



Collection technique

Cahier technique n° 166

Enveloppes et
degrés de protection

J. Pasteau



Les Cahiers Techniques constituent une collection d'une centaine de titres édités à l'intention des ingénieurs et techniciens qui recherchent une information plus approfondie, complémentaire à celle des guides, catalogues et notices techniques.

Les Cahiers Techniques apportent des connaissances sur les nouvelles techniques et technologies électrotechniques et électroniques. Ils permettent également de mieux comprendre les phénomènes rencontrés dans les installations, les systèmes et les équipements.

Chaque Cahier Technique traite en profondeur un thème précis dans les domaines des réseaux électriques, protections, contrôle-commande et des automatismes industriels.

Les derniers ouvrages parus peuvent être téléchargés sur Internet à partir du site Schneider Electric.

Code : <http://www.schneider-electric.com>

Rubrique : **Le rendez-vous des experts**

Pour obtenir un Cahier Technique ou la liste des titres disponibles contactez votre agent Schneider Electric.

La collection des Cahiers Techniques s'insère dans la « Collection Technique » de Schneider Electric.

Avertissement

L'auteur dégage toute responsabilité consécutive à l'utilisation incorrecte des informations et schémas reproduits dans le présent ouvrage, et ne saurait être tenu responsable ni d'éventuelles erreurs ou omissions, ni de conséquences liées à la mise en œuvre des informations et schémas contenus dans cet ouvrage.

La reproduction de tout ou partie d'un Cahier Technique est autorisée après accord de la Direction Scientifique et Technique, avec la mention obligatoire : « Extrait du Cahier Technique Schneider Electric n° (à préciser) ».

n° 166

Enveloppes et degrés de protection

Jean PASTEAU



Licencié en sciences physiques en 1959, il entre chez Merlin Gerin en 1962.

De 1983 à 1997, il a été délégué de Merlin Gerin dans les organismes techniques (CEI, UTE, CENELEC, CIGRE,...).

Depuis 1987, il est président du Comité d'Etudes 70 de la CEI chargé de la protection procurée par les enveloppes.

Il présida le groupe BTTF68-3 chargé d'élaborer la norme européenne concernant le code IK.

En 1997 il est récipiendaire de la médaille Kelvin de la CEI récompensant ses nombreuses activités en faveur de la Commission Electrotechnique Internationale.

Enveloppes et degrés de protection

La protection des personnes contre les contacts directs est exigée par certains règlements (en France le décret du 14 novembre 1988), et spécifiée par des normes d'installation électrique (en France NF C 15-100 et NF C 13-200).

D'autre part la protection des matériels contre certaines influences externes est souvent spécifiée dans les normes produits.

Dès lors, expliquer les degrés de protection que peuvent procurer les enveloppes, et comment les normes les codifient, est une information quasi indispensable à tous, prescripteurs, installateurs, exploitants et organismes de contrôle. Voilà pourquoi ce Cahier Technique a été écrit. Il remplace le Cahier Technique n° 6 écrit en 1982 et invalidé par la révision de la CEI 60529.

Sommaire

1 Introduction		p. 4
2 Généralités	2.1 Définitions	p. 5
	2.2 Utilisations d'une codification	p. 6
3 Le code IP	3.1 Généralités	p. 7
	3.2 Premier chiffre	p. 7
	3.3 Deuxième chiffre	p. 8
	3.4 Lettre additionnelle	p. 10
	3.5 Lettre supplémentaire	p. 10
4 Le code IK	4.1 Introduction	p. 11
	4.2 Degrés de protection	p. 11
5 Application à la conception des matériels électriques		p. 13
6 Conclusion		p. 14
Annexe : équivalences entre les anciens troisièmes chiffres du code IP français et le code IK		p. 15
Bibliographie		p. 16

1 Introduction

Il ne suffit pas qu'un matériel réponde aux exigences fonctionnelles qui lui sont assignées. Il faut aussi le protéger contre les influences externes qui pourraient lui être nuisibles, et s'assurer qu'il n'est pas dangereux pour son utilisateur ou pour son environnement.

Différents moyens peuvent être utilisés, séparément ou en combinaison, pour satisfaire cette dernière exigence. Ils se ramènent tous à l'une des méthodes suivantes :

- la mise hors de portée par éloignement en hauteur ou horizontalement par exemple au moyen d'un obstacle,
- l'isolation solide totale utilisée en particulier pour les câbles mais qui s'applique mal lorsqu'il y a des pièces en mouvement,
- la mise sous enveloppe, objet de ce cahier.

Cette dernière méthode présente l'avantage de permettre de répondre facilement à l'autre exigence, la protection du matériel contre certaines influences telles que :

- la pénétration de corps étrangers qui viendraient perturber le fonctionnement mécanique ou électrique. On trouve parmi eux aussi bien le sable et la poussière que les petits animaux et les insectes volants ou rampants,
- eau et autres liquides qui viendraient altérer les isolations et provoquer des dégradations,
- impacts mécaniques qui pourraient déformer ou briser des parties fragiles,
- gaz corrosifs de l'environnement,

- champs électromagnétiques rayonnés,
- radiations diverses, dont la lumière.

Constituant un support, l'enveloppe permet aussi de réaliser des ensembles d'appareils complémentaires et coordonnés. C'est donc la méthode de protection la plus répandue. Elle est utilisée aussi bien pour des matériels électroniques ou informatiques que pour des matériels électro-domestiques ou pour des équipements à basse ou à haute tension ou pour des machines tournantes. L'enveloppe peut être partie intégrante du matériel ou construite séparément et vendue vide à un tableautier. Elle peut être faite de différents matériaux : métallique ou synthétique, isolant ou conducteur.

Pour faciliter les relations entre constructeurs, utilisateurs et législateurs, les normes définissent la terminologie, les caractéristiques et les moyens de vérification d'un produit, d'un service ou d'une installation. Pour la protection procurée par les enveloppes c'est ce que font les publications 60529 de la CEI et 50102 du CENELEC (voir, dans la bibliographie, les correspondances avec les normes françaises). Il faut tout de suite remarquer que ces normes définissent les protections que peuvent procurer les enveloppes et non les tenues des enveloppes elles-mêmes. Ces normes dites « horizontales » ne s'appliquent que lorsque la norme du produit considéré, ou la spécification particulière s'y réfère. Par extension, les degrés de protection sont aussi utilisés pour caractériser des barrières.

2 Généralités

2.1 Définitions

Pour saisir la portée réelle des normes, il est indispensable de se reporter aux définitions du vocabulaire utilisé, définitions elles-mêmes normalisées pour un domaine considéré. Voici donc quelques termes utilisés lorsqu'il est question de protection par enveloppe de matériel électrique. Etant donné les nombreux échanges internationaux, les termes correspondants en anglais sont également donnés. La référence qui les suit parfois est le repère du terme dans le Vocabulaire Electrotechnique International (VEI).

■ Enveloppe (enclosure) VEI 826-03-12
« Élément assurant la protection des matériels contre certaines influences externes et, dans toutes les directions, la protection contre les contacts directs ».

La CEI 60529 ajoute les notes suivantes :
« 1) les enveloppes assurent la protection des personnes et des animaux contre l'accès aux parties dangereuses,

2) les barrières, formes d'ouverture ou tous autres moyens – qu'ils soient solidaires de l'enveloppe ou formés par le matériel interne – appropriés pour empêcher ou limiter la pénétration des calibres d'essai spécifiés sont considérés comme une partie de l'enveloppe, sauf s'il est possible de les enlever sans l'aide d'une clé ou d'un outil ».

Les **figures 1 et 2** illustrent cette définition.

Ainsi les enveloppes protègent contre les contacts directs. Leur réalisation peut aussi contribuer à la protection contre les contacts indirects lorsque la continuité des masses est assurée.

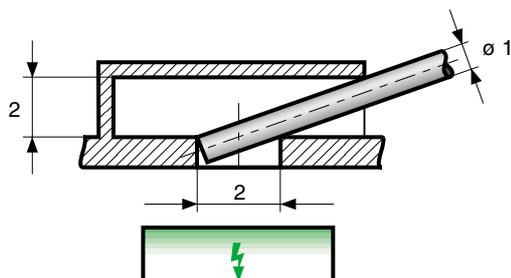


Fig. 1 : un cache fixé devant une ouverture empêche le passage de la pince ou « calibre d'essai » de $\varnothing 1$ mm, d'où un degré de protection IP3XD (selon la norme CEI 60529).

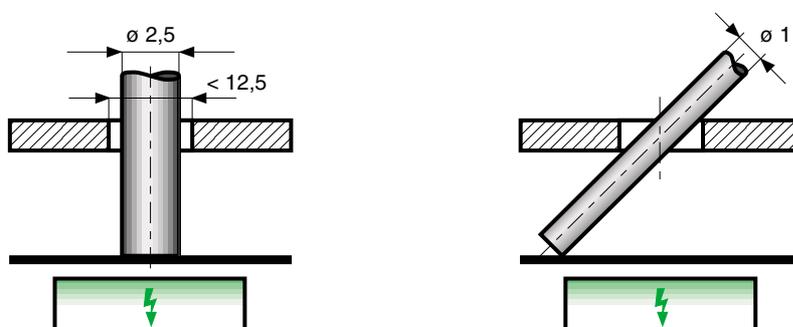


Fig. 2 : un panneau fixe, à l'intérieur de l'enveloppe, empêche le passage des pinces ou « calibres d'essai » de $\varnothing 2,5$ mm et de $\varnothing 1$ mm, d'où un degré de protection IP2XD (selon la norme CEI 60529).

■ Degré de protection (degree of protection)
« Etendue (niveau) de protection procurée par une enveloppe contre une action particulière et vérifiée par des méthodes d'essais normalisées ».

■ Partie dangereuse (hazardous part)
« Partie qu'il est dangereux d'approcher ou de toucher ».

Il peut s'agir de n'importe quel danger : électrique (haute et basse tension), mécanique, thermique, ou autre.

■ Distance suffisante (adequate distance)
« Distance empêchant qu'un calibre d'accessibilité touche ou approche les parties dangereuses ».

Cette distance varie avec la tension interne du matériel.

■ Calibre d'accessibilité (access probe)

« Calibre d'essai simulant **de manière conventionnelle** une partie d'une personne ou d'un outil, ou objet analogue, tenu par une personne afin de vérifier la distance suffisante des parties dangereuses ».

Il faut noter ici le caractère conventionnel de la représentation d'une partie du corps. Le « doigt d'épreuve articulé » ne prétend pas représenter les phalanges les plus longues ni les plus étroites ; c'est seulement le nom d'un calibre d'essai représentant un doigt de façon typique.

Si une protection plus fine est recherchée, il convient d'utiliser un degré supérieur.

Ce type de calibre est utilisé pour vérifier la protection des personnes. Le critère de satisfaction à un essai avec un tel calibre est que celui-ci, s'il pénètre partiellement, reste à « distance suffisante ».

■ Calibre-objet (object probe)

« Calibre d'essai simulant un corps étranger, afin de vérifier la possibilité de pénétration dans une enveloppe ».

L'essai est satisfaisant si un tel calibre ne pénètre pas au delà de son plus grand diamètre, comme un calibre d'alésage.

■ Appareillage (switchgear and controlgear)
VEI 441-11-01

« Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage, qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondantes ».

■ Ensemble sous enveloppe (enclosed assembly) VEI 441-12-02

« Ensemble comportant une paroi sur toutes ses faces latérales, supérieure et inférieure, de façon à assurer un degré de protection spécifié ».

2.2 utilisations d'une codification

Selon le Petit Robert, codifier signifie « Réunir des dispositions légales dans un code », mais aussi « rendre rationnel, ériger en système organisé ». Les deux acceptions du terme sont valables ici.

La codification permet de représenter par un symbole alphanumérique des propriétés en référence à leurs définitions et à leur vérification.

Elle peut être utilisée dans diverses directions :

■ pour spécifier des niveaux d'exigences. C'est le cas des réglementations sur la protection du public ou des travailleurs. C'est aussi le cas de

certaines normes d'installation pour un environnement donné ; ce peut aussi être le cas de spécification particulière d'un utilisateur.

■ par un constructeur pour décrire des propriétés de son matériel.

Certaines normes de produit donnent ainsi un choix de degrés de protection à utiliser dans une direction ou dans l'autre.

En ce qui concerne la protection procurée par les enveloppes de l'appareillage électrique, la normalisation internationale définit actuellement deux codes : le code IP et le code IK.

3 Le code IP

3.1 Généralités

Le code IP est décrit par la publication 60529 de la Commission Electrotechnique Internationale. IP signifie « International Protection ». Ce code permet de décrire les degrés de protection procurés par les enveloppes contre l'approche de parties dangereuses, la pénétration de corps solides étrangers et contre les effets nuisibles de l'eau, au moyen des chiffres et des lettres décrits ci-dessous.

Ce code normalisé est destiné à être utilisé par les normes de produits. Il peut aussi être utilisé pour caractériser une enveloppe vide, mais alors des difficultés d'interprétation peuvent surgir :

- où doivent être situées les parties dangereuses pour être « à distance suffisante » ?
- où l'eau ou la poussière peuvent-elles se déposer sans nuire au bon fonctionnement du matériel ?

En fait les degrés de protection ne seront requis que lorsque l'enveloppe sera en service avec du matériel à l'intérieur. L'incorporateur a donc la responsabilité de la conformité à la norme du produit terminé. Mais le constructeur d'enveloppe doit indiquer dans sa documentation où doit être monté le matériel à l'intérieur pour que les degrés de protection qu'il annonce soient maintenus. Enfin, l'installateur qui va raccorder le matériel (passage de câbles), le fixer et dans certains cas adapter des auxiliaires (poussoirs, appareils de mesure,...) doit veiller au maintien du degré de protection spécifié.

Les lettres IP du code sont suivies de deux chiffres indépendants et parfois de lettres. Lorsque le degré de protection correspondant à l'un des chiffres n'est pas précisé (qu'il ne soit pas nécessaire ou qu'il ne soit pas connu) il est remplacé par un X.

3.2 Premier chiffre

Par suite de décisions prises pour des éditions antérieures de la norme trop lourdes à remettre en cause, le premier chiffre caractéristique indique **simultanément** :

- la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et
- la protection des matériels contre la pénétration des corps étrangers.

Pour vérifier la conformité à un premier chiffre, il faut donc utiliser deux calibres (un calibre

d'accessibilité et un calibre-objet) avec des forces d'application spécifiées par la norme, ou avec un même calibre utiliser deux critères de réussite.

Les différents degrés correspondent aux protections suivantes :

- **IP 1X** : il s'agit d'un grillage ou d'une enveloppe dont la plus grosse ouverture ne permet pas le passage d'une bille de 50 mm de diamètre. Cela correspond approximativement au passage de la main (cf. **fig. 3**).

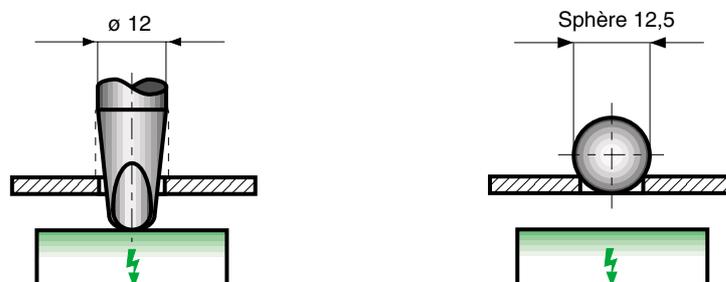


Fig. 3 : la bille n'entre pas, mais le bout du doigt touche la partie sous tension, d'où IP 1X (selon la norme CEI 60529).

■ **IP 2X** : le grillage de protection a des mailles plus fines et le diamètre du calibre-objet est de 12,5 mm. De plus, le « doigt d'épreuve articulé » doit rester à distance suffisante des parties dangereuses.

■ **IP 3X** : l'enveloppe ne doit pas laisser pénétrer les corps étrangers de plus de 2,5 mm de diamètre.

L'essai est fait avec un fil d'acier à l'extrémité ébavurée. parce que le maniement d'une bille de 2,5 mm serait malaisé.

■ **IP 4X** : comme le degré précédent en remplaçant 2,5 mm par 1 mm.

■ **IP 5X et IP 6X** : ces deux degrés correspondent à la protection contre la pénétration des poussières. IP 5X permet la pénétration de poussières là où elles ne sont

pas nuisibles. L'IP 6X ne tolère aucune pénétration de poussière.

L'essai est fait dans une cabine d'essai dans laquelle du talc est maintenu en suspension par un courant d'air. De plus, l'enveloppe est mise en dépression interne sauf si la norme particulière du matériel spécifie qu'elle est de catégorie 2, c'est-à-dire que le fonctionnement normal de l'ensemble sous enveloppe ne peut pas créer de dépression interne sensible. Bien que l'essai soit effectué avec du talc, il faut ici considérer les effets que pourrait avoir toute autre sorte de poussière.

L'indication donnée par le premier chiffre implique la conformité du produit à tous les degrés inférieurs.

3.3 Deuxième chiffre

Le deuxième chiffre caractéristique du code IP indique le degré de protection contre les effets nuisibles de la pénétration de l'eau. Il est précisé que les essais (cf. **fig. 4**) se font avec de l'eau douce sans agent mouillant.

L'interprétation des essais pour ce chiffre peut être délicate puisqu'il est permis à l'eau de pénétrer dans l'enveloppe si elle ne provoque pas d'effets nuisibles.

Les différents degrés du deuxième chiffre correspondent aux situations suivantes :

■ **IP X1** : ce premier degré correspond à la protection contre les chutes verticales d'eau auxquelles peuvent être exposés des matériels d'intérieur par suite de fuite ou de gouttes de condensation sur le plafond de la pièce ou sur des tuyaux passant au dessus de l'enveloppe.

■ **IP X2** : ce degré correspond aussi à des chutes d'eau, mais avec un plus grand débit et sous un angle allant jusqu'à 15°. C'est le cas, par exemple, du matériel embarqué sur les navires.

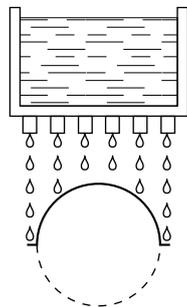
■ **IP X3** : ce degré correspond à l'étanchéité à la pluie. L'angle maximal d'arrosage est de 60° par rapport à la verticale. Le bas de l'enveloppe peut être ouvert. L'essai peut être fait avec un arceau

tournant garni de gicleurs (répartis sur 60° de part et d'autre de la verticale) ou avec une pomme d'arrosoir dont un masque limite l'angle d'incidence des jets. Dans les deux cas, le débit de l'eau est précisé.

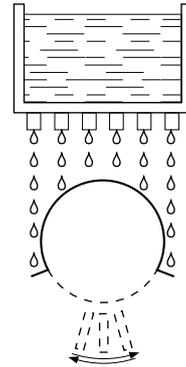
■ **IP X4** : pour ce degré de protection, le débit de chaque gicleur est le même que pour le degré précédent, mais il y en a sur 180° ; de plus l'arceau oscille de $\pm 180^\circ$ de sorte que l'eau est projetée dans toutes les directions. C'est l'essai de tenue à la forte pluie et aux éclaboussures.

■ **IP X5 et IP X6** : ce sont des degrés d'étanchéité à la lance simulant les jets d'eau, les paquets de mer, etc. Les conditions d'essais sont plus sévères pour le degré 6 que pour le degré 5 : diamètre de buse et débit d'eau plus importants.

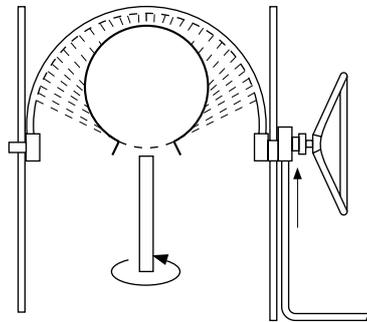
■ **IP X7 et IP X8** ne correspondent plus à des projections d'eau, mais à des immersions fugitive ou permanente. Aussi, les enveloppes satisfaisant à ces degrés doivent-elles porter un double marquage si elles répondent également à un degré inférieur, par exemple : IP X5/X7 (un seau plongé dans l'eau à l'envers a un IP X8 mais pas IP X4).



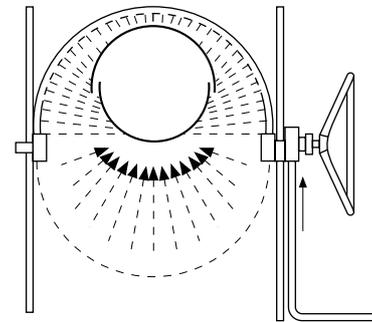
IP X1 : protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau.



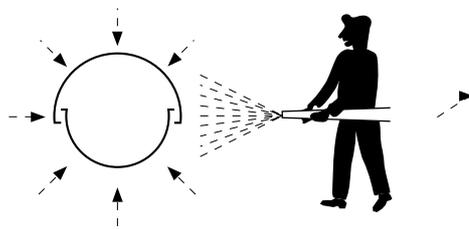
IP X2 : protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale.



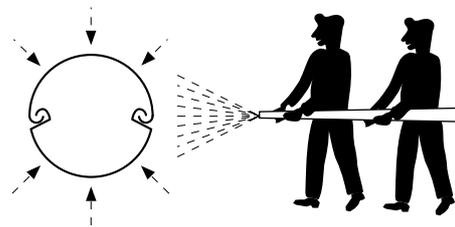
IP X3 : protégé contre l'eau en pluie.



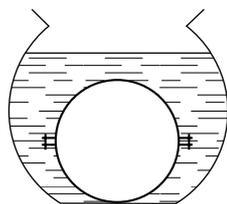
IP X4 : protégé contre les projections d'eau.



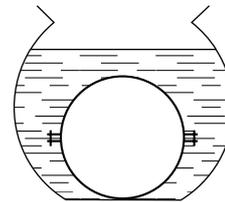
IP X5 : protégé contre les jets d'eau.



IP X6 : protégé contre les paquets de mer et projections assimilable.



IP X7 : protégé contre les effets d'une immersion temporaire.



IP X8 : protégé contre les effets d'une immersion prolongée (essai sur accord particulier).

Fig. 4 : les différents moyens d'essais prévus par la norme pour attribuer le deuxième chiffre du code IP.

3.4 Lettre additionnelle

Dans certains cas la protection procurée par l'enveloppe contre l'accès aux parties dangereuses est meilleure qu'indiquée par le premier chiffre (qui indique aussi la protection contre la pénétration des corps étrangers). C'est par exemple le cas fréquent où une ouverture de l'enveloppe est masquée par une chicane ou un repli de tôle. On peut alors caractériser cette protection par une lettre additionnelle ajoutée après les deux chiffres. Elle permet d'avoir des ouvertures propices aux dissipations thermiques tout en gardant le degré requis de protection des personnes.

Elle a l'une des significations suivantes :

■ **IP XXA** n'a pas d'application concrète puisque l'essai pour la lettre A correspond à celui du premier chiffre 1 (cf. fig. 3).

■ **IP XXB** signifie que des corps étrangers de diamètre supérieur à 12,5 mm peuvent pénétrer dans l'enveloppe, mais que le doigt d'épreuve ne pénètre pas de plus de 80 mm, donc pas au delà de sa garde de 50 x 20 mm et reste à distance suffisante des parties dangereuses (cf. fig. 5).

■ **IP XXC** peut laisser pénétrer des corps étrangers de diamètre supérieur à 2,5 mm, mais un fil d'acier de ce diamètre et de 100 mm de long reste à distance suffisante des parties dangereuses.

■ **IP XXD** : situation identique à celle du degré précédent, mais pour un diamètre de 1 mm.

La lettre additionnelle est aussi utilisée lorsque seule la protection des personnes est recherchée.

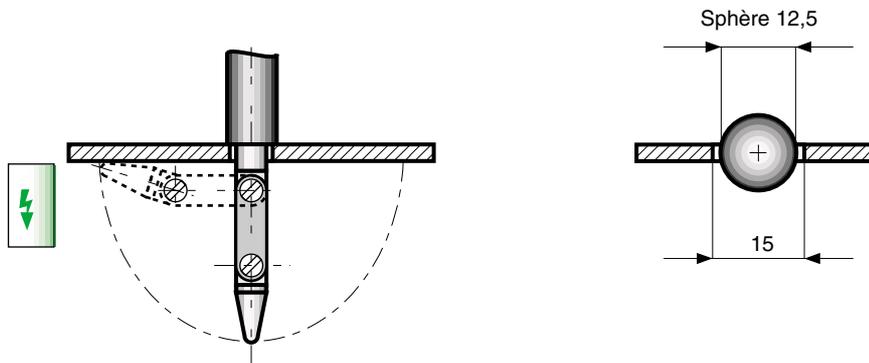


Fig. 5 : la bille entre mais le doigt reste à distance de la partie sous tension, d'où IP 1XB (selon la norme CEI 60529).

3.5 Lettre supplémentaire

Le code IP comprend aussi quelques lettres supplémentaires, mises à la suite des autres caractères, ajoutant une information particulière. Pour l'appareillage électrique, seule la lettre supplémentaire W est utilisée. Elle indique une protection contre les intempéries vérifiée par d'autres moyens que ceux utilisés pour le deuxième chiffre caractéristique, qui sont

difficiles à appliquer à de gros matériels. Par exemple, la herse servant à faire les essais diélectriques sous pluie est utilisée pour vérifier la protection contre les intempéries du matériel à haute tension sous enveloppe.

Les lettres M et S sont utilisées par les machines tournantes pour signifier qu'elles sont essayées avec le rotor Mobile ou Stationnaire.

4 Le code IK

4.1 Introduction

Certains pays avaient ressenti le besoin de codifier aussi la protection procurée par les enveloppes contre les impacts mécaniques.

Pour cela ils ajoutaient un troisième chiffre caractéristique au code IP (cas de la Belgique, de l'Espagne, de la France et du Portugal). Mais depuis l'adoption de la CEI 60529 comme norme européenne, aucun pays européen ne peut avoir un code IP différent.

La CEI ayant refusé jusqu'alors d'ajouter ce troisième chiffre au code IP, la seule solution pour maintenir une classification dans ce

domaine était de créer un code différent. C'est l'objet de la norme européenne EN 50102 : code IK.

Comme les troisièmes chiffres des différents pays pouvaient avoir des significations différentes et qu'il a fallu introduire des niveaux supplémentaires pour couvrir les principaux besoins des normes de produit, les degrés du code IK ont une signification différente de celle des anciens troisièmes chiffres (cf. annexe).

Pour limiter les confusions, chaque nouveau degré est indiqué par un nombre à deux chiffres.

4.2 Degrés de protection

Les degrés de protection correspondent à des niveaux d'énergies d'impact exprimés en joules. Il faut distinguer un « impact », action d'un marteau appliquée directement sur un matériel, d'un « choc » transmis par les supports et exprimés en termes de vibrations donc en fréquence et accélération.

La **figure 6** présente le tableau 1 de la norme complétée d'indications relatives aux moyens d'essai. En effet, les degrés de protection contre les impacts mécaniques peuvent être vérifiés par différents types de marteau : marteau pendulaire, marteau à ressort ou marteau à chute libre verticale (cf. **fig. 7** page suivante).

Code IK	IK 01	IK 02	IK 03	IK 04	IK 05	IK 06	IK 07	IK 08	IK 09	IK 10
Energie joules	0,14	0,2	0,35	0,5	0,7	1	2	5	10	20
Rayon mm (1)	10	10	10	10	10	10	25	25	50	50
Matière (1) A = Acier (2) P = Polyamide (3)	P	P	P	P	P	P	A	A	A	A
Marteau										
■ pendulaire	oui									
■ à ressort	oui	non	non	non						
■ vertical	non	non	non	non	non	non	oui	oui	oui	oui

(1) de la tête de frappe

(2) Fe 490 selon ISO 1052, de dureté HRE 80 à 85 selon ISO 6508

(3) de dureté HRR 85 à 100 selon ISO 2039-2

Fig. 6 : impératifs d'essai des différents degrés IK.

Chacun d'eux a un domaine d'application particulier en intensité d'énergie et en direction d'application. Pour que des impacts de même énergie aient une sévérité similaire,

certaines caractéristiques des moyens d'essai doivent être respectées : le rayon de courbure et la dureté de la pièce de frappe.

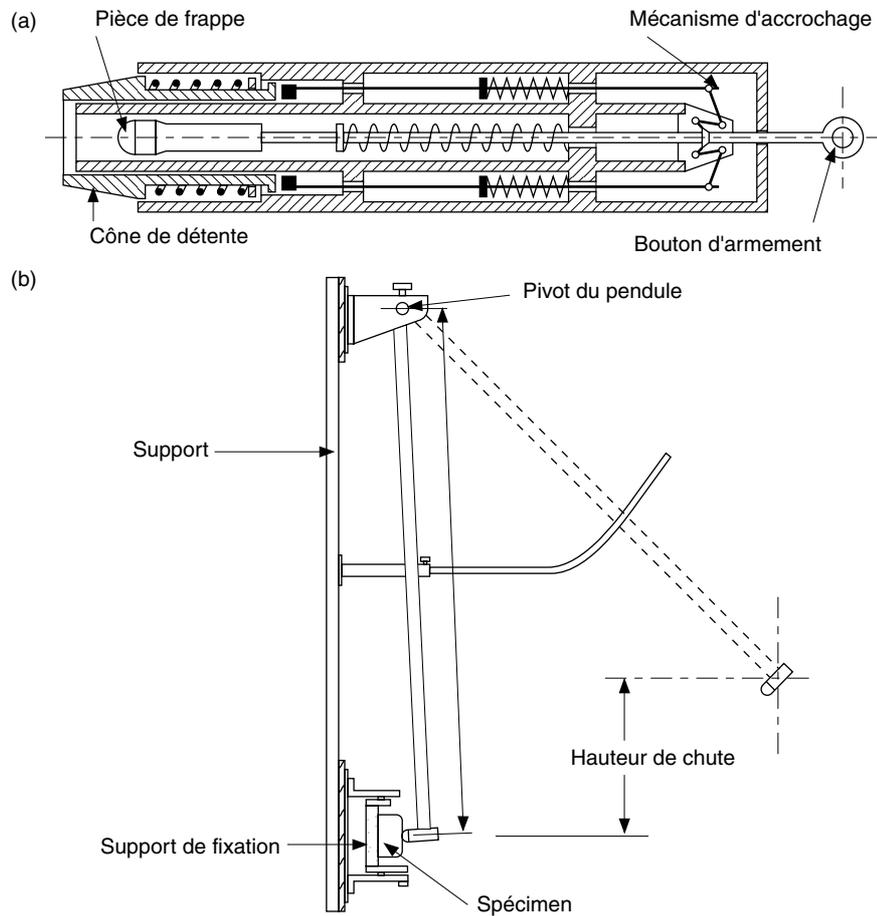


Fig. 7 : marteau à ressort (a) et marteau pendulaire (b) selon la norme CEI 60068-2-75 (1997), utilisables pour attribuer un code IK. A noter que le marteau à ressort nécessite un dispositif d'étalonnage non représenté.

5 Application à la conception des matériels électriques

Ces notions de protection ont une grande influence sur la conception des différents matériels, car la protection doit être assurée non seulement par l'enveloppe extérieure, mais également par les enveloppes ou parties d'enveloppes intérieures (cloisons, volets, etc). Le degré de protection des personnes doit donc être défini également pour les parties internes qui peuvent, à l'occasion d'une manœuvre, être à l'origine d'un contact direct comme par exemple lors du débouchage d'un disjoncteur. En outre, même si une enveloppe confère le degré de protection requis, encore faut-il qu'elle ne puisse pas être enlevée partiellement ou totalement. La question ne se pose pas pour des matériels tels que moteurs, transformateurs, etc, mais elle est de première importance pour les tableaux dont certains compartiments doivent être accessibles en exploitation.

Dans ce cas on considère deux sortes de compartiment :

- ceux dans lesquels on ne pénètre qu'exceptionnellement (jeux de barres) et pour lesquels on peut se contenter de capots boulonnés.

La manœuvre d'ouverture n'étant pas simple, on suppose qu'elle sera accompagnée de précautions dictées par des consignes de sécurité.

- ceux pouvant être ouverts lors de manœuvres normales d'exploitation.

Ils sont fermés généralement par des portes qui sont alors verrouillées ou bloquées par un système annexe d'asservissement qui vient compléter la protection assurée par l'enveloppe.

Il ne faut pas non plus, au cours de toutes ces opérations d'entretien et d'exploitation, que la continuité électrique de l'enveloppe puisse être mise en défaut quelle que soit la position du matériel.

6 Conclusion

Pour donner satisfaction, tout matériel électrique doit être conforme à sa norme de fabrication. Mais cette norme utilise les normes horizontales, en particulier celles qui traitent des degrés de protection.

Aussi bien le constructeur que l'utilisateur devront donc compléter la lecture de ce Cahier Technique par celle des normes correspondantes (cf. bibliographie).

Annexe : équivalences entre les anciens troisièmes chiffres du code IP français et le code IK

Anciens troisièmes chiffres du code IP de la NF C 20-010 (1986)	IP XX1	IP XX3	IP XX5	IP XX7	IP XX9
Code IK	IK 02	IK 04	IK 07	IK 08	IK 10

Bibliographie

Documents décrivant des degrés de protection

- CEI 60529 (1989) : Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP).
- Application européenne : EN 60529 (1991),
- Application française : NF C 20-010 (1992).
- EN 50102 (1995) + Amendement A1 (1999) : Degrés de protection procurés par les enveloppes des matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK).
- Application française : NF C 20-015.

Documents spécifiant des degrés de protection

- Décret du 14 novembre 1988 : Protection des travailleurs contre les courants électriques.
- CEI 60298 : Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV.
- Application française : NF C 64-400.
- CEI 60439-1 (1999) : Ensemble d'appareillage à basse tension - Partie 1.
- Application européenne : EN 60439-1,
- Application française : NF C 63-421.
- CEI 60947-1 (1999) : Appareillage à basse tension - Partie 1.
- Application européenne : EN 60947-1,
- Application française : NF C 63-001.

Schneider Electric

Direction Scientifique et Technique,
Service Communication Technique
F-38050 Grenoble cedex 9
Télécopie : (33) 04 76 57 98 60

Réalisation : AXESS - Saint-Péray (07).
Edition : Schneider Electric
Impression : Imprimerie du Pont de Claix - Claix - 1000.
- 100 FF-