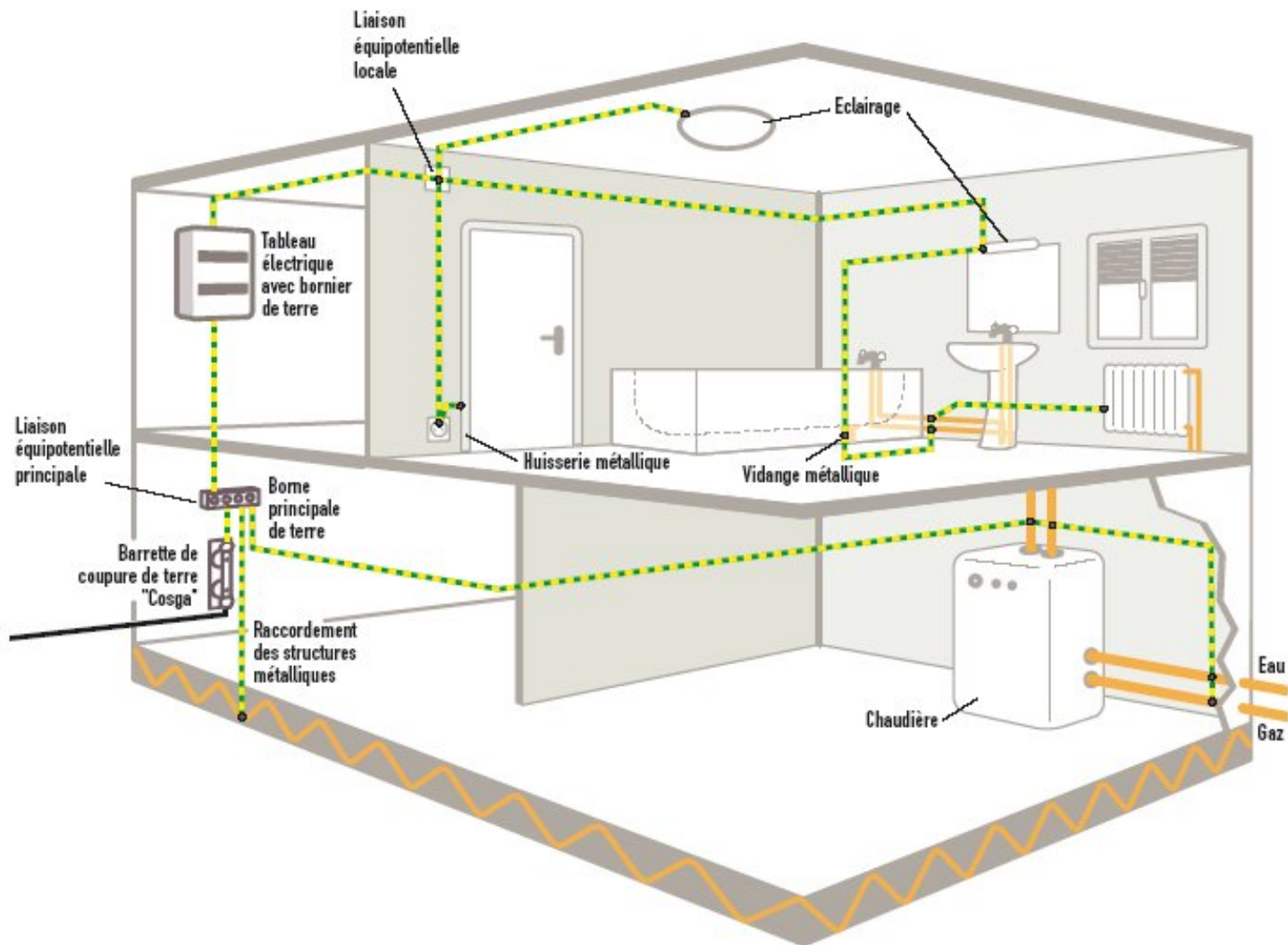
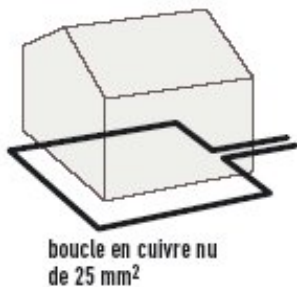
2 - Prise de terre

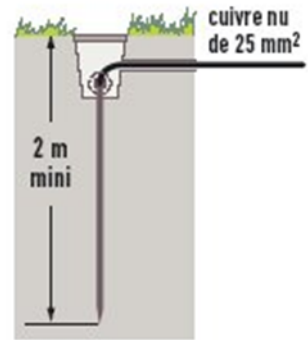
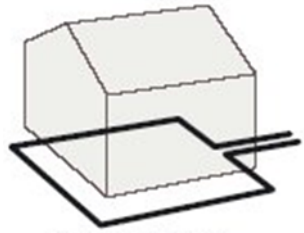
LA PRISE DE TERRE

1^{ère} solution Piquet de terre

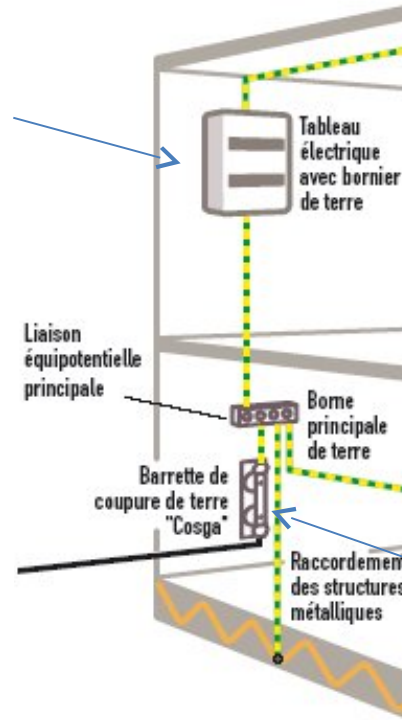


2^e solution Boucle en fond de fouille

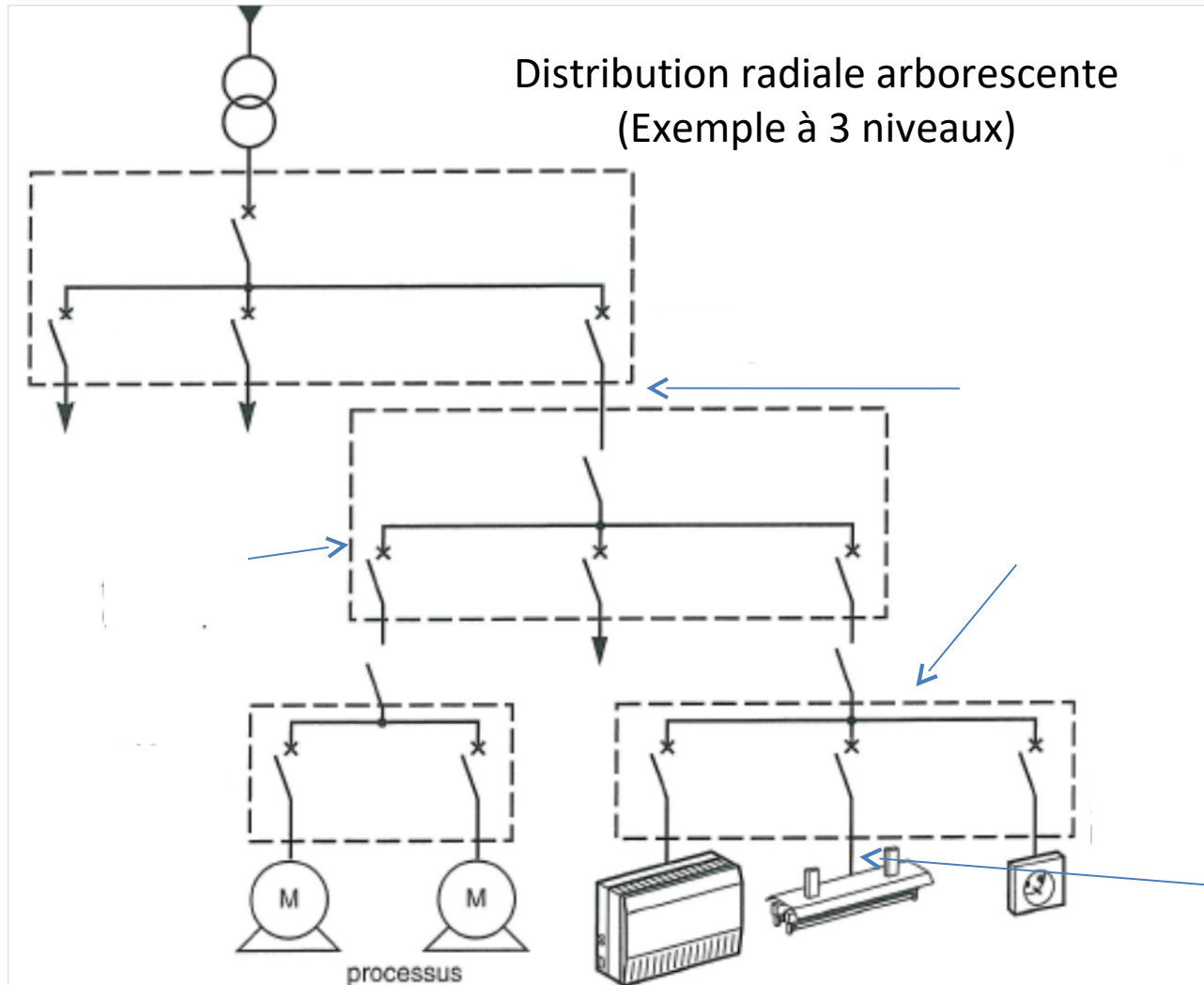




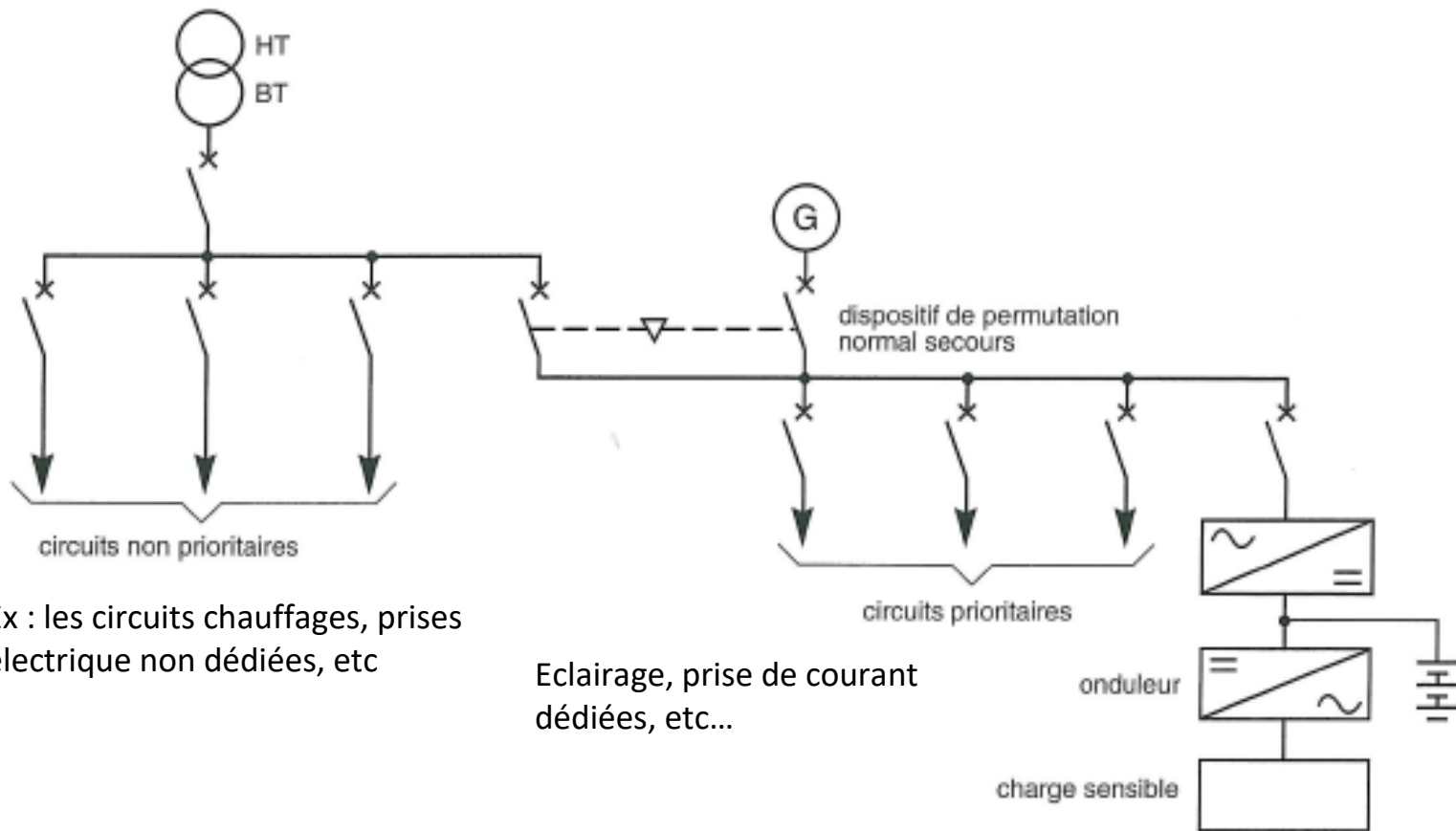
Ou



3 - Structure d'une installation électrique



Distribution avec secours et charges sensibles

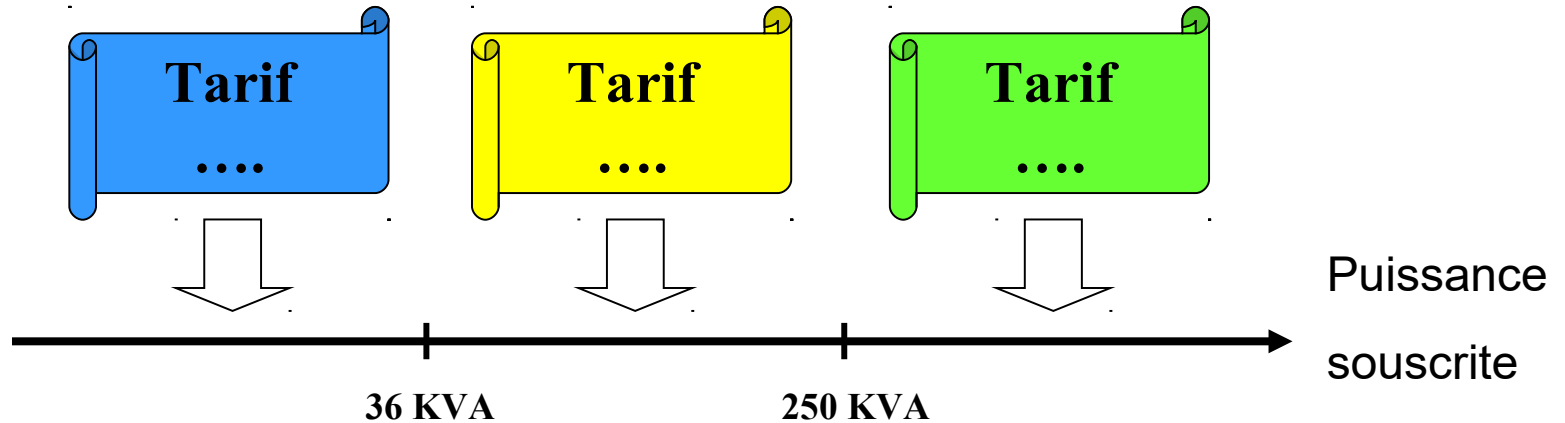


Ex : les circuits chauffages, prises électrique non dédiées, etc

Eclairage, prise de courant dédiées, etc...

Ordinateurs, blocs opératoires, etc..

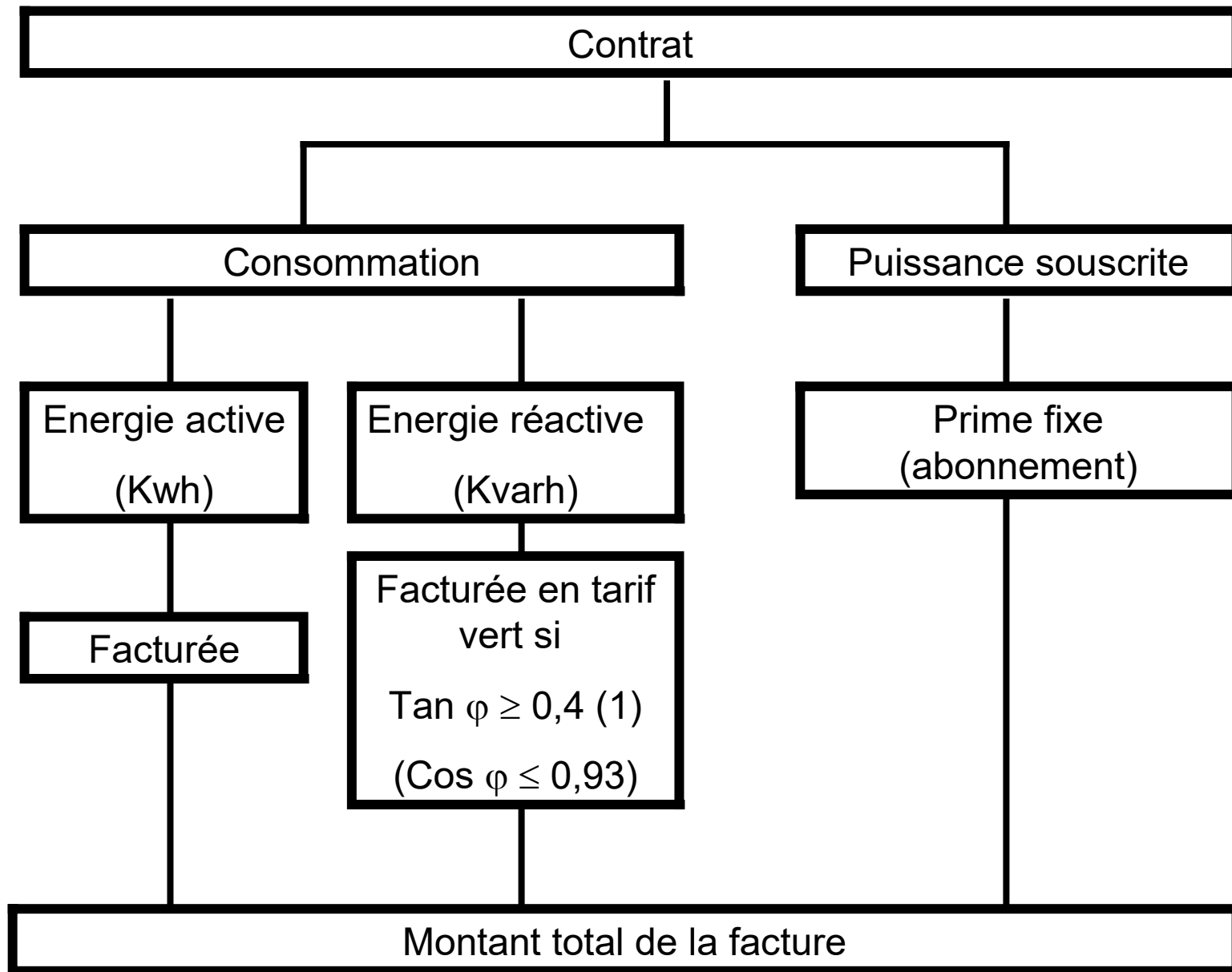
4 - Tarifs électriques



Chaque tarif est composé d'options tarifaires

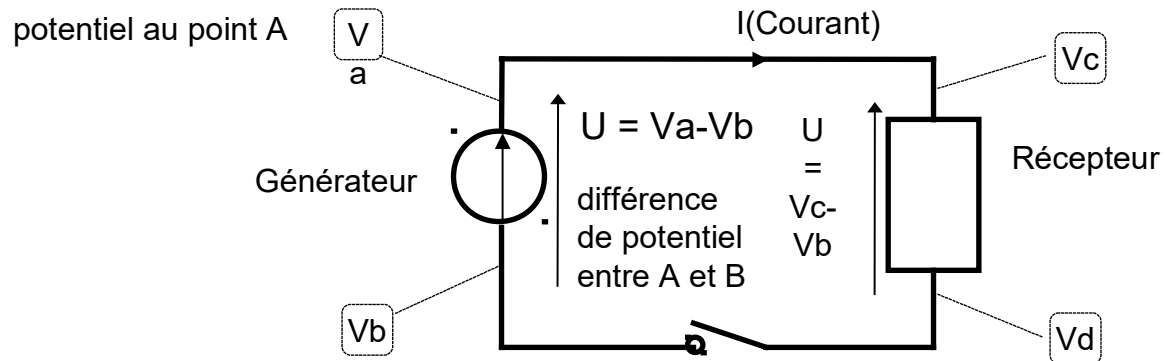
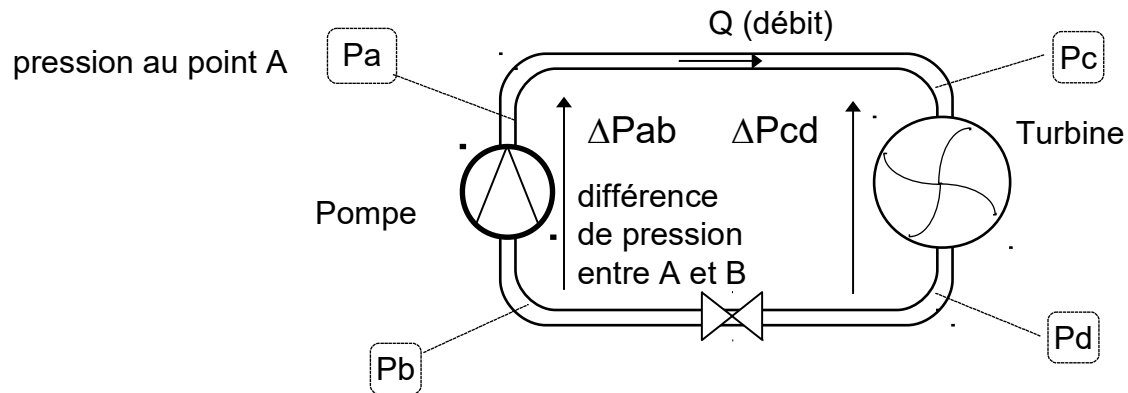
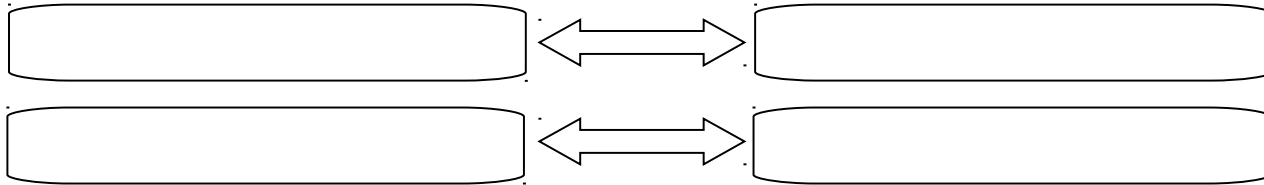
Exemple : Tarif Bleu

- Base \Rightarrow 1 seul coût du Kwh
- Heures Creuses/ Heures Pleines \Rightarrow 2 coûts du Kwh
- Tempo \Rightarrow 3 couleurs de jours avec dans chaque couleur des heures creuses et des heures pleines



(1) En d'autres termes, Edf nous autorise à consommer en énergie réactive l'équivalent de 40% de l'énergie active consommée.

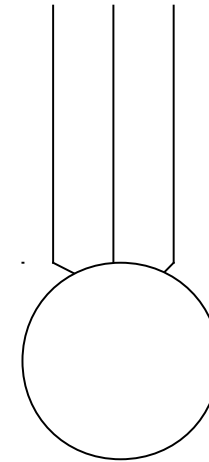
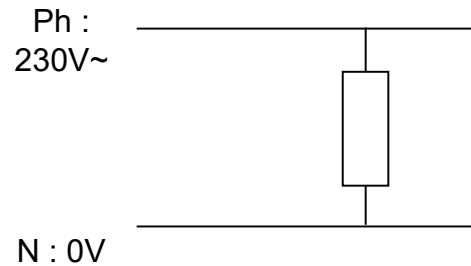
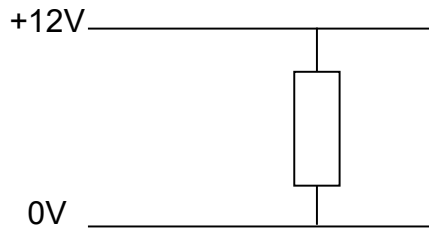
5 – Tension, courant, puissance et énergie



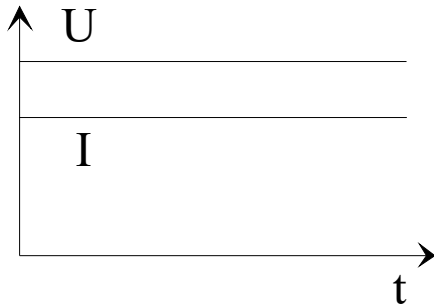
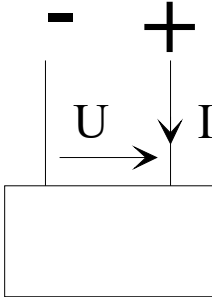
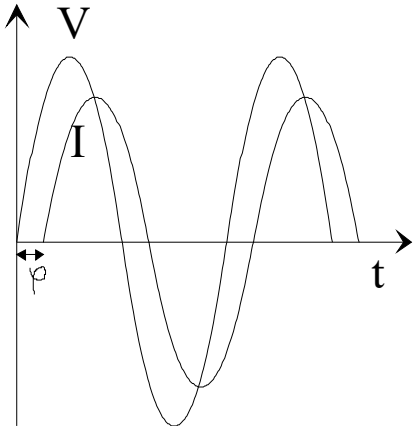
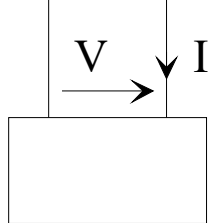
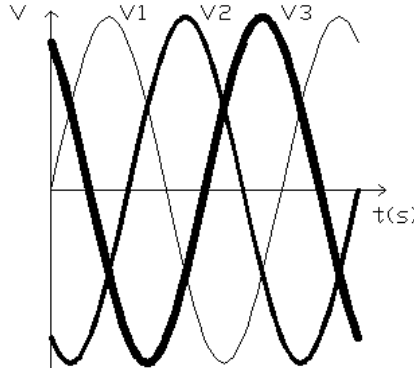
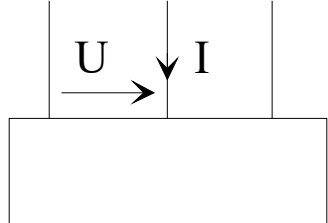
5.1 - Conventions

**Les riches
donnent aux
pauvres !**

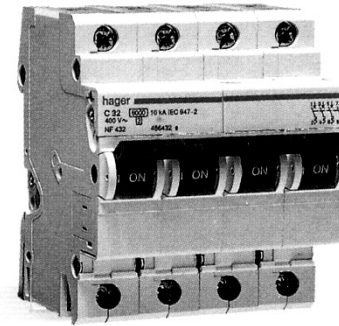
**De la source
vers le
récepteur**



5.2 - U, I, P, W

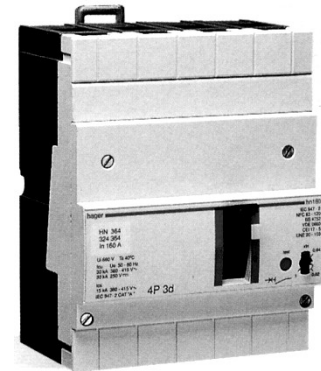
En continu	En alternatif	
 <p style="text-align: center;"> $-$ $+$ U I  </p> <p style="text-align: center;">Récepteur fonctionnant en courant <u>continu</u></p>	 <p style="text-align: center;">N Ph</p>  <p style="text-align: center;">Récepteur fonctionnant en courant <u>alternatif monophasé</u></p>	 <p style="text-align: center;">Ph1 Ph2 Ph3</p>  <p style="text-align: center;">Récepteur fonctionnant en courant <u>alternatif triphasé</u></p>
<p>Energie consommée :</p>		<p>$W = P \times t$</p>

Protection des lignes



TGBT

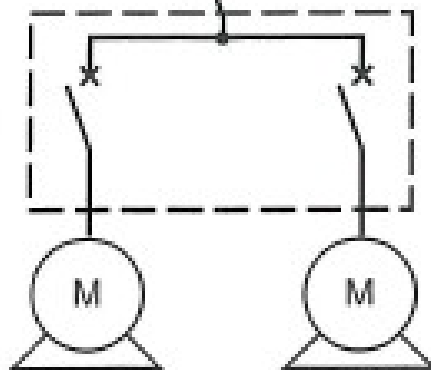
travaux généraux



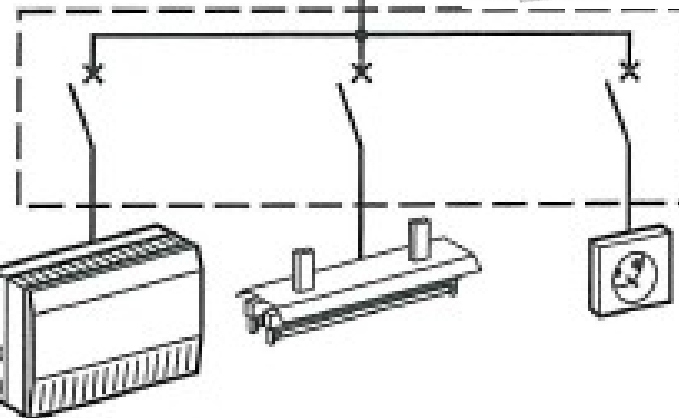
173 40

tableau divisionnaire
(atelier A)

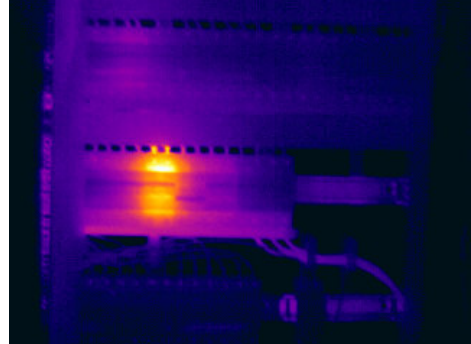
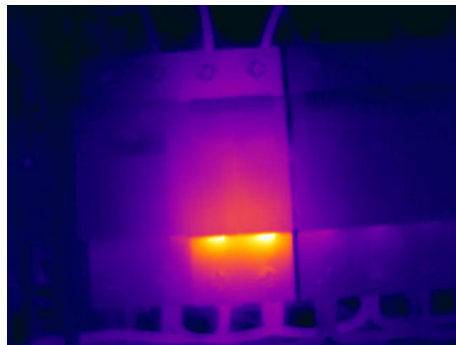
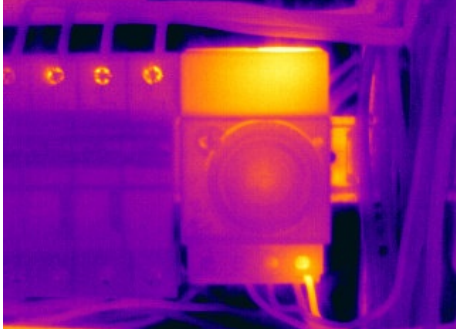
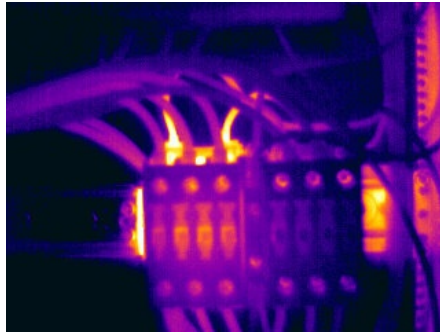
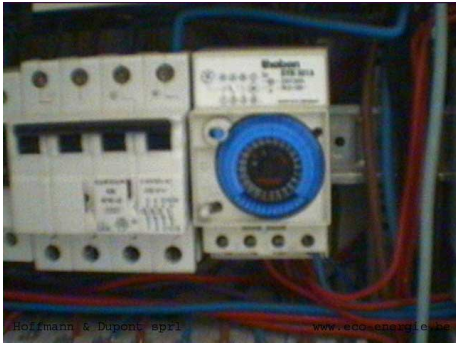
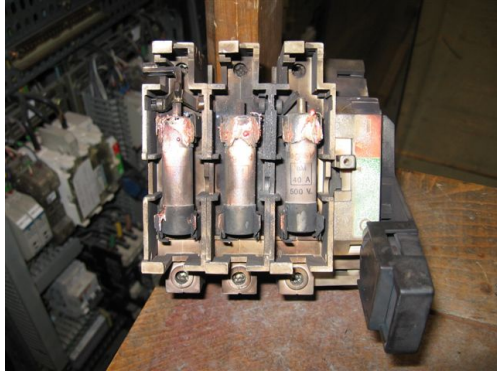
tableaux
terminaux



processus



chauffage
éclairage
prises



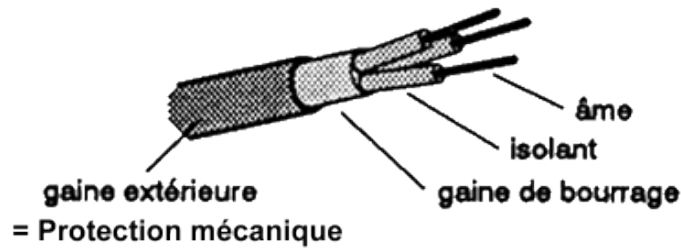
1 - Câbles et conducteurs : La différence

conducteur isolé



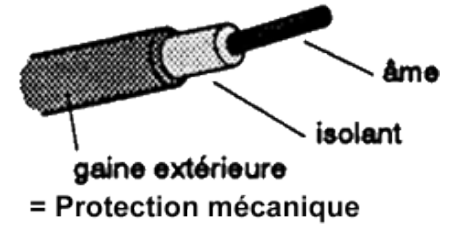
Pas de protection mécanique

câble multiconducteur



= Protection mécanique

câble monoconducteur



= Protection mécanique

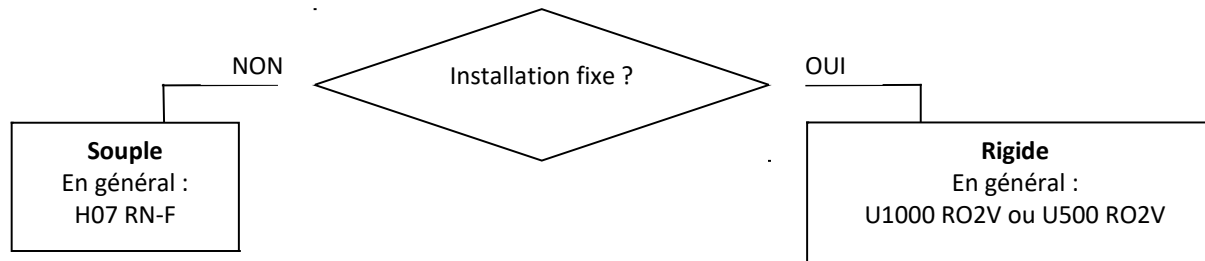
Conducteur =

Câble =

L'âme est soit en cuivre ou en aluminium

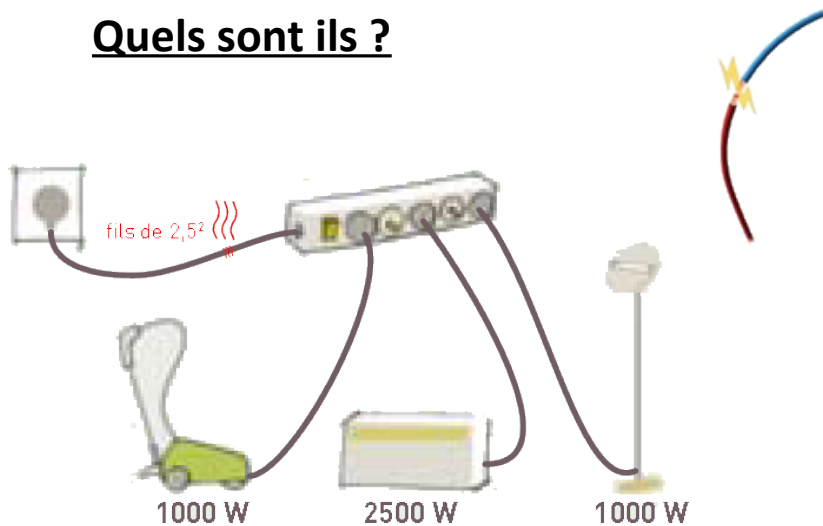
On réserve l'aluminium pour les grosses sections

Câble rigide ou souple?? L'éternelle question! :



2 - Défaits d'origine électrique

Quels sont ils ?



✓ Les

✓ Les

} Surintensités

Quelles en sont les conséquences ?

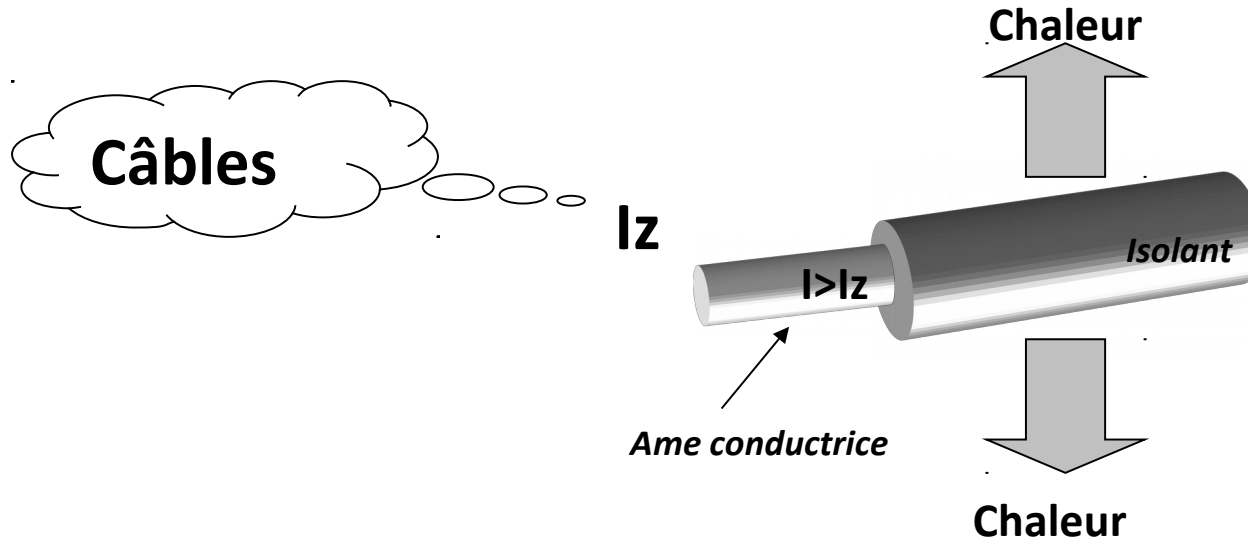
Incendie



Electrocution



Surcharge = un peu trop de courant



Si : $I > I_z$ (Intensité admissible)

⇒

l'isolant

⇒ Destruction de

court-circuit

⇒ Apparition d'un

ou d'un défaut d'isolement

A partir du tableau ci-dessous et de l'annexe 7, donner l'intensité admissible pour les câbles suivants :

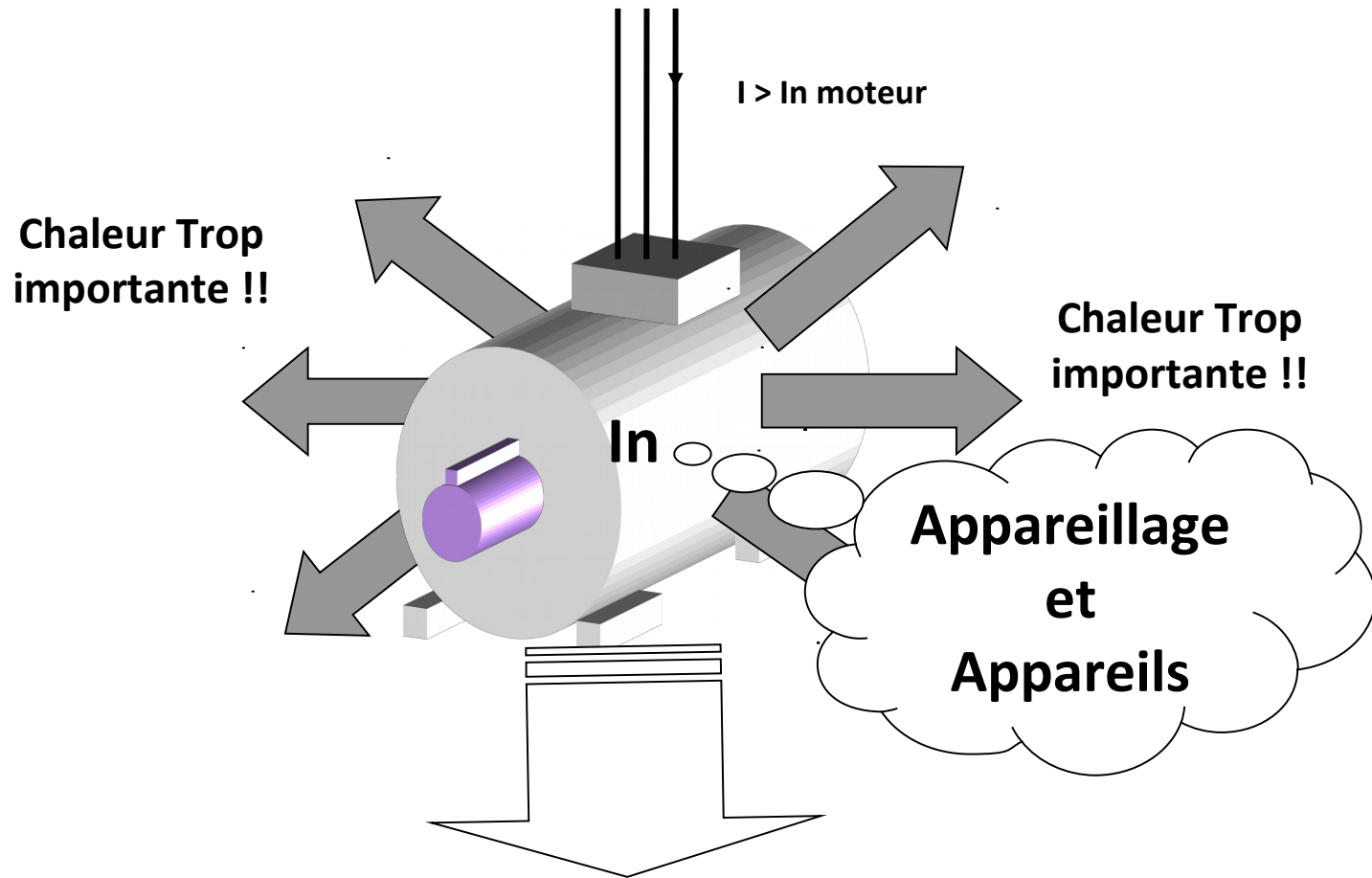
- U1000 RO2V 4G1,5 →
- H07 RN-F 2x2,5 →

On définira l'intensité admissible en mode de pose B (lettre de sélection) qui correspond au mode de pose le plus contraignant.

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)								
		caoutchouc ou PVC			butyle ou PR ou éthylène PR					
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2		PR3		PR2			
	C		PVC3		PVC2	PR3		PR2		
	E			PVC3		PVC2	PR3		PR2	
	F				PVC3		PVC2	PR3		PR2
section cuivre (mm ²)	1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26	
	2,5	21	24	25	27	30	31	33	36	
	4	28	32	34	36	40	42	45	49	
	6	36	41	43	48	51	54	58	63	
	10	50	57	60	63	70	75	80	86	
	16	68	76	80	85	94	100	107	115	
	25	89	96	101	112	119	127	138	149	161
	35	110	119	126	138	147	158	169	185	200
	50	134	144	153	168	179	192	207	225	242
	70	171	184	196	213	229	246	268	289	310
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	

On remarque que les câbles PVC ont les intensités admissibles les plus faibles. Si on devait retenir une seule colonne, laquelle serait ce?

A P P L I C A T I O N S



***Risque de destruction du vernis isolant
des enroulements du moteur***

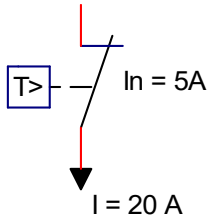
Si $I > I_n$ (Intensité nominale) \Rightarrow

A partir de la plaque signalétique d'un moteur ci-dessous, déterminer l'intensité nominale à ne pas dépasser. (Le réseau est 400V/230V).

• →

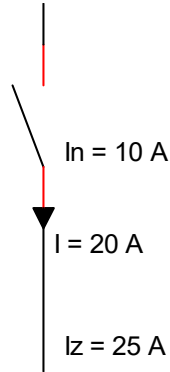
	V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A
Δ	220	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y	380	50	2780	0,75	0,86	1,9
Δ	230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y	400	50	2800	0,75	0,83	1,9
Δ	240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y	415	**	2825	0,75	0,80	1,9

Applications



Il y a pour le contact :

- Une surcharge
- Aucun défaut

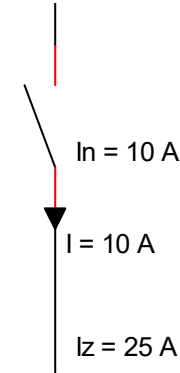


Il y a pour le contact :

- Une surcharge
- Aucun défaut

Il y a pour le fil (âme) :

- Une surcharge
- Aucun défaut



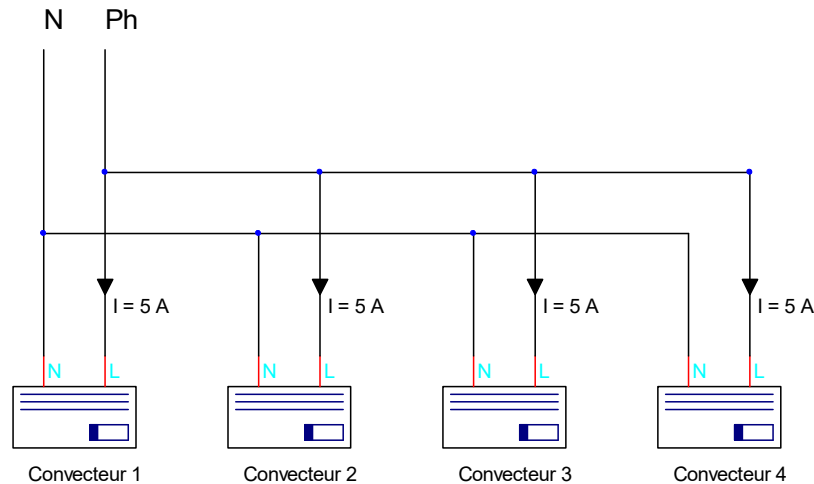
Il y a pour le contact :

- Une surcharge
- Aucun défaut

Il y a pour le fil (âme) :

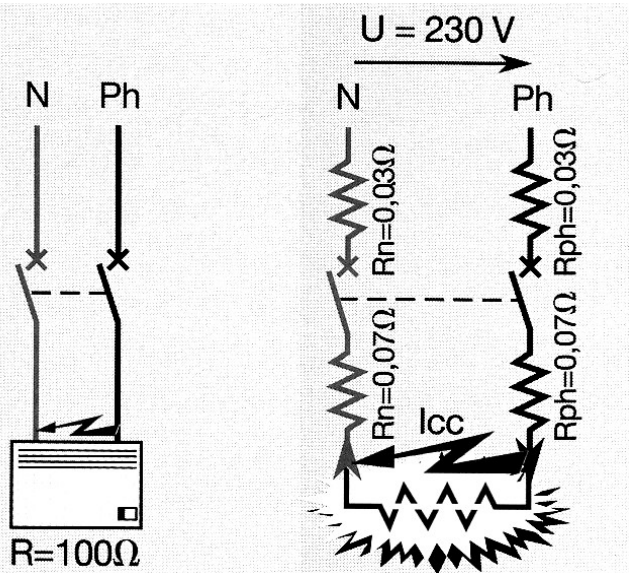
- Une surcharge
- Aucun défaut

Tous les fils ont une section de $1,5 \text{ mm}^2$ ($I_z = 15.5 A$). Surligner les portions de fils en surcharge électrique.



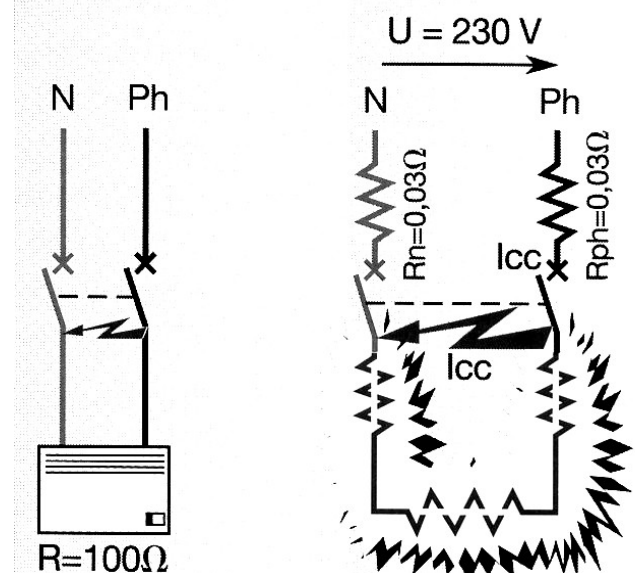
Court-circuit = Beaucoup trop de courant

Illustration du phénomène de court-circuit



En fonctionnement normal,
l'intensité d'emploi I_b vaut :

$I_b = \dots$



Dans le cas d'un court-circuit près du récepteur l'intensité de court-circuit vaut :

$I_k =$

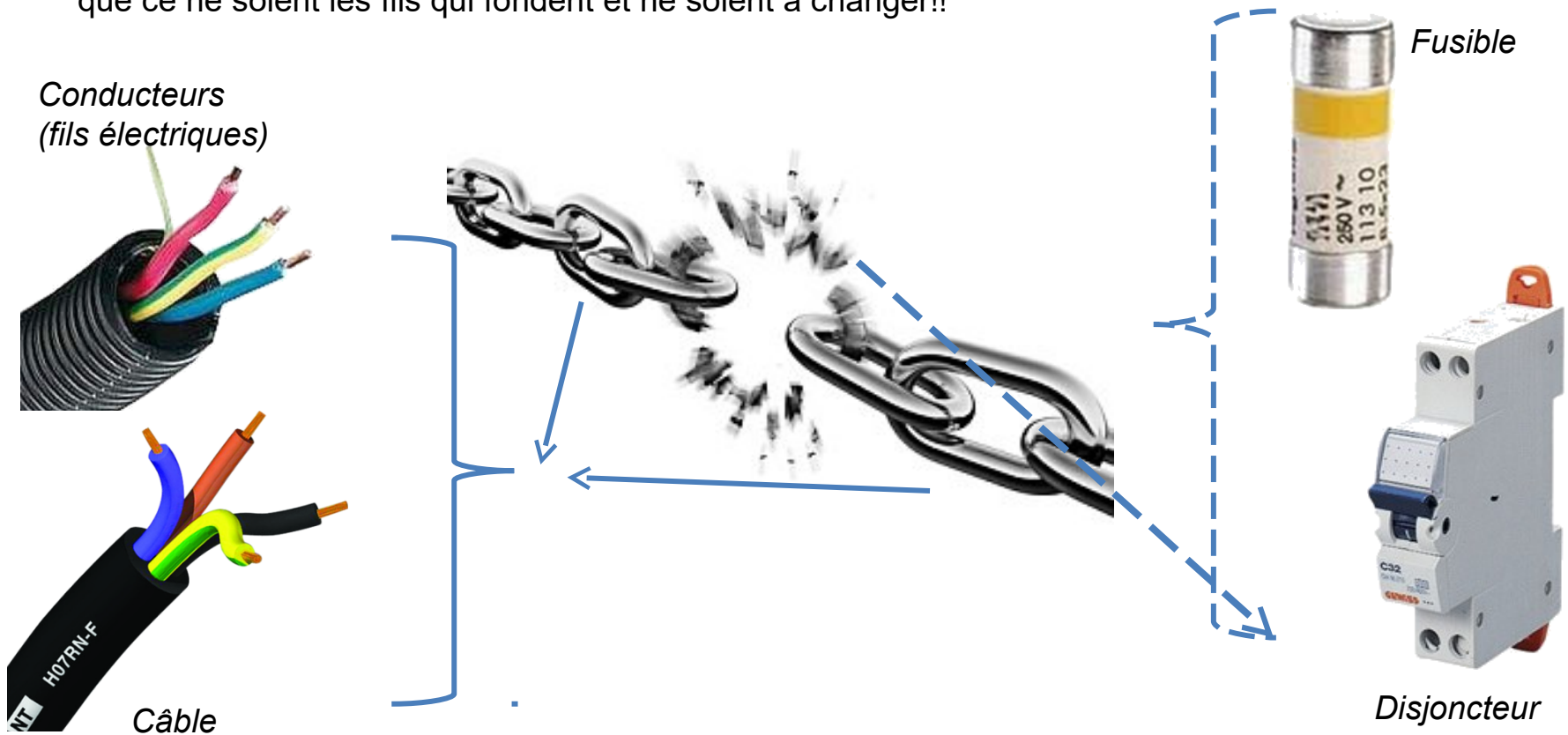
Dans le cas d'un court-circuit près du récepteur l'intensité de court-circuit vaut :

$I_k =$

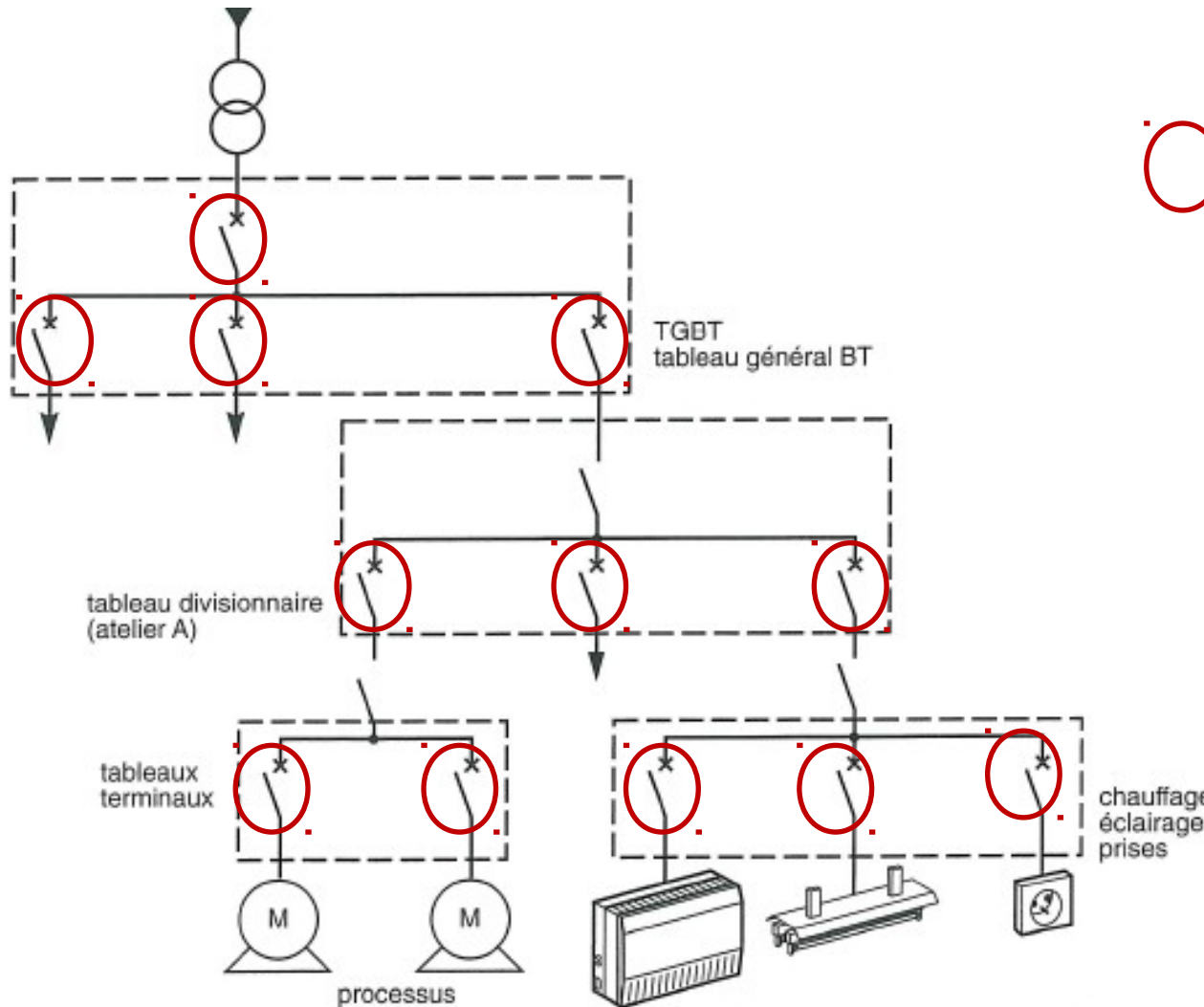
On retiendra que

3 - Le maillon faible de l'installation électrique : *Les fusibles ou disjoncteurs*

Toute installation électrique est sujette à des défauts électriques de type surcharge ou court-circuit! Il est donc nécessaire de prévoir un maillon faible dans la chaîne de transfert de l'énergie pour éviter que ce ne soient les fils qui fondent et ne soient à changer!!



Question : on dit souvent « qui peut le plus, peut le moins »! Cette expression est-elle valable pour une protection électrique (maillon faible)?



○ Maillons faibles

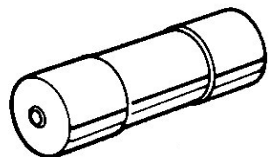
A l'origine de chaque circuit on aménage un fusible ou un disjoncteur (ici disjoncteur) jouant le rôle du maillon faible. En cas de défaut (surcharge ou court-circuit) c'est à cet endroit que ça doit « sauter ».

Le « maillon faible » est obligatoire à l'origine de chaque circuit ou dès qu'il y a un changement de section de conducteurs (ex : on passe de 4mm^2 à 2mm^2)

3.1 - Protection par fusible

(destruction = nécessité de remplacement du fusible)

Les cartouches fusibles :



Cylindrique



A coupeau

173 40

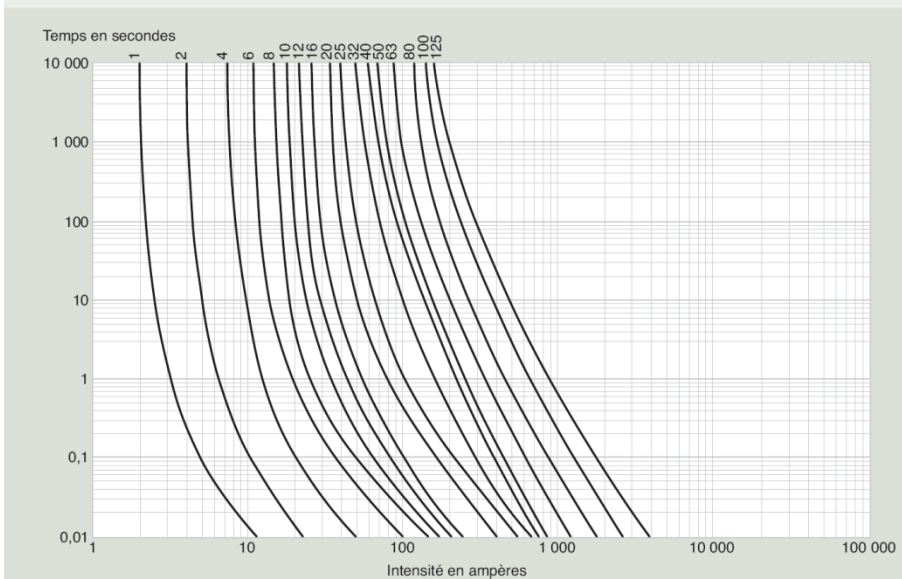
<u>Cartouches Fusibles</u>	<u>Protection contre</u>		<u>Usage</u>
	Surcharges	Courts-circuits	
gG			Protection des câbles
aM			Protection des câbles alimentant moteurs

Déterminer le temps de fusion d'un fusible 10A gG si il est parcouru par un courant d'emploi $I_b = 40$ A

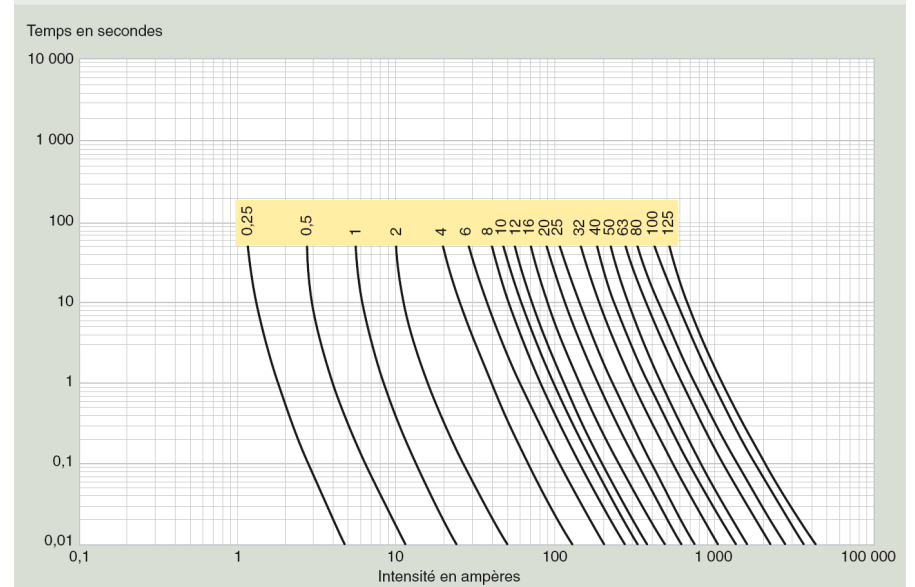
Déterminer le temps de fusion d'un fusible 10A aM si il est parcouru par un courant d'emploi $I_b = 40$ A

Cf. Annexe 6 et 7 pour les mêmes graphes en plus grand

Type gG



Type aM



Pour choisir une fusible gG il faut satisfaire à plusieurs critères :

$I_{n_{\text{fusible}}} \leq I_{z_{\text{câble}}}$	Cette condition est automatiquement respectée en utilisant les tableaux annexes 3 et 4.
$PdC \geq I_k$ <p>PdC : Pouvoir de Coupure (intensité maximale que l'appareil de protection (maillon faible : ici fusible) peut couper dans mettre feu à l'installation électrique.</p>	Cette condition est quasi systématiquement satisfaite pour les fusibles gG car ces derniers ont en général un $PdC \geq 50kA$ voire $100kA!!$

Utilisation des annexes 3 et 4 pour sélectionner le calibre (intensité nominale) du fusible et la section des conducteurs protégés :

CIRCUITS MONOPHASES 230V REGIME NORMAL

u% **1**

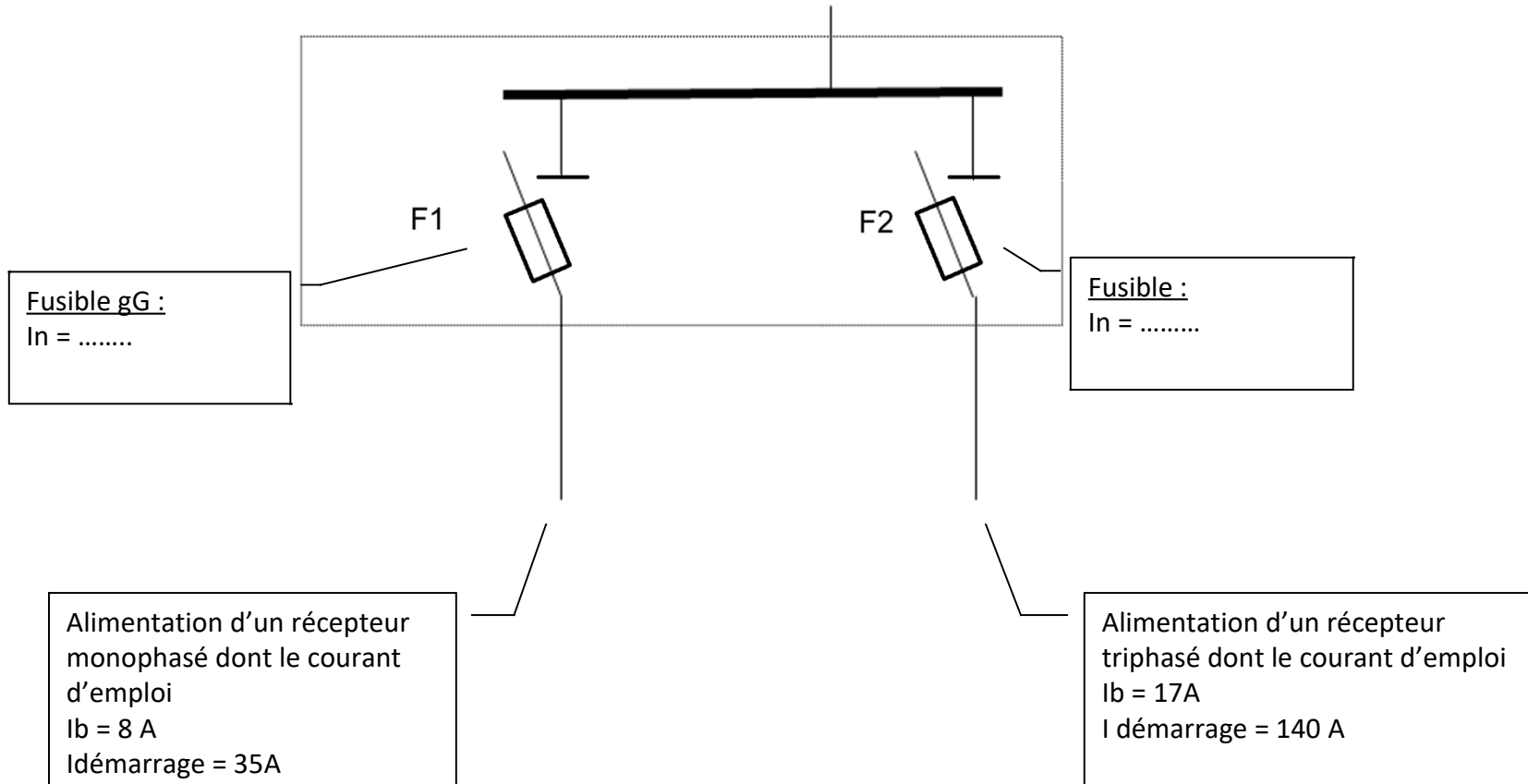
Pour des chutes de tension tolérées supérieures, multiplier les longueurs (2% : Multiplier par 2 ; 3% : Multiplier par 3...)

Fusible	4 A	6 A	10 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
Disjoncteur	6 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	80 A	100 A	125 A

INTENSITE	SECTIONS									
	0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
1 A	38	50	75	125	200	300	500	800	1250	1750
2 A	19	25	38	63	100	150	250	400	625	875
3 A	13	17	25	42						583
4 A	9	13	19	31						438
5 A	8	10	15	25						350
6 A	6	8	13	21						292
7 A		7	11	18						250
8 A		6	9	16						219
9 A		6	8	14						194
10 A		5	8	13						175
12 A			6	10	17	25	42	67	104	146
14 A			5	9	14	21	36	57	89	125

(Extrait annexe 3)
 Exemple : Soit un câble alimentant un récepteur monophasé. Le courant nominal du récepteur est de 12A.
 La section du câble à utiliser est de 1,5A et le fusible aura un calibre de 10A gG
 Attention : il s'agit ici de la section thermique ne tenant pas compte de la chute de tension!

- Pour chacun des départs ci-dessous déterminer à l'aide des annexes 3 et 4 la section des câbles susceptibles d'alimenter les récepteurs sans tenir compte des chutes de tensions ainsi que les calibres des fusibles.



3.2 - Protection par disjoncteur

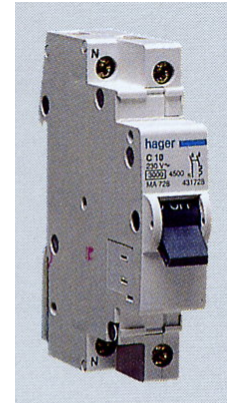
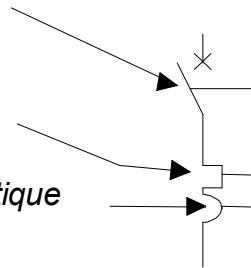
(disjonction = possibilité de réarmement)

Les disjoncteurs magnéto-thermiques

*Pôles de puissances
(élimination du défaut)*

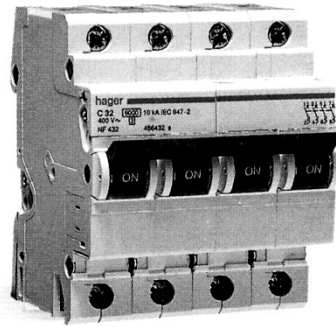
Détecteur thermique

Détecteur magnétique

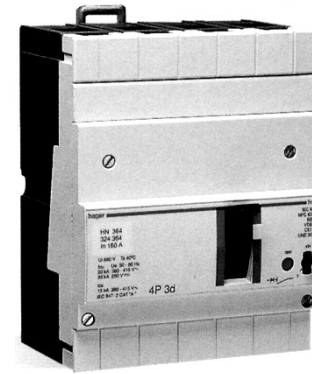


	Protection contre	
<i>Détecteurs</i>	Surcharge	Court-circuit
Thermique		
Magnétique		
Magnéto-thermique		

Disjoncteur divisionnaire
(encore appelé disjoncteur modulaire)



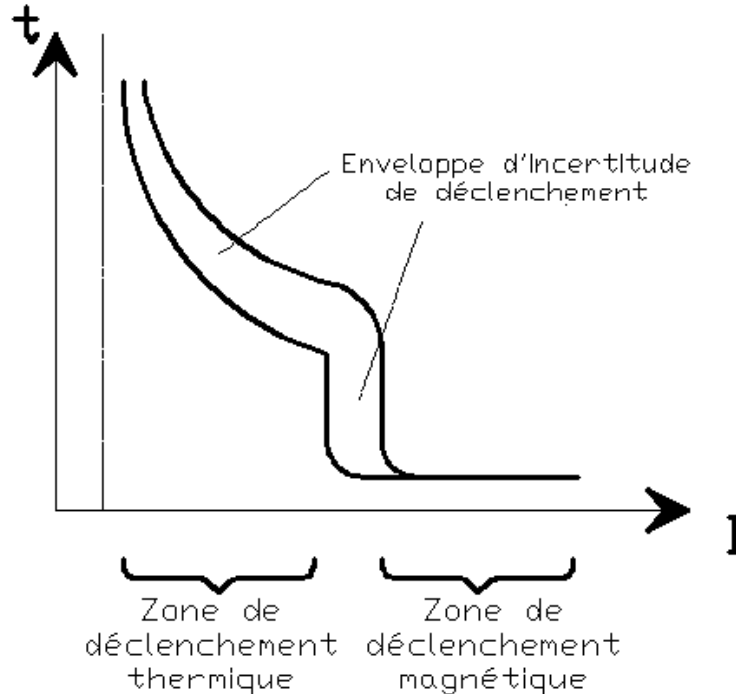
Disjoncteur à usage général
(encore appelé disjoncteur boîtier moulé)



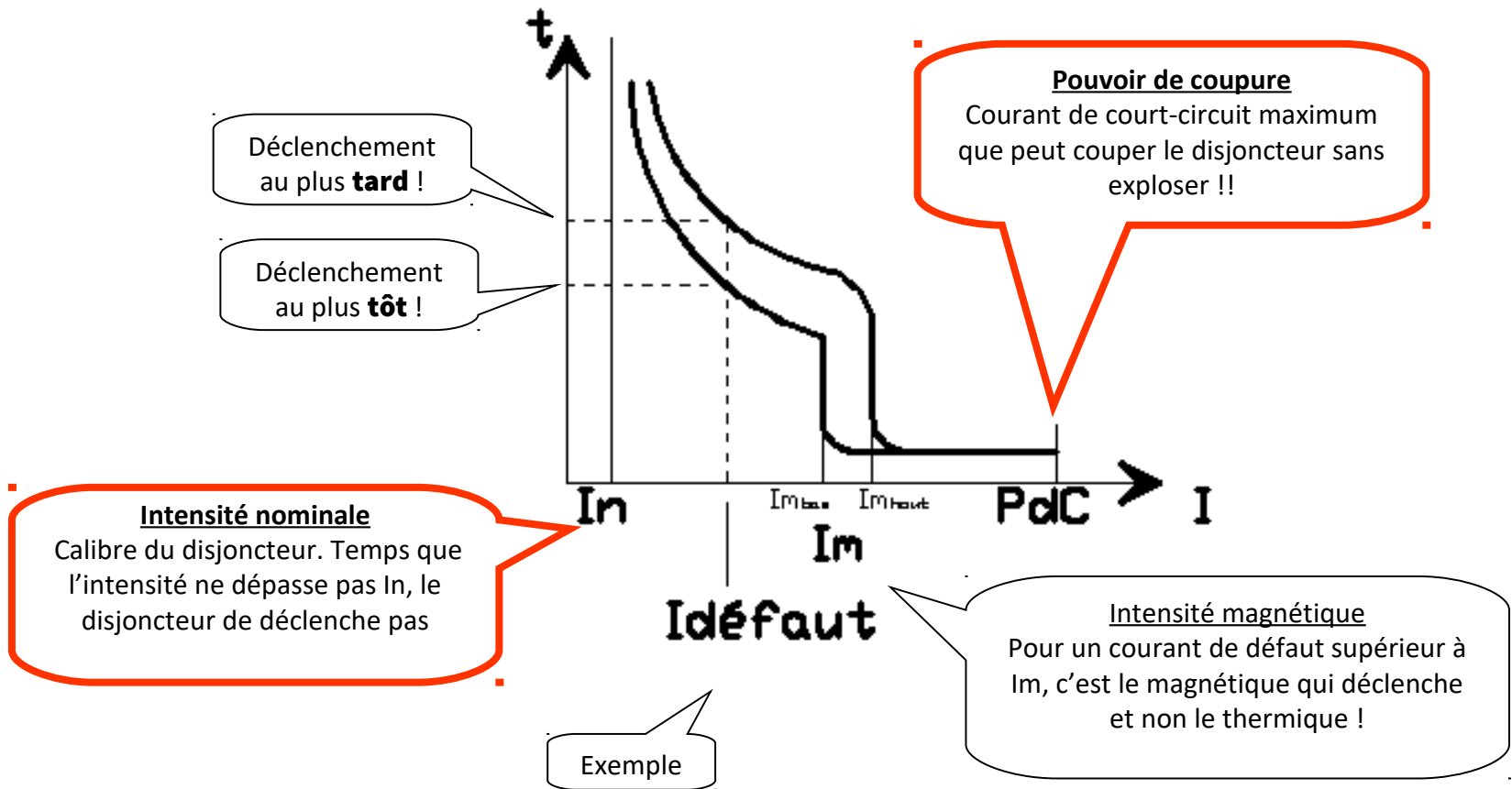
In et Im sont fixes

In : Courant Nominal (Intensité au-delà de la quelle le « Thermique » déclenche)
Im : Courant Magnétique (Intensité au-delà de la quelle le « Magnétique » déclenche)

In et Im sont variables
(on parle alors de Irth et de Irm)



Courbes de disjoncteurs divisionnaires



Pour choisir un disjoncteur il faut satisfaire à plusieurs critères :

$I_n_{\text{disjoncteur}} \leq I_z_{\text{câble}}$	Cette condition est automatiquement respectée en utilisant les tableaux annexes 3 et 4.
$PdC \geq I_k$ <p>PdC : Pouvoir de Coupure (intensité maximale que l'appareil de protection (maillon faible : ici disjoncteur) peut couper dans mettre le feu à l'installation électrique.</p>	Cette condition est systematiquement à vérifier ! (Plus loin dans le cours je vous apprendrais à déterminer I_k pour choisir le PdC)

Utilisation des annexes 3 et 4 pour sélectionner le calibre (intensité nominale) du disjoncteur et la section des conducteurs protégés :

CIRCUITS MONOPHASES 230V REGIME NORMAL

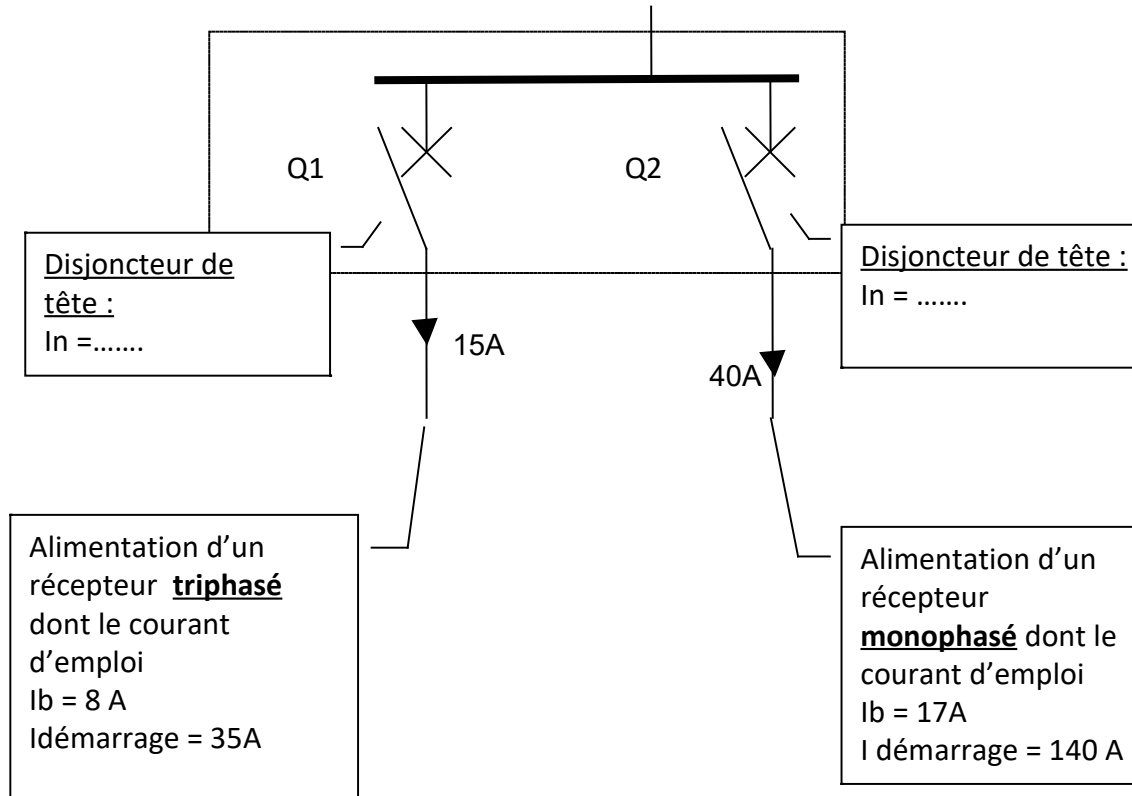
u% **1**

Pour des chutes de tension tolérées supérieures, multiplier les longueurs (2% : Multiplier par 2 ; 3% : Multiplier par 3...)

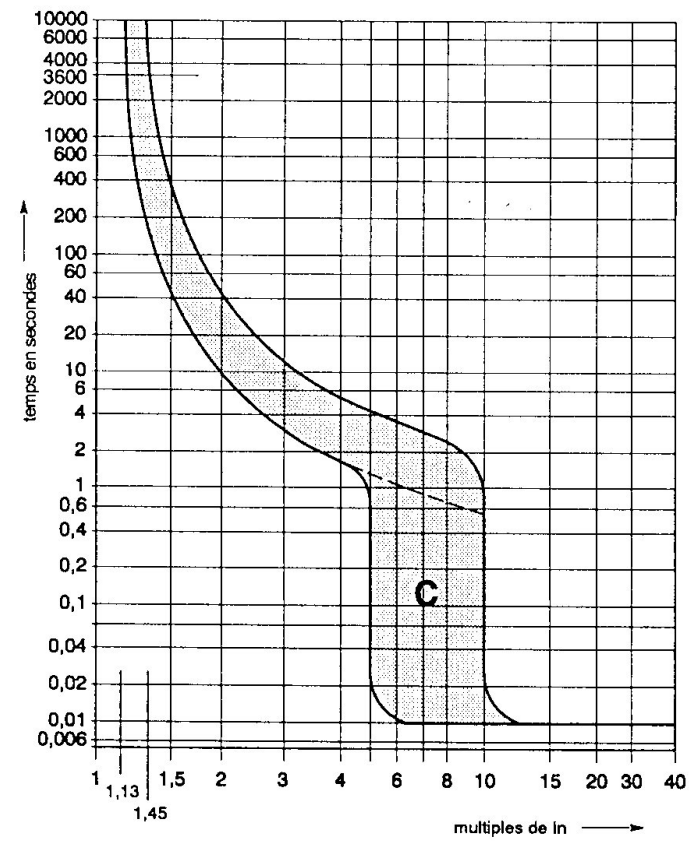
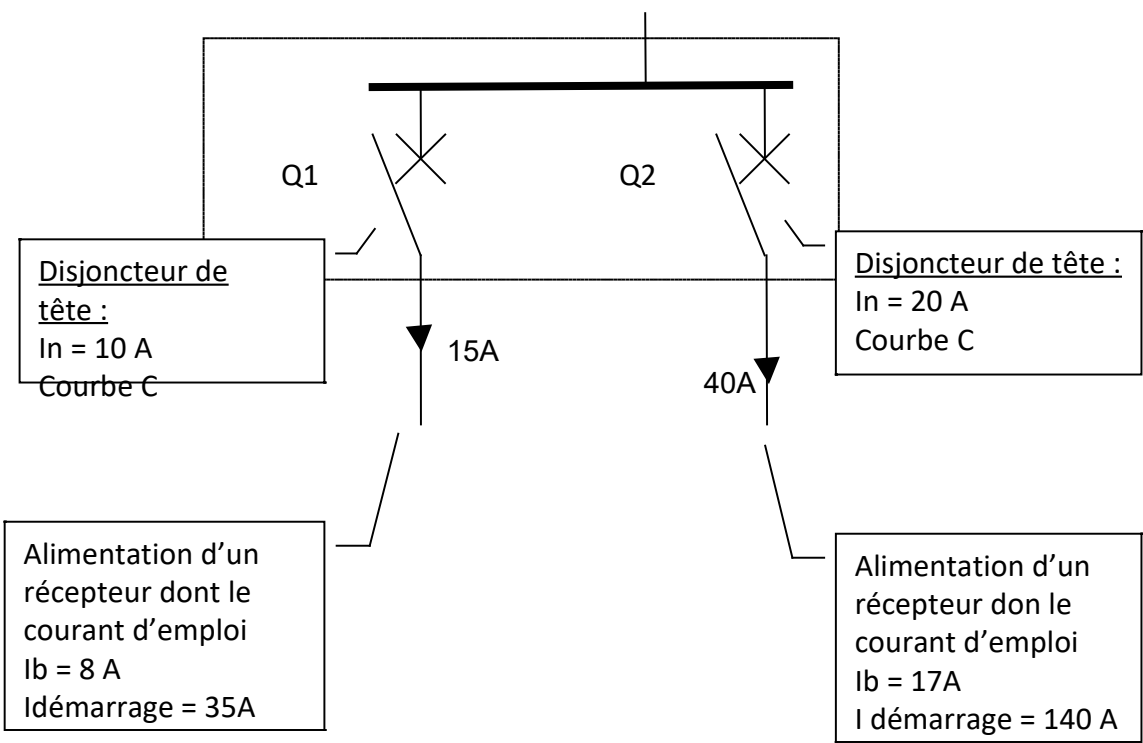
Fusible	4 A	6 A	10 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
Disjoncteur	6 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	80 A	100 A	125 A
INTENSITE	SECTIONS									
	0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
1 A	38	50	75	125	200	300	500	800	1250	1750
2 A	19	25	38	63	100	150	250	400	625	875
3 A	13	17	25	42						583
4 A	9	13	19	31						438
5 A	8	10	15	25						350
6 A	6	8	13	21						292
7 A		7	11	18						250
8 A		6	9	16						219
9 A		6	8	14						194
10 A		5	8	13						175
12 A			6	10	17	25	42	67	104	146
14 A			5	9	14	21	36	57	89	125

(Extrait annexe 3)
 Exemple : Soit un câble alimentant un récepteur monophasé. Le courant nominal du récepteur est de 12A.
 La section du câble à utiliser est de 1,5A et le fusible aura un calibre de 16A
 Attention : il s'agit ici de la section thermique ne tenant pas compte de la chute de tension!





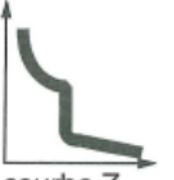

- Pour chacun des départs ci-dessous déterminer à l'aide des annexes 3 et 4 la section des câbles susceptibles d'alimenter les récepteurs ainsi que les calibres des disjoncteurs. Ne pas tenir compte des chutes de tension.



- Indiquer si dans le cas ci-après les circuits sont en surcharge.
- La protection doit-elle logiquement déclencher? Pourquoi?
- Le disjoncteur Q1 a une intensité nominale (I_n) supérieure à celle déterminée à la diapo précédente! Est-ce grave?
- A partir de la courbe de disjonction ci-dessous, déterminer le temps de coupure des deux disjoncteurs ci-dessous.
- Donner le temps de coupure pour les deux disjoncteurs pour un courant de court-circuit de 3kA en aval de ceux-ci.



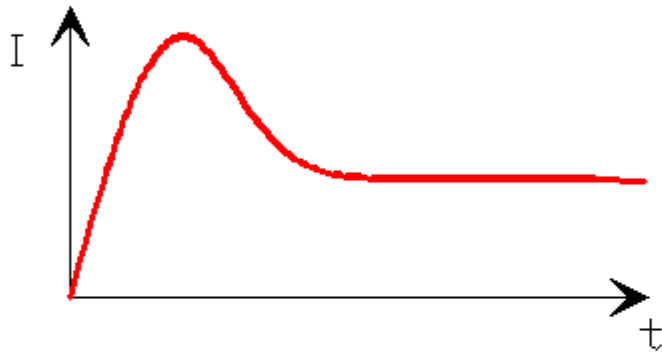
Courbes de déclenchement

type	déclenchement $I_{m_{bas}}/I_{m_{Haut}}$	protection	exemples d'applications
 courbe B	3 à 5 I_n (1)	des générateurs et des personnes, en régime de neutre TN & IT avec grandes longueurs de câble (pas de pointes de courant)	
 courbe C	5 à 10 I_n (2)	des câbles	applications générales
 courbe D	10 à 14 I_n (3)	des circuits et des récepteurs à fort courant d'appel	moteurs transfos
 courbe K	10 à 14 I_n	des circuits et des récepteurs à fort courant d'appel	moteurs transfos circuits auxiliaires
 courbe Z	2,4 à 3,6 I_n	des circuits électroniques	diodes thyristors
 courbe MA	12 I_n (3)	des moteurs (pas de protection thermique)	démarrateurs moteurs

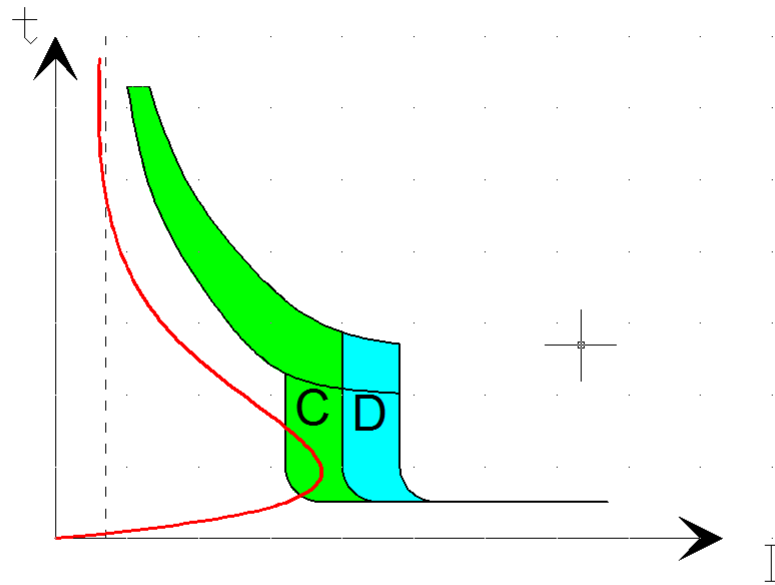
Justification des courbes C et D

Au démarrage, les moteurs absorbent de 2 à 8 fois leur courant nominal. La norme conseille de prendre le courant de démarrage égale à $6 \times I_n$ du moteur en cas d'absence d'information.

Ces intensités de démarrages peuvent être sources de déclenchements intempestifs des disjoncteurs.



Intensité de démarrage d'un moteur



Superposition du courant de démarrage avec les courbes de déclenchement C et D de disjoncteurs

On constate que dans le cas présent, si le départ est équipé d'un disjoncteur courbe C, ce dernier est susceptible de déclencher lors du démarrage. La solution est de passer sur une courbe D de même calibre.

Décoder les informations apposées sur un disjoncteur

Type de courbe

U_n = Tension assignée (nominale)

I_n = Intensité assignée (nominale)

SYMBOLES :

* — Coupure automatique

— Sectionnement

— Déclenchement thermique

— Déclenchement magnétique

⇒ - pôle N sectionné

⇒ - pôle Ph protégé

060 19

230 V~

C 16

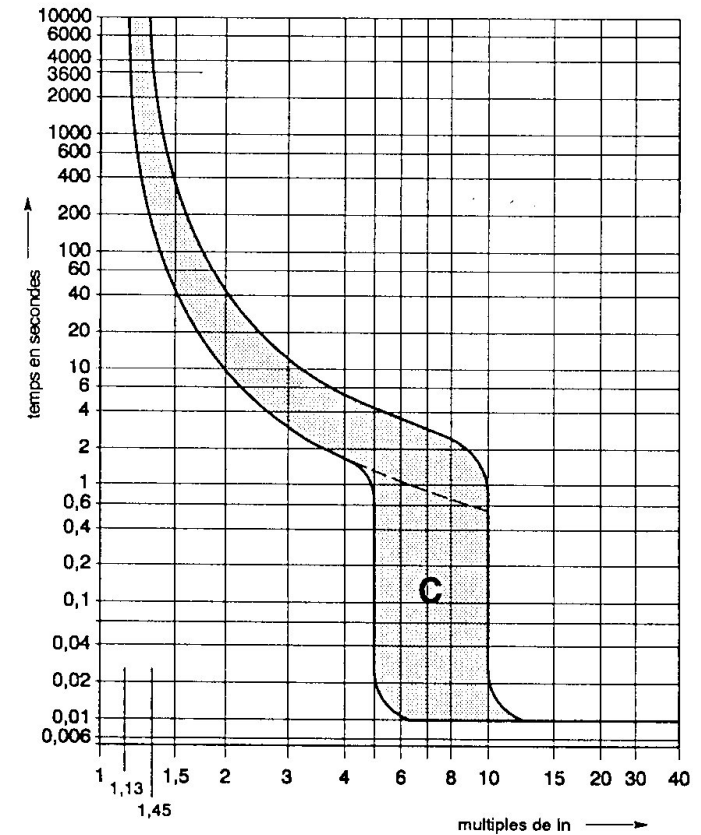
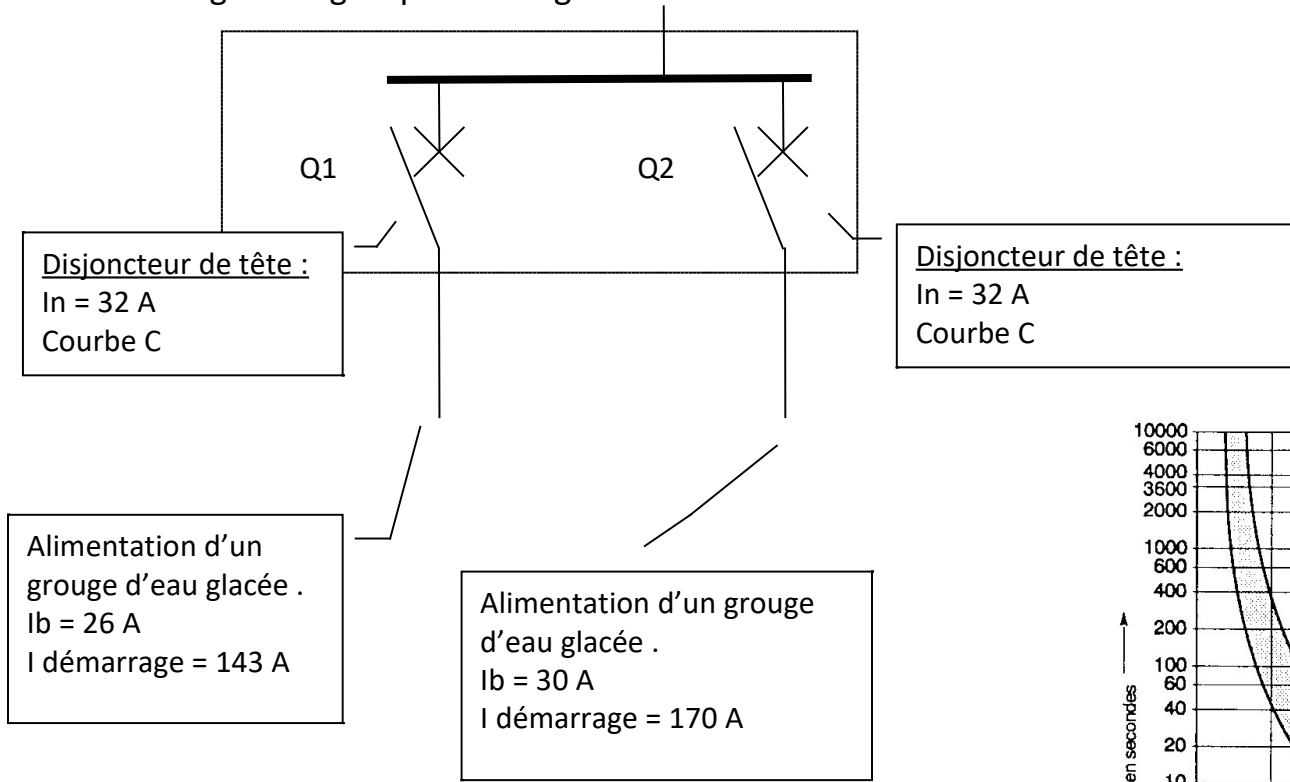
6kA

legrand



Pouvoir de coupure

Vérifier dans les deux cas suivants le non déclenchement de la protection électrique (ici assurée par disjoncteur) lors des démarrages des groupes d'eau glacée



3.2.1 – Détermination de l'Ik pour le choix du PdC des disjoncteurs

On a vu précédemment que pour choisir un disjoncteur il fallait respecter la condition : $PdC_{\text{Disjoncteur}} \geq I_k$.

Rappel : Le PdC est l'intensité maximale que le dispositif de protection peut interrompre sans mettre le feu à l'installation électrique...il est important de ne pas négliger cette phase du dimensionnement!

Il faut absolument retenir que :

- ✓ Le courant de court-circuit est limité par la résistance des câbles.
- ✓ Plus le court-circuit à lieu près de la source et plus il est important

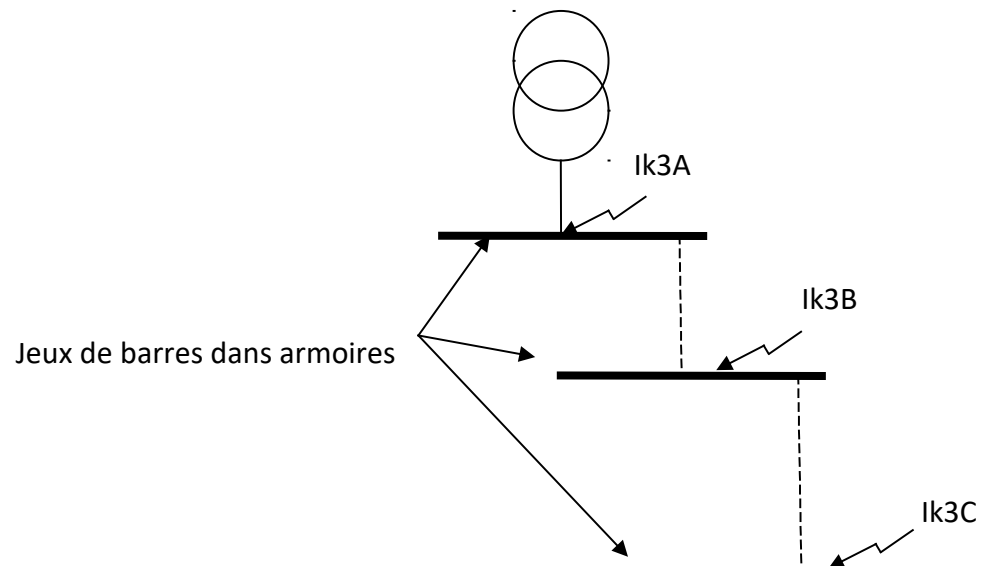
$$I_{k3A} > I_{k3B} > I_{k3C}$$

- ✓ Que l' $I_{k3} > I_{k1}$

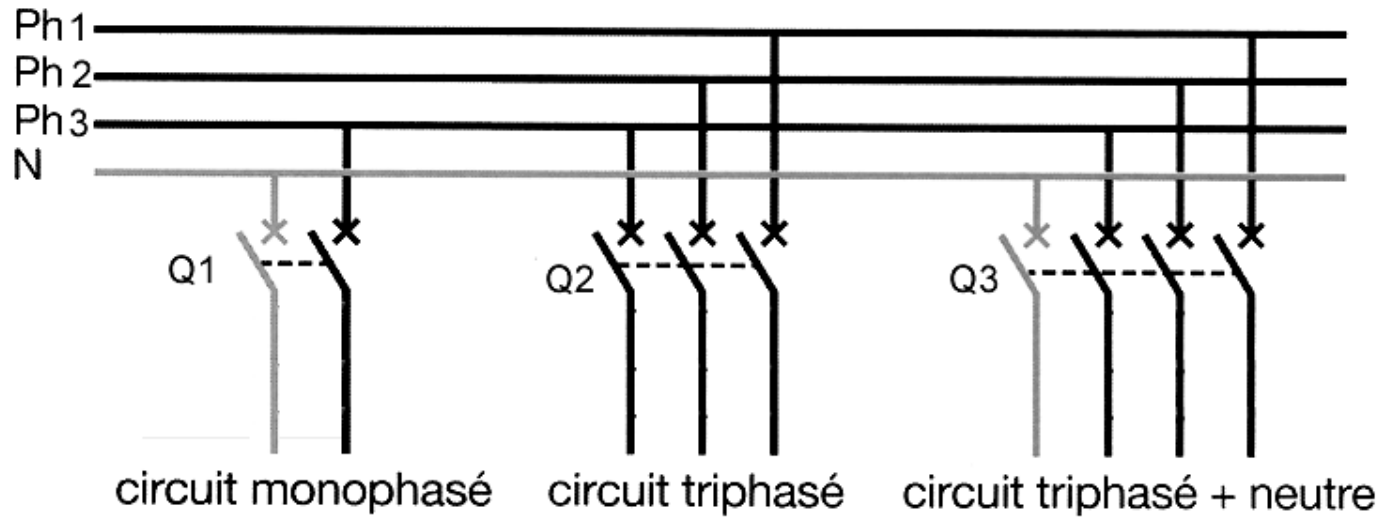
I_{k3} : Court-circuit triphasé (les 3 phases de touchent)

I_{k1} : Court-circuit monophasé(entre la phase touche le neutre)

- ✓ Un courant de court-circuit est considéré égale en tout point d'une armoire
- ✓ On cherche à connaître l' I_{k1} pour le choix des disjoncteurs alimentant des circuit **monophasés**.
- ✓ On cherche à connaître l' I_{k3} pour le choix des disjoncteurs alimentant des circuit **triphases** ou **tétraphases**
- ✓ Anciennement l' I_k s'appelait I_{cc} (I_{cc1} et I_{cc3})



✓ Sur le schéma ci-après, indiquer les courts-circuits susceptibles de se produire sur chacun des circuits :

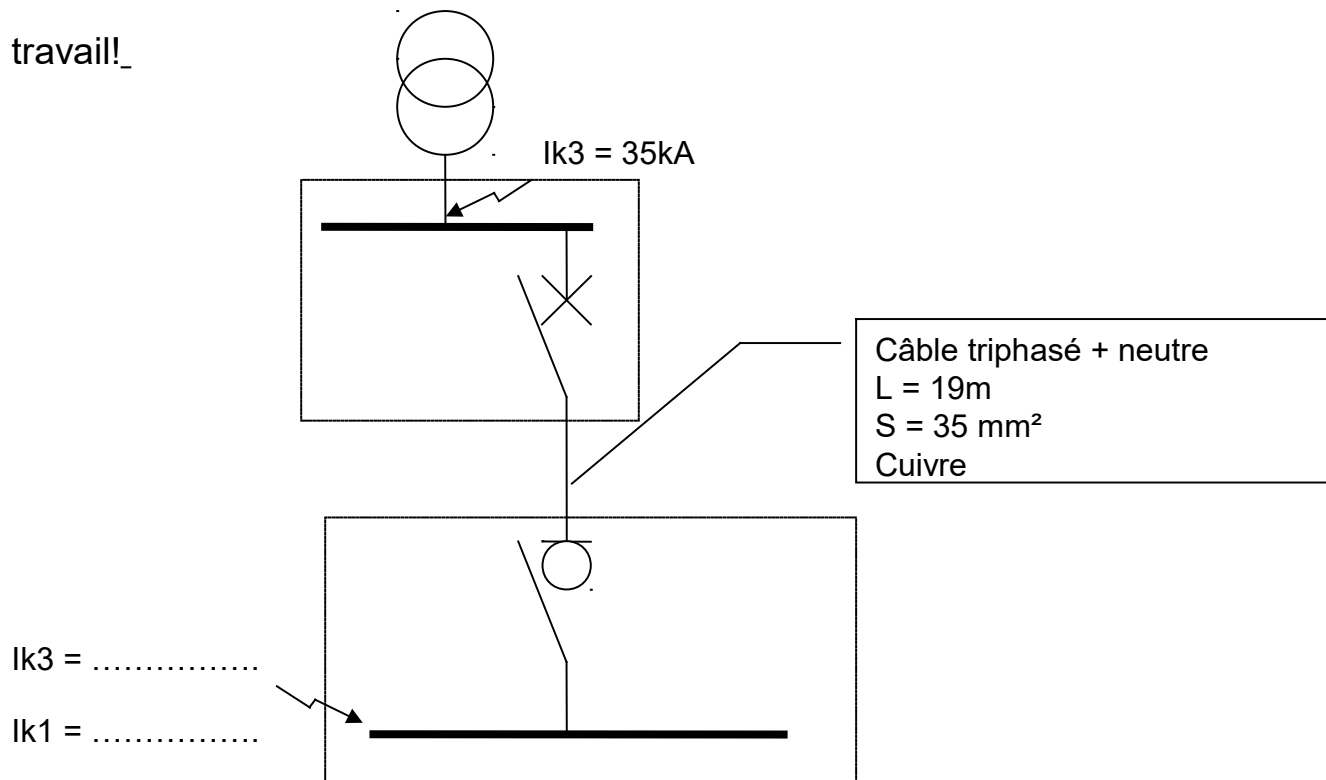


✓ Indiquer lequel d'Ik1 ou d'Ik3 il faut retenir pour choisir Q1, Q2 et Q3

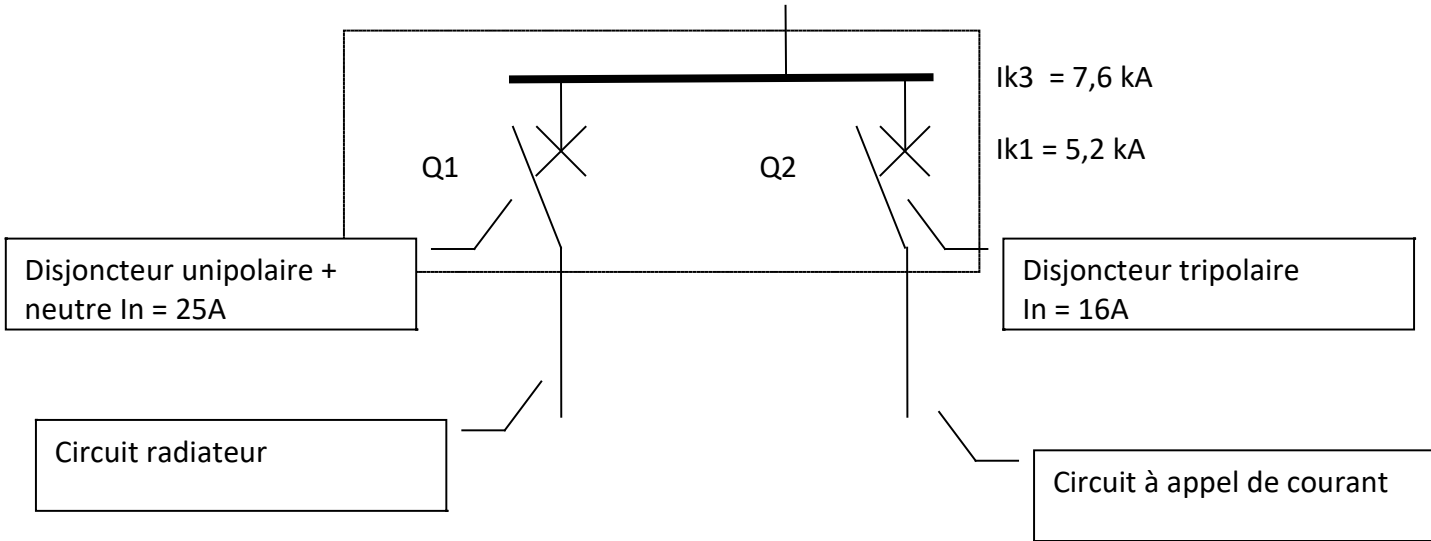
Le principe de détermination des I_{k1} et I_{k3} est souvent le suivant :

A partir de l' I_{k3} connu dans l'armoire divisionnaire supérieure, on va pouvoir déterminer l'aide de l'**annexe 1** les I_{k3} et I_{k1} de l'armoire divisionnaire dans laquelle nous avons des disjoncteurs à installer.

Au travail!_



Pour les disjoncteurs Q1 et Q2, donner le type de disjoncteur (Déclic, DT40, ...) qui conviendrait pour notre application dans les deux cas possibles (armoire accessible à du personnel non qualifié et qualifié)



Disjoncteurs

	tarifs			courbes de déclenchement				calibres (A)	tension maxi d'emploi (V CA)	pouvoir de coupure (kA)										page		
	bleu	jaune	vert	C	B	D	MA			3	4,5	5	6	7,5	10	15	20	25	50			
Déclic	■			■				2 à 32	230	■												A50
DT40		■	■	■	■			1 à 40	230/400	■	■	■										A54
DT40N		■	■	■	■	■		1 à 40	230/400	■	■	■	■									A55
XC40		■	■	■	■	■		10 à 40	415	sous 415 V										A172		
C60N		■	■	■	■			0,5 à 63	440	sous 415 V										A65		
C60N		■	■	■		■		0,5 à 63	440	sous 415 V										A66		

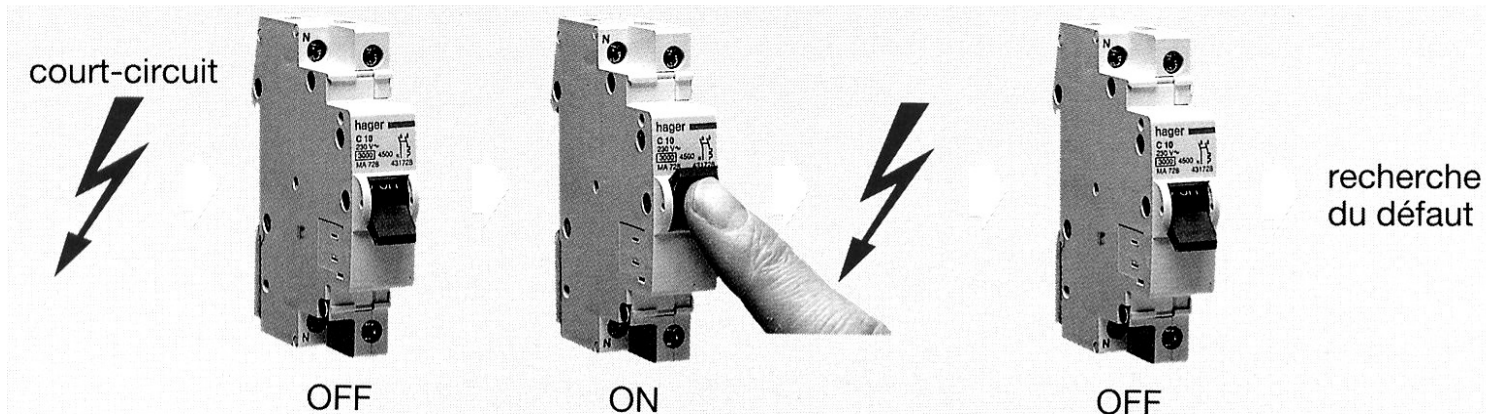
selon norme NF EN 60898 (C 61-140) marqué en face avant tel que : 3000

selon norme NF EN 60947-2 (C 63-120) marqué en face avant tel que : 5 kA IEC 947.2

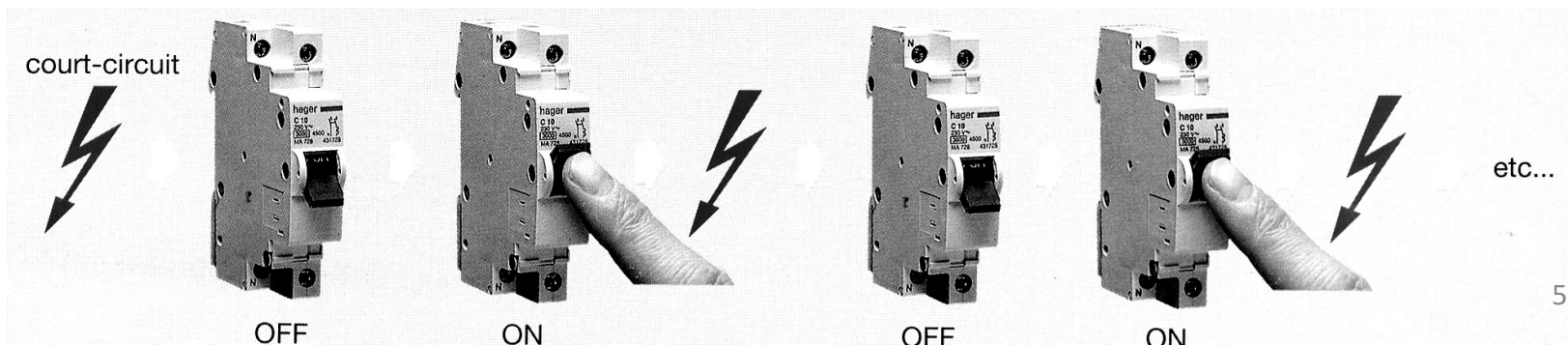
Explications : 2 diapos plus loin

Pourquoi deux pouvoirs de coupure (PdC) ?

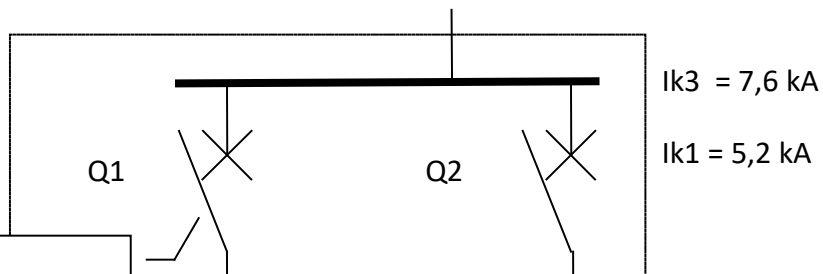
- ✓ Le choix de la norme se fait en fonction des compétences des personnes susceptibles de réarmer le disjoncteur.
- ✓ Ne nombreux professionnels ne travaillent qu'avec le PdC non encadré car quasi toutes les armoires sont fermées à clé.
- ✓ Réarmement sur court-circuit par du Personnel qualifié ⇒ PdC non encadré



- ✓ Réarmement sur court-circuit par du personnel non qualifié ⇒ PdC encadré

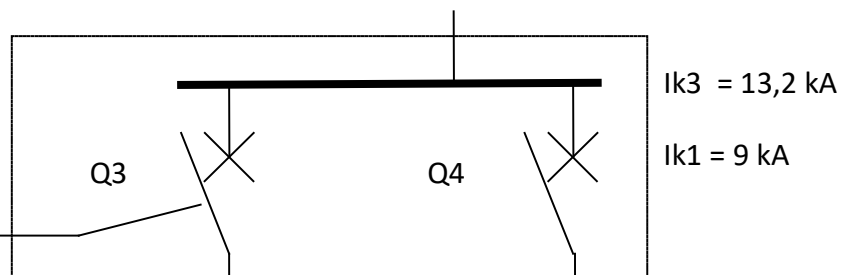


Donner les **critères de choix** pour les disjoncteurs Q1 et Q3



Critères de choix :
 PdC.....
 Nb Pôles...
 In ...
 Courbe (par défaut) : ...
 Im bas

Câble (PVC) monophasé +
 terre sur chemin de câbles
 perforés
 $I_b = 7A$
 $I_{démarrage} = 65A$

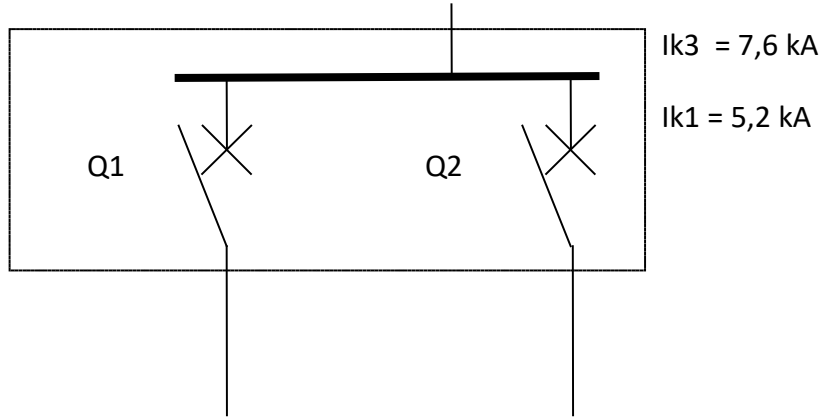


Critères de choix :
 PdC.... ..
 Nb Pôles...
 In ...
 Courbe (par défaut) : ...
 Im bas ...

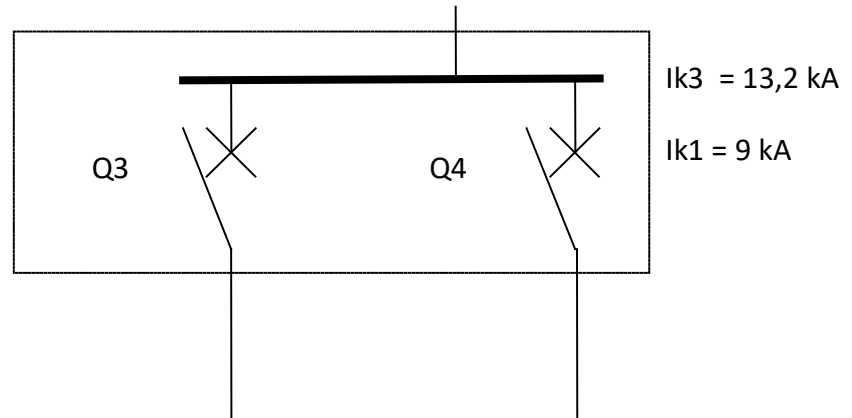
Câble (PVC) triphasé + neutre + terre sur
 chemin de câbles perforés
 $I_b = 17A$
 $I_{démarrage} = 117A$

Applications : choisir le disjoncteur et la section du câble

Vous réaliserez le choix dans les deux cas possibles (armoire accessible à du personnel non qualifié et qualifié)



Câble (PVC) monophasé + terre ; $I_b = 7A$;
 $I_{\text{démarrage}} = 65A$;
 $L = 22m / U\%=2$

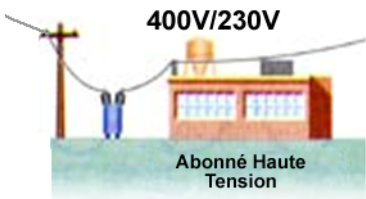
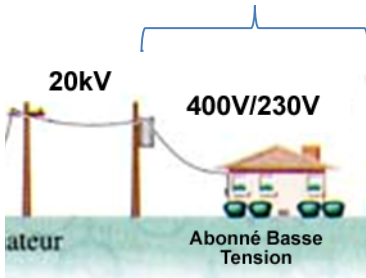


Câble (PVC) triphasé + neutre + terre $I_b = 17A$; $I_{\text{démarrage}} = 117A$; $L=12m / U\%=2$

Chute de tension...

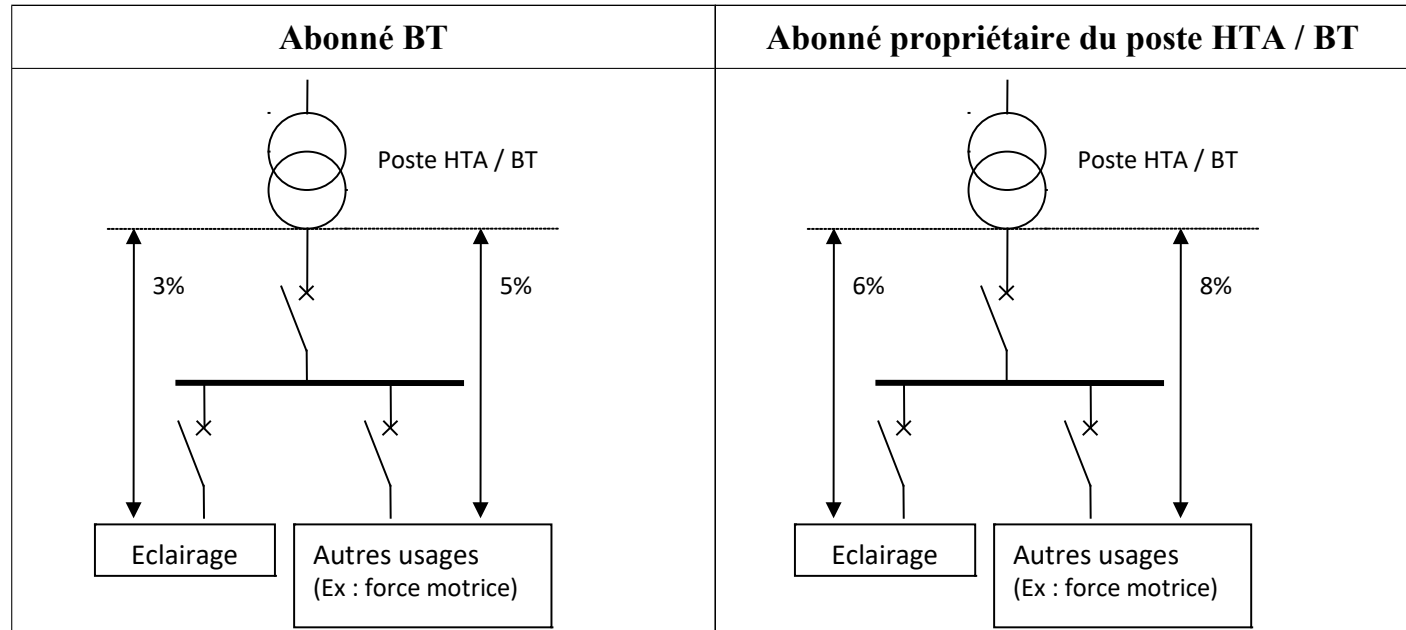
Si le câble est trop long → trop de chute de tension → dysfonctionnement des récepteurs

Le transformateur n'appartient pas à l'abonné



Le transformateur appartient pas à l'abonné

Préambule : Vous avez déjà choisi des sections de câble, il s'agissait de la section thermique. Parfois cette section est insuffisante et crée trop de chute de tension. Choisir une section de câble c'est aussi de s'assurer que la chute de tension est raisonnable!



Question récurrente : combien de pourcentage de chute de tension nous reste t-il pour dimensionner notre câble?

Élément de réponse : ça dépend!!

Pour les pessimistes on partira sur une chute de tension de 1% pour dimensionner le câble, pour les autres on prendra une chute de tension de 2% ce qui est raisonnable. Certains dimensionnent à partir d'une chute de tension de 3 à 5%!! De belles économies sont à la clé....au risque de temps en temps qu'il faille retirer le câble!

Les annexes 3 et 4 sont donnés pour une chute de tension de 1% mais peuvent être utilisés pour n'importe quelle valeur (par exemple 3%). Il suffit pour cela de multiplier les valeurs du tableau par 3

CIRCUITS MONOPHASES 230V REGIME NORMAL

u% **1**

Pour des chutes de tension tolérées supérieures, multiplier les longueurs (2% : Multiplier par 2 ; 3% : Multiplier par 3...)

Fusible	4 A	6 A	10 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
Disjoncteur	6 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	80 A	100 A	125 A

INTENSITE	SECTIONS									
	0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
1 A	38	50	75	125	200	300	500	800	1250	1750
2 A	19	25	38	63	100	150	250	400	625	875
3 A	13	17	25	42	67	100	150	250	400	560
4 A	9	13	19	31	50	75	125	200	300	420
5 A	8	10	15	25	40	60	100	150	225	315
6 A	6	8	13	21	33	50	75	125	187	262
7 A		7	11	18	29	45	67	100	150	210
8 A		6	9	16	25	38	56	80	125	175
9 A		6	8	14	22	33	50	75	112	157
10 A		5	8	13	20	30	45	67	100	140
12 A			6	10	17	25	38	56	80	112
14 A			5	9	14	21	31	45	67	94
16 A			5	8	13	19	28	40	60	84
18 A				7	11	17	25	38	56	77
20 A				6	10	15	22	33	50	70
25 A					8	12	18	27	40	88
30 A					7	11	16	24	35	70
35 A										
40 A										
45 A										
50 A										
55 A										
60 A										
65 A										
70 A										

Exemple : Choix d'une protection et d'un câble parcouru par un intensité Ib de 14 A de longueur 14 m.
 Choix pour $\Delta u\% = 1\%$:
 → Disjoncteur 32A (ou fusible 25A) – section : 4mm²
 Choix pour $\Delta u\% = 2\%$:
 → Disjoncteur 20A (ou fusible 20A) – section : 2,5mm²

Remarque : la section « thermique » est de 1,5mm² avec un protection de 16A disjoncteur ou 10A fusible mais le risque est d'avoir une chute de tension trop importante donc pas assez de tension à l'extrémité du câble pour alimenter le récepteur.

**LONGUEURS MAXIMALES REGIME NORMAL
CHUTE DE TENSION DE 1%**

ATTENTION : Pour les câbles alimentant les moteurs, vérifier la chute tension maximale au démarrage (Cf. Circuits monophasés 230V régime de démarrage).

 Interdit en distribution (d'armoire vers armoire)



Poste d'abonné EDF

HTA

BT

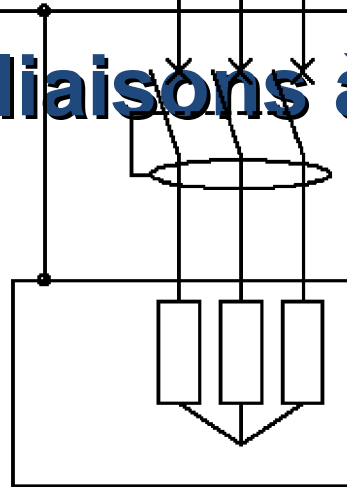
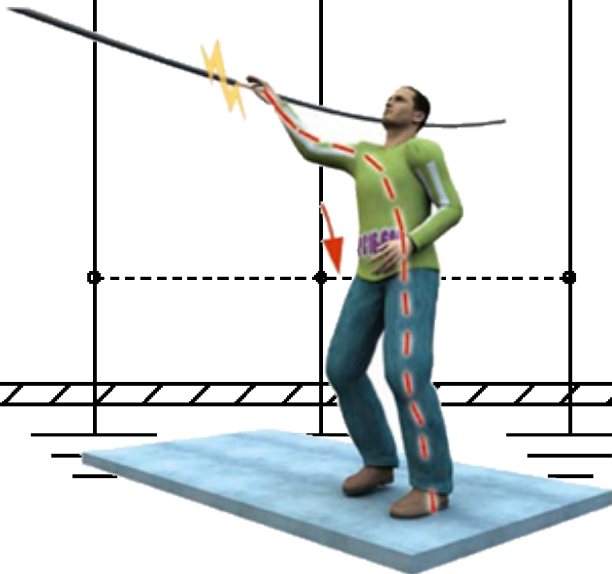
Danger du courant

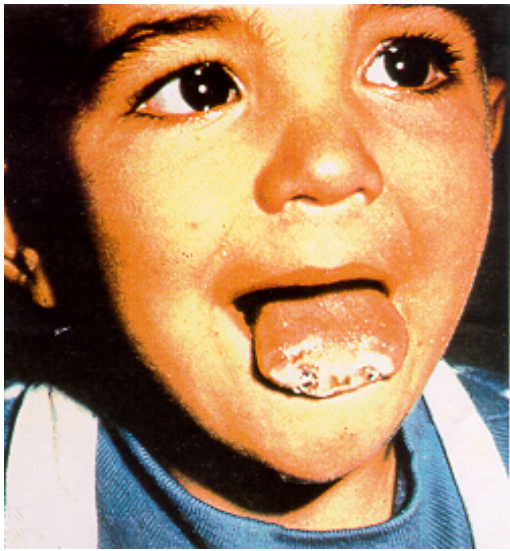
Protection des personnes

Schémas de liaisons à la terre

L1
L2
L3
N
PE

20 kV





Danger du courant



Défaut d'isolement à l'intérieur de la machine

Sol conducteur



Le contact direct est un contact d'une personne avec un conducteur ou des parties sous tension ayant pour conséquence le passage du courant à travers le corps. Les risques de contacts directs sont souvent dus à la présence de conducteurs apparents nus ou présentant des défauts d'isolants

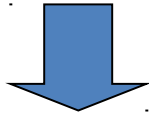
Le contact indirect est un contact d'une personne avec une masse mise accidentellement sous tension ayant pour conséquence le passage du courant à travers le corps. Il s'agit souvent de défauts d'isolement qui peuvent apparaître sur les masses des appareils électroménagers (machine à laver), les tuyauteries et autres pièces métalliques présentes dans le logement.

Un peu de vocabulaire :

- **Electrisé** = choc lié au passage du courant (pas de décès)
- **Electrocuté** = Décès suite à une électrisation

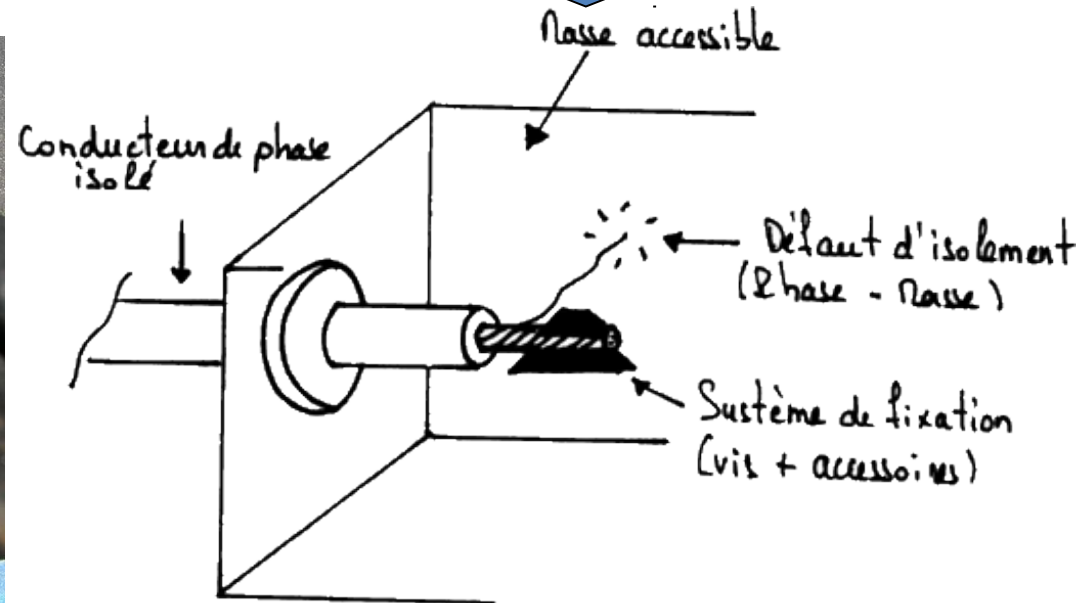
Ne pas confondre Défaut d'isolant Et Défaut d'isolement

Défaut **d'isolant**



Il s'agit d'une blessure sur la partie isolante d'un conducteur

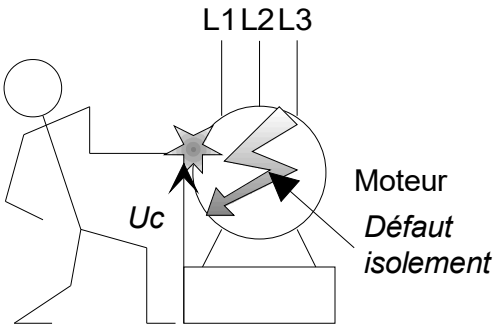

Défaut **d'isolement**



Un conducteur actif (phase ou neutre) touche la masse d'un appareil

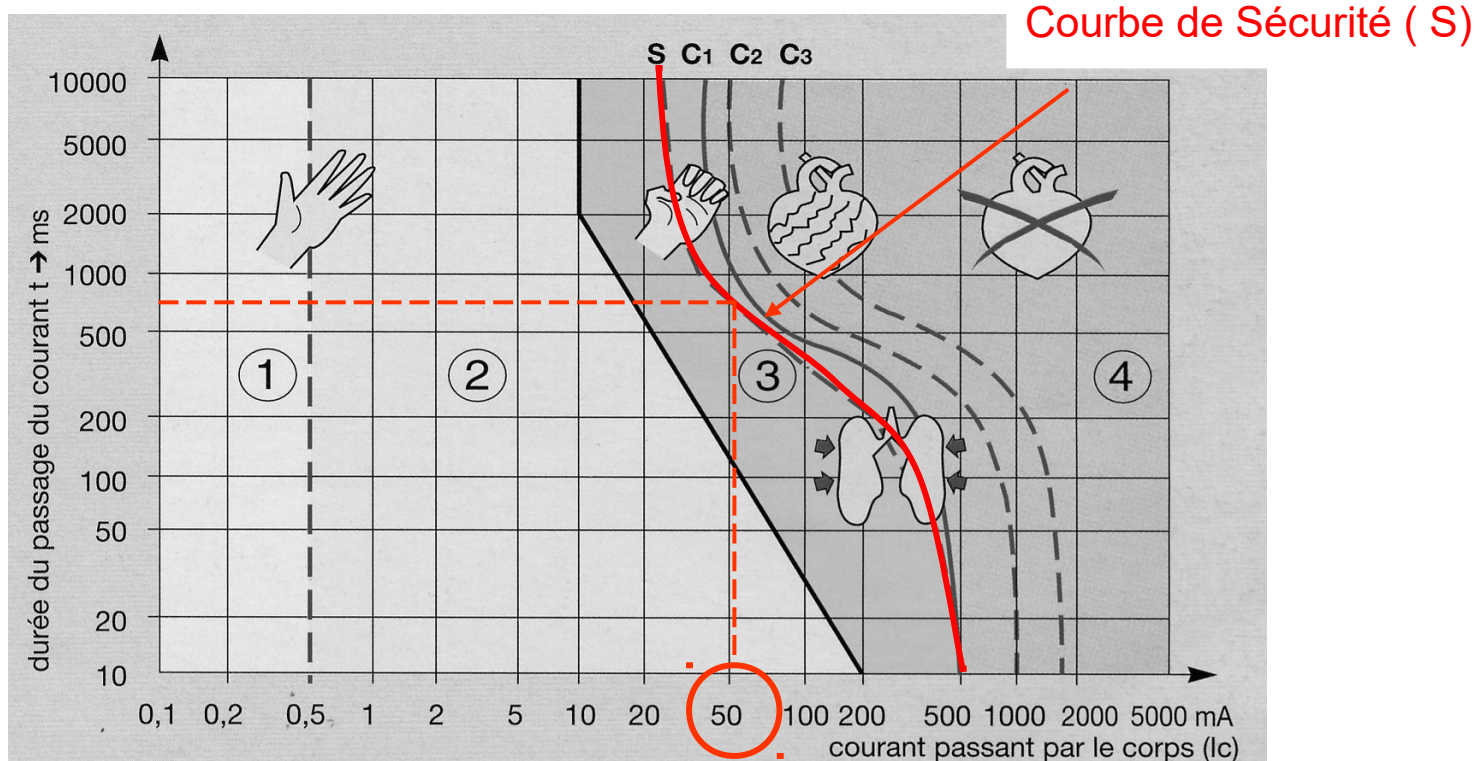
Remarque : Dès lors qu'un fil touche une masse, le défaut d'isolant peut se transformer en défaut d'isolement....

Défaut d'isolement = fuite de courant pouvant entraîner des risques

Electrisation (choc électrique) Ou Electrocution (Décès)	Incendie <i>300 mA suffit à générer un incendie !</i>
 <p>The diagram illustrates a person touching a motor. The motor is connected to three phases labeled L1, L2, and L3. A fault in isolation is shown, with current paths leading to the person. The voltage across the person is labeled U_c. The motor is labeled "Moteur" and the fault is labeled "Défaut isolement".</p>	 <p>The illustration shows a stylized fire flame, representing the risk of fire caused by a 300 mA current.</p>

Risques pour les personnes

Le risque est fonction de l'intensité du courant ainsi que le temps pendant lequel le courant traverse le corps humain. C'est donc la **quantité de courant qui tue!**

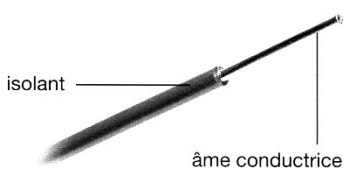
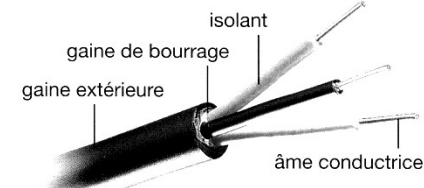
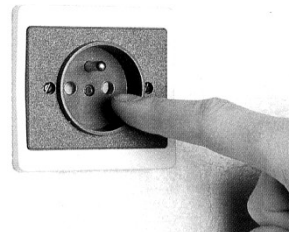
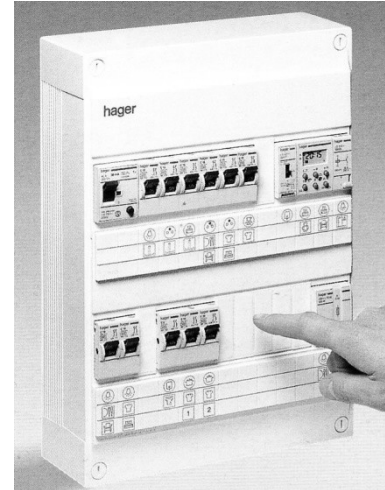


On a coutume de dire que 50mA tue! C'est vrai si toutefois le courant traverse le corps pendant 1seconde (1000ms=1s). On atteint ainsi la courbe dessinée en rouge qui représente le seuil de « non lâché ».

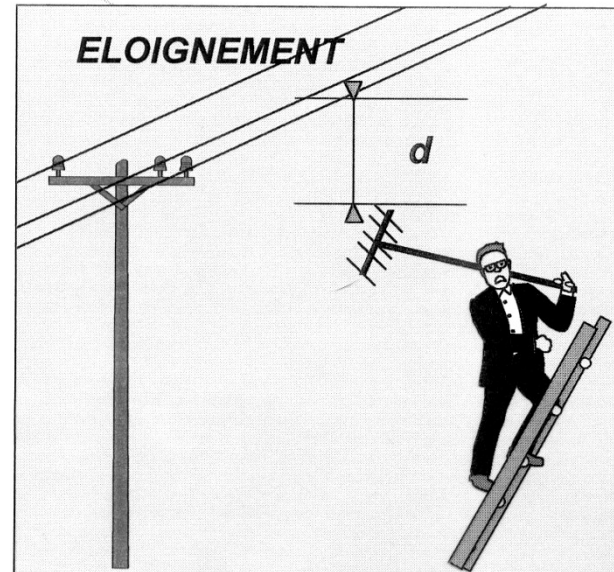
*La règle d'or des anciens : Pour vérifier l'absence de tension, les anciens professionnels de l'électricité touchaient du **dos** de la main les fils électriques. La contraction musculaire liée au passage du courant leur permettait ainsi de se dégager rapidement! METHODE A NE PAS FAIRE!!!! existe aujourd'hui des appareils spécialement conçu pour vérifier l'absence de tension (VAT).*

Anecdote : chaque fois que vous « prenez une bourre » en claquant la portière de votre voiture, c'est 60 A qui passent entre nos doigts et la carrosserie de la voiture ... vous n'en êtes pas mort pour autant!! Pourquoi?...

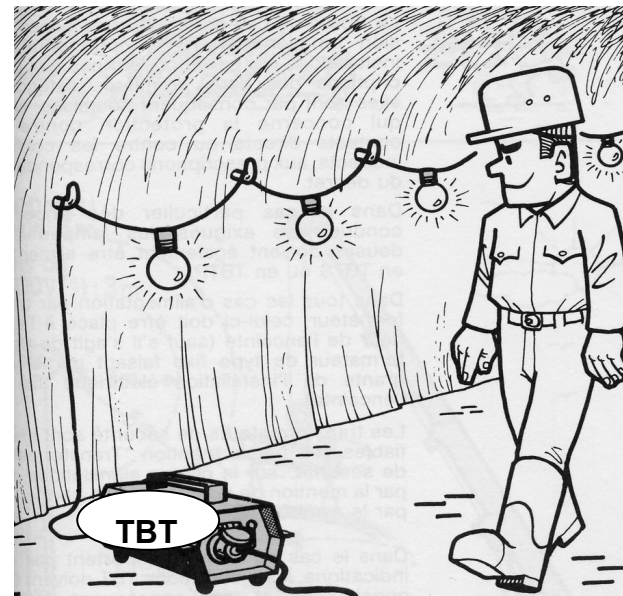
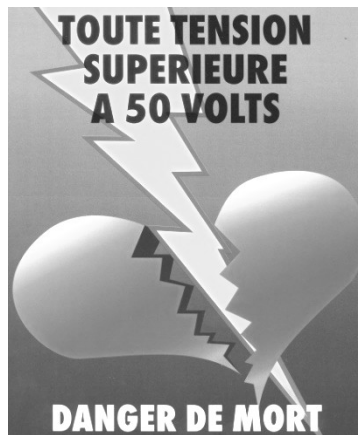
Protection des personnes contre les contacts directs

<ul style="list-style-type: none">• Par isolation	<p>conducteur isolé</p>  <p>isolant ——— âme conductrice</p> <p>câble multiconducteur</p>  <p>isolant gaine de bourrage gaine extérieure âme conductrice</p>
<ul style="list-style-type: none">• Par interposition d'obstacles	 

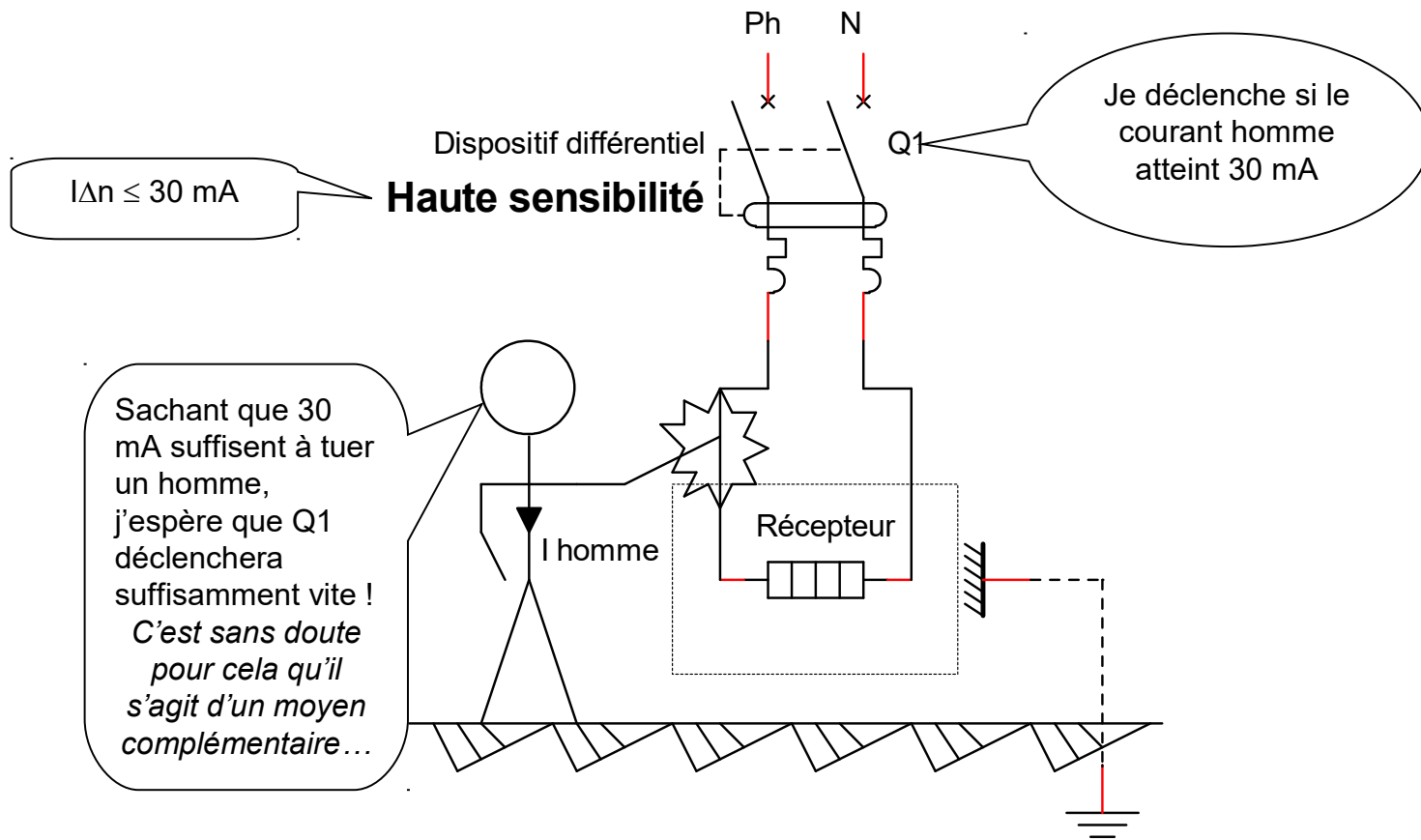
- Par éloignement



- En utilisant de la très basse tension ($U \leq 50V$)



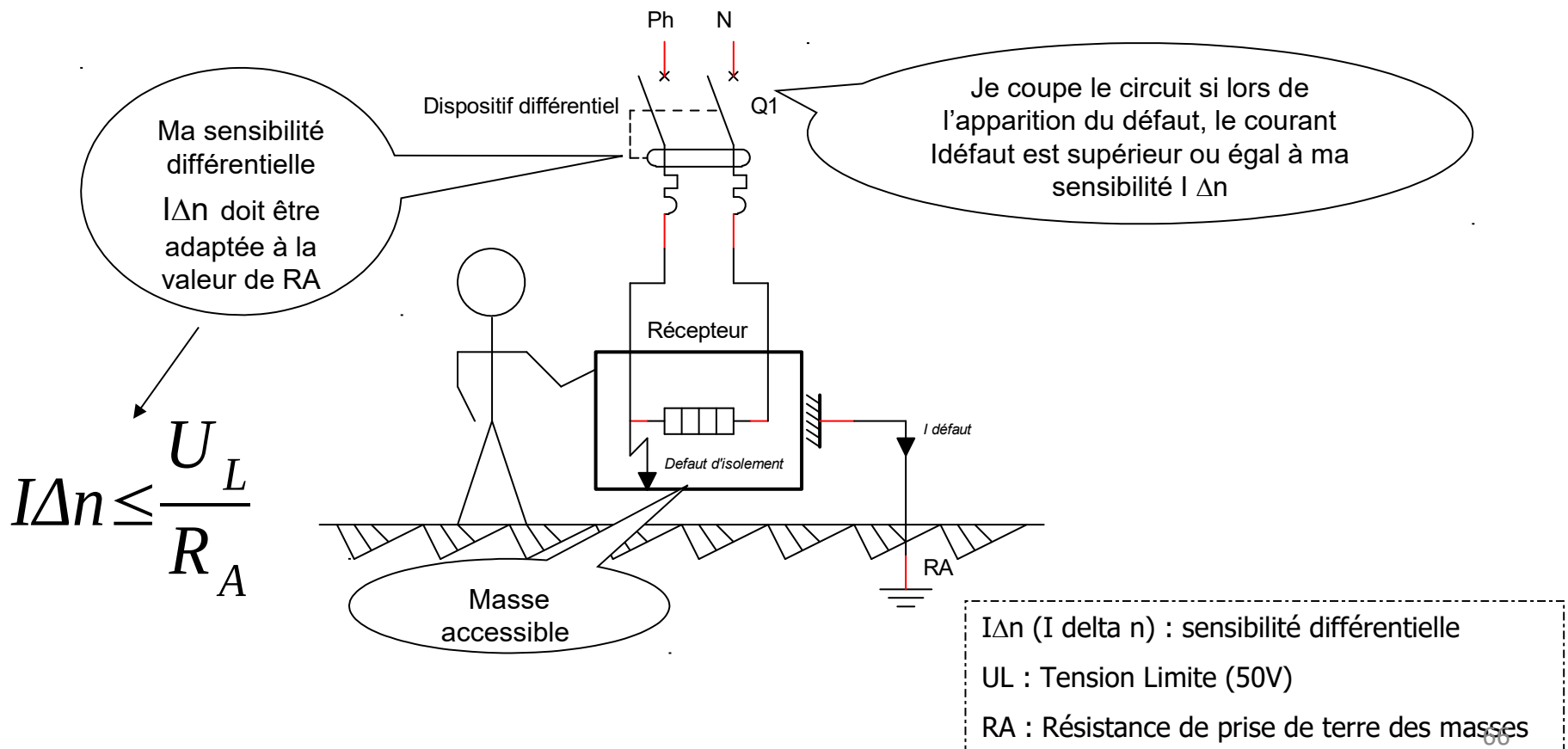
- Par utilisation de **Dispositif à courant Différentiel Résiduel de Haute Sensibilité (DDR HS)**



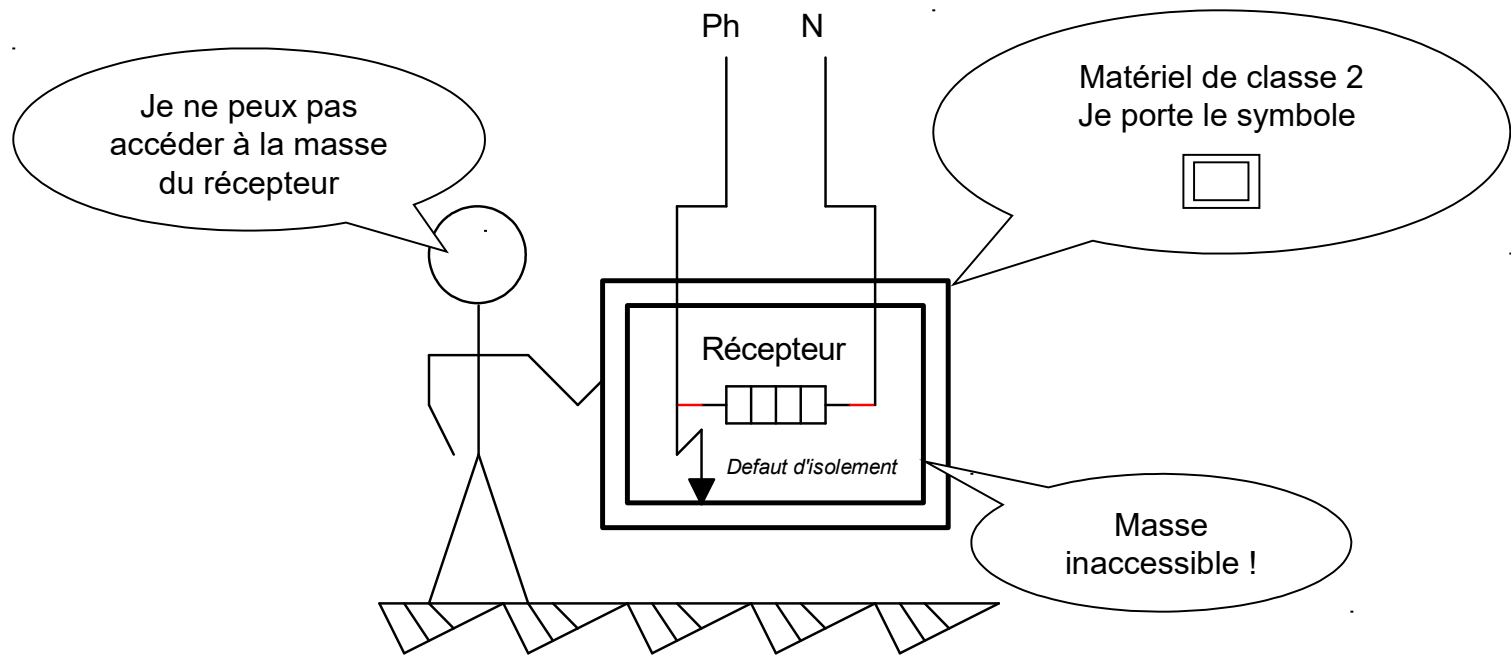
Il ne s'agit que d'un moyen de protection complémentaire au regard des autres moyens vus précédemment car la personne doit être électrisée avant que le différentiel haute sensibilité déclenche!!

Protection des personnes contre les contacts indirects

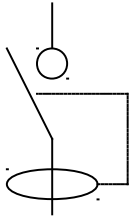
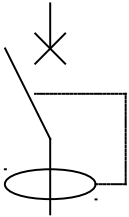
- Par coupure automatique de l'alimentation électrique par l'utilisation de disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel (de sensibilité > à la haute sensibilité = 30mA et en dessous)



- Par utilisation de matériel de **classe 2**



Disjoncteur différentiel et Interrupteur différentiel

DDR : Dispositif à courant Différentiel Résiduel	
<input type="checkbox"/> LES INTERRUPTEURS DIFFERENTIELS	<input type="checkbox"/> LES DISJONCTEURS DIFFERENTIELS
	



	Protection contre		
	Défaut d'isolement	Surcharge	Court-circuit
Interrupteur Différentiel	X		
Disjoncteur Différentiel	X	X	X

Schémas de liaison à la terre (Régimes de neutre)

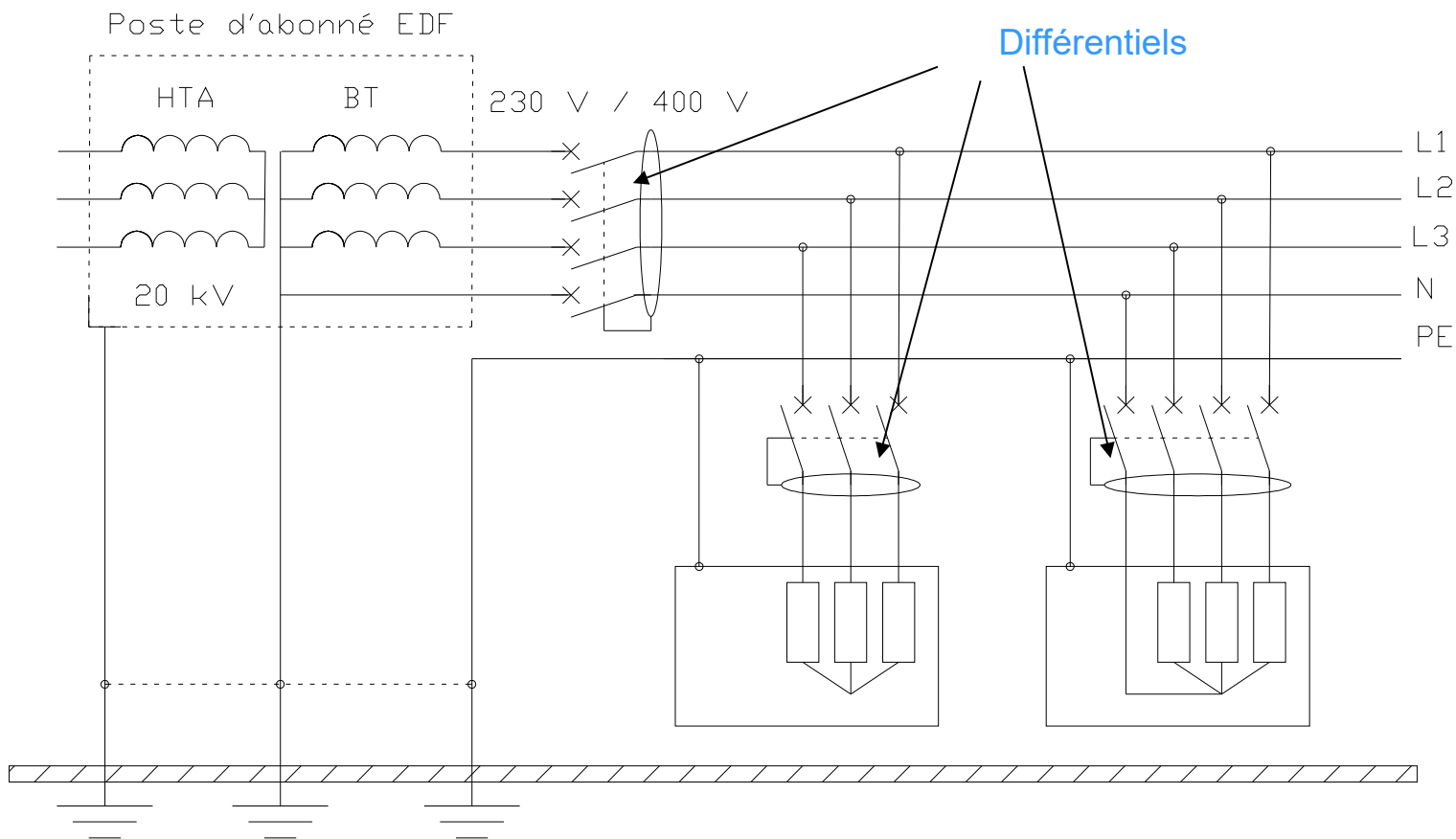


Situation du neutre		Situation des masses	
1 ^{ère} lettre		2 ^{ème} lettre	
Le neutre de l'alimentation est connecté directement à la terre	T	T	Les masses de l'installation sont reliées directement à la terre
	T	N	Les masses de l'installation sont reliées au neutre de l'installation lui-même relié à la terre
Le neutre de l'alimentation est <u>Isolé</u> ou <u>Impédant</u> par rapport à la terre	I	T	Les masses de l'installation sont reliées directement à la terre

Impédant : relié par une résistance à la terre.

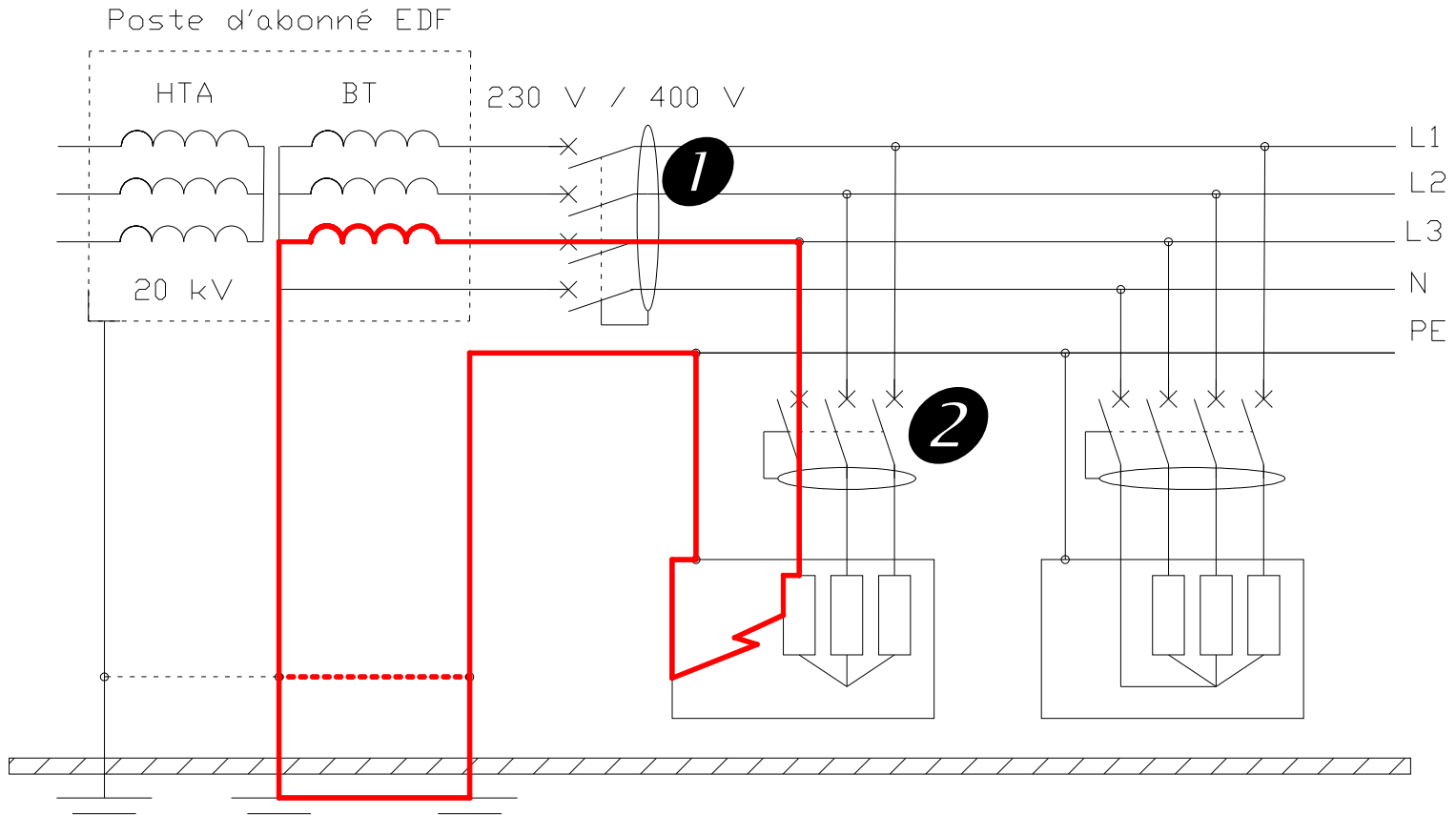
Schéma TT

neutre à la Terre / masse à la Terre



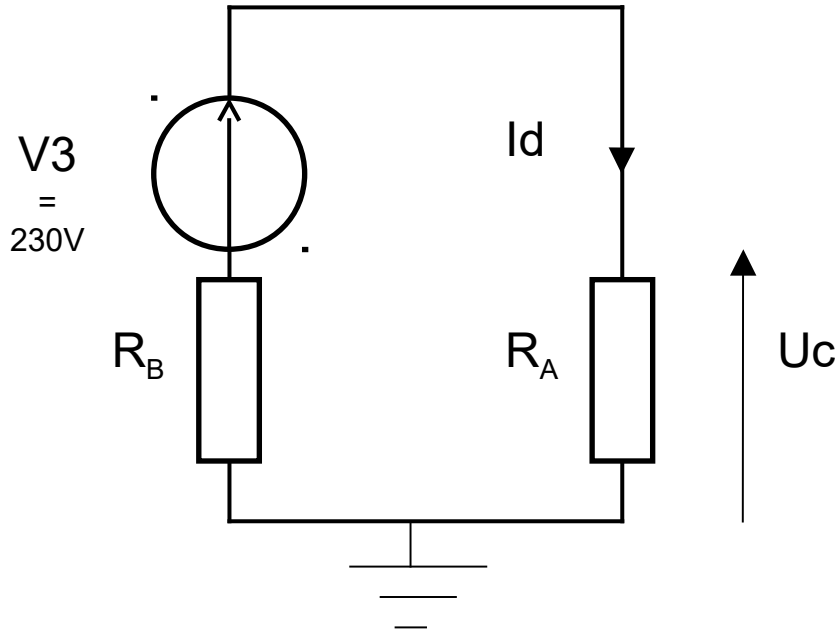
La protection des personnes repose sur l'utilisation de dispositif différentiel (Disjoncteur différentiel ou interrupteur différentiel)

Schéma TT en présence d'un défaut d'isolement



- Le courant de défaut est un courant de fuite à la terre
- Ce sont les protections différentielles (DDR) qui déclenchent! Encore faut-il savoir laquelle : idéalement, seule la 2 doit déclencher. Cela m'amène à vous parler de la sensibilité de tête 1 et de sélectivité différentielle en le 1 et le 2

Schéma équivalent de la boucle de défaut :



Calcul du courant de défaut :

$$V3 = (R_A + R_B) \times Id \Rightarrow Id = \frac{V3}{R_A + R_B}$$

Calcul de la tension de contact :

$$Uc = R_A \times Id$$

Synthèse :

- Si $Id \geq I\Delta n \Rightarrow$ Déclenchement de la protection différentielle.
- Si $Uc \leq U_L$ (50V) \Rightarrow Pas de danger pour les personnes. Dans le cas contraire il y a danger.
- Remarque : une protection différentielle peut ne pas déclencher à la condition que Uc reste inférieure à U_L

Sensibilité et sélectivité différentielle

La sensibilité du 1^{er} différentiel doit être conforme au tableau suivant :

Schéma TT	
I_{Δ} - Courant nominal du dispositif différentiel	Résistance maximale de la prise de terre des masses R_A (en ohms)
	$U_L = 50 \text{ V}$
20 A	2,5
10 A	5
1 A	50
500 mA	100
300 mA	167
100 mA	500
30 mA	1 670
6 mA	8 300

Le tableau ci-dessus est issu de la formule suivante :

$$I\Delta n \leq \frac{U_L}{R_A}$$

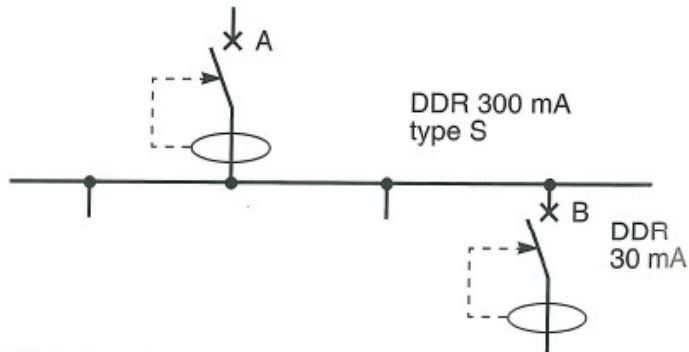
Sélectivité des protections différentielles

Sélectivité : Késako? Prenons la solution habitat ci-dessous! Il s'agit de faire en sorte que seule la protection B déclenche en cas de défaut d'isolement en aval de celle-ci.

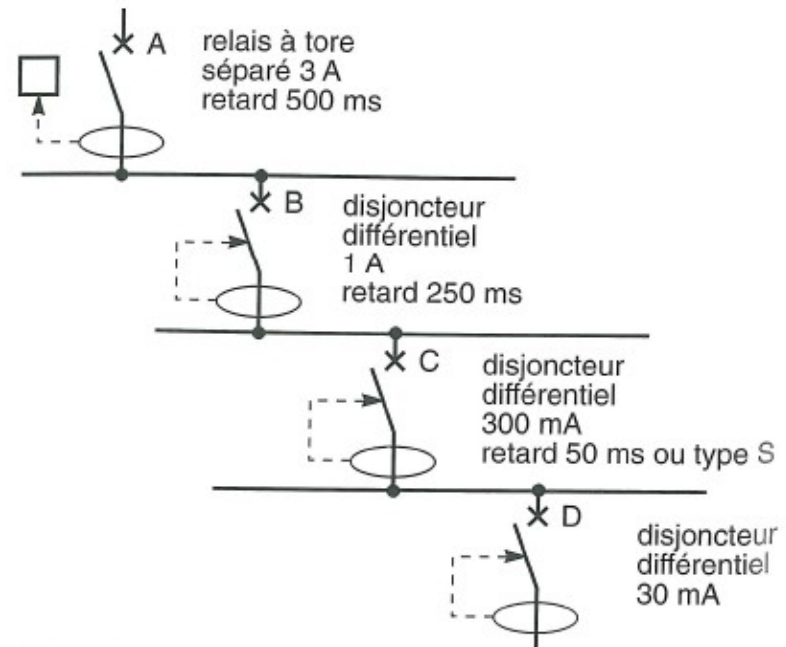
Règle de sélectivité :

- Le rapport des sensibilité entre le DDR amont et aval doit être au minimum de 3
- Le DDR amont doit être retardé par rapport au DDR aval.

Solution habitat

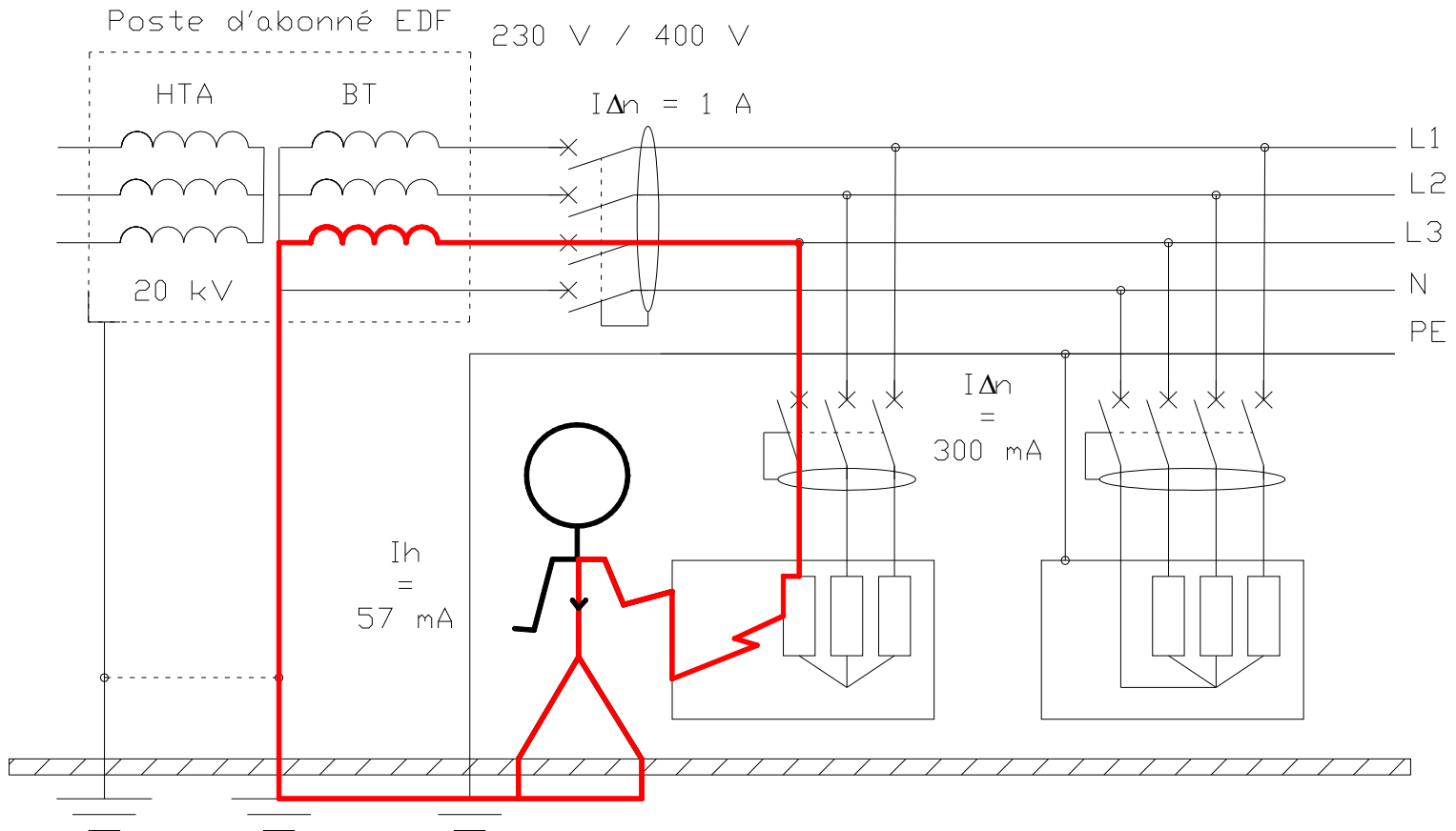


Solution tertiaire et industriel



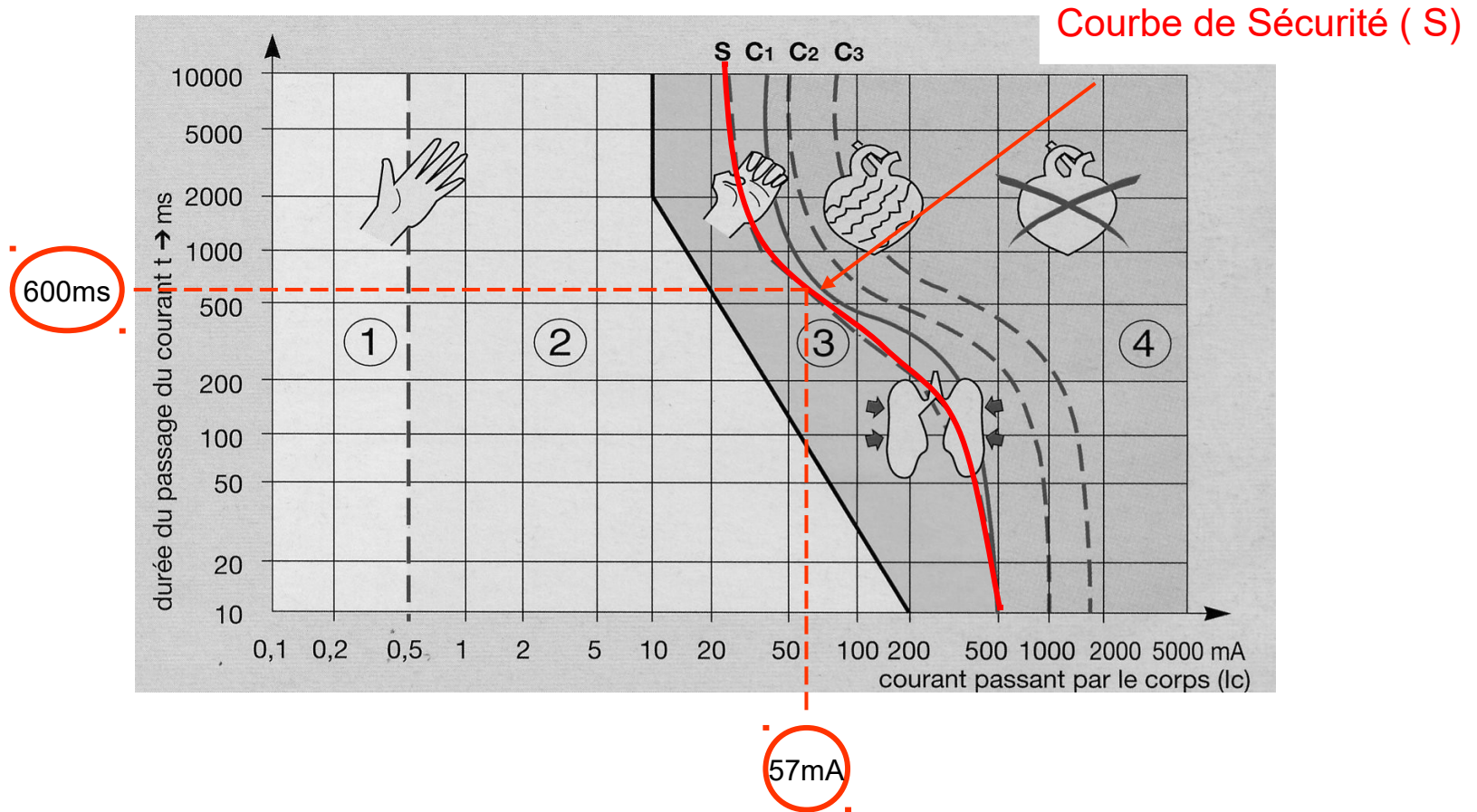
Pourquoi protéger les récepteurs avec risque de rupture de conducteur de terre par un DDR HS (Différentiel Haute Sensibilité)

La situation ci-dessous correspond à une installation TT en avec une masse non reliée à la terre (rupture du conducteur Vert/Jaune). Cette situation est aussi dangereuse qu'un contact direct!



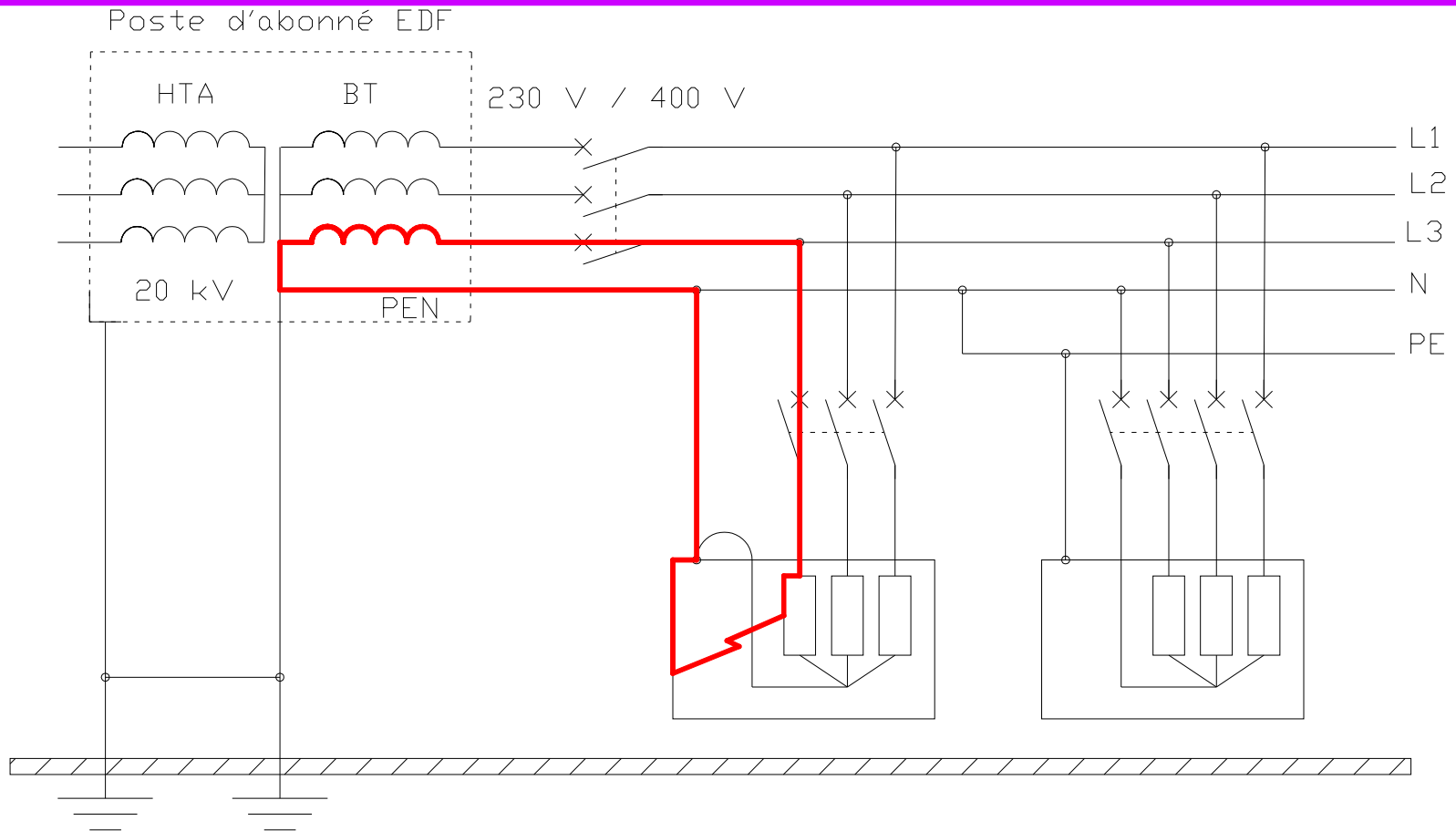
- **Le courant de défaut est limité par la résistance du corps et est ainsi trop faible pour faire déclencher les différentiels différents de la haute sensibilité (>30mA).**

- **La mort est assurée si la personne ne parvient pas à se dégager en moins de 0,6 seconde (600ms)!!**



- **La solution consiste à protéger les récepteurs à risques de rupture de conducteur de terre, en fait tous les récepteurs branchés sur prise de courant, par un DDR HS**

Schéma TN en présence d'un défaut d'isolement



- **Le courant de 1^{er} défaut est un courant de court-circuit monophasé.**
- **Ce sont les protections à maximum de courant (fusibles ou disjoncteur) qui déclenchent!**

Schéma IT

neutre à la Impédant / masse à la Terre

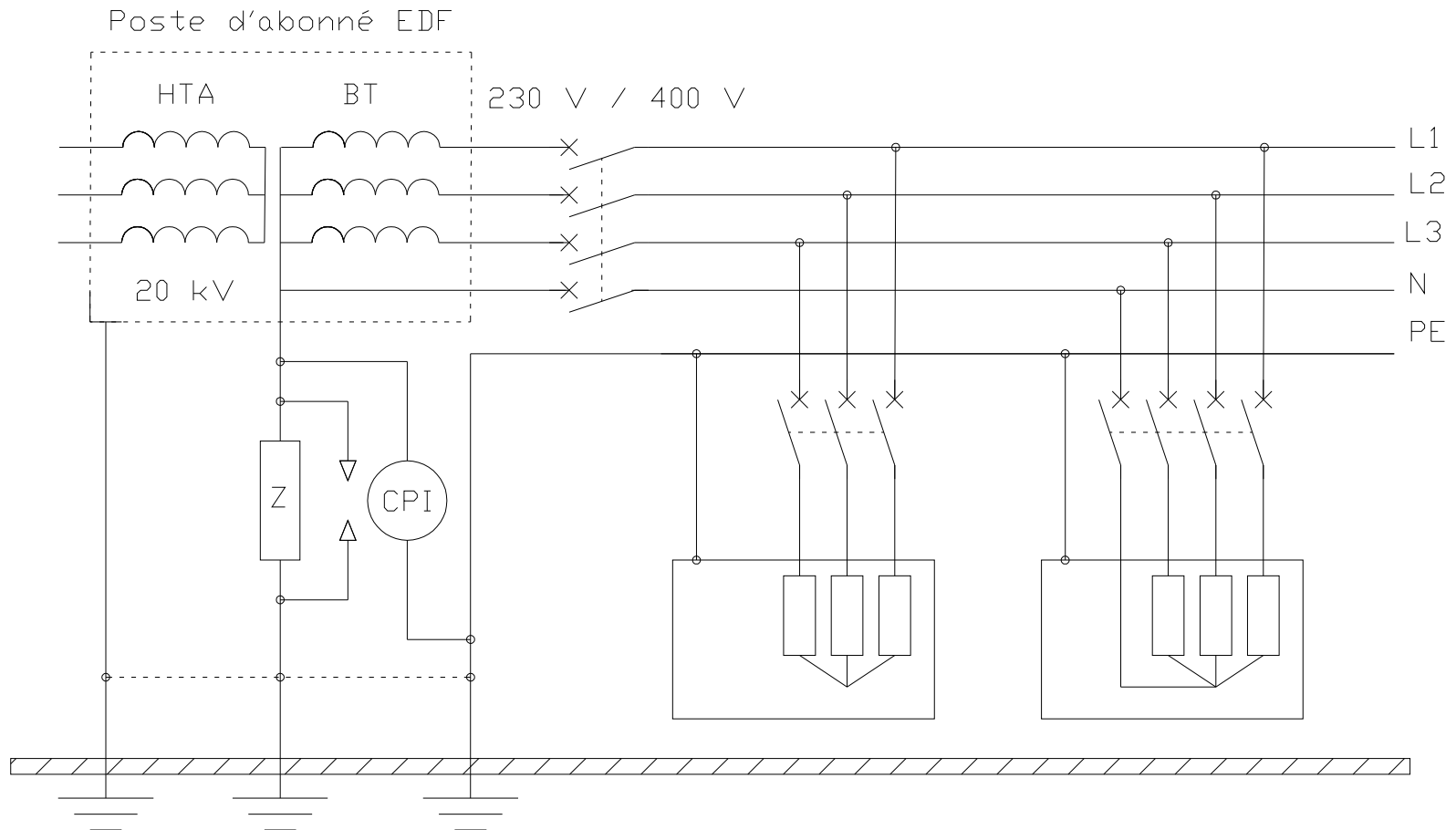
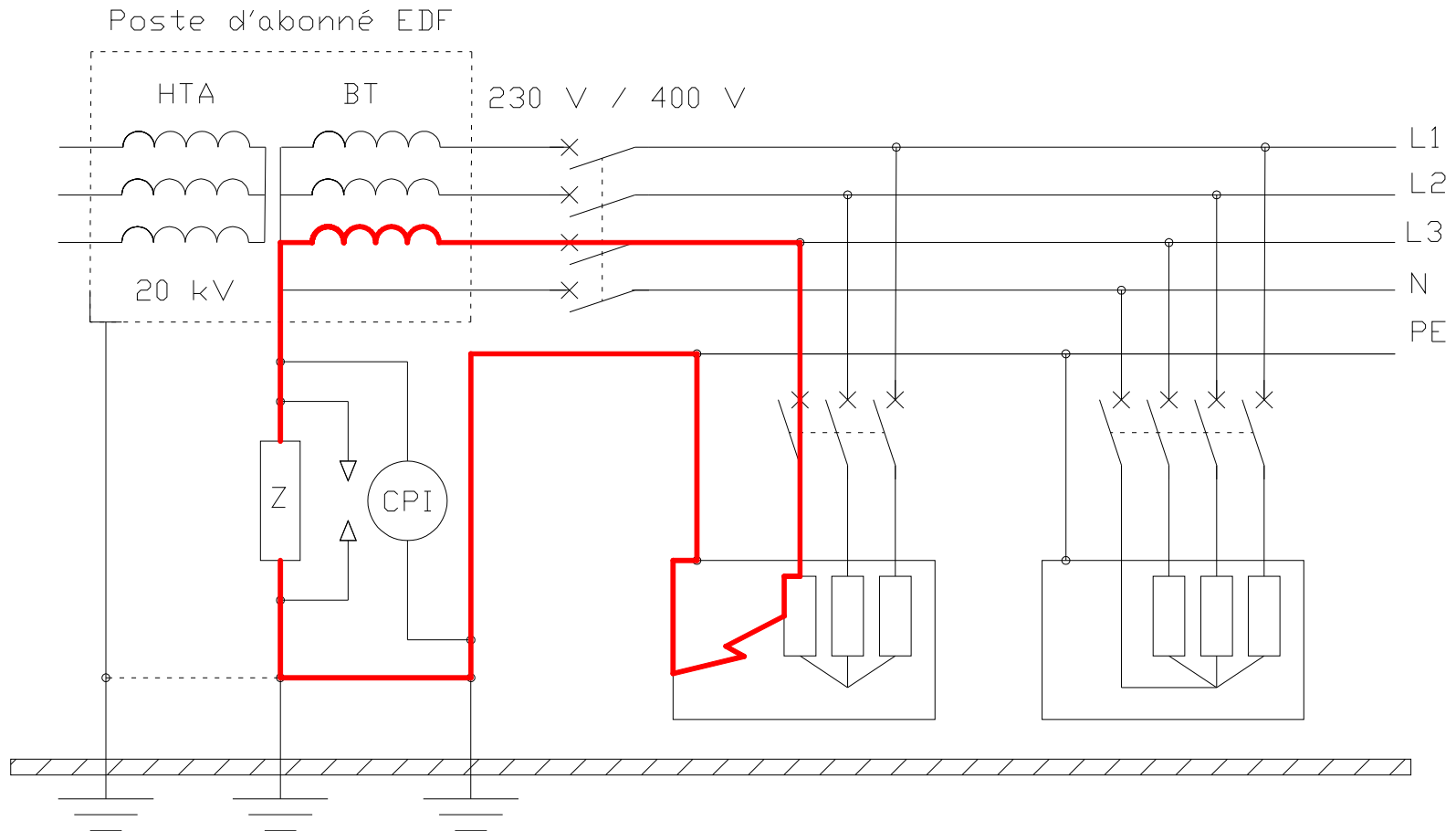
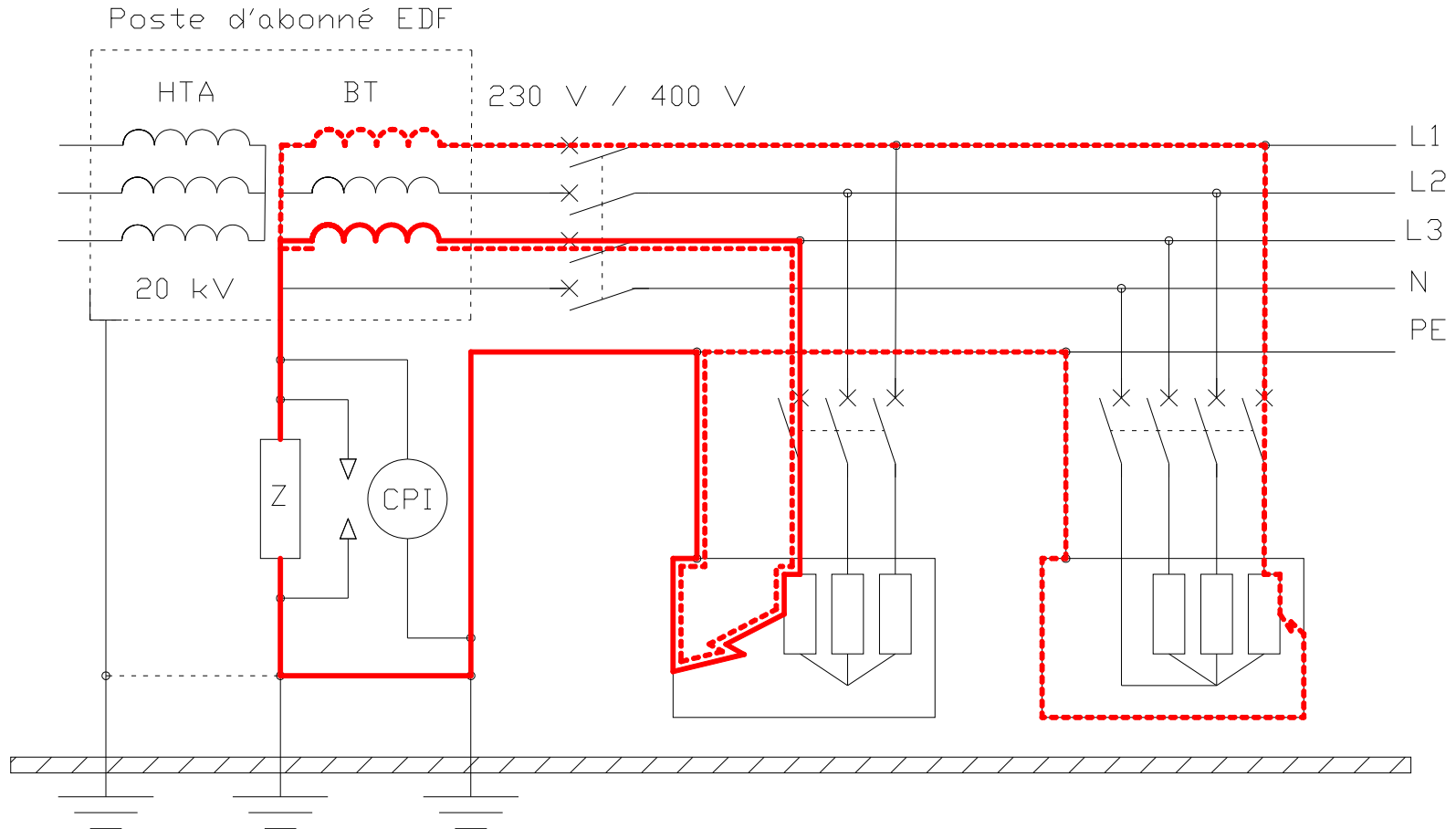


Schéma IT en présence d'un 1^{er} défaut d'isolement



- **Le courant de 1^{er} défaut est limité par l'impédance d'isolement de l'installation. Il demeure trop faible pour engendrer un danger.**
- **Le 1^{er} Défaut est détecté par le CPI (Contrôleur Permanent d'Isolément) qui averti de façon sonore et lumineuse la présence d'un défaut.**

Schéma IT en présence d'un 2ème défaut d'isolement



- **Le courant de 2^{ème} défaut est un courant de court-circuit monophasé ou biphasé (cas de l'exemple)**
- **Ce sont les protections à maximum de courant (fusibles ou disjoncteur) qui déclenchent!**

Schéma de liaison à la terre	Avantages	Inconvénients
TT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simplicité de mise en œuvre de contrôle et d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coupure au 1^{er} défaut ▪ Nécessite d'installer des dispositifs différentiels (DDR) ▪ Sélectivité difficile
TN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protection contre les contacts indirects réalisée par des dispositifs à maximum de courant (fusible / disjoncteur) ▪ En schéma TNC, économie d'un pôle et d'un conducteur. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coupure au 1^{er} défaut ▪ Passage du conducteur de protection dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs. ▪ Nécessité de réaliser des liaisons équipotentielles supplémentaires
IT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pas de coupure au 1^{er} défaut d'isolement 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nécessité de réaliser une équipotentialité des masses sinon installation de dispositifs différentiels ▪ Installation de limiteur de surtension ▪ Limitation de l'étendue des installations ▪ Surveillance de l'isolement, ce qui nécessite un service de maintenance qualifié ▪ Non distribution du neutre, sinon nécessité de le protéger.

Nature du réseau	Préconisé	Possible	Déconseillé
Réseau très étendu avec bonnes prises de terre des masses d'utilisation (maxi : 10Ω)	TN	TT	IT
Réseau très étendu avec mauvaises prises de terre des masses d'utilisation (30Ω)	TT		IT TN
Réseau perturbé (zone orageuse)	TN	TT	IT
Réseau avec lignes aériennes extérieures	TT	TN	IT
Réseau où la production nécessite des organes de sécurité ou quand la continuité d'exploitation prédomine	IT		TT TN

Nature des récepteurs			
Récepteurs à faible isolement (fours électriques, soudeuses, outils chauffants, thermoplongeurs, équipements de grandes cuisines)	TN	TT	
Nombreux récepteurs monophasés, mobiles, semi-fixés portatifs.	TT		IT TN
Equipements électroniques Régulateurs Automates programmables	TN	IT	IT
Récepteurs d'une fonction de sécurité	IT		TT TN

Schéma imposé ou fortement recommandé	
Bâtiment alimenté en BT par le réseau de distribution public	TT
Salles d'opération, d'anesthésie et de cathétérisme cardiaque (NF C 15-211)	IT médical
Circuit de sécurité	IT
Ordinateurs, grandes cuisines, électronique de puissance, Hôpitaux	TN

ANNEXES

Détermination des intensités

- Prendre directement la valeur indiquée par le constructeur si disponible.
- Si valeur non disponible :

Pour les moteurs :

$$I_n = \frac{\frac{P_u}{\eta}}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \text{ pour les moteurs à } \underline{\text{rotors secs triphasés}}$$

$$I_n = \frac{\frac{P_u}{\eta}}{V \times \cos\varphi} \text{ pour les moteurs à } \underline{\text{rotors secs monophasés.}}$$

$$I_n = \frac{P_a}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \text{ pour les moteurs à } \underline{\text{rotors noyés}}$$

triphases.

$$I_n = \frac{P_a}{V \times \cos\varphi} \text{ pour les moteurs à } \underline{\text{rotors secs monophasés.}}$$

P_a : Puissance absorbée (donc électrique)

P_u : Puissance utile (donc mécanique)

V : 230 V / U : 400 V

$\cos\varphi$: facteur de puissance (Si non indiqué, prendre 0,7 pour les moteurs triphasés et 0,5 pour les moteurs monophasés).

Détermination des intensités (suite)

Pour les résistances :

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \text{ pour les batteries électriques triphasées.}$$

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \text{ pour les batteries électriques monophasés.}$$

P : Puissance de la batterie électrique (remarque $P_A = P_u$ pour les résistances électriques)

V : 230 V / U : 400 V

$\cos \varphi$: facteur de puissance égale à 1

Pour les autres usages :

$$I_n = \frac{P_a}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \text{ pour les récepteurs triphasés.}$$

$$I_n = \frac{P_a}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \text{ pour les récepteurs monophasés.}$$

P_a : Puissance absorbée (donc électrique)

V : 230 V / U : 400 V

$\cos \varphi$: facteur de puissance (Si non indiqué, le prendre égale à 0,5).

ANNEXE 1

Tableau CA guide UTE C 15-105 donnant l'lk3 aval en fonction de l'lk Amont

Multiplier les longueurs réelles par 2 pour trouver l'IK1

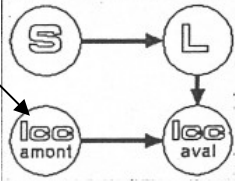
lk3

Choix des longueurs : par défaut (plus court)

Choix lk amont : par excès (plus grand)

section (S) des conducteurs de phase en mm2	Longueur de la canalisation (L) en mètre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	0,8	1	1,3	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50	0,8	1,7	2,1	2,5	3,5	4	8,5	17	21	25	34	42	85	1,3	2,5	3	4	5	6,5	13	25	32	38	50	65	130	0,8	1,1	2,1	4	5,5	6,5	8,5	11	21	42	55	65	85	110	210	0,9	1	1,4	1,7	3,5	7	8,5	10	14	17	34	70	85	100	140	170	340	1	1,3	1,6	2,1	2,6	5	10	13	16	21	26	50	100	130	160	210	260	1,5	1,9	2,2	3	3,5	7,5	15	19	22	30	37	75	150	190	220	300	370	1,1	2,1	2,7	3	4	5,5	11	21	27	32	40	55	110	210	270	320	1,5	3	3,5	4,5	6	7,5	15	30	37	44	60	75	150	300	370	0,9	1	2	4	5	6	8	10	20	40	50	60	80	100	200	400	0,9	1	1,1	1,3	2,5	5	6,5	7,5	10	13	25	50	65	75	100	130	250	0,8	1	1,1	1,2	1,4	2,7	5,5	7	8	11	14	27	55	70	80	110	140	270	1	1,1	1,3	1,5	1,6	3	6,5	8	9,5	13	16	32	65	80	95	130	160	320	1,2	1,4	1,6	1,8	2	4	8	10	12	16	20	40	80	100	120	160	200	400	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4	5	9,5	12	15	19	24	49	95	120	150	190	240	1,5	1,8	2	2,3	2,5	5,1	10	13	15	20	25	50	100	130	150	200	250	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	5,5	11	14	17	22	28	55	110	140	180	220	280	2	2,3	2,6	2,9	3,5	6,5	13	16	20	26	33	65	130	160	200	260	330	2,3	2,7	3	3,5	4	7,5	15	19	23	30	38	75	150	190	230	300	380	2,5	2,9	3,5	3,5	4	8	16	21	25	33	41	80	160	210	250	330	410	2,9	3,5	4	4,5	5	9,5	20	24	29	39	49	95	190	240	290	390																																																																																																										
100	94	94	93	92	91	83	71	67	63	56	50	33	20	17	14	11	9	5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	85	85	84	83	83	76	66	62	58	52	47	32	20	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	76	76	75	75	74	69	61	57	54	49	44	31	19	16	14	11	9	4,5	2,4	2	1,6	1,2	1	0,5	67	67	66	66	65	61	55	52	49	45	41	29	18	16	14	11	9	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	58	58	57	57	57	54	48	46	44	41	38	27	18	15	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	49	48	48	48	48	46	42	40	39	36	33	25	17	14	13	10	8,5	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	39	39	39	39	39	37	35	33	32	30	29	22	15	13	12	9,5	8	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	1	0,5	34	34	34	34	34	33	31	30	29	27	26	21	15	13	11	9	8	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5	30	29	29	29	29	28	27	26	25	24	23	19	14	12	11	9	7,5	4,5	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5	25	25	25	24	24	24	23	22	22	21	20	17	13	11	10	8,5	7	4	2,3	1,9	1,6	1,2	1	0,5	20	20	20	20	20	19	19	18	18	17	17	14	11	10	9	7,5	6,5	4	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,5	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	9,5	8,5	8	7	6	4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9	8,5	7	6,5	6,5	5,5	5	3,5	2	1,7	1,4	1,1	0,9	0,5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6,5	6,5	6,5	6	5,5	5	5	4,5	4	2,9	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,5	4	4	4	3,5	3,5	2,5	1,7	1,4	1,3	1,1	0,8	0,5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3	3	2,9	2,2	1,5	1,3	1,2	1,1	0,8	0,4	3	3	3	3	3	3	3	3	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	1,9	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,4	1,1	1	0,9	0,8	0,7	0,4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3
icc Amont en kA	Courant de court-circuit au niveau considéré en kA (lcc aval)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

cuiivre



Disjoncteurs

	tarifs			courbes de déclenchement				calibres (A)	tension maxi d'emploi (V CA)	pouvoir de coupure (kA)										page
	bleu	jaune	vert	C	B	D	MA			3	4,5	5	6	7,5	10	15	20	25	50	
										[Barres de coupure]										
Déclic	■			■				2 à 32	230	[Barre 3-4,5]										A50
DT40		■	■	■	■			1 à 40	230/400	[Barres 3-4,5-6]										A54
DT40N		■	■	■	■	■		1 à 40	230/400	[Barres 3-4,5-6-7,5-10]										A55
XC40		■	■	■	■	■		10 à 40	415	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A172
C60N		■	■	■	■			0,5 à 63	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A65
C60N		■	■			■		0,5 à 63	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A66
C60H		■	■	■				0,5 à 63	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A67
C60L		■	■	■	■	■		0,5 à 25	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A68
C60L		■	■	■	■	■		32 et 40	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A68
C60L		■	■					50 et 63	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A68
C60LMA		■	■				■	1,6 et 2,5	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A130
C60LMA		■	■				■	4 à 25	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A130
C60LMA		■	■				■	40	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A130
C120N		■	■	■	■	■		63 à 125	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A81
C120H		■	■	■	■	■		50 à 125	440	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A82
NG125N		■	■	■	■	■		10 à 125	500	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A91
NG125L		■	■	■	■	■		10 à 80	500	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A92
NG125LMA		■	■	■	■		■	4 à 80	500	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A131
P25M		■	■					0,16 à 25	690	[Barres 3-4,5-6-7,5-10] sous 415 V										A127
C32H-DC		■	■				■	1 à 40	127 V CC 250 V CC	[Barres 3-4,5-6-7,5-10]										A102

selon norme NF EN 60898 (C 61-140) marqué en face avant tel que : 3000

selon norme NF EN 60947-2 (C 63-120) marqué en face avant tel que : **5 kA IEC 947.2**

ANNEXE 2.2



DT40 1P+N



Disjoncteurs DT40

Caractéristiques :

- agréés NF
- tension d'emploi U_e : 230 V CA entre phases et neutre ; 400 V CA entre phases
- tension d'isolement : U_i = 400 V entre phases
- tenue aux chocs de tension : U_{imp} = 6 kV
- pouvoir de coupure :

□ selon NF EN 60898

calibre (A)	type	tension (V CA)	P. de C ICn (A)
1 à 40	uni + N	230	4500
	tri, tri + N	400	4500

□ selon NF EN 60947-2

calibre (A)	type	tension (V CA)	P. de C ICn (kA)
1 à 40	uni + N	230	6
		400	2 (1)
	tri, tri + N	230	10
		400	6

(1) Pouvoir de coupure sous 1 pôle en régime de neutre IT (cas du défaut double).

- sectionnement à coupure pleinement apparente (selon EN 60947-2) : une bande

type	largeur en pas de 9 mm	cal. (A)	réf. courbes		
			B	C	D
1P+N 	2	1		21019	
		2		21020	
		3		21021	
		4		21022	
		6	21009	21023	
		10	21010	21024	
		16	21011	21025	
		20	21012	21026	
		25	21013	21027	
		32	21014	21028	
40	21015	21029			
3P 	6	6	21043	21053	
		10	21044	21054	
		16	21045	21055	
		20	21046	21056	
		25	21047	21057	
		32	21048	21058	
		40	21049	21059	
3P+N 	6	6	21063	21073	
		10	21064	21074	
		16	21065	21075	
		20	21066	21076	
		25	21067	21077	
		32	21068	21078	
		40	21069	21079	

Protection des circuits : page K(1g)
Courbes de déclenchements : page K(2)
Auxiliaires électriques : page A62
Accessoires : page A63



DT40N 1P+N



DT40N 3P+N

système
ProDis

Disjoncteurs DT40N

Caractéristiques identiques aux DT40 (voir page ci-contre) sauf :




■ pouvoir de coupure :

□ selon NF EN 60898

type	calibre (A)	tension (V CA)	P. de C ICn (A)
uni + N	1 à 40	230	6000
tri, tri + N	1 à 40	400	6000

□ selon NF EN 60947-2

type	calibre (A)	tension (V CA)	P. de C ICn (kA)
uni + N	1 à 40	230	10
		400	2 (1)
tri, tri + N	1 à 40	230	15
		400	10

type	largeur en pas de 9 mm	calibre (A)	référence courbe C	référence courbe D		
1P+N 	2	1	21360	21371		
		2	21361	21372		
		3	21362			
		4	21363	21373		
		6	21364	21374		
		10	21365	21375		
		16	21366	21376		
		20	21367	21377		
		25	21368	21378		
		32	21369	21379		
3P 	6	40	21370	21380		
		6	21384	21394		
		10	21385	21395		
		16	21386	21396		
		20	21387	21397		
		25	21388	21398		
		32	21389	21399		
		40	21390	21400		
		3P+N 	6	6	21404	21414
				10	21405	21415
16	21406			21416		
20	21407			21417		
25	21408			21418		
32	21409			21419		
40	21410	21420				

(1) Pouvoir de coupure sous 1 pôle de régime en neutre IT (cas du double défaut).

Disjoncteurs C60N courbe C et B

Fonction et utilisation

Courbe C : commande et protection contre les surintensités de circuits.

Courbe B : commande et protection contre les surintensités de circuits avec protection des personnes en régimes IT et TN pour des longueurs de câbles plus importantes qu'avec la courbe C.

ANNEXE 2.4







C60N bi



C60N tri



C60N tétra

uni + neutre 4 	1	24183	
	2	24184	
	3	24185	
	4	24186	
	6	24187	
	10	24188	
	16	24189	
	20	24190	
	25	24191	
	32	24192	
	40	24193	
50	24194		
63	24195		
bi 4 	0,5	24060	
	0,75	24061	
	1	24196	
	2	24197	
	3	24198	
	4	24199	
	6	24200	
	10	24201	23941
	16	24202	23942
	20	24203	23943
	25	24204	23944
32	24205	23945	
40	24206	23946	
50	24207	23947	
63	24208	23948	
tri 6 	0,5	24062	
	0,75	24063	
	1	24209	
	2	24210	
	3	24211	
	4	24212	
	6	24213	
	10	24214	23954
	16	24215	23955
	20	24216	23956
	25	24217	23957
32	24218	23958	
40	24219	23959	
50	24220	23960	
63	24221	23961	
tétra 8 	0,5	24064	
	0,75	24065	
	1	24222	
	2	24223	
	3	24224	
	4	24225	
	6	24226	
	10	24227	23967
	16	24228	23968
	20	24229	23969
	25	24230	23970
32	24231	23971	
40	24232	23972	
63	24234	23974	
50	24233	23973	



C60N tétra

Disjoncteurs C60N courbe D

Fonction et utilisation

Commande et protection de circuits dans toutes les installations présentant de forts courants d'appel.

type	largeur en pas de 9 mm	calibres (A)	réf. courbe D
uni 	2	0,5	24493
		1	24565
		2	24566
		3	24567
		4	24568
		6	24569
bi 	4	0,5	24494
		1	24580
		2	24581
		3	24582
		4	24583
		6	24584
		10	24586
		16	24587
		20	24588
		25	24589
		32	24590
		40	24591
		50	24593
		63	24594
tri 	6	0,5	24495
		1	24595
		2	24596
		3	24597
		4	24598
		6	24599
		10	24601
		16	24602
		20	24603
		25	24604
		32	24605
		40	24606
		50	24608
		63	24609
tétra 	8	0,5	24496
		1	24610
		2	24611
		3	24612
		4	24613
		6	24614
		10	24616
		16	24617
		20	24618
		25	24619
		32	24620
		40	24621
		50	24623
		63	24624

ANNEXE 2.5

CIRCUITS MONOPHASES 230V REGIME NORMAL

ANNEXE 3


u% **1**

Pour des chutes de tension tolérées supérieures, multiplier les longueurs (2% : Multiplier par 2 ; 3% : Multiplier par 3...)

Fusible	4 A	6 A	10 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
Disjoncteur	6 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	80 A	100 A	125 A
INTENSITE	SECTIONS									
	0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
1 A	38	50	75	125	200	300	500	800	1250	1750
2 A	19	25	38	63	100	150	250	400	625	875
3 A	13	17	25	42	67	100	167	267	417	583
4 A	9	13	19	31	50	75	125	200	313	438
5 A	8	10	15	25	40	60	100	160	250	350
6 A	6	8	13	21	33	50	83	133	208	292
7 A		7	11	18	29	43	71	114	179	250
8 A		6	9	16	25	38	63	100	156	219
9 A		6	8	14	22	33	56	89	139	194
10 A		5	8	13	20	30	50	80	125	175
12 A			6	10	17	25	42	67	104	146
14 A			5	9	14	21	36	57	89	125
16 A			5	8	13	19	31	50	78	109
18 A				7	11	17	28	44	69	97
20 A				6	10	15	25	40	63	88
25 A					8	12	20	32	50	70
30 A					7	10	17	27	42	58
35 A						9	14	23	36	50
40 A						8	13	20	31	44
45 A							11	18	28	39
50 A								16	25	35
55 A								15	23	32
60 A								13	21	29
65 A								12	19	27
70 A								11	18	25

**LONGUEURS MAXIMALES REGIME NORMAL
CHUTE DE TENSION DE 1%**

ATTENTION : Pour les câbles alimentant les moteurs, vérifier la chute tension maximale au démarrage (Cf. Circuits monophasés 230V régime de démarrage).

 Interdit en distribution (d'armoire vers armoire)

CIRCUITS TRIPHASES 400V REGIME NORMAL

ANNEXE 4

u% **1**

Pour des chutes de tension tolérées supérieures, multiplier les longueurs (2% : Multiplier par 2 ; 3% : Multiplier par 3...)

Fusible	4 A	6 A	10 A	16 A	25 A	32 A	40 A	50 A	80 A	100 A
Disjoncteur	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A

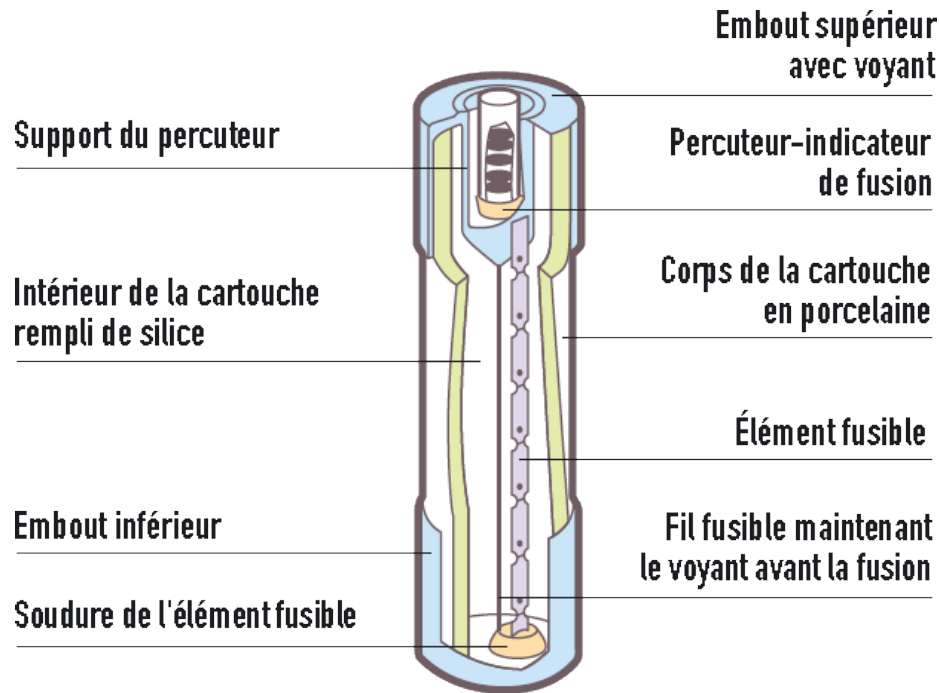
INTENSITE	SECTIONS									
	0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	25 mm ²	35 mm ²
1 A	94	125	187	312	500	750	1250	1999	3123	4371
2 A	47	62	94	156	250	375	625	1000	1562	2187
3 A	31	42	62	104	167	250	417	667	1041	1458
4 A	23	31	47	78	125	187	312	500	781	1094
5 A	19	25	37	62	100	150	250	400	625	875
6 A	16	21	31	52	83	125	208	333	521	729
7 A		18	27	45	71	107	179	286	446	625
8 A		16	23	39	62	94	156	250	391	547
9 A		14	21	35	56	83	139	222	347	486
10 A		12	19	31	50	75	125	200	312	437
12 A			16	26	42	62	104	167	260	365
14 A			13	22	36	54	89	143	223	312
16 A			12	20	31	47	78	125	195	273
18 A				17	28	42	69	111	174	243
20 A				16	25	37	62	100	156	219
25 A					20	30	50	80	125	175
30 A						25	42	67	104	146
35 A							36	57	89	125
40 A							31	50	78	109
45 A							28	44	69	97
50 A							25	40	62	87
55 A								36	57	80
60 A								33	52	73
65 A									48	67
70 A									45	62

**LONGUEURS MAXIMALES
REGIME NORMAL
CHUTE DE TENSION DE 1%**

ATTENTION : Pour les câbles alimentant les moteurs, vérifier la chute tension maximale au démarrage (Cf. Circuits triphasés 400V régime de démarrage).

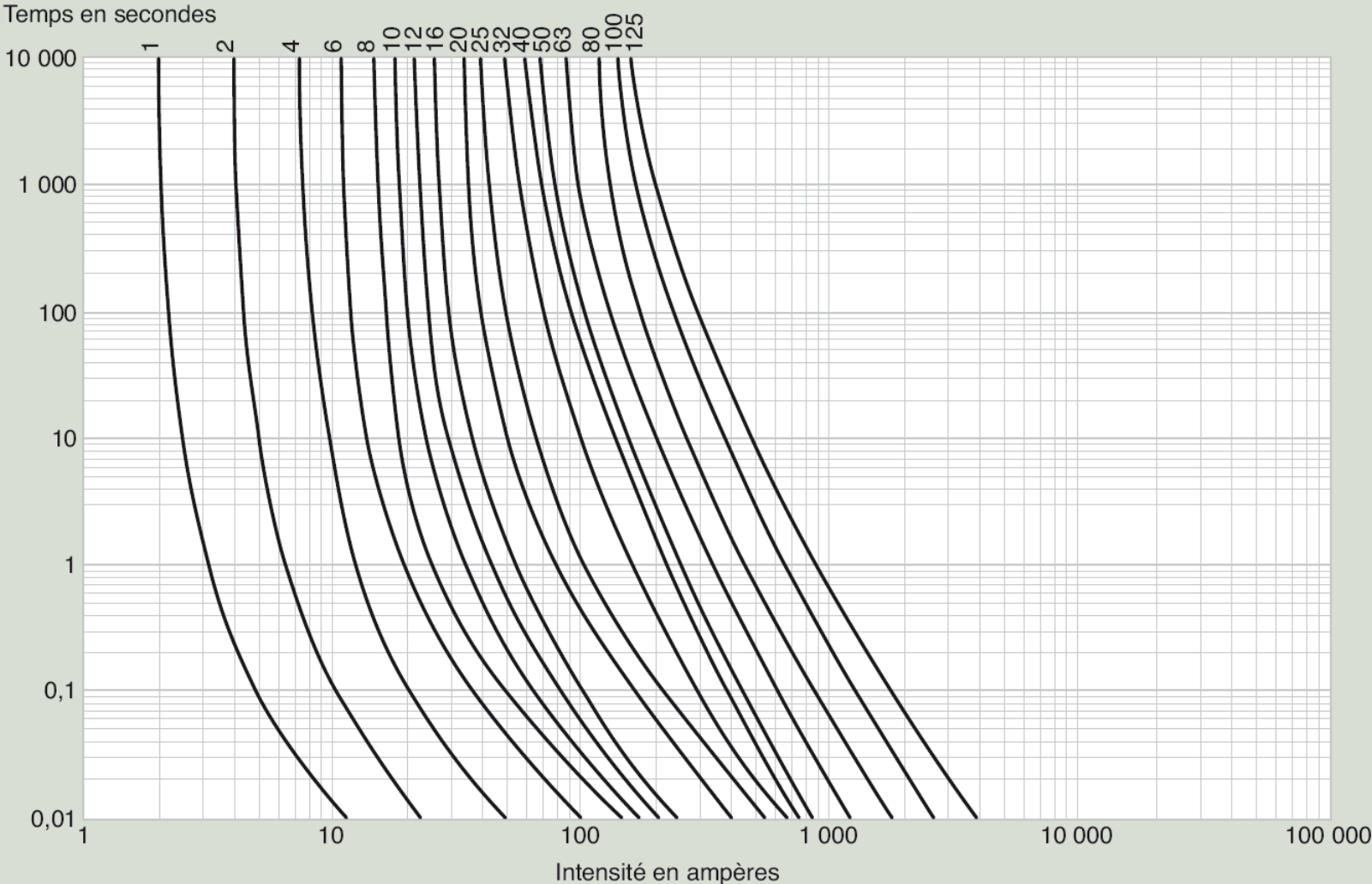
 Interdit en distribution (d'armoire vers armoire)

ANNEXE 5

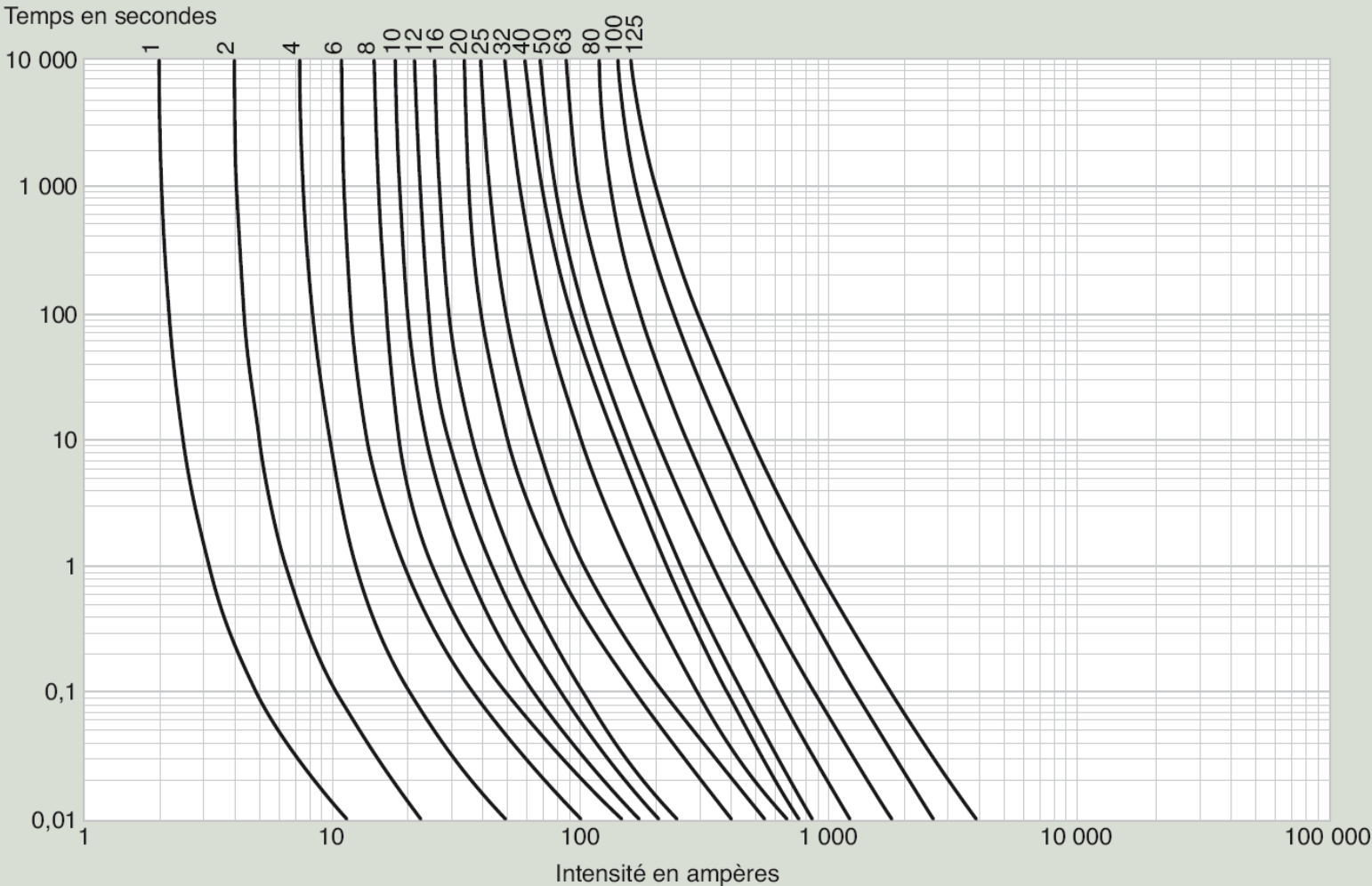


Taille	Gamme du calibre	Type
8,5 x 31,5	1 - 16 A	gG
10 x 38	0,5 - 25 A	
14 x 51	2 - 50 A	
22 x 58	4 - 125 A	
8,5 x 31,5	1 - 10 A	aM
10 x 38	0,25 - 25 A	
14 x 51	2 - 50 A	
22 x 58	16 - 125 A	
00	25 - 160 A	A couteau gG
0	63 - 200 A	
1	125 - 250 A	
2	200 - 400 A	
3	500 - 630 A	
4	630 - 1250 A	A couteau aM
00	25 - 125 A	
0	63 - 160 A	
1	125 - 250 A	
2	200 - 400 A	
3	500 - 630 A	A couteau aM
4	630 - 1000 A	

Type gG



Type gG



* Type		Tension Uo/U		Isolant		Gaine		Forme du câble		Nature de l'âme		Constitution	
symbole	Signification du symbole												
H	Câble harmonisé												
A	Type national reconnu												
N	Type national non reconnu												
00	< 100/100V												
01	≥ 100/100V et < 300/300V												
03	300/300V												
05	300/500V												
07	450/750V												
1	600/1000V												
R	Caoutchouc												
S	Caoutchouc de silicone												
V	Polychlorure de Vinyle												
X	Polyéthylène réticulé												
J	Tresses de fibres de verre												
N	Polychloroprène												
R	Caoutchouc												
T	Tresse textile												
V	Pochlorure de vinyle												
Rien	Câble rond												
H	Câble méplat : conducteurs pouvant être séparés												
H2	Câble méplat : conducteurs ne pouvant pas être séparés												
F	Âme souple Classe 5												
H	Âme souple Classe 6												
K	Âme souple Installation fixe												
R	Âme rigide câblée, section circulaire												
S	Âme rigide câblée, section sectorale												
U	Âme rigide massive, section circulaire												
W	Âme rigide massive, section sectorale												
Y	Âme à fil Fosette												
Rien	Cuivre												
A	Aluminium												
n	Chiffre indiquant le nombre de conducteurs												
X	Pas de conducteur vert/jaune												
G	Avec conducteur vert/jaune												
n	Chiffre indiquant la section des conducteurs en mm ²												

exemple
H 07 R N . F . 5 G 10

● Dénomination UTE des câbles (système Français)

Normalisation	Tension*	Nature de l'âme	Nature de l'enveloppe isolante	Bourrage pour les câbles à plusieurs conducteurs	Gaine de protection non métallique	Revêtement métallique de protection mécanique	Gaine extérieure sur revêtement métallique	Forme du câble
U	250	rien	rien	rien	C	P	V	M
	500	A	R	1	N	F	V	
	1000	S	V	2	V	Z		
		B	X	3				
		C	2					
		J	3					
		K	G					
		E	O					
		N	1					
		R	2					
		V	3					
		X						
		2						
		3						
		G						
		O						
		1						
		2						
		3						
		rien						
		C						
		N						
		V						
		P						
		F						
		Z						
		V						
		rien						
		M						

exemple
U1000 . R O 2 V .

Tableau 52A — Conducteurs et câbles isolés

N°	Désignation	Normes NF C	Tension assignée	Souplesse	Reviè- ments	Classe	Feu Propa- gation	Résis- tance	Fumées opacité réduite	Fumées acidité faible	Sections mm ²	Température sur âme °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
CÂBLES ISOLÉS AUX ELASTOMÈRES (famille PR)												
1	U 1000 R2V (6)	32-321	600/1000	R	T	II	C2	-	-	-	1,5 - 630	90
2	U 1000 RVFV (6)	32-322	600/1000	R	TAT	II	C2	-	-	-	1,5 - 300	90
3	U 1000 RGFV (6)	32-111	600/1000	R	PAT	II	C2	-	-	-	1,5 - 240	90
4	FR-N1 X1X2	32-323	600/1000	R	R	II	C1#	-	-	-	1,5 - 630	90
5	FR-N1 X1G1	32-323	600/1000	R	T	II	C1#	-	-	-	1,5 - 630	90
6	FR-N1 X1X2Z4G1	32-323	600/1000	R	RAR	II	C1#	-	-	-	1,5 - 300	90
7	FR-N1 X1G1Z4G1	32-323	600/1000	R	TAT	II	C1#	-	-	-	1,5 - 300	90
8	Torsades (6)	32-209	600/1000	R	TAT	II	C3	-	-	-	16 - 150	90
9	FRN1 XDV-AR - AS - AU (6)	32-210	600/1000	R	AT	II	C2	-	-	-	16 - 240	90
CÂBLES ISOLÉS AU POLYCHLORURE DE VINYLE (famille PVC)												
101	H 07 VVD3H2-F	32-202	450/750	S	T	II	C2	-	-	-	1,5 - 16	70
102	H 07 VVH2-F	32-202	450/750	S	T	II	C2	-	-	-	1,5 - 16	70
111	FR-N 05 VV-U	32-207	300/500	R	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 10	70
112	FR-N 05 VV-R	32-207	300/500	R	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 35	70
113	FR-N 05 VL2V-U	32-207	300/500	R	PT	II	C2	-	-	-	1,5 - 10	70
114	FR-N 05 VL2V-R	32-207	300/500	R	PT	II	C2	-	-	-	1,5 - 25	70
121	H 05 VV-F	32-201-5	300/500	S	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 4	70
122	A 05 VV-F	32-220	300/500	S	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 4	70
123	H 05 V2V2-F	32-201-12	300/500	S	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 4	90 (2)
124	FR-N 05 VV5-F	32-206	300/500	S	T	II*	C2	-	-	-	4 - 35	70
125	H 05 VV5-F	32-201-13	300/500	S	T	II*	C2	-	-	-	1,5 - 2,5	70
126	H 05 VVC4V5-K	32-201-13	300/500	S	TET	II*	C2	-	-	-	1,5 - 2,5	70
CONDUCTEURS ISOLÉS AU POLYCHLORURE DE VINYLE (famille PVC)												
201	H 07 V-U	32-201-3	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 10	70
202	H 07 V-R	32-201-3	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 400	70
203	H 07 V-K	32-201-3	450/750	S	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 240	70
204	H 07 V2-U	32-201-7	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 2,5	90 (2)
205	H 07 V2-R	32-201-7	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 35	90 (2)
206	H 07 V2-K	32-201-7	450/750	S	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 35	90 (2)
207	H 07 V3-U	32-201-9	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 10	70
208	H 07 V3-R	32-201-9	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 400	70
209	H 07 V3-K	32-201-9	450/750	S	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 240	70
CONDUCTEURS ISOLÉS AUX ELASTOMÈRES (famille PR)												
221	H 05 S1-K	32-102-3	300/500	S	TV	II*	C3	-	-	-	1,5 - 16	180
224	H 07 G-U	32-102-7	450/750	R	-	-	C3	-	-	-	1,5 - 10	110
225	H 07 G-R	32-102-7	450/750	R	-	-	C3	-	-	-	1,5 - 240	110
226	H 07 G-K	32-102-7	450/750	S	-	-	C3	-	-	-	1,5 - 240	110
227	H 07 Z-U	32-102-9	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 10	90
228	H 07 Z-R	32-102-9	450/750	R	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 400	90
229	H 07 Z-K	32-102-9	450/750	S	-	-	C2	-	-	-	1,5 - 240	90
CÂBLES RÉSISTANTS AU FEU A ISOLATION SYNTHÉTIQUE (famille PR ou famille PVC selon le cas)												
501	-	32-310	(5)	R	(3)	II*	C1	-	-	-	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
502	-	32-310	(5)	R	(3) A(3)	II*	C1	-	-	-	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
503	-	32-310	(5)	R	(3)	II*	CR1	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
504	-	32-310	(5)	R	(3) A(3)	II*	C1	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
505	-	32-310	(5)	R	(3) A(3)	II*	CR1	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
506	-	32-310	(5)	R	(3)	II*	C2	-	-	-	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
507	-	32-310	(5)	R	(3) A(3)	II*	CR1	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
508	-	32-310	(5)	R	(3)	II	C2	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)
509	-	32-310	(5)	R	(3) A(3)	II	C2	○	○	○	1,5 - 300	70 ou 90 (4)

(1) Les conducteurs ou câbles dont la température admissible sur âme est inférieure à 70 °C doivent être considérés du point de vue du courant admissible comme étant dans la "famille PVC".

(2) Les conducteurs ou câbles dont la température admissible sur âme est supérieure ou égale à 90 °C doivent être considérés du point de vue du courant admissible comme étant dans la "famille PR".

(3) Gaine en matière réticulée ou en matière thermoplastique

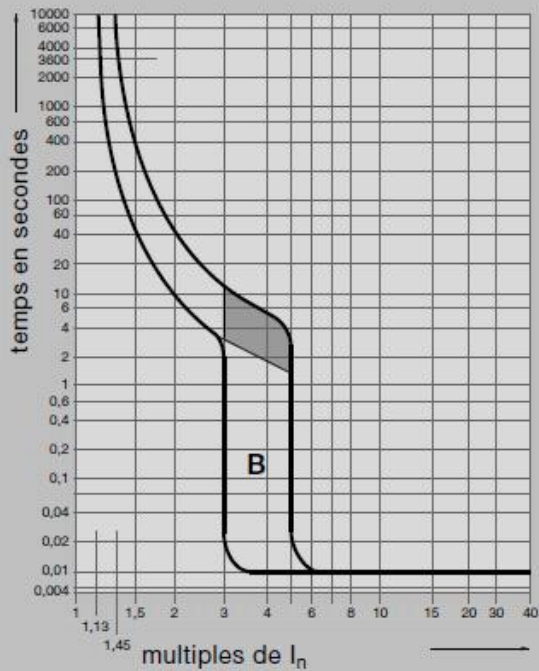
(4) En fonction des types de revêtement - Voir le constructeur

(5) Existe dans les modèles de tensions suivantes : 300/500 V, 450/750 V, 600/1000 V - voir le constructeur

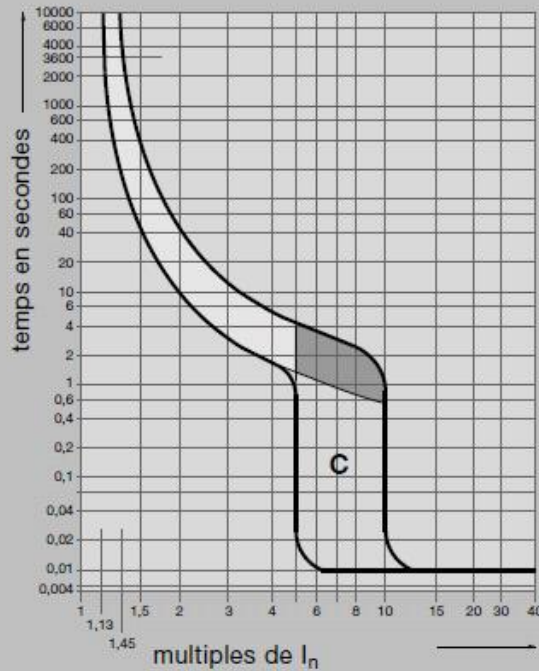
(6) Existe aussi âme en aluminium pour les sections supérieures ou égales à 10 mm²

Courbe de déclenchement des disjoncteurs

courbe "B" (EN 60898)
disjoncteurs.



courbe "C" (EN 60898)
disjoncteurs



courbe "D"
disjoncteurs

