

NF C32-070

JANVIER 2001

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients STANDARDS WEBPORT. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of STANDARDS WEBPORT (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (harcopy or media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacter :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

WEBPORT

Pour : VINCI Energies

le : 04/02/2020 à 12:25

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme française

NF C 32-070

Janvier 2001

Indice de classement : **C 32-070**

ICS 29.060.20

Conducteurs et câbles isolés pour installations

**Essais de classification des conducteurs et câbles
du point de vue de leur comportement au feu**



E : Insulated cables and flexible cords for installations - Classification tests
on cables and cords with respect to their behaviour to fire

D : Isolierte Leitungen und Kabel für Installationszwecke
Klassifizierungsprüfung von Leitungen und Kabein hinsichtlich ihrer
Feuerfestigkeit

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'afnor le 5 décembre 2000 pour
prendre effet à compter du 5 janvier 2001.

Remplace la norme homologuée NF C 32-070 de mars 1991 et ses
amendements A1 de juillet 1992 et A2 de novembre 1993.

Correspondance

L'essai 1 de l'article 2.1 renvoie à la EN 50265-2-1:1998.

L'essai 2 de l'article 2.2 n'a pas de correspondance dans les textes
internationaux.

L'essai 3 de l'article 2.3 est différent de ceux décrits dans la Publication
60331 de la CEI et dans la NF EN 50200.

Analyse

Le présent document donne une classification des conducteurs et câbles
du point de vue de leur comportement au feu. Pour chaque catégorie elle
décrit les modalités de l'essai de vérification et précise les conditions
d'acceptation prescrites.

Le présent document entre dans le champ d'application de la Directive
Basse Tension n° 73/23/CEE du 19/02/73 modifiée par 93/68/CEE du
22/07/93.

Le présent document peut être utilisé dans le cadre de l'attribution du droit
d'usage de la Marque de conformité aux normes.

Descripteurs

Conducteur isolé, câble isolé, classification, essai de comportement au
feu, réaction au feu, vérification.

Modifications

Par rapport au document remplacé, le présent document comporte les
aménagements suivants :

- article 2.1 remplacé par l'essai de la NF EN 50265-2-1,
- article 2.2 ajout du calibrage dynamique,
- article 2.3 mode opératoire révisé.

Corrections

Publication d'un rectificatif en date de novembre 2004 (voir
paragraphe A.3.4).

SOMMAIRE

Pages

Avant-propos	3
1 Généralités	7
1.1 Domaine d'application et objet	7
1.2 Classification	7
1.3 Terminologie	7
1.4 Références normatives	8
2 Essais de vérification	9
2.1 Essai 1- Essai de vérification effectué sur des conducteurs et câbles verticaux de la catégorie C2	9
2.1.1 Domaine d'application	9
2.1.2 Conditions d'acceptation prescrites	9
2.1.3 Essai d'une éprouvette de câble - Mode opératoire	9
2.2 Essai 2 - Essai de vérification effectué sur des conducteurs et câbles de la catégorie C1	10
2.2.1 Conditions d'acceptation prescrites	10
2.2.2 Éprouvette	10
2.2.3 Conditions d'essai	11
2.2.4 Appareillage d'essai	11
2.2.5 Contrôle du rayonnement du four	13
2.2.6 Détermination de la vitesse d'écoulement de l'air à travers le four	15
2.2.7 Essai d'une éprouvette de câble - Mode opératoire	15
Figure 1 - Cabine vitrée (vue générale)	16
Figure 2 - Four d'essai des câbles électriques - Disposition d'ensemble	17
Figure 3 - Châssis intérieur	18
Figure 4 - Cheminée métallique	19
Figure 5 - Dispositif de contrôle secondaire	20
Figure 6 - Dispositif d'allumage	24
Figure 7- Barreau de référence	25
Figure 8 - Four pour essai des câbles	26
Figure 9 - Plaquette en matériau réfractaire	27
Figure 10 - Exemple de réalisation d'un manchon d'amarrage	28
Figure 11 - Exemple de dispositif permettant le centrage du barreau de référence dans le four en position haute	29
Figure 12 - Courbes de calibrage dynamique	30
2.3 Essai 3- Essai de vérification effectué sur les conducteurs et câbles de la catégorie CR1	31
2.3.1 Échantillonnage	31
2.3.2 Conditions d'acceptation prescrites	31
2.3.3 Appareillage	32
2.3.4 Mode opératoire	35
Figure 13 - Schéma de principe du dispositif d'essai	37
Figure 14 - Dispositif producteur de chocs mécaniques	38
Figure 15 - Disposition de l'éprouvette et des thermocouples	40
Figure 16 - Schéma de montage électrique	42
Figure 17 - Courbe température-temps normalisée	43
Annexe A - Références bibliographiques	44

AVANT-PROPOS

Cette nouvelle édition comprend la révision de l'article 2.1 pour faire référence à la norme européenne, l'incorporation de l'amendement 2 à l'article 2.2 et la révision de l'article 2.3 pour améliorer sa reproductibilité.

A.1 OBJET DE LA NORME

Depuis de nombreuses années, le problème du comportement des conducteurs et câbles électriques en présence du feu a souvent été évoqué au sein d'instances les plus diverses, qu'il s'agisse de rechercher les causes des sinistres ou d'éviter ceux-ci, ou bien qu'il s'agisse de mettre en oeuvre des moyens efficaces pour limiter leur action destructrice.

Les informations multiples recueillies à ces occasions, comme les résultats des nombreuses études menées parallèlement, en vue d'améliorer le comportement au feu des conducteurs et câbles, ont permis d'avoir une vue relativement précise des besoins en la matière et de définir des essais permettant de juger les conducteurs et câbles de ce point de vue.

L'objet de la présente norme est de faire l'inventaire des méthodes d'essai reconnues en la matière et de les définir pour permettre une certaine classification des conducteurs et câbles et le choix en fonction des impératifs de sécurité contre l'incendie et des conditions d'installations.

A.2 TYPES D'ESSAI

Il existe actuellement quatre essais, trois caractérisant la "réaction au feu" le quatrième permettant d'apprécier la «résistance au feu».

Sur les trois essais caractérisant la réaction au feu, deux seulement figurent dans la présente norme. Le troisième qui concerne les conducteurs de faible section fait l'objet, pour l'instant, du document séparé UTE C 32-071. Après une expérimentation suffisante il sera introduit dans la présente norme.

Note : La réaction au feu correspond à l'aptitude du conducteur ou câble à constituer un aliment pour le feu et, par la suite, à contribuer au développement de celui-ci.

La résistance au feu correspond à la capacité pour un conducteur ou câble de continuer à assurer son service malgré l'action d'un incendie.

Ces deux notions sont indépendantes et il ne peut y avoir de hiérarchie entre les essais correspondants.

A.2.1 Réaction au feu

Pour ce qui concerne la réaction au feu, on distingue:

- *les câbles ordinaires de la catégorie C3^(*) pour lesquels il n'est pas prévu d'essai dans le cadre de la présente norme,*
- *les câbles de la catégorie C2^(*) correspondant à l'essai de l'article 2.1. A cette catégorie appartiennent aussi les conducteurs de faible section essayés conformément au document UTE C 32-071,*
- *les câbles de la catégorie C1^(*) correspondant aux essais des articles 2.1 et 2.2.*

Les câbles de la catégorie C2 pris isolément, ne propagent pas les flammes et s'éteignent d'eux-mêmes à peu de distance du foyer qui les a enflammés. Ces câbles sont prescrits pour certaines installations par l'arrêté du 25 juin 1980.

^(*) Ces dénominations sont celles prévues dans l'arrêté du 21 juillet 1994.

S'ils sont employés en nappes importantes, dans des conditions sévères d'échauffement et de ventilation (grandes nappes verticales, galeries ventilées, etc.), il peut se produire un véritable craquage et les produits provenant de la décomposition des enveloppes isolantes et des gaines peuvent s'enflammer et donner naissance à un foyer secondaire.

Les câbles de la catégorie C1 sont prévus pour des cas sévères.

Toutefois, si leur emploi est une garantie sérieuse contre la formation de foyers secondaires, il reste possible que dans le cas d'un incendie particulièrement violent, développant des températures très élevées, une nappe constituée de câbles satisfaisant à l'essai correspondant puisse néanmoins propager les flammes sur une certaine distance. Leur emploi ne doit pas conduire à un allègement des conditions d'installations recommandées lorsqu'il y a risque d'incendie.

A.2.2 Résistance au feu

Pour ce qui concerne la résistance au feu, on distingue:

- *les câbles ordinaires de la catégorie CR2^(*) pour lesquels il n'est pas prévu d'essai,*
- *les câbles de la catégorie CR1^(*) correspondant, soit aux essais 2.1 et 2.3, soit aux essais 2.1, 2.2 et 2.3.*

A.3 ÉVOLUTION DES ESSAIS

A.3.1 Essai de vérification effectué sur des conducteurs et câbles verticaux (essai 1)

L'essai de l'article 2.1 reprend sans modification la norme européenne EN 50265-2-1:1998 adoptée par le CENELEC. Par rapport à l'ancienne norme française, cela conduit à quelques aménagements.

A.3.2 Essai au four vertical (essai 2)

L'essai de l'article 2.2 n'a pas de correspondance dans les recommandations internationales. Mis au point à la suite de travaux concertés entre plusieurs laboratoires français, c'est un essai spécifiquement français, certes délicat dans sa mise en oeuvre, mais dont la signification est maintenant reconnue par tous les organismes spécialisés dans la sécurité contre l'incendie.

Certaines modalités de l'essai 2 ont été aménagées en fonction de l'expérience acquise dans le but d'améliorer la répétabilité et la reproductibilité de l'essai.

Cette nouvelle rédaction représente la conclusion des travaux au niveau de la ventilation et du calibrage dynamique.

Ces modifications portent essentiellement sur la méthode de confinement du four pendant le contrôle primaire et le contrôle secondaire, la dimension du manchon d'amarrage, la définition des thermocouples utilisés.

Elle apporte, de plus, quelques précisions dans les dimensions de la cabine d'essai du dispositif de contrôle secondaire et du châssis intérieur

Les dessins et les figures ne prétendent pas donner toutes les cotes mais seulement les éléments jugés importants pour la répétabilité et la reproductibilité de l'essai.

A.3.3 Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu (essai 3)

*Dans son principe, l'essai de l'article 2.3 est très différent de l'essai CEI^(**) correspondant faisant l'objet de la Publication 60331 «Caractéristiques des câbles électriques résistant au feu». Celui-ci, qui dérive d'un essai effectué sur les câbles destinés aux installations à bord des navires, a été estimé non significatif des câbles "résistant au feu" au sens donné à cette expression dans l'arrêté ministériel du 3 août 1999. La finalité de l'essai retenu est de pouvoir sélectionner des conducteurs ou câbles susceptibles de continuer à assurer leur fonction pendant un temps limité, dans un incendie naissant. C'est la raison pour laquelle, aux conditions d'essai CEI (750 °C pendant 3 h), on a préféré les conditions prévues dans la présente norme (900 °C pendant 15 min).*

^(*) Ces dénominations sont celles prévues dans l'arrêté du 21 juillet 1994.

^(**) Commission Electrotechnique Internationale.

Certaines dispositions de cet essai ont été aménagées pour ce qui concerne les modalités de l'essai et le dispositif de contrôle électrique de façon à améliorer la répétabilité et la reproductibilité de l'essai.

A.3.4 Rectificatif de novembre 2004

Ce rectificatif a été adopté par la Commission française UF 20 lors de sa réunion du 29 octobre 2004.

Ce rectificatif prend en compte le remplacement de la norme française NF C 68-108 par la norme européenne NF EN 61386-21 classement C 68-111. Ce changement de référentiel a entraîné la disparition sur le marché des conduits en acier de type MRB-PE suivant la norme française. Ces conduits sont remplacés par des conduits de type MRL inox conformes à la norme européenne. Suite à des essais, un nouveau tableau "Tableau 2 : Diamètre de la barre de choc et choix du conduit MRL inox" est publié en lieu et place du précédent.

Application :

Essai sur les nouveaux types de câbles: les essais sur les nouveaux types de câbles se font avec des tubes MRL inox.

Essai sur des câbles ayant déjà obtenu la certification CR1 avec un conduit de type MRB : Un câble essayé avec un tube MRL et répondant aux exigences de cette norme est considéré comme bon.

A.4 NATURE DES ÉPROUVETTES A SOUMETTRE AUX ESSAIS

Sauf prescription particulière, ces essais sont effectués sur des échantillons de conducteurs ou câbles en l'état de livraison, mais si la caractéristique correspondant à l'essai de l'article 2.1 est due presque exclusivement à un choix judicieux du revêtement extérieur, les caractéristiques correspondant aux essais des articles 2.2 et 2.3 sont toujours dues aux propriétés de l'ensemble de tous les éléments constitutifs.

Il est donc absolument indispensable que les essais soient effectués sur des échantillons de câbles dans l'état où ils sont effectivement employés, sans en retirer aucun constituant. A fortiori on ne peut admettre de limiter l'essai à certains des constituants, gaine extérieure, par exemple.

A.5 INFORMATIONS QUANT AUX MATÉRIELS SUSCEPTIBLES D'ÊTRE SOUMIS AUX ESSAIS

4.5.1 En ce qui concerne leurs caractéristiques

Pour améliorer les conducteurs et câbles du point de vue de leur comportement au feu (réaction au feu et résistance au feu), on apporte, dans leur réalisation, et notamment, mais pas uniquement, dans le choix et la composition des mélanges isolants et des mélanges pour gaines, des contraintes supplémentaires qui rendent plus difficile le compromis entre toutes les qualités souhaitables et conduisent à certaines limites. En particulier:

- *on peut estimer que les hautes qualités électriques que doivent présenter les isolants pour moyenne et haute tension d'une part et les autres qualités requises à leur égard d'autre part, ne permettent pas de garantir, dans l'état actuel de la technique, un bon comportement à l'essai de l'article 2.2 (câbles de la catégorie C1) pour des tensions assignées supérieures à 12/20 kV,*
- *il faut savoir que l'on ne sait fabriquer, dans l'état actuel de la technique, des câbles répondant à l'essai de l'article 2.3 que pour des applications en basse tension.*

On doit également noter que l'appareillage prévu pour certains essais, dont la mise au point a révélé qu'on ne pouvait l'extrapoler sans de nouvelles et importantes études, peut limiter les dimensions des câbles qui doivent être soumis à ces essais.

Plus précisément:

- *l'essai de l'article 2.2 (câbles de la catégorie C1) ne peut être effectué sur des câbles dont le diamètre extérieur est supérieur à 70 mm,*

- *l'essai de l'article 2.3 (câbles de la catégorie CR1) ne peut être effectué actuellement sur des câbles dont le diamètre extérieur est supérieur à 40 mm.*

A.5.2 En ce qui concerne leur utilisation

Sur un plan pratique, le comportement dans un incendie d'un conducteur ou d'un câble est fortement dépendant de ses conditions d'installations. C'est pourquoi, outre le choix judicieux de la catégorie elle-même du conducteur ou câble, il est également fortement recommandé de prendre toutes précautions spéciales d'installations, notamment chaque fois que le risque de propagation du feu est grand, dans le cas de grandes longueurs de faisceaux de câbles verticaux, par exemple.

Dans le même esprit, toutes dispositions doivent être prises pour que le degré coupe-feu d'une paroi ne soit diminué par la traversée de cette paroi, par un câble ou un faisceau de câbles.

A.6 ÉVOLUTION DES TRAVAUX

Des travaux se poursuivent tant au plan national qu'international, en vue d'améliorer le comportement vis-à-vis du risque de propagation d'incendie, lorsque les câbles sont montés en nappes.

Ces travaux ont abouti à l'essai décrit dans la norme NF EN 50266 (série). Les câbles conformes à cet essai ne correspondent pas à une catégorie particulière au sens de l'arrêté du 21 juillet 1994.

A.7 LIMITE DE LA NORME

La présente norme ne traite pas de la nocivité des produits dégagés par les conducteurs et câbles lors de leur pyrolyse ou de leur combustion, ni de l'opacité et de la quantité des fumées dégagées. Des travaux, en vue de déterminer les critères propres à caractériser les dangers de cette nature, que présentent en général tous les matériaux de synthèse et d'en fixer les seuils dangereux, sont en cours tant sur le plan national que sur le plan international. La norme NF EN 50268 (série) décrit un essai de mesure de la densité de fumée. La norme NF EN 50267 (série) décrit des essais sur les gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur câble.

A.8 ADOPTION DE LA NORME

Ce document a été adopté par le Conseil d'Administration de l'Union technique de l'Electricité et de la Communication le 4 mai 2000.

1 GENERALITES

1.1 Domaine d'application et objet

La présente norme donne une classification des conducteurs et câbles du point de vue de leur comportement au feu.

Pour chaque catégorie, elle indique les conditions prescrites pour les caractéristiques des conducteurs et câbles et décrit la méthode d'essai correspondante.

1.2 Classification

Du point de vue de leur comportement au feu, on distingue

- les câbles de la catégorie C3, ordinaires du point de vue de la réaction au feu,
- les câbles de la catégorie C2,
- les câbles de la catégorie C1,
- les câbles de la catégorie CR2, ordinaires du point de vue de la résistance au feu,
- les câbles de la catégorie CR1.

1.3 Terminologie

1.3.1 Conducteur (isolé)

Ensemble comprenant l'âme, son enveloppe isolante et ses écrans éventuels. (VEI 461-04-04)

1.3.2 Câble (isolé)

Ensemble constitué par:

- un ou plusieurs conducteurs isolés,
- leur revêtement individuel éventuel,
- la protection d'assemblage éventuelle,
- le ou les revêtements de protection éventuels.

Il peut comporter en plus un ou plusieurs conducteurs non isolés. (VEI 461-06-01)

1.3.3 Câble à un conducteur (câble unipolaire)

Câble comprenant un seul conducteur isolé. (VEI 461-06-02)

Note Le terme câble unipolaire est plus particulièrement utilisé pour désigner le câble constituant l'une des phases d'un système polyphasé ou d'une torsade.

1.3.4 Conducteur ou câble de la catégorie C2

Conducteur (câble) qui, pris isolément, lorsqu'il est enflammé, ne propage pas la flamme. Tout conducteur (câble) répondant à l'essai de vérification de l'article 2.1 est réputé comme tel.

1.3.5 Conducteur ou câble de la catégorie CI

Conducteur (câble) qui, lorsqu'il est enflammé, ne dégage pas de produits volatils inflammables en quantité suffisante pour donner naissance à un foyer d'incendie secondaire. Tout conducteur (câble) répondant simultanément aux essais de vérification des articles 2.1 et 2.2 est réputé comme tel.

1.3.6 Conducteur ou câble de la catégorie CR1

Conducteur (câble) qui, pris dans un foyer d'incendie, continue à assurer ses fonctions pendant un certain temps. Tout conducteur (câble) est réputé comme tel s'il répond simultanément soit aux essais de vérification des articles 2.1 et 2.3 soit aux essais de vérification des articles 2.1, 2.2 et 2.3.

1.4 Références normatives

Cette norme incorpore, par référence datée ou non datée, des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les modifications ultérieures apportées ou les révisions de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme que lorsqu'elles y sont incorporées par amendement ou révision. Pour les références non datées, on applique la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence.

NF C 01-461	Vocabulaire électrotechnique - Chapitre 461 : Câbles électriques
NF EN 60672 (série)	Matériaux isolants à base de céramique ou de verre (indice de classement C 26-401)
NF EN 60811-1-1	Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques - Méthodes d'essais communes - Partie 1 : Application générale - Section 1 : Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures - Détermination des propriétés mécaniques (indice de classement C 32-024)
NF C 32-050	Conducteurs et câbles comportant un revêtement métallique : Règles
UTE C 32-071	Essai des câbles électriques soumis au feu - Guide précisant les modalités de l'essai de vérification des conducteurs de faible section de la catégorie C2
NF EN 50265-2-1	Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu. Essai de résistance à la propagation verticale de la flamme sur un conducteur ou câble isolé – Partie 2-1 : Procédures - Flamme de type à prémélange 1 kW (indice de classement C 32-075-21)
NF EN 60584 (série)	Couples thermoélectriques (indice de classement C 42-321)
NF EN 60898	Disjoncteurs de protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues (indice de classement C 61-410)
NF C 68-108	Matériel de pose des canalisations - Conduits de section droite circulaire, métalliques, lisses, rigides, très lourds, filetables et non filetables, non propagateurs de la flamme du type MRB.
CEI 60947-2	Appareillage à basse tension - Partie 2 : Disjoncteurs

2 ESSAIS DE VÉRIFICATION

2.1 Essai 1 - Essai de vérification effectué sur des conducteurs et câbles verticaux de la catégorie C2

2.1.1 Domaine d'application

L'article 2.1 de la présente norme prescrit une méthode d'essai sur un conducteur ou câble vertical et indique les conditions d'acceptation prescrites.

Notes

- 1 - Étant donné qu'il ne suffit pas d'utiliser un câble de la catégorie C2 pour empêcher la propagation du feu dans n'importe quelle condition d'installation, il est recommandé de prendre également des précautions spéciales d'installation chaque fois que le risque de propagation du feu est grand, par exemple dans les cas de grandes longueurs de faisceaux de câbles verticaux. Le fait qu'un échantillon de câble soit conforme aux conditions d'acceptation prescrites figurant dans le présent article n'implique pas qu'un faisceau de câbles du même type se comportera nécessairement de façon identique.
- 2 - La méthode décrite dans l'article 2.1 de cette norme n'est pas adaptée pour les essais de certains petits conducteurs du fait de la fusion des conducteurs pendant la durée d'application de la flamme. Une méthode spécifique est décrite dans la publication UTE C 32-071.

2.1.2 Conditions d'acceptation prescrites

L'essai est prévu pour être un essai de type et peut se rapporter à une norme particulière. Une éprouvette de conducteur ou de câble, après avoir été essayée suivant les modalités de la NF EN 50265-2-1 doit satisfaire à la condition suivante.

Le conducteur ou câble isolé satisfait à l'essai si la distance entre le bord inférieur du support supérieur et la limite de la zone charbonneuse est plus grande que 50 mm.

De plus, si la partie charbonneuse s'étend vers le bas à une distance mesurée depuis le bord inférieur du support supérieur plus grande que 540 mm, l'essai est considéré comme non satisfaisant.

Si un essai est enregistré comme non satisfaisant, deux autres essais sont effectués. Si les résultats de ces deux essais sont satisfaisants, le conducteur ou câble isolé est considéré comme ayant satisfait à l'essai.

2.1.3 Essai d'une éprouvette de câble - Mode opératoire

L'essai sur l'éprouvette de conducteur ou câble est réalisé suivant les modalités de la NF EN 50265-2-1.

2.2 Essai 2 - Essai de vérification effectué sur des conducteurs et câbles de la catégorie C1

L'article 2.2 de la présente norme prescrit une méthode d'essai sur un conducteur ou câble et indique les conditions d'acceptation prescrites.

Dans certaines conditions d'installation, pour le montage de câbles en nappe, il est recommandé de vérifier la réaction au feu suivant le degré de sécurité recherché. Les essais supplémentaires nécessaires spécifiques à de telles conditions d'emploi doivent faire l'objet d'accord contractuel entre les parties.

2.2.1 Conditions d'acceptation prescrites

Les caractéristiques d'un conducteur ou câble de la catégorie C1 doivent être telles qu'il réponde aux conditions du paragraphe 2.1.2 et que, dans les conditions d'essais décrites aux paragraphes 2.2.2 à 2.2.7, les deux éprouvettes de conducteur ou câble essayées, doivent satisfaire à la condition suivante.

Lors d'un examen visuel, la partie de l'éprouvette située au-delà de l'extrémité supérieure de la cheminée, ne doit présenter aucune trace de combustion.

Lors de cet examen, effectué après retour de l'éprouvette à la température ambiante, seules les traces de combustion sont prises en compte, à l'exclusion des dépôts (suies,...) provenant des fumées ainsi que des parties déformées sous l'action des flammes (cloques, ...) ayant léché la surface mais non calcinées.

Pour s'assurer de la dégradation à prendre en considération pour la mesure, il est possible, si un doute subsiste après essuyage de la partie à examiner, de gratter celle-ci avec une lame de couteau. Si un effritement est constaté, la dégradation est effective et doit être prise en compte.

Si une des deux éprouvettes s'avère non conforme, l'essai est repris sur deux éprouvettes pour lesquelles les résultats doivent être satisfaisants. Dans ce cas, cela signifie que trois éprouvettes sur quatre doivent être satisfaisantes.

2.2.2 Éprouvettes d'essai

L'essai est effectué sur deux éprouvettes d'essai identiques définies ci-après.

Selon le diamètre du conducteur ou du câble en essai ^(*), chaque éprouvette d'essai est constituée par un ou plusieurs tronçons du conducteur ou câble en l'état de livraison. Sa longueur doit être au moins égale à 1 600 mm.

2.2.2.1 Si le conducteur ou câble a un diamètre supérieur à 25 mm, l'éprouvette est constituée par un seul tronçon.

Note Le four défini pour effectuer cet essai ne permet pas le contrôle des conducteurs ou câbles dont le diamètre est supérieur à 70 mm.

2.2.2.2 Si le conducteur ou câble a un diamètre supérieur à 15 mm et au plus égal à 25 mm, l'éprouvette est constituée par trois tronçons disposés parallèlement en faisceau et liés entre eux par des liens en fil métallique se trouvant aux extrémités, aux niveaux du four et du milieu de la cheminée métallique.

2.2.2.3 Si le conducteur ou câble a un diamètre au plus égal à 15 mm, l'éprouvette est constituée du faisceau aussi régulier que possible comprenant le nombre de tronçons élémentaires indiqué dans le tableau 1, torsadés entre eux de façon aussi serrée que possible avec un pas approximativement égal à 15 fois le diamètre du faisceau et maintenus par des liens en fil métallique se trouvant aux extrémités, aux niveaux du milieu du four et du milieu de la cheminée métallique.

^(*) Il est recommandé de fournir les principales caractéristiques du conducteur ou câble à essayer.

Tableau 1 - Constitution de l'éprouvette d'essai

Diamètre D du conducteur ou câble (mm)	Nombre de tronçons élémentaires
$10 \leq D \leq 15$	7
$7 \leq D < 10$	12
$6 \leq D < 7$	19
$6 > D$	Nombre approprié pour que le diamètre mesuré du faisceau soit voisin de 35 mm
Note - Le diamètre D considéré du conducteur ou câble est le diamètre moyen mesuré conformément à la norme NF EN 60811-1-1.	

2.2.2.4 Les éprouvettes de câbles contenant une matière d'étanchéité de remplissage doivent être obturées individuellement à l'extrémité supérieure d'une façon appropriée (par exemple un capuchon thermorétractable), afin d'éviter que la dilatation du produit de remplissage ne provoque un écoulement anormal à l'extérieur du câble, favorisant une inflammation du faisceau en essai.

2.2.3 Conditions d'essai

L'essai est effectué dans une cabine vitrée décrite au paragraphe 2.2.4.1.

Les essais doivent être effectués dans des conditions permettant d'obtenir la meilleure reproductibilité possible. L'air autour de la cabine doit être calme, et sa température doit être au moins égale à 15 °C et au plus égale à 30 °C.

D'autre part, l'évacuation des fumées ne doit pas être affectée par les conditions atmosphériques.

La vitesse d'écoulement de l'air à travers le four, lorsque la ventilation est en marche, doit être égale à 120 m/min \pm 10 m/min. Cette vitesse est vérifiée avant la mise en chauffe du four (voir paragraphe 2.2.6).

Note Compte tenu des variations de la vitesse d'écoulement de l'air au cours de l'essai, pour tenir les tolérances prescrites, il est recommandé d'établir le réglage initial sur la valeur centrale.

2.2.4 Appareillage d'essai

2.2.4.1 Cabine vitrée (figure 1)

Celle-ci comporte, à la partie inférieure, deux registres dont la manoeuvre permet de faire varier la vitesse d'écoulement de l'air de ventilation. Elle est ventilée au moyen d'un extracteur monté à la partie supérieure de la cabine et dont la prise d'air est dans l'axe de la cabine. Cet extracteur peut, soit être à vitesse variable, soit posséder entre lui-même et la cabine des entrées d'air réglables afin d'affiner le réglage du débit d'air dans la cabine (voir paragraphe 2.2.6) tout en respectant les conditions du calibrage dynamique (voir paragraphe 2.2.5.4).

La section intérieure de la cabine est de 65 dm² \pm 5 dm². Ses dimensions intérieures sont d'environ 760 mm x 860 mm. Les cotes de hauteur sont précisées sur la figure 1.

Les portes doivent présenter une bonne étanchéité à l'air. Pour limiter les fuites à leur niveau, celles-ci comportent un joint d'étanchéité.

Note - L'expérience a montré qu'il s'avère nécessaire de changer les joints de temps en temps.

Elle est équipée d'un châssis métallique (figures 2 et 3), sur lequel peut coulisser le four d'essai, de façon à pouvoir occuper deux positions (haute et basse). Ce châssis comporte deux manchons d'amarrage (inférieur et supérieur) entre lesquels les éprouvettes à essayer sont tendues verticalement dans l'axe du four au moyen d'un dispositif situé à l'extérieur de la cabine.

Une cheminée métallique (figure 4), de diamètre intérieur compris entre 120 mm et 125 mm et de même axe que le four, destinée à canaliser les flammes autour de l'éprouvette à la sortie du four, est fixée sur le châssis à 30 mm au-dessus de la position haute du four. Cette cheminée peut s'ouvrir et comporte trois séries de lumières verticales réparties sur la périphérie à 120°.

2.2.4.2 Dispositif de contrôle secondaire (figure 5)

Un dispositif de mesure de la température de stabilisation du four, servant de contrôle secondaire, est disposé sur la tige d'acier portant le manchon d'amarrage inférieur. Sa réalisation est indiquée à la figure 5.

2.2.4.3 Dispositif d'allumage (figure 6)

Ce dispositif, fixé sur le châssis entre le four d'essai placé en position haute et la cheminée métallique, sert à provoquer ou à entretenir l'inflammation des gaz dégagés dans le four pendant l'essai (figure 6a).

Il est constitué par deux brûleurs à gaz butane (figure 6d) chacun muni d'un déflecteur en forme de V (figure 6e) d'une largeur de $15 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$, la longueur dépassant le bec du brûleur devant être égale à $20 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$.

Les brûleurs doivent donner une flamme de diamètre $15 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ et de longueur de dard (cône bleu) de $20 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$.

Ils sont fixés sur un dispositif permettant de régler leur écartement E entre axes conformément à la définition suivante

$$E = \phi + d + 10 \text{ (valeurs en millimètres)}$$

où

ϕ = diamètre fictif de l'assemblage de l'éprouvette (figures 6b et 6c)

avec

$$\phi = kD \text{ (D étant le diamètre du conducteur ou câble)}$$

avec

$k = 2,155$ pour 3 câbles
 $k = 3$ pour 7 câbles
 $k = 4,16$ pour 12 câbles
 $k = 5$ pour 19 câbles

d = diamètre des flammes des brûleurs (figures 6b et 6c)

2.2.4.4 Barreau de référence (figure 7)

Ce barreau est en cuivre de pureté supérieure à 99 %, noirci sur toutes ses faces par l'application de couches de peinture à coefficient d'émissivité de 0,80 et de couches de noir de fumée obtenues, par exemple, par la flamme d'une bougie. La dernière couche doit toujours être une couche de noir de fumée et elle doit être renouvelée avant chaque étalonnage.

Ce barreau sert à l'appréciation de la puissance rayonnée du four et se place au centre de celui-ci en position haute. Un thermocouple, à gaine métallique brasée à l'intérieur du barreau, est relié à un enregistreur qui permet de relever la vitesse de montée en température du barreau (contrôle primaire).

2.2.4.5 Source de chaleur

La source de chaleur est un four électrique (figure 8). Il se compose essentiellement d'un tube en silicate d'alumine (mullite type C 610^(*)) conforme à la NF EN 60672 ayant un diamètre intérieur égal à $100 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$.

^(*) La mullite type C 610 a une teneur indicative en alumine de 60 %.

Il peut occuper deux positions (figure 3):

- la position basse pour la mise en température,
- la position haute pour les essais.

Le four est posé sur un support mobile (figure 3) qui comporte à sa partie inférieure un tube métallique de 100 mm de hauteur et d'environ 100 mm de diamètre intérieur, par l'intermédiaire d'un matériau réfractaire ayant une conductivité thermique adaptée ^(**) et une épaisseur de 6 mm \pm 2 mm. En position basse, il est soigneusement fermé à sa partie supérieure à l'aide de six plaquettes conformes à la figure 9, réalisées en matériau réfractaire ayant une conductivité thermique adaptée ^(**) qui recouvrent complètement la face supérieure du four.

L'alimentation s'effectue par l'intermédiaire d'un dispositif permettant d'obtenir une puissance réglée variable.

2.2.4.6 Manchons d'amarrage

Les dimensions intérieures des manchons doivent être adaptées à la dimension des éprouvettes à essayer. Les dimensions extérieures doivent être conformes à la figure 10.

2.2.5 Contrôle du rayonnement du four

Le rayonnement émis par le four est défini à l'aide de la vitesse de montée en température d'un solide dont la surface est aussi proche que possible d'un corps noir (barreau de référence de cuivre noirci). On détermine aussi la puissance d'alimentation du four. Ceci constitue le contrôle primaire.

Puis, afin de disposer d'une méthode plus rapide, on détermine la température de surface d'un corps plongé dans le four (dispositif de contrôle secondaire). Il y a lieu de préciser que cette température est fonction de l'état du cylindre et du thermocouple et n'a, par conséquent, qu'une valeur de repère. Cette seconde opération constitue le contrôle secondaire.

On relève les températures à l'aide de thermocouples conformes à la norme NF EN 60584 (série)/C 42-321 de l'un des modèles suivants :

- cuivre/cuivre nickel : symbole T,
- nickel chrome/nickel allié : symbole K,
- nickel chrome silicium/nickel silicium magnésium : symbole N.

2.2.5.1 Contrôle primaire

Le barreau de référence est mis en place de façon à se trouver bien centré dans le four lorsque celui-ci est en position haute (figure 11).

Le four en position basse, fermé afin de limiter les déperditions à sa partie supérieure par six plaquettes définies au paragraphe 2.2.4.5, disposées en trois couches, les lignes de joints étant placées à angle droit et à sa partie inférieure par un matelas de laine de roche, le dispositif d'amarrage inférieur de l'éprouvette étant en place, est mis en chauffe jusqu'à stabilisation sans ventilation forcée ou naturelle.

Celle-ci est constatée lorsque la température du dispositif de contrôle secondaire ne varie pas de plus de 5 °C pendant 1 h. On relève cette température.

Une heure après que la stabilisation soit considérée comme atteinte, on effectue le contrôle du four en procédant comme indiqué ci-après.

On vérifie que le barreau de référence est à une température comprise entre 35 °C et 55 °C et on remonte rapidement le four en position haute (en moins de 5 s).

On enregistre la montée en température du barreau de référence, les registres et les portes étant fermés.

^(**) Une conductivité thermique au plus égale à 0,1 W/m.K est convenable.

On note les températures enregistrées 5 s et 35 s après mise en place du four en position haute, soit respectivement θ_5 et θ_{35} .

On calcule la vitesse de montée en température, donnée par la formule :

$$V = \frac{\theta_{35} - \theta_5}{30} \text{ K/s}$$

La vitesse à obtenir doit être égale à $3,3 \text{ K/s} \pm 0,1 \text{ K/s}$.

Si la vitesse calculée n'est pas conforme à la vitesse prescrite, on renouvelle l'opération décrite ci-dessus autant de fois qu'il est nécessaire en modifiant les conditions d'alimentation du four de façon judicieuse, jusqu'à l'obtention de la valeur prescrite.

Note Pour assurer une reproductibilité de l'essai aussi bonne que possible, il est recommandé d'établir le réglage de telle façon que la valeur calculée soit centrée sur la fourchette permise.

2.2.5.2 Contrôle secondaire

La température relevée après stabilisation, lors du contrôle primaire (paragraphe 2.2.5.1) ayant donné la vitesse prescrite de montée en température, le four étant en position basse et les registres restant fermés, constitue la température de contrôle secondaire (température de réglage de l'essai).

Note Le contrôle secondaire n'est qu'un repère permettant de contrôler que l'on se trouve bien dans les conditions d'alimentation d'un four donné, définies à l'aide du barreau de référence. La température du contrôle secondaire à la stabilisation peut être variable d'une installation à l'autre, elle se situe habituellement entre 780°C et 880°C .

2.2.5.3 Renouvellement du contrôle primaire

Le contrôle primaire doit être refait chaque fois que, depuis le précédent contrôle, se présente l'un des cas suivants :

- les conditions opératoires ont changé, par exemple le remplacement du four ou du dispositif de contrôle secondaire,
- dans des conditions identiques de réglage du contrôle primaire, on constate une variation de température du dispositif de contrôle secondaire de plus de 15°C .

2.2.5.4 Calibrage dynamique

2.2.5.4.1 Opérations préliminaires

Après avoir effectué un calibrage de la vitesse d'écoulement de l'air décrite au paragraphe 2.2.6, un barreau de référence muni d'un thermocouple de type N ou K est placé selon les indications du paragraphe 2.2.5.1.

Le four, placé en position basse est mis en chauffe, conformément aux indications du paragraphe 2.2.4.5, pendant 4 h au moins, en étant alimenté sous la tension et l'intensité dont les valeurs ont été déterminées lors du contrôle primaire (voir paragraphe 2.2.5.1) et les registres étant fermés.

Note : Pour éviter de dérégler les registres, il est recommandé d'obstruer ceux-ci par des plaques amovibles en matériau convenable placées sous les parois intérieures de la cabine.

2.2.5.4.2 Mode opératoire

Après stabilisation de la température du four, on vérifie que le barreau de référence est à une température comprise entre 35°C et 45°C .

Les plaques d'obturation des registres sont alors retirées puis le four est placé en position haute comme pour le contrôle primaire (voir paragraphe 2.2.5.1) et le ventilateur est mis en marche de façon continue pendant 30 min.

La température du barreau de référence est mesurée pendant la durée de l'essai.

2.2.5.4.3 Résultats à obtenir

Le relevé de la température du barreau en fonction du temps doit se situer dans le domaine délimité par les deux courbes en trait plein de la figure 12.

2.2.5.4.4 Réglage de la cabine

Dans le cas où les résultats de l'essai ne sont pas satisfaisants, il faut reprendre le réglage de l'écoulement d'air à travers le four conformément au paragraphe 2.2.6 et le calibrage dynamique après avoir modifié les paramètres de ventilation (angle des registres et débit d'extraction d'air).

Note Pour faciliter les essais, il est conseillé de déterminer au préalable l'angle d'ouverture des registres permettant de respecter la vitesse prescrite d'écoulement d'air à travers le four (voir paragraphe 2.2.3) en fonction du réglage des entrées d'air ou de la vitesse de l'extracteur (voir paragraphe 2.2.4.1).

2.2.6 Détermination de la vitesse d'écoulement de l'air à travers le four

La mesure est effectuée au moyen d'un anémomètre à ailettes ayant une précision relative d'au moins 3 % pour amener et maintenir la ventilation dans les limites prescrites au paragraphe 2.2.3, de diamètre extérieur $95 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$, inséré entre la partie inférieure de la cheminée métallique et le four froid en position haute. Afin de se trouver dans des conditions d'écoulement d'air les plus proches de celles existant lors d'un essai de câble, le manchon d'amarrage intérieur du câble sur la tige portant le dispositif de contrôle secondaire, utilisé pour les contrôles, dont les dimensions sont définies au paragraphe 2.2.4.6, est mis en place. L'anémomètre est fixé comme indiqué sur la figure 2.

La mesure de la vitesse d'écoulement de l'air est la moyenne de trois déterminations, chacune d'une durée de 5 min, effectuées à 5 min d'intervalle. Cette mesure intervient 10 min après la mise en route du ventilateur. Elle est effectuée autant de fois que cela est nécessaire et au moins lors de chaque contrôle primaire.

2.2.7 Essai d'une éprouvette de câble - Mode opératoire

Le four ayant atteint sa température d'essai déterminée comme indiqué au paragraphe 2.2.5.2, l'éprouvette est tendue verticalement dans l'axe de l'appareil d'essai, à l'aide des manchons d'amarrage prévus au paragraphe 2.2.4.6. Le système de traction doit maintenir constamment l'éprouvette en tension pendant toute la durée de l'essai.

Note : A titre indicatif une tension égale à quatre fois le poids de l'éprouvette soumise à l'essai donne satisfaction dans la plupart des cas.

Une demi-heure plus tard, on procède à l'essai.

On allume alors les deux brûleurs, en vérifiant que le cône bleu de la flamme est correctement dirigé, de façon à ne pas lécher le câble; on amène le four à sa position haute en moins de 5 s; on ferme la porte de la cabine et on met en marche la ventilation en moins de 5 s; on note le temps qui indique le point de départ de l'essai.

Après 10 min d'essai, la ventilation est interrompue pendant 1 min puis remise en route.

Après une durée totale d'essai de 30 min, le four est ramené en position basse et refermé, le ventilateur étant maintenu en service. On éteint les flammes pilotes et on attend éventuellement l'extinction de l'éprouvette, la porte de la cabine d'essai étant fermée.

On note ensuite la hauteur dégradée de l'éprouvette par rapport à l'extrémité inférieure de la cheminée avant de la retirer.

Technical drawing of a vertical industrial oven, showing front and side views with dimensions and labels.

Labels:

- Aspirateur
- R(300)

Dimensions (mm):

- Overall height: 2151
- Door height: Porte 2040
- Inner door height: (1250)
- Inner door width: (295)
- Door width: Porte 830
- Overall width: 941
- Door thickness: 110 ± 10
- Inner door width: 595 ± 5
- Inner door height: 1000 ± 5
- Inner door thickness: 55
- Door width: Porte 730
- Overall width: 841
- Top width: 860
- Bottom width: 760
- Bottom diameter: Ø 420
- Bottom reinforcement: L x 40 x 40 x 4 soudé

Figure 1 - Cabine vitrée (vue générale)

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

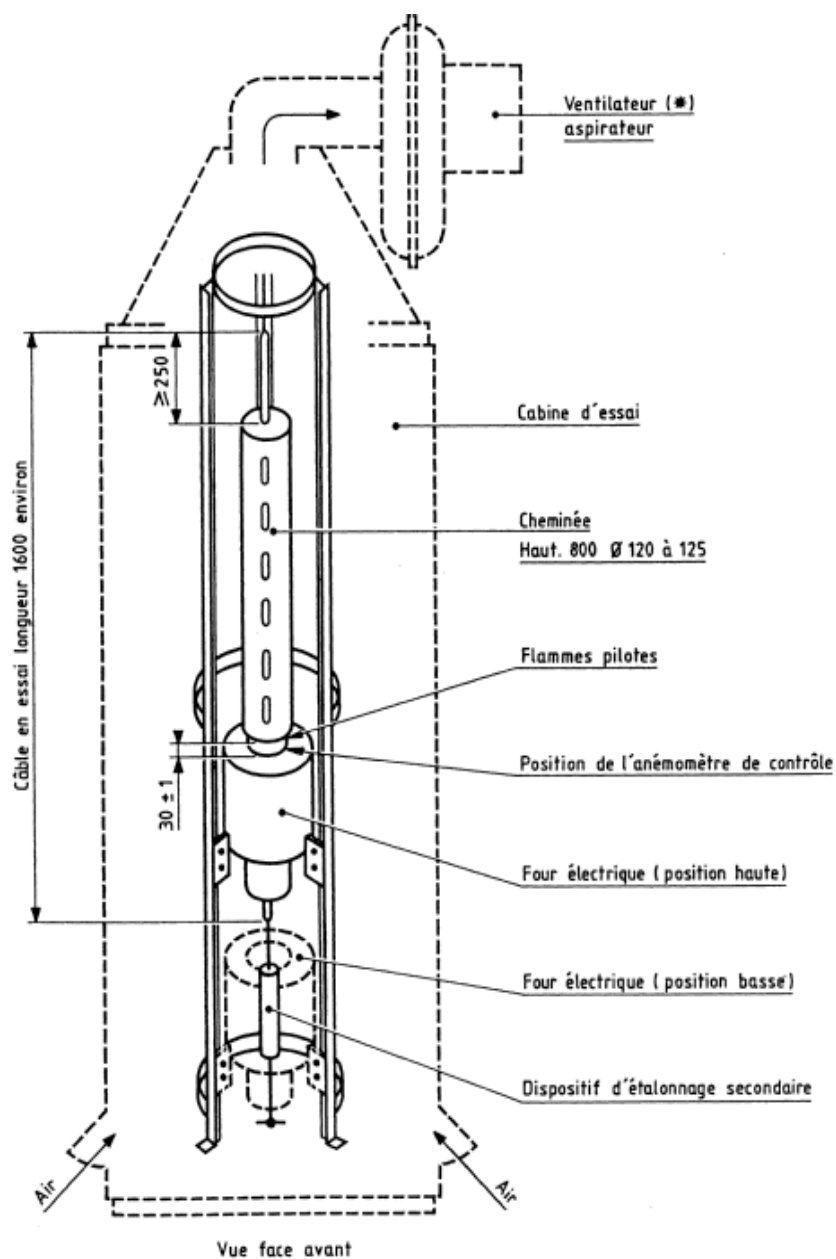
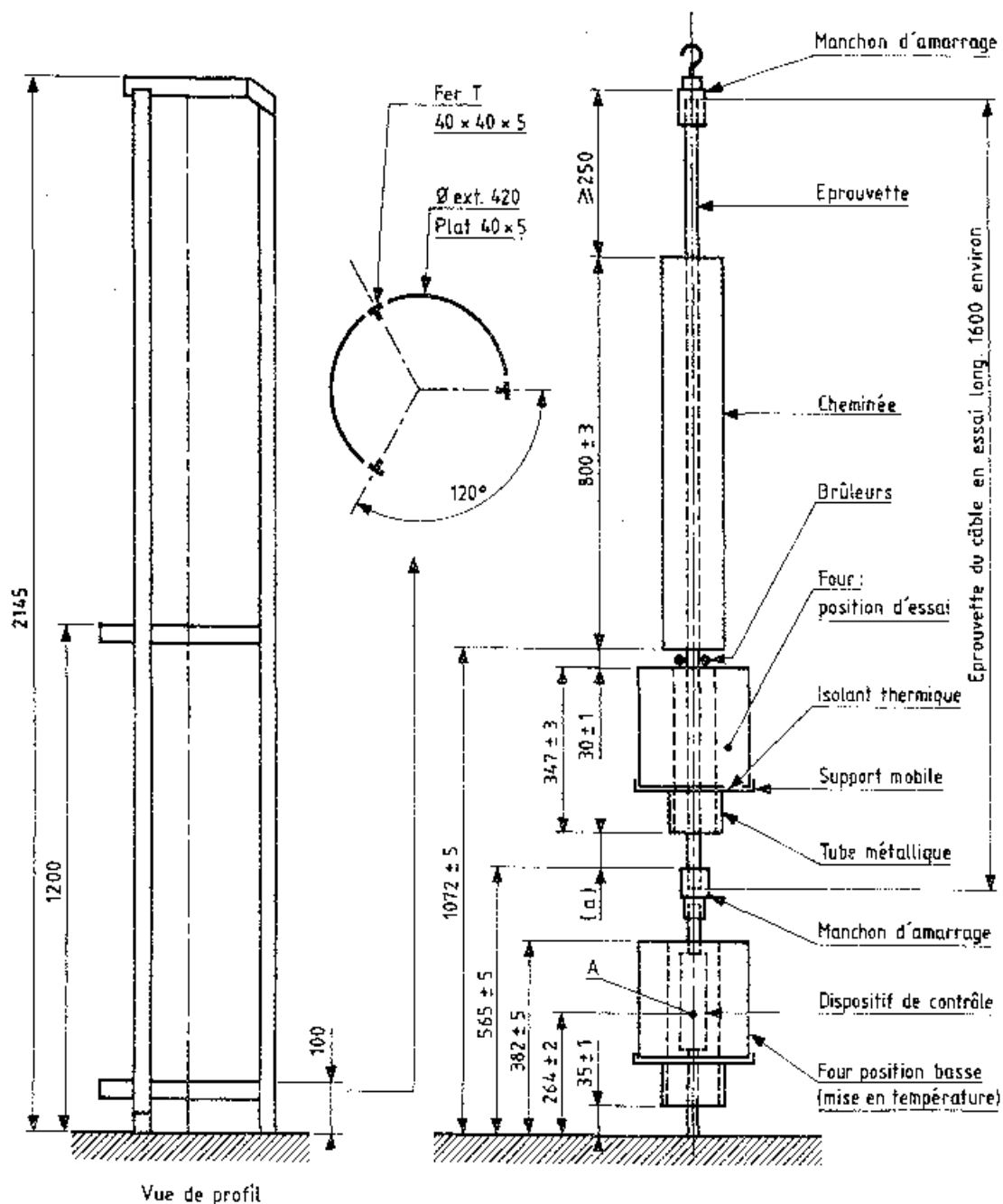


Figure 2 - Four d'essai des câbles électriques - Disposition d'ensemble

(*) Exemple de réalisation :
Puissance 1 kW
Vitesse 2 800 tr/min
Débit 1 800 m³/h sous 50 mm d'eau

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives



A : Centre du dispositif de contrôle
secondaire (voir figure 5)
 $120 \leq (\alpha) \leq 140$

Figure 3 - Châssis intérieur

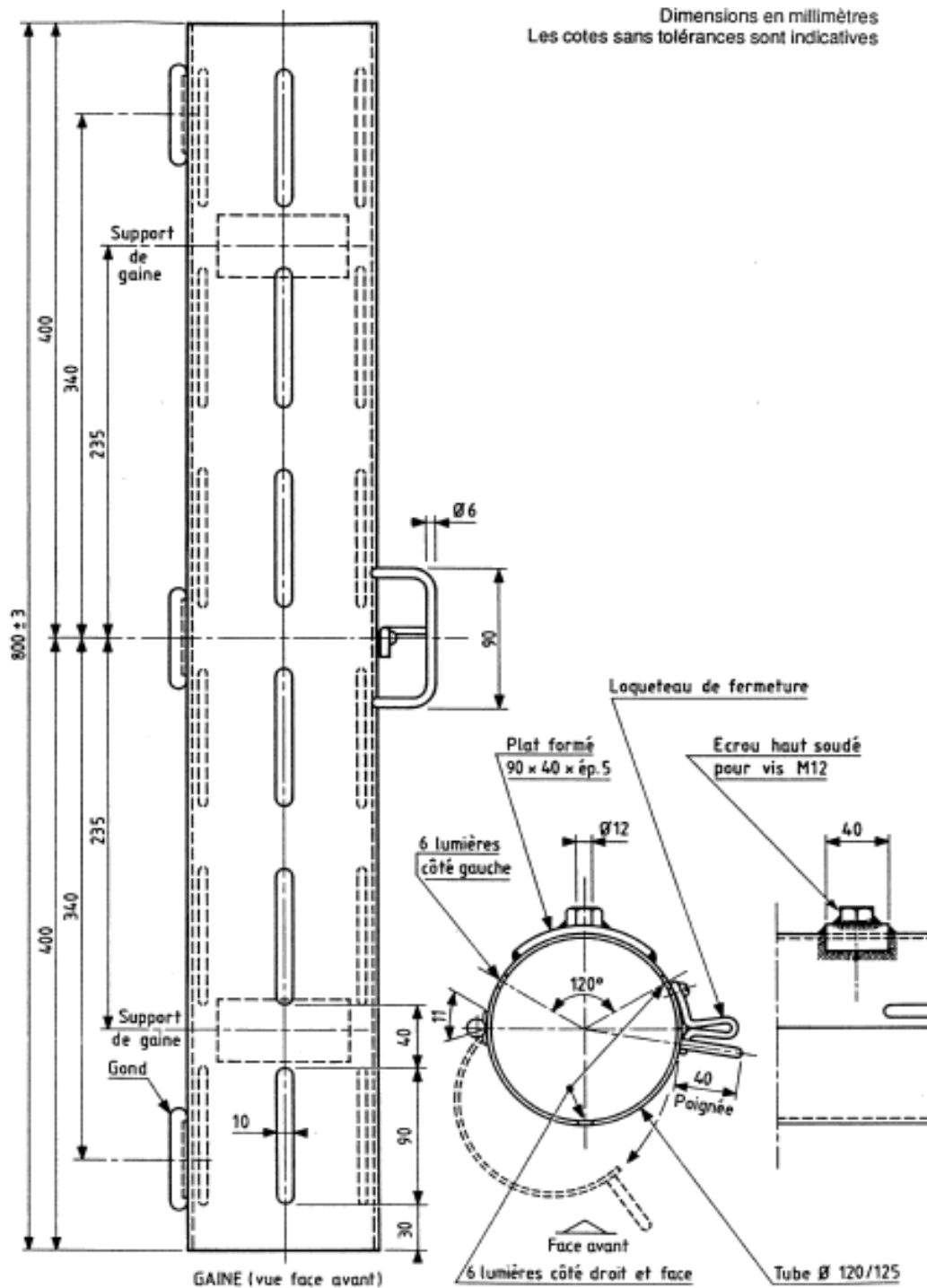


Figure 4 - Cheminée métallique

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

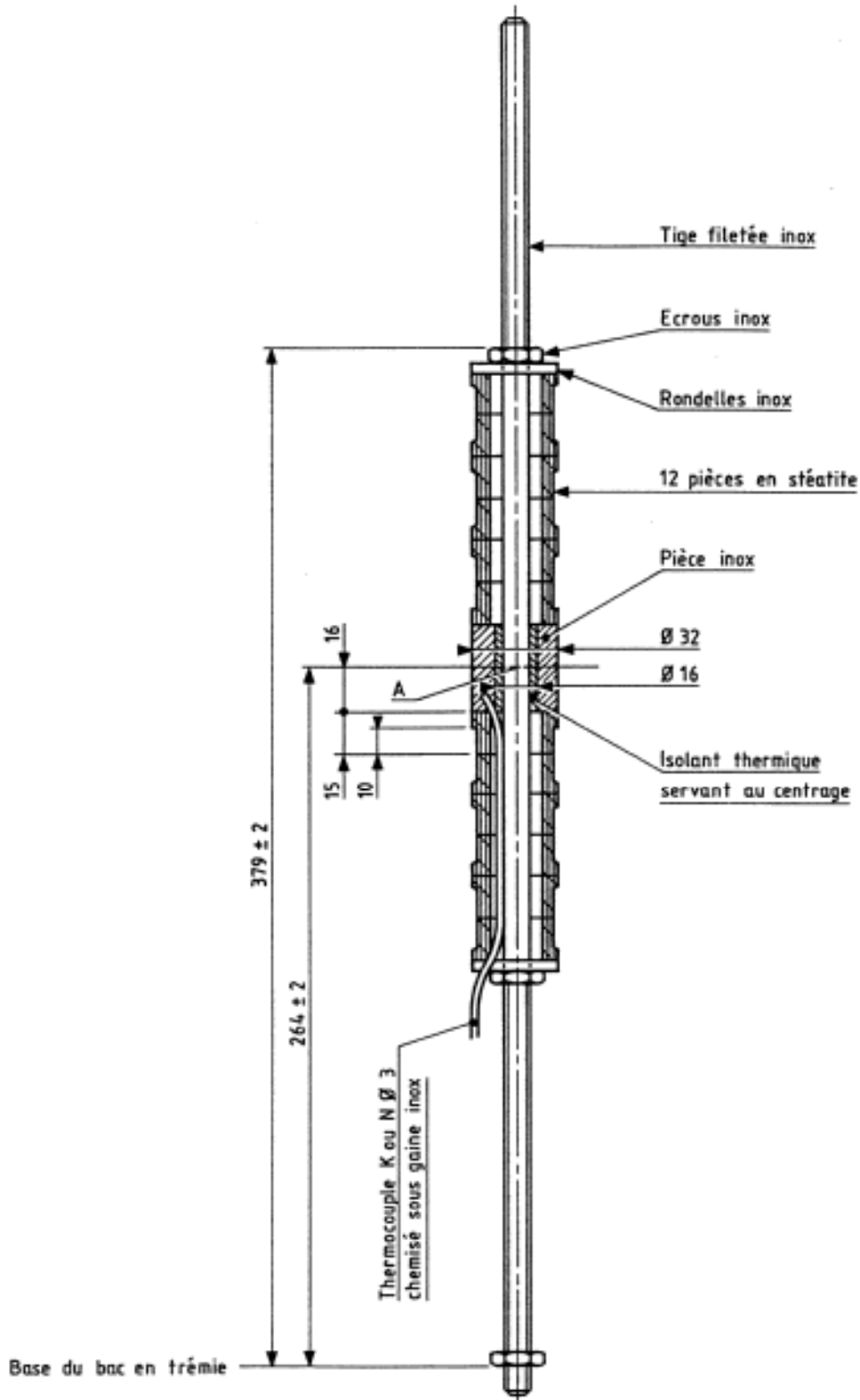


Figure 5 - Dispositif de contrôle secondaire

Dimensions en millimètres

Les cotes sans tolérances sont indicatives

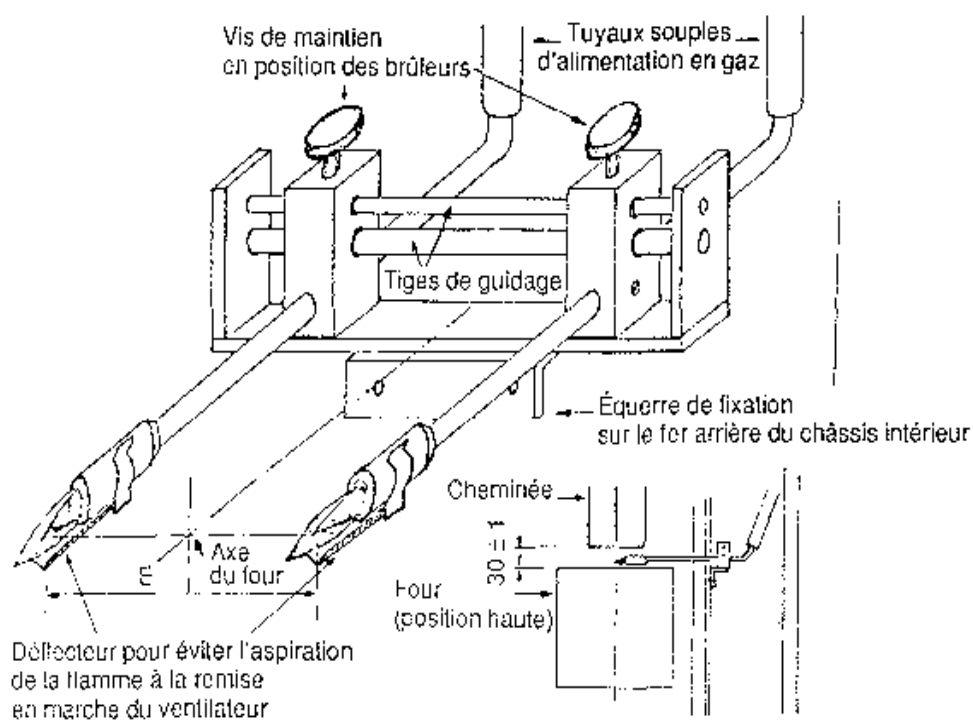
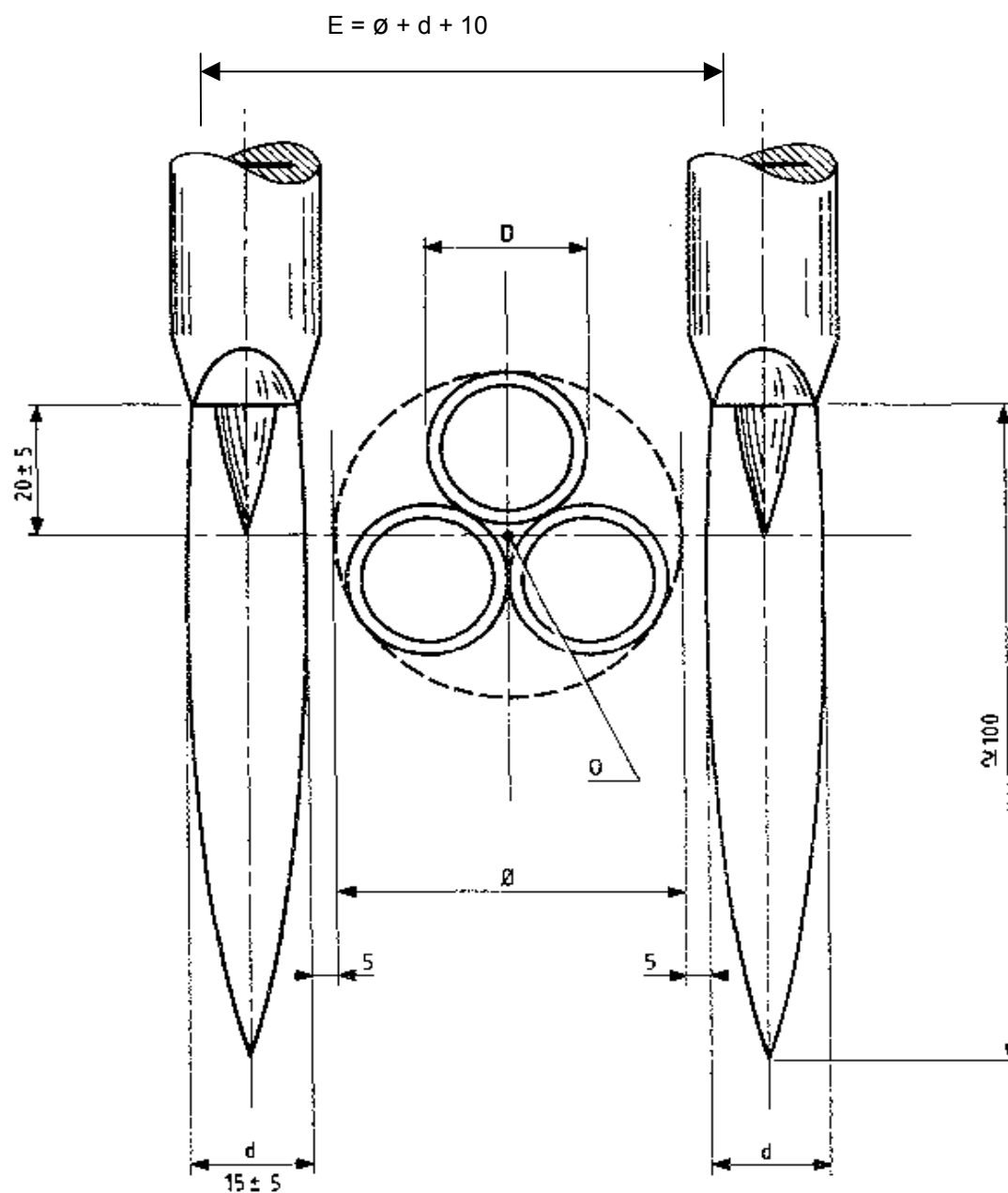


Figure 6a - Vue générale du dispositif d'allumage

Dimensions en millimètres

Les cotes sans tolérances sont indicatives



\varnothing = diamètre circonscrit à l'éprouvette (dans le cas de 3 tronçons)

d = diamètre des flammes des brûleurs

O = axe de symétrie commun de la cheminée, du four et de l'éprouvette

D = diamètre du tronçon de câble

Figure 6b - Disposition des flammes par rapport à l'éprouvette

Technical drawing of a double-pointed arrowhead. The drawing includes a side view and a cross-section view.

Side View Dimensions:

- Overall length: $E = \varnothing + d + 10$
- Tip thickness: 20 ± 5
- Base width: d
- Base thickness: 15 ± 5
- Offset from base to tip: 5

Cross-section View:

- Shows a circular cross-section with a diameter of \varnothing .
- Contains seven smaller circles arranged in a hexagonal pattern, each with a diameter of d .
- The distance between the centers of two adjacent small circles is D .
- The angle between the center of a small circle and the vertical axis is θ .

Scale: 2:100

Figure 6c - Disposition des flammes par rapport à l'éprouvette (§ 2.2.4.3)

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

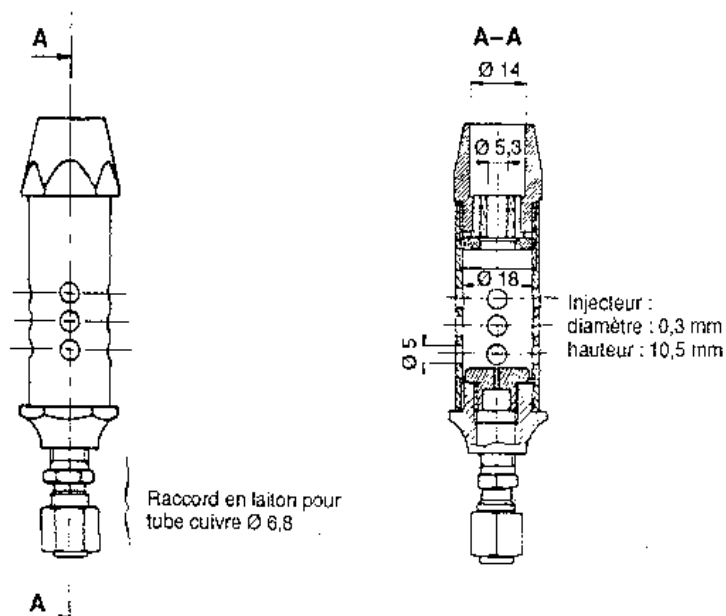


Figure 6d - Exemple de brûleur

(Brûleur avec stabilisateur de flamme prévu pour une alimentation en gaz butane sous 14,8 hPa)

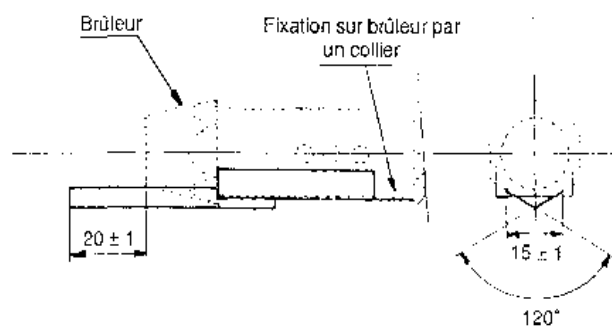


Figure 6e - Exemple d'un déflecteur

Figure 6 - Dispositif d'allumage

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

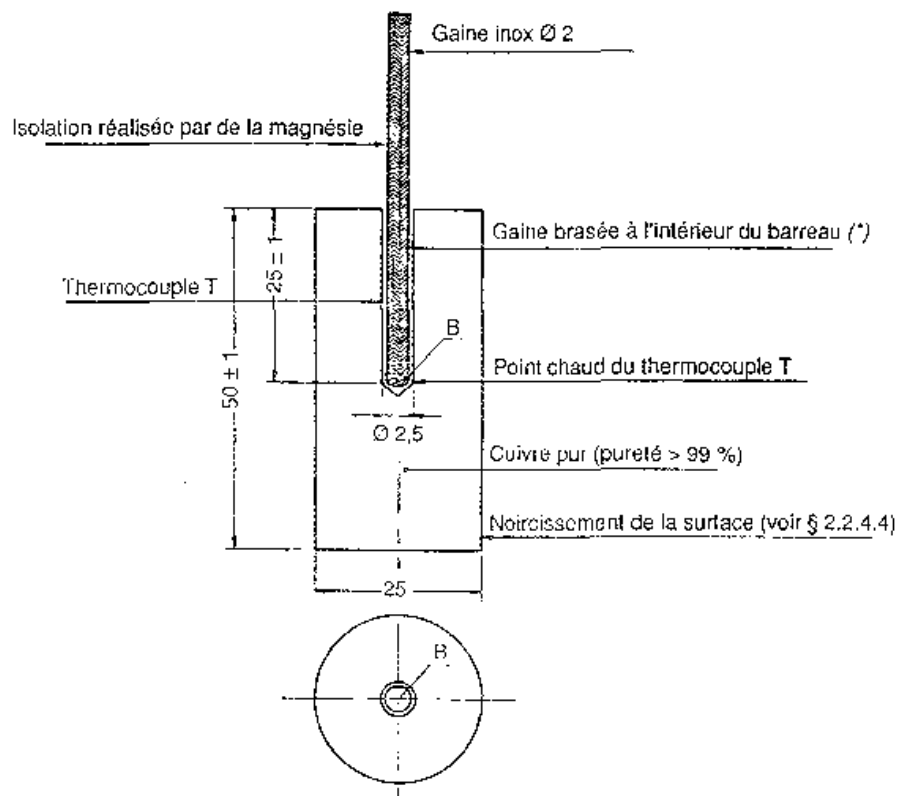
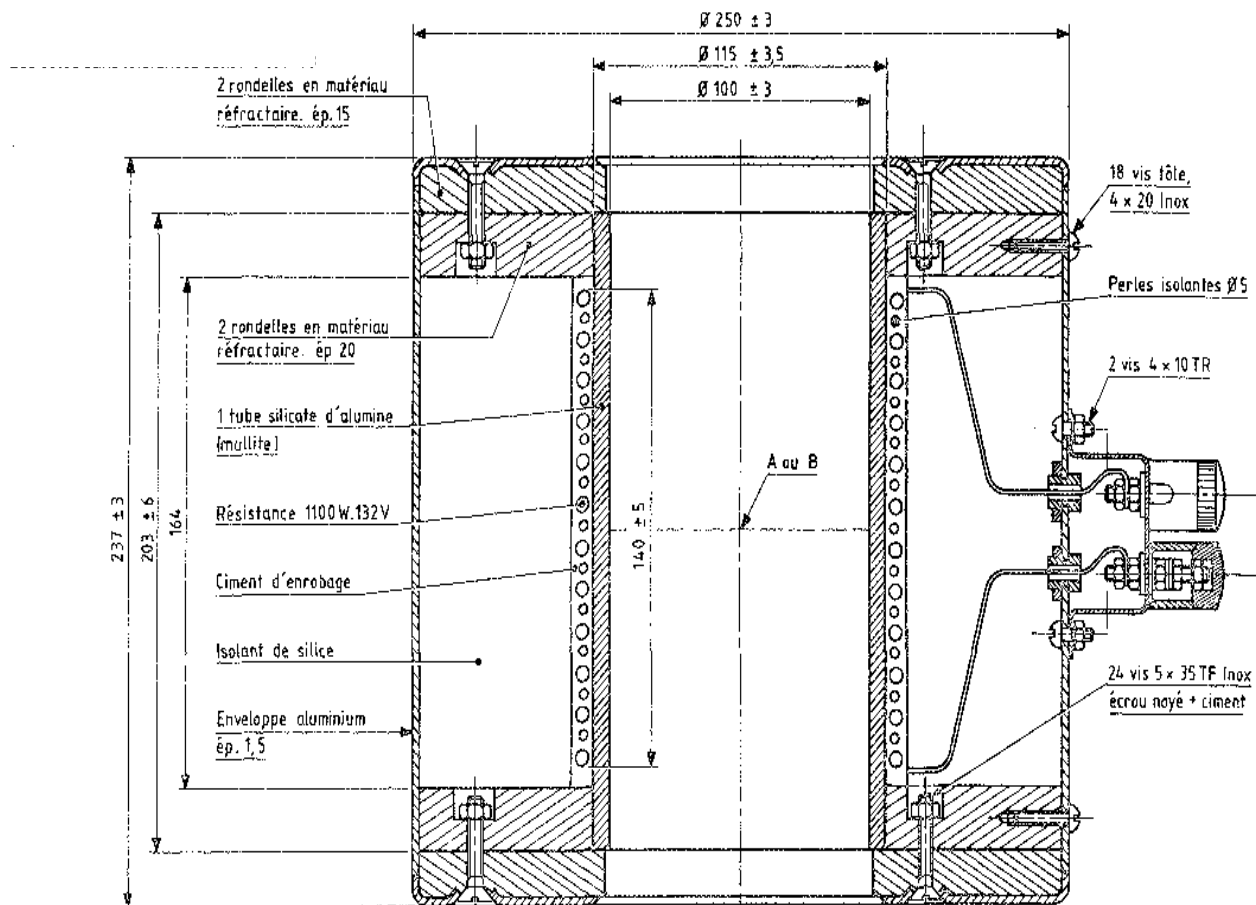


Figure 7 - Barreau de référence

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives



A : centre du dispositif de contrôle secondaire (voir figure 5)
B : centre du barreau de référence (voir figure 7)

Figure 8 - Four pour essai des câbles

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

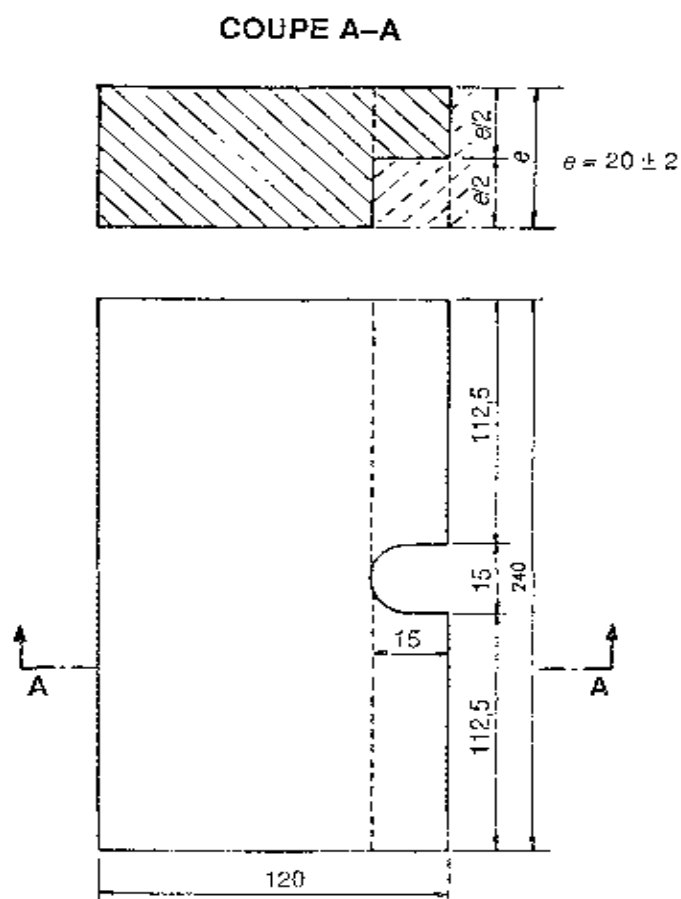


Figure 9 - Plaquette en matériau réfractaire

Dimensions en millimètres

Les cotes sans tolérances sont indicatives

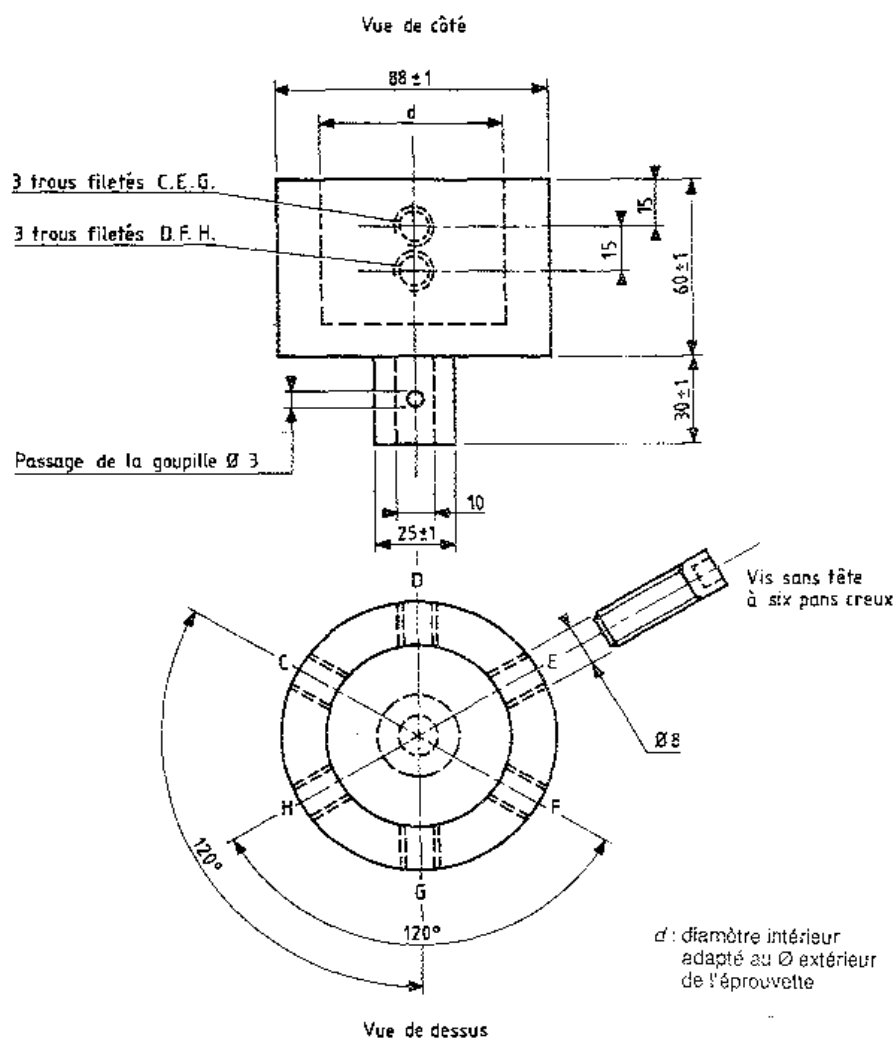
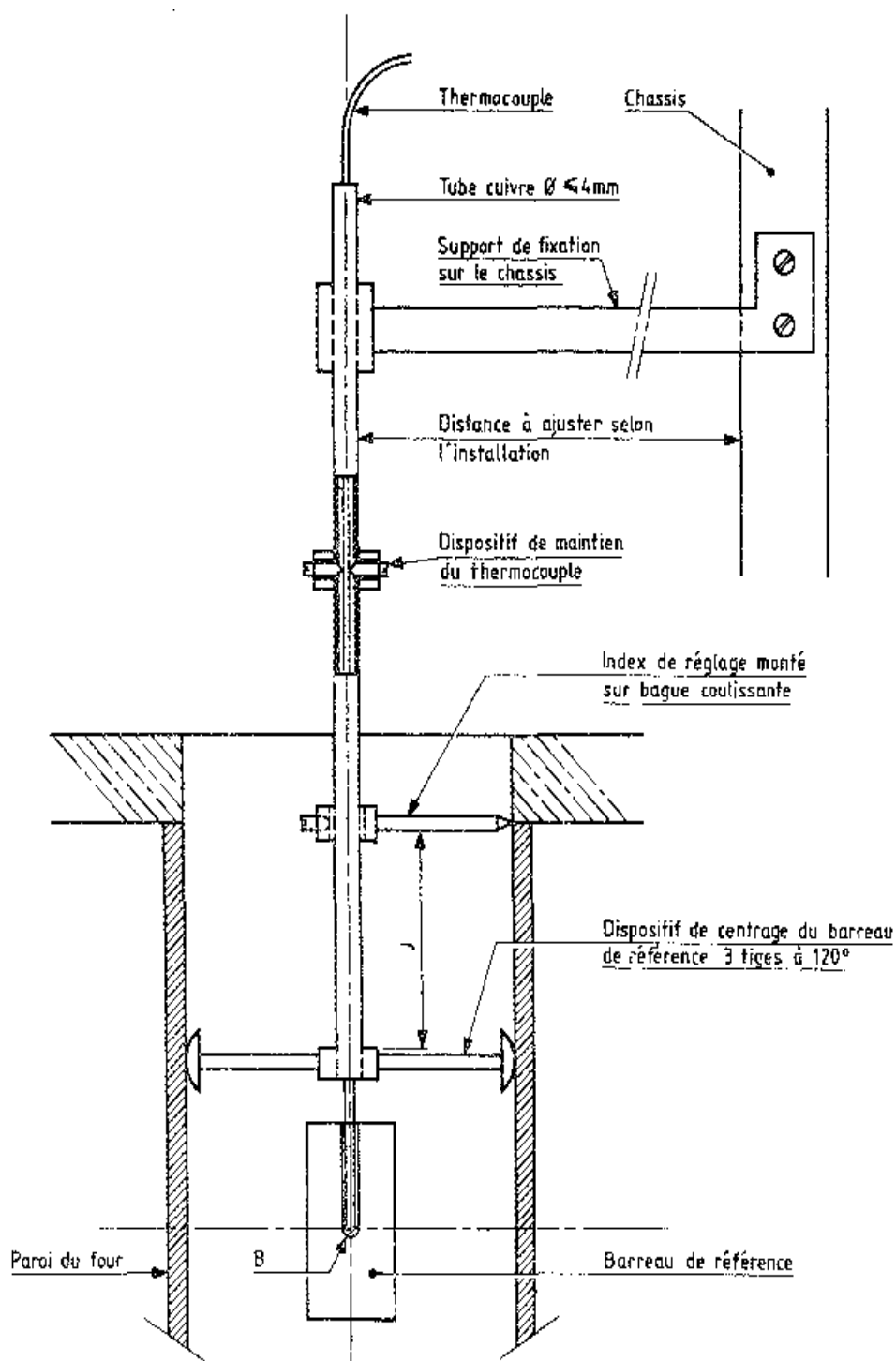


Figure 10 - Exemple de réalisation d'un manchon d'amarrage (voir § 2.2.4.6)



B : centre du barreau de référence (voir figure 7)
La distance J doit être ajustée pour assurer le centrage

Figure 11 - Exemple de dispositif permettant le centrage du barreau de référence dans le four en position haute

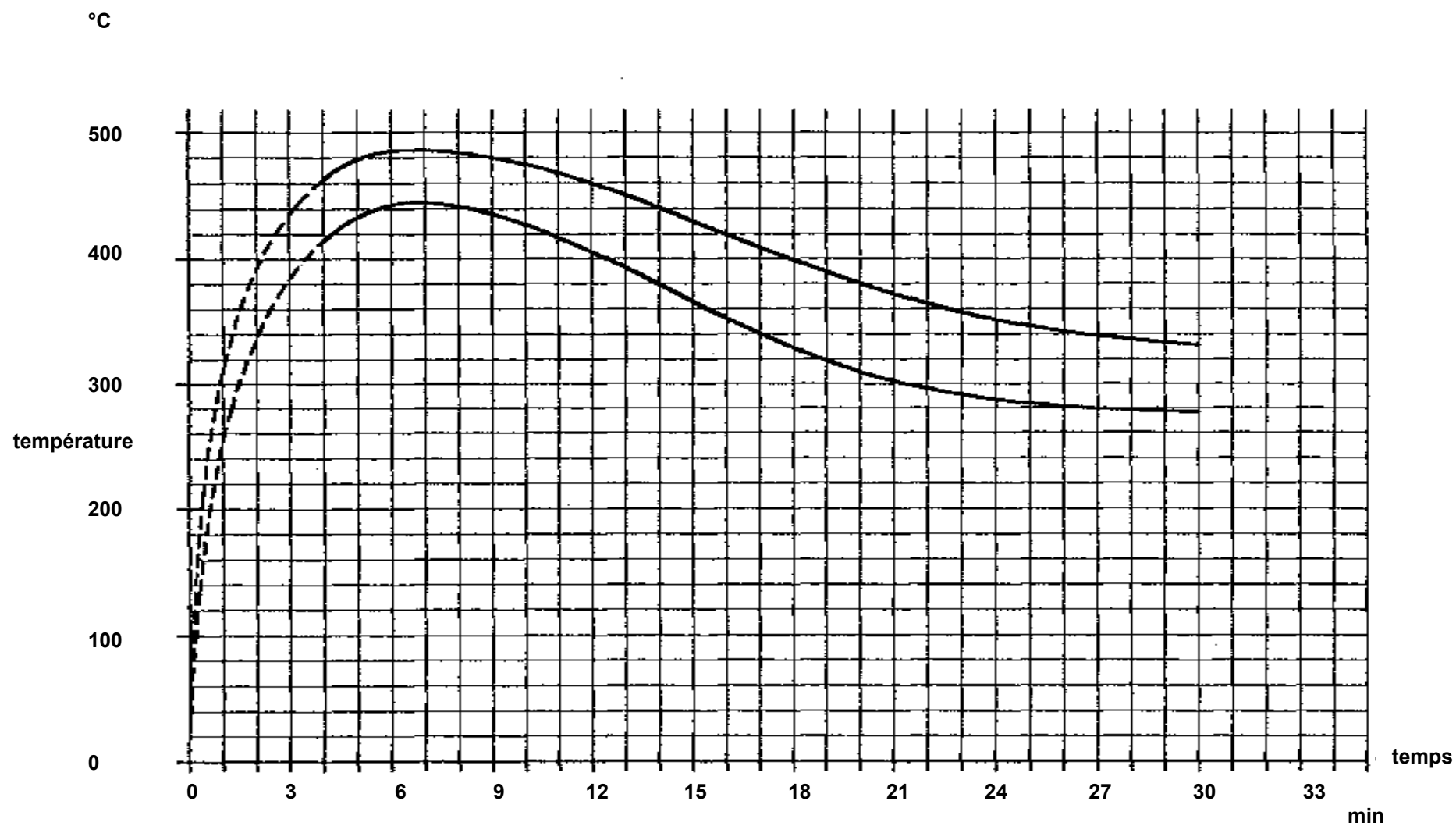


Figure 12 - Courbes du calibrage dynamique

2.3 Essai 3 - Essai de résistance au feu sur les conducteurs et câbles

Les câbles résistant au feu sont classés en deux catégories : CR1-C1 et CR1-C2.

Les câbles de catégorie CR1-C1 doivent répondre à la fois à l'essai de vérification du présent article et aux essais des articles 2.1 et 2.2 de la présente norme.

Les câbles de catégorie CR1-C2 doivent répondre à la fois à l'essai de vérification du présent article et à l'essai de l'article 2.1 de la présente norme.

Un câble ne répondant qu'aux conditions de vérification décrites dans le présent article, n'est pas un câble de la catégorie CR1.

Compte tenu de l'appareillage utilisé, l'essai de résistance au feu ne peut être effectué que sur des câbles de diamètre au plus égal à 40 mm.

2.3.1 Echantillonnage soumis à l'essai

L'échantillon soumis à l'essai comprend cinq éprouvettes.

Chaque éprouvette, réalisée à partir d'un morceau de conducteur ou de câble en l'état de livraison, doit avoir une longueur de 1 300 mm et est constituée par :

- cas des conducteurs et câbles non revêtus d'une armure métallique au sens donné à ce dernier terme dans la norme NF C 32-050 :
 - conducteurs et câbles unipolaires de section nominale au plus égale à 10 mm² : torsade formée par deux tronçons du conducteur ou câble à essayer, le pas de la torsade étant d'environ trente fois le diamètre du conducteur ou câble,
 - conducteurs et câbles unipolaires de section nominale supérieure à 10 mm² et câbles multiconducteurs : une longueur droite du conducteur ou câble à essayer ;
- cas des câbles revêtus d'une armure métallique au sens donné à ce dernier terme dans la norme NF C 32-050 : une longueur droite du câble à essayer.

2.3.2 Conditions d'acceptation prescrites

- Un conducteur ou câble satisfait à l'essai décrit dans le présent article si sur quatre des éprouvettes de l'échantillon on constate :

a) qu'aucun disjoncteur n'a fonctionné (ou qu'aucun fusible n'a fondu dans le cas d'essai sous tension supérieure à 500 V), et,

b) qu'aucune lampe ne s'est éteinte avant la fin de l'essai.

2.3.2.1 Catégorie CR1-C2 : le conducteur ou câble doit répondre aux conditions d'essais décrites ci-dessus et aux conditions d'acceptation prescrites, décrites au paragraphe 2.1.2 de la présente norme.

2.3.2.2 Catégorie CR1-C1 : le conducteur ou câble doit répondre aux conditions d'essai décrites ci-dessus et aux conditions d'acceptation prescrites, décrites aux paragraphes 2.1.2 et 2.2.1 de la présente norme.

2.3.3 Appareillage

Le schéma de principe du dispositif d'essai est donné figure 13.

L'appareillage comprend :

- un four, son alimentation et sa régulation (manuelle ou automatique),
- un dispositif de mesure des températures,
- un dispositif producteur de chocs mécaniques,
- un système de fixation de l'éprouvette,
- un système d'alimentation électrique de l'éprouvette en essai,
- un système de détection des défauts.

2.3.3.1 Four

Le four est un four électrique tubulaire d'environ 600 mm de longueur et de diamètre intérieur d'environ 100 mm, l'élément chauffant étant réparti sur une longueur d'environ 500 mm. L'intérieur du four est chemisé avec un cylindre en acier inoxydable d'épaisseur 1 mm à 1,5 mm.

2.3.3.2 Dispositif de mesure des températures

Ce dispositif est constitué par quatre thermocouples chromel-alumel (type K) de 4 mm environ de diamètre, repérés TcL, TcP et TcC, voir la figure 13. Les thermocouples sont placés dans le plan horizontal passant par l'axe du four, à 20 mm de la paroi interne de celui-ci.

L'un de ces thermocouples dit "thermocouple primaire" (TcP), donne la température pendant l'essai. Cette température doit suivre la courbe d'échauffement-temps définie au paragraphe 2.3.4.3. La température du four, de part et d'autre du centre et jusqu'à 100 mm de celui-ci, est contrôlée par deux thermocouples fixes (TcL) placés aux deux extrémités de cet intervalle et permettent de vérifier l'homogénéité de la température dans la partie centrale du four. TcC est un thermocouple de contrôle facultatif.

2.3.3.3 Dispositif producteur de chocs mécaniques (voir figure 14)

Le dispositif producteur de chocs est constitué par une barre ronde en acier, de 600 mm de longueur, pivotant librement autour d'un axe parallèle à celui du four et à environ 200 mm de celui-ci. Cet axe partage la tige en deux parties inégales, l'une de longueur égale à 200 mm, l'autre de longueur égale à 400 mm. L'axe de rotation de la barre de chocs doit être dans le même plan horizontal que celui du four.

Une came à trajectoire circulaire vient abaisser la partie courte jusqu'à ce qu'elle soit inclinée à 60° sur l'horizontale.

A ce moment, la barre échappe à la came et la masse prépondérante de la partie longue la fait retomber sur l'éprouvette à 150 mm du collier soumis à l'effort de traction.

Le diamètre de la barre de chocs est choisi en fonction du diamètre du câble suivant le tableau 2.

La vitesse de rotation de la came est réglée de façon que la fréquence des chocs soit de un toutes les 30 secondes.

2.3.3.4 Dispositif de fixation de l'éprouvette :

a) Conducteurs ou câbles non armés (figure 15a) :

L'éprouvette est tendue horizontalement dans l'axe du four (au début de l'essai) entre deux points de serrage : le premier, fixe, est un étau n° 1 à mors évidés de 100 mm de long, solidaire du bâti du four, le deuxième, mobile, est un collier de serrage n° 5 soumis à une force de traction correspondant à une contrainte de 2 MPa sur la section nominale totale des âmes en cuivre de l'éprouvette, sans toutefois dépasser 200 N, pour maintenir l'éprouvette en position tendue.

Dans le cas des câbles et des conducteurs non armés, l'éprouvette est placée dans un tube d'acier MRL inox conforme à la norme NF EN 61386-21.... Les chocs sont appliqués sur le tube. L'éprouvette est serrée dans l'étau n°1 à mors évidés, du côté fixe du tube MRL inox. Pour les conduits MRL de diamètre 50 mm, le rayon du support de guidage (repère N°4 figure 15A) doit être de 25 mm.

C'est le tube qui subit les chocs et les transmet au câble en essai. L'éprouvette est serrée dans l'étau n° 1 à mors évidés, du côté fixe du tube MRB-PE.

b) Conducteurs ou câbles armés (figure 15b)

L'éprouvette est tendue horizontalement dans l'axe du four (au début de l'essai) entre deux points de serrage : le premier, fixe, est l'étau n° 1 à mors évidés de 100 mm de long, solidaire du bâti du four, le deuxième, mobile, est un collier de serrage n° 5 soumis à une force de traction correspondant à une contrainte de 2 MPa sur la section nominale totale des âmes en cuivre de l'éprouvette, sans toutefois dépasser 200 N, pour maintenir l'éprouvette en position tendue.

L'éprouvette doit être centrée dans le four au début de l'essai. A cet effet, un support de guidage n° 4 est placé en contact avec le câble comme indiqué sur la figure 15b.

2.3.3.5 Système d'alimentation électrique de l'éprouvette en essai

Il est constitué d'un transformateur de puissance triphasé connecté en étoile pouvant débiter au secondaire un courant de court-circuit au moins égal à 7 A par phase. La tension doit être définie en fonction de la tension assignée du câble et il est possible d'insérer une impédance série.

2.3.3.6 Système de détection des défauts

a) Disjoncteurs : le disjoncteur est choisi en fonction du rapport I/I_n de l'installation et doit permettre d'obtenir un temps de réaction au plus égal à 10 ms.

I : étant l'intensité du courant de court-circuit dans l'échantillon (valeur efficace au moins égale à 7 A) I_n : étant l'intensité nominale de détection de défaut : 0,5 A.

Pour répondre à ces exigences, la courbe de déclenchement des disjoncteurs utilisés doit être de type C suivant la norme NF EN 60898 ou Z suivant la norme CEI 60947-2.

Le rapport I/I_n doit être au moins égal à 14.

La tension d'isolement assignée du disjoncteur doit être au moins égale à 500 V.

Dans le cas d'essai à une tension supérieure à 500 V, il est possible d'utiliser des disjoncteurs ou des fusibles tout en respectant la valeur du rapport I/I_n donnée ci-dessus.

b) Montage électrique

Deux cas sont à prendre en considération. Dans les deux cas, le neutre du circuit d'alimentation est relié soit au tube d'acier MRB-PE soit au revêtement métallique.

Premier cas : Le nombre de conducteurs du câble est au plus égal à trois.

Le schéma des connexions est représenté sur la figure 16a. Les conducteurs sont connectés à des phases distinctes et le calibre des disjoncteurs est de 0,5 A.

Deuxième cas : Le nombre de conducteurs du câble est supérieur à trois.

D'une manière générale, les circuits du dispositif de contrôle électrique possèdent trois ou quatre lampes. Plusieurs circuits de connexions sont possibles.

c) Système à trois lampes et disjoncteurs de 0,5 A.

Le système est constitué par trois groupes de conducteurs isolés, chacun d'ex possède n_1 , n_2 et n_3 conducteurs isolés.

Tableau 2 - Diamètre de la barre de choc et choix du conduit MRL inox

Diamètre de l'éprouvette mm	Diam. extérieur du conduit MRL	Diamètre de la barre de la barre de choc mm
5,8 à 6,2	16	6
6,3 à 6,7		6,5
6,8 à 7,2		7
7,3 à 8,2		7,5
8,3 à 8,7	20	8
8,8 à 9,2		8,5
9,3 à 9,7		9
9,8 à 10,2		9,5
10,3 à 10,7	25	10
10,8 à 11,2		10,5
11,3 à 11,7		11
11,8 à 12,2		11,5
12,3 à 12,7		12
12,8 à 13,1		12,5
13,2 à 13,7	32	13
13,8 à 14,2		14
14,3 à 14,7		14,4
14,8 à 14,9		15
15,0 à 15,5		15
15,6 à 16,5		16
16,6 à 17,0		17
17,1 à 17,5	40	17
17,6 à 18,5		18
18,6 à 19,5		19
19,6 à 20,5		20
20,6 à 21,5		21
21,6 à 22,3		22
22,4 à 22,5	50	22
22,6 à 23,5		23
23,6 à 24,5		24
24,6 à 26,5		25
26,6 à 27,5		25
27,6 à 28,5		25
28,6 à 29,5		25
29,6 à 30,5		25
30,6 à 40		25

Les n_1 conducteurs en série sont reliés à la phase 1 du transformateur et à la lampe 1, et ainsi de suite pour les autres groupes ; et ceci de telle façon que, dans toute la mesure du possible, les conducteurs adjacents d'une même couche ne se trouvent pas reliés à la même phase. Chaque phase est protégée par un disjoncteur 0,5 A. (figure 16b).

Dans le cas particulier d'un câble à quatre conducteurs, il est nécessaire d'utiliser un conducteur isolé supplémentaire extérieur au four.

d) Système à quatre lampes

Il est nécessaire d'avoir quatre disjoncteurs de 0,5 A.
Le schéma de principe est représenté sur la figure 16c.

Vérification

Dans le cas des câbles dont le nombre de conducteurs est supérieur à trois, il n'est pas possible de mettre en évidence un court-circuit éventuel entre conducteurs connectés en série sur la même phase. Dans ce cas, immédiatement après la réalisation de l'essai, on effectue, avant démontage, un contrôle d'absence de court-circuit, sur chaque conducteur, par rapport à tous les autres reliés à la masse, contrôle effectué à la tension assignée entre phases.

2.3.4 Mode opératoire

2.3.4.1 Avant chaque essai on doit s'assurer que le four est à la température ambiante.

Note - Entre deux essais, le retour à la température ambiante peut être obtenu par une ventilation forcée. En cas de litige, le four est refroidi par refroidissement naturel.

L'essai est effectué successivement sur quatre éprouvettes et, éventuellement, sur la cinquième éprouvette.

2.3.4.2 Chaque éprouvette est mise sous tension et l'on règle celle-ci à la tension assignée du câble suivant le tableau 3.

Tableau 3 - Tension d'essai

Tension assignée du câble ou conducteur (U_0/U)	100/170 V	170/300 V	300/500 V	450/750 V	0,6/1 kV
Tension d'essai entre phases, V	170	300	500	750	1 000
Tension d'essai entre phases et neutre, V	100	170	300	450	600

La valeur de tension d'essai ne peut être inférieure à celle appliquée sur un câble de tension assignée 100/170 V.

On met le dispositif générateur de chocs en route et on alimente le four.

2.3.4.3 La montée en température du four doit être effectuée suivant le programme thermique défini par la courbe d'échauffement température-temps représentée à la figure 17.

Cette courbe de température est celle définie à l'annexe XI de l'arrêté du 3 août 1999.

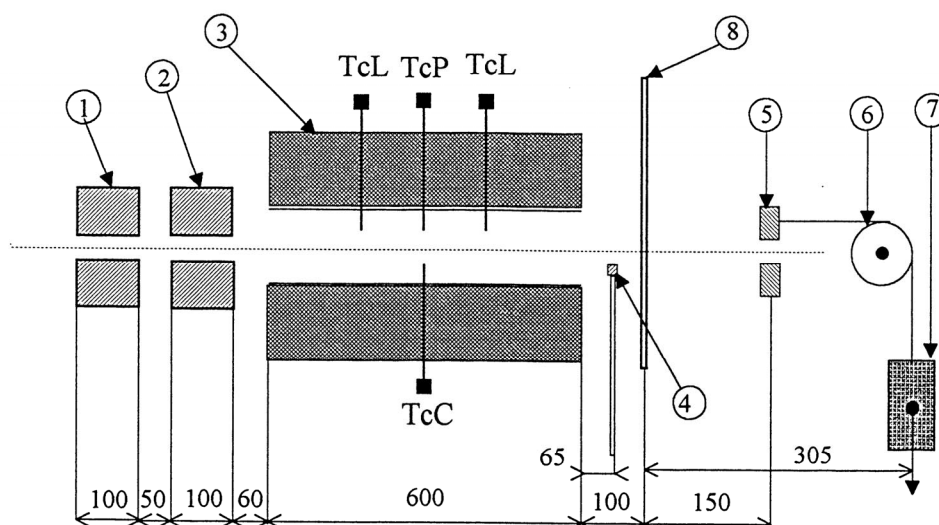
En pratique, le respect de cette prescription est difficilement réalisable pendant les premières minutes. En tout état de cause elle doit être tenue, au plus tard, après 10 min.

Une fois atteinte la température de $920\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, on limite le chauffage du four de façon à stabiliser la température à cette valeur pendant 15 min, puis on arrête l'essai.

Note - La température de $920\text{ }^{\circ}\text{C}$ correspondant à un échauffement de 900 K.

Pendant la période de stabilisation on doit s'assurer que :

- l'écart maximal entre les deux thermocouples latéraux reste au plus égal à 40 K,
- l'écart maximal entre les deux thermocouples primaires et les deux thermocouples latéraux reste au plus égal à 20 K, la température mesurée par chacun ne devant pas, en outre, être supérieure à celle mesurée par le thermocouple primaire.



Tc : thermocouples

P : primaire

C : contrôle (facultatif)

L : fixes latéraux

1 Etau de serrage de l'éprouvette

2 Etau de fixation du tube MRB

3 Four

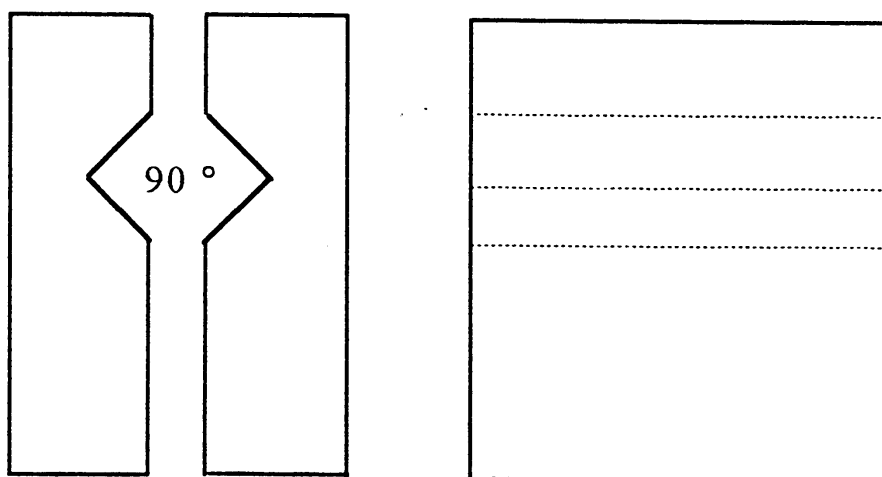
4 Support de guidage

5 Collier mobile de serrage de l'éprouvette

6 Poulie de renvoi de l'attache de la force de traction

7 Force de traction

8 Barre de chocs



Détail des étaux de fixation 1 et 2

Figure 13 - Schéma de principe du dispositif d'essai

Dimensions en millimètres

Les cotes sans tolérances sont indicatives

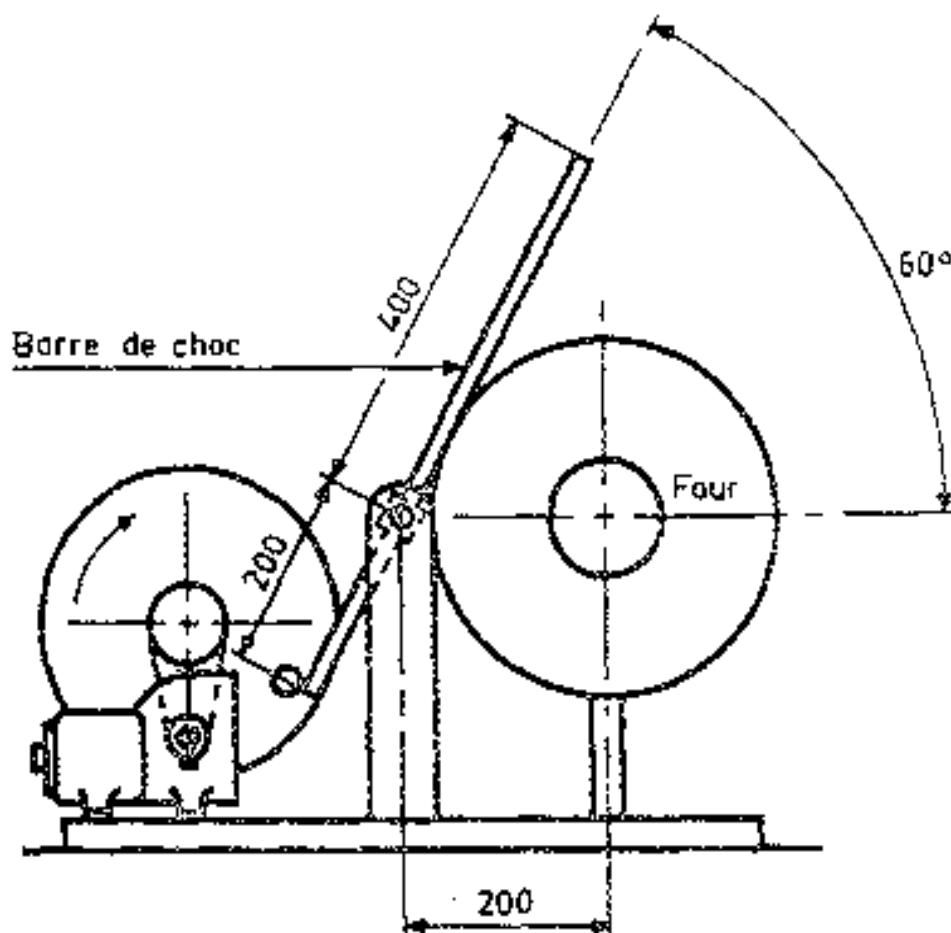
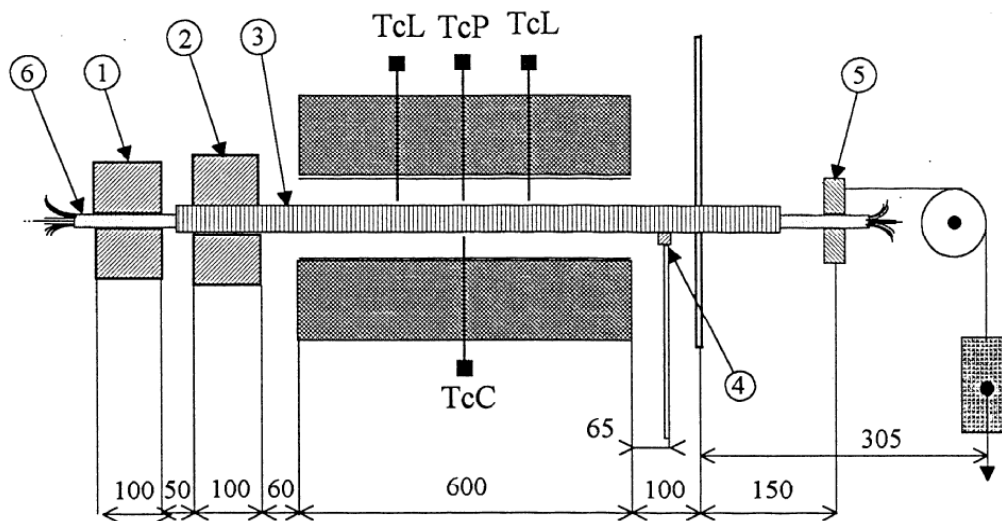


Figure 14 - Dispositif producteur de chocs mécaniques

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives



Tc : thermocouples

P : primaire

C : contrôle

L : fixes latéraux

1 : Etau de serrage de l'éprouvette

2 : Etau de fixation du conduit

3 : Tube MRB

4 : Support de guidage du conduit

5 : Collier mobile de serrage

6 : Eprouvette en essai

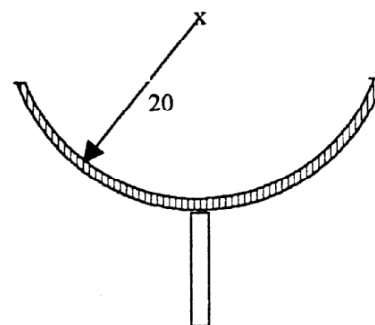
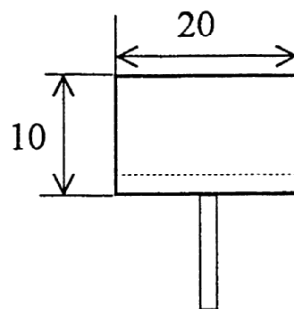
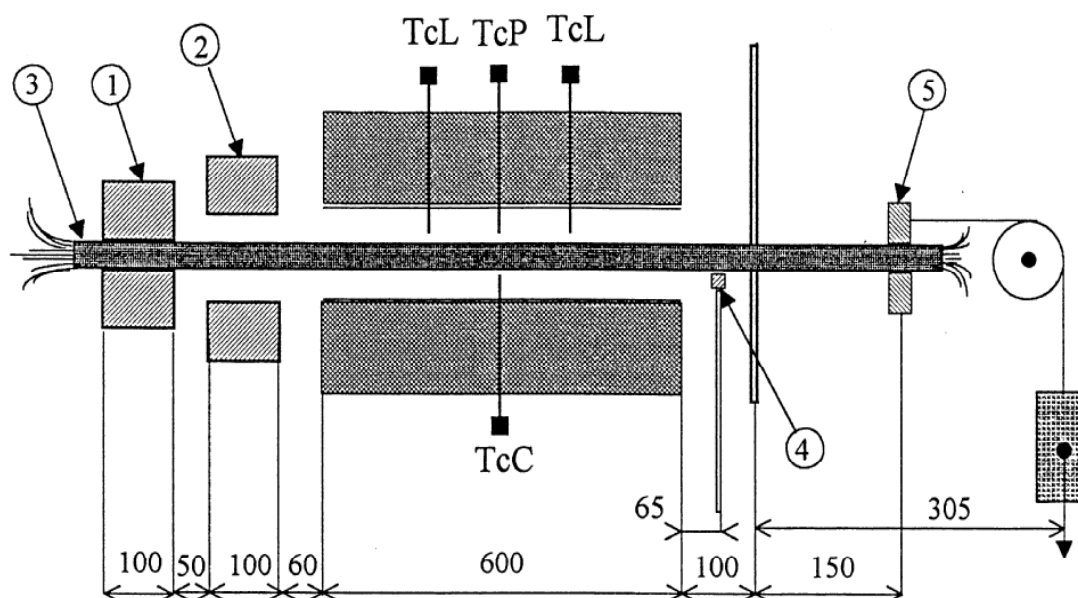


Figure 15a - Disposition de l'éprouvette et des thermocouples pour les câbles non armés



Tc : thermocouples

P : primaire

L : fixes latéraux

1 : Etau de serrage de l'éprouvette

2 : Etau de fixation (du conduit pour câbles non armés)

3 : Eprouvette en essai

4 : Support de guidage du câble armé

5 : Collier mobile de serrage

Figure 15b - Disposition de l'éprouvette et des thermocouples pour les câbles armés

Figure 15 - Disposition de l'éprouvette et des thermocouples

Dimensions en millimètres
Les cotes sans tolérances sont indicatives

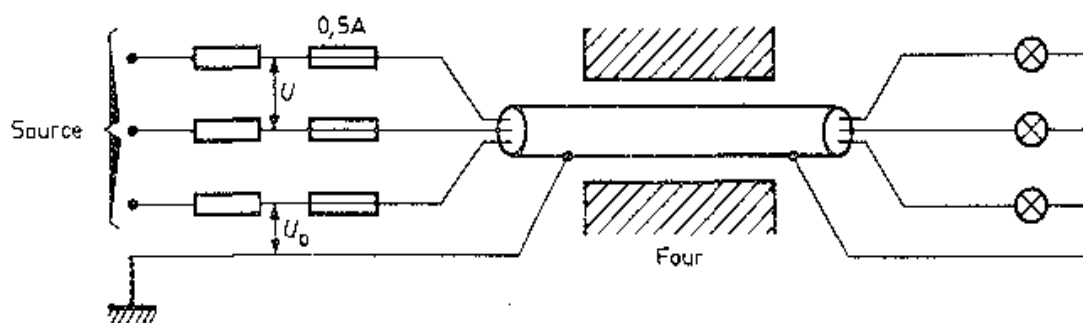


Figure 16a - Câble à trois conducteurs

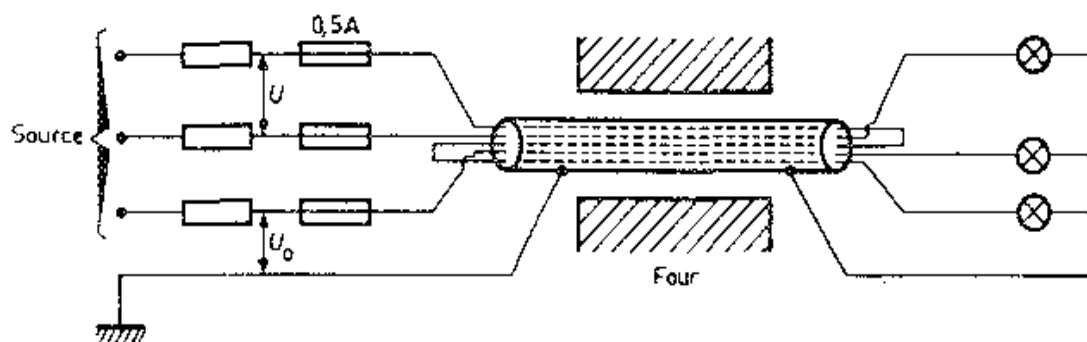
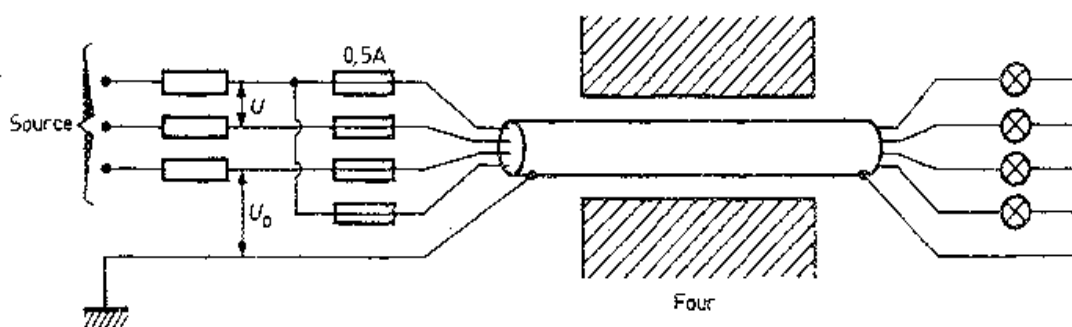


Figure 16b - Câbles à plus de trois conducteurs
Circuit à trois lampes avec conducteurs en série



**Figure 16c - Câble à plus de trois conducteurs
Circuit à quatre lampes**

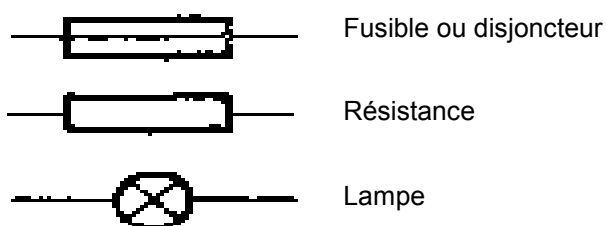


Figure 16 - Schéma de montage électrique

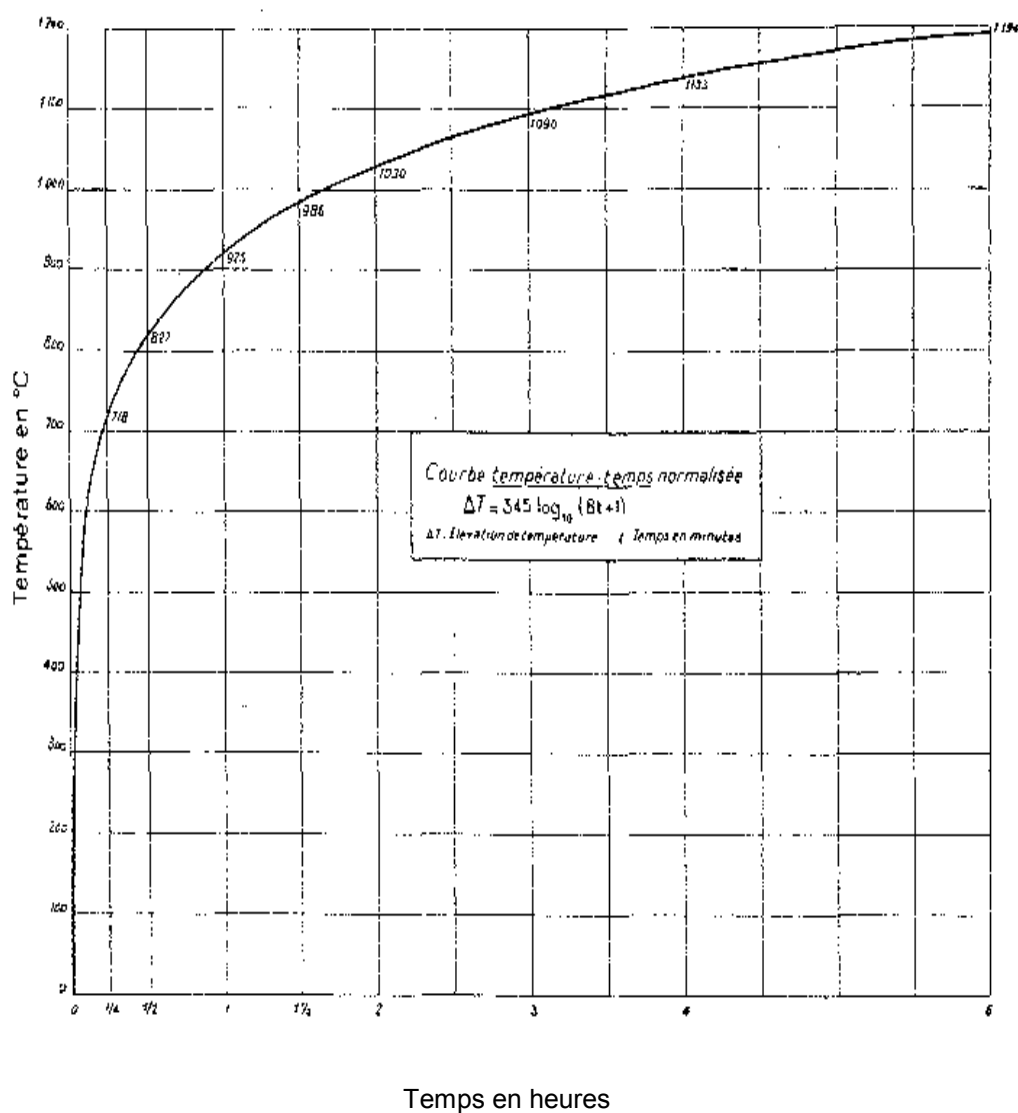


Figure 17 - Courbe température-temps normalisée

Annexe A

Références bibliographiques

1.1 Arrêtés

Arrêté du 25 juin 1980 relatif aux dispositions générales applicables à tous les établissements recevant du public (C 12-201)

Arrêté du 21 juillet 1994 portant classification de la conformité du comportement au feu des câbles électriques (UTE C 00-310)

Arrêté du 3 août 1999 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de combustion et d'ouvrages (J.O. du 11 septembre 1999)

1.2 Normes

NF EN 50266 (série)	Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu - Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale (Indice de classement C 32-073)
NF EN 50267 (série)	Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu - Essai sur les gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble (Indice de classement C 32-074)
NF EN 50268 (série)	Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu - Mesure de la densité de fumées dégagées par des câbles brûlant dans des conditions définies (Indice de classement C 32-072)
