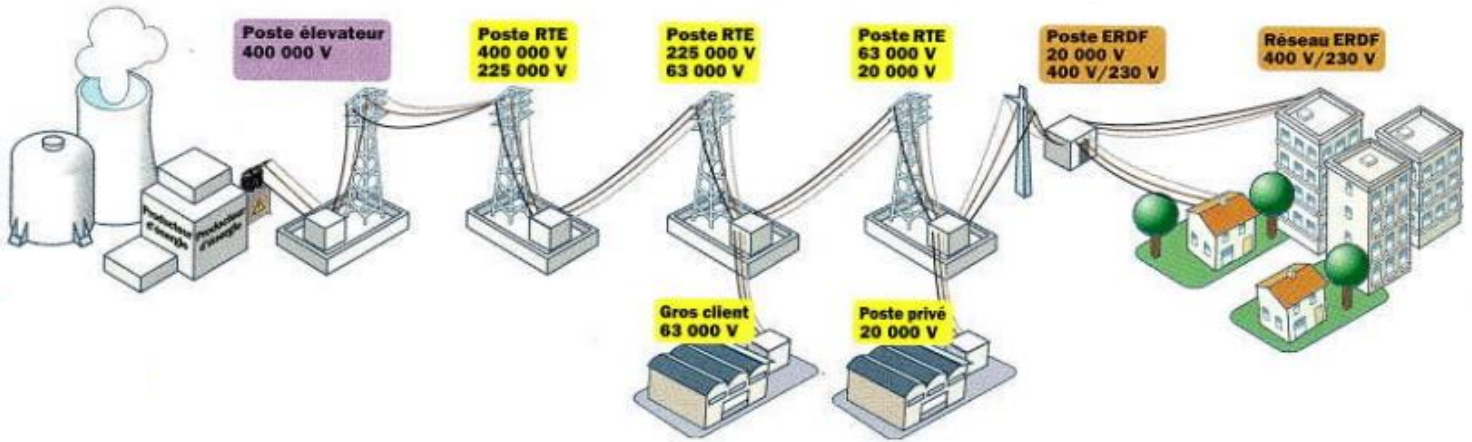


S8 – CONSTRUCTION ELECTRIQUE

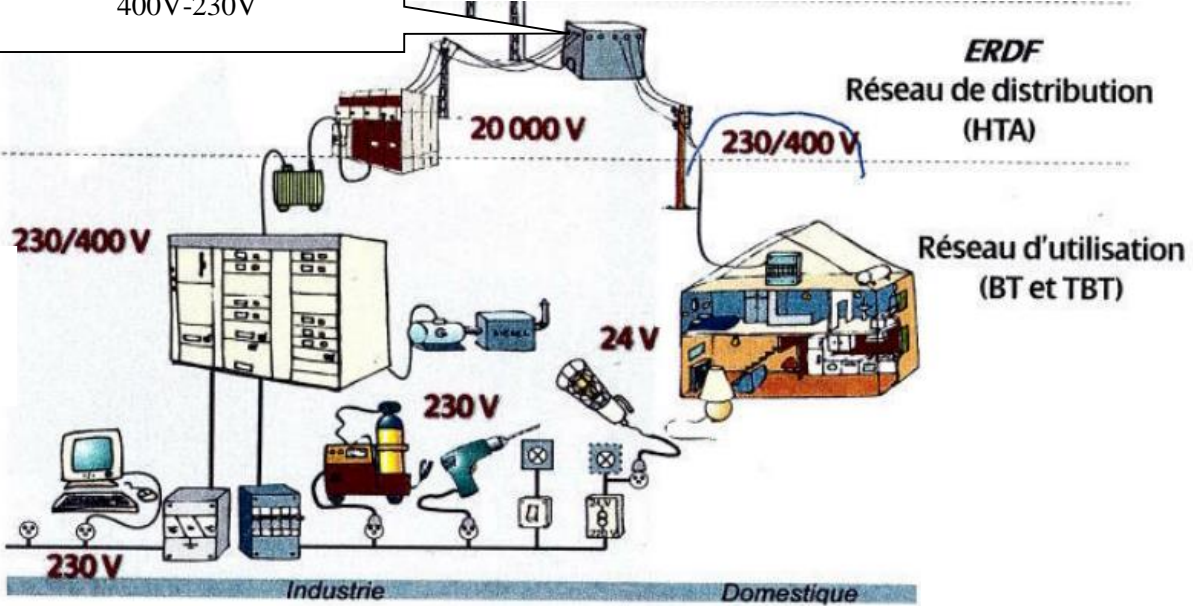
Protection des installations électriques

*S841 : Normes et conventions
S852 : Réseaux de distribution
S853 : Normes de sécurité électrique
S862 et S863 : Appareillage de protection*

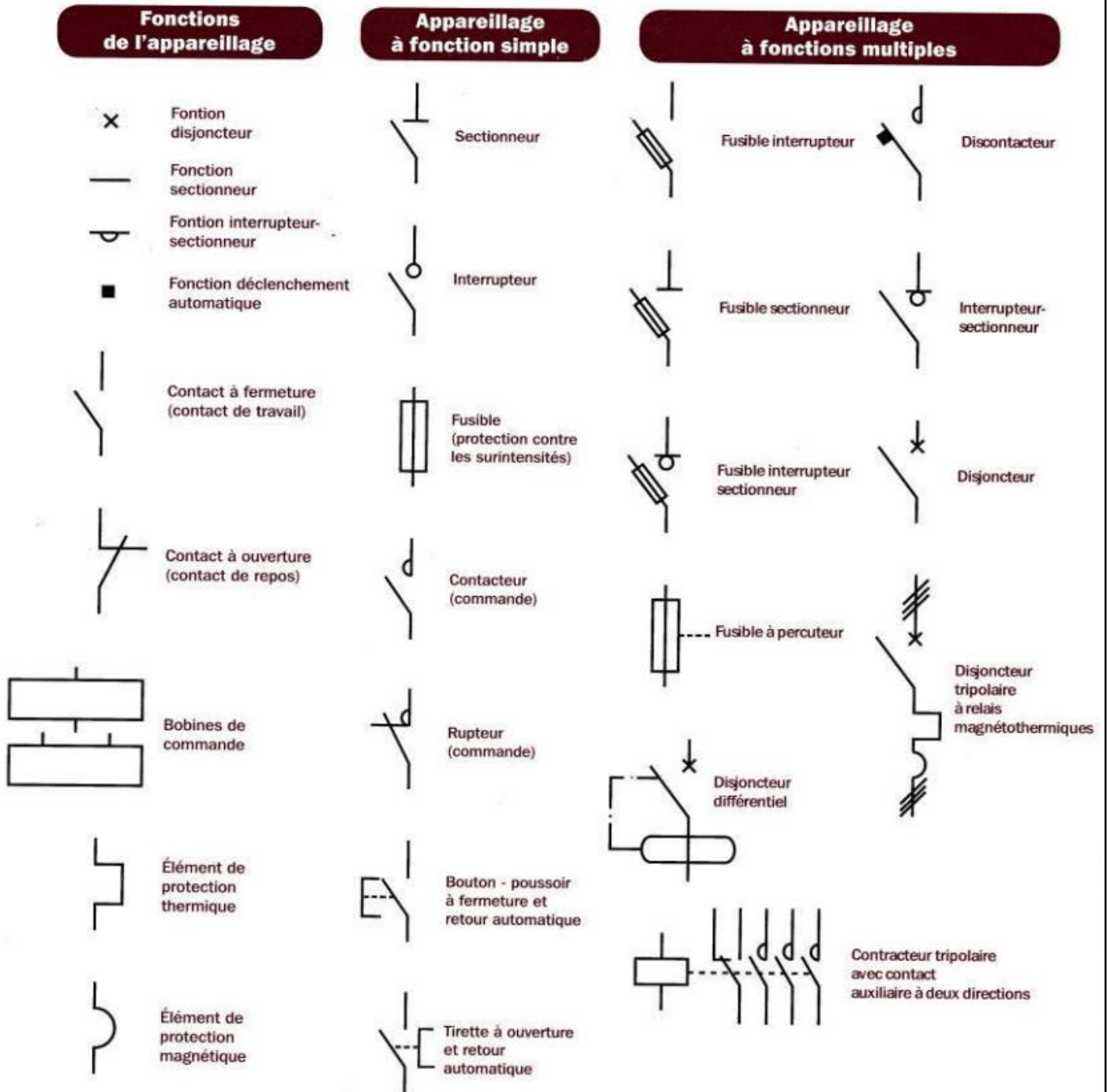
1) Rappel sur la distribution du courant électrique :



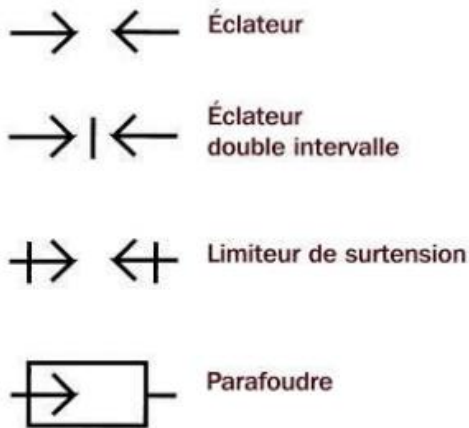
Depuis le poste ERDF 20 000V / 400V-230V



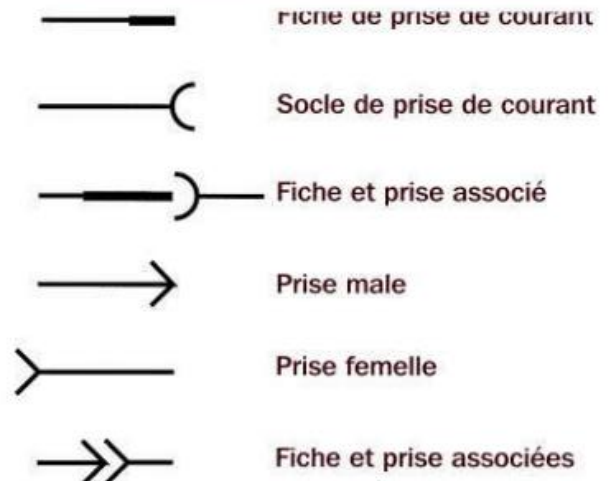
2) Rappel sur les symboles normalisés :



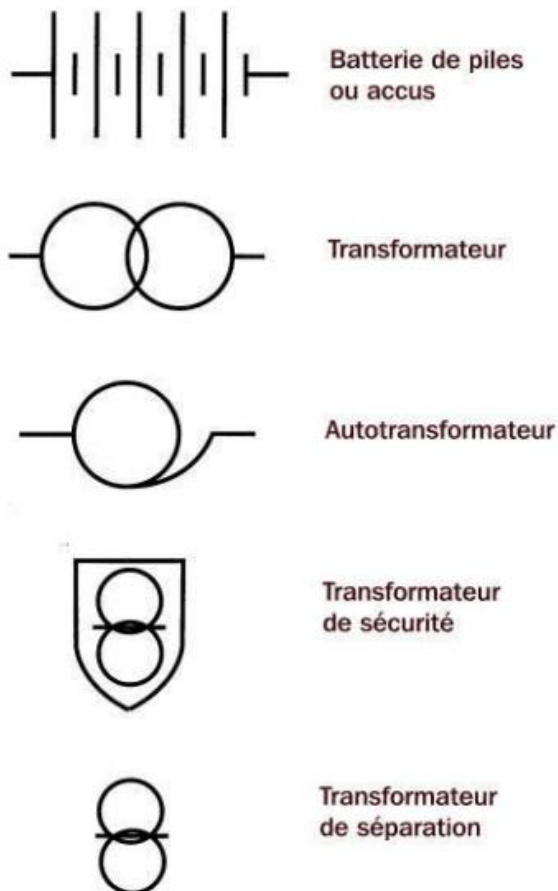
Appareillage de protection contre les surtensions



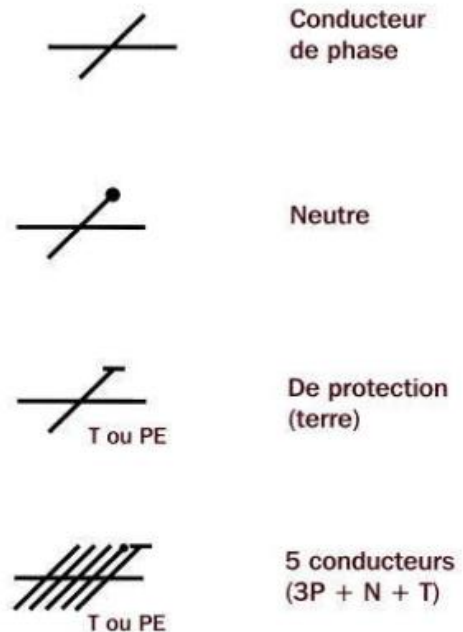
Appareillage de connexion



Appareils de production et transformation



Canalisations

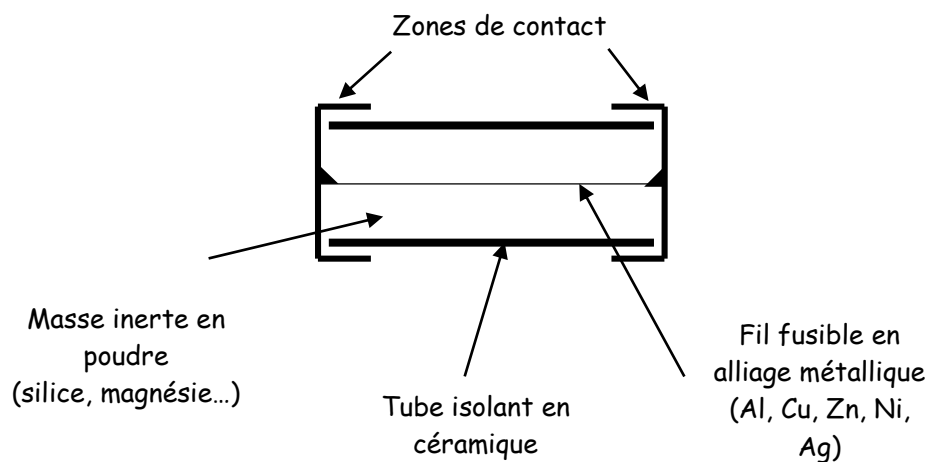


3) Principaux appareils de protection:

Les installations doivent être protégées contre les court-circuits et les surcharges qui augmentent considérablement les courants.

➤ **Le fusible :**

C'est un appareil composé d'un fil conducteur qui grâce à sa fusion ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



Symboles :



Cartouche fusible cylindrique



Cartouche fusible cylindrique à percuteur



Coupe circuit domestique unipolaire



Coupe circuit domestique unipolaire + neutre

Le coupe circuit fusible s'installe toujours sur la phase (neutre éventuellement) et ne doit en aucun cas être placé sur le conducteur de protection (Terre)

Ils sont classés selon leur usage et repérés par des symboles et des codes couleurs :

- Usage domestique : protection contre surcharges et court-circuits
 - Code gF
 - Ecriture noire + bague de couleur
 - Jaune = 10A
 - Rouge = 16 A
 - Verte = 20 A
- Usage Industriel : protection contre faibles et fortes surcharges et court-circuits
 - Code gG (ancienne gI)
 - Ecriture noire
- Usage industriel pour accompagnement moteur : protection contre les courts circuits. Ils commencent à réagir pour un courant de $4x I_n$ et acceptent les surcharges lors des démarrages moteurs par exemple
 - Code aM
 - Ecriture verte

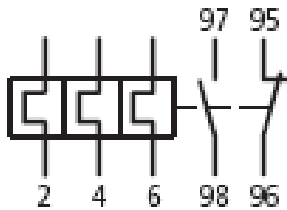
A noter qu'il existe des fusibles ultra rapides pour la protection des semi-conducteurs contre les courts circuits

➤ Les disjoncteurs thermique, magnétique, magnéto-thermique :

Ils assurent la protection d'une installation contre les surcharges, les court-circuits, les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit).

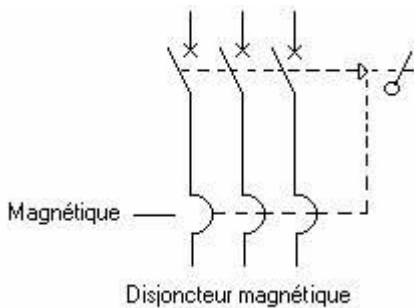
- Déclencheur thermique : il protège contre les surcharges ; on utilise la déformation d'un bilame sous l'effet de la chaleur (effet joule) pour couper le circuit :

Symbole



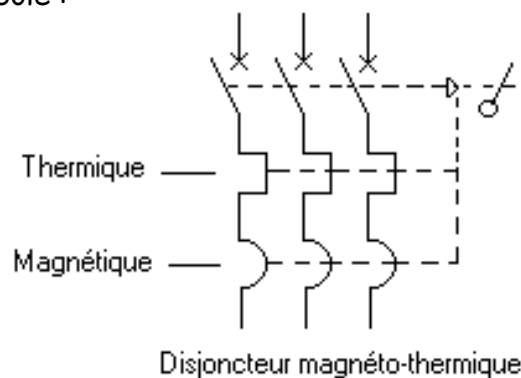
- Déclencheur magnétique : il protège contre les court-circuits ; il utilise une bobine qui va réagir rapidement pour couper le circuit.

Symbole



- Déclencheur magnéto-thermique: les deux technologies sont associées.

Symbole :



➤ Le disjoncteur différentiel :

Associé à une prise de terre, il assure les protections suivantes :

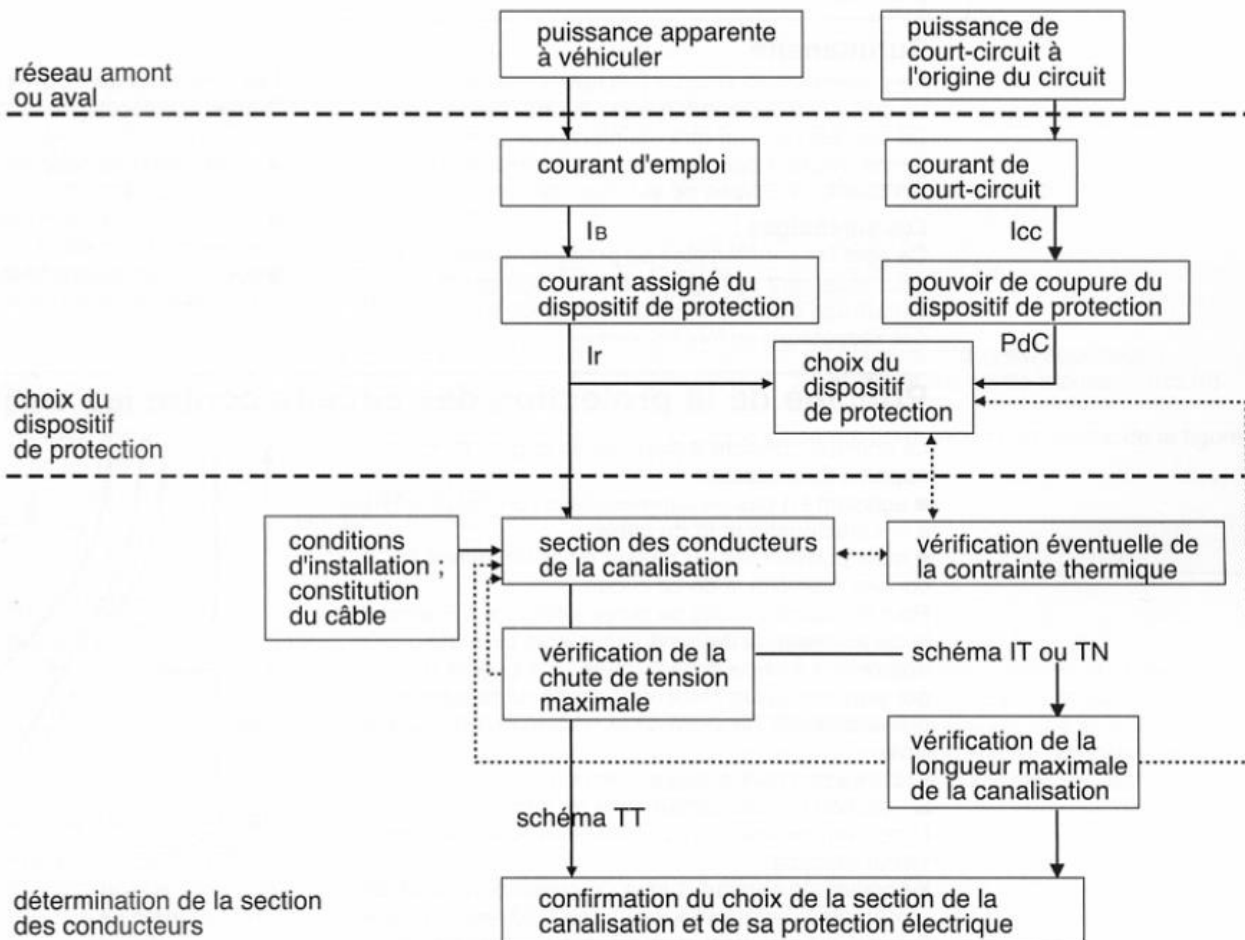
- La protection des circuits contre les surintensités dues aux surcharges ou aux courts circuits ;
- La protection des personnes contre les contacts indirects (fuites de courant à la terre).



Exemple d'un interrupteur différentiel

4) Démarche à suivre pour un dimensionnement électrique

On détermine la section des canalisations et leurs protections à partir des caractéristiques (type de câble, mode de pose, ...) en conformité avec la norme NF C 15-100 et suivant le diagramme ci-dessous :



5) Calcul du courant d'emploi I_B

On calcule le courant d'emploi I_B à partir de la puissance à véhiculer dans le câble. Le guide UTE C 15-105 décrit une méthode de détermination du courant maximal d'emploi qui s'appuie sur la connaissance de la puissance de chaque circuit d'utilisation pour lequel sont attribués différents coefficients.

Coefficients minorants :

- facteur de simultanéité lié au foisonnement des circuits (prises de courant par exemple),
- facteur d'utilisation (ou de charge) généralement choisi entre 0,7 et 0,8.

Coefficients majorants :

- facteur lié au rendement ou au $\cos \phi$ dégradé (lampes à fluorescence) et à des surintensités (démarrage moteurs),
- facteur de prévision d'extension de l'installation.

6) Choix du calibre de l'appareil de protection

L'intensité assignée I_n du dispositif de protection, coupe-circuit à fusible ou disjoncteur doit être prise juste supérieure à l'intensité d'emploi I_B calculée :

$$I_n \geq I_B$$

On réglera le disjoncteur de calibre I_n pour obtenir une intensité de réglage $I_r \approx I_B$

Le choix du pouvoir de coupure de l'appareil **PdC** de protection se fera après calcul du courant de court-circuit présumé à l'endroit où l'appareil de protection est installé.

7) Détermination de la section de la canalisation

La section de la canalisation qui va véhiculer le courant d'emploi I_B doit être choisie de sorte que le courant admissible I_Z de celle-ci soit supérieur au calibre de l'appareil I_n qui le protège.

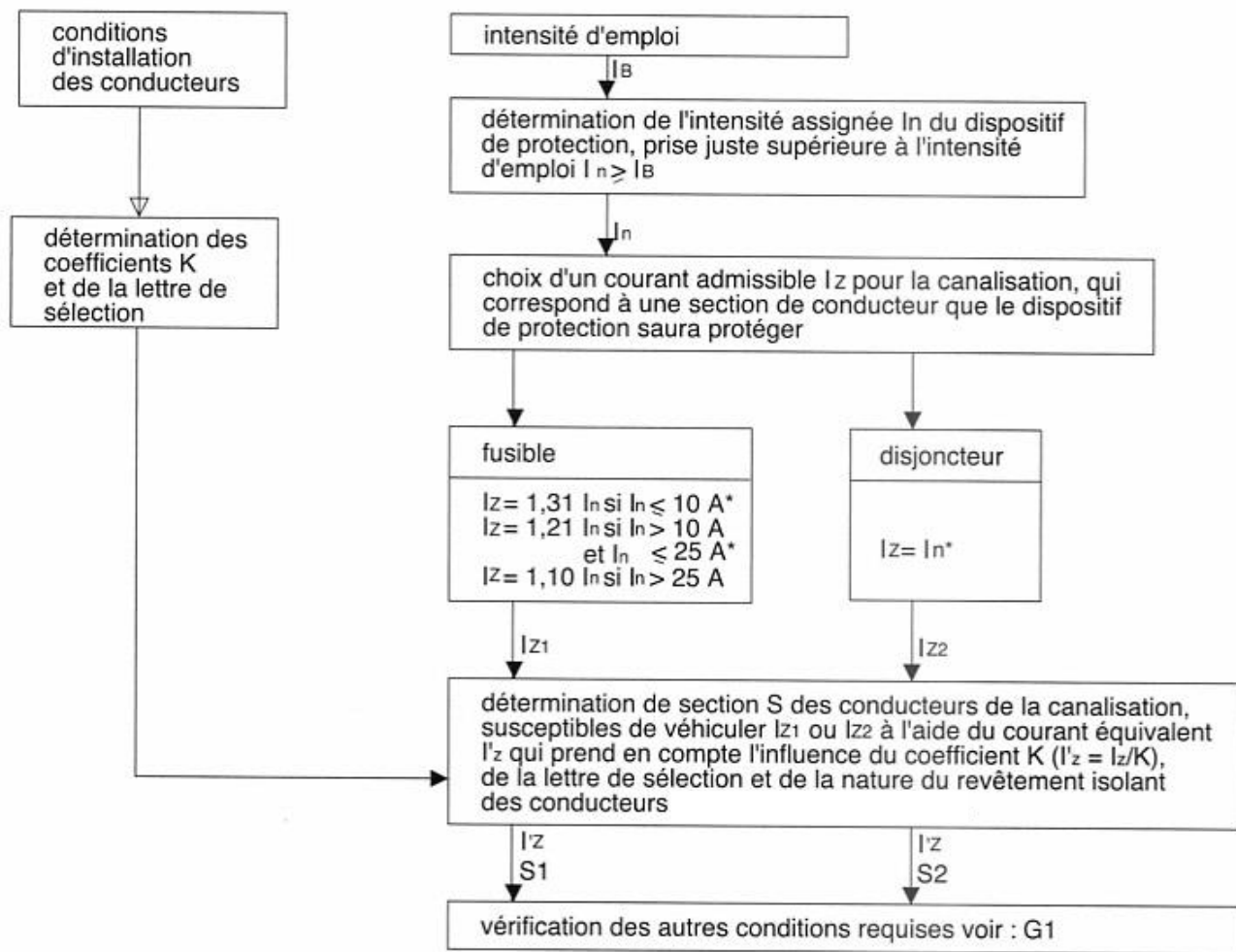
Il convient donc de respecter : $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Pour les disjoncteurs réglables, il est conseillé de choisir I_Z égal ou juste supérieur au calibre I_n nominal de l'appareil de protection.

Les conséquences d'un réglage thermique I_r inadapté ou d'une évolution du courant d'emploi I_B seront sans risque.

En cas de protection de la canalisation par coupe-circuit à fusibles il convient d'appliquer un coefficient majorant l'intensité I_z .

Logigramme de détermination de la section d'une canalisation :



* ou juste supérieur

Pour prendre en compte les conditions dans lesquelles est installée la canalisation des facteurs de correction sont appliqués. Ils tiennent compte du mode de pose, du type de câble mono ou multiconducteur, de la nature de l'isolant et de l'âme des conducteurs, du regroupement des circuits, et de la température ambiante.

a) Méthode de référence et facteur de correction lié au mode de pose K1 :

Des tableaux permettent de déterminer une lettre de sélection ou méthode de référence correspondant au type de conducteurs utilisés (mono ou multiconducteurs) et un coefficient d'influence K1.

Câbles et conducteurs posés à l'air libre							
N° mode de pose	Exemple	Description	Méthode de référence	Facteur de correction	Référence des tableaux spécifiques des facteurs liés aux groupements		
					Circuits	Couches	Conduits
11		Câbles mono ou multiconducteurs, avec ou sans armature, fixés au mur	C	1	T1, D2	-	-
11A		Câbles mono ou multiconducteurs, avec ou sans armature, fixés à un plafond	C	0,95	T1, D3	-	-
12		Câbles mono ou multiconducteurs posés sur des chemins de câbles ou tablettes non perforées	C	1	T1, D2	T2	-
13		Câbles multiconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforées, en parcours horizontal ou vertical	E	1	T1, D4	T2	-
13A		Câbles monoconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforées, en parcours horizontal ou vertical	F	1	T1, D4	T2	-
14		Câbles multiconducteurs sur des corbeaux sur des chemins de câbles en treillis soudé	E	1	T1, D5	T2	-
14A		Câbles monoconducteurs sur des corbeaux sur des chemins de câbles en treillis soudé	F	1	T1, D5	T2	-

b) Facteur de correction lié au groupement de circuits K2 :

Ce facteur tient compte de l'influence thermique mutuelle des circuits placés côte à côte. Les câbles sont considérés comme jointifs si la distance les séparant n'excède pas 2 fois le diamètre du plus gros des câbles.

En triphasé, le nombre de circuits à considérer est le nombre total de lignes triphasées placées dans la canalisation.

T1 - Facteurs de correction pour groupement de plusieurs circuits ou plusieurs câbles multiconducteurs												
Disposition de circuits ou de câbles jointifs ⁽¹⁾	Facteurs de correction											
	Nombre de circuits ou de câbles multiconducteurs											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
D1 : Enfermés	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
D2 : Simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes perforées	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Pas de facteur de réduction supplémentaire pour plus de 9 câbles		
D3 : Simple couche au plafond	1,00	0,85	0,76	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64			
D4 : Simple couche sur des tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
D5 : Simple couche sur des échelles à câbles, corbeaux, treillis soudés, etc.	1,00	0,88	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78			

c) Facteur de correction lié à la température ambiante K3 :

La température ambiante et la nature de l'isolant ont une influence directe sur le dimensionnement des conducteurs.

La température à prendre en compte est celle de l'air autour des câbles (pose à l'air libre), et celle du sol pour les câbles enterrés.

Les câbles sont tous en polyéthylène réticulé PR. La température ambiante est de 40 °C, donner la valeur du coefficient K3 à partir du tableau T8 ci-dessous.

T8 - Facteurs de correction pour les températures ambiantes dans l'air différentes de 30 °C			
Température ambiante (°C)	Caoutchouc	Isolation	
		PVC	PR
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
25	1,15	1,12	1,08
30	1,07	1,06	1,04
35	0,93	0,94	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65
70	-	-	0,58
75	-	-	0,50
80	-	-	0,41
85	-	-	-
90	-	-	-
95	-	-	-

S8 - CONSTRUCTION ELECTRIQUE

PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

d) Choix de la section des conducteurs :

Quand tous les facteurs spécifiques de correction sont connus, on calcule le coefficient global K de correction égal au produit de tous les facteurs spécifiques.

On en déduit le courant fictif I'z admissible par la canalisation : $I'_Z = \frac{I_Z}{K}$

La connaissance de I'z permet alors de se reporter aux tableaux de détermination des courants admissibles (ci-après) qui permet de déterminer la section nécessaire (en mm²). La lecture s'effectue dans la colonne qui correspond au type de conducteur et à la ligne de la méthode de référence.

Pour trouver la section il suffit alors de choisir dans le tableau correspondant à la nature de l'âme la valeur de courant admissible immédiatement supérieure à la valeur I'Z.

Courants admissibles dans les canalisations (en A)													
Méthode de référence	Isolant et nombre de conducteurs chargés												
	PVC 3	PVC 2		PR 3		PR 2							
B													
C													
D										PVC 3	PVC 2	PR 3	PR 2
E													
F													
S (mm ²)													
Cuivre													
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26		26	32	31	37
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36		34	42	41	48
4	28	32	34	36	40	42	45	49		44	54	53	63
6	36	41	43	48	51	54	58	63		56	67	66	80
10	50	57	60	63	70	75	80	86		74	90	87	104
16	68	76	80	85	94	100	107	115		96	116	113	136
25	89	96	101	112	119	127	138	149	161	123	148	144	173
35	110	119	126	138	147	158	169	185	200	147	178	174	208
50	134	144	153	168	179	192	207	225	242	174	211	206	247
70	171	184	196	213	229	246	268	289	310	216	261	254	304
95	207	223	238	258	278	298	328	352	377	256	308	301	360
120	239	259	276	299	322	346	382	410	437	290	351	343	410
150		299	319	344	371	395	441	473	504	328	397	387	463
185		341	364	392	424	450	506	542	575	367	445	434	518
240		403	430	461	500	538	599	641	679	424	514	501	598
300		464	497	530	576	621	693	741	783	480	581	565	677
400					656	754	825		940				
500					749	868	946		1083				
630					855	1005	1088		1254				
Aluminium													
2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	24	26	28					
4	22	25	26	28	31	32	35	38					
6	28	32	33	36	39	42	45	49					
10	39	44	46	49	54	58	62	67		57	68	67	80
16	53	59	61	66	73	77	84	91		74	88	87	104
25	70	73	78	83	90	97	101	108	121	94	114	111	133
35	86	90	96	103	112	120	126	135	150	114	137	134	160
50	104	110	117	125	136	146	154	164	184	134	161	160	188
70	133	140	150	160	174	187	198	211	237	167	200	197	233
95	161	170	183	195	211	227	241	257	289	197	237	234	275
120	186	197	212	226	245	263	280	300	337	224	270	266	314
150		227	245	261	283	304	324	346	389	254	304	300	359
185		259	280	298	323	347	371	397	447	285	343	337	398
240		305	330	352	382	409	439	470	530	328	396	388	458
300		351	381	406	440	471	508	543	613	371	447	440	520
400					526	600	663		740				
500					610	694	770		856				
630					711	808	899		996				

8) Détermination de la section du neutre

Par principe, le neutre doit avoir la même section que le conducteur de phase dans tous les circuits monophasés.

Dans les circuits triphasés de section supérieure à 16 mm² en cuivre et 25 mm² en aluminium, la section du neutre peut être réduite jusqu'à $S_{ph}/2$.

Toutefois cette réduction n'est pas autorisée si :

- les charges ne sont pas pratiquement équilibrées,
- le taux de courants harmoniques de rang 3 est supérieur à 15% du fondamental.

Si ce taux est supérieur à 33%, la section des conducteurs actifs des câbles multipolaires est choisie en majorant le courant I_B par un coefficient multiplicateur de 1,45. Pour les câbles unipolaires, seule la section du neutre est augmentée.

9) Détermination du conducteur de protection (terre)

**Section du conducteur de protection (S_{PE})
en fonction de la section des conducteurs de phase (S_{ph})**

Section des conducteurs de phase S _{ph}	Section du conducteur de protection S _{PE}
$S_{ph} < 16 \text{ mm}^2$	S _{ph}
$16 \text{ mm}^2 < S_{ph} \leq 35 \text{ mm}^2$	16 mm ²
$S_{ph} > 35 \text{ mm}^2$	$S_{ph} / 2$

Pour les matériels présentant des courants de fuite permanents élevés (>10mA), la section S_{PE} du conducteur de protection devra être d'au moins 10 mm² pour le cuivre ou 16 mm² pour l'aluminium, ou bien le double de la section "normale" par la disposition d'un second conducteur parallèle au premier mis en œuvre jusqu'au point de l'installation où la section de 10 mm² (cuivre) ou 16 mm² (alu) est atteinte.

L'utilisation du schéma TN est recommandée en cas de courants de fuites élevés.

10) Vérification de la chute de tension maximale

Si la chute de tension est supérieure aux valeurs limites admises, il y a lieu d'augmenter la section des conducteurs jusqu'à ce que la chute de tension devienne inférieure aux valeurs prescrites.

Lorsque les canalisations principales de l'installation ont une longueur supérieure à 100 m, les valeurs limites admises des chutes de tension peuvent être augmentées de 0,005 % par mètre au-delà de 100 m, sans que ce supplément ne dépasse lui-même 0,5 %.

Cette chute de tension peut-être déterminée par calcul ou directement à l'aide de tableau. Les relations ci-dessous permettent de calculer la chute de tension dans un circuit.

Valeurs limites admises de chutes de tension

Branchement	Eclairage	Autres usages
Branchement à basse tension à partir du réseau de distribution public	3 %	5 %
Branchement par poste de livraison ou poste de transformation à partir d'un réseau haute tension	6 %	8 %

Ces valeurs de chutes de tension s'appliquent en fonctionnement normal, sans tenir compte d'appareils pouvant générer des courants d'appel importants et des chutes de tension au démarrage (ex. : moteur).

**Chutes de tension unitaire (en V) pour 1 A et pour 100 m
de conducteur avec $\lambda = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$
(câbles multi ou monoconducteurs en trèfle)**

Section	Triphasé Cu 100 m			Triphasé Alu 100 m		
	Cos φ			Cos φ		
	1	0,85	0,35	1	0,85	0,35
1,5	1,533	1,308	0,544	2,467	2,101	0,871
2,5	0,920	0,786	0,329	1,480	1,262	0,525
4	0,575	0,493	0,209	0,925	0,790	0,331
6	0,383	0,330	0,142	0,617	0,528	0,223
10	0,230	0,200	0,088	0,370	0,319	0,137
16	0,144	0,126	0,058	0,231	0,201	0,088
25	0,092	0,082	0,040	0,148	0,130	0,059
35	0,066	0,060	0,030	0,106	0,094	0,044
50	0,046	0,043	0,024	0,074	0,067	0,033
70	0,033	0,032	0,019	0,053	0,049	0,026
95	0,024	0,025	0,016	0,039	0,037	0,021
120	0,019	0,021	0,014	0,031	0,030	0,018
150	0,015	0,017	0,013	0,025	0,025	0,016
185	0,012	0,015	0,012	0,020	0,021	0,014
240	0,010	0,012	0,011	0,015	0,017	0,013
300	0,008	0,011	0,010	0,012	0,015	0,012
400	0,006	0,009	0,010	0,009	0,012	0,011
500	0,005	0,008	0,009	0,007	0,011	0,010
630	0,004	0,007	0,009	0,006	0,009	0,010
2 x 120	0,010	0,010	0,007	0,015	0,015	0,009
2 x 150	0,008	0,009	0,006	0,012	0,013	0,008
2 x 185	0,006	0,007	0,006	0,010	0,011	0,007
2 x 240	0,005	0,006	0,005	0,008	0,009	0,006
3 x 120	0,006	0,007	0,005	0,010	0,010	0,006
3 x 150	0,005	0,006	0,004	0,008	0,008	0,005
3 x 185	0,004	0,005	0,004	0,007	0,007	0,005
3 x 240	0,003	0,004	0,004	0,005	0,006	0,004
4 x 185	0,003	0,004	0,003	0,005	0,005	0,004
4 x 240	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003

11) Calcul des courants de courts circuits

La détermination des valeurs de courant de courts-circuits présumés en tous points d'une installation est essentielle au choix des matériels (Pouvoir de coupure P_{dc} des dispositifs de protection).

Elle commence par l'estimation de cette valeur à l'origine de l'installation, puis en n'importe quel point selon plusieurs méthodes dont le choix dépend de l'importance de l'installation, des données disponibles, du type de vérification à effectuer...

Le courant de court circuit est donné à l'amont par les données du transformateur choisi :

S8 - CONSTRUCTION ELECTRIQUE

PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

ICAM

Transformateurs triphasés immergés dans un diélectrique liquide, conformes à la norme NFC 52-112
Valeurs calculées pour une tension à vide de 420 V

S (kVA)	50	100	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500
I_n (A)	69	137	220	275	344	433	550	687	866	1 100	1 375	1 718	2 200	2 749	3 437
U_{cc} (%)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
I_{cc3} (kA)	1,81	3,61	5,78	7,22	9,03	11,37	14,44	18,05	22,75	19,26	24,07	30,09	38,52	48,15	60,18
R_{TR} (mΩ)	43,75	21,9	13,7	10,9	8,75	6,94	5,47	4,38	3,47	4,10	3,28	2,63	2,05	1,64	1,31
X_{TR} (mΩ)	134,1	67	41,9	33,5	26,8	21,28	16,76	13,41	10,64	12,57	10,05	8,04	6,28	5,03	4,02

S8 - CONSTRUCTION ELECTRIQUE

PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

ICAM

Courants de court-circuit à l'extrémité d'une canalisation d'après les tableaux C3, guide C 15-105 de juin 2003

CA	section des conducteurs de phase (mm ²)	longueur de la canalisation (en mètres)																																
	cuivre																																	
230 V 400 V	1,5																		1,3	1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21							
	2,5													1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34										
	4												1,7	1,9	2,6	3,7	5,3	7,4	10,5	15	21	30	42											
	6											1,4	2,0	2,8	4,0	5,6	7,9	11,2	16	22	32	45	63											
	10										2,1	3,0	4,3	6,1	8,6	12,1	17	24	34	48	68	97	137											
	16								1,7	2,4	3,4	4,8	6,8	9,7	14	19	27	39	55	77	110	155	219											
	25						1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,7	15	21	30	43	61	86	121	171	242	342											
	35						1,9	2,6	3,7	5,3	7,5	10,5	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339	479											
	50					1,8	2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460												
	70					2,6	3,7	5,3	7,5	10,6	15	21	30	42	60	85	120	170	240	339														
	95	→			2,5	3,6	5,1	7,2	10,2	14	20	29	41	58	81	115	163	230	325	460														
	120		1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	13	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411															
	150		1,2	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447														
	185		1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16	23	33	47	66	93	132	187	264	373	528														
	240		1,8	2,6	3,6	5,1	7,3	10,3	15	21	29	41	58	82	116	164	232	329	465	658														
	300		2,2	3,1	4,4	6,2	8,7	12,3	17	25	35	49	70	99	140	198	279	395	559															
	2 x 120		2,3	3,2	4,5	6,4	9,1	12,8	18	26	36	51	73	103	145	205	291	411	581															
2 x 150		2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14,0	20	28	39	56	79	112	158	223	316	447	632																
2 x 185		2,9	4,1	5,8	8,2	11,7	16,5	23	33	47	66	93	132	187	264	373	528	747																
		courant de court-circuit au niveau considéré (Ik aval en kA)																																
	50	47,7	47,7	46,8	45,6	43,9	41,8	39,2	36,0	32,2	28,1	23,8	19,5	15,6	12,1	9,2	6,9	5,1	3,7	2,7	1,9	1,4	1,0											
	40	38,5	38,5	37,9	37,1	36,0	34,6	32,8	30,5	27,7	24,6	21,2	17,8	14,5	11,4	8,8	6,7	5,0	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0											
	35	33,8	33,8	33,4	32,8	31,9	30,8	29,3	27,5	25,2	22,6	19,7	16,7	13,7	11,0	8,5	6,5	4,9	3,6	2,6	1,9	1,4	1,0											
	30	29,1	29,1	28,8	28,3	27,7	26,9	25,7	24,8	22,5	20,4	18,0	15,5	12,9	10,4	8,2	6,3	4,8	3,5	2,6	1,9	1,4	1,0											
	25	24,4	24,4	24,2	23,8	23,4	22,8	22,0	20,9	19,6	18,0	16,1	14,0	11,9	9,8	7,8	6,1	4,6	3,4	2,5	1,9	1,3	1,0											
	20	→	19,6	19,6	19,5	19,2	19,0	18,6	18	17,3	16,4	15,2	13,9	12,3	10,6	8,9	7,2	5,7	4,4	3,3	2,5	1,8	1,3	1,0										
	15	14,8	14,8	14,7	14,6	14,4	14,2	13,9	13,4	12,9	12,2	11,3	10,2	9,0	7,7	6,4	5,2	4,1	3,2	2,4	1,8	1,3	0,9											
	10	9,9	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,3	9,0	8,6	8,2	7,6	6,9	6,2	5,3	4,4	3,6	2,9	2,2	1,7	1,2	0,9											
	7	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,3	6,1	5,7	5,3	4,9	4,3	3,7	3,1	2,5	2,0	1,6	1,2	0,9											
	5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,1	3,8	3,5	3,1	2,7	2,2	1,8	1,4	1,1	0,8											
	4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,6	3,4	3,2	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0	0,8											
	3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,2	2,0	1,7	1,0	0,8											
	2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,0	0,8	0,7											
	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5											
CB	section des conducteurs de phase (mm ²)	longueur de la canalisation (en mètres)																																
	aluminium																																	
230 V 400 V	2,5																			1,3	1,9	2,7	3,8	5,4	7,6	10,8	15	22						
	4														1,1	1,5	2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34									
	6														1,6	1,7	2,5	3,5	4,9	7,0	9,9	14	20	28	40									
	10													1,5	2,1	2,9	4,1	5,8	8,2	11,6	16	23	33	47	66									
	16													2,2	3,0	4,3	6,1	8,6	12	17	24	34	49	69	98	138								
	25														1,7	2,4	3,4	4,8	6,7	9,5	13	19	27	38	54	76	108	152	216					
	35															1,7	2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302			
	50															1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9,0	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410		
	70															2,4	3,3	4,7	6,7	9,4	13	19	27	38	53	75	107	151	213	302	427			
	95															2,3	3,2	4,5	6,4	9,0	13	18	26	36	51	72	102	145	205	290	410			
	120															2,9	4,0	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366				
	150															3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398				
	185																2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470		
	240			1,6	2,3	3,2	4,5	6,5	9,1	13	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414														
	300		1,4	1,9	2,7	3,9	5,5	7,8	11,0	16	22	31	44	62	88	124	176	249	352	497														
	2 x 120		1,4	2,0	2,9	4,0	5,7	8,1	11,4	16	23	32	46	65	91	129	183	259	366	517														
	2 x 150		1,6	2,2	3,1	4,4	6,2	8,8	12	18	25	35	50	70	99	141	199	281	398															
2 x 185		1,8	2,6	3,7	5,2	7,3	10,4	15	21	29	42	59	83	117	166	235	332	470																
2 x 240		2,3	3,2	4,6	6,5	9,1	12,9	18	26	37	52	73	103	146	207	293	414	585																

S8 - CONSTRUCTION ELECTRIQUE

PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

ICAM

Il faudra choisir correctement les disjoncteurs en fonction des critères ci-dessous :

TABLEAU IV Fusibles aM
TABLEAU V Fusibles gI (gG)
TABLEAU VI Disjoncteurs courbe type B
TABLEAU VII Disjoncteurs courbe type C
TABLEAU VIII Disjoncteurs courbe type B
TABLEAU IX Disjoncteurs d'usage général

Section nominale des conducteurs (mm²)	Courant assigné des coupe-circuits à fusibles aM (en ampères)											
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
1,5	55/64	37/45	25/30	15/20								
2,5	116	84/94	58/68	40/49	26/32	17/20						
4	181	147	118	84/95	58/68	42/48	28/33	18/23				
6	273	223	178	139	105/117	79/89	55/64	37/42	26/31	14/20		
10				227	181	147	113/125	80/94	57/69	40/47	27/32	15/19
16					236	189		151	120	83/97	59/67	40/49
25								231	185	147	113	80/92
35									262	210	160	130
50											217	174
70												257
95												
120												
150												
185												

Section nominale des conducteurs (mm²)	Courant assigné des coupe-circuits à fusibles gI (en ampères)											
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200
1,5	99/113	86/87	40/59	21/29	13/18	7/9						
2,5	134	110/122	67/84	41/51	25/33	13/20	8/11					
4		183	139	106/119	67/84	46/58	24/32	14/17	7,3/10			
6			214	185	139	94/113	55/70	33/41	20/27	10/14		
10				275	226	172	130	90/118	57/70	30/41	17,5/23	
16							283	217	168	128	86/95	53/65
25								336	257	197	155	118
35									367	283	220	172
50										379	299	229
70											441	336
95												472
120												
150												
185												

Lorsque 2 valeurs sont indiquées pour une même section et un même courant assigné, la 1^{ère} concerne les conducteurs isolés au PCV, la 2^{ème} concerne les conducteurs isolés au PR ou EPR.

TABLEAU IV Disjoncteurs courbe type B
TABLEAU V Disjoncteurs courbe type C
TABLEAU VI Disjoncteurs courbe type B
TABLEAU VII Disjoncteurs courbe type C
TABLEAU VIII Disjoncteurs courbe type B
TABLEAU IX Disjoncteurs d'usage général

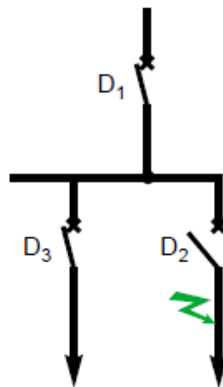
Section nominale des conducteurs (mm²)	Courant assigné des disjoncteur type B (en ampères)												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1,5	296	178	137	111	89	71	56	44	36	28	22	18	14
2,5	494	296	228	185	148	119	93	74	59	47	37	30	24
4	790	474	385	296	237	190	148	119	95	75	59	47	38
6		711	547	444	356	284	222	178	142	113	89	71	57
10		912	741	593	474	370	296	237	188	148	119	95	
16			948	759	593	474	379	301	237	190	152		
25				926	741	593	474	379	301	237	190	152	
35							830	648	519	415	329	259	207
50								880	704	583	446	351	281

Section nominale des conducteurs (mm²)	Courant assigné des disjoncteur type C (en ampères)												
	6	10	13	16	20	25	32	40	50	63	80	110	125
1,5	148	89	68	56	44	36	28	22	18	14	11	9	7
2,5	247	148	114	93	74	59	46	37	30	24	19	15	12
4	395	237	182	148	119	95	74	59	47	38	30	24	19
6	593	356	274	222	178	142	111	89	71	56	44	36	28
10	988	593	456	370	296	237	185	148	119	94	74	59	47
16		948	729	593	474	379	296	237	190	150	119	95	76
25				926	741	593	463	370	296	235	185	148	119
35							830	648	519	415	329	259	207
50								880	704	583	446	351	281

Section nominale des conducteurs (mm²)	Courant de fonctionnement instantané I _{in} (en ampères)														
	50	60	80	100	125	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	12500
1,5	148	117	92	74	59	46	37	30	23	18	15	13	11	9	8
2,5	246	195	164	123	99	77	62	49	38	31	25	22	19	18	14
4	394	313	246	197	158	123	99	79	82	49	39	35	31	28	26
6		470	370	296	237	185	148	118	92	74	59	53	47	42	37
10			493	395	308	247	197	154	123	99	86	78	70	61	56
16				494	395	316	247	197	158	141	125	113	98	90	79
25						494	386	308	247	220	196	178	154	141	123
35							432	345	308	274	247	215	197	173	154
50								470	419	372	335	293	268	235	209
70										494	432	385	345	308	276
95											469	469	469	469	469
120												474	474	474	474
185													403	403	403

12) Notion de sélectivité pour les choix des disjoncteurs :

Dans une distribution radiale (comme le schéma ci-dessous), l'objectif de la sélectivité est de déconnecter du réseau le récepteur ou le départ en défaut (ici, par le disjoncteur D2), et seulement celui-ci, en maintenant sous tension la plus grande partie possible de l'installation :



Elle permet ainsi d'allier sécurité et continuité de service, et facilite la localisation du défaut.

La sélectivité est dite totale si elle est garantie quelle que soit la valeur du courant de défaut, jusqu'à la valeur maximale disponible dans l'installation.

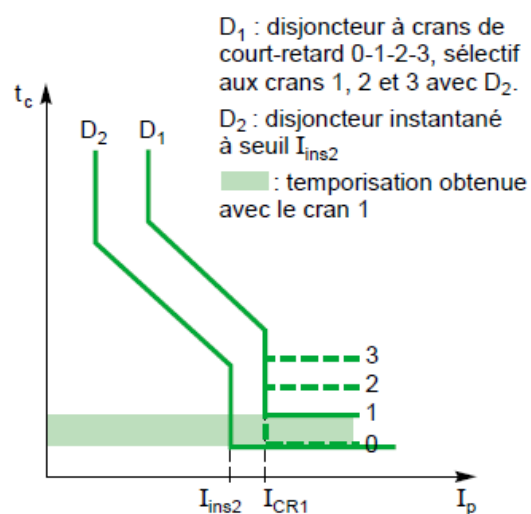
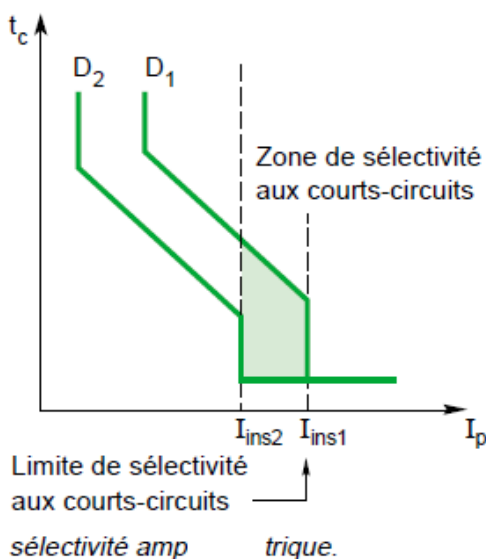
Elle est dite partielle dans le cas contraire.

Les défauts rencontrés dans une installation sont de différents types :

- surcharge,
- court-circuit

Mais aussi :

- fuite de courant à la terre,
- creux ou absence momentanée de tension.



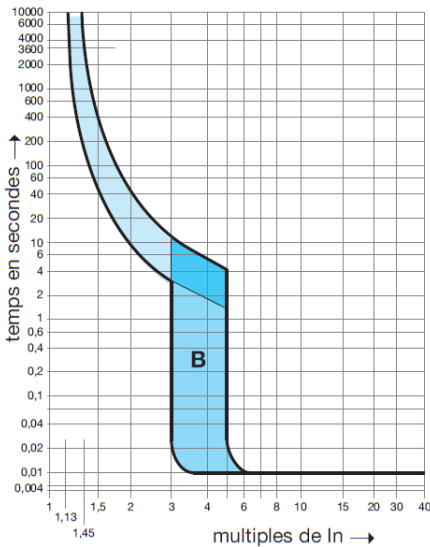
γ. 5 : sélectivité chronométrique.

Courbes B, C, D de disjoncteur (références données de la marque « HAGER ») :

Courbe "B"

NF EN 60898-1

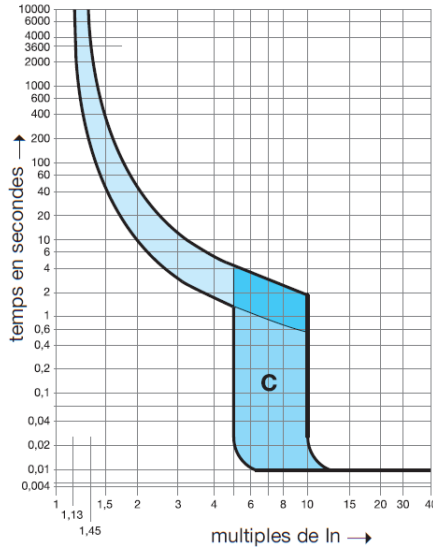
disj. : NEN, MH, MHN, HMB, NQN



Courbe "C"

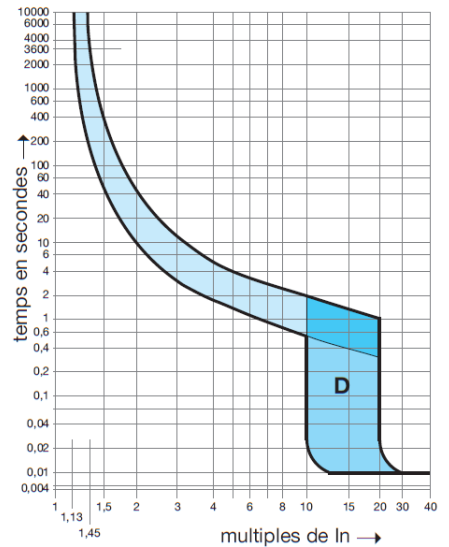
NF EN 60898-1

disj. : MFN, MFS, MHN, MJN, NFN, NKN, HMC
disj. diff. : ACC, ADC, ADH, AFC, AFH



Courbe "D"

disjoncteurs : NGN, HMD



Choix possible des disjoncteurs DPX 125, 160 + DX

Réf.	Version fixe
	Thermique réglable de 0,7 à 1 In et plombable Magnétique fixe réglé en usine
	DPX 125 - 16 kA Pouvoir de coupure Icu 16 kA (400 V~)
3P	In
250 17	25 A
250 18	40 A
250 19	63 A
250 20	100 A
250 21	125 A
3P+N/2	In
250 23	125 A
	DPX 125 - 25 kA Pouvoir de coupure Icu 25 kA (400 V~)
3P	In
250 37	25 A
250 38	40 A
250 39	63 A
250 40	100 A
250 41	125 A
3P+N/2	In
250 42	100 A
250 43	125 A
	DPX 125 - 36 kA Pouvoir de coupure Icu 36 kA (400 V~)
3P	In
250 50	16 A
250 51	25 A
250 52	40 A
250 53	63 A
250 54	100 A
250 55	125 A

Réf.	Version fixe
	Thermique réglable de 0,64 à 1 In et plombable Magnétique fixe réglé en usine
	DPX 160 - 25 kA Pouvoir de coupure Icu 25 kA (400 V~)
3P	In
251 23	63 A
251 24	100 A
251 25	160 A
3P+N/2	In
251 27	160 A
	DPX 160 - 50 kA Pouvoir de coupure Icu 50 kA (400 V~)
3P	In
251 61	25 A
251 62	40 A
251 63	63 A
251 64	100 A
251 65	160 A
3P+N/2	In
251 67	160 A

EXEMPLE

Au départ d'un TGBT*, les calculs de l'installation imposent d'avoir un disjoncteur boîtier moulé 250 A.
Les DX (10 kA) 40 A en aval, auront, en association avec le DPX 250 ER (25 kA) de tête, un pouvoir de coupure de 25 kA.

* TGBT : Tableau Général Basse Tension

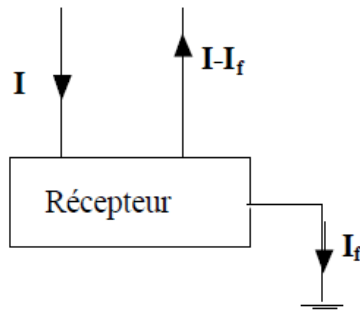
Association ou coordination des disjoncteurs DPX En réseau triphasé (+ N) 400/415 V selon IEC 60947-2

	Disjoncteurs amont	Courbe D										
		DX-h 10 000 25 à 12,5 kA courbe C		DX-D 25 kA	DX-L 25 000 - 50 kA courbe C		DPX 125		DPX 160		DPX 250 ER	
		6 à 32 A	40 à 125 A	10 à 32 A	10 à 32 A	40 à 63 A	25 kA	36 kA	25 kA	50 kA	25 kA	50 kA
		25 A	12,5	25	50	25	16 à 125 A	16 à 125 A	25 à 160 A	25 à 160 A	100 à 250 A	100 à 250 A
DX 6 000 - 10 kA courbes B et C	2 à 20 A	25	12,5	25	50	25	25	25	25	25	25	25
	25 A	25	12,5	25	50	25	25	25	25	25	25	25
	32 A		12,5			25	25	25	25	25	25	25
	40 A		12,5			25	25	25	25	25	25	25
	50 A					25	25	20	20	20	20	20
DX-h 10 000 25 à 12,5 kA courbes B, C	63 A					25	25	15	15	15	15	15
	1 à 20 A			25	50	25	25	25	25	25	25	25
	25 A			25	50	25	25	25	25	25	25	25
	32 A					25	25	25	25	25	25	25
	40 A					25	25	25	25	25	25	25
DX-D - 15 kA	50 A					25	25	20	20	20	20	20
	63 A					25	25	15	15	15	15	15
DX-MA	80 A					20	20	20	20	20	20	20
	100 A					20	20	20	20	20	20	20
DX-D - 25 kA	125 A							15	15	15	15	15
	10 à 32 A				25	25	25	25	25	25	25	25
DX-L 50 kA courbe C	10 à 63 A				50	50			50		50	
	16 à 125 A						36		50		50	
DPX 125	25 à 160 A							50			50	
DPX 160	100 à 250 A											
DPX 250 ER	40 à 250 A											
DPX 250	320 à 630 A											
DPX 630	630 à 1 250 A											
DPX 1 600												

(1) Attention : le calibre et le seuil magnétique du disjoncteur amont doivent être supérieurs au calibre et seuil magnétique du disjoncteur aval

13) Disjoncteurs différentiels

Si une installation monophasée ou triphasée, présente un défaut d'isolement, par exemple un récepteur dont la masse est reliée à la terre, le courant qui entre dans le récepteur I est différent du courant qui en ressort $I-I_f$. (I_f courant de fuite à la terre) :



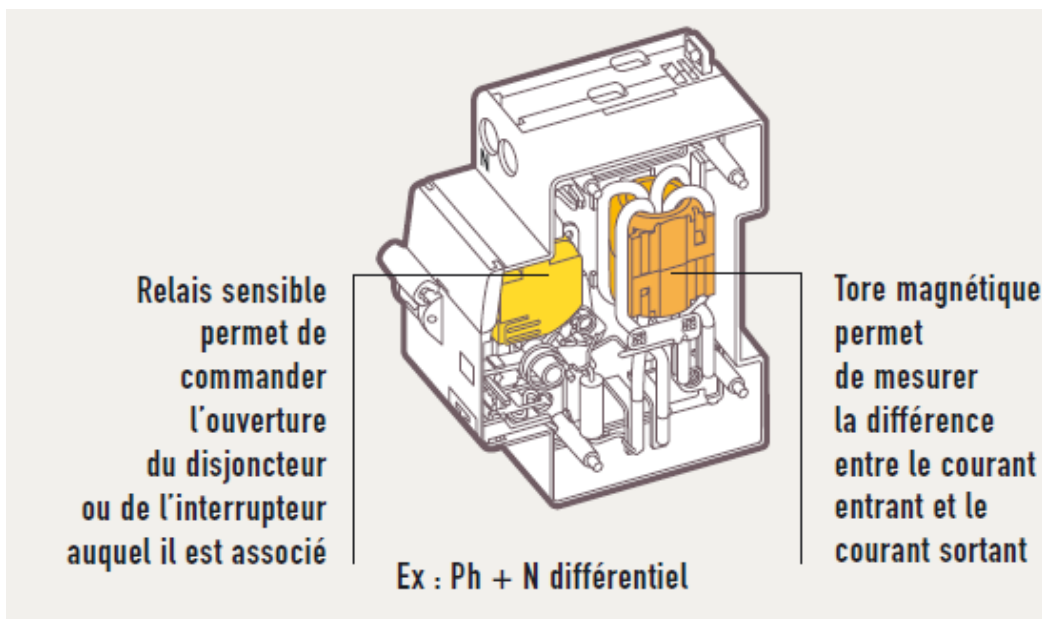
Si, du fait de la résistance de contact, le défaut n'est pas franc, les systèmes de protection contre les surintensités, les surtensions, les baisses de tension ne fonctionnent pas, il y a risque d'électrocution par contact indirect.

Principe de fonctionnement du dispositif différentiel :

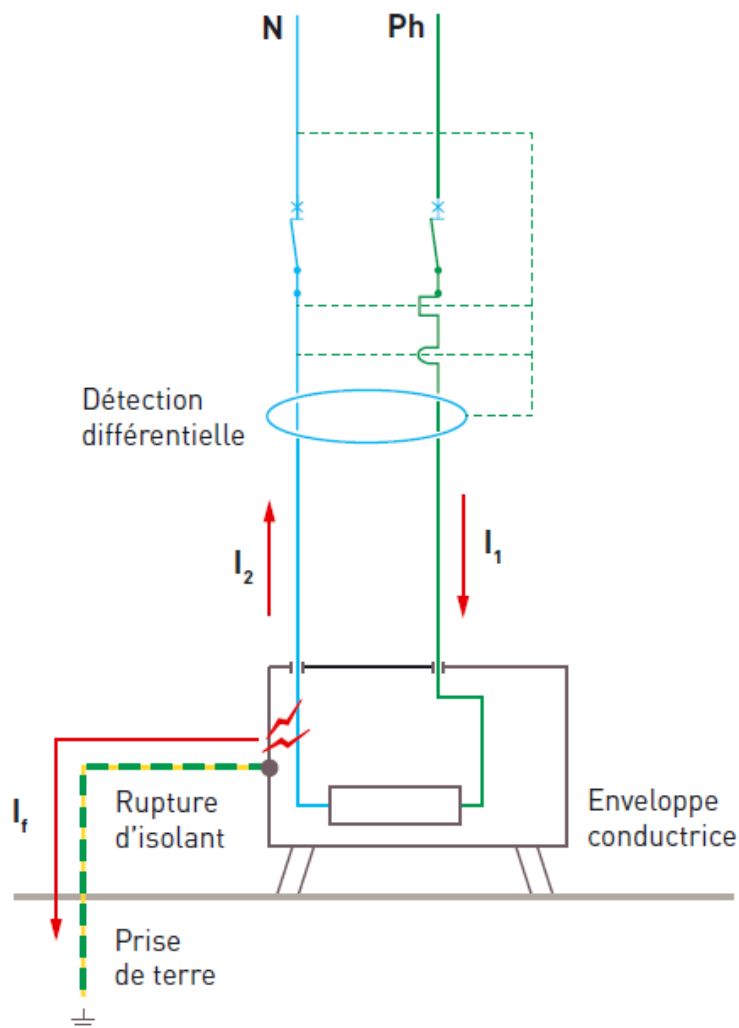
Pour fonctionner, le différentiel est principalement constitué de deux composants indispensables :

- un tore magnétique
- un relais sensible

Ce dispositif mesure en permanence la différence entre la valeur du courant entrant et la valeur du courant sortant.



Le tore magnétique fonctionne comme un transformateur. Le primaire mesure les courants entrants et sortants du circuit à surveiller, le secondaire alimente le relais sensible.



En l'absence de défaut (rupture d'isolant), nous aurons :

$$I_1 = I_2$$

En présence de défaut, la somme des courants n'est pas nulle et se traduit par un courant différentiel.

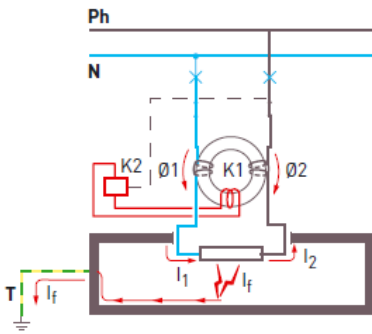
$$I_1 \neq I_2 \text{ avec } I_1 > I_2. I_1 - I_2 = I_f$$

(If : courant de défaut)

Dès que cet écart atteint la sensibilité du différentiel (I_{Δ}), le relais sensible commande l'ouverture des contacts principaux du dispositif de coupure associé (interrupteur ou disjoncteur).

$$\frac{I_{\Delta n}}{2} \leq I_{\Delta} \leq I_{\Delta n}$$

soit pour un 30 mA
déclenchement possible de 15 mA à 30 mA
($I_{\Delta n}$ et $I_{\Delta n}$)

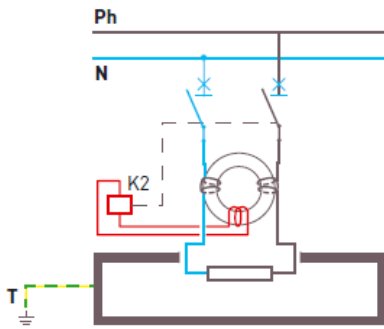


La valeur du courant entrant (phase) est différente de la valeur du courant sortant (neutre). Le courant différentiel provoque un flux magnétique dans le tore K1, lequel génère un courant qui va agir sur le relais sensible K2, et faire déclencher la mécanique du dispositif différentiel.

$I_f \neq 0$ donc :

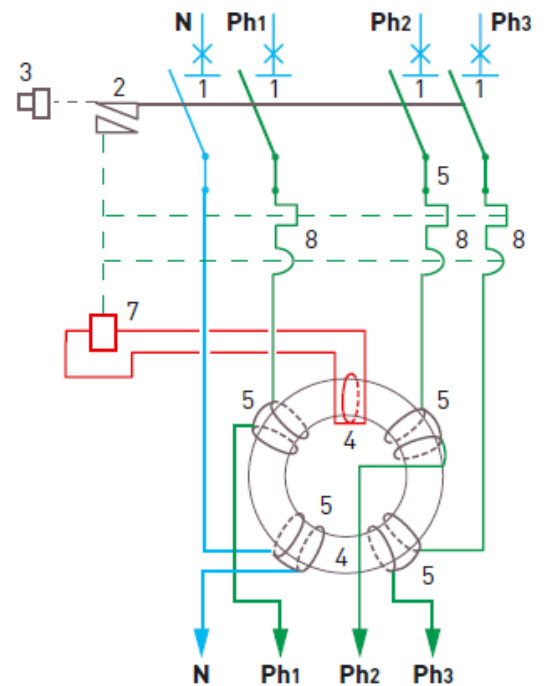
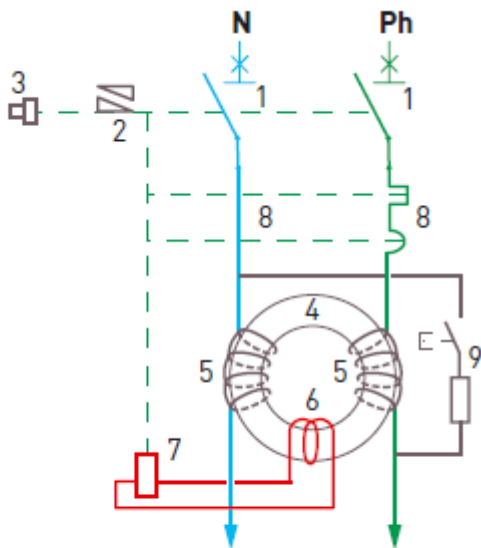
$I_1 > I_2$

$\Phi_1 > \Phi_2$



Les contacts s'ouvrent, l'équipement est mis automatiquement hors tension.

Structure interne d'un disjoncteur différentiel Uni + Neutre et tétrapolaire :



Disjoncteur Uni + Neutre

Disjoncteur tétrapolaire

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1. Contacts de puissance | 6. Bobine de détection |
| 2. Accrochage mécanique ou serrure | 7. Relais sensible de détection |
| 3. Élément de réarmement | 8. Détection thermique* et magnétique* |
| 4. Tore magnétique | 9. Bouton et résistance de test |
| 5. Bobinages principaux | |

* N'existe pas sur l'interrupteur différentiel

Les repères sont les mêmes que pour le disjoncteur monophasé.

En l'absence de défaut, nous aurons :

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n = 0$$

Le flux dans le tore magnétique sera donc nul.

Il n'y aura donc pas de courant induit dans la bobine de détection.

En présence d'un défaut, nous aurons :

$$\vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3 + \vec{I}_n \neq 0$$

Le flux dans le tore sera différent de zéro, un courant sera donc induit dans la bobine de détection et celle-ci provoquera le déclenchement du disjoncteur.

En outre, les disjoncteurs et interrupteurs différentiels disposent d'un bouton de test à manœuvrer périodiquement pour vérifier le bon fonctionnement de l'appareil.

Le bouton de test permet une vérification périodique du bon fonctionnement des différentiels. Ce circuit met le dispositif en déséquilibre provoquant ainsi son déclenchement.

Les types de "différentiel" :

Type AC - Applications courantes :

Les différentiels type AC détectent les courants résiduels alternatifs. Dans la majorité des cas (applications courantes), ils sont utilisés en détection sur courant alternatif 50/60 Hz.

Type A - Applications spécifiques :

Les différentiels type A, en plus des caractéristiques des types AC, détectent aussi les courants résiduels à composante continue. Utilisés chaque fois que des courants de défauts ne sont pas sinusoïdaux.

Ils sont particulièrement adaptés aux applications des lignes dédiées :

- Dans les locaux d'habitation, sur les circuits spécialisés cuisinière ou plaque de cuisson, circuits spécialisés lave-linge.
- Dans les autres installations, sur les circuits où des matériels de classe 1 sont susceptibles de produire des courants de défauts à composante continue, variateurs de vitesse avec convertisseur de fréquence...

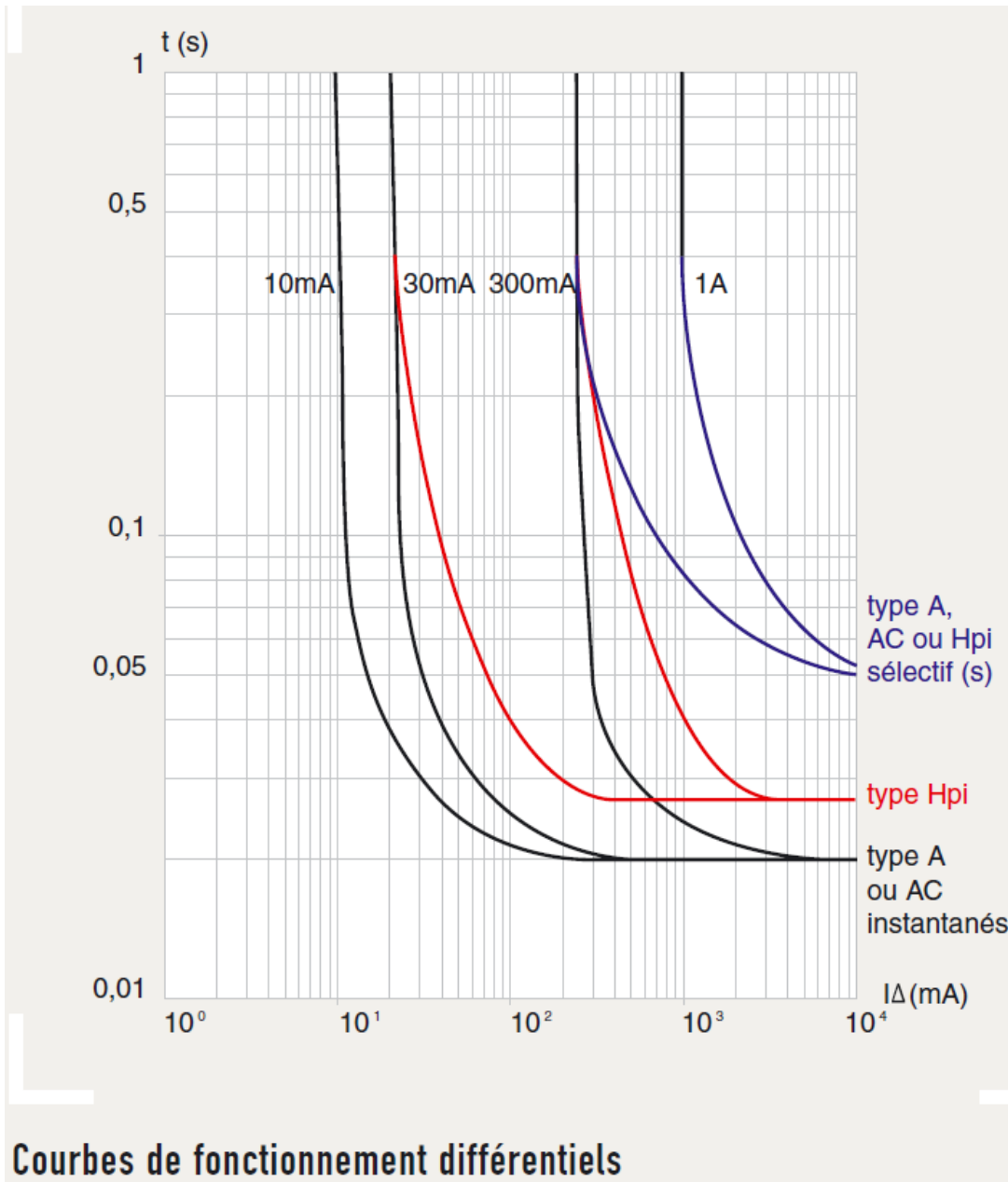
Type Hpi - Applications spéciales

Les différentiels type Hpi, comportant une immunisation complémentaire aux déclenchements intempestifs nettement supérieure au niveau exigé par la norme, détectent les courants résiduels à composante alternative et continue (type A). Ils fonctionnent de -25°C à + 40°C et s'utilisent dans les cas spéciaux suivants :

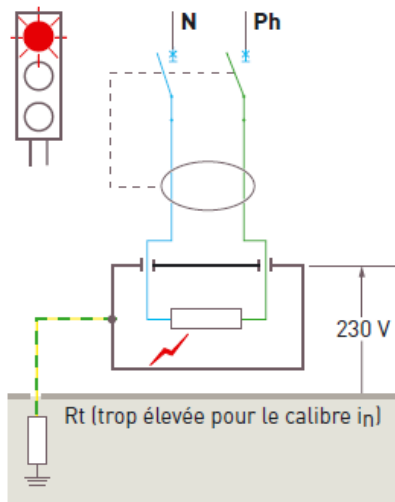
- Perte d'information préjudiciable : comme les lignes d'alimentation de matériel informatique (banque, instrumentation de base militaire, centre de réservation aérien...),
- Perte d'exploitation préjudiciable (machines automatisées, instrumentation médicale, ligne congélateur...),
- Lieux où le risque de foudre est élevé,
- Sites avec des lignes très perturbées (utilisation des fluo...),
- Sites avec de grandes longueurs de lignes.

ATTENTION

La fonction différentielle Haute Sensibilité (HS) permet une protection en cas de défaillance de la protection de base. Ce moyen n'est pas reconnu à lui seul comme suffisant d'autant qu'il ne protège pas contre les contacts directs (Ph/Ph) ou (Ph/N) mais assure la protection contre les contacts (Ph/Terre).

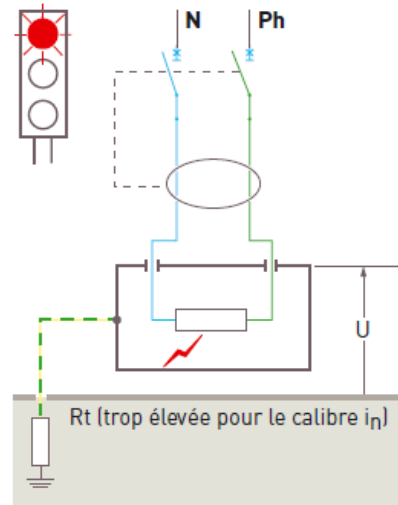


SANS TERRE OU TERRE DÉCONNECTÉE



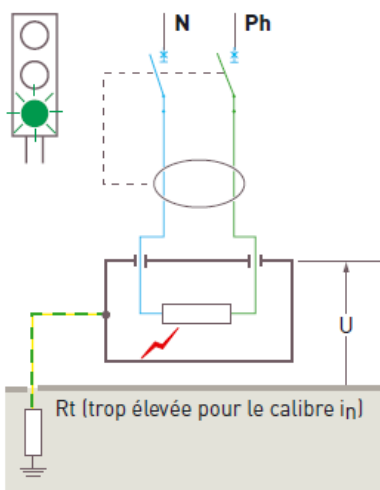
Le différentiel ne détectera pas de différence entre le courant entrant et le courant sortant de l'installation. La masse métallique sera portée au potentiel de 230 V.
Si une personne touche à la carcasse, cette personne sera soumise à une tension de 230 V... ! Dans ce cas, le différentiel 300 mA ne sert à rien. Seul le différentiel 30 mA peut sauver l'utilisateur, mais n'empêchera pas le choc électrique.

MAUVAISE TERRE



La résistance de terre étant trop élevée, le courant de fuite sera inférieur au courant de déclenchement du différentiel, 300 ou 500 mA. Le différentiel ne déclenche pas et ne sert donc à rien. La masse sera portée à un potentiel dangereux. Cette mauvaise terre peut aussi être due à un desserrage ou mauvais serrage des cosses de terre. Dans ce cas, seul un différentiel 30 mA peut empêcher le choc électrique.

TERRE ADAPTÉE



Le courant de défaut étant supérieur au calibre du différentiel, celui-ci ouvrira ses contacts et mettra ainsi l'installation hors tension. La protection remplira donc son rôle avant qu'une personne entre en contact avec la masse métallique.

NOTA - Si vous constatez qu'une protection différentielle a déclenché, il ne faut surtout pas chercher à tout prix à remettre l'équipement sous tension. Il faudra détecter et éliminer le défaut en premier lieu.

IMPORTANT - Chaque fois que les prises de terre sont mauvaises ou aléatoires, utiliser de préférence des différentiels 30 mA au lieu de 300 mA pour la protection contre les contacts indirects.

Depuis 2003, la **norme NF C 15-100** impose l'utilisation du différentiel type A car certains matériels de type lave-linge, plaques à induction intègrent des composants électroniques (pour la variation de vitesse ou l'induction) susceptibles de créer des défauts de type "composante continue" que le type A va détecter en plus des défauts à composante alternative. Les circuits spécialisés cuisinière/plaque de cuisson et lave-linge seront obligatoirement protégés par l'inter différentiel de type A.

Comment choisir une protection différentielle ?

La **norme NF C 15-100** impose l'utilisation d'une protection différentielle de sensibilité inférieure ou égale à 30 mA dans des cas tels que :

- Prises de courant jusqu'à 32 A,
- Prises de terre de valeurs trop élevées (sol sablonneux ou granitique...),
- Exploitations agricoles,
- Appareils utilisés sur la voie publique (rôtisseries, machines à glace...),
- Laboratoires et salles techniques des établissements scolaires,
- Chantiers,
- Stands forains,
- Terrains de camping et de caravanning,
- Quais des ports de plaisance,
- Locaux où le risque de coupure du conducteur de protection existe,
- Salles d'eau (tous les circuits),
- Éclairages extérieurs (jardins),
- Piscines, bassins et fontaines,
- Sanitaires des immeubles collectifs (prises de courant des salles de lavabos),
- Cabines téléphoniques et abris-bus,
- Câbles chauffants sans armure métallique et noyés dans le sol,
- Locaux à risque d'explosion,
- Groupes électrogènes,
- Tous les circuits des installations électriques,

Dans le cas des locaux comportant un risque d'incendie, la protection sera assurée par un dispositif différentiel de sensibilité 300 mA (station service, stockage de produits inflammables...).

Cas particulier de la continuité de service :

Dans certains locaux sans personnel où une attention particulière est requise pour la continuité de service, les déclenchements intempestifs de disjoncteurs ne sont pas admissibles (locaux isolés de relais téléphonique/ TV ou radios, stations de pompage...). L'association d'un disjoncteur différentiel Hpi, avec commande motorisée et un réenclencheur, permet d'obtenir une continuité de service optimum. Ce type d'installation est interdit dans le domestique et les ERP.

Existe-il une réglementation particulière dans les locaux d'habitation ?

- Les locaux d'habitation doivent être équipés en tête de distribution d'un différentiel de sensibilité au plus égal à 500 mA (type S).
- Toutes les prises de courant doivent être équipées de conducteur de protection et être à éclipse.
- Tous les circuits (éclairage, prises de courant, etc...) doivent être équipés d'un conducteur de protection.
- Tous les circuits doivent être protégés en amont par un dispositif différentiel de sensibilité inférieure ou égale à 30 mA.

□

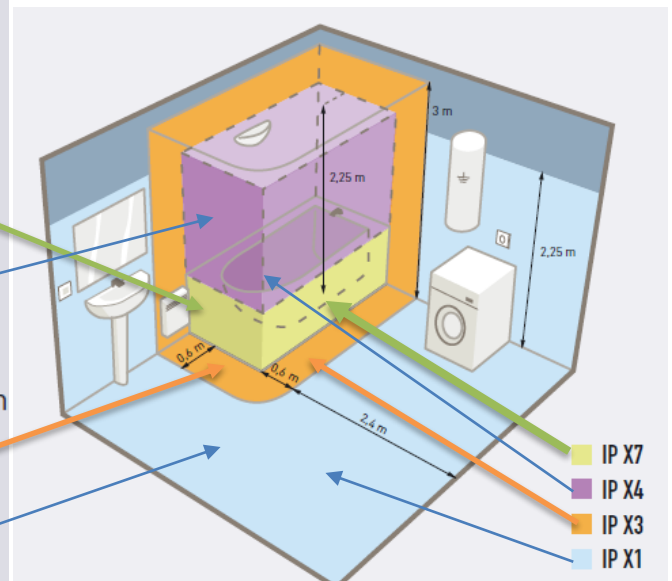
Dans les salles d'eau, la réglementation prévoit 4 volumes distincts qui sont définis par rapport à la position de la baignoire ou du bac à douche.

Volume 0 : volume intérieur de la baignoire ou du bac à douche.

Volume 1 : volume délimité par les plans verticaux de la baignoire ou du bac à douche, d'une hauteur de 2,25 m à partir du fond de la baignoire ou du bac à douche.

Volume 2 : volume au dessus du volume 1 jusqu'à 3 m et situé à 0,6 m des bords extérieurs de la baignoire ou du bac à douche, sur une hauteur de 3 m.

Volume 3 : volume situé entre 0,6 m et 3 m des bords extérieurs de la baignoire ou du bac à douche, sur une hauteur de 2,25 m.



S8 - CONSTRUCTION ELECTRIQUE

PROTECTION DES INSTALLATIONS ELECTRIQUES

ICAM

Matériel électrique dans les locaux contenant une baignoire ou une douche

Volumes		0	1	2	3	
Indices de protection contre l'eau		IP X7	IP X4	IP X3	IP X1	
Désignation	Mesures de protection contre les chocs électriques					
Appareillages d'utilisation	Chauffe-eau électrique à accumulation	Classe I	NON	OUI si horizontal	OUI	OUI
	Autres chauffe-eau électriques	Classe I + Diff. 30 mA	NON	OUI	OUI	OUI
	Éclairage, chauffage et autres appareils	TBTS* 12 V	OUI	OUI	OUI	OUI
		TBTS* 50 V	NON	NON	NON	OUI
		Classe II + Diff. 30 mA	NON	NON	OUI	OUI
	Classe II + Diff. 30 mA (ou TRS)	NON	NON	NON	OUI	
Appareillage	Interrupteur	TBTS* 12 V	⊖	OUI	OUI	OUI
		TBTS* 50 V/230 V	⊖	NON	NON	OUI
	Boîte de raccordement sauf chauffe-eau		⊖	OUI	OUI	OUI
	Boîte de dérivation		⊖	NON	NON	OUI
	Prise rasoir 20 à 50 VA	TRS* incorporé	⊖	NON	OUI	OUI
	Prise 16 A 2P + T	Diff. 30 mA	⊖	NON	NON	OUI
Transformateur de sécurité ou de séparation		⊖	NON	NON	OUI	

* TBTS : très basse tension de sécurité

* TRS : transfo de séparation de circuit

Rappel des principales indications portées sur les appareils

Classe I

Appareils ayant au moins une isolation principale et un dispositif permettant de relier ses parties métalliques à la terre \perp

Classe II

Symbole \square Appareils à double isolation renforcée ne disposant donc pas de dispositif de mise à la terre.



Appareils protégés contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation).



Appareils protégés contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale.



Appareils protégés contre les projections d'eau de toutes directions.

Liaison équipotentielle dans la salle d'eau

Les éléments conducteurs de la salle d'eau doivent être reliés entre eux par une liaison équipotentielle (conducteur rigide de 2,5 mm²).

Les masses métalliques et les contacts de terre des prises de courant doivent être reliés au conducteur de protection (terre).

EXEMPLE

Corps métalliques des appareils électro-domestiques tels que machine à laver, chauffe-eau, radiateur électrique, etc...

La liaison équipotentielle sera raccordée à la terre. Cette liaison sera soit apparente soit encastrée mais en aucun cas ne pourra être faite par un conducteur nu ou isolé et noyé directement dans les parois.

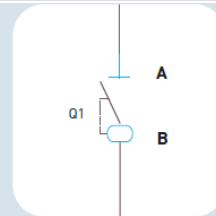
EXEMPLE

Canalisations métalliques d'eau, de chauffage, de gaz, de vidange. Le corps des appareils sanitaires métalliques, les huisseries métalliques, etc...

Qu'est-ce qu'un interrupteur différentiel ?

C'est un appareil ayant deux fonctions indépendantes regroupées dans un même boîtier :

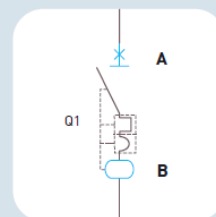
- une fonction interrupteur,
- une fonction différentielle B utilisant l'interrupteur comme organe de coupure automatique.



Qu'est-ce qu'un disjoncteur différentiel ?

C'est un appareil ayant deux fonctions dépendantes regroupées dans un même boîtier :

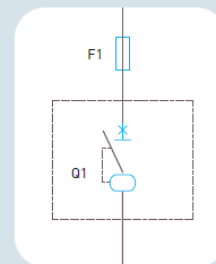
- une fonction disjoncteur,
- une fonction différentielle B utilisant les contacts du disjoncteur comme organe de coupure automatique.



Pourquoi choisir un disjoncteur ou un interrupteur différentiel ?

L'interrupteur différentiel s'utilise lorsqu'il n'y a pas besoin d'assurer la protection surcharge et court-circuit, ces protections étant déjà assurées en amont ou en aval par fusible et/ou disjoncteur.

Lorsque ces protections ne sont pas assurées, le disjoncteur différentiel s'impose.



Qu'appelle-t-on sensibilité d'un dispositif différentiel ?

On appelle sensibilité d'un dispositif différentiel la valeur du courant de défaut dit "courant résiduel de défaut" pour lequel le dispositif s'ouvre obligatoirement.

EXEMPLE

30 mA ou 300 mA ou 500 mA sont des valeurs normalisées

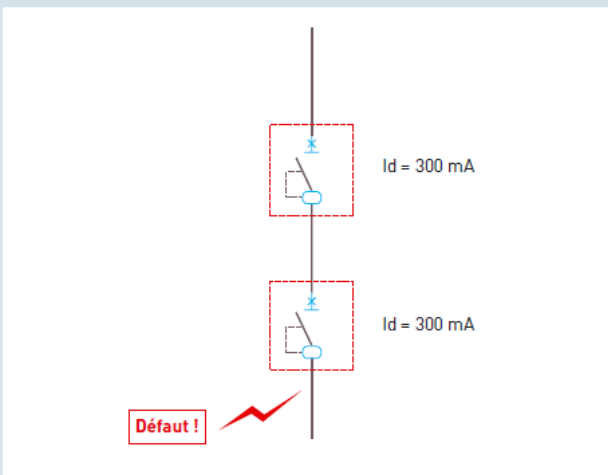
En combien de temps un différentiel déclenche-t-il ?

(voir les courbes de fonctionnement p. 43)

Lorsqu'il détecte un défaut, un différentiel normal ouvre le circuit dans un temps généralement inférieur à 50 ms. Ce temps est indépendant de la sensibilité de l'appareil et de la valeur du courant de défaut.

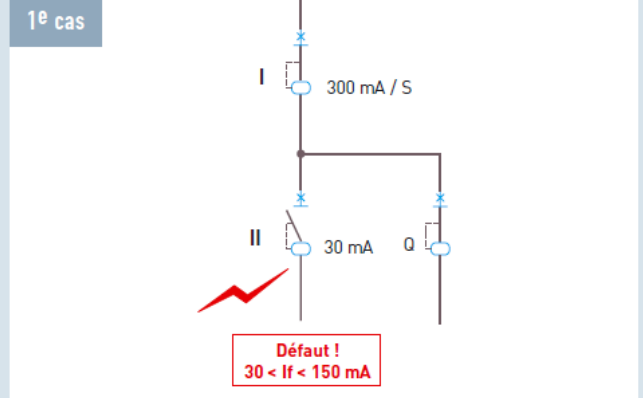
Peut-on réaliser une sélectivité entre deux différentiels ?

Un différentiel ayant généralement un temps de déclenchement quasiment constant pour tout défaut supérieur à sa sensibilité, il n'est pas possible d'obtenir une sélectivité entre deux appareils même s'ils sont de sensibilités différentes.

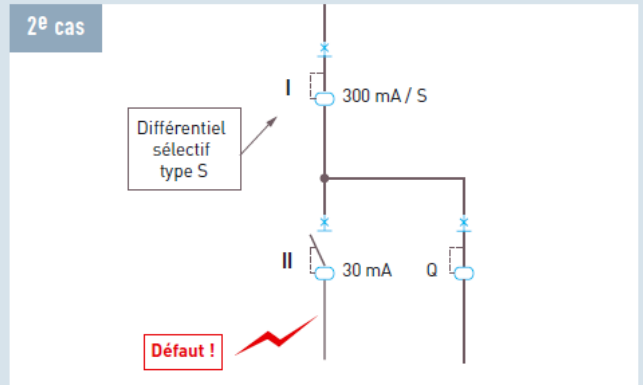


Les deux différentiels déclenchent, mettant ainsi "hors tension" l'ensemble de l'installation !

Cependant, il y a sélectivité dans deux cas :



- Si le défaut a une valeur comprise entre les deux plages de déclenchement des protections n° I et II (ce cas reste relativement rare et très aléatoire).



- Si par un artifice interne, la détection du différentiel n°I est légèrement retardée (≥ 50 ms en général : différentiel retardé ou de type S). Dans ce cas, qu'elle que soit la valeur du défaut, seul l'appareil n°II s'ouvrira car :
 - la sensibilité amont (300 mA) est trois fois supérieure à la sensibilité aval (30 mA),
 - le temps de déclenchement amont (environ 80 ms, selon la valeur du courant de défaut) est très supérieur au temps de déclenchement aval (instantané : environ 20 ms).

Quels sont les éléments à relier à la terre ?

La NF C 15-100 impose un conducteur de protection (PE - conducteur vert/jaune) sur tous les circuits. Doivent être reliés à la terre :

- les structures métalliques des bâtiments : huisseries, charpentes métalliques, conduites d'eau métalliques, etc...
- les éléments métalliques des salles d'eau, des piscines et en règle générale les éléments métalliques de tous les équipements situés à l'extérieur ou directement en contact avec un liquide conducteur. Ne pas raccorder ces masses à la terre est aussi dangereux que l'absence de terre. Cela rend le différentiel inefficace.

Comment est réalisée une prise de terre ?

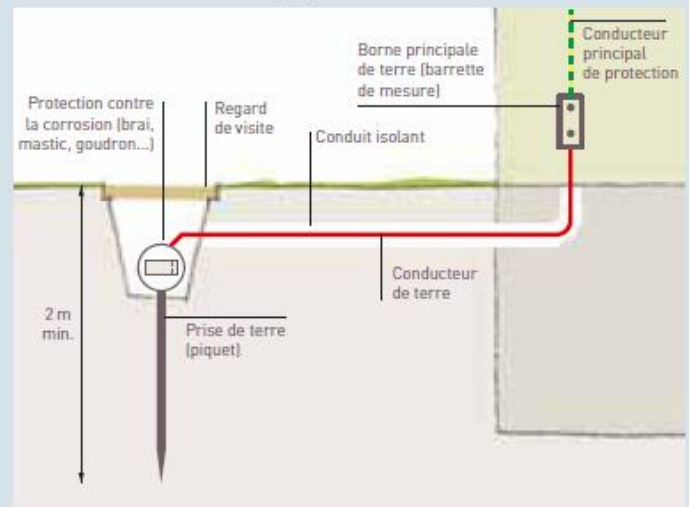
La résistance d'une prise de terre dépend :

- de la nature (plus ou moins conductrice) du sol, du taux d'humidité et de la température. Une prise de terre réalisée dans un sol argileux et humide sera de plus faible valeur ohmique que celle placée dans un sol sablonneux et sec
- de ses dimensions et de sa forme. Une prise de terre réalisée en boucle à fond de fouille (câble ceinturant les fondations d'un bâtiment) aura une meilleure valeur qu'un simple piquet enfoncé dans le sol.

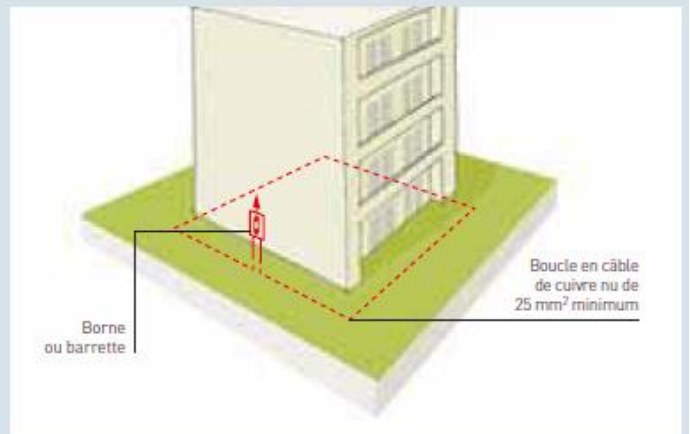
REMARQUE

Il est interdit d'utiliser comme prise de terre des canalisations de gaz, de vidanges, de chauffage central et d'eau (qui pourraient être interrompue lors des travaux de remplacement de ces canalisations par PVC par exemple). Mais il est important de mettre ces canalisations métalliques à la terre.

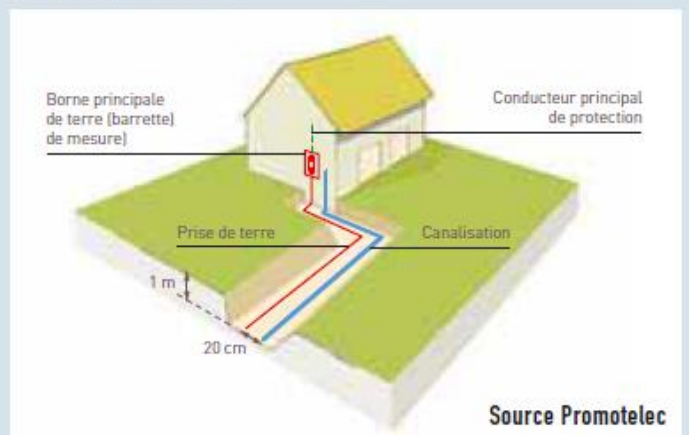
Prise de terre réalisée avec piquet



Prise de terre réalisée à fond de fouille



Conducteur en tranchée



Source Promotelec

Quelles sont les valeurs limites de la résistance de terre ?

Pour calculer la résistance maxi que devra avoir une prise de terre pour assurer la sécurité, il faudra fixer deux éléments :

- la tension limite admissible sur la masse en défaut : U_L .

Ex : $U_L = 50 \text{ Volts}$

- la valeur du courant de fuite qui circulera en cas de défaut à la terre.
Cette valeur sera limitée par la sensibilité du dispositif différentiel :

Ex : $I_{\Delta} = 500 \text{ mA}$

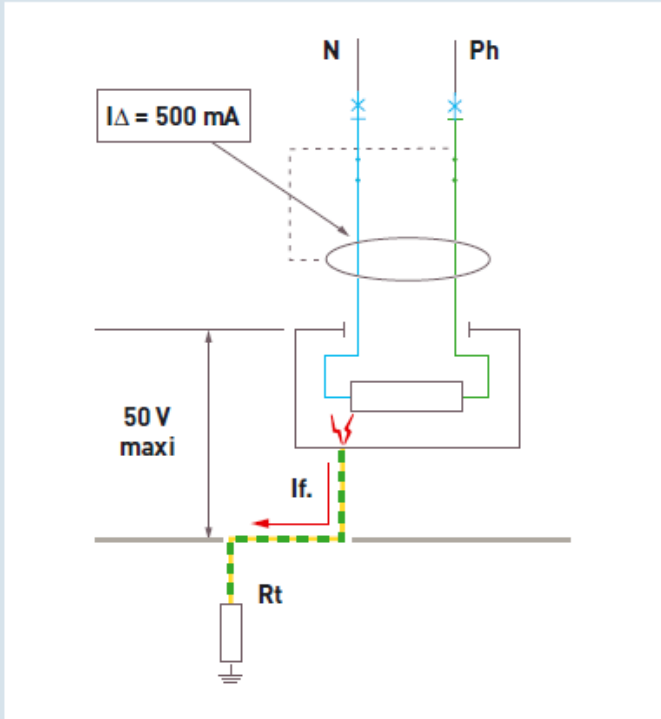
on aura : $R_t = \frac{U_L}{I_{\Delta}} = 100 \text{ ohms}$

I_{Δ} : Sensibilité du différentiel
 R_t : Résistance de la prise de terre

Le cas étudié ci-dessus est celui des locaux d'habitation.

REMARQUE

Pour que le dispositif différentiel remplisse sa fonction, il faudra donc que la résistance de terre R_t soit inférieure à 100 ohms.
Le tableau ci-dessous donne la valeur maximum de la résistance de terre en fonction de la sensibilité du disjoncteur employé et de la tension maxi tolérable sur la masse en défaut (50 V).



I_{Δ} (mA)	R_t (ohm) < à
10	5 000
30	1 660
300	166
500	100
650	77

I_{Δ} : Sensibilité du différentiel
 R_t : Résistance de la prise de terre