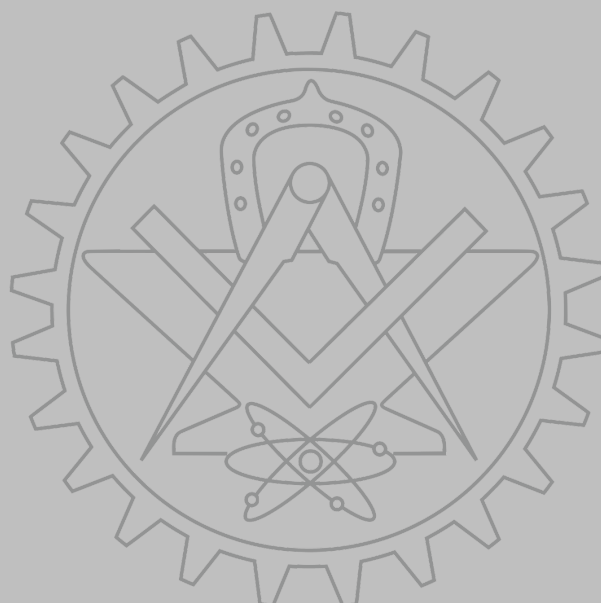


Électrotechnique

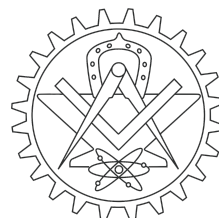
Schéma de liaison à la terre



Électrotechnique

Schéma de liaison à la terre

Bruno DOUCHY



Édition 2020.10

Table des matières

Table des matières	i
Liste des tableaux	ii
Liste des figures	iii
Liste des équations	iv
1 Les dangers de l'électricité	1
1.1 Catégories de tension	1
1.2 Action du courant électrique sur le corps humain	1
1.2.1 Effet du courant alternatif	2
1.2.2 Effet du courant continu	2
1.3 Paramètres influençant les risques électriques	3
1.4 Nature des contacts	5
1.4.1 Contact direct	5
1.4.2 Contact indirect	7
Annexes	9
A Informations complémentaires sur les dangers de l'électricité	11
A.1 État des lieux de la prévention des risques électriques	11
A.2 Statistiques	11
A.2.1 Accidents d'origine électrique	11
A.2.2 Secteurs les plus atteints	11
A.2.3 Facteurs principaux	12
A.2.4 Type de contact	12
A.2.5 Type de dommages	12
A.2.6 Conclusion	12
A.3 Différents effets du courant électriques	12
A.3.1 Effet thermique	12
A.3.2 Effet téтанisant	12
A.3.3 Effets respiratoires et circulatoires	12
A.4 Descriptifs des moyens de protections contre les contacts directs	13
A.4.1 Très basse tension	13
A.4.2 Indice de protection	15
A.4.3 Transformateur d'isolement	23
A.5 Descriptifs des moyens de protection contre les contacts indirects	23
A.5.1 Mise à la terre des appareils et structures conductrices	23
Bibliographie	25



Liste des tableaux

1.1	Domaines de tensions	1
1.2	Moyen de protection contre les contacts directs	7
A.1	Types de Très Basse Tension	14
A.2	Descriptif de l'indice contre les chocs mécanique IK	15
A.3	Lettre additionnelle sur les informations supplémentaires	15
A.4	Descriptif des indices de protection	16
A.5	Classification des locaux	18



Liste des figures

1.1	Effets du courant alternatif sur le corps humain	2
1.2	Effets du courant continu sur le corps humain	3
1.3	Courbe de l'intensité de contact I_c en fonction du temps $t = f(I_c)$ ¹	3
1.4	Courbe de la tension de contact U_c en fonction du temps de coupure maximal $t = f(U_c)$	4
1.5	Courbe de la tension de contact U_c en fonction de la résistance du corps humain $R = f(U_c)$	5



Liste des équations

1	Loi de Joule	1
2	Valeur statistique du courant entrainant la mort en fonction de la durée	1



1.1 Catégories de tension

TAB. 1.1: Domaines de tensions

Domaine de tension		Courant alternatif ¹	Courant continu
Très Basse Tension	TBT	$U_n \leq 50V$	$U_n \leq 120V$
Basse Tension	BT	$50V < U_n \leq 1000V$	$120V < U_n \leq 1500V$
Haute Tension ²	HTA	$1000V < U_n \leq 50kV$	$1500V < U_n \leq 75kV$
	HTB	$U_n > 50kV$	$U_n > 75kV$

¹ Tension nominale exprimée en *valeur efficace* U_n ;

² Les basses tensions ne sont plus divisées en deux catégories depuis 2010, seule la haute tension conserve cette caractéristique.

1.2 Action du courant électrique sur le corps humain

Les dégâts provoqués au corps humain par un choc électrique sont directement corrélés à l'énergie dissipée par ce choc. Cette énergie dissipée est définie par la *loi de Joule*.

$$W = R \cdot I^2 \cdot t \quad (1.1)$$

ÉQ 1: Loi de Joule

Avec :

Grandeur dans l'ISQ	Unité SI de mesure	Description
R : résistance	ohm (Ω)	
I : courant électrique	milliampère (mA)	
t : durée	seconde (s)	

La présence d'une tension électrique entraîne toujours un risque de choc électrique mais il est peu aisé de déterminer un seuil de tension pour lequel le choc est dangereux car ce sont l'*intensité* du courant I traversant le corps et la *durée* t du choc électrique qui permettent de déterminer la probabilité de décès.

$$I = \frac{116}{\sqrt{t}} \quad (1.2)$$

ÉQ 2: Valeur statistique du courant entraînant la mort en fonction de la durée



Avec :

Grandeur dans l'ISQ	Unité SI de mesure	Description
I : courant électrique	milliampère (mA)	Courant traversant le corps
t : durée	seconde (s)	Durée du choc électrique d'une durée ($8\text{ms} < t \leq 5\text{s}$)
116 : constante	/ (/)	Constante empirique déterminée statistiquement ⁸

En plus de l'intensité du courant et de la durée de passage du courant dans le corps, la surface de contact et la susceptibilité spécifique à chaque personne sont d'autres facteurs de gravité d'un contact électrique. Plus de précisions sur la prévention du danger électrique en [section A.1 page 11](#).

1.2.1 Effet du courant alternatif

Les effets du courant alternatif entre 15 Hz et 100 Hz sont décrits en [figure 1.1](#).

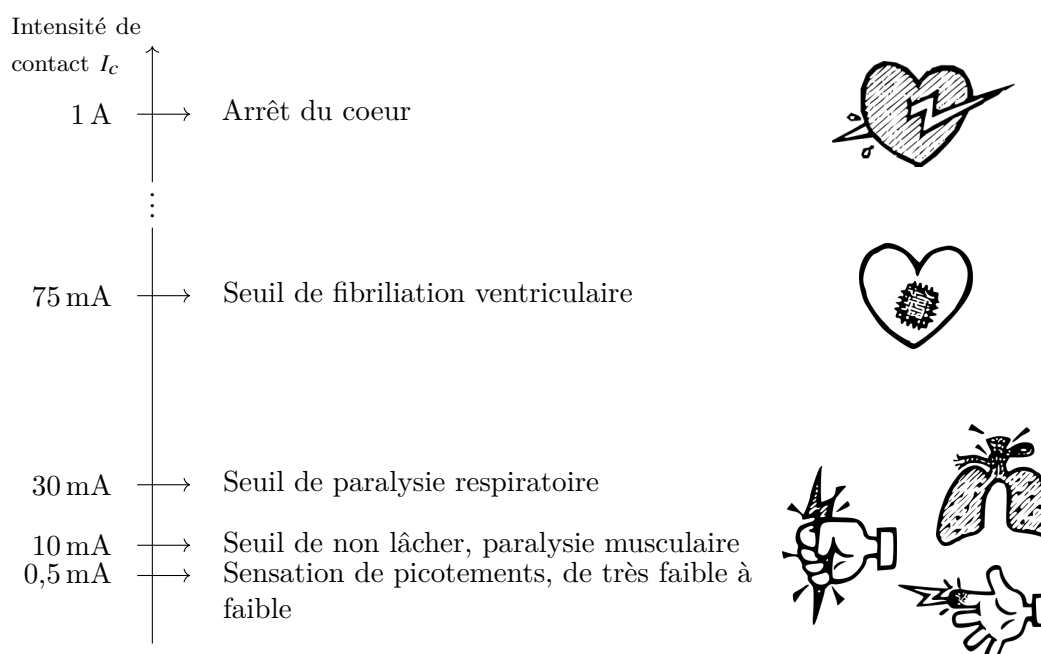


FIG. 1.1: Effets du courant alternatif sur le corps humain

1.2.1.1 Cas particuliers

Pour le courant alternatifs d'une fréquence supérieures à 100 Hz :

- Plus la fréquence du courant augmente, plus les risques de fibrillation ventriculaire diminue ;
- Plus la fréquence du courant augmente, plus les risques de brûlures augmentent ;
- Plus la fréquence du courant augmente, plus l'impédance du corps humain diminue ;
- Il est généralement considéré que les conditions de protection contre les contacts indirects sont identiques que ça soit sous une fréquence de 50 Hz (réseau électrique domestique en Europe) où 400 Hz (réseau électrique des bateaux, avions, batmobile...).

1.2.2 Effet du courant continu

Les effets du courant continus sont décrits en [figure 1.2](#).



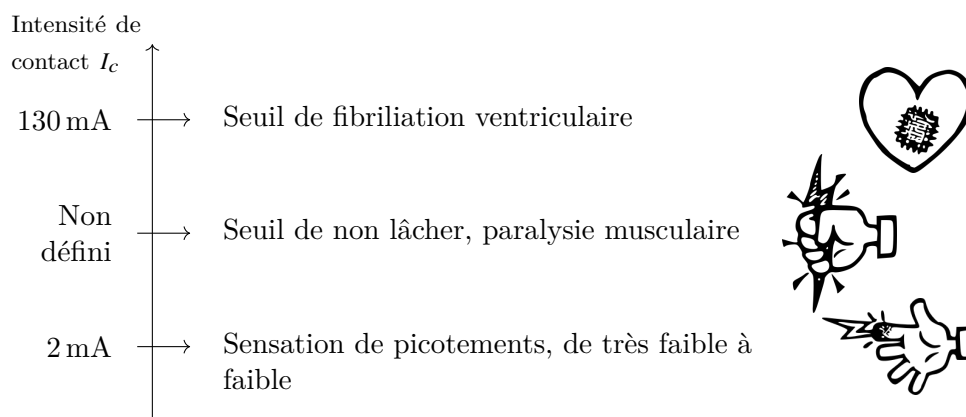


FIG. 1.2: Effets du courant continu sur le corps humain

- Il est moins difficile de lâcher les parties tenues à la main sous un courant continu ;
- Le seuil de fibrillation ventriculaire est plus élevé.

1.3 Paramètres influençant les risques électriques

L'intensité de contact I_c , la durée de contact t , la tension de contact U_c et la résistance du corps humain R sont autant de paramètres à prendre en compte lors de l'évaluation des risques électriques.

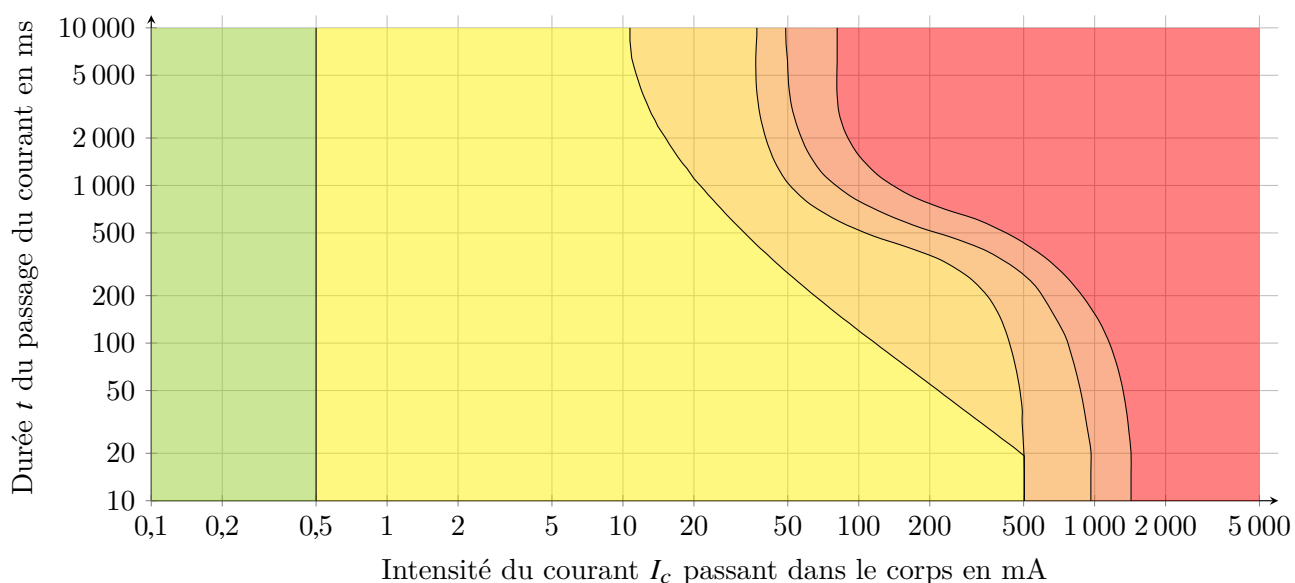


FIG. 1.3: Courbe de l'intensité de contact I_c en fonction du temps $t = f(I_c)$ ¹

- Aucune réaction physiologique ;
- Aucun effet physiologique dangereux ;
- Aucun dommage corporel. Possibilité de difficultés respiratoires et de contractions musculaires, de troubles réversibles de la formation et de la conduite des impulsions cardiaques (y compris fibrillation des oreillettes et arrêts cardiaques momentanés sans fibrillation ventriculaire). Phénomènes augmentant proportionnellement avec l'intensité du courant i_c et le temps t d'exposition ;
- Même effets que ceux de la zone orange avec une probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant jusqu'à 5%. Possibilité d'effets physiopathologiques, tels qu'un arrêt cardiaque,



un arrêt respiratoire ou des brûlures, augmentant proportionnellement avec l'intensité du courant i_c et le temps t d'exposition ;

- Même effets que ceux de la zone ■ avec une probabilité de fibrillation ventriculaire augmentant jusqu'à 50%. Possibilité d'effets physiopathologiques, tels qu'un arrêt cardiaque, un arrêt respiratoire ou des brûlures, augmentant proportionnellement avec l'intensité du courant i_c et le temps t d'exposition ;
- Même effets que ceux de la zone ■ avec une probabilité de fibrillation ventriculaire dépassant 50%. Possibilité d'effets physiopathologiques, tels qu'un arrêt cardiaque, un arrêt respiratoire ou des brûlures, augmentant proportionnellement avec l'intensité du courant i_c et le temps t d'exposition.

Si une personne subit un choc électrique sans en succomber, il s'agit d'une *électrisation*. Si la personne décède suite au choc électrique, il s'agit d'une *électrocution*.

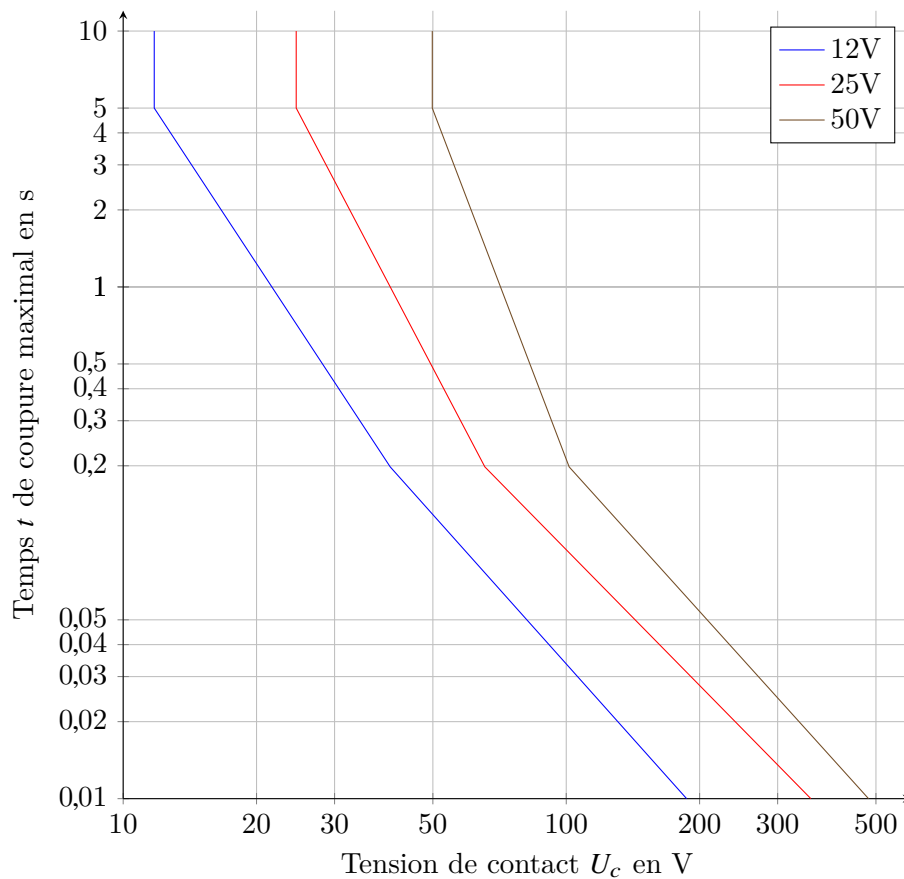


FIG. 1.4: Courbe de la tension de contact U_c en fonction du temps de coupure maximal $t = f(U_c)$

La peau constitue l'isolant contre la pénétration du courant dans le corps humain, et sa résistance électrique varie selon son état de surface et son épaisseur. Pour une peau sèche et fine, on peut estimer que la barrière isolante cède au-delà d'une tension d'environ 50 V, et le courant pourra dès lors pénétrer de manière plus importante dans le corps humain.

En règle générale, on considère la résistance moyenne du corps humain entre $300\ \Omega$ et $1000\ \Omega$ mais cela peut varier selon les conditions de contact.³



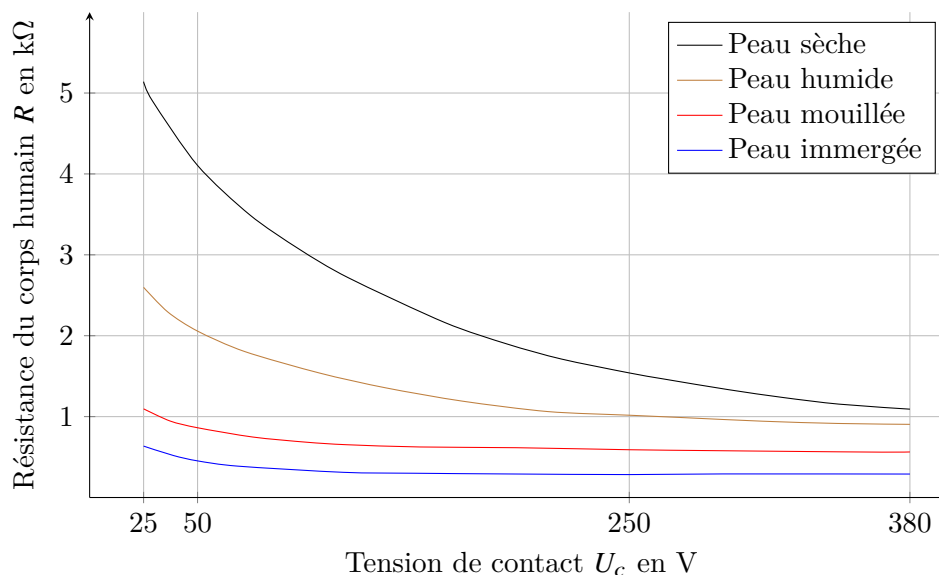


FIG. 1.5: Courbe de la tension de contact U_c en fonction de la résistance du corps humain $R = f(U_c)$

1.4 Nature des contacts

1.4.1 Contact direct

1.4.1.1 Définition

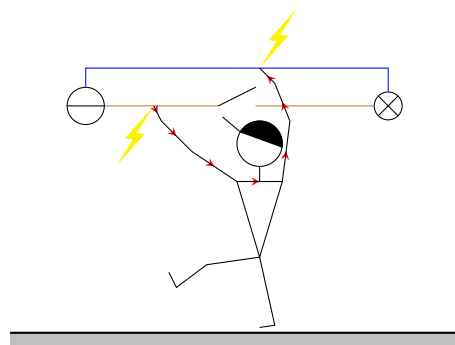
Contact des personnes avec les parties actives du matériel électrique (pièces ou conducteurs sous tension). La personne rentre en contact direct avec un élément sous tension suite à une négligence ou un non-respect des consignes de sécurité. Dans ce cas, l'électrocution ou l'électrisation sont la conséquence de cette maladresse ou négligence.

1.4.1.2 Catégories

Contact entre deux phases ou la phase et le neutre

Contact le moins fréquent mais le plus dangereux car la résistance pied/sol n'intervient pas. La personne qui touche les deux est alors soumise à la tension simple V ou composée U du réseau. La résistance globale du corps devient alors très faible et le courant en est d'autant plus élevé.

Dans ce cas, le corps humain se comporte comme un récepteur et aucun appareil de coupure ne peut détecter ce contact comme provoquant un défaut, seule une intervention externe pourra couper le courant.



Si la personne est soumise à une tension de contact U_c de 230 V et que l'on estime la résistance résultante R des résistance main/fil + résistance des bras à environ 1,5 kΩ, on peut calculer l'intensité du courant traversant le corps comme suit :



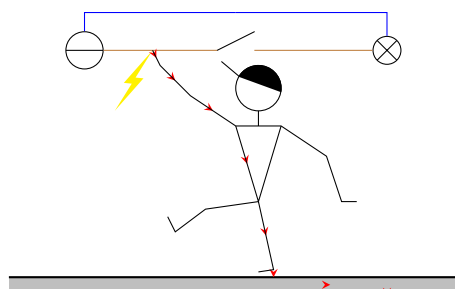
$$\begin{aligned}
 I &= \frac{U_c}{R} \\
 &= \frac{230}{1500} \\
 &= 150 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

En se référant au tableau [figure 1.3 page 3](#), on peut constater que le temps de réaction de coupure (venant d'une intervention externe) doit être très court. Effectivement, après une seconde, le risque de fibrillation ventriculaire dépasse déjà les 50%, ce qui augmente sensiblement le risque d'arrêt cardiaque.

Contact entre la phase et la terre Contact relativement plus fréquent et moins dangereux que le précédent car la résistance pied/sol et la détection de courant de fuite interviennent. Ce contact direct est rendu possible lorsque le neutre est relié à la terre (*régime TT* et *régime TN*) et soumet la personne à la tension simple V du réseau.

La résistance pied/sol augmente donc la résistante résultante R comprenant donc la résistance main/fil + résistance des bras + résistance pied/sol. Si l'on estime cette résistance à $16 \text{ k}\Omega$ et que l'on conserve la tension de contact U_c de 230 V , on peut calculer l'intensité du courant traversant le corps comme suit :

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{U_c}{R} \\
 &= \frac{230}{16000} \\
 &= 14,4 \text{ mA}
 \end{aligned}$$



En se référant au tableau [figure 1.3 page 3](#), on peut constater cette fois-ci que la situation présente moins de danger que précédemment si le contact ne dépasse toutefois pas les deux secondes. Cette résistance dépend évidemment de la nature des semelles, et dans le cas où la personne serait pied nu, la résistance pied/sol baissera au point de considérer le contact comme un contact phase/neutre.

Dans cette configuration-là, le corps entraîne également une fuite du courant électrique vers la terre. Cette spécificité est exploitée par un appareil de protection dédié à la détection de fuite de courant, le dispositif différentiel résiduel (DDR), ou différentiel.



1.4.1.3 Protection contre les contacts directs

TAB. 1.2: Moyen de protection contre les contacts directs

Catégorie	Principe	Moyen
Contact phase/neutre	Mise hors de portée des pièce sous tensions	– Capotage, isolement, mise sous enveloppe... ; – Respect de l'indice de protection (IP) minimal ¹ .
	Utilisation d'une tension non dangereuse	Alimentation des circuits en TBT ²
Contact phase/neutre et phase/terre	Isolement par rapport au réseau TT	Transformateur d'isolement ³
	Contrôle du courant de fuite I_f (ne devant pas dépasser quelques dizaines de mA)	DDR de basse sensibilité (10 mA ou 30 mA ⁴)

¹ Informations complémentaires sur les IP en sous-section A.4.2 page 15 ;
² Informations complémentaires sur les différentes TBT en sous-section A.4.1 page 13 ;
³ Informations complémentaires sur le transformateur d'isolement en ?? page ?? ;
⁴ Détails sur le DDR en .

1.4.2 Contact indirect

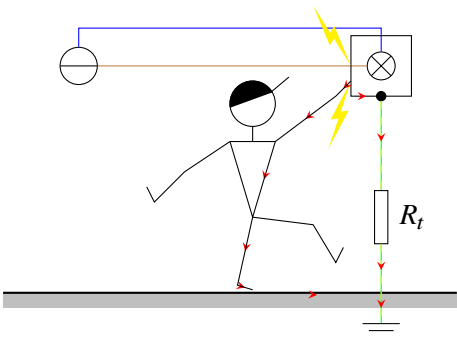
1.4.2.1 Définition

Contact indirect Contact des personnes avec les masses métalliques mises accidentellement sous tension, généralement suite à un défaut d'isolement (déconnexion des fils, vieillissement ou rupture des isolants...). Dans ce cas, la responsabilité de la personne n'est pas mise en jeu et l'électrisation (et électrocution) est la conséquence d'un défaut imprévisible.

Masse Partie conductrice susceptible d'être touchée et manipulée par une personne et normalement isolée des éléments sous tension, qui peut toutefois être accidentellement portée à un potentiel dangereux.

1.4.2.2 Principe

Ce type de contact peut apparaître lorsque le neutre est relié à la terre (*régime TT* et *régime TN*) et qu'une masse métallique est mise accidentellement sous tension. Si cette masse est reliée à la terre, un courant de fuite I_f va faire son apparition et sera potentiellement détecté par un DDR selon sa sensibilité, si celui-ci est présent et fonctionnel. À cause de la résistance de la prise de terre R_t , le courant de fuite I_f et le potentiel des masses métalliques augmenteront progressivement avec le temps.



Le risque devient de plus en plus élevé, d'autant que le contact indirect est accidentel et les masses métalliques généralement manipulées franchement. À cela s'ajoute le fait que les conditions de contact peuvent également être défavorables (zones humides, pieds nus...), ce qui peut augmenter dangereusement l'intensité du courant traversant le corps.



1.4.2.3 Protection contre les contacts indirects

Il existe différents moyens de protections contre les contacts indirects qui varient selon les *schémas de liaison à la terre* (SLT), qui seront détaillé en ?? page ?. Le principal moyen pour ce faire en régime TT et TN est d'installer un DDR, associé obligatoirement à une *prise de terre* du transformateur de l'installation électrique et une *mise à la terre* (MALT) des matériels et structures conducteurs susceptibles d'être accidentellement mis sous tension. Ces deux spécificités de l'installation électrique permettront au courant de s'échapper vers la terre via la mise à la terre et former une boucle jusqu'à la prise de terre. Cela formera une boucle de *courant de défaut* I_d qui sera détecté par le DDR, qui, selon le type de protection exigé, jouera un rôle de protection des personne (signalement de défaut et/ou coupure de l'installation en défaut).

En *régime IT*, la protection contre les contacts indirects s'effectue de manière similaire mais elle est supervisée par un service technique.

L'usage d'appareils électriques de classe II ou III est également un autre moyen de protection contre les contacts indirects. Plus de détails sur ces différentes solutions en [section A.5 page 23](#).



Annexes



A Informations complémentaires sur les dangers de l'électricité

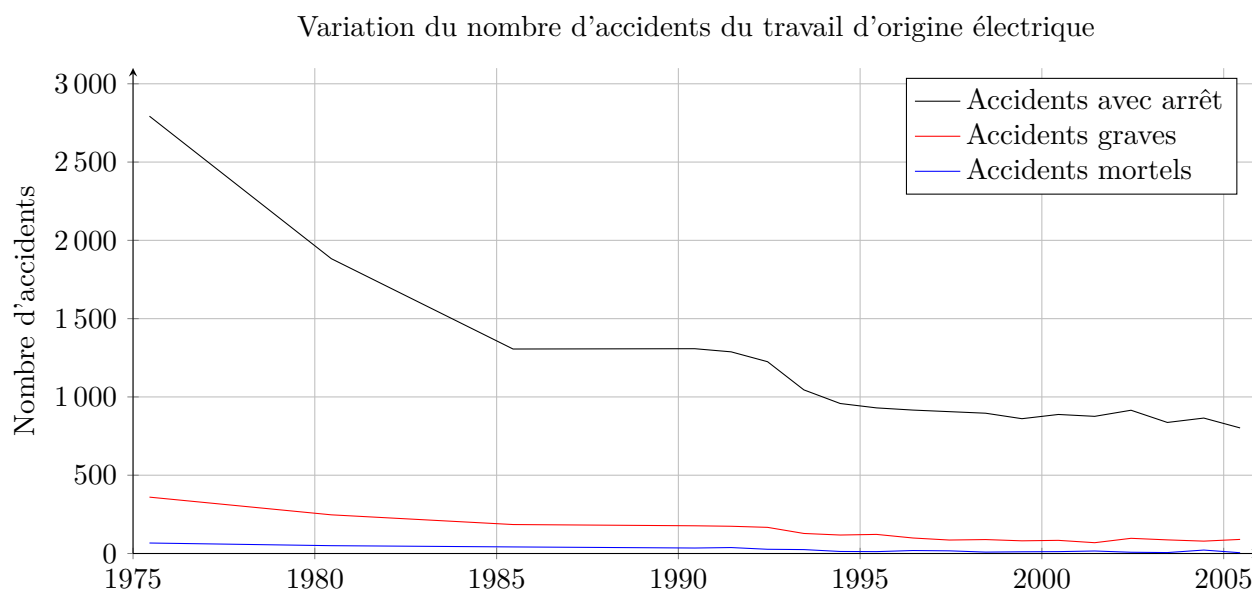
Cette annexe regroupe des données complémentaires mentionnées dans le [chapitre 1 page 1](#). Il n'est pas nécessaire de les retenir par cœur mais ces informations constituent un support appréciable pour toute précision concernant ce chapitre.

A.1 État des lieux de la prévention des risques électriques

A.2 Statistiques

A.2.1 Accidents d'origine électrique

Les accidents du travail d'origine électrique diminuent depuis la mise en place du décret du 14 novembre 1962 qui attribue à la protection des travailleurs contre les dangers de l'électricité. Entre 1962 et 2000, le nombre d'incidents a baissé de 74%.



A.2.2 Secteurs les plus atteints

Durant l'année 2008, on dénombrait 771 accidents d'origine électrique. Les secteurs les plus touchés sont :

- 30%** : bâtiment et travaux publics,
- 17%** : métallurgie,
- 16%** : service et travail temporaire,
- 11%** : alimentation.



A.2.3 Facteurs principaux

Les principaux facteurs ayant causé l'accident sont :

31% : mode opératoire inapproprié ou dangereux ;

15% : application incomplète ;

12% : formation insuffisante ;

12% : état du matériel ;

11% : état du sol.

A.2.4 Type de contact

75% : contact direct ;

20% : contact indirect ;

5% : non précisé.

A.2.5 Type de dommages

Ces statistiques sur plusieurs années sont relativement constantes. Elles précisent que :

60% : brûlures ;

≈ **33%** : localisation multiples (les yeux, les membres supérieurs et les mains sont les plus touchés) ;

5% : lésions internes.

A.2.6 Conclusion

On peut conclure de ces statistiques que depuis une trentaine d'années, le nombre d'accidents dus à l'électricité :

- diminue régulièrement ;
- demeurent particulièrement graves.

Le risque d'accidents est certes mieux maîtrisé qu'auparavant mais il reste toujours présent.

A.3 Différents effets du courant électriques

A.3.1 Effet thermique

Il est admis que les brûlures électriques peuvent apparaître à des intensités relativement faibles ($\approx 10\text{ mA}$), si le contact est maintenu quelques minutes

A.3.2 Effet téтанisant

Lorsque la tension est alternatif, les muscles se situant sur le trajet du courant électrique se contractent. Cet effet, surtout s'il s'agit des muscles de la main, peuvent empêcher tout dégagement volontaire de la victime. Pour l'extraire de cette situation, il convient de stopper le contact crispé en la poussant à l'aide d'un objet non conducteur.

A.3.3 Effets respiratoires et circulatoires

Les muscles respiratoires pouvant également être crispés par le courant, il suffit de 60s pour bloquer la respiration. Cela provoque une asphyxie, appelée également *syncope blanche*.

Une fibrillation ventriculaire se manifeste également pour les mêmes ordres de grandeurs. C'est le résultat de la contraction anarchiques des fibrilles du muscle cardiaque. Ces battements du cœur



rapides et désordonnés ne permettent plus d'assurer une circulation sanguine adéquate et provoque ainsi une syncope cardiaque, appelée aussi *syncope blanche*. Une défibrillation devient indispensable pour stopper cet effet du courant.

Au-delà d'un 1 A, le courant entraîne un arrêt cardiaque par asystolie, une absence de battements cardiaques sur laquelle une défibrillation n'est pas recommandée.

Les lésions cardiaques diffèrent selon certains paramètres, ces informations peuvent aider les premiers secours à axer leurs interventions en situation d'extrême urgence :

basse tension : effet excito-moteur et fibrillation ventriculaire ;

haute tension : effet joule et asystolie ;

foudre : sidération myocardique (dysfonction des contractions du cœur difficilement prise en charge).

Lors de la prise en charge d'un patient électrisé, il convient de bien suivre celui-ci sur plusieurs jours car les risques de malaises cardiaques dus au choc électrique peuvent ressurgir durant une période plus ou moins longue selon les conditions d'électrisation.

A.4 Descriptifs des moyens de protections contre les contacts directs

Les différents moyens de protections sont ici décrits en profondeur à titre informatif.

A.4.1 Très basse tension

Il existe trois types de TBT selon la classification du lieu et la nature du courant.

A.4.1.1 Principe

Très Basse Tension de Sécurité (ou Séparation) Alimentation basse tension ou il n'existe aucun point commun entre le primaire et le secondaire du transformateur, utilisée pour alimenter des appareillages situés dans des locaux humides.

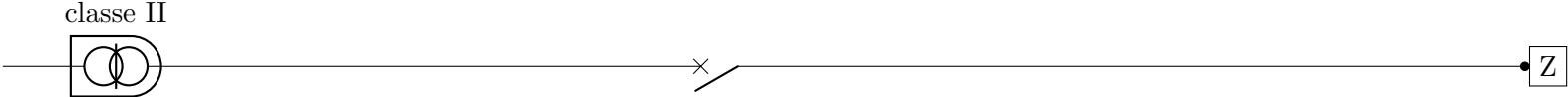
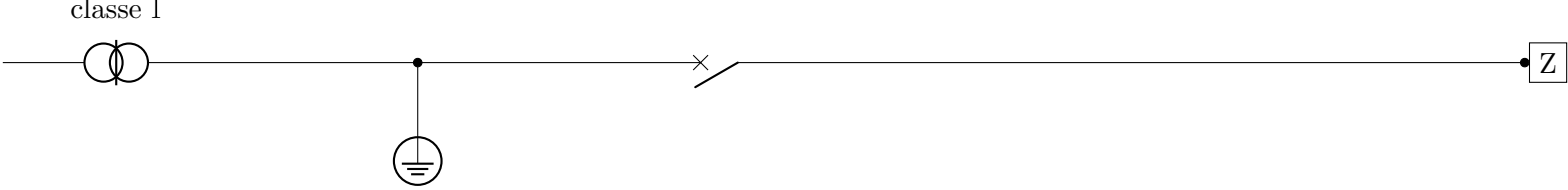
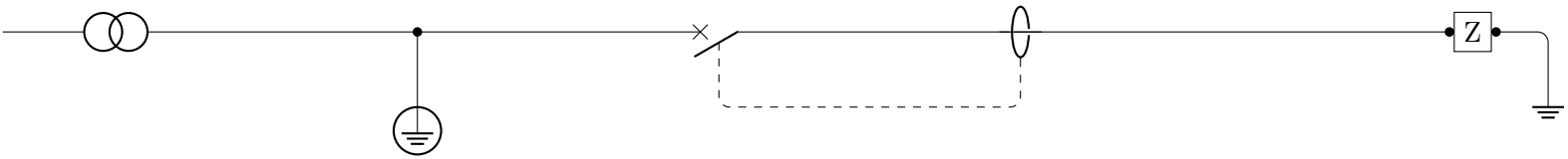
Très Basse Tension de Protection Alimentation basse tension ou il existe un point commun entre le commun du secondaire et le conducteur de protection, utilisée pour alimenter des machines-outils et automatisme. La liaison du commun au conducteur de protection du secondaire permet d'éviter les mises en marche intempestives pouvant survenir après deux défauts de masse consécutifs dans une commande de machine (alimentation possible d'une bobine de contacteur via la carcasse de l'armoire de commande).

Très Basse Tension Fonctionnelle Alimentation basse tension ou il existe plusieurs points communs entre le primaire et le secondaire du transformateur (autotransformateur), utilisée pour alimenter des appareillages ne requérant pas d'exigences de sécurité autre qu'une tension nominale de fonctionnement spécifique.

A.4.1.2 Architecture



TAB. A.1: Types de Très Basse Tension

Domaine de tension	Alimentation	Liaison à la terre	Sectionnement et protection contre les court-circuits	Protection contre les contacts indirects	Protection contre les contacts directs	Récepteur
TBTS (Très Basse Tension de Sécurité)	Transformateur de sécurité conforme à la norme NF C 52 742	Interdite	De tous des conducteurs actifs	Non	Non	
	<div> <div>classe II</div>  </div>					
TBTP (Très Basse Tension de Protection)	Transformateur de sécurité conforme à la norme NF C 52 742	Conducteur actif relié à la terre	De tous des conducteurs actifs	Non	Non	
	<div> <div>classe I</div>  </div>					
TBTF (Très Basse Tension de Fonctionnelle)	Transformateur de sécurité d'origine indéterminée	Conducteur actif relié à la terre	De tous des conducteurs actifs	Oui (DDR)	Oui (appareil IP2X)	
						

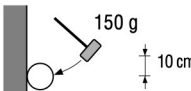
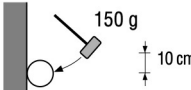
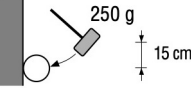
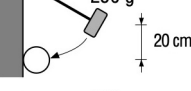
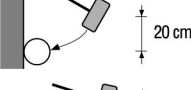

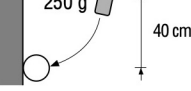
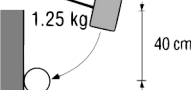
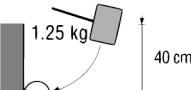
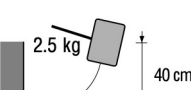
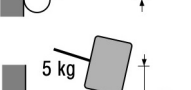


A.4.2 Indice de protection

L'indice de protection (IP) est composé de deux chiffres (et parfois d'une ou deux lettres) et caractérise le degré de protection procuré par une enveloppe contre la pénétration de corps étrangers (1^{er} chiffre) et d'eau (2^e chiffre). Cet indice est souvent accompagné d'un indice contre les chocs mécaniques IK.

Lorsqu'un des deux indice n'est pas déterminé, il est remplacé par la lettre " x ".

TAB. A.2: Descriptif de l'indice contre les chocs mécaniques IK

IK	Tests	Énergie	AG ¹	Ancien IP
00		0 J		0
01		0,15 J		
02		0,20 J	AG1	1
03		0,35 J		
04		0,50 J		3
05		0,70 J		
06		1 J		
07		2 J	AG2	5
08		5 J	AG3	
08		5 J	AG3	
09		10 J	AG3	
10		20 J	AG4	

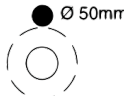
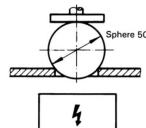


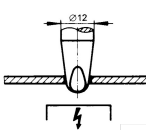
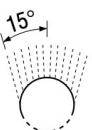
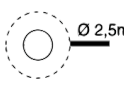
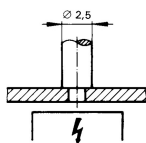
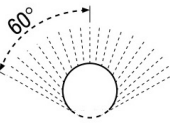
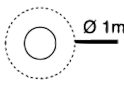
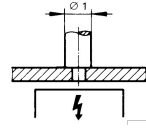


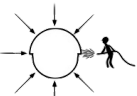

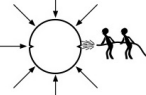
¹ Correspondances avec le code AG de la classification des influences externes issu de la norme NF C 15-100.

TAB. A.3: Lettre additionnelle sur les informations supplémentaires

Lettre	Signification
f	Résistant aux huiles
H	Appareil à haute tension
M	Appareil en déplacement durant le test à l'eau
S	Appareil immobile durant le test à l'eau
W	Conditions environnementales spécifiées

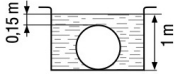
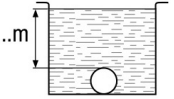


TAB. A.4: Descriptif des indices de protection

Protection contre les corps solides		Lettre additionnelle Contact direct avec les parties dangereuses		Protection contre les liquides			
0	Aucune protection			0	Aucune protection		
1	 $\varnothing 50\text{mm}$	Protégé contre les corps solides $\varnothing \geq 50\text{ mm}$	A 	Le dos de la main reste éloigné des parties dangereuses.	1		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)
2	 $\varnothing 12,5\text{mm}$	Protégé contre les corps solides $\varnothing \geq 12,5\text{ mm}$	B 	L'introduction d'un doigt ne permet pas de toucher les parties dangereuses.	2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale
3	 $\varnothing 2,5\text{mm}$	Protégé contre les corps solides $\varnothing \geq 2,5\text{ mm}$	C 	L'introduction d'un outil ne permet pas de toucher les parties dangereuses.	3		Protégé contre l'eau de pluie jusqu'à 60° de la verticale
4	 $\varnothing 1\text{mm}$	Protégé contre les corps solides $\varnothing \geq 1\text{ mm}$	D 	L'introduction d'un outil fin ne permet pas de toucher les parties dangereuses.	4		Protégé contre les projections d'eau dans toutes les directions
5		Protégé contre la poussière (pas de dépôt nuisible)			5		Protégé contre les jets d'eau dans toutes les directions à la lance
6		Totalement protégé contre la poussière			6		Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer

Page suivante



Protection contre les corps solides	Lettre additionnelle Contact direct avec les parties dangereuses	Protection contre les liquides
		<div>7</div> <div></div> <div>Protégé contre les effets d'une immersion temporaire dans l'eau</div>
		<div>8</div> <div></div> <div>Protégé contre les effets d'une immersion prolongée dans l'eau dans des conditions spécifiées</div>
		<div>9</div> <div></div> <div>Protégé contre les jets d'eau haute pression et haute température mais pas nécessairement submersible</div>

A.4.2.1 Classification des locaux selon l'IP

Selon les locaux à équiper, leurs emplacements et les conditions particulières d'installation, la norme NF C 15-100 indique une protection minimale spécifiée par les indices IP et IK.

TAB. A.5: Classification des locaux

Type de local	IP	IK	Type de local	IP	IK
Locaux (ou emplacements) domestiques et analogues			Locaux (ou emplacements) domestiques et analogues		
Auvents	24	07	Sous-sols	21	02/07
Bains (salle de)	(voir salles d'eau)		Terrasses couvertes	21	02
Bicyclettes, cyclomoteurs, voitures pour enfants (locaux pour)	20	07	Toilettes (cabinets de)	21	02
Branchement eau, égout, chauffage	23	02	Vérandas	21	02
Buanderies	23	02	Vides sanitaires	23	02-07
Caves, celliers, garage, local avec chaudière	20	02-07	Locaux techniques		
Chambres	20	02	Accumulateurs (salles d')	23	02-07
Collecte des ordures (locaux pour)	25	07	Ascenseurs (locaux des machines et locaux des poulies)	20	07-08
Couloirs de cave	20	07	Service électrique	20	07
Cours	24-25	02-07	Salles des commandes	20	02
Cuisines	20	02	Ateliers	21-23	07-08
Douches	(voir salles d'eau)		Laboratoires	21-23	02-07
Escaliers intérieurs, coursives intérieures	20	02-07	Laveurs de conditionnement d'air	24	07
Escaliers extérieures, coursives extérieures non couvertes	24	07	Garages (servant exclusivement au stationnement des véhicules) d'une surface n'excédant pas 100 m ²	21	07
Coursives extérieures couvertes	21	02	Laveurs de conditionnement d'air	24	07
Greniers (combles)	20	02	Machines (salles de)	31	07-08
Abris de jardins	24-25	02-07	Surpresseurs d'eau	23	07-08
Lieux d'aisances	20	02	Chaudières et locaux annexes :		
Locaux à poubelles	25	02-07	à charbon	51-61	07-08
Lingerie, salles de repassage	21	02	autres combustibles	21	07-08
Rampes d'accès au garage	25	07	électriques	21	07-08
Salles d'eau, locaux contenant une baignoire ou une douche :			Garages et parcs de stationnement couverts d'une surface supérieure à 100 m ²		
volume 0	27	02	Aires de stationnement	21	07-20
volume 1	24	02	Zones de lavage (à l'intérieur du local)	25	07
volume 2	23	02	Zones de sécurité :		
volume 3	21	02	à l'intérieur	21	07
Salles de séjour	20	02	à l'extérieur	24	07
Séchoirs	21	02	Zones de graissage	23	08

Colonne suivante

Page suivante



<i>Page précédente</i>			<i>Colonne précédente</i>		
Type de local	IP	IK	Type de local	IP	IK
Garages et parcs de stationnement couverts d'une surface supérieure à 100 m ²			Locaux (ou emplacements) dans les exploitations agricoles		
Locaux de recharge de batteries	23	07	Bergeries fermées	35	07
Ateliers	21	08	Buanderies	24	07
Locaux sanitaires à usage collectif			Battages de céréales	50	07
Salles de lavabos individuels	21	07	Bûchers	30	10
Salles de WC à cuvettes (à l'anglaise)	21	07	Caves de distillation	23	07
Salles d'urinoirs	21	07	Chais (vin)	23	07
Salles de lavabos collectifs	23	07	Cours	35	07
Salles de WC à la turques, de douches à cabines individuelles, de douches collectives	23	07	Élevages de volailles	35	07
Buanderies collectives	24	07	Écuries	35	07
Bâtiments à usage collectif (autre que ERP)			Engrais (dépôts d')	50	07
Bureaux	20	02	Étables	35	07
Bibliothèques	20	02	Fumière	24	07
Salles d'archives	20	02	Fenils	50	07
Salles d'informatiques	20	02	Fourrage (entrepôts de)	50	07
Salles de dessin	20	02	Greniers, granges	50	07
Locaux regroupant les machines de reproduction de plans et de documents	20	02	Paille (entrepôts de)	50	07
Salles de tri	20	07	Serres	23	07
Salles de restaurant et de cantine, grandes cuisines	21	07	Silos à céréales	50	07
Salles de sports	21	07-08	Traies (salle de)	35	07
Locaux de casernement	21	07	Porcherie	35	07
Salles de réunion	20	02	Poulaillers	35	07
Salles d'attentes, salons, hall	20	02	Installations diverses		
Salles de consultation à usage médical, ne comportant pas d'équipements spécifiques	20	02	Terrains de camping et caravaning	34	07
Salles de démonstration et d'exposition	20	02	Quais de ports de plaisance	34	08
Locaux (ou emplacements) dans les exploitations agricoles			Chantiers	44	08
Alcools (entrepôts de)	23	07	Quais de chargement	35	08
			Rues, cours, jardins et autres emplacements extérieurs	34-35	07
			Établissement forains	33	08
			Piscines :		
			volume 0	28	02
			volume 1	25	02
			volume 2	22-24	02
			Saunas	34	02
			Bassins de fontaines	37	02
			Traitements des eaux (local de)	24-25	07-08
			Installations thermodynamiques, chambres climatisées et chambres froides		

Colonne suivante

Page suivante



Type de local	IP	IK	Type de local	IP	IK
Installations thermodynamiques, chambres climatisées et chambres froides			Établissements industriels		
Température < -10 °C	23	07	Charbon (entrepôts de)	54	08
Hauteur au dessus du sol :			Charcuteries	24	07
0 m à 1,10 m	24	07	Chaudronneries	30	08
1,10 m à 2 m	21	07	Chaux (fours à)	50	08
au-dessus de 2 m	21	07	Chiffons (entrepôts de)	30	07
sous l'évaporateur ou tube	21	07	Chlore (fabrication et dépôts)	33	07
écoulement d'eau	21	07	Chromage	33	07
Plafond et jusqu'à 10 cm en-dessous	23	07	Cimenterie	50	08
Compresseur :			Cokerie	53	08
local	21	08	Colle (fabrication de)	33	07
monobloc placé à l'extérieur	34	08	Chaines d'embouteillage	35	08
ou en terrasse			Combustibles liquides (dépôts de)	31-33	08
Établissements industriels			Corps gras (traitement de)	51	07
Abattoirs	55	08	Cuir (fabrication et dépôts de)	31	08
Accumulateurs (fabrication d')	33	07	Cuivre (traitement des minéraux)	31	08
Acide (fabrication et dépôts)	33	07	Décapage	54	08
Alcool (fabrication et dépôts)	33	07	Détergents (fabrication de produits)	53	07
Aluminium (fabrication et dépôts)	51-53	08	Distillerie	33	07
Animaux (élevage et engraissement)	45	07	Électrolyse	03	08
Asphaltes, bitume (dépôts d')	53	07	Encre (fabrication d')	31	07
Battage et cardage des laines	50	08	Engrais (fabrication et dépôts de)	53	07
Blanchisseries	23-24	07	Explosifs (fabrication et dépôts de)	55	08
Bois (travail du)	50	08	Fer (fabrication et traitement de)	51	08
Boucheries	24-25	07	Filatures	50	07
Boucheries	24-25	07	Fourrures (battage)	50	07
Brasseries	24	07	Fromageries	25	07
Briqueteries	53-54	08	Gaz (usines et dépôts de)	31	08
Caoutchouc (fabrication et transformation)	54	07	Goudron (traitement de)	33	07
Carbure (fabrication et dépôts)	51	07	Graineteries	50	07
Cartoucherie	53	08	Gravures de métaux	33	07
Cartons (fabrication de)	33	07	Huile (extraction de)	31	07
Carrières	55	08	Hydrocarbures (fabrication de)	33-34	08
Celluloïd (fabrication d'objets)	30	08	Imprimeries	20	08
Cellulose (fabrication)	34	08	Laiteries	25	07
			Laveries, lavoirs publics	25	07
			Liqueurs (fabrication de)	21	07



<i>Page précédente</i>			<i>Colonne précédente</i>		
Type de local	IP	IK	Type de local	IP	IK
Établissements industriels			Établissements industriels		
Liquides halogénés (emploi de)	21	08	Teintureries	35	07
Liquides inflammables (dépôts, ateliers ou l'on emploie des)	21	08	Textiles et tissus (fabrication de)	51	08
Magnésium (fabrication, travail et dépôts de)	31	07	Vernis (fabrication et application de)	33	08
Machines (salle des)	20	08	Verreries	33	08
Matières plastiques (fabrication de)	51	08	Zinc (travail du)	31	08
Menuiseries	50	08	Établissements recevant du public (ERP)		
Métaux (traitement de)	31–33	08	L Salles d'audition, de conférence, de réunion, de spectacles ou à usages multiples :		
Moteurs thermiques (essai de)	30	08	salles	20	02–07
Munitions (dépôts de)	33	08	cages de scènes	20	08
Nickel (traitement des minerais)	33	08	magasin de décors	20	08
Ordures ménagères (traitement d')	53–54	07	locaux des perruquiers et des cordonniers	20	07
Papiers (fabriques de)	33–34	07	M Magasins de vente, centres commerciaux :		
Papiers (dépôts de)	31	07	locaux de ventes	20	08
Parfum (fabrication et dépôts de)	31	07	stockages et manipulations de matériels d'emballages	20	08
Pâte à papiers (préparation de)	34	07	N Restaurants et débits de boissons	20	02
Peinture (fabrication et dépôts de)	33	08	O Hôtels et pensions de familles	20	02
Plâtre (broyage et dépôts de)	50	07	P Salles de danse et salles de jeux	20	07
Poudreries	55	07	R Établissements d'enseignement, colonies de vacances :		
Produits chimiques (fabrication de)	30–50	08	salles d'enseignement	20	02
Raffinerie de pétrole	34	07	dortoirs	20	07
Salaisons	33	07	S Bibliothèques, centres de documentation	20	02
Savons (fabrication de)	31	07	T Expositions :		
Scieries	50	08	halls et salles	21	07
Serrureries	30	08	locaux de réceptions de matériels et de marchandises	20	08
Silos à céréales ou à sucre	50	07	U Établissements sanitaires :		
Soies et crins (préparation de)	50	08	chambres	20	02
Soude (fabrication et dépôts de)	33	07	incinérations	21	07–08
Soude (traitement de)	51	07	blocs opératoires	20	07
Spiritueux (entrepôts de)	33	07			
Sucreries	55	07			
Tanneries	35	07			

Colonne suivante

Page suivante



Type de local	IP	IK	Type de local	IP	IK
Établissements recevant du public (ERP)			Locaux commerciaux, boutiques et annexes		
U	Établissements sanitaires : stérilisations centrali- sées	24-25 02-07	Boucherie :		
	pharmacies et labora- toires avec plus de 10 L de liquides inflamma- toires	21-23 02-07	Boutique	24	07
V	Établissement de cultes	20 02	Chambre froide	23	07
W	Administrations et banques	20 02	Boulangerie-pâtisserie (four- nil)	50	07
X	Établissements sportifs couverts : Salles	21 07-08	Brûlerie cafés	21	02
	Locaux contenant des installations frigori- fiques	21 08	Charbon, bois, mazout	20	08
Y	Musées	20 02	Charcuterie (fabrication de)	24	07
PA	Établissement de plein air	25 08-10	Confiserie (fabrication de)	20	02
CT	Chapiteaux et tentes	44 ⁽¹⁾ 08	Cordonnerie	20	02
SG	Structures gonflables	44 08	Crèmerie, fromagerie	24	02
PS	Parc de stationnement couvert	21 07-10	Droguerie, peinture (réserve de)	33	07
Locaux communs aux établissements recevant du public			Ébenisterie, menuiserie	50	07
	Dépôts, réserve	20 08	Exposition, galerie d'art	20	02-07
	Locaux d'emballage	20 08	Fleuriste	24	02
	Locaux d'archive et de sto- ckage	20 02	Fourrure	20	02
	Films et supports magné- tiques	20 08	Fruits et légumes	24	07
	Lingerie	21 02	Graineterie	50	07
	Blanchisseries	24 07	Librairie, papeterie	20	02
	Ateliers divers	21 07-08	Mécanique, accessoires de motos et vélos	20	08
	Cuisines (grandes) ²		Messageries	20	08
Locaux commerciaux, boutiques et annexes			Meuble (antiquités et bro- cantes de)	20	07
	Armuries (réserves et ateliers d')	31-33 08	Miroiterie (atelier de)	20	07
	Blanchisseries (laverie)	24 07	Papiers peints (réserve de)	21	07
			Parfumerie (réserve de)	31	02
			Pharmacie (réserve de)	20	02
			Photographie (laboratoire de)	23	02
			Plomberie et sanitaire (ré- serve de)	20	07
			Poissonnerie	20	07
			Pressing et teinturerie	23	02
			Quincaillerie	20	07
			Serrurerie	20	07-08
			Spiritueux, vins et alcools (caves de stockages de)	23	07
			Tapissier (cardage de)	50	07
			Tailleur, vêtement (réserve de)	20	02
			Toilette animaux, clinique vé- térinaire	35	07

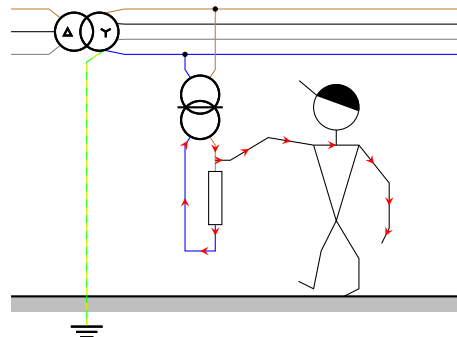
¹ IP24 - IK08 pour les luminaires ;² Se reporter au guide spécialisé UTE C15-201.

A.4.3 Transformateur d'isolement

Le *transformateur d'isolement* a pour but d'isoler l'utilisateur du réseau électrique. On le retrouve généralement dans les salles de bains d'ERP tels que les hôtels, intégré aux sèche-cheveux et rasoirs muraux.

Le secondaire de ce type de transformateur ne doit pas être relié à la terre et isolé *galvaniquement* du primaire, c'est-à-dire qu'il n'y a aucune liaison électrique entre les deux bobinages du transformateur. Le tout afin que le corps humain n'offre pas de chemin pour que le courant effectue une boucle et revienne au transformateur d'où il vient, la différence de potentiel entre la terre et les conducteurs de phase et neutre est alors nulle.

Cette situation est analogue à celle d'un oiseau perché sur une ligne électrique, tant qu'il ne touche pas deux conducteurs électriques en même temps, celui-ci ne risque rien.



A.5 Descriptifs des moyens de protection contre les contacts indirects

Pour protéger les biens et les personnes contre les contacts indirects, on associe trois spécificités de l'installation électrique qui sont la MALT des appareils et structures conductrices, la prise de terre de l'installation électrique et l'usage d'un DDR. Cette association, selon le type de branchement, formera les *schéma de liaison à la terre* (SLT), mais la classe des appareils électriques peut également constituer un moyen de protection contre les contacts indirects.

A.5.1 Mise à la terre des appareils et structures conductrices



Bibliographie

- [1] *Effets du courant sur les êtres humains et les animaux domestiques*. Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale. 1998-2016.
- [2] René BOURGEOIS et Denis COGNIEL. « Électrotechnique ». In : *Mémotech Plus*. Casteilla, 2005.
- [3] Arnaud DELAHAYE. « Électrisation ». In : *Congrès Aquitain de Médecine d'Urgence*. 2015.
- [4] Philippe JUGUET. *Guide des métiers de l'électrotechnique*. Ingerea, 2017. URL : <http://www.ingerea.com/GdME.html>.
- [5] Mickael PIEKARZ. *Prévention des risques électriques*. BAc Pro ELEEC. Lycée Jean-Caillaud, 2013. URL : http://ww2.ac-poitiers.fr/electrotechnique/sites/electrotechnique/IMG/pdf/prevention_des_risques_electriques.pdf.
- [6] Jean-Louis TIMIN. *Schéma de liaison à la terre*. CNED, 2003. URL : <http://jltimin.free.fr/TGE/cours/SLT.pdf>.
- [7] *Très Basses Tensions*. AFPA. 2000.
- [8] Théodore WILDI et Gilbert SYBILLE. « Électrotechnique ». In : *Physique*. De Boeck, 2014.

