NORME INTERNATIONALE 17

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION •МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ•ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Guide pour l'emploi des nombres normaux et des séries de nombres normaux

Première édition — 1973-04-01

CDU 389.171

Réf. N° : ISO 17-1973 (F)

Descripteurs : nombres normaux, utilisation.

Prix basé sur 3 pages

ISO 17-1973 (F)

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, la Norme Internationale ISO 17 remplace la Recommandation ISO/R 17-1956 établie par le Comité Technique ISO/TC 19, *Nombres normaux.*

Les Comités Membres des pays suivants avaient approuvé la Recommandation :

Allemagne	France	Pologne
Australie	Hongrie	Portugal
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Canada	Irlande	Suède
Chili	Italie	Suisse
Danemark	Japon	Union Sud-Africaine
Espagne	Mexique	U.R.S.S.
Etats-Unis	Nouvelle-Zélande	Yougoslavie
Finlande	Pays-Bas	

Aucun Comité Membre n'avait désapprouvé la Recommandation.

La première réalisation des nombres normaux a eu lieu en France à la fin du XIXe siècle. En effet, de 1877 à 1879, le capitaine du génie Charles Renard, qui étudiait de façon rationnelle les éléments nécessaires à la construction des aérostats, a déterminé les cordages de coton suivant un échelonnement tel qu'ils puissent être fabriqués a priori, sans préjuger des matériels auxquels ils seraient ultérieurement destinés. Ayant compris l'intérêt qu'on pouvait retirer de la progression géométrique, il a pris comme base un cordage de masse *a* grammes par mètre et comme échelonnement une loi telle que, tous les 5 termes de la série, on puisse trouver la même valeur *a* au facteur 10 près, c'est-à-dire :

$$a \times q^5 = 10\,a \quad \text{ou} \quad q = \sqrt[5]{10}$$

d'où la série numérique suivante :

$$a \qquad a\sqrt[5]{10} \qquad a\left(\sqrt[5]{10}\right)^2 \qquad a\left(\sqrt[5]{10}\right)^3 \qquad a\left(\sqrt[5]{10}\right)^4 \qquad 10\,a$$

dont les valeurs calculées avec 5 chiffres sont :

$$a \qquad 1{,}5849\,a \qquad 2{,}5119\,a \qquad 3{,}9811\,a \qquad 6{,}3096\,a \qquad 10\,a$$

Renard a eu l'idée de substituer aux valeurs ci-dessus des valeurs plus arrondies, mais d'usage plus pratique, et d'adopter pour *a* une puissance de 10 positive, nulle ou négative. Il a ainsi obtenu la série suivante :

10 16 25 40 63 100

qui peut être prolongée dans les deux sens.

En partant de cette série, désignée par le symbole R 5, ont été formées les séries R 10, R 20, R 40, chaque raison adoptée étant la racine carrée de la précédente :

$$\sqrt[10]{10} \qquad \sqrt[20]{10} \qquad \sqrt[40]{10}$$

Les premiers projets de normalisation ont été établis en Allemagne par le Normenausschuss der Deutschen Industrie le 13 avril 1920 et en France par la Commission permanente de standardisation : fascicule X du 19 décembre 1921. Les deux documents différant peu, le bureau de normalisation des Pays-Bas a demandé leur unification. Un accord a été obtenu en 1931 et, en juin 1932, la Fédération Internationale des Associations Nationales de Normalisation a organisé une réunion internationale à Milan où a été créé le Comité Technique ISO 32, *Nombres normaux*, dont le Secrétariat a été confié à la France.

Le 19 septembre 1934, le Comité Technique ISA 32 a tenu une réunion à Stockholm. Seize nations y ont été représentées : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Hongrie, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, U.R.S.S.

A l'exception des délégations de l'Espagne, de la Hongrie et de l'Italie qui, bien que favorables, n'avaient pas cru devoir donner définitivement leur accord, toutes les autres ont accepté le projet présenté. En outre, le Japon s'est déclaré, par lettre, favorable au projet déjà discuté à Milan. Comme conséquence, la recommandation internationale donna lieu au Bulletin ISA 11 de décembre 1935.

Après la deuxième guerre mondiale, les travaux ont été repris par l'ISO. Le Comité Technique ISO/TC 19, *Nombres normaux*, a été créé et la France en assure à nouveau le Secrétariat. Ce Comité, au cours de sa première réunion, qui a eu lieu à Paris en juillet 1949, a recommandé l'adoption par l'ISO des séries de nombres normaux telles qu'elles sont définies par le tableau du Bulletin ISA 11 : R 5, R 10, R 20, R 40. A cette réunion assistaient les représentants des 19 nations suivantes : Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Hongrie, Inde, Israël, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Suède, Suisse, Royaume-Uni, Tchécoslovaquie, U.R.S.S., U.S.A.

Au cours des réunions suivantes, de New-York en 1952 et de la Haye en 1953, auxquelles assitait également l'Allemagne, la série R 80 fut ajoutée, et de légères modifications furent apportées. Le projet ainsi modifié est devenu la Recommandation ISO/R 3.

Page blanche

Guide pour l'emploi des nombres normaux et des séries de nombres normaux

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale constitue un guide pour l'emploi des nombres normaux et des séries de nombres normaux.

2 RÉFÉRENCES

ISO 3, *Nombres normaux — Séries de nombres normaux.*

ISO 497, *Guide pour le choix des séries de nombres normaux et des séries comportant des valeurs plus arrondies de nombres normaux.*

3 PROGRESSIONS GÉOMÉTRIQUES ET NOMBRES NORMAUX

3.1 Séries numériques normalisées

Dans tous les domaines où un échelonnement de nombres est nécessaire, la normalisation consiste, en particulier, à échelonner les caractéristiques selon une ou plusieurs séries numériques couvrant l'ensemble des besoins avec le minimum de termes.

Ces séries doivent présenter certaines propriétés essentielles :

a) être simples et faciles à retenir;

b) être illimitées, aussi bien vers les petits que vers les grands nombres;

c) comprendre tous les multiples et sous-multiples décimaux de n'importe quel terme;

d) réaliser un échelonnement rationnel.

3.2 Propriétés des progressions géométriques comprenant le nombre 1

Les propriétés de ces progressions, de raison q, sont rappelées ci-dessous.

3.2.1 Le produit ou le quotient de deux termes quelconques q^b et q^c d'une telle progression est toujours un terme de cette progression :

$$q^b \times q^c = q^{b+c}$$

3.2.2 La puissance entière c, positive ou négative, d'un terme q^b quelconque d'une telle progression est toujours un terme de cette progression :

$$(q^b)^c = q^{bc}$$

3.2.3 La puissance fractionnaire $1/c$, positive ou négative, d'un terme q^b d'une telle progression est encore un terme de cette progression, à condition que b/c soit un nombre entier :

$$(q^b)^{1/c} = q^{b/c}$$

3.2.4 La somme ou la différence de deux termes d'une telle progression n'est pas, en général, égale à un terme de cette progression. Toutefois, il existe une progression géométrique telle que l'un de ses termes soit égal à la somme des deux termes qui le précèdent. Sa raison

$$\frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

est voisine de 1,6 (c'est le *Nombre d'Or* des Anciens).

3.3 Progressions géométriques comprenant le nombre 1 et dont la raison est une racine de 10

Les progressions choisies pour déterminer les nombres normaux ont des raisons égales à $\sqrt[r]{10}$, r étant égal à 5, à 10, à 20 ou à 40. Il en résulte ce qui suit.

3.3.1 Le nombre 10 et ses puissances positives ou négatives sont des termes de toutes les progressions.

3.3.2 Un terme quelconque de l'intervalle $10^d \ldots 10^{d+1}$, d étant positif ou négatif, peut être obtenu en multipliant par 10^d le terme correspondant de l'intervalle 1 ... 10.

3.3.3 Les termes de ces progressions répondent en particulier à la propriété indiquée en 3.1 c).

3.4 Progressions géométriques arrondies

Les nombres normaux sont les valeurs arrondies des progressions définies en 3.3.

3.4.1 Les arrondissages maximaux sont de

$$+ 1{,}26\ \% \text{ et } - 1{,}01\ \%$$

Les nombres normaux compris dans l'intervalle 1 ... 10 sont indiqués dans le tableau du chapitre 2 de ISO 3.

3.4.2 Du fait de l'arrondissage, les produits, quotients et puissances des nombres normaux ne peuvent être considérés comme des nombres normaux que si l'on utilise le mode de calcul exposé au chapitre 5.

3.4.3 Pour la série R 10, on remarque que $\sqrt[10]{10}$ est égal à $\sqrt[3]{2}$ à moins de 1/1 000 en valeur relative, de sorte que

– le cube d'un nombre de cette série est approximativement le double du cube du nombre précédent. De même, le terme de rang N est sensiblement égal au double du terme de rang $N - 3$. Par suite de l'arrondissage, on constate qu'il est le plus souvent égal au double exactement;

– le carré d'un nombre de cette série est approximativement égal à 1,6 fois le carré du nombre précédent.

3.4.4 De même que les termes de la série R 10 se doublent en général tous les 3 termes, les termes de la série R 20 se doublent tous les 6 termes et ceux de la série R 40 se doublent tous les 12 termes.

3.4.5 À partir de la série R 10, on trouve parmi les nombres normaux le nombre 3,15 qui est voisin de π. Il en résulte que la longueur d'une circonférence et la surface d'un cercle, dont le diamètre est un nombre normal, peuvent être exprimées également par des nombres normaux. Cela s'applique, en particulier, aux vitesses périphériques, aux vitesses de coupe, aux surfaces et aux volumes cylindriques, aux surfaces et aux volumes sphériques.

3.4.6 La série R 40 des nombres normaux comporte les nombres 3 000, 1 500, 750, 375, qui ont une importance toute spéciale en électricité (nombre de tours par minute à vide des moteurs asynchrones sur courant alternatif à 50 Hz.

3.4.7 Il résulte des propriétés qui viennent d'être exposées que les nombres normaux répondent correctement aux propriétés énoncées en 3.1. Ils constituent de plus une loi d'échelonnement unique, ce qui leur confère une universalité remarquable.

4 DIRECTIVES POUR L'APPLICATION DES NOMBRES NORMAUX

4.1 Caractéristiques s'exprimant par des valeurs numériques

Dans l'établissement d'un travail comportant des valeurs numériques, de quelque nature que soient les caractéristiques correspondantes, pour lesquelles il n'existe pas de norme particulière applicable, choisir pour ces valeurs numériques des nombres normaux et ne s'en écarter que pour des raisons impérieuses (voir chapitre 7).

S'efforcer en toute occasion d'adapter les normes anciennes aux nombres normaux.

4.2 Échelonnement de valeurs numériques

Pour le choix d'un échelonnement de valeurs numériques, prendre la série de plus forte raison compatible avec les desiderata à satisfaire, dans l'ordre R 5, R 10, etc. Un tel échelonnement doit être fait d'une manière judicieuse. Les considérations à faire intervenir sont, entre autres : l'usage qui doit être fait des objets normalisés, leur prix de revient, leur dépendance d'autres objets utilisés en rapport étroit avec eux, etc.

L'échelonnement optimal sera déterminé, notamment, en tenant compte des deux tendances contradictoires suivantes : un échelonnement trop large entraîne un gaspillage de matière et une augmentation des frais de fabrication; un échelonnement trop serré conduit à augmenter les frais d'outillage et la valeur des stocks en magasin.

Dans le cas où les besoins n'ont pas la même importance relative dans tous les intervalles considérés, choisir, pour chaque intervalle, la série de base qui convient le mieux, en sorte que la suite des valeurs numériques adoptées comporte une succession de séries de raisons différentes, permettant de nouvelles interpolations le cas échéant.

4.3 Séries dérivées

Ne faire usage des séries dérivées, c'est-à-dire de séries obtenues en ne prenant qu'un terme sur deux, un terme sur trois, etc., des séries de base, que lorsqu'aucun des échelonnements que comportent les séries de base ne peut donner satisfaction.

4.4 Séries décalées

Ne choisir une série décalée – c'est-à-dire une série ayant le même échelonnement qu'une série de base, mais partant d'un terme n'appartenant pas à cette série – que pour des caractéristiques fonctions d'autres caractéristiques, elles-mêmes échelonnées en série de base.

Exemple : La série R 80/8 (25,8 ... 165) a le même échelonnement que la série R 10, mais commence à un terme de la série R 80, alors que la série R 10, par rapport à laquelle elle est décalée, commencerait à 25.

4.5 Valeur numérique isolée

Pour le choix d'une valeur numérique isolée considérée en dehors de toute idée d'échelonnement, prendre un des termes des séries de base R 5, R 10, R 20, R 40 ou de la série exceptionnelle R 80, en choisissant de préférence les termes des séries de plus forte raison, préférant R 5 à R 10, R 10 à R 20, etc.

Lorsqu'il n'y a pas de possibilité de prévoir des nombres normaux pour toutes les caractéristiques chiffrables, utiliser les nombres normaux en premier lieu pour la ou les caractéristiques les plus importantes, et fixer les autres caractéristiques, c'est-à-dire celles dont la détermination en dépend, en tenant compte des considérations de ce chapitre.

4.6 Remarques sur l'échelonnement au moyen de nombres normaux

Les nombres normaux peuvent différer des nombres calculés de + 1,26 % à − 1,01 %. Il en résulte que des grandeurs échelonnées suivant les nombres normaux ne sont pas exactement semblables entre elles.

Pour obtenir une similitude exacte, il faut employer soit les nombres théoriques, soit les numéros d'ordre définis au chapitre 5, soit les logarithmes décimaux des nombres théoriques.

Il est à noter que, dans une formule où tous les termes sont exprimés en nombres normaux, si le résultat est lui-même exprimé par un nombre normal, l'erreur sur le résultat reste comprise dans l'intervalle de + 1,26 % à − 1,01 %.

$$\text{Ainsi } \left(A^{+\,1,26\,\%}_{-\,1,01\,\%}\right) \times \left(B^{+\,1,26\,\%}_{-\,1,01\,\%}\right) \times \ldots = C^{+\,1,26\,\%}_{-\,1,01\,\%}$$

5 RECOMMANDATION POUR LES CALCULS AVEC LES NOMBRES NORMAUX

5.1 Numéros d'ordre

Pour effectuer les calculs avec les nombres normaux, il y a lieu de noter que les nombres formant la progression arithmétique des numéros d'ordre (colonne 5 du tableau du chapitre 2 de ISO 3, sont exactement les logarithmes de base $\sqrt[40]{10}$ des termes de la progression géométrique correspondant aux nombres normaux de la série R 40 (colonne 4 du même tableau).

La série des numéros d'ordre se prolonge dans les deux sens, de telle façon que, en appelant N_n le numéro d'ordre du nombre normal n, on a :

$N_{1,00} = 0$	
$N_{1,06} = 1$	$N_{0,95} = -1$
$N_{10} = 40$	$N_{0,10} = -40$
$N_{100} = 80$	$N_{0,01} = -80$

5.2 Produits et quotients

Le nombre normal n'', correspondant au produit ou au quotient de deux nombres normaux n et n', se calcule en faisant la somme ou la différence des numéros d'ordre N_n et $N_{n'}$ et en cherchant le nombre normal n'' correspondant au nouveau numéro d'ordre ainsi obtenu.

Exemple 1 : $3,15 \times 1,6 = 5$
$N_{3,15} + N_{1,6} = 20 + 8 = 28 = N_5$

Exemple 2 : $6,3 \times 0,2 = 1,25$
$N_{6,3} + N_{0,2} = 32 + (-28) = 4 = N_{1,25}$

Exemple 3 : $1 : 0,06 = 17$
$N_1 - N_{0,06} = 0 - (-49) = 49 = N_{17}$

5.3 Puissances et racines

Le nombre normal correspondant à la puissance entière positive ou négative d'un nombre normal se calcule en multipliant le numéro d'ordre du nombre par l'exposant de la puissance et en cherchant le nombre normal correspondant au numéro d'ordre trouvé.

Le nombre normal correspondant à la racine ou à la puissance fractionnaire positive ou négative d'un nombre normal se calcule de la même façon, à condition que le produit du numéro d'ordre par l'exposant fractionnaire soit un nombre entier.

Exemple 1 : $(3,15)^2 = 10$
$2\,N_{3,15} = 2 \times 20 = 40 = N_{10}$

Exemple 2 : $\sqrt[5]{3,15} = 3,15^{1/5} = 1,25$
$\frac{1}{5} N_{3,15} = 20/5 = 4$ (nombre entier) $= N_{1,25}$

Exemple 3 : $\sqrt{0,16} = 0,16^{1/2} = 0,4$
$\frac{1}{2} N_{0,16} = -32/2 = -16$ (nombre entier) $= N_{0,4}$

Exemple 4 : Par contre, $\sqrt[4]{3} = 3^{1/4}$ n'est pas un nombre normal, car le produit de l'exposant 1/4 par le numéro d'ordre de 3 n'est pas un nombre entier.

Exemple 5 : $0,25^{-1/3} = 1,6$
$-\frac{1}{3} N_{0,25} = -\frac{1}{3}(-24) = +8 = N_{1,6}$

NOTE — Le mode de calcul avec les numéros d'ordre peut introduire de légères erreurs qui sont causées par l'écart entre les nombres normaux théoriques et les nombres arrondis correspondants de la série de base.

5.4 Logarithmes décimaux

Les mantisses des logarithmes décimaux des nombres théoriques sont données dans la colonne 6 du tableau du chapitre 2 de ISO 3.

Exemple 1 : $\log_{10} 4,5 = 0,650$

Exemple 2 : $\log_{10} 0,063 = 0,800 - 2 = \bar{2},800$

6 VALEURS PLUS ARRONDIES DES NOMBRES NORMAUX

Si des considérations d'ordre pratique s'opposent absolument à l'emploi des nombres normaux eux-mêmes, se reporter à ISO 497, qui précise les conditions dans lesquelles les seules valeurs plus arrondies admises des nombres normaux peuvent être employées et les conséquences de cet emploi.

Page blanche