

Laboratoire ELDA

Les installations électriques domestiques

Ce document a pour but d'introduire les différents concepts présents dans une installation électrique domestique, tels que : la mise à la terre, le fonctionnement et l'utilité d'un disjoncteur, le fonctionnement et l'utilité d'un disjoncteur différentiel, l'influence de l'impédance de terre, les différents types de court-circuit,...

1) Sécurité de l'utilisateur

Dans toute installation électrique, la sécurité est primordiale. Les risques d'électrocution ou d'incendie sont bien réels. Par exemple, pour éviter l'électrocution, qui est un accident mortel dû à l'électricité, des tests ont été effectués de manière à connaître les courants admissibles par l'être humain. Ces valeurs permettent de définir les protections de manière à rester dans le seuil non dangereux pour l'homme (**Figure.1**).

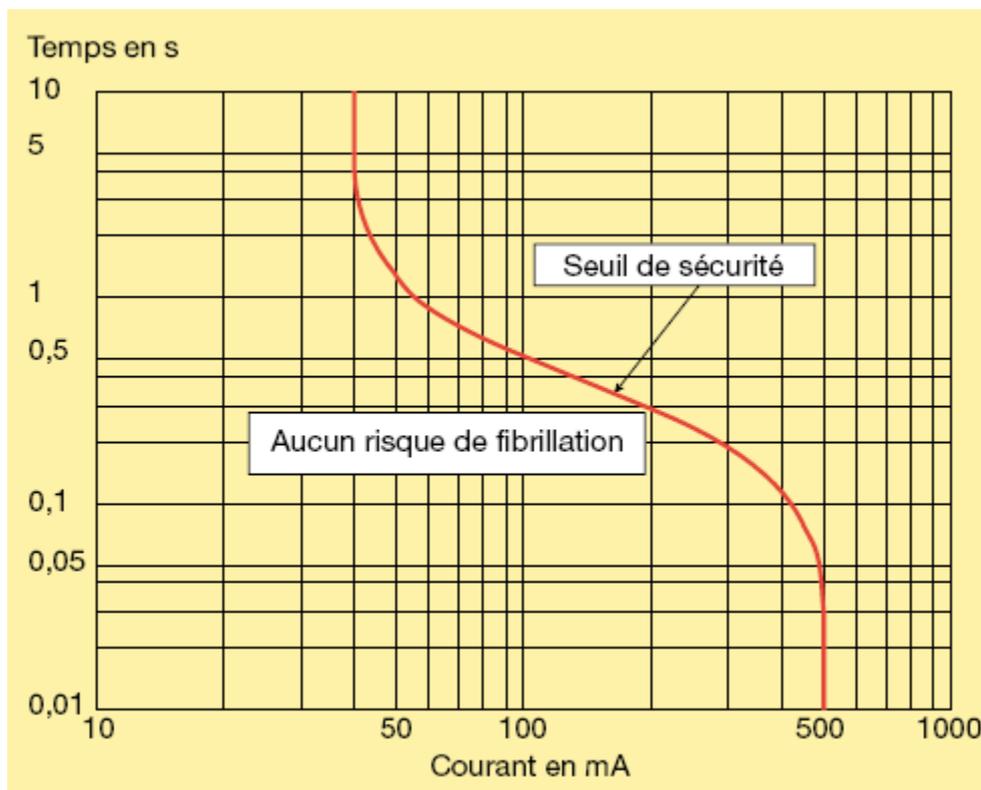


Figure.1 : courbe de sécurité

La figure suivante (**Figure.2**) montre l'impact d'un courant inférieur à celui du seuil de sécurité sur le corps humain. Cette figure est donnée à titre indicatif car chaque individu réagit différemment lors du passage d'un courant électrique à travers le corps.

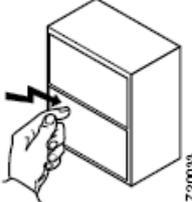
Courant qui traverse le corps	Sensation	Effet
0,5 mA 	Pas perceptible, exception: du bout des doigts, avec la langue, flux de courant par des plaies.	sans danger
3 mA 	Sensation de fourmillement	sans danger
15 mA 	Limite d'autolibération: un objet saisi ne peut plus être lâché	désagréable, mais sans danger
40 mA 	Tétanisation des muscles	Danger d'asphyxie due à la tétanisation des muscles respiratoires lors d'un effet prolongé de quelques minutes

Figure.2 : effet du courant sur le corps humain

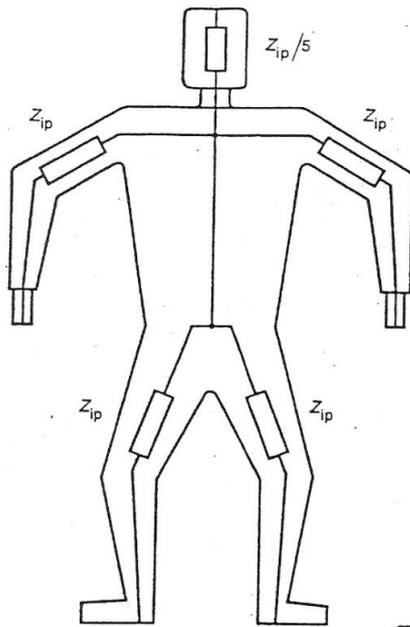
Les figures 1 et 2 nous permettent de constater qu'un courant de l'ordre de 40mA pourrait provoquer la mort d'une personne.

En fait, ce n'est pas la tension qui est dangereuse mais bien la valeur du courant traversant le corps humain. Pour déterminer quelle tension est dangereuse, il faut connaître la résistance du corps humain, résistance qui dépend fortement de l'individu et qui est fonction de l'état d'humidité de la peau. On définit donc des tensions limites absolues en dessous desquelles le courant parcourant le corps humain (choisi à 25mA) ne produit pas de dommages (**Figure.3**).

Code	Etat du corps humain	Tension limite conventionnelle absolue U_L en Volts		
		courant alternatif (C.A.)	courant continu non lisse (C.C.)	courant continu lisse (C.C.L.)
BB1	Peau sèche ou humide par sueur	50 V	75 V	120 V
BB2	Peau mouillée	25 V	36 V	60 V
BB3	Peau immergée dans l'eau	12 V	18 V	30 V

Figure.3

La **Figure.4** et la **Figure.5** permettent de vous faire une idée de la manière dont le corps humain est modélisé et quelle est son impédance totale (impédance d'un trajet main-main ou main-pied) en fonction de la tension.

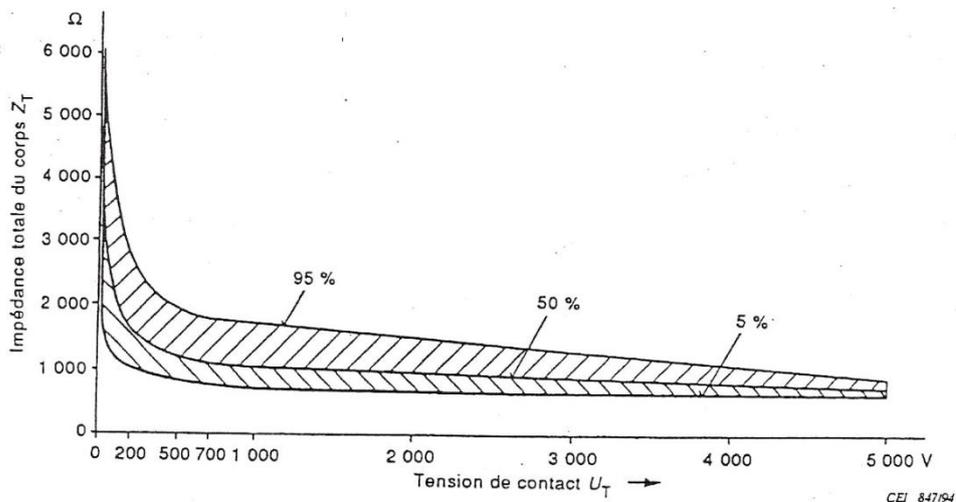


Z_{ip} impédance partielle interne d'une extrémité (bras ou jambe)

NOTE - L'impédance interne d'une main aux deux pieds est d'environ 75 %, l'impédance des deux mains au deux pieds de 50 % et l'impédance des deux mains au tronc du corps 25 % de l'impédance main à main ou main à pied.

CEI 84694

Figure.4 : Schéma simplifié des impédances internes du corps humain



CEI 847194

Figure.5 : Valeur statistique de l'impédance totale du corps humain

Les valeurs en pourcent sur la **Figure.5** représentent le pourcentage de la population ayant une impédance totale inférieure à la courbe considérée.

Outre le danger d'électrocution, il faut aussi protéger l'installation contre les risques d'incendie dus à une éventuelle surchauffe des câbles. En effet, un courant trop important dans un câble provoquerait une augmentation de température qui pourrait le faire brûler et ainsi causer un début d'incendie.

Pour éviter ces phénomènes, des normes régissent la conception d'une installation électrique.

2) Prise de terre

Le rôle de la terre est (notamment) de protéger l'utilisateur contre l'électrocution en cas de défaut d'un appareil électrique.

Supposons en effet qu'un appareil électrique soit défectueux, de telle manière qu'un fil interne à l'appareil et portant une tension élevée (par exemple 220V) touche son châssis métallique. Si l'utilisateur touche ce châssis, il subira une différence de potentiel entre d'une part le 220V et d'autre part le potentiel du sol sur lequel il se trouve (**Figure.6**). Si le neutre du transformateur du poste en amont n'est pas isolé, un courant électrique circulera donc à travers l'utilisateur, courant qui pourrait éventuellement être mortel. La gravité de l'électrisation (terme désignant tout accident électrique, mortel ou non), dépend (entre autres) de l'intensité du courant, qui elle-même dépend de la résistance de l'utilisateur. C'est la raison pour laquelle les consignes de mise à la terre sont particulièrement strictes dans les salles de bains et les cuisines où l'utilisateur, en contact avec de l'eau, peut présenter une résistance très faible.

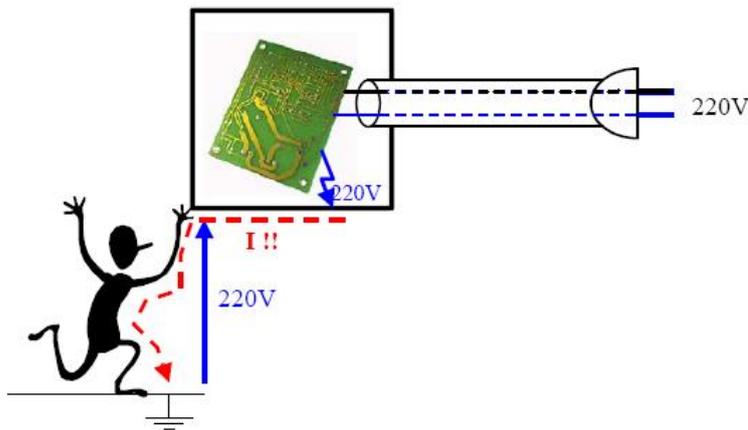


Figure.6 : Appareil en défaut isolé

Pour éviter un tel risque d'électrocution, toute partie métallique d'un appareil qui pourrait être touchée de l'extérieur doit être mise à la terre (**Figure.7**). C'est la raison de la présence de la troisième borne sur la prise mâle de certains appareils électriques.

Si cette condition est réalisée, en fonctionnement normal, aucun courant ne circule dans le conducteur de terre et le châssis est porté au potentiel de la terre.

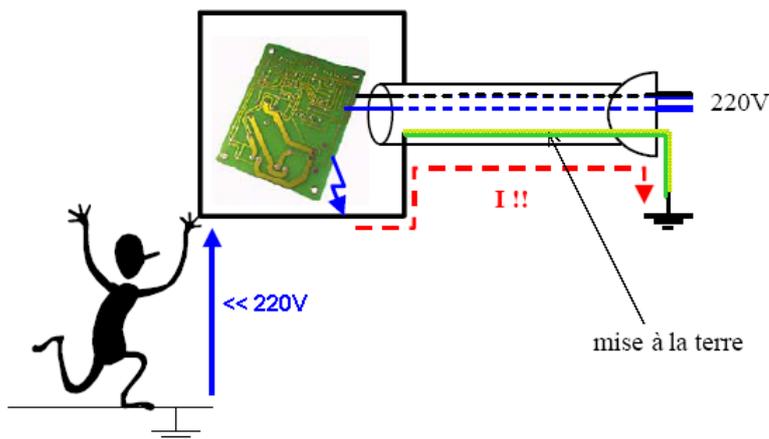
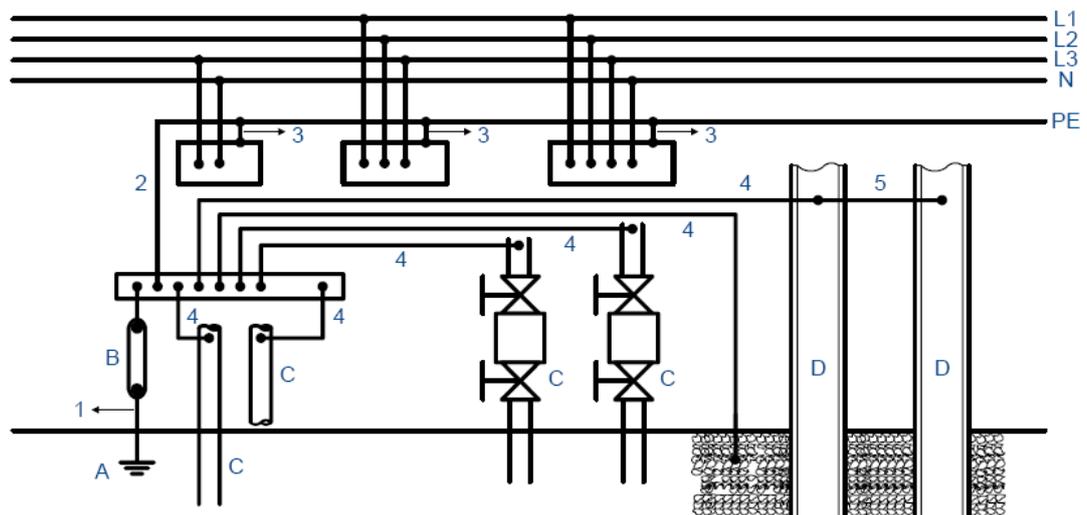


Figure.7 : Mise à la terre d'un appareil en défaut

En cas de défaut, un courant circulera entre l'alimentation et la terre. Si ce courant dépasse une certaine valeur (30mA à 300mA), une protection appelée disjoncteur différentiel (voir ci-dessous) déclenchera le circuit dans lequel l'appareil en défaut est connecté. Si le courant de défaut est inférieur au courant de déclenchement, alors le disjoncteur différentiel ne déclenchera pas, ce qui n'aura pas de conséquence pour l'utilisateur s'il vient à entrer en contact avec le châssis de l'appareil en défaut. En effet, la résistance de terre doit être la plus faible possible (<math> < 30\Omega </math> sauf cas particulier), si bien que pour une résistance de 30Ω et un courant de 300mA, représentant le cas critique, le châssis de l'appareil en défaut mais aussi celui de tous les appareils relié à la même terre sont portés à 9V, ce qui est inférieur à la valeur de tension critique maximale (12V) acceptable dans le cas d'une personne qui serait immergée dans l'eau.

Pour prévenir le risque d'électrisation, il ne suffit pas d'effectuer une mise à la terre des appareils électriques et de prévoir des différentiels. Les éléments conducteurs étrangers, tel qu'une conduite d'eau qui est susceptible de propager un potentiel dangereux, doivent également être reliés au réseau de mise à la terre. En l'absence d'une telle connexion, un défaut dans un appareil en contact avec une canalisation peut faire apparaître une tension dangereuse entre les conduites d'eau et de gaz par exemple. Chaque immeuble doit donc être doté d'une liaison équipotentielle qui relie la borne principale de mise à la terre avec les éléments conducteurs étrangers tels que conduites d'eau, de gaz, de chauffage central, etc (**Figure.8**).



- A. Prise de terre ou boucle de terre
- B. Sectionneur de terre
- C. Eléments conducteurs étrangers (gaz, eau, chauffage central, ...)
- D. Charpente métallique bâtiment
- 1. Conducteur de terre
- 2. Conducteur de protection principal
- 3. Conducteur de protection
- 4. Liaison équipotentielle principale
- 5. Liaison équipotentielle supplémentaire

Figure.8 : Mise à la terre d'une installation

Eléments du schéma	Rôle
Conducteur de terre	Relie la borne de terre principale à la boucle de terre
Conducteur de protection	Relie l'ensemble des appareils électriques (prises, luminaires,...) à la borne de terre principale (à

	l'exception des appareils T.B.T.S.)
Liaison équipotentielle principale	Relie les éléments pouvant être conducteurs (comme les canalisations d'eau, de gaz,...) à la terre)
Liaison équipotentielle supplémentaire	Relie les éléments conducteurs étrangers et les masses dans les salles de bains.

3) Disjoncteurs

Les disjoncteurs tiennent une place extrêmement importante dans la protection des câbles contre les surintensités. Leur rôle est de prévenir tout risque d'incendie en ouvrant le circuit électrique lorsque l'intensité du courant passant par un câble dépasse une certaine valeur limite appelée intensité nominale du disjoncteur, cette dernière étant dépendante de la section des câbles électriques comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Intensité nominale maximale des fusibles et disjoncteurs en fonction de la section des conducteurs.

Section en mm ²	Intensité nominale du fusible	Intensité nominale du disjoncteur
1.5	10 A	16 A
2.5	16 A	20 A
4	20 A	25 A
6	32 A	40 A
10	50 A	63 A
16	63 A	80 A
25	80 A	100 A
35	100 A	125 A

La majorité des disjoncteurs d'une installation électrique domestique sont thermomagnétiques. Ils déclenchent de manière thermique jusqu'à un certain seuil, c'est-à-dire que c'est l'augmentation de température due à la surintensité qui les fait déclencher (partie décroissante de la caractéristique se trouvant ci-dessous). Lorsque le courant dépasse une certaine limite, le déclenchement devient magnétique et le disjoncteur saute presque instantanément. Les caractéristiques des disjoncteurs sont divisées en trois catégories : B, C ou D. Le choix du type de disjoncteur dépend de l'application connectée au circuit qu'il protège (exemple : si un disjoncteur protège un circuit utilisant un moteur, il ne va pas se déclencher directement lorsqu'on dépasse le courant nominal car il est normal qu'un moteur absorbe un grand courant au démarrage). On peut voir ci-dessous (**Figure.9**) ces différentes courbes ainsi qu'un tableau descriptif :

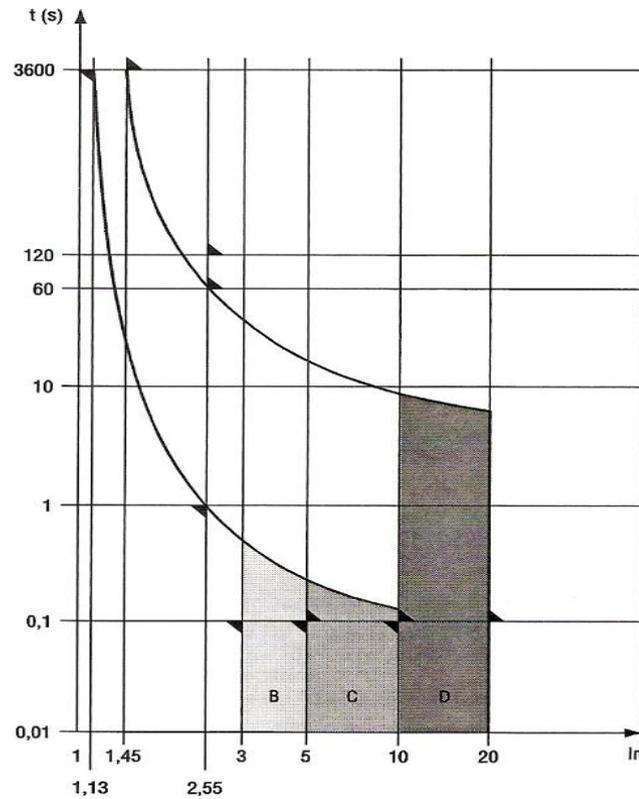


Figure.9 : courbes de coupure

Courbe de coupure	Courant d'essai	Temps déclenchement de	Application
B	$3 \cdot I_n$	$t \geq 0,1s$	Pour charges résistives, p.ex. chauffage électrique. Pour protéger les personnes dans certains réseaux TN.
	$5 \cdot I_n$	$t < 0,1s$	
C	$3 \cdot I_n$	$t \geq 0,1s$	Toutes les charges courantes, p.ex. éclairage, prises de courant, moteurs légers.
	$10 \cdot I_n$	$t < 0,1s$	
D	$10 \cdot I_n$	$t \geq 0,1s$	Consommateurs à pouvoir de fermeture élevé, p.ex. moteurs lourds.
	$20 \cdot I_n$	$t < 0,1s$	

La majorité des disjoncteurs en domestique sont donc de type C. Il faut également qu'ils aient un pouvoir de coupure de 3kA minimum (le pouvoir de coupure est la valeur maximale du courant qui peut être interrompu par l'ouverture d'un contact du disjoncteur).

4) Disjoncteurs différentiels

Un différentiel principal est toujours situé à la base d'une installation domestique. Son fonctionnement est simple, il compare le courant dans le conducteur aller et celui dans le conducteur retour et déclenche dès que le courant de fuite est trop important. Cela permet de pouvoir détecter aisément les courants de fuite et ainsi de déclencher dès que la sensibilité du différentiel est atteinte. Un disjoncteur différentiel assure aussi la fonction de disjoncteur « normal » qui déclenche lorsqu'une certaine intensité de courant est dépassée.

On voit sur la **Figure.10** qu'en cas de défaut, le courant de fuite se referme par la terre. Cela implique que le courant de retour via le fil neutre sera diminué du courant de fuite. Le noyau magnétique toroïdal et l'enroulement autour de celui-ci vont donc détecter cette différence et lorsqu'elle sera supérieure à la sensibilité du disjoncteur différentiel, il déclenchera.

Des différentiels supplémentaires sont imposés pour les pièces d'eau ou pour les circuits « lave-vaisselle ». En effet dans les pièces d'eau, la résistance du corps humain est plus faible et il faut donc des normes plus strictes pour éviter les accidents.

Ils sont également obligatoires lorsque la prise de terre dépasse la valeur de 30 ohms. Une résistance de terre de 100ohms est acceptée à condition d'utiliser un différentiel de 100mA (on trouve alors $100 \times 0,1 = 10$ V maximum alors que pour une résistance de 30ohms et un différentiel de 300mA on trouvait une tension de 9V maximum). Actuellement, un différentiel principal de 300mA est obligatoire à l'entrée de l'installation domestique. Néanmoins, on utilise de plus en plus un différentiel de 30mA de manière à ne pas devoir utiliser de différentiels supplémentaires. Il faut cependant faire attention à ne pas utiliser un différentiel de trop haute sensibilité à l'entrée de l'installation. En effet, s'il déclenche trop souvent, il sera tentant de les « éviter » et ainsi ils ne serviront à rien.

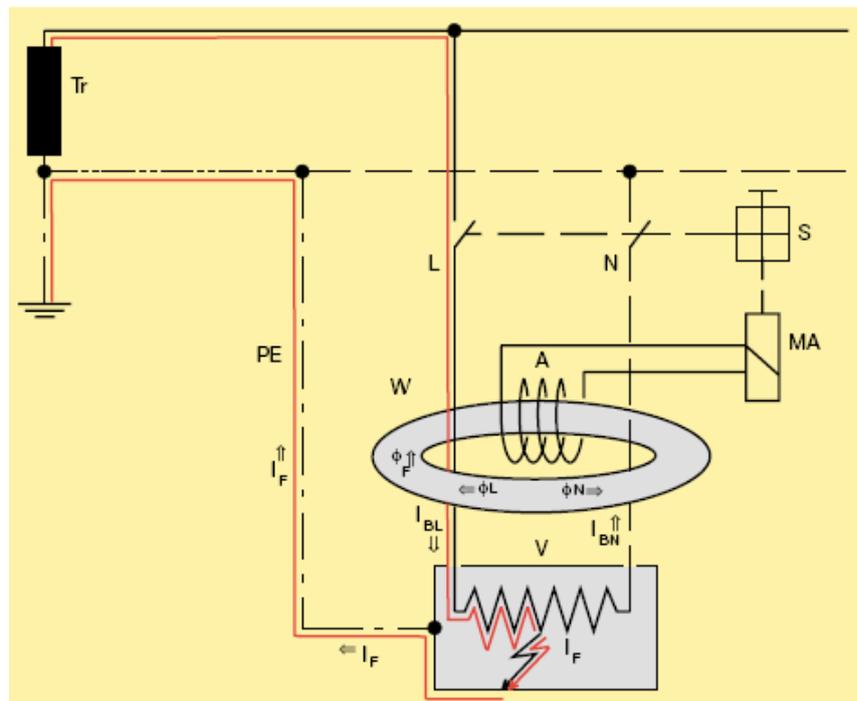


Figure.10 : Fonctionnement d'un disjoncteur différentiel

Les différentiels peuvent être de plusieurs types. En domestique, on utilise des différentiels de type A, c'est-à-dire qu'ils sont sensibles au courant continu pulsé. Le différentiel général doit également avoir une intensité nominale de 40A minimum et un pouvoir de coupure d'au moins 3kA.

5) Pièces d'eau

Les pièces d'eau sont évidemment des endroits qui requièrent le maximum d'attention d'un point de vue électrique. En effet, la résistance d'un corps humain immergé dans l'eau peut descendre jusque quelques centaines d'ohms à peine. Les tensions utilisées doivent donc être réduites par rapport aux autres pièces domestiques. Une salle de bain par exemple est divisée en plusieurs volumes. Dans chacun d'eux les appareils électriques doivent respecter certains critères. On trouve également des liaisons équipotentielles supplémentaires reliant tous les conducteurs étrangers (gaz, électricité,...) et les masses d'appareils électriques aux conducteurs de protection.

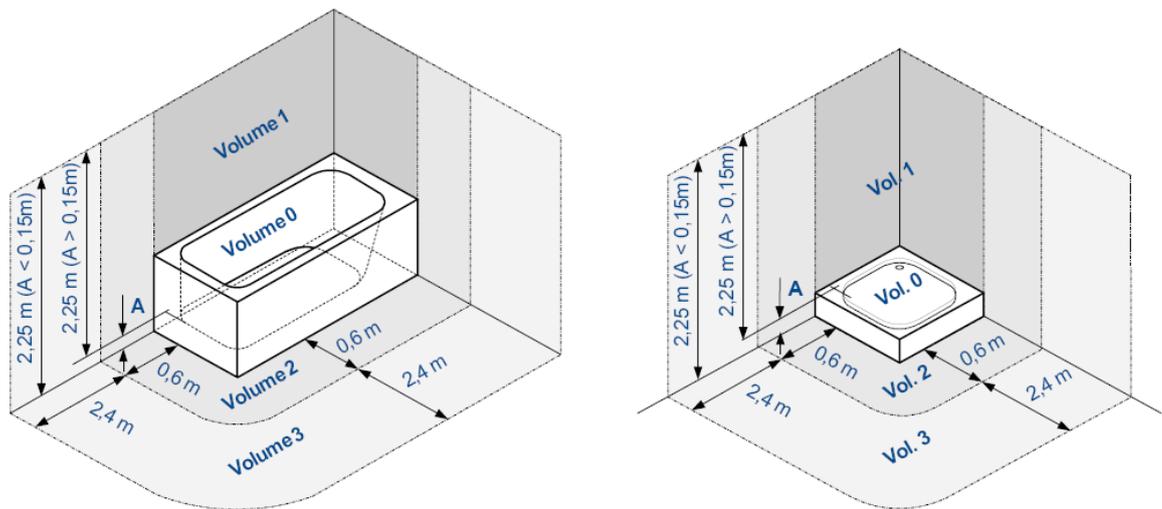


Figure 11 : volumes dans salle de bain

Il est à noter que tout appareil électrique mobile ou portatif est interdit dans une salle de bain. En effet, il n'est pas relié à la terre et en cas de défaut, tout le courant passerait par le corps pour se refermer par la terre de l'installation. Ci-dessous, la liste du matériel électrique autorisé dans une salle de bain.

Volume	Matériel autorisé	Protection
0	Uniquement le matériel qui est raisonnablement nécessaire Alimentation TBTS \leq 12 V AC Alimentation TBTS \leq 6 V AC IP X7 IP XX
1	Chauffe-eau à poste fixe Alimentation TBTS \leq 12 V AC Alimentation TBTS \leq 6 V AC	IP X4 IP X4 IP XX
1 bis	Installation d'hydromassage avec le point d'alimentation	IP X4
2	Chauffe-eau à poste fixe Luminaire (hauteur min. 1,6 m) Chauffage et ventilateur fixes (classe II) Prise via transfo (100 W max.) Prise avec différentiel (sensibilité 10 mA) Alimentation TBTS \leq 12 V AC	IP X4 IP X4 IP X4
3	Matériel électrique divers Alimentation TBTS \leq 12 V AC	IP X1 IP XX

(TBTS: très basse tension de sécurité)

(IPX7: Protégé contre les effets d'une immersion temporaire dans l'eau)

(IPX4: matériel protégé contre les projections d'eau)

(IPX1: matériel protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau)

6) Conducteurs et prises

La section des conducteurs doit toujours être choisie en fonction de la puissance prévue. Le tableau ci-dessous reprend les sections minimales à utiliser en fonction du type d'appareil qui est branché au circuit.

Utilisation	Section min
Eclairage	1.5 mm ²
Prises	2.5 mm ²
Circuit mixte: éclairage, prises	2.5 mm ²
Circuits de commande, de contrôle et de signalisation	0.5 mm ² (**)
Cuisinière, lessiveuse... triphasé (*)	4 mm ²
Cuisinière, lessiveuse... monophasé (*)	6 mm ²

(*) Sauf (sections plus faibles autorisées) soit: canalisation non encastrée- alimentation par tube d'un pouce - tube de réserve desservant le même endroit.

(**) Protection: disjoncteur $I_n = 4A$ ou fusibles $I_n = 2A$.

Le nombre de prises simples ou multiple est limité à 8 par circuit. Toutes les prises sont munies d'une broche de terre raccordée et sont de types « sécurité enfant », c'est-à-dire qu'il doit être impossible d'y introduire un objet métallique tel un fil de fer.

▪ Code de couleurs des conducteurs isolés

Bleu	=	Neutre
Jaune/Vert	=	Terre
Jaune	=	Interdit
Vert	=	Interdit

S'il n'y a pas de neutre, le bleu peut être utilisé comme phase. Vinçotte préconise de toujours utiliser un bleu dans les circuits bifilaires, même en l'absence de neutre (réseau de 3 x 230V), de manière à faciliter un passage éventuel en 230/400 V.