

SPÉCIFICATION
UNIFIÉE CCTU

TÉLÉCOMMUNICATIONS

APPAREILS DE MESURE

CCTU
00-01
Juillet 1957

Éditée par le CNET (Département D-1, Division NORMALISATION) 76, rue du Général Leclerc, Issy-les-Moulineaux (Seine) — Tél. : L.F.C. 40-00

V. U. MÈTRE

(Volumètre normalisé)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS — CONDITIONS D'APPLICATION

1 — GÉNÉRALITÉS

2 — CONDITIONS D'HOMOLOGATION ET DE RÉCEPTION

3 — CARACTÉRISTIQUES ET ESSAIS

3.1 — Caractéristiques

3.2 — Marquage

3.3 — Essais

4 — ANNEXE: RECOMMANDATIONS D'EMPLOI

Approuvée
le 4 juillet 1957

1^{re} édition

AVANT-PROPOS

CONDITIONS D'APPLICATION

La mesure des ondes complexes utilisées dans la technique "basse fréquence" des télécommunications ne peut pas s'exprimer d'une façon simple, en fonction des notions habituelles de courant électrique, de tension électrique ou de puissance.

Le concept de "volume" fournit une méthode pratique d'une grande utilité au technicien des télécommunications pour assigner une valeur numérique aux grandeurs de ces ondes électriques. On lit les valeurs du volume en notant les déviations de l'aiguille d'un appareil appelé "volumètre".

Puisque l'indication fournie par l'instrument de mesure de cet appareil, sous l'action d'ondes rapidement variables, dépend beaucoup de la vitesse de déplacement de sa partie mobile, de son amortissement et d'autres caractéristiques, une norme applicable aux mesures de volume doit comprendre une spécification de ces caractéristiques.

La présente spécification s'applique à un volumètre particulier, appelé "v. u. mètre".

1 — GÉNÉRALITÉS

1.1 — DOMAINE D'APPLICATION.

La présente spécification s'applique au volumètre normalisé, appelé "v. u. mètre" mis au point particulièrement pour la radiodiffusion et pour les circuits téléphoniques qui assurent le service d'interconnexion entre les stations émettrices de radiodiffusion.

Il trouve son emploi, d'une façon plus générale, dans la technique "basse fréquence" des télécommunications.

1.2 — DOCUMENTS RÉFÉRENCÉS.

NFC 42-100 : Règles d'établissement des appareils de mesure électrique et de leurs accessoires.

NFC 42-102 : Appareils de mesure électrique encastrés, à collerette carrée — Ajourage et perçage des tableaux — Espace à prévoir.

NF E 04-105 : Dessins techniques pour industries mécaniques, électriques et connexes — Ecritures.

1.3 — TERMINOLOGIE.

Les définitions suivantes concernent l'emploi des termes ci-après, en tant qu'ils s'appliquent spécifiquement aux grandeurs mesurées et aux appareils utilisés pour les mesures de volume normalisées par la présente spécification.

1.3.1 — v. u. mètre.

C'est l'appareil normalisé décrit dans la présente spécification ; il comprend trois parties :

- a) un appareil indicateur ;
- b) un atténuateur ;
- c) une résistance additionnelle.

Le montage de l'ensemble est donné par la figure 1.

1.3.2 — Unité de volume.

Symbole : v. u. (écrit en lettres minuscules).

On ne doit pas employer les mots "unités de volume" v. u. pour exprimer des résultats de mesures d'ondes complexes faites avec des appareils ayant des caractéristiques différentes de celles du "v. u. mètre".

Le volume exprimé en "unités de volume" est numériquement égal à la grandeur des ondes considérées, exprimée en décibels au-dessus ou au-dessous du "volume de référence" défini ci-après.

1.3.3 — Volume de référence.

C'est la base du système de mesure du volume. Le "volume de référence" est la grandeur des ondes électriques correspondant à la transmission de paroles ou de musique, donnant une lecture spécifiée de zéro unité de volume sur le "v. u. mètre", lequel est étalonné de façon à indiquer zéro unité de volume pour une onde sinusoïdale en régime permanent, de fréquence 1000 hertz dont la puissance est de 1 milliwatt dans 600 ohms.

1.3.4 — Déviation de référence.

C'est la déviation de l'aiguille de l'appareil indicateur correspondant au point zéro de l'échelle graduée de cet instrument, auquel ou près duquel on doit normalement faire les lectures. La déviation de référence correspond au niveau + 4 dB par rapport au volume de référence lorsque l'atténuateur est sur la position d'affaiblissement nul (position + 4).

1.3.5 — Lecture du "v. u. mètre".

1.3.5.1 — L'indication de l'instrument de mesure est déterminée par les déviations maxima qui se produisent au cours d'une durée d'environ une minute pour les transmissions radiophoniques, ou d'une durée plus courte (5 à 10 secondes) pour les conversations téléphoniques, en laissant de côté au plus une ou deux déviations occasionnelles d'amplitude inhabituelle.

1.3.5.2 — On règle l'atténuateur jusqu'à ce que les déviations de l'aiguille de l'instrument de mesure, lues comme il est spécifié ci-dessus, atteignent juste le point de l'échelle graduée correspondant à la déviation de référence. Le volume en "v. u." est donné par la graduation du cadran de l'atténuateur correspondant au réglage ainsi obtenu.

1.3.5.3 — Si, pour une raison quelconque, les déviations de l'aiguille atteignent un point de l'échelle graduée autre que celui qui correspond à la déviation de référence, la lecture est donnée par la somme algébrique de la graduation de l'atténuateur et de l'indication de l'instrument de mesure lue, comme il est spécifié ci-dessus, sur l'échelle graduée en "v. u."

1.3.5.4 — Quand l'impédance du circuit au point où le "v.u. mètre" est branché diffère de 600 ohms, on doit corriger la lecture V_o obtenue comme il est indiqué plus haut, au moyen de la relation suivante :

$$V_c = V_o + 10 \log_{10} \left| \frac{600}{Z} \right|$$

où V_c est la lecture corrigée, et Z la valeur en ohms de l'impédance du circuit au point de mesure.

1.4 — IDENTIFICATION (Néant).

2 — CONDITIONS D'HOMOLOGATION ET DE RÉCEPTION (Néant)

3 — CARACTÉRISTIQUES ET ESSAIS

3.1 — CARACTÉRISTIQUES.

3.1.1 — Caractéristiques dimensionnelles.

3.1.1.1 — Graduations.

L'échelle comporte une graduation en "v.u." et une graduation proportionnelle à la tension. Cette dernière graduation permet d'apprécier le pourcentage d'utilisation de la voie de transmission ; son utilité apparaît surtout lors de la transmission des courants destinés à une modulation.

Deux types d'échelle ont été déterminés :

— L'échelle du type A (figure 3) met en évidence la graduation en "v.u."

— L'échelle du type B (figuré 4) met en évidence la graduation proportionnelle à la tension.

L'une ou l'autre de ces échelles est choisie suivant les besoins des utilisateurs.

Le point de référence auquel ou près duquel on doit normalement lire est situé à environ 66 % du maximum de l'échelle. Il est commun pour les deux types d'échelle.

Le point de référence est marqué 0 (zéro v.u.) sur l'échelle du type A ; les écarts par rapport à ce point sont marqués de + 3 (plus trois v.u.), maximum de la lecture, à - 20 (moins vingt v.u.), minimum de la lecture.

Le point de référence est marqué 100 (cent) sur l'échelle du type B ; la graduation proportionnelle à la tension s'étend de 0 (zéro mécanique) à 100 (cent, point de référence), qui est le maximum de la lecture.

La figure 6 et le tableau joint donnent les caractéristiques de la gravure du cadran :

— Les graduations sont portées sur un arc matérialisé par un trait. La couleur noire est utilisée en deçà du point de référence ; au-delà, l'arc, la graduation et les chiffres sont de couleur rouge.

— L'indication v.u. (en lettres minuscules) est portée sur le cadran.

Les caractéristiques de la graduation en "v.u." (figure 5) sont les suivantes :

— Longueur de l'arc : supérieure ou égale à 70 millimètres.

— Angle au centre : supérieur ou égal à 80 degrés.

— Position du point de référence : à 66 % (± 2 %) de la longueur totale de la graduation comprise entre le point $-\infty$ (extrémité gauche de l'échelle) et le point + 3 v.u. (extrémité droite de l'échelle).

A partir de ce point de référence, sont définis les points caractéristiques suivants :

— Point - 1 v.u. : à 86,5 % ($\pm 2,5$ %) de la longueur de l'arc de référence.

— Point - 5 v.u. : à 47,5 % ($\pm 2,5$ %) de la longueur de l'arc de référence.

— Point - 20 v.u. : à une distance supérieure ou égale à 3 % de la longueur de l'arc de référence pour un angle de graduation de 80 degrés.

La graduation proportionnelle à la tension se déduit de la loi définie par les caractéristiques données ci-dessus pour la graduation en "v.u."

3.1.1.2 — Aiguille.

L'aiguille est de couleur noire et son extrémité comporte une partie effilée dont la largeur au droit de l'arc supportant la graduation est égale à celle d'un petit trait ; sa longueur est telle qu'elle couvre, sans dépasser, les plus petits traits de la graduation. La partie se trouvant au-dessous de l'échelle graduée comporte une section élargie telle qu'elle permette à l'œil de suivre plus aisément les déplacements rapides de l'aiguille. Cette section est constituée par une surface située dans le plan de déplacement de l'aiguille ; sa largeur maximum est comprise entre 3 et 4 millimètres.

3.1.1.3 — Cadran.

A l'exception des appareils dont le cadran doit être lumineux, et sauf spécification contraire, la couleur du cadran est d'un crème soutenu se rapprochant le plus possible de celle désignée dans le système MUNSSELL d'identification des couleurs par

$$2,95 \text{ Y } \frac{9,18}{4,61}$$

3.1.1.4 — Boîtier.

Il est conforme à la norme NFC 42-102 - type 80.

Il est recommandé de prévoir un éclairage convenable de l'échelle graduée par un moyen approprié.

3.1.2 — Caractéristiques mécaniques (1).

3.1.3 — Caractéristiques électriques.

3.1.3.1 — Symétrie.

L'indication de l'instrument de mesure doit être pratiquement indépendante de la polarité avec laquelle les ondes sont appliquées au "v.u. mètre" quand on mesure des ondes de forme dissymétrique.

(1) Il appartient à chaque utilisateur de fixer, éventuellement, des conditions particulières à cette rubrique.

3.1.3.2 — Impédance.

Le "v.u. mètre" est employé normalement en dérivation sur le circuit avec lequel on l'utilise ; son impédance doit être assez élevée pour ne pas modifier sensiblement les ondes transmises sur ce circuit.

Le module de cette impédance est fixé à 7500 ohms ($\pm 5\%$) à $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ lorsqu'on la mesure avec une tension sinusoïdale suffisante pour faire dévier l'aiguille jusqu'au point de référence, quelle que soit la position de l'atténuateur et pour des fréquences comprises entre 35 et 16000 Hz, la résistance additionnelle étant égale à sa valeur nominale 3600 ohms.

3.1.3.3 — Fonctionnement sous l'action d'ondes complexes.

Le fonctionnement sous l'action d'ondes complexes, d'amplitude telle qu'elles produisent la "dévi-
tion de référence" quand on effectue la lecture en régime permanent, doit être équivalent à celui d'un ensemble redresseur et galvanomètre à cadre mobile pour lequel la relation entre le courant instantané i dans le cadre de l'appareil et la tension instantanée v appliquée aux bornes d'entrée de l'ensemble présentant une résistance de 7500 ohms, soit telle que :

$$i = Kv^{(1,2 \pm 0,2)}$$

K étant un coefficient constant.

3.1.3.4 — Distorsion harmonique.

On considère un circuit purement résistif constitué par un générateur de résistance interne 600 ohms fermé sur une résistance de charge de 600 ohms.

Le générateur fournit une tension purement sinusoïdale de fréquence comprise entre 35 et 16000 Hz.

La somme quadratique des harmoniques produits par la mise en dérivation du "v.u. mètre" sur l'impédance de charge ne doit pas dépasser 0,2 % (zéro virgule deux pour cent) de la tension sinusoïdale appliquée.

Cette condition doit être tenue pour une déviation de l'aiguille comprise entre -20 et 0 v.u., quelle que soit la position de l'atténuateur.

3.1.3.5 — Sensibilité.

L'atténuateur est placé sur la position d'affaiblissement nul (graduation $+4$ v.u.).

L'application d'une tension sinusoïdale à 1000 Hz de valeur efficace 1,228 volt (niveau $+4$ dB au-dessus de 1 milliwatt dans 600 ohms) aux bornes du "v.u. mètre", produit en régime permanent une déviation de 0 v.u. (ou 100 % de tension). L'appareil a par conséquent une sensibilité suffisante pour être lu à son point de référence avec un volume de $+4$ v.u.

3.1.3.6 — Précision de la graduation de l'appareil de mesure.

L'atténuateur est placé sur la position d'affaiblissement nul (atténuateur en position $+4$ v.u.).

L'appareil est ajusté au zéro par action sur la tension à ses bornes d'entrée.

La précision de la graduation de l'échelle est telle que l'écart entre le niveau indiqué par l'appareil et le niveau réel soit, pour une tension sinusoïdale à 1000 Hz et à 20°C , plus petit que :

$\pm 0,1$ dB pour la partie de l'échelle comprise entre $+3$ et -3 v.u.

$\pm 0,5$ dB pour la partie de l'échelle comprise entre -3 et -10 v.u.

± 2 dB au point -20 v.u.

3.1.3.7 — Caractéristiques de fonctionnement aux diverses fréquences.

La sensibilité du "v.u. mètre" ne doit pas s'écarter de la sensibilité à 1000 Hz de plus de :

$\pm 0,2$ dB entre 35 et 10000 Hz pour les graduations de -5 à $+3$.

$\pm 0,5$ dB entre 25 et 16000 Hz pour les graduations de -10 à $+3$.

3.1.3.8 — Caractéristique dynamique.

Si l'on applique brusquement aux bornes de l'appareil une source de fréquence comprise entre 35 et 16000 Hz, de résistance interne 3900 ohms, fournissant une tension sinusoïdale dont l'amplitude est

telle qu'en régime permanent elle produise la "déviatiou de référence", l'aiguille de l'instrument de mesure doit atteindre la graduation correspondant à 99 % de la "déviatiou de référence" en 0,3 seconde ($\pm 10\%$).

L'aiguille doit ensuite dépasser la déviatiou de référence d'au moins 1 % et d'au plus 1,5 %.

De même, le temps nécessaire pour que l'aiguille de l'instrument de mesure atteigne, à partir de la déviatiou de référence, sa position de repos quand on supprime la tension sinusoïdale, doit être égal à 0,3 seconde ($\pm 10\%$).

Remarque : la butée de l'aiguille disposée du côté du zéro mécanique doit être réglée afin d'éviter le rebondissement de l'équipage mobile au retour d'une déviatiou antérieure quelconque.

3.1.3.9 — Rigidité diélectrique.

L'appareil doit satisfaire aux conditions de rigidité diélectrique de la norme NFC 42-100 - classe 2 kV.

3.1.3.10 — Isolement.

L'isolement, mesuré sous une tension continue au moins égale à 300 volts, doit être au moins égal à 500 mégohms. Cette mesure est faite, comme dans le cas précédent, entre les bornes et la masse.

3.1.3.11 — Aptitude à supporter une surcharge.

A cause des grandes variations d'amplitude que le "v.u. mètre" peut rencontrer, il doit avoir une aptitude à supporter les surcharges plus grande que celle qui est exigée des appareils de mesure courants.

Le "v.u. mètre" doit être capable de subir sans détérioration ni modification de l'étaionnage pendant 0,5 seconde des pointes de tension de 10 fois la valeur correspondant à la "déviatiou de référence", et une surcharge permanente égale à 5 fois la "déviatiou de référence". Les conditions de fonctionnement du § 3.1.3.3 doivent notamment ne pas être modifiées après cette surcharge.

3.1.3.12 — Atténuateur.

L'atténuateur répond aux conditions suivantes :

- Impédance caractéristique : 3900 ohms ($\pm 2\%$).
- Nombre de plots : 12.
- Affaiblissement maximum : 22 dB réglable par 2 dB, exactitude $\pm 0,1$ dB.
- Graduation du cadran : 12 positions de + 4 v.u. à + 26 v.u. par bonds de 2 dB

La position + 4 v.u. correspond à l'affaiblissement nul de l'atténuateur.

La rotation du bouton dans le sens des aiguilles d'une montre correspond à une diminution de l'affaiblissement.

3.1.4 — Variation de l'étaionnage en fonction de la température.

Sous l'influence de la température, l'exactitude de l'étaionnage pour la déviatiou de référence à 1000 Hz en régime sinusoïdal doit rester dans les limites suivantes :

- 0,5 dB entre 0°C et + 20°C.
- 0,1 dB entre + 20°C et + 40°C.

3.2 — MARQUAGE (1).

3.3 — ESSAIS.

3.3.1 — Vérification dimensionnelle (1).

3.3.2 — Essais mécaniques et climatiques (1).

(1) Il appartient à chaque utilisateur de fixer, éventuellement, des conditions particulières à cette rubrique.

3.3.3 — Essais électriques.

La mesure de la caractéristique dynamique selon la définition théorique donnée au § 3.1.3.8 peut, suivant l'appareillage utilisé, laisser une ambiguïté sur les résultats.

La méthode pratique de mesure décrite ci-après permet le contrôle de la caractéristique dynamique dans des conditions plus facilement réalisables.

On admet que le mouvement de l'équipage mobile est régi par une équation différentielle linéaire du second ordre de la forme :

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + D_1 \frac{d\theta}{dt} + A = B_1$$

où I, D₁, A et B₁ sont des constantes.

Dans ces conditions, le mouvement de l'aiguille ne dépend que de 2 paramètres qui peuvent être déterminés par 2 mesures :

- 1° La mesure du dépassement, telle qu'elle est définie au § 3.1.3.8, entre + 1 et + 1,5 %.
- 2° La mesure du temps d'intégration, c'est-à-dire le temps minimum pendant lequel il faut appliquer un signal à 1000 Hz, tel qu'en régime permanent il corresponde à la déviation de référence pour que l'élongation maximum de l'aiguille atteigne la graduation — 1 v.u. Ce temps est fixé à 207 millisecondes ± 30 millisecondes.

4 — ANNEXE : RECOMMANDATIONS D'EMPLOI

4.1 — UTILISATION.

4.1.1 — Schéma de mesure à haute impédance (7500 ohms).

La figure 1 montre la disposition à haute impédance prévue pour être shuntée par la ligne. Une partie de la résistance série de 3600 ohms est ajustable dans le but de faciliter le réglage précis de sensibilité lors des étalonnages périodiques.

4.1.2 — Schéma de mesure à faible impédance (600 ohms).

La figure 2 représente la disposition à faible impédance ; on ajoute à l'appareil un transformateur dont le primaire est shunté par une résistance d'environ 1400 ohms.

On supprime la résistance de 2800 ohms.

Le transformateur est calculé de manière à ramener l'impédance d'entrée à 600 ohms.

Il résulte de ce montage que la sensibilité de l'appareil est accrue et peut être réglée à 10 v.u. au-dessus de celle du montage à haute impédance.

On remarquera que le schéma est tel que l'impédance du côté de l'appareil de mesure soit la même que dans le schéma de mesure à haute impédance, de façon à garder les caractéristiques dynamiques convenables.

Le dispositif de mesure à faible impédance ne peut être employé en shunt, mais doit être employé comme terminaison pour un circuit d'impédance 600 ohms.

4.2 — MONTAGE.

Le montage de l'appareil indicateur sur un panneau en matériau magnétique, d'une épaisseur de 3 millimètres, ne doit pas modifier ses caractéristiques statiques et dynamiques.

4.3 — ENTRETIEN (1).

4.4 — STOCKAGE (1).

(1) Il appartient à chaque utilisateur de fixer, éventuellement, des conditions particulières à cette rubrique.

SCHEMA DE PRINCIPE DU V. U. MÈTRE

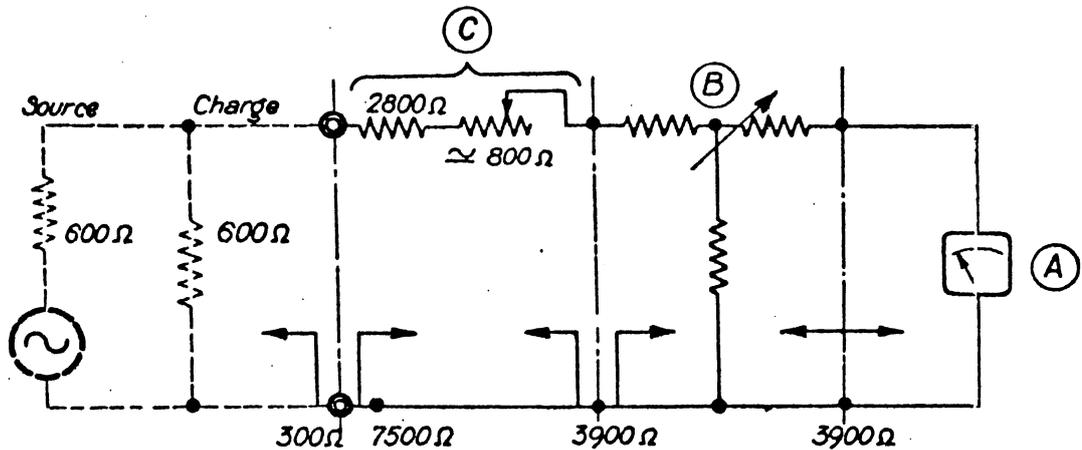


FIG. 1 — Disposition à haute impédance. Etendue de + 4 à + 26 v.u.
(Pour une déviation totale de 0 v.u. ou 100 %)

- A : Appareil indicateur magnéto-électrique avec redresseur pleine onde monté à l'intérieur du boîtier.
- B : Atténuateur d'impédance caractéristique 3900 ohms variable par 11 plots de 2 décibels.
- C : Résistance additionnelle de 3600 ohms (valeur nominale) dont une partie peut être ajustable.

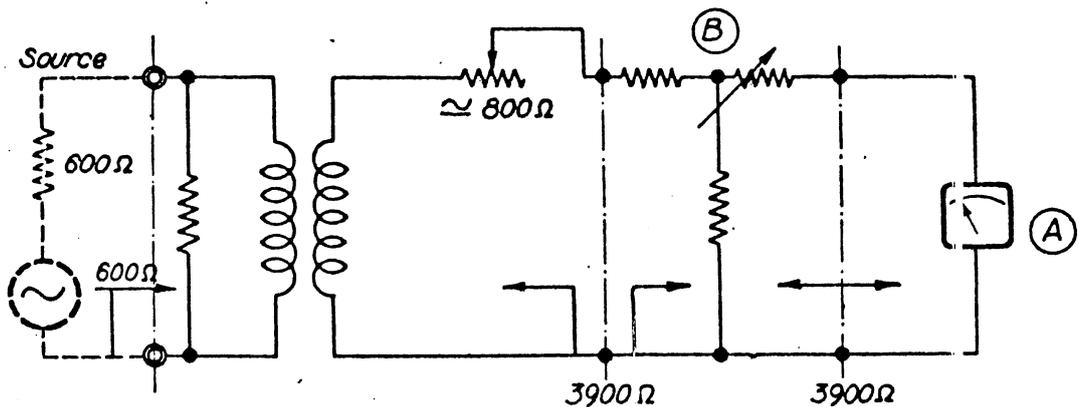


FIG. 2 — Disposition à basse impédance. Etendue de - 6 à + 16 v.u.
(Pour une déviation totale de 0 v.u. ou 100 %)

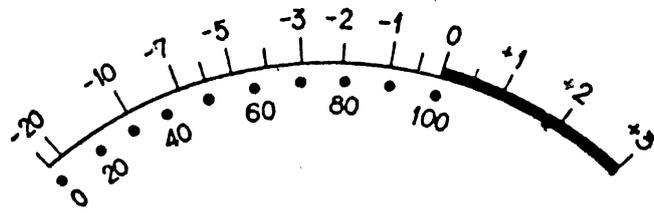


FIG. 3. — Echelle du type A

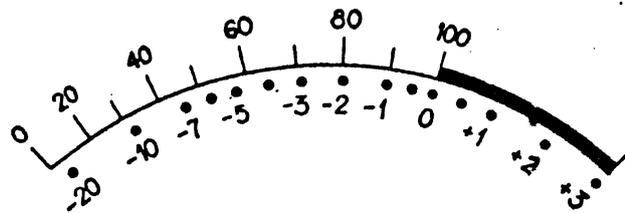


FIG. 4. — Echelle du type B

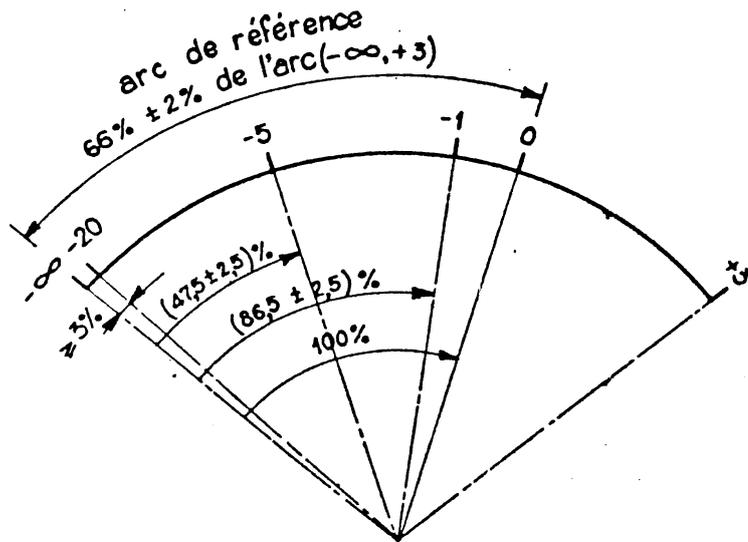
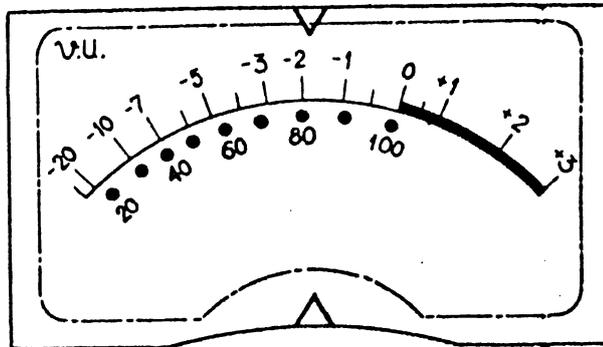


FIG. 5. — Tracé théorique de la graduation



TRAITS	Longueur (mm)	Épaisseur (mm)	CARACTÈRES
Arc noir		0,5	Echelle supérieure : grands chiffres noirs ou rouges, écriture "courante", hauteur 3,2 mm. Echelle inférieure : petits chiffres noirs, écriture "maigre", hauteur 2 mm. v. u. : écriture "courante", hauteur 3,2 mm.
Arc rouge		1,5	
Grandes divisions ..	3	0,5	
Petites divisions	2	0,5	
Signes + et - ...	1,5	0,3	
POINTS : diamètre 1 mm.			
Se reporter à la norme NFE 04-105.			

NOTA. — Les repères ▽ et △ marquent l'axe du cadran (triangles équilatéraux de 2 mm de hauteur)

FIG. 6. — Gravure du cadran (échelle du type A)