
NORME INTERNATIONALE



497

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

**Guide pour le choix des séries de nombres normaux
et des séries comportant des valeurs plus arrondies
de nombres normaux**

iTeh STANDARD PREVIEW

Première édition – 1973-05-01 (standards.iteh.ai)

[ISO 497:1973](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6eff31-175f-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6eff31-175f-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973>

CDU 389.171

Réf. N° : ISO 497-1973 (F)

Descripteurs : nombres normaux, sélection.

Prix basé sur 7 pages

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 497 remplace la Recommandation ISO/R 497-1966 établie par le Comité Technique ISO/TC 19, *Nombre normaux*.

[ISO 497:1973](#)

Les Comités Membres des pays suivants ont approuvé la Recommandation [ISO/R 497-1966](#) (Standard Preview) [#B1-175F-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973](#)

Allemagne	France	Royaume-Uni
Australie	Grèce	Suède
Autriche	Hongrie	Suisse
Belgique	Inde	Tchécoslovaquie
Canada	Israël	U.R.S.S.
Chili	Italie	U.S.A.
Danemark	Japon	Yougoslavie
Egypte, Rép. arabe d'	Maroc	
Finlande	Pologne	

Aucun Comité Membre n'avait désapprouvé la Recommandation.

Guide pour le choix des séries de nombres normaux et des séries comportant des valeurs plus arrondies de nombres normaux

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale complète la Norme Internationale ISO 17 par des directives complémentaires concernant le choix des séries et l'emploi éventuel des valeurs plus arrondies mentionnées au chapitre 7 de cette dernière :

- a) elle donne les seules valeurs plus arrondies admises, sous forme de deux séries à arrondissement plus ou moins poussé;
- b) elle précise les conditions dans lesquelles ces valeurs plus arrondies des nombres normaux peuvent être employées et les conséquences de cet emploi;
- c) elle donne des règles susceptibles d'éviter toute incertitude dans le choix entre les nombres normaux et les diverses valeurs plus arrondies.

2 RÉFÉRENCES

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

ISO 17, *Guide pour l'emploi des nombres normaux et des séries de nombres normaux.*

3 AVANTAGES DE L'APPLICATION STRICTE DES NOMBRES NORMAUX

Les avantages de l'emploi des nombres normaux, exposés dans les Normes Internationales ISO 3 et ISO 17 sont rappelés et complétés ci-après.

Ces avantages se font sentir non seulement en normalisant séparément les divers éléments de machines, mais surtout lors de la construction de machines entières dont les caractéristiques de fonctionnement, comme les cotes de chacun des divers éléments, sont réalisées en progression géométrique.

3.1 Meilleur échelonnement

Les nombres normaux assurent le meilleur échelonnement du point de vue régularité et possibilité d'adaptation à de nouveaux besoins pour augmenter la densité des valeurs par insertion de valeurs intermédiaires.

3.2 Recouvrement sans interruption des domaines

Les nombres normaux permettent de couvrir de la façon la plus rationnelle, et sans interruption, toute la gamme des besoins dans un domaine déterminé (puissance des moteurs, débit des pompes, etc.).

3.3 Simplification des calculs techniques et commerciaux

Les produits et les quotients des nombres normaux, étant aussi par définition des nombres normaux, les calculs qui doivent se faire en utilisant, non les nombres normaux eux-mêmes, mais leurs valeurs logarithmiques ou les numéros d'ordre, sont considérablement simplifiés, surtout si des séries de valeurs (dimensions, prix d'un tarif, etc.) sont multipliées ou divisées dans les mêmes proportions.

3.4 Conversion en d'autres systèmes de mesurage

La conversion en d'autres systèmes de mesurage est notablement facilitée lorsque les séries de valeurs exprimant les mesures sont constituées par des nombres normaux et que simultanément les facteurs de conversion sont approximativement des nombres normaux.

4 EMPLOI EXCEPTIONNEL DES VALEURS PLUS ARRONDIES

4.1 Dans certaines applications, des raisons impératives s'opposent à l'emploi des nombres normaux eux-mêmes :

a) parce qu'il est impossible ou absurde de maintenir tous les chiffres significatifs, notamment lorsqu'il est nécessaire d'avoir un nombre entier (par exemple, 32 au lieu de 31,5 pour le nombre de dents d'une roue d'engrenage);

b) parce que le nombre de chiffres significatifs laisse supposer, en l'absence d'indication de tolérances, une précision qui n'est ni recherchée, ni mesurable (par exemple, 1/30 au lieu de 1/31,5 de seconde pour le temps de pose d'appareils photographiques ou 224 pour un débit qui est pratiquement vérifié à 10 % près).

4.2 D'ailleurs, pendant la période de transition, il peut arriver que les nombres normaux ne soient pas acceptés par certaines branches d'industrie ou dans le public en général, pour des raisons :

a) d'ordre économique (par exemple, désir de continuer à employer les outils et les calibres existants dans les entreprises);

b) d'ordre psychologique (par exemple, désir d'employer des valeurs s'exprimant d'une façon plus simple, surtout si le nombre de chiffres que comportent les nombres normaux eux-mêmes peut, pour le cas considéré, rendre leur inscription ou leur énonciation difficiles).¹⁾

4.3 L'emploi des valeurs plus arrondies peut donc être justifié par des raisons impératives (voir 4.1), et ces valeurs doivent donc être employées plutôt que de renoncer à l'emploi des nombres normaux.

Par contre, les raisons économiques et psychologiques (voir 4.2) ne doivent pas autoriser l'emploi des valeurs plus arrondies, car ces raisons étant subjectives et pouvant ne pas être les mêmes dans tous les lieux, conduiraient à des normes d'entreprises ou nationales différentes et rendraient difficile l'unification plus générale, nationale ou internationale.²⁾

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 497:1973

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6eff31-175f-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973>

1) Également dans certains cas où il est utile d'avoir des séries comportant des termes jouissant de propriétés additives, l'emploi, qui doit rester exceptionnel, des valeurs plus arrondies telles que celles de la série R'', permet de résoudre le problème, au moins sur une étendue limitée, ainsi par exemple :

$$\begin{array}{ccccccc} 3 & + & 4 & = & 7 & & 3 + 5 = 8 & & 3 + 6 = 9 & & 3 + 7 = 10 \\ 3,5 & + & 4,5 & = & 8 & & 7 + 7 = 14 & & \text{etc.} & & \end{array}$$

2) L'emploi des valeurs exceptionnelles qui ne sont ni des nombres normaux, ni des valeurs plus arrondies, soit pour se rattacher à des normes existantes qui n'ont pas été établies suivant les nombres normaux et n'ont pas encore été révisées, soit pour maintenir des fabrications particulières en vue d'interchangeabilité ou d'emploi d'outils et de calibres existants, rend extrêmement difficile la normalisation ultérieure sur le plan national comme sur le plan international et empêche la construction de séries de machines d'après un échelonnement géométrique.

Étant donné que la plupart des publications ISO sont basées sur les nombres normaux, les normes nationales, antérieurement établies en les utilisant également, seront automatiquement en accord, tandis que l'alignement des normes nationales qui comportent des valeurs plus arrondies ou des valeurs sans rapport avec les nombres normaux, sera plus difficile.

L'introduction dans les normes de séries existantes de valeurs qu'il n'est pas possible de modifier, telles que des constantes physiques, ne doit pas être considérée comme une application des nombres normaux, même si ces valeurs se rapprochent des nombres normaux ou des valeurs plus arrondies : ces séries peuvent ne pas posséder toutes les propriétés des nombres normaux, aussi leur emploi peut créer des difficultés, notamment lors des calculs tels que ceux prévus en 3.4. Le cas est analogue pour des séries existantes de valeurs qu'il est difficile de modifier pour le moment, telles que les modules d'engrenages.

Colonne	1		2			3			4	
Nombre de termes ou indice	5		10			20			40	
Raison approximative	1,6		1,25			1,12			1,06	
Série	R5	R"5	R10	R'10	R"10	R20	R'20	R"20	R40	R'40
	1		1			1,0			1,0	
						1,12	1,1		1,06	1,05
			1,25		(1,2)	1,25		(1,2)	1,12	1,1
						1,4			1,18	1,2
			1,6		(1,5)*	1,4			1,25	1,3
	1,6	(1,5)*	1,6		(1,5)*	1,6			1,32	1,4
			2			1,8			1,4	1,5
						2,0			1,6	1,6
			2,5			2,0			1,7	1,8
						2,24	2,2		1,8	1,9
						2,5			1,9	2,0
			3,15		(3)	2,8			2,12	2,1
						3,15	3,2	(3,0)	2,24	2,2
			4			3,55	3,6	(3,5)	2,36	2,4
						4,0			2,5	2,5
	4		4			4,0			2,65	2,6
						4,5			2,8	2,8
			5			5,0			3,0	3,0
						5,6		(5,5)	3,15	3,2
			6,3		(6)	6,3		(6,0)	3,35	3,4
	6,3	(6)	6,3		(6)	7,1		(7,0)	3,55	3,6
			8			8,0			3,75	3,8
						9,0			4,0	4,0
			10			10,0			4,25	4,2
									4,5	4,5
									4,75	4,8
									5,0	5,0
									5,3	5,3
									5,6	5,6
									6,0	6,0
									6,3	6,3
									6,7	6,7
									7,1	7,1
									7,5	7,5
									8,0	8,0
									8,5	8,5
									9,0	9,0
									9,5	9,5
									10,0	10,0
Défaut maximal de la raison en % (voir § A.1.2)	+ 1,42	- 5,37	+ 1,66	+ 1,66	- 5,61	- 1,83	- 1,97	- 4,48	+ 1,15	+ 2,0

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 497:1973
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6ef331-175f-4322-b356-6dfe5bdd5041/iso-497-1973>

Nombres normaux | Valeurs plus arrondies: 1^{er} arrondissement | 2^e arrondissement |

5 RÈGLE ET TABLEAU GÉNÉRAL

RÈGLE

rappelant et complétant le chapitre 4
de ISO 17

5.1 Pour le choix d'un groupe de valeurs numériques en fonction des nécessités particulières du cas d'application considéré,

- 1) choisir la raison appropriée dans l'ordre des indices
5 – 10 – 20 – 40

2) choisir la série dont la précision des valeurs (voir Annexe, paragraphe A.1.1) et la régularité de la raison (voir Annexe, paragraphe A.1.2) sont appropriées, c'est-à-dire :

- a) la série R des nombres normaux eux-mêmes, de préférence***;
- b) la série R', dite de premier arrondissement, si des motifs impérieux s'opposent absolument à l'emploi des nombres normaux;
- c) ou la série R'', dite de second arrondissement, en dernier lieu*.

5.2 Pour le choix d'une seule valeur, par exemple pour l'établissement d'un prototype, prévoir que cette valeur peut, dans l'avenir, devoir s'insérer dans une série dont on devra présumer la raison, en procédant par conséquent comme en 5.1, pour adopter un nombre normal ou, à défaut, une valeur plus arrondie.

* Ces séries R'' (valeurs entre parenthèses) et plus particulièrement la valeur 1,5 sont à éviter en raison des dangers expliqués au chapitre 6.

** Exceptionnellement, lorsque pour une application de simple échelonnement de valeurs sans rapport avec d'autres données, une série sans régression est nécessaire dans cette région et que les nombres normaux eux-mêmes ne sont pas applicables, adopter en variante 1,15 pour 1,18 et 1,20 pour 1,25 soit pour le début de la série

1 – 1,05 – 1,10 – 1,15 – 1,20 – 1,30

*** Dans certains cas exceptionnels (par exemple, construction d'aubes de turbines), lorsqu'une très grande précision est nécessaire, employer les nombres calculés (colonne 6 du tableau).

Numéro d'ordre	Nombres calculés***	Différence relative en % par rapport aux nombres calculés de chaque valeur des séries			
		R 5 à 40	R' 10 à 40	R'' 20	R'' 5 et 10
0	1,0000	0			
1	1,0593	+ 0,07	- 0,88		
2	1,1220	- 0,18	- 1,96	- 1,96	
3	1,1885	- 0,71	+ 0,97		
4	1,2589	- 0,71		- 4,68	- 4,68
5	1,3335	- 1,01	- 2,51		
6	1,4125	- 0,88			
7	1,4962	+ 0,25			
8	1,5849	+ 0,95			- 5,36
9	1,6788	+ 1,26			
10	1,7783	+ 1,22			
11	1,8836	+ 0,87			
12	1,9953	+ 0,24			
13	2,1135	+ 0,31	- 0,64		
14	2,2387	+ 0,06	- 1,73	- 1,73	
15	2,3714	- 0,48	+ 1,21		
16	2,5119	- 0,47			
17	2,6607	- 0,40	- 2,28		
18	2,8184	- 0,65			
19	2,9854	+ 0,49			
20	3,1623	- 0,39	+ 1,19	- 5,13	- 5,13
21	3,3497	+ 0,01	+ 1,50		
22	3,5481	+ 0,05	+ 1,46	- 1,38	
23	3,7584	- 0,22	+ 1,11		
24	3,9811	+ 0,47			
25	4,2170	+ 0,78	- 0,40		
26	4,4668	+ 0,74			
27	4,7315	- 0,39	+ 1,45		
28	5,0119	- 0,24			
29	5,3088	- 0,17			
30	5,6234	- 0,42		- 2,19	
31	5,9566	+ 0,73			
32	6,3096	- 0,15		- 4,90	- 4,90
33	6,6834	+ 0,25			
34	7,0795	+ 0,29		- 1,11	
35	7,4989	+ 0,01			
36	7,9433	+ 0,71			
37	8,4140	+ 1,02			
38	8,9125	+ 0,98			
39	9,4405	- 0,63			
40	10,0000	0			

6 DANGERS DE L'EMPLOI DES VALEURS PLUS ARRONDIES

6.1 La présence dans une série d'une valeur plus arrondie isolée ou d'une valeur exceptionnelle admise par dérogation, qui ne serait pas un nombre normal, peut rendre impossible le passage ultérieur à une série de raison plus petite.

6.2 L'échelonnement des séries de valeurs plus arrondies est moins bon que celui des séries de nombres normaux parce que le défaut de régularité peut atteindre pour certains intervalles 2,94 % dans les séries R' et même 5,61 % dans les séries R'' (voir valeurs en bas des colonnes du tableau¹⁾).

6.3 L'échelonnement des séries dérivées peut être encore moins bon que celui des séries R' ou R'' correspondantes, si deux nombres voisins ont été arrondis l'un vers l'autre, par exemple l'un au-dessous et l'autre au-dessus;

ainsi, par exemple, pour la série R' 40/4 (... 1,05 ...) le défaut de régularité entre 1,32 et 1,7 atteint $1,26\% + 2,51\% = 3,77\%$ tandis que le défaut maximal de la série R' 40 d'origine est seulement 2,94 %; le principe fondamental de la régularité des séries des nombres normaux est ainsi détruit.

6.4 Le degré de précision des valeurs plus arrondies est moins bon que celui des nombres normaux. En effet, ce défaut de précision peut atteindre 2,51 % pour les valeurs des séries R' et 5,36 % pour celles des séries R''.

Aussi, de ce fait, les valeurs plus arrondies ne peuvent être employées pour des constructions techniques, dès qu'on procède aux calculs (voir chapitre 5 de ISO 17) à l'aide des numéros d'ordre donnés à la colonne 5 du tableau¹⁾.

6.5 La collaboration nationale et internationale est rendue beaucoup plus difficile lors d'études de normalisation si, au lieu des nombres normaux, des séries différentes de valeurs arrondies ont été choisies par plusieurs personnes pour la solution du même problème²⁾.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 497:1973

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6eff31-175f-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973>

1) Par exemple, une différence de 5 % sur la dimension linéaire entraîne une différence de plus de 10 % sur le carré (section, et par suite, résistance d'un boulon; section d'un piston, et par suite, puissance du moteur), de plus de 15 % sur le cube (masse d'une pièce quelconque, flexion d'un arbre), de plus de 20 % sur la 4^e puissance (rigidité d'un ressort), de plus de 25 % sur la 5^e puissance (moment d'inertie).

2) Voir note 2) au bas de la page 2.

ANNEXE

PRÉCISION DES VALEURS ET RÉGULARITÉ DE LA RAISON

A.1 DÉFINITION

Pour bien comprendre les inconvénients et les risques de l'emploi des valeurs plus arrondies et ne les adopter qu'à bon escient, il importe de considérer préalablement ce que l'on peut appeler le **degré de précision** considéré par rapport au nombre théorique correspondant

- des nombres calculés,
- des nombres normaux,
- des valeurs plus arrondies,

et le **degré de régularité** de la raison des séries correspondantes.

A.1.1 Le **degré de précision d'un terme**¹⁾ par rapport au nombre théorique correspondant, est caractérisé par le rapport, ramené en pourcentage,

- de la différence entre la valeur considérée et le nombre théorique,
- à ce nombre théorique.

Ces différences relatives sont données pour les nombres normaux, colonne 8 du tableau de ISO 3, et rappelées, dans la présente Norme Internationale, colonne 7 du tableau. Ce tableau donne en outre, colonnes 8 à 10, ces mêmes différences pour les valeurs plus arrondies.

A.1.2 Le **degré de régularité, en un point donné, de la raison d'une série**, est caractérisé par l'écart, exprimé en pourcentage, entre la raison réelle en ce point (rapport de deux termes voisins) et la raison théorique²⁾.

Ces écarts, et par suite le degré de régularité du rapport de deux termes voisins, peuvent donc être obtenus par une simple soustraction algébrique des différences données, colonnes 7 à 10 du tableau, en négligeant les valeurs infiniment petites³⁾.

Le défaut maximal de régularité de la raison aux divers points de chacune des séries R, R' et R'' est donné au bas des colonnes 1 à 4 du tableau.

A.2 ÉCARTS ADMISSIBLES

A.2.1 Si on considère seulement qu'une valeur arrondie doit rester plus proche du nombre théorique correspondant que des nombres théoriques voisins, cette condition se traduit par un écart maximal admissible qui (si la raison $\sqrt[n]{10}$ n'est pas trop grande) est approximativement égal, en valeur relative à

$$\pm \frac{\sqrt[n]{10} - 1}{2}$$

A.2.2 Mais, à la limite, le rapport de deux nombres successifs pourrait alors devenir voisin de 1 (ou du double de la raison), ce qui ne serait pas admissible pour la régularité de la série.

A.3 ÉCARTS RÉELS DES NOMBRES CALCULÉS

Dans ISO 3, les nombres calculés sont donnés dans la colonne 7 du tableau avec cinq chiffres significatifs, ce qui correspond à un écart maximal qui ne dépasse pas 0,000 05 en valeur absolue, et à une différence relative de 0,004 8 % par rapport à la valeur théorique.

A.4 ÉCARTS RÉELS DES NOMBRES NORMAUX

A.4.1 Dans ISO 3, les **nombres normaux** sont donnés avec trois chiffres significatifs et leur différence relative par rapport aux nombres calculés est indiquée dans la colonne 8.

1) Par exemple, pour le nombre normal 8,5, en négligeant la différence entre nombre calculé et nombre théorique, le degré de précision est

$$100 \times \frac{8,5 - 8,414 0}{8,414 0} = + 1,02 \%$$

2) Par exemple, en série R 40, considérant les termes 1,60 et 1,70, cet écart est

$$40 \sqrt[40]{10} - \frac{1,70}{1,60}$$

3) Par exemple, pour les termes 1,60 et 1,70, on a approximativement

$$\frac{1,70}{1,60} = 1,059 3 \left(1 + \frac{1,26 - 0,95}{100} \right) = 1,059 3 (1 + 0,003 1)$$

Le rapport exact est 1,062 5, l'écart exact 0,003 25 ou 0,3 % à 2/10 000 près (dans ce cas).

A.4.2 Cette différence relative n'excède pas 1,26 %, tandis que l'erreur absolue est parfois importante; mais on peut remarquer que les arrondis conventionnels ont été choisis de façon à ce que la régularité de la série, c'est-à-dire le rapport entre deux termes, reste très proche de la raison théorique (défaut de régularité maximal de 1,15 % en R 40).

A.5 ÉCARTS RÉELS DES VALEURS PLUS ARRONDIES

A.5.1 Les seules valeurs plus arrondies dont l'emploi peut être admis exceptionnellement, ont été étudiées pour avoir seulement deux ou même un seul chiffre significatif et pour que degré de précision et degré de régularité des séries R' et R'', pour la constitution desquelles elles sont prévues, restent admissibles¹⁾.

A.5.2 Il n'en reste pas moins que leur différence avec le nombre théorique est notablement plus grande que pour les

nombre normaux eux-mêmes (voir colonnes 7 à 10 du tableau – différence maximale encadrée); la régularité de la raison des séries R' et R'' est également moins bonne que celle des séries de nombres normaux et le défaut maximal de cette régularité (indiqué en bas des colonnes 1 à 4 du tableau) atteint, par exemple, 5,37 % en R'' 5 au lieu de 1,42 % en R 5 ou 2,94 % en R' 40 au lieu de 1,15 % en R 40.

A.5.3 Il y a lieu de noter que, pour certains termes, l'arrondi admissible en R'' 5 ou R'' 10, ne l'est plus en série plus serrée. Ainsi, la valeur 1,5 différant de 5,36 % de sa valeur théorique, entraîne un écart de 5,60 % sur le rapport avec le terme 2,0 suivant, écart admissible en R'' 10 de raison voisine de 1,25 et d'écart maximal admissible 12,9 % suivant A.2.1. Mais cette valeur ne peut être retenue en R'' 20 de raison voisine de 1,12, car il en résulterait un écart de 6,58 % par rapport au terme suivant 1,8, alors que l'écart maximal admissible est 6,1 %.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 497:1973

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b6eff31-175f-4372-bd56-6dfe5bdd5ec1/iso-497-1973>

1) La valeur 1,2 prévue en R' 40 à la place de 1,18, s'écarte du nombre théorique de + 0,97 % et est donc presque aussi acceptable que 1,18 qui s'écarte de - 0,71 %; mais, si on considère l'échelonnement, la valeur arrondie 1,2 s'insère mal entre 1,1 et 1,25; en effet, l'écart avec la raison théorique 1,059 3, obtenu par différence algébrique des différences dans les colonnes 7 et 8, comme indiqué en A.1.2, est modifié

$$\text{entre 1,2 et 1,1 de } \frac{+ 0,97 + 1,96}{100} = + 2,93 \%$$

$$\text{entre 1,25 et 1,2 de } \frac{- 0,71 - 0,97}{100} = - 1,68 \%$$

Les deux rapports successifs sont donc 1,088 6 et 1,042 5, au lieu de 1,059 3.