

Le petit Machinery's Handbook

COMPILÉ ET ÉDITÉ PAR RICHARD P. POHANISH

TRADUIT ET ADAPTÉ PAR MICHEL GAUTHIER



Le petit Machinery's Handbook

Traduction de *Machinery's Handbook Pocket Companion*, © 2000 Industrial Press Inc.

Traduction et adaptation : Michel Gauthier

Infographie et couverture : Édiscript enr.

© 2008 Éditions Reynald Goulet inc.

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire, d'adapter ou de traduire l'ensemble ou toute partie de cet ouvrage sans avoir obtenu au préalable, la permission écrite des Éditions Reynald Goulet inc.

www.goulet.ca

Nous reconnaissons l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Programme d'aide au développement de l'édition (PADIE) pour nos activités d'édition.

Gouvernement du Québec — Programme de crédit d'impôt pour l'édition de livres —
Gestion SODEC

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Imprimé au Canada

10 09 08 07 5 4 3 2 1

ISBN 978-2-89377-336-0



La Loi sur les droits d'auteur interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée — le « photocopillage » — s'est généralisée, provoquant une baisse des achats de livres, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer par des professionnels est menacée. Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans l'autorisation écrite de l'éditeur ou d'une société de gestion dûment mandatée.

Préface

Depuis plus de 90 ans, *Machinery's Handbook* constitue la référence principale pour les étudiants d'écoles techniques et les gens du métier de l'usinage, outillage et fabrication mécanique partout dans le monde. En fait, rares sont les métiers de métallurgie et de la mécanique qui ne se réfèrent pas un jour ou l'autre à ce classique. Sa réputation n'est donc plus à faire. Cependant l'oeuvre est gigantesque et sa traduction complète aurait été impossible à réaliser. Bien que l'oeuvre originale soit plus complète, sa taille le rend difficile à utiliser en atelier et le confine souvent à la bibliothèque de l'usine. L'ouvrier qui devrait en principe le consulter le plus y accède peut-être le moins.

Ainsi, au moment de choisir quel type de livre publier, ce sont les enseignants qui ont recommandé un ouvrage concis, facile d'utilisation et contenant des données et des tableaux fréquemment consultés en atelier. Nous vous proposons donc *Le petit Machinery's Handbook* en format poche et condensé renfermant un maximum d'illustrations, de tableaux et de données mais présentant moins de textes explicatifs. Nous sommes confiants qu'il trouvera rapidement le chemin du coffre à outils de l'étudiant et de l'ouvrier s'il ne se retrouve pas tout simplement dans sa poche. Quoiqu'il en soit, nous espérons qu'il vous rendra de précieux services.

Il a été très difficile de sélectionner les pages parmi les quelque 2700 que compte l'oeuvre principale. Certains trouveront l'oeuvre suffisante pour leurs besoins tandis que d'autres auraient peut-être souhaité un choix de pages élargi. Donc, s'il se trouve des pages de l'édition principale que vous aimeriez retrouver dans cette édition, veuillez nous en faire part régulièrement car nous pourrions possiblement les ajouter aux éditions futures qui se succéderont à un rythme soutenu. Si d'autres formats du livre vous intéressent, nous aimerions également connaître vos raisons. Nous espérons aussi que les élèves viendront en grand nombre soumettre leurs commentaires à l'éditeur tout comme les enseignants et les gens de l'industrie. Et si la demande prépublication pour *Le petit Machinery's Handbook* annonce un tant soit peu son succès, ce petit livre est voué à un brillant avenir.

Voici d'autres ouvrages publiés aux Éditions Reynald Goulet inc. susceptibles de vous intéresser. Pour plus de détails, consultez notre site Web au www.goulet.ca.

Usinage : Les secrets du métier
Maintenance industrielle, volume 1
Maintenance industrielle, volume 2
Collection Soudage

L'Éditeur
www.goulet.ca

**TABLEAUX ET FORMULES
MATHÉMATIQUES**

- 1 Mesure des figures planes
- 1 Cercle
- 1 Secteur circulaire
- 1 Segment circulaire
- 1 Anneau circulaire
- 2 Section angulaire d'un anneau circulaire
- 2 Écoinçon ou congé
- 2 Ellipse
- 3 Parabole
- 3 Formules et tableaux pour polygones réguliers
- 4 Segments circulaires
- 6 Relations trigonométriques
- 6 Signes des fonctions trigonométriques
- 7 Relations entre les fonctions trigonométriques
- 7 La loi des sinus
- 7 La loi des cosinus
- 7 Identités trigonométriques
- 9 Résolution de triangles
- 10 Résolution d'un triangle rectangle
- 11 Résolution de triangles quelconques
- 12 Tables des fonctions trigonométriques
- 15 Formules permettant de déterminer un angle composé
- 16 Longueur de la corde
- 17 Coordonnées des centres d'un cercle de trous
- 18 Équivalent décimal, carré, cube, racine carrée, racine cubique et logarithme
- 20 Diamètre, circonférence et aire d'un cercle

MÉTROLOGIE

- 21 Barre sinus
- 22 Calculs avec la barre sinus
- 23 Vérification de la conicité à l'aide d'une barre sinus et d'un bloc en V
- 24 Hauteur pour incliner une barre sinus
- 31 Métrologie des angles et des cônes
- 31 Règles pour mesurer la conicité
- 32 Conicité au pied et angles correspondants
- 34 Jeux de cales étalons
- 34 Mesure de glissières en queues d'aronde
- 35 Mesurer une rainure en V à l'aide de cotes hors piges
- 36 Diamètres des piges utilisées pour mesurer les filets
- 36 Diamètre sur flancs de filets avec des piges étalonnées
- 37 Formules pour calculer le diamètre à flancs de filet
- 38 Contrôle des filets de forme trapézoïdale
- 39 Constantes utilisées dans les formules permettant de mesurer le diamètre

sur flancs des filets à l'aide de la méthode de mesure à trois piges

CÔNES NORMALISÉS

- 40 Cônes Morse
- 40 Cône Morse extérieur standard
- 41 Dimensions des manchons coniques Morse
- 41 Cônes Jarno
- 42 Cônes Brown & Sharp
- 42 Cônes extérieurs de type Jarno
- 43 Cônes extérieurs Brown & Sharp
- 44 Dimensions normalisées des principaux éléments des nez de broches de fraiseuses
- 46 Dimensions normalisées des principaux éléments des nez de broches à grande bride
- 47 Dimensions importantes des cônes de mandrins de fraiseuses
- 48 Dimensions importantes des cônes de mandrins de fraiseuses dont le rebord est rainuré en forme de V
- 49 Écrous de serrage des mandrins de fraisage

FILETS

- 50 Classes de filets
- 52 Filets en V
- 53 Géométrie des filets intérieurs et extérieurs
- 54 Filets unifiés
- 57 Dimensions théoriques des filets coniques américains pour les tuyaux NPT
- 59 Géométrie des filets métriques
- 60 Formules pour calculer des dimensions limites des filets métriques
- 62 Filet métrique
- 63 Filets métriques intérieurs
- 65 Filets métriques extérieurs

**IDENTIFICATION DES ÉLÉMENTS
DE BOULONNERIE**

- 68 Propriétés mécaniques et marques
- 69 Sélection de l'embout ou de la clé hexagonale
- 70 Vis d'assemblage à tête cylindrique à cannelures ou 6 pans creux
- 71 Vis d'assemblage métrique à tête cylindrique à 6 pans creux
- 72 Vis de pression à empreinte hexagonale ou à cannelures
- 73 Dimensions de perçage et de chambrage pour les vis d'assemblage à tête cylindrique à 6 pans creux
- 74 À tête plate, empreinte à 6 pans creux ou à cannelures
- 75 Vis à tête plate, fraisée et rainurée

- 76 Goupilles cylindriques trempées et rectifiées
- 77 Goupilles cylindriques de production, trempées et rectifiées
- 78 Goupilles cylindriques droites aux extrémités plates ou chanfreinées
- 78 Goupille cylindrique
- 78 Goupilles coniques
- 80 Goupilles métriques
- 81 Goupilles élastiques spiralées
- 82 Goupilles élastiques
- 82 Goupilles élastiques fendues
- 83 Écrous en T
- 84 Dimensions relatives de l'ouverture des clés de serrage et des écrous
- 84 Jeu alloué aux clés fermées
- 85 Jeux pour clés
- 86 Profil du filet
- 86 Filets et écrous mécaniques britanniques unifiés
- 86 Divers sceaux de conformité aux normes sur les vis et les écrous mécaniques britanniques unifiés
- 87 Vis et écrous mécaniques
- 89 Vis mécaniques Whitworth et série fine

FLUIDES DE COUPE

- 91 Pour les opérations d'usinage
- 91 Pour les opérations de tournage et de fraisage
- 92 Pour les opérations de perçage et de taraudage

PERÇAGE ET ALÉSAGE

- 93 Caractéristiques de la pointe des forets
- 94 Dimensions des forets commerciaux
- 98 Problèmes de perçage
- 98 Forêts à centrer et à fraiser
- 99 Chambrage
- 100 Longueur de la pointe des forets hélicoïdaux et des forets à centrer
- 101 Outils de chambrage monobloc
- 101 Outils d'alésage de carbure monobloc
- 102 Alésoirs à mains
- 102 Lexique des alésoirs
- 103 Utilisation de l'alésoir

TARAUDAGE

- 104 Lexique du taraudage
- 104 Formules mathématiques du taraudage
- 105 Taraudage de matériaux choisis
- 108 Dimensions du perçage pour les tarauds au standard américain national et unifié, à pas normal et à pas fin
- 109 Dimensions de perçage pour le taraudage des filets au standard américain national

- 110 Dimensions des forets pour le taraudage des filets et le logement des vis de machine au standard national américain
- 110 Dimension des forets de perçage pour les filets de tuyauterie
- 111 Dimensions normalisées de perçage pour le taraudage des filets métriques ISO, à pas normal
- 111 Dimension de perçage ou de la cavité pour la formation de filets métriques ISO par repoussage du métal

VITESSES DE COUPE ET D'AVANCE

- 112 Vitesses de coupe des aciers au carbone et des aciers alliés
- 114 Vitesses de coupe des fontes
- 115 Vitesses de coupe des aciers inoxydables
- 116 Vitesses de coupe des aciers à outils
- 117 Vitesses de coupe des métaux légers
- 117 Vitesses de coupe du titane et de ses alliages
- 118 Vitesses de coupe des superalliages
- 119 Vitesses de coupe et d'avance des alliages de cuivre
- 120 Facteurs de correction des vitesses de coupe recommandées pour le tournage avec outils en acier rapide
- 121 Vitesse d'avance par dent recommandée pour les fraises en acier rapide
- 123 RPM selon la vitesse de coupe et le diamètre des forets
- 124 RPM selon la vitesse de coupe et le diamètre de l'outil de coupe
- 128 Vitesses de rotation et d'avance recommandées pour la rectification à la meule au diamant
- 128 Vitesses de rotation et d'avance du filet pour le perçage des thermoplastiques
- 128 Découpage des plastiques

FRAISES

- 129 Lexique des fraises horizontales
- 129 Lexique des fraises en bout
- 130 Meules recommandées pour l'affûtage des fraises
- 131 Vitesse de rotation de la meule et vitesse d'avance pour l'affûtage des fraises
- 131 Angles de dégagement derrière les arêtes de coupe des fraises
- 131 Angle de pente des outils de fraisage
- 132 Différents montages pour la rectification des angles de dépouille sur les lèvres des fraises
- 132 Mesure du décalage entre l'axe de la meule et le centre de la fraise

- 133 Réglage de la position du support de dent de l'affûteuse sous les lignes d'axes de la meule et de la fraise
- 133 Réglage de la position du support de dent de l'affûteuse sous la ligne d'axe de la fraise lorsqu'on emploie une meule boisseau
- 133 Fraises hélicoïdales en bout à deux ou plusieurs lèbres, à queue de type cylindrique ou *Weldon*
- 134 Fraises en bout standard
- 135 Fraise de forme pour la taille d'arrondis — à queue *Weldon*
- 135 Fraise à deux lèbres, grand angle d'hélice, série régulière, longue et extra-longue, à queue *Weldon*
- 136 Fraises en bout, deux lèbres, usuelles et à bouts hémisphériques
- 137 Fraises à hélice régulière, coupe au centre, queue *Weldon*
- 138 Fraise angulaire 60°, queue *Weldon*
- 138 Relation entre les dimensions d'une clavette et d'un arbre
- 139 Dimensions des clavettes et de leur logement
- 140 Fraises de forme pour la taille des clés Woodruff, à queue et à denture droite, ou fraise disque à pas de dents alterné
- 141 Mesures normalisées de l'arbre et du moyeu
- 143 Ajustements normalisés des clavettes parallèles et inclinées
- 144 Clavettes régulières et à talon — dimensions normalisées
- 145 Profondeur du logement de la clavette et mesure entre le dessus de la clavette et la surface extérieur opposée de l'arbre
- 145 Dimensions normalisées (ANSI) des clavettes et des logements de clavetage de type Woodruff
- 146 Dimensions normalisées du logement des clavettes disque, système Woodruff

BROCHAGE

- 148 Pas des dents de broche
- 149 Données pour la conception des broches
- 149 Puissance de coupe pour le brochage de différents matériaux
- 150 Causes possibles des difficultés rencontrées durant les opérations de brochage

OUTILS DE TOURNAGE

- 151 Lexique des outils de tournage
- 152 Brise-copeaux
- 152 Nomenclature des plaquettes amovibles

- 154 Porte-outil standard pour pastilles amovibles
- 155 Symboles lettrés qualifiant la précision des porte-plaquettes
- 156 Compensation de rayon de l'outil
- 159 Carbures cémentés
- 159 Compensation de rayon pour la programmation des opérations de filetage sur les tours à CN
- 160 Classification ISO des plaquettes de métal dur

OPÉRATIONS D'USINAGE

- 161 Usinage de l'aluminium
- 162 Usinage du magnésium
- 163 Usinage des alliages de zinc coulés sous pression
- 163 Usinage du Monel et des alliages de nickel
- 164 Usinage des alliages de cuivre
- 164 Usinage du caoutchouc dur
- 165 Problèmes et solutions concernant l'utilisation des outils de coupe
- 167 Liste de vérification et de correctifs concernant l'utilisation des outils de coupe
- 169 Défauts des outils et leurs correctifs

MACHINE OUTIL

À COMMANDE NUMÉRIQUE (CNC)

- 172 Caractéristiques d'un contrôleur
- 173 Codes G utilisés sur les fraiseuses et les centres d'usinage
- 174 Codes G utilisés sur les tours
- 175 Lettres d'adresses
- 176 Fonctions diverses (codes M)
- 176 Fonctions auxiliaires (codes M) normalisés

MEULES

- 177 Utilisation sécuritaire des meules
- 177 Inspection, rangement et manipulation
- 177 État de la machine
- 177 Montage de la meule
- 178 Vitesses de rotation sécuritaire
- 179 Vitesse de rotation maximale
- 180 Meuleuses portatives
- 180 Vitesse périphérique maximale
- 181 Illustration des quatre types de rectifieuses planes
- 182 Travail en périphérie de la meule
- 182 Travail avec la face d'une meule
- 182 Sélection de meules cylindriques
- 183 Données fondamentales du procédé de rectification plane à meule tangentielle et mouvement alternatif de la table
- 184 Solutions aux problèmes fréquemment rencontrés en rectification plane

185	Identification normalisée des meules	220	Série de fraises profilées pour engrenages à développante, selon le pas
185	Tableau normalisé de positions	221	Profil des engrenages conçus selon le système modulaire
185	Meules au diamant et au carbure de bore	221	Profil allemand standard pour les dentures d'engrenages droits et coniques
186	Recommandations sur le choix d'une meule faite d'abrasifs classiques	222	Dimensions de dentures selon le système modulaire
197	Formes et dimensions normalisées des meules	223	Règles du système modulaire d'engrenages
201	Formes et dimensions métriques normalisées des meules	224	Équivalences entre le pas diamétral, le pas circulaire et le module métrique des engrenages
203	Formes normalisées des surfaces de travail (faces) des meules	225	Mesure des dents d'engrenages au vernier
204	Nomenclature des formes normalisées des supports de meules au diamant	225	Vérification d'un engrenage droit par une mesure à la corde de deux ou plusieurs dents
204	Vue en coupe et nomenclature des formes normalisées de faces de meules au diamant	226	Mesure à la corde d'engrenages droits de pas diamétral 1
205	Nomenclature de la position de l'inclusion d'abrasif sur les meules au diamant	227	Nombre de dents à inclure entre les mâchoires lors de la mesure à la corde d'un engrenage
206	Lettres désignant les formes modifiées de meules au diamant	227	Formules pour le calcul de la dimension à la corde M
207	Sélection recommandée de meule au diamant		
208	Formes et dimensions impériales normalisées des meules montées sur tige		
210	Formes et dimensions métriques normalisées des meules montées sur tige		
211	Lubrifiants de rodage		
211	Affûtage des outils de coupe au carbure		
212	Meules en carbure de silicium		
212	Meules au diamant		
212	Grosseurs du grain des meules au diamant		
212	Grades de meules au diamant		
212	Concentration d'abrasifs de diamant		
213	Affûtage à sec ou arrosé des outils de carbure		
213	Liquides de refroidissement pour la rectification des outils de carbure		
213	Travail en périphérie ou sur le côté de la meule		
213	Rodage des outils au carbure		
214	Taille du brise-copeaux		
214	Rappel de quelques notions		
ENGRENAGES		PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX	
215	Terminologie des engrenages et étude comparative de la grosseur des dents	228	Les grandes classes d'acier
216	Formes normalisées des dentures d'engrenages	228	Les classes d'aciers à outils
217	Calcul des dimensions des engrenages cylindriques droits	229	Nomenclature normalisée des aciers au carbone et des aciers alliés
218	Pas circulaire d'engrenage	230	Les aciers à outils : composition et classification
219	Épaisseur et saillie à la corde des dents d'engrenages pleine hauteur fraisées et dimensions équivalentes pour les dents de fraises	232	Guide de sélection des aciers à outils
		234	Composition et propriétés des aciers rapides au molybdène
		235	Composition et propriétés des aciers à outils pour le travail à chaud
		236	Composition et propriétés des aciers rapides au tungstène
		237	Composition et propriétés des aciers à outils pour le travail à froid des métaux
		238	Composition et propriétés des aciers à outils pour le moulage, les applications spéciales et capables de supporter les chocs
		239	Température de l'acier selon sa couleur suite au traitement thermique
		241	Équivalences entre les échelles de dureté de l'acier
		242	Équivalences entre les échelles de dureté des alliages non ferreux, des fontes malléables, des aciers non trempés et des aciers doux trempés
		244	Poids de divers métaux selon leur forme en livres au pied linéaire

- 245 Poids de l'acier au carbone en billettes et en sections carrée, hexagonale ou octogonale
- 246 Classification et propriétés des alliages d'aluminium
- 248 Propriétés thermiques usuelles des métaux
- 249 Caractéristiques des principales familles de plastiques
- 250 Le travail du plastique

DESSINS D'ATELIER, LECTURE ET INTERPRÉTATION

- 251 Dessins d'atelier, lecture et interprétation
- 251 Lignes normalisées pour le dessin industriel
- 252 Symboles des matériaux vus en coupe
- 253 Notations des données de référence en dessin industriel

JEUX ET TOLÉRANCES DES AJUSTEMENTS

- 254 Norme des jeux et des limites d'ajustements
- 254 Dimensions nominales normalisées
- 254 Jeux et tolérances normalisées
- 255 Tolérances normalisées
- 255 Niveaux de tolérances applicables aux produits des différents procédés d'usinage
- 255 Tolérances normalisées des pièces cylindriques selon ANSI
- 256 Désignation et description des ajustements normalisés
- 257 Représentation graphique des limites et des ajustements normalisés selon ANSI
- 259 Ajustements glissant et tournant normalisés
- 261 Ajustement avec jeu locationnel normalisé
- 263 Ajustement de transition locationnel normalisé
- 264 Ajustement avec serrage locationnel normalisé
- 265 Ajustements bloqués ou serrés à la presse, normalisés
- 267 Limites et ajustements métriques recommandés par ANSI
- 268 Ajustements recommandés
- 268 Cotes nominales métriques recommandées
- 270 Description des ajustements recommandés
- 271 Ajustements métriques avec jeu recommandés pour le système de l'alésage normal
- 273 Ajustements métriques locationnels et avec serrage, recommandés pour le système de l'alésage normal

- 275 Ajustements métriques avec jeu recommandés pour le système de l'arbre normal
- 277 Ajustements métriques locationnels et avec serrage, recommandés pour le système de l'arbre normal
- 279 Tolérances normalisées pour la fabrication des calibres
- 279 Tolérances pour la fabrication de l'outillage de contrôle
- 280 Correspondances entre les procédés d'usinage et les indices IT
- 280 Applications courantes des indices IT

ÉTATS DE SURFACE

- 281 Représentation des états de surface
- 281 Symboles des états de surface
- 282 Disposition des symboles d'état de surface
- 282 Réglages usuels de la longueur de l'échantillon par l'instrument de mesure de la rugosité
- 283 Valeurs normalisées de rugosité moyenne (R_a)
- 283 Valeurs normalisées de rugosité de profondeur maximum de l'ondulation
- 284 Symboles de l'orientation des stries
- 285 Disposition des valeurs modifiant le symbole d'état de surface
- 287 Rugosité moyenne des surfaces normalement produites par différents procédés

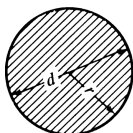
FACTEURS DE CONVERSION

- 288 Facteurs de conversion métrique
- 294 Facteurs et préfixes composant les unités du SI
- 295 Comment utiliser les tables de conversion
- 295 Conversion pouce/millimètre et pouce/centimètre
- 296 Conversion de fractions décimales de pouce en millimètres
- 298 Conversion des unités millimétriques vers les décimales de pouce
- 300 Conversion de fractions de pouce en millimètres et conversion des mesures en pied en mesures millimétriques
- 301 Conversion des millièmes de pouce en millimètres
- 302 Lettres grecques et abréviations normalisées
- 302 Chiffres romains
- 302 Arrondir les nombres
- 302 Fonctions de g (accélération)
- 303 Fonctions du nombre e
- 303 Constantes fondamentales
- 303 Poids et volumes

TABLEAUX ET FORMULES MATHÉMATIQUES

Mesure des figures planes

Cercle :



$$\begin{aligned} \text{Aire} = A &= \pi r^2 = 3,1416r^2 = 0,7854d^2 \\ \text{Circonférence} = C &= 2\pi r = 6,2832r = 3,1416d \\ r &= C \div 6,2832 = \sqrt{A \div 3,1416} = 0,564 \sqrt{A} \\ d &= C \div 3,1416 = \sqrt{A \div 0,7854} = 1,128 \sqrt{A} \end{aligned}$$

Longueur d'arc intercepté par un angle au centre de $1^\circ = 0,008727d$

Longueur d'arc intercepté par un angle au centre de $n^\circ = 0,008727nd$

Exemple : Calculez l'aire et la circonférence d'un cercle dont le diamètre mesure $2\frac{3}{4}$ po.

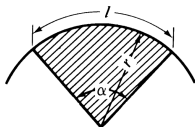
$$A = 0,7854d^2 = 0,7854 \times 2,75^2 = 0,7854 \times 2,75 \times 2,75 = 5,9396 \text{ po}^2$$

$$C = 3,1416d = 3,1416 \times 2,75 = 8,6394 \text{ po}$$

Exemple : Trouvez le diamètre d'un cercle dont l'aire couvre 16,8 po².

$$d = 1,128 \sqrt{A} = 1,128 \sqrt{16,8} = 1,128 \times 4,099 = 4,624 \text{ po}$$

Secteur circulaire :



$$\text{Longueur d'arc} = l = \frac{r \times \alpha \times 3,1416}{180} = 0,01745r\alpha = \frac{2A}{r}$$

$$\text{Aire} = A = \frac{1}{2}rl = 0,008727\alpha r^2$$

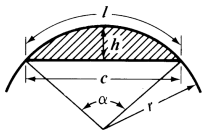
$$\text{Angle (en degrés)} = \alpha = \frac{57,296 l}{r} \quad r = \frac{2A}{l} = \frac{57,296 l}{\alpha}$$

Exemple : Si un angle au centre de 60° délimite un secteur dans un cercle dont le rayon mesure 35 mm, quelle est l'aire A de ce segment circulaire et quelle est la longueur d'arc l ?

$$A = 0,008727\alpha r^2 = 0,008727 \times 60 \times 35^2 = 641,41 \text{ mm}^2 = 6,41 \text{ cm}^2$$

$$l = 0,01745r\alpha = 0,01745 \times 35 \times 60 = 36,645 \text{ mm}$$

Segment circulaire :



A = aire l = longueur d'arc α = angle en degrés

$$c = 2\sqrt{h(2r-h)} \quad A = \frac{1}{2}[rl - c(r-h)]$$

$$r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h} \quad l = 0,01745r\alpha$$

$$h = r - \frac{1}{2}\sqrt{4r^2 - c^2} = r[1 - \cos(\alpha/2)] \quad \alpha = \frac{57,296 l}{r}$$

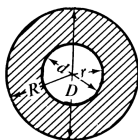
Exemple : Quelle est la longueur de la corde c qui sous-tend un segment circulaire d'une hauteur h de 8 po, si le rayon r du cercle mesure 60 po ?

$$c = 2\sqrt{h(2r-h)} = 2\sqrt{8 \times (2 \times 60 - 8)} = 2\sqrt{896} = 2 \times 29,93 = 59,86 \text{ po}$$

Exemple : Si $c = 16$ po et $h = 6$ po, quel est le rayon du cercle comprenant ce segment ?

$$r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h} = \frac{16^2 + 4 \times 6^2}{8 \times 6} = \frac{256 + 144}{48} = \frac{400}{48} = 8\frac{1}{3} \text{ po}$$

Anneau circulaire :



$$\begin{aligned} \text{Aire} = A &= \pi(R^2 - r^2) = 3,1416(R^2 - r^2) \\ &= 3,1416(R+r)(R-r) \\ &= 0,7854(D^2 - d^2) = 0,7854(D+d)(D-d) \end{aligned}$$

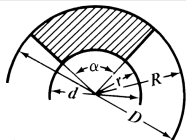
Anneau circulaire (suite) :

Exemple : Quelle est l'aire de la couronne circulaire formée par les circonférences de deux cercles dont les diamètres respectifs sont de 12 cm (D) et 8 cm (d) ?

$$A = 0,7854(D^2 - d^2) = 0,7854(12^2 - 8^2) = 0,7854(144 - 64) = 0,7854 \times 80 = 62,83 \text{ cm}^2$$

Solution du même problème avec une autre équation :

$$A = 0,7854(D + d)(D - d) = 0,7854(12 + 8)(12 - 8) = 0,7854 \times 20 \times 4 = 62,83 \text{ cm}^2$$

Secteur angulaire d'un anneau circulaire :

A = Aire α = angle en degrés

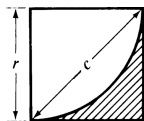
$$A = \frac{\alpha\pi}{360}(R^2 - r^2) = 0,00873\alpha(R^2 - r^2)$$

$$= \frac{\alpha\pi}{4 \times 360}(D^2 - d^2) = 0,00218\alpha(D^2 - d^2)$$

Exemple : Calculez l'aire du secteur d'une couronne circulaire intercepté par un angle de 72° , si le rayon de la grande circonférence R mesure 5 po et celui de la petite circonférence r mesure 2 po.

$$A = 0,00873\alpha(R^2 - r^2) = 0,00873 \times 72(5^2 - 2^2)$$

$$= 0,6286(25 - 4) = 0,6286 \times 21 = 13,2 \text{ po}^2$$

Écoinçon ou congé :

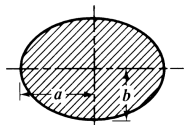
$$\text{Aire} = A = r^2 - \frac{\pi r^2}{4} = 0,215r^2 = 0,1075c^2$$

Exemple : Calculez l'aire de la partie hachurée sachant que le rayon du congé mesure 0,7 po.

$$A = 0,215r^2 = 0,215 \times 0,7^2 = 0,105 \text{ po}^2$$

Exemple : Calculez l'aire de la même partie hachurée sachant que la corde c mesure 2,2 po.

$$A = 0,1075c^2 = 0,1075 \times 2,2^2 = 0,520 \text{ po}^2$$

Ellipse :

$$\text{Aire} = A = \pi ab = 3,1416ab$$

La formule permettant de calculer approximativement le périmètre est

$$\text{Périmètre} = P = 3,1416\sqrt{2(a^2 + b^2)}$$

La formule pour un calcul plus précis du périmètre est

$$P = 3,1416\sqrt{2(a^2 + b^2) - \frac{(a - b)^2}{2,2}}$$

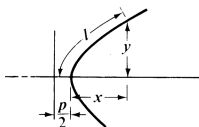
Exemple : Le grand axe ou l'axe principal d'une ellipse mesure 200 mm alors que le petit axe ou axe secondaire mesure 150 mm. Calculez l'aire et le périmètre de cette ellipse si $a = 100$ et $b = 75$.

$$A = 3,1416ab = 3,1416 \times 100 \times 75 = 23\,562 \text{ mm}^2 = 235,62 \text{ cm}^2$$

$$P = 3,1416\sqrt{2(a^2 + b^2)} = 3,1416\sqrt{2(100^2 + 75^2)} = 3,1416\sqrt{2 \times 15\,625}$$

$$= 3,1416\sqrt{31\,250} = 3,1416 \times 176,78 = 555,37 \text{ mm} = 55,537 \text{ cm}$$

Parabole :



$$l = \text{longueur d'arc} = \frac{p}{2} \left[\sqrt{\frac{2x}{p} \left(1 + \frac{2x}{p} \right)} + \ln \left(\sqrt{\frac{2x}{p}} + \sqrt{1 + \frac{2x}{p}} \right) \right]$$

Lorsque $y > x$, on peut estimer la longueur de la parabole à l'aide des relations suivantes :

$$l = y \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{x}{y} \right)^2 - \frac{2}{5} \left(\frac{x}{y} \right)^4 \right] \text{ ou } l = \sqrt{y^2 + \frac{4}{3} x^2}$$

Exemple : Quelle est la longueur approximative de la parabole si $x = 2$ pieds et $y = 24$ pieds ?

$$\begin{aligned} l &= y \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{x}{y} \right)^2 - \frac{2}{5} \left(\frac{x}{y} \right)^4 \right] = 24 \left[1 + \frac{2}{3} \left(\frac{2}{24} \right)^2 - \frac{2}{5} \left(\frac{2}{24} \right)^4 \right] \\ &= 24 \left[1 + \frac{2}{3} \times \frac{1}{144} - \frac{2}{5} \times \frac{1}{20736} \right] = 24 \times 1,0046 = 24,11 \text{ pieds} \end{aligned}$$

Formules et tableaux pour polygones réguliers — Les formules et tableaux suivants permettront de résoudre tous les problèmes de calcul d'aire, de la longueur des côtés, du rayon du cercle inscrit ou circonscrit de n'importe quel polygone régulier (tous les côtés sont égaux).

$$A = NS^2 \cotg \alpha \div 4 = NR^2 \sin \alpha \cos \alpha = Nr^2 \tg \alpha$$

$$r = R \cos \alpha = (S \cotg \alpha) \div 2 = \sqrt{(A \times \cotg \alpha) \div N}$$

$$R = S \div (2 \sin \alpha) = r \div \cos \alpha = \sqrt{A \div (N \sin \alpha \cos \alpha)}$$

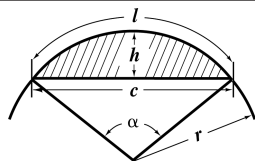
$$S = 2R \sin \alpha = 2r \tg \alpha = 2 \sqrt{(A \times \tg \alpha) \div N}$$

où N = le nombre de côtés, S = la longueur du côté, R = le rayon du cercle circonscrit et r = le rayon du cercle inscrit ; A = l'aire du polygone et $\alpha = 180^\circ$ divisé par N = la demie de l'angle au centre interceptant un côté du polygone.

Aire, longueur d'un côté, rayons des cercles inscrits et circonscrits des polygones réguliers

Nb de côtés	$\frac{A}{S^2}$	$\frac{A}{R^2}$	$\frac{A}{r^2}$	$\frac{R}{S}$	$\frac{R}{r}$	$\frac{S}{R}$	$\frac{S}{r}$	$\frac{r}{R}$	$\frac{r}{S}$
3	0,4330	1,2990	5,1962	0,5774	2,0000	1,7321	3,4641	0,5000	0,2887
4	1,0000	2,0000	4,0000	0,7071	1,4142	1,4142	2,0000	0,7071	0,5000
5	1,7205	2,3776	3,6327	0,8507	1,2361	1,1756	1,4531	0,8090	0,6882
6	2,5981	2,5981	3,4641	1,0000	1,1547	1,0000	1,1547	0,8660	0,8660
7	3,6339	2,7364	3,3710	1,1524	1,1099	0,8678	0,9631	0,9010	1,0383
8	4,8284	2,8284	3,3137	1,3066	1,0824	0,7654	0,8284	0,9239	1,2071
9	6,1818	2,8925	3,2757	1,4619	1,0642	0,6840	0,7279	0,9397	1,3737
10	7,6942	2,9389	3,2492	1,6180	1,0515	0,6180	0,6498	0,9511	1,5388
12	11,196	3,0000	3,2154	1,9319	1,0353	0,5176	0,5359	0,9659	1,8660
16	20,109	3,0615	3,1826	2,5629	1,0196	0,3902	0,3978	0,9808	2,5137
20	31,569	3,0902	3,1677	3,1962	1,0125	0,3129	0,3168	0,9877	3,1569
24	45,575	3,1058	3,1597	3,8306	1,0086	0,2611	0,2633	0,9914	3,7979
32	81,225	3,1214	3,1517	5,1011	1,0048	0,1960	0,1970	0,9952	5,0766
48	183,08	3,1326	3,1461	7,6449	1,0021	0,1308	0,1311	0,9979	7,6285
64	325,69	3,1365	3,1441	10,190	1,0012	0,0981	0,0983	0,9988	10,178

Segments circulaires lorsque le rayon = 1 (mesure impériale ou métrique)



Les formules pour calculer les éléments d'un segment de cercle se trouvent en page 1. Ce tableau affiche la longueur d'arc l , la hauteur h du segment, la longueur de la corde c qui le sous-tend ainsi que l'aire du segment circulaire A , lorsque les mesures de l'angle au centre α sont connues et que le rayon vaut 1. Dans tout exemple, il suffit de multiplier la longueur d'arc l affichée par la longueur réelle du rayon et la valeur de l'aire A affichée par le rayon au carré r^2 .

Lorsqu'on ne connaît pas la valeur de l'angle α ni celle du rayon r mais qu'en revanche on connaît ou l'on peut mesurer la hauteur du segment h et la longueur de la corde c qui le sous-tend, il est possible d'arriver au même résultat. Il suffit d'établir quel est le rapport h/c puis d'identifier dans la colonne appropriée la ligne où se trouve cette valeur ou la valeur la plus proche. Il ne reste plus qu'à lire les valeurs l et A affichées sur la même ligne. Comme on peut calculer le rayon r , il ne reste plus qu'à procéder.

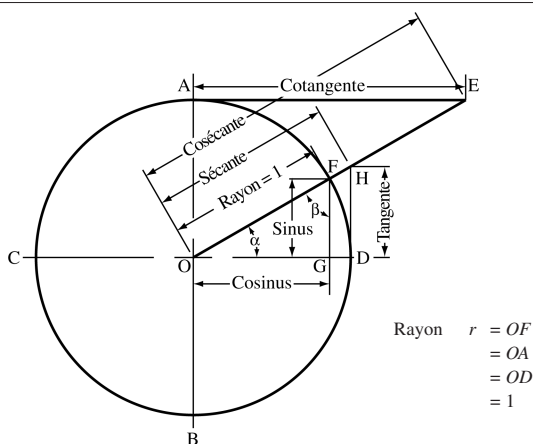
Il est possible de cette façon de déterminer avec une précision de $\pm 0,001^\circ$ la valeur de l'angle α ; de $\pm 0,02\%$ la longueur d'arc l . Pour les rapports h/c les plus élevés, la marge d'erreur de la mesure de l'aire qui est affichée se situe à environ $0,02\%$ et pour les valeurs du rapport h/c se situant à $0,050$, la marge d'erreur peut atteindre 1% . Lorsque cette marge d'erreur est inacceptable ou qu'une plus grande précision est requise, il convient d'utiliser les formules présentées à la page 1 pour calculer l'aire du segment circulaire.

θ , deg.	l	h	c	Aire A	h/c	θ , deg.	l	h	c	Aire A	h/c
1	0,01745	0,00004	0,01745	0,0000	0,00218	41	0,71558	0,06333	0,70041	0,0298	0,09041
2	0,03491	0,00015	0,03490	0,0000	0,00436	42	0,73304	0,06642	0,71674	0,0320	0,09267
3	0,05236	0,00034	0,05235	0,0000	0,00655	43	0,75049	0,06958	0,73300	0,0342	0,09493
4	0,06981	0,00061	0,06980	0,0000	0,00873	44	0,76794	0,07282	0,74921	0,0366	0,09719
5	0,08727	0,00095	0,08724	0,0001	0,01091	45	0,78540	0,07612	0,76537	0,0391	0,09946
6	0,10472	0,00137	0,10467	0,0001	0,01309	46	0,80285	0,07950	0,78146	0,0418	0,10173
7	0,12217	0,00187	0,12210	0,0002	0,01528	47	0,82030	0,08294	0,79750	0,0445	0,10400
8	0,13963	0,00244	0,13951	0,0002	0,01746	48	0,83776	0,08645	0,81347	0,0473	0,10628
9	0,15708	0,00308	0,15692	0,0003	0,01965	49	0,85521	0,09004	0,82939	0,0503	0,10856
10	0,17453	0,00381	0,17431	0,0004	0,02183	50	0,87266	0,09369	0,84524	0,0533	0,11085
11	0,19199	0,00460	0,19169	0,0006	0,02402	51	0,89012	0,09741	0,86102	0,0565	0,11314
12	0,20944	0,00548	0,20906	0,0008	0,02620	52	0,90757	0,10121	0,87674	0,0598	0,11543
13	0,22689	0,00643	0,22641	0,0010	0,02839	53	0,92502	0,10507	0,89240	0,0632	0,11773
14	0,24435	0,00745	0,24374	0,0012	0,03058	54	0,94248	0,10899	0,90798	0,0667	0,12004
15	0,26180	0,00856	0,26105	0,0015	0,03277	55	0,95993	0,11299	0,92350	0,0704	0,12235
16	0,27925	0,00973	0,27835	0,0018	0,03496	56	0,97738	0,11705	0,93894	0,0742	0,12466
17	0,29671	0,01098	0,29562	0,0022	0,03716	57	0,99484	0,12118	0,95432	0,0781	0,12698
18	0,31416	0,01231	0,31287	0,0026	0,03935	58	1,01229	0,12538	0,96962	0,0821	0,12931
19	0,33161	0,01371	0,33010	0,0030	0,04155	59	1,02974	0,12964	0,98485	0,0863	0,13164
20	0,34907	0,01519	0,34730	0,0035	0,04374	60	1,04720	0,13397	1,00000	0,0906	0,13397
21	0,36652	0,01675	0,36447	0,0041	0,04594	61	1,06465	0,13837	1,01508	0,0950	0,13632
22	0,38397	0,01837	0,38162	0,0047	0,04814	62	1,08210	0,14283	1,03008	0,0996	0,13866
23	0,40143	0,02008	0,39874	0,0053	0,05035	63	1,09956	0,14736	1,04500	0,1043	0,14101
24	0,41888	0,02185	0,41582	0,0061	0,05255	64	1,11701	0,15195	1,05984	0,1091	0,14337
25	0,43633	0,02370	0,43288	0,0069	0,05476	65	1,13446	0,15661	1,07460	0,1141	0,14574
26	0,45379	0,02563	0,44990	0,0077	0,05697	66	1,15192	0,16133	1,08928	0,1192	0,14811
27	0,47124	0,02763	0,46689	0,0086	0,05918	67	1,16937	0,16611	1,10387	0,1244	0,15048
28	0,48869	0,02970	0,48384	0,0096	0,06139	68	1,18682	0,17096	1,11839	0,1298	0,15287
29	0,50615	0,03185	0,50076	0,0107	0,06361	69	1,20428	0,17587	1,13281	0,1353	0,15525
30	0,52360	0,03407	0,51764	0,0118	0,06583	70	1,22173	0,18085	1,14715	0,1410	0,15765
31	0,54105	0,03637	0,53448	0,0130	0,06805	71	1,23918	0,18588	1,16141	0,1468	0,16005
32	0,55851	0,03874	0,55127	0,0143	0,07027	72	1,25664	0,19098	1,17557	0,1528	0,16246
33	0,57596	0,04118	0,56803	0,0157	0,07250	73	1,27409	0,19614	1,18965	0,1589	0,16488
34	0,59341	0,04370	0,58474	0,0171	0,07473	74	1,29154	0,20136	1,20363	0,1651	0,16730
35	0,61087	0,04628	0,60141	0,0186	0,07696	75	1,30900	0,20665	1,21752	0,1715	0,16973
36	0,62832	0,04894	0,61803	0,0203	0,07919	76	1,32645	0,21199	1,23132	0,1781	0,17216
37	0,64577	0,05168	0,63461	0,0220	0,08143	77	1,34390	0,21739	1,24503	0,1848	0,17461
38	0,66323	0,05448	0,65114	0,0238	0,08367	78	1,36136	0,22285	1,25864	0,1916	0,17706
39	0,68068	0,05736	0,66761	0,0257	0,08592	79	1,37881	0,22838	1,27216	0,1986	0,17952
40	0,69813	0,06031	0,68404	0,0277	0,08816	80	1,39626	0,23396	1,28558	0,2057	0,18199

Segments circulaires lorsque le rayon = 1 (mesure impériale ou métrique) (suite)

θ , deg.	l	h	c	Aire A	h/c	θ , deg.	l	h	c	Aire A	h/c
81	1,41372	0,23959	1,29890	0,2130	0,18446	131	2,28638	0,58531	1,81992	0,7658	0,32161
82	1,43117	0,24529	1,31212	0,2205	0,18694	132	2,30383	0,59326	1,82709	0,7803	0,32470
83	1,44862	0,25104	1,32524	0,2280	0,18943	133	2,32129	0,60125	1,83412	0,7950	0,32781
84	1,46608	0,25686	1,33826	0,2358	0,19193	134	2,33874	0,60927	1,84101	0,8097	0,33094
85	1,48353	0,26272	1,35118	0,2437	0,19444	135	2,35619	0,61732	1,84776	0,8245	0,33409
86	1,50098	0,26865	1,36400	0,2517	0,19696	136	2,37365	0,62539	1,85437	0,8395	0,33725
87	1,51844	0,27463	1,37671	0,2599	0,19948	137	2,39110	0,63350	1,86084	0,8546	0,34044
88	1,53589	0,28066	1,38932	0,2682	0,20201	138	2,40855	0,64163	1,86716	0,8697	0,34364
89	1,55334	0,28675	1,40182	0,2767	0,20456	139	2,42601	0,64979	1,87334	0,8850	0,34686
90	1,57080	0,29289	1,41421	0,2854	0,20711	140	2,44346	0,65798	1,87939	0,9003	0,35010
91	1,58825	0,29909	1,42650	0,2942	0,20967	141	2,46091	0,66619	1,88528	0,9158	0,35337
92	1,60570	0,30534	1,43868	0,3032	0,21224	142	2,47837	0,67443	1,89104	0,9314	0,35665
93	1,62316	0,31165	1,45075	0,3123	0,21482	143	2,49582	0,68270	1,89665	0,9470	0,35995
94	1,64061	0,31800	1,46271	0,3215	0,21741	144	2,51327	0,69098	1,90211	0,9627	0,36327
95	1,65806	0,32441	1,47455	0,3309	0,22001	145	2,53073	0,69929	1,90743	0,9786	0,36662
96	1,67552	0,33087	1,48629	0,3405	0,22261	146	2,54818	0,70763	1,91261	0,9945	0,36998
97	1,69297	0,33738	1,49791	0,3502	0,22523	147	2,56563	0,71598	1,91764	1,0105	0,37337
98	1,71042	0,34394	1,50942	0,3601	0,22786	148	2,58309	0,72436	1,92252	1,0266	0,37678
99	1,72788	0,35055	1,52081	0,3701	0,23050	149	2,60054	0,73276	1,92726	1,0428	0,38021
100	1,74533	0,35721	1,53209	0,3803	0,23315	150	2,61799	0,74118	1,93185	1,0590	0,38366
101	1,76278	0,36392	1,54325	0,3906	0,23582	151	2,63545	0,74962	1,93630	1,0753	0,38714
102	1,78024	0,37068	1,55429	0,4010	0,23849	152	2,65290	0,75808	1,94059	1,0917	0,39064
103	1,79769	0,37749	1,56522	0,4117	0,24117	153	2,67035	0,76655	1,94474	1,1082	0,39417
104	1,81514	0,38434	1,57602	0,4224	0,24387	154	2,68781	0,77505	1,94874	1,1247	0,39772
105	1,83260	0,39124	1,58671	0,4333	0,24657	155	2,70526	0,78356	1,95259	1,1413	0,40129
106	1,85005	0,39818	1,59727	0,4444	0,24929	156	2,72271	0,79209	1,95630	1,1580	0,40489
107	1,86750	0,40518	1,60771	0,4556	0,25202	157	2,74017	0,80063	1,95985	1,1747	0,40852
108	1,88496	0,41221	1,61803	0,4669	0,25476	158	2,75762	0,80919	1,96325	1,1915	0,41217
109	1,90241	0,41930	1,62823	0,4784	0,25752	159	2,77507	0,81776	1,96651	1,2084	0,41585
110	1,91986	0,42642	1,63830	0,4901	0,26028	160	2,79253	0,82635	1,96962	1,2253	0,41955
111	1,93732	0,43359	1,64825	0,5019	0,26306	161	2,80998	0,83495	1,97257	1,2422	0,42328
112	1,95477	0,44081	1,65808	0,5138	0,26585	162	2,82743	0,84357	1,97538	1,2592	0,42704
113	1,97222	0,44806	1,66777	0,5259	0,26866	163	2,84489	0,85219	1,97803	1,2763	0,43083
114	1,98968	0,45536	1,67734	0,5381	0,27148	164	2,86234	0,86083	1,98054	1,2934	0,43464
115	2,00713	0,46270	1,68678	0,5504	0,27431	165	2,87979	0,86947	1,98289	1,3105	0,43849
116	2,02458	0,47008	1,69610	0,5629	0,27715	166	2,89725	0,87813	1,98509	1,3277	0,44236
117	2,04204	0,47750	1,70528	0,5755	0,28001	167	2,91470	0,88680	1,98714	1,3449	0,44627
118	2,05949	0,48496	1,71433	0,5883	0,28289	168	2,93215	0,89547	1,98904	1,3621	0,45020
119	2,07694	0,49246	1,72326	0,6012	0,28577	169	2,94961	0,90415	1,99079	1,3794	0,45417
120	2,09440	0,50000	1,73205	0,6142	0,28868	170	2,96706	0,91284	1,99239	1,3967	0,45817
121	2,11185	0,50758	1,74071	0,6273	0,29159	171	2,98451	0,92154	1,99383	1,4140	0,46220
122	2,12930	0,51519	1,74924	0,6406	0,29452	172	3,00197	0,93024	1,99513	1,4314	0,46626
123	2,14675	0,52284	1,75763	0,6540	0,29747	173	3,01942	0,93895	1,99627	1,4488	0,47035
124	2,16421	0,53053	1,76590	0,6676	0,30043	174	3,03687	0,94766	1,99726	1,4662	0,47448
125	2,18166	0,53825	1,77402	0,6813	0,30341	175	3,05433	0,95638	1,99810	1,4836	0,47865
126	2,19911	0,54601	1,78201	0,6950	0,30640	176	3,07178	0,96510	1,99878	1,5010	0,48284
127	2,21657	0,55380	1,78987	0,7090	0,30941	177	3,08923	0,97382	1,99931	1,5184	0,48708
128	2,23402	0,56163	1,79759	0,7230	0,31243	178	3,10669	0,98255	1,99970	1,5359	0,49135
129	2,25147	0,56949	1,80517	0,7372	0,31548	179	3,12414	0,99127	1,99992	1,5533	0,49566
130	2,26893	0,57738	1,81262	0,7514	0,31854	180	3,14159	1,00000	2,00000	1,5708	0,50000

Relations trigonométriques



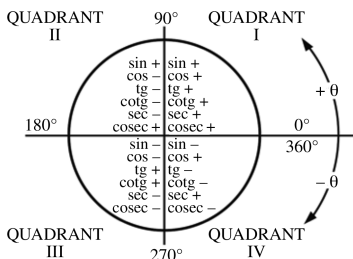
Les formules suivantes vous permettront de résoudre la plupart des triangles rectangles.
 Dans le triangle rectangle FOG, $OF = c$, $FG = a$ et $OG = b$

$\text{arc } FD = \text{Angle } \alpha \times \overline{OD}$	$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \cos \beta$	$c = \frac{a}{\sin \alpha}$
$\sin \alpha = \frac{FG}{\overline{OF}}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \sin \beta$	$c = \frac{b}{\cos \alpha}$
$\cos \alpha = \frac{OG}{\overline{OF}}$	$\text{tg } \alpha = \frac{a}{b} = \text{cotg } \beta$	$b = \frac{a}{\text{tg } \alpha}$
$\text{tg } \alpha = \frac{FG}{OG}$	$\text{cotg } \alpha = \frac{b}{a} = \text{tg } \beta$	$a = \frac{b}{\text{cotg } \alpha}$
$\text{cotg } \alpha = \frac{OG}{FG}$	$\sec \alpha = \frac{c}{b} = \text{cosec } \beta$	$c = \text{cosec } \alpha \times a$
$\text{cosec } \alpha = \frac{\overline{OF}}{FG}$	$\text{cosec } \alpha = \frac{c}{a} = \sec \beta$	$a = \frac{c}{\text{cosec } \alpha}$
$\sec \alpha = \frac{\overline{OF}}{OG}$		
$\text{Corde } \alpha = \overline{FD}$		

Signes des fonctions trigonométriques

Ce tableau affiche quel signe (positif ou négatif) doit accompagner chacune des fonctions trigonométriques selon la valeur de l'angle et sa position dans l'un ou l'autre des quadrants du cercle.

Exemple : Le sinus d'un angle de 226° est $-0,71934$; celui d'un angle de 326° est $-0,55919$.



Relations entre les fonctions trigonométriques

Fonction trigonométrique d'un angle	θ	$-\theta$	$90^\circ \pm \theta$	$180^\circ \pm \theta$	$270^\circ \pm \theta$	$360^\circ \pm \theta$
sin	$\sin \theta$	$-\sin \theta$	$+\cos \theta$	$\mp \sin \theta$	$-\cos \theta$	$\pm \sin \theta$
cos	$\cos \theta$	$+\cos \theta$	$\mp \sin \theta$	$-\cos \theta$	$\pm \sin \theta$	$+\cos \theta$
tg	$\operatorname{tg} \theta$	$-\operatorname{tg} \theta$	$\mp \cotg \theta$	$\pm \operatorname{tg} \theta$	$\mp \cotg \theta$	$\pm \operatorname{tg} \theta$
cotg	$\cotg \theta$	$-\cotg \theta$	$\mp \operatorname{tg} \theta$	$\pm \cotg \theta$	$\mp \operatorname{tg} \theta$	$\pm \cotg \theta$
sec	$\sec \theta$	$+\sec \theta$	$\mp \operatorname{cosec} \theta$	$-\sec \theta$	$\pm \operatorname{cosec} \theta$	$+\sec \theta$
cosec	$\operatorname{cosec} \theta$	$-\operatorname{cosec} \theta$	$+\sec \theta$	$\mp \operatorname{cosec} \theta$	$-\sec \theta$	$\pm \operatorname{cosec} \theta$

Exemple : $\cos(270^\circ - \theta) = -\sin \theta$; $\operatorname{tg}(90^\circ + \theta) = -\cotg \theta$.

La loi des sinus — La loi des sinus stipule que le rapport entre la mesure du côté opposé à un angle et le sinus de cet angle est équivalent pour tous les angles d'un triangle. Si a , b et c sont les côtés d'un triangle et que les angles qui leur sont respectivement opposés sont A , B et C , alors

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} \quad \text{ainsi}$$

$$a = \frac{b \sin A}{\sin B} \quad \text{ou} \quad a = \frac{c \sin A}{\sin C}$$

$$b = \frac{a \sin B}{\sin A} \quad \text{ou} \quad b = \frac{c \sin B}{\sin C}$$

$$c = \frac{a \sin C}{\sin A} \quad \text{ou} \quad c = \frac{b \sin C}{\sin B}$$

La loi des cosinus — Dans tout triangle, le carré d'un côté est égal à la somme des carrés des deux autres côtés moins 2 fois le produit des deux côtés par le cosinus de l'angle qui lui est opposé ; ou si a , b et c sont les côtés et que A , B et C sont les angles qui leur sont respectivement opposés, alors

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

Ces deux lois, combinées au théorème voulant que la somme des angles intérieurs d'un triangle égale 180° , sont à l'origine de toutes les formules élaborées pour résoudre des problèmes de triangles.

Les formules pour résoudre les problèmes de triangles rectangles ou de triangles quelconques sont présentées dans les tableaux des pages suivantes.

Signes des fonctions trigonométriques — Chaque fonction trigonométrique d'un angle s'exprime avec un signe positif ou négatif selon la place de l'angle dans les quadrants du cercle. En cas de doute, référez-vous à la figure intitulée *Signes des fonctions trigonométriques* à la page précédente. Ainsi, pour tout angle mesurant entre 90° et 180° , le cosinus est négatif alors que le sinus est positif.

Identités trigonométriques — Les identités trigonométriques expriment des relations existantes entre fonctions trigonométriques. Elles permettent de simplifier la formulation de certaines expressions trigonométriques. Ainsi, en vertu de ces identités, on substituera $\sin 2A$, beaucoup plus simple, à l'expression $2 \sin A \cos A$. Les identités trigonométriques que nous vous présentons à la page suivante peuvent elles-mêmes être combinées et réorganisées jusqu'à former de nouvelles identités au besoin.

De base

$$\operatorname{tg} A = \frac{\sin A}{\cos A} = \frac{1}{\operatorname{cotg} A} \quad \sec A = \frac{1}{\cos A} \quad \operatorname{cosec} A = \frac{1}{\sin A}$$

Inverses

$$\sin(-A) = -\sin A \quad \cos(-A) = \cos A \quad \operatorname{tg}(-A) = -\operatorname{tg} A$$

Théorème de Pythagore

$$\sin^2 A + \cos^2 A = 1 \quad 1 + \operatorname{tg}^2 A = \sec^2 A \quad 1 + \operatorname{cotg}^2 A = \operatorname{cosec}^2 A$$

Addition et soustraction d'angles

$$\operatorname{tg}(A+B) = \frac{\operatorname{tg} A + \operatorname{tg} B}{1 - \operatorname{tg} A \operatorname{tg} B} \quad \operatorname{tg}(A-B) = \frac{\operatorname{tg} A - \operatorname{tg} B}{1 + \operatorname{tg} A \operatorname{tg} B}$$

$$\operatorname{cotg}(A+B) = \frac{\operatorname{cotg} A \operatorname{cotg} B - 1}{\operatorname{cotg} B + \operatorname{cotg} A} \quad \operatorname{cotg}(A-B) = \frac{\operatorname{cotg} A \operatorname{cotg} B + 1}{\operatorname{cotg} B - \operatorname{cotg} A}$$

$$\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B \quad \sin(A-B) = \sin A \cos B - \cos A \sin B$$

$$\cos(A+B) = \cos A \cos B - \sin A \sin B \quad \cos(A-B) = \cos A \cos B + \sin A \sin B$$

Angle multiplié par deux

$$\cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A = 2 \cos^2 A - 1 = 1 - 2 \sin^2 A \quad \sin 2A = 2 \sin A \cos A$$

$$\operatorname{tg} 2A = \frac{2 \operatorname{tg} A}{1 - \operatorname{tg}^2 A} = \frac{2}{\operatorname{cotg} A - \operatorname{tg} A}$$

Angle divisé par deux

$$\sin \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{1}{2}(1 - \cos A)} \quad \cos \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{1}{2}(1 + \cos A)}$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}A = \sqrt{\frac{1 - \cos A}{1 + \cos A}} = \frac{1 - \cos A}{\sin A} = \frac{\sin A}{1 + \cos A}$$

Produit de deux fonctions

$$\sin A \cos B = \frac{1}{2}[\sin(A+B) + \sin(A-B)]$$

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2}[\cos(A+B) + \cos(A-B)]$$

$$\sin A \sin B = \frac{1}{2}[\cos(A-B) - \cos(A+B)]$$

$$\operatorname{tg} A \operatorname{tg} B = \frac{\operatorname{tg} A + \operatorname{tg} B}{\operatorname{cotg} A + \operatorname{cotg} B}$$

Somme et différence des fonctions

$$\sin A + \sin B = 2[\sin \frac{1}{2}(A+B) \cos \frac{1}{2}(A-B)]$$

$$\sin A - \sin B = 2[\sin \frac{1}{2}(A-B) \cos \frac{1}{2}(A+B)]$$

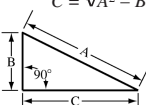
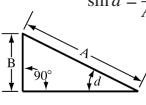
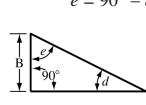
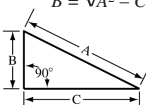
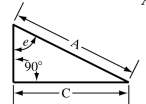
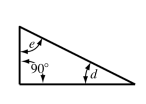
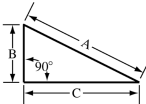
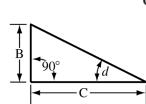
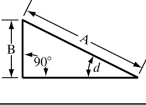
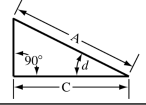
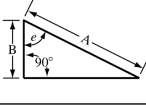
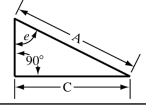
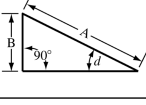
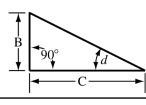
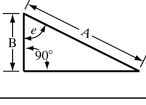
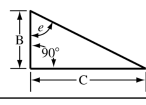
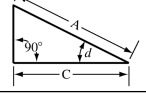
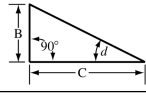
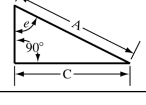
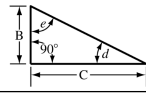
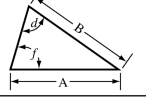
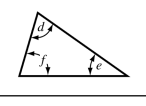
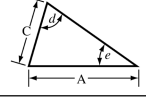
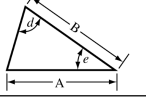
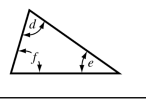
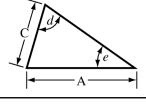
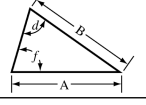
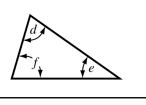
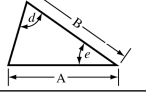
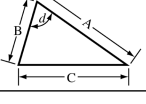
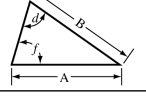
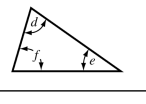
$$\cos A + \cos B = 2[\cos \frac{1}{2}(A+B) \cos \frac{1}{2}(A-B)]$$

$$\cos A - \cos B = -2[\cos \frac{1}{2}(A+B) \sin \frac{1}{2}(A-B)]$$

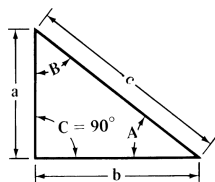
$$\operatorname{tg} A + \operatorname{tg} B = \frac{\sin(A+B)}{\cos A \cos B} \quad \operatorname{tg} A - \operatorname{tg} B = \frac{\sin(A-B)}{\cos A \cos B}$$

$$\operatorname{cotg} A + \operatorname{cotg} B = \frac{\sin(B+A)}{\sin A \sin B} \quad \operatorname{cotg} A - \operatorname{cotg} B = \frac{\sin(B-A)}{\sin A \sin B}$$

Solutions rapides aux problèmes posés par les triangles rectangles et quelconques

$C = \sqrt{A^2 - B^2}$ 	$\sin d = \frac{B}{A}$ 	$e = 90^\circ - d$ 	$B = \sqrt{A^2 - C^2}$ 
$\sin e = \frac{C}{A}$ 	$d = 90^\circ - e$ 	$A = \sqrt{B^2 + C^2}$ 	$\operatorname{tg} d = \frac{B}{C}$ 
$B = A \times \sin d$ 	$C = A \times \cos d$ 	$B = A \times \cos e$ 	$C = A \times \sin e$ 
$A = \frac{B}{\sin d}$ 	$C = B \times \operatorname{cotg} d$ 	$A = \frac{B}{\cos e}$ 	$C = B \times \operatorname{tg} e$ 
$A = \frac{C}{\cos d}$ 	$B = C \times \operatorname{tg} d$ 	$A = \frac{C}{\sin e}$ 	$B = C \times \operatorname{tg} e$ 
$B = \frac{A \times \sin f}{\sin d}$ 	$e = 180^\circ - (d + f)$ 	$C = \frac{A \times \sin e}{\sin d}$ 	$\operatorname{tg} d = \frac{A \times \sin e}{B - A \times \cos e}$ 
$f = 180^\circ - (d + e)$ 	$C = \frac{A \times \sin e}{\sin d}$ 	$\sin f = \frac{B \times \sin d}{A}$ 	$e = 180^\circ - (d + f)$ 
$\text{Aire} = \frac{A \times B \times \sin e}{2}$ 	$\cos d = \frac{B^2 + C^2 - A^2}{2 \times B \times C}$ 	$\sin f = \frac{B \times \sin d}{A}$ 	$e = 180^\circ - (d + f)$ 

Résolution d'un triangle rectangle

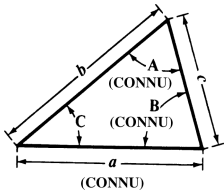
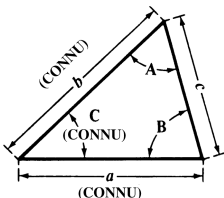
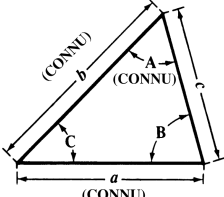
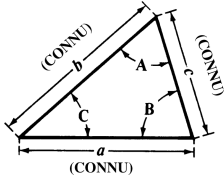


Comme l'illustre la figure ci-contre, a et b désignent deux des côtés du triangle et c son hypoténuse. Les angles opposés aux deux côtés identifiés précédemment portent la désignation A et B , respectivement.

L'angle C , qui se trouve opposé à l'hypoténuse, correspond à l'angle droit et fait toujours partie des éléments connus du problème.

Côtés et angles connus	Formules pour trouver les côtés et les angles inconnus			Aire
Côté a ; côté b	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$	$\operatorname{tg} A = \frac{a}{b}$	$B = 90^\circ - A$	$\frac{a \times b}{2}$
Côté a ; hypoténuse c	$b = \sqrt{c^2 - a^2}$	$\sin A = \frac{a}{c}$	$B = 90^\circ - A$	$\frac{a \times \sqrt{c^2 - a^2}}{2}$
Côté b ; hypoténuse c	$a = \sqrt{c^2 - b^2}$	$\sin B = \frac{b}{c}$	$A = 90^\circ - B$	$\frac{b \times \sqrt{c^2 - b^2}}{2}$
Hypoténuse c ; angle B	$b = c \times \sin B$	$a = c \times \cos B$	$A = 90^\circ - B$	$c^2 \times \sin B \times \cos B$
Hypoténuse c ; angle A	$b = c \times \cos A$	$a = c \times \sin A$	$B = 90^\circ - A$	$c^2 \times \sin A \times \cos A$
Côté b ; angle B	$c = \frac{b}{\sin B}$	$a = b \times \operatorname{cotg} B$	$A = 90^\circ - B$	$\frac{b^2}{2 \times \operatorname{tg} B}$
Côté b ; angle A	$c = \frac{b}{\cos A}$	$a = b \times \operatorname{tg} A$	$B = 90^\circ - A$	$\frac{b^2 \times \operatorname{tg} A}{2}$
Côté a ; angle B	$c = \frac{a}{\cos B}$	$b = a \times \operatorname{tg} B$	$A = 90^\circ - B$	$\frac{a^2 \times \operatorname{tg} B}{2}$
Côté a ; angle A	$c = \frac{a}{\sin A}$	$b = a \times \operatorname{cotg} A$	$B = 90^\circ - A$	$\frac{a^2}{2 \times \operatorname{tg} A}$

Résolution de triangles quelconques

 Un côté et deux angles connus.	Désignons le côté connu par a et l'angle qui lui est opposé par A. Désignons l'autre angle connu par B. Alors $C = 180^\circ - (A + B)$; ou si les angles B et C sont connus, mais pas A, alors $A = 180^\circ - (B + C)$. $C = 180^\circ - (A + B)$ $b = \frac{a \times \sin B}{\sin A} \quad c = \frac{a \times \sin C}{\sin A}$ $\text{Aire} = \frac{a \times b \times \sin C}{2}$
 Deux côtés connus de même que l'angle adjacent.	Désignons les deux côtés connus par a et b et l'angle connu par C. Alors $\operatorname{tg} A = \frac{a \times \sin C}{b - (a \times \cos C)}$ $B = 180^\circ - (A + C) \quad c = \frac{a \times \sin C}{\sin A}$ On peut aussi déterminer la valeur du troisième côté c en appliquant l'équation suivante : $c = \sqrt{a^2 + b^2 - (2ab \times \cos C)}$ $\text{Aire} = \frac{a \times b \times \sin C}{2}$
 Deux côtés et l'un des angles qui leur est opposé sont connus	Désignons l'angle connu par A, le côté qui lui est opposé par a et l'autre côté par b. Alors $\sin B = \frac{b \times \sin A}{a} \quad C = 180^\circ - (A + B)$ $c = \frac{a \times \sin C}{\sin A} \quad \text{Aire} = \frac{a \times b \times \sin C}{2}$ Si, dans l'exemple précédent, l'angle $B > 90^\circ$, il existe une deuxième solution pour laquelle $B_2 = 180^\circ - (A + C_2)$; $C_2 = 180^\circ - (A + B_2)$; $c_2 = (a \times \sin C_2) \div \sin A$; aire = $(a \times b \times \sin C_2) \div 2$. Si $a \geq b$, alors la seule solution est la première. Si $a < b \times \sin A$, alors il n'y a pas de solution.
 La longueur des trois côtés est connue.	Désignons les trois côtés par a, b et c et leurs angles opposés A, B et C. Alors $\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \quad \sin B = \frac{b \times \sin A}{a}$ $C = 180^\circ - (A + B) \quad \text{Aire} = \frac{a \times b \times \sin C}{2}$

Fonctions trigonométriques des angles de 0 à 15° et de 75 à 90°

Angle	sin	cos	tg	cotg		Angle	sin	cos	tg	cotg	
0° 0'	0,000000	1,000000	0,000000	—	90° 0'	7° 30'	0,130526	0,991445	0,131652	7,595754	82° 30'
10	0,002909	0,999996	0,002909	343,7737	50	40	0,133410	0,991061	0,134613	7,428706	20
20	0,005818	0,999983	0,005818	171,8854	40	50	0,136292	0,990669	0,137576	7,268725	10
30	0,008727	0,999962	0,008727	114,5887	30	8° 0'	0,139173	0,990268	0,140541	7,115370	82° 0'
40	0,011635	0,999932	0,011636	85,93979	20	10	0,142053	0,989859	0,143508	6,968234	50
50	0,014544	0,999894	0,014545	68,75009	10	20	0,144932	0,989442	0,146478	6,826944	40
1° 0'	0,017452	0,999848	0,017455	57,28996	89° 0'	30	0,147809	0,989016	0,149451	6,691156	30
10	0,020361	0,999793	0,020365	49,10388	50	40	0,150686	0,988582	0,152426	6,560554	20
20	0,023269	0,999729	0,023275	42,96408	40	50	0,153561	0,988139	0,155404	6,434843	10
30	0,026177	0,999657	0,026186	38,18846	30	9° 0'	0,156434	0,987688	0,158384	6,313752	81° 0'
40	0,029085	0,999577	0,029097	34,36777	20	10	0,159307	0,987229	0,161368	6,197028	50
50	0,031992	0,999488	0,032009	31,24158	10	20	0,162178	0,986762	0,164354	6,084438	40
2° 0'	0,034899	0,999391	0,034921	28,63625	88° 0'	30	0,165048	0,986286	0,167343	5,975764	30
10	0,037806	0,999285	0,037834	26,43160	50	40	0,167916	0,985801	0,170334	5,870804	20
20	0,040713	0,999171	0,040747	24,54176	40	50	0,170783	0,985309	0,173329	5,769369	10
30	0,043619	0,999048	0,043661	22,90377	30	10° 0'	0,173648	0,984808	0,176327	5,671282	80° 0'
40	0,046525	0,998917	0,046576	21,47040	20	10	0,176512	0,984298	0,179328	5,576379	50
50	0,049431	0,998778	0,049491	20,20555	10	20	0,179375	0,983781	0,182332	5,484505	40
3° 0'	0,052336	0,998630	0,052408	19,08114	87° 0'	30	0,182236	0,983255	0,185339	5,395517	30
10	0,055241	0,998473	0,055325	18,07498	50	40	0,185095	0,982721	0,188349	5,309279	20
20	0,058145	0,998308	0,058243	17,16934	40	50	0,187953	0,982178	0,191363	5,225665	10
30	0,061049	0,998135	0,061163	16,34986	30	11° 0'	0,190809	0,981627	0,194380	5,144554	79° 0'
40	0,063952	0,997953	0,064083	15,60478	20	10	0,193664	0,981068	0,197401	5,065835	50
50	0,066854	0,997763	0,067004	14,92442	10	20	0,196517	0,980500	0,200425	4,989403	40
4° 0'	0,069756	0,997564	0,069927	14,30067	86° 0'	30	0,199368	0,979925	0,203452	4,915157	30
10	0,072658	0,997357	0,072851	13,72674	50	40	0,202218	0,979341	0,206483	4,843005	20
20	0,075559	0,997141	0,075775	13,19688	40	50	0,205065	0,978748	0,209518	4,772857	10
30	0,078459	0,996917	0,078702	12,70621	30	12° 0'	0,207912	0,978148	0,212557	4,704630	78° 0'
40	0,081359	0,996685	0,081629	12,25051	20	10	0,210756	0,977539	0,215599	4,638246	50
50	0,084258	0,996444	0,084558	11,82617	10	20	0,213599	0,976921	0,218645	4,573629	40
5° 0'	0,087156	0,996195	0,087489	11,43005	85° 0'	30	0,216440	0,976296	0,221695	4,510709	30
10	0,090053	0,995937	0,090421	11,05943	50	40	0,219279	0,975662	0,224748	4,449418	20
20	0,092950	0,995671	0,093354	10,71191	40	50	0,222116	0,975020	0,227806	4,389694	10
30	0,095846	0,995396	0,096289	10,38540	30	13° 0'	0,224951	0,974370	0,230868	4,331476	77° 0'
40	0,098741	0,995113	0,099226	10,07803	20	10	0,227784	0,973712	0,233934	4,274707	50
50	0,101635	0,994822	0,102164	9,788173	10	20	0,230616	0,973045	0,237004	4,219332	40
6° 0'	0,104528	0,994522	0,105104	9,514364	84° 0'	30	0,233445	0,972370	0,240079	4,165300	30
10	0,107421	0,994214	0,108046	9,255304	50	40	0,236273	0,971687	0,243157	4,112561	20
20	0,110313	0,993897	0,110990	9,009826	40	50	0,239098	0,970995	0,246241	4,061070	10
30	0,113203	0,993572	0,113936	8,776887	30	14° 0'	0,241922	0,970296	0,249328	4,010781	76° 0'
40	0,116093	0,993238	0,116883	8,555547	20	10	0,244743	0,969588	0,252420	3,961652	50
50	0,118982	0,992896	0,119833	8,344956	10	20	0,247563	0,968872	0,255516	3,913642	40
7° 0'	0,121869	0,992546	0,122785	8,144346	83° 0'	30	0,250380	0,968148	0,258618	3,866713	30
10	0,124756	0,992187	0,125738	7,953022	50	40	0,253195	0,967415	0,261723	3,820828	20
20	0,127642	0,991820	0,128694	7,770351	40	50	0,256008	0,966675	0,264834	3,775952	10
7° 30'	0,130526	0,991445	0,131652	7,595754	82° 30'	15° 0'	0,258819	0,965926	0,267949	3,732051	75° 0'
	cos	sin	cotg	tg	Angle		cosin	sin	cotg	tg	Angle

Utilisez l’en-tête de la colonne de gauche de chaque partie du tableau pour situer correctement les lignes correspondant aux angles de 0 à 15°. Pour les angles de 75 à 90°, utilisez les en-têtes intitulés Angle qui se trouvent à la dernière ligne du tableau dans la colonne de droite de chaque partie du tableau.

Fonctions trigonométriques pour les angles de 15 à 30° et de 60 à 75°

Angle	sin	cos	tg	cotg		Angle	sin	cos	tg	cotg	
15° 0'	0,258819	0,965926	0,267949	3,732051	75° 0'	22° 30'	0,382683	0,923880	0,414214	2,414214	67° 30'
10	0,261628	0,965169	0,271069	3,689093	50	40	0,385369	0,922762	0,417626	2,394489	20
20	0,264434	0,964404	0,274194	3,647047	40	50	0,388052	0,921638	0,421046	2,375037	10
30	0,267238	0,963630	0,277325	3,605884	30	23° 0'	0,390731	0,920505	0,424475	2,355852	67° 0'
40	0,270040	0,962849	0,280460	3,565575	20	10	0,393407	0,919364	0,427912	2,336929	50
50	0,272840	0,962059	0,283600	3,526094	10	20	0,396080	0,918216	0,431358	2,318261	40
16° 0'	0,275637	0,961262	0,286745	3,487414	74° 0'	30	0,398749	0,917060	0,434812	2,299843	30
10	0,278432	0,960456	0,289896	3,449512	50	40	0,401415	0,915896	0,438276	2,281669	20
20	0,281225	0,959642	0,293052	3,412363	40	50	0,404078	0,914725	0,441748	2,263736	10
30	0,284015	0,958820	0,296213	3,375943	30	24° 0'	0,406737	0,913545	0,445229	2,246037	66° 0'
40	0,286803	0,957990	0,299380	3,340233	20	10	0,409392	0,912358	0,448719	2,228568	50
50	0,289589	0,957151	0,302553	3,305209	10	20	0,412045	0,911164	0,452218	2,211323	40
17° 0'	0,292372	0,956305	0,305731	3,270853	73° 0'	30	0,414693	0,909961	0,455726	2,194300	30
10	0,295152	0,955450	0,308914	3,237144	50	40	0,417338	0,908751	0,459244	2,177492	20
20	0,297930	0,954588	0,312104	3,204064	40	50	0,419980	0,907533	0,462771	2,160896	10
30	0,300706	0,953717	0,315299	3,171595	30	25° 0'	0,422618	0,906308	0,466308	2,144507	65° 0'
40	0,303479	0,952838	0,318500	3,139719	20	10	0,425253	0,905075	0,469854	2,128321	50
50	0,306249	0,951951	0,321707	3,108421	10	20	0,427884	0,903834	0,473410	2,112335	40
18° 0'	0,309017	0,951057	0,324920	3,077684	72° 0'	30	0,430511	0,902585	0,476976	2,096544	30
10	0,311782	0,950154	0,328139	3,047492	50	40	0,433135	0,901329	0,480551	2,080944	20
20	0,314545	0,949243	0,331364	3,017830	40	50	0,435755	0,900065	0,484137	2,065532	10
30	0,317305	0,948324	0,334595	2,988685	30	26° 0'	0,438371	0,898794	0,487733	2,050304	64° 0'
40	0,320062	0,947397	0,337833	2,960042	20	10	0,440984	0,897515	0,491339	2,035256	50
50	0,322816	0,946462	0,341077	2,931888	10	20	0,443593	0,896229	0,494955	2,020386	40
19° 0'	0,325568	0,945519	0,344328	2,904211	71° 0'	30	0,446198	0,894934	0,498582	2,005690	30
10	0,328317	0,944568	0,347585	2,876997	50	40	0,448799	0,893633	0,502219	1,991164	20
20	0,331063	0,943609	0,350848	2,850235	40	50	0,451397	0,892323	0,505867	1,976805	10
30	0,333807	0,942641	0,354119	2,823913	30	27° 0'	0,453990	0,891007	0,509525	1,962611	63° 0'
40	0,336547	0,941666	0,357396	2,798020	20	10	0,456580	0,889682	0,513195	1,948577	50
50	0,339285	0,940684	0,360679	2,772545	10	20	0,459166	0,888350	0,516875	1,934702	40
20° 0'	0,342020	0,939693	0,363970	2,747477	70° 0'	30	0,461749	0,887011	0,520567	1,920982	30
10	0,344752	0,938694	0,367268	2,722808	50	40	0,464327	0,885664	0,524270	1,907415	20
20	0,347481	0,937687	0,370573	2,698525	40	50	0,466901	0,884309	0,527984	1,893997	10
30	0,350207	0,936672	0,373885	2,674621	30	28° 0'	0,469472	0,882948	0,531709	1,880726	62° 0'
40	0,352931	0,935650	0,377204	2,651087	20	10	0,472038	0,881578	0,535446	1,867600	50
50	0,355651	0,934619	0,380530	2,627912	10	20	0,474600	0,880201	0,539195	1,854616	40
21° 0'	0,358368	0,933580	0,383864	2,605089	69° 0'	30	0,477159	0,878817	0,542956	1,841771	30
10	0,361082	0,932534	0,387205	2,582609	50	40	0,479713	0,877425	0,546728	1,829063	20
20	0,363793	0,931480	0,390554	2,560465	40	50	0,482263	0,876026	0,550513	1,816489	10
30	0,366501	0,930418	0,393910	2,538648	30	29° 0'	0,484810	0,874620	0,554309	1,804048	61° 0'
40	0,369206	0,929348	0,397275	2,517151	20	10	0,487352	0,873206	0,558118	1,791736	50
50	0,371908	0,928270	0,400646	2,495966	10	20	0,489890	0,871784	0,561939	1,779552	40
22° 0'	0,374607	0,927184	0,404026	2,475087	68° 0'	30	0,492424	0,870356	0,565773	1,767494	30
10	0,377302	0,926090	0,407414	2,454506	50	40	0,494955	0,868920	0,569619	1,755559	20
20	0,379994	0,924989	0,410810	2,434217	40	50	0,497479	0,867476	0,573478	1,743745	10
22° 30'	0,382683	0,923880	0,414214	2,414214	67° 30'	30° 0'	0,500000	0,866025	0,577350	1,732051	60° 0'
	cos	sin	cotg	tg	Angle		cosin	sin	cotg	tg	Angle

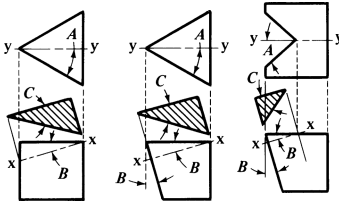
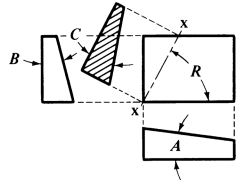
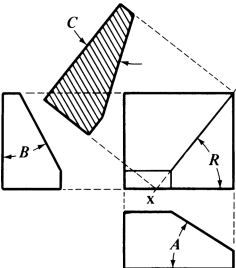
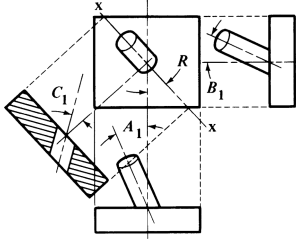
Utilisez l'en-tête de la colonne de gauche de chaque partie du tableau pour situer correctement les lignes correspondant aux angles de 15 à 30°. Pour les angles de 60 à 75°, utilisez les en-têtes intitulés Angle qui se trouvent à la dernière ligne du tableau dans la colonne de droite de chaque partie du tableau.

Fonctions trigonométriques pour les angles de 30 à 60°

Angle	sin	cos	tg	cotg		Angle	sin	cos	tg	cotg	
30° 0'	0,500000	0,866025	0,577350	1,732051	60° 0'	37° 30'	0,608761	0,793353	0,767327	1,303225	52° 30'
10	0,502517	0,864567	0,581235	1,720474	50	40	0,611067	0,791579	0,771959	1,295406	20
20	0,505030	0,863102	0,585134	1,709012	40	50	0,613367	0,789798	0,776612	1,287645	10
30	0,507538	0,861629	0,589045	1,697663	30	38° 0'	0,615661	0,788011	0,781286	1,279942	52° 0'
40	0,510043	0,860149	0,592970	1,686426	20	10	0,617951	0,786217	0,785981	1,272296	50
50	0,512543	0,858662	0,596908	1,675299	10	20	0,620235	0,784416	0,790697	1,264706	40
31° 0'	0,515038	0,857167	0,600861	1,664279	59° 0'	30	0,622515	0,782608	0,795436	1,257172	30
10	0,517529	0,855665	0,604827	1,653366	50	40	0,624789	0,780794	0,800196	1,249693	20
20	0,520016	0,854156	0,608807	1,642558	40	50	0,627057	0,778973	0,804979	1,242268	10
30	0,522499	0,852640	0,612801	1,631852	30	39° 0'	0,629320	0,777146	0,809784	1,234897	51° 0'
40	0,524977	0,851117	0,616809	1,621247	20	10	0,631578	0,775312	0,814612	1,227579	50
50	0,527450	0,849586	0,620832	1,610742	10	20	0,633831	0,773472	0,819463	1,220312	40
32° 0'	0,529919	0,848048	0,624869	1,600335	58° 0'	30	0,636078	0,771625	0,824336	1,213097	30
10	0,532384	0,846503	0,628921	1,590024	50	40	0,638320	0,769771	0,829234	1,205933	20
20	0,534844	0,844951	0,632988	1,579808	40	50	0,640557	0,767911	0,834155	1,198818	10
30	0,537300	0,843391	0,637070	1,569686	30	40° 0'	0,642788	0,766044	0,839100	1,191754	50° 0'
40	0,539751	0,841825	0,641167	1,559655	20	10	0,645013	0,764171	0,844069	1,184738	50
50	0,542197	0,840251	0,645280	1,549715	10	20	0,647233	0,762292	0,849062	1,177770	40
33° 0'	0,544639	0,838671	0,649408	1,539865	57° 0'	30	0,649448	0,760406	0,854081	1,170850	30
10	0,547076	0,837083	0,653551	1,530102	50	40	0,651657	0,758514	0,859124	1,163976	20
20	0,549509	0,835488	0,657710	1,520426	40	50	0,653861	0,756615	0,864193	1,157149	10
30	0,551937	0,833886	0,661886	1,510835	30	41° 0'	0,656059	0,754710	0,869287	1,150368	49° 0'
40	0,554360	0,832277	0,666077	1,501328	20	10	0,658252	0,752798	0,874407	1,143633	50
50	0,556779	0,830661	0,670284	1,491904	10	20	0,660439	0,750880	0,879553	1,136941	40
34° 0'	0,559193	0,829038	0,674509	1,482561	56° 0'	30	0,662620	0,748956	0,884725	1,130294	30
10	0,561602	0,827407	0,678749	1,473298	50	40	0,664796	0,747025	0,889924	1,123691	20
20	0,564007	0,825770	0,683007	1,464115	40	50	0,666966	0,745088	0,895151	1,117130	10
30	0,566406	0,824126	0,687281	1,455009	30	42° 0'	0,669131	0,743145	0,900404	1,110613	48° 0'
40	0,568801	0,822475	0,691572	1,445980	20	10	0,671289	0,741195	0,905685	1,104137	50
50	0,571191	0,820817	0,695881	1,437027	10	20	0,673443	0,739239	0,910994	1,097702	40
35° 0'	0,573576	0,819152	0,700208	1,428148	55° 0'	30	0,675590	0,737277	0,916331	1,091309	30
10	0,575957	0,817480	0,704551	1,419343	50	40	0,677732	0,735309	0,921697	1,084955	20
20	0,578332	0,815801	0,708913	1,410610	40	50	0,679868	0,733334	0,927091	1,078642	10
30	0,580703	0,814116	0,713293	1,401948	30	43° 0'	0,681998	0,731354	0,932515	1,072369	47° 0'
40	0,583069	0,812423	0,717691	1,393357	20	10	0,684123	0,729367	0,937968	1,066134	50
50	0,585429	0,810723	0,722108	1,384835	10	20	0,686242	0,727374	0,943451	1,059938	40
36° 0'	0,587785	0,809017	0,726543	1,376382	54° 0'	30	0,688355	0,725374	0,948965	1,053780	30
10	0,590136	0,807304	0,730996	1,367996	50	40	0,690462	0,723369	0,954508	1,047660	20
20	0,592482	0,805584	0,735469	1,359676	40	50	0,692563	0,721357	0,960083	1,041577	10
30	0,594823	0,803857	0,739961	1,351422	30	44° 0'	0,694658	0,719340	0,965689	1,035530	46° 0'
40	0,597159	0,802123	0,744472	1,343233	20	10	0,696748	0,717316	0,971326	1,029520	50
50	0,599489	0,800383	0,749003	1,335108	10	20	0,698832	0,715286	0,976996	1,023546	40
37° 0'	0,601815	0,798636	0,753554	1,327045	53° 0'	30	0,700909	0,713250	0,982697	1,017607	30
10	0,604136	0,796882	0,758125	1,319044	50	40	0,702981	0,711209	0,988432	1,011704	20
20	0,606451	0,795121	0,762716	1,311105	40	50	0,705047	0,709161	0,994199	1,005835	10
37° 30'	0,608761	0,793353	0,767327	1,303225	52° 30'	45° 0'	0,707107	0,707107	1,000000	1,000000	45° 0'
	cos	sin	cotg	tg	Angle		cosin	sin	cotg	tg	Angle

Utilisez l'en-tête de la colonne de gauche de chaque partie du tableau pour situer correctement les lignes correspondant aux angles de 30 à 45°. Pour les angles de 45 à 60°, utilisez les en-têtes intitulés Angle qui se trouvent à la dernière ligne du tableau dans la colonne de droite de chaque partie du tableau.

Formules permettant de déterminer un angle composé

 Figure 1 Figure 2 Figure 3	Comment déterminer la valeur de l'angle C formé des angles A et B dans le plan $x-x$? La mesure de l'angle B est prise sur le plan vertical $y-y$ au milieu de la pièce. (Figure 1) $\operatorname{tg} C = \operatorname{tg} A \times \cos B$ (Figure 2) $\operatorname{tg} C = \frac{\operatorname{tg} A}{\cos B}$ (Figure 3) (Même formule qu'à la figure 2)
 Figure 4	Figure 4. Pour usiner les angles A et B sur une pièce, on les monte selon l'angle C, dans le plan $x-x$. L'angle de rotation R, localisé sur un plan correspondant à la base de la pièce (ou à son complément), sert à monter la pièce de manière telle que le plan de travail $x-x$ soit perpendiculaire à l'axe du pivot de l'étau universel ou de l'équerre de montage qui la retient. $\operatorname{tg} R = \frac{\operatorname{tg} B}{\operatorname{tg} A}$ $\operatorname{tg} C = \frac{\operatorname{tg} A}{\cos R}$
 Figure 5	Figure 5. L'angle R se trouve sur un plan horizontal, parallèle à la base de la pièce et est délimité par le plan $x-x$ d'une part et par le côté adjacent à l'angle A. $\operatorname{tg} R = \frac{\operatorname{tg} A}{\operatorname{tg} B}$ $\operatorname{tg} C = \operatorname{tg} A \cos R = \operatorname{tg} B \sin R$ L'angle composé C se situe donc sur le plan $x-x$ et s'étend de la base jusqu'au coin formé par l'intersection des plans inclinés des angles A et B. On peut se servir de la même formule pour déterminer la cotangente de l'angle complémentaire C_1 à la figure 6.
 Figure 6	Figure 6. Les angles A_1 et B_1 sont mesurés sur le plan vertical dans les vues en élévation de face et de profil. On peut situer le plan $x-x$ grâce à l'angle R pris à partir de la ligne d'axe ou du plan de l'angle B_1. $\operatorname{tg} R = \frac{\operatorname{tg} A_1}{\operatorname{tg} B_1}$ $\operatorname{tg} C_1 = \frac{\operatorname{tg} A_1}{\sin R} = \frac{\operatorname{tg} B_1}{\cos R}$ Pour installer le goujon selon le plan, il faudrait une ouverture angulaire dans la plaque correspondant à l'angle C_1.

L'angle C est un angle composé résultant de la combinaison des angles A et B dans le plan $x-x$.

Longueur de la corde à utiliser pour disposer également les centres d'un cercle de trous sur une circonférence — Ce tableau permet de diviser la circonférence en parties égales, à l'aide d'une corde d'une longueur donnée, afin de localiser précisément les centres d'un cercle de trous sans passer par une série d'essais et d'erreurs au compas. Les valeurs présentées dans le tableau correspondent à un cercle dont le diamètre mesure une unité (1). S'il est différent, il suffit de multiplier les valeurs affichées dans ce tableau par le diamètre du cercle pour obtenir la longueur de la corde correspondant à chaque cas. Les outilleurs matriciers trouveront ce tableau particulièrement utile lorsqu'ils devront distribuer également un certain nombre de boutons d'outilleurs sur une circonférence.

Exemple : Supposons que vous devez diviser en 32 parties égales la circonférence d'un cercle dont le diamètre mesure 20 po.

Selon ce tableau, si le diamètre du cercle était de 1 po, la longueur de la corde nous permettant de le diviser en 32 parties mesurerait 0,098017 po. Comme le diamètre de notre cercle mesure 20 po, on multiplie par 20 la valeur trouvée dans le tableau.

$$20 \times 0,098017 = 1,9603 \text{ po.}$$

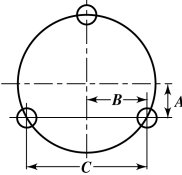
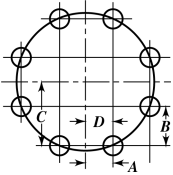
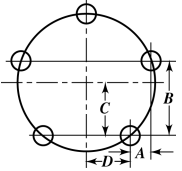
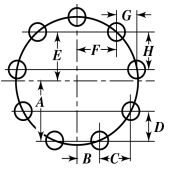
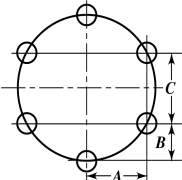
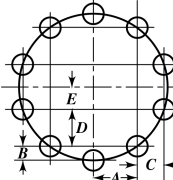
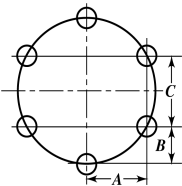
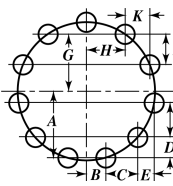
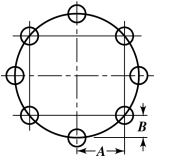
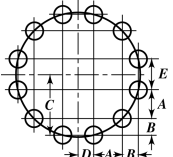
Exemple avec des mesures métriques : Pour diviser en 5 parties égales un cercle de 100 mm de diamètre, la longueur de la corde correspondant à la distance entre deux points de cette division serait de $100 \times 0,587785 = 58,7785 \text{ mm.}$

Longueur de la corde à utiliser pour disposer également les centres d'un cercle de trous sur la circonférence d'un cercle dont le diamètre est égal à 1
(unités métriques ou impériales)

Nbre de divisions	Longueur de la corde	Nbre de divisions	Longueur de la corde	Nbre de divisions	Longueur de la corde	Nbre de divisions	Longueur de la corde
3	0,866025	22	0,142315	41	0,076549	60	0,052336
4	0,707107	23	0,136167	42	0,074730	61	0,051479
5	0,587785	24	0,130526	43	0,072995	62	0,050649
6	0,500000	25	0,125333	44	0,071339	63	0,049846
7	0,433884	26	0,120537	45	0,069756	64	0,049068
8	0,382683	27	0,116093	46	0,068242	65	0,048313
9	0,342020	28	0,111964	47	0,066793	66	0,047582
10	0,309017	29	0,108119	48	0,065403	67	0,046872
11	0,281733	30	0,104528	49	0,064070	68	0,046183
12	0,258819	31	0,101168	50	0,062791	69	0,045515
13	0,239316	32	0,098017	51	0,061561	70	0,044865
14	0,222521	33	0,095056	52	0,060378	71	0,044233
15	0,207912	34	0,092268	53	0,059241	72	0,043619
16	0,195090	35	0,089639	54	0,058145	73	0,043022
17	0,183750	36	0,087156	55	0,057089	74	0,042441
18	0,173648	37	0,084806	56	0,056070	75	0,041876
19	0,164595	38	0,082579	57	0,055088	76	0,041325
20	0,156434	39	0,080467	58	0,054139	77	0,040789
21	0,149042	40	0,078459	59	0,053222	78	0,040266

Pour tous les autres cercles dont le diamètre est différent, multipliez la longueur donnée de la corde par le diamètre du cercle.

Coordonnées des centres d'un cercle de trous (mesures métriques ou impériales)

Multipliez les valeurs affichées par le diamètre du cercle de trous	
 3 trous $A = 0,25000$ $B = 0,43301$ $C = 0,86603$	 8 trous $A = 0,27059$ $B = 0,27059$ $C = 0,46194$ $D = 0,19134$
 5 trous $A = 0,18164$ $B = 0,55902$ $C = 0,40451$ $D = 0,29389$	 9 trous $A = 0,46985$ $B = 0,17101$ $C = 0,26201$ $D = 0,21985$ $E = 0,38302$ $F = 0,32139$ $G = 0,17101$ $H = 0,29620$
 6 trous $A = 0,43301$ $B = 0,25000$ $C = 0,50000$	 10 trous $A = 0,29389$ $B = 0,09549$ $C = 0,18164$ $D = 0,25000$ $E = 0,15451$
 7 trous $A = 0,27052$ $B = 0,33922$ $C = 0,45049$ $D = 0,21694$ $E = 0,31175$ $F = 0,39092$	 11 trous $A = 0,47975$ $B = 0,14087$ $C = 0,23700$ $D = 0,15231$ $E = 0,11704$ $F = 0,25627$ $G = 0,42063$ $H = 0,27032$ $K = 0,18449$ $L = 0,21291$
 8 trous $A = 0,35355$ $B = 0,14645$	 12 trous $A = 0,22415$ $B = 0,12941$ $C = 0,48296$ $D = 0,12941$ $E = 0,25882$

Il faut multiplier les constantes affichées dans ce tableau par le diamètre du cercle sur lequel seront disposés également les trous. Les produits ainsi obtenus indiqueront au machiniste les coordonnées précises du centre de chacun des trous, coordonnées qu'il pourra traduire en autant de déplacements et d'ajustements à la table de la pointeuse dans les axes x et y , avant d'en faire l'usinage. Bien qu'on puisse déterminer avec précision le centre de chacun des trous à l'aide de ces calculs et de ces déplacements dans les deux axes perpendiculaires, on arrivera au même résultat, mais beaucoup plus directement en utilisant une table rotative. Avec cet accessoire, on arrive précisément aux coordonnées de chacun des trous car les déplacements de la table, une fois qu'on a bien pris la mesure du rayon du cercle de trous, courent le long de sa circonférence en progressant degré par degré.

**Équivalent décimal, carré, cube, racine carrée, racine cubique
et logarithme des fractions de $\frac{1}{64}$ à 1 po, par incréments de $\frac{1}{64}$**

Frac- tion	Décimale	Loga- rithme	Carré	Log du carré	Cube	Log du cube	Racine carrée	Log de racine carrée	Racine cubique	Log de racine cubique
$\frac{1}{64}$	0,015625	-1,80618	0,00024	-3,61236	0,00000	-5,41854	0,12500	-0,90309	0,25000	-0,60206
$\frac{1}{32}$	0,031250	-1,50515	0,00098	-3,01030	0,00003	-4,51545	0,17678	-0,75257	0,31498	-0,50172
$\frac{3}{64}$	0,046875	-1,32906	0,00220	-2,65812	0,00010	-3,98718	0,21651	-0,66453	0,36056	-0,44302
$\frac{1}{16}$	0,062500	-1,20412	0,00391	-2,40824	0,00024	-3,61236	0,25000	-0,60206	0,39685	-0,40137
$\frac{5}{64}$	0,078125	-1,10721	0,00610	-2,21442	0,00048	-3,32163	0,27951	-0,55361	0,42749	-0,36907
$\frac{3}{32}$	0,093750	-1,02803	0,00879	-2,05606	0,00082	-3,08409	0,30619	-0,51402	0,45428	-0,34268
$\frac{7}{64}$	0,109375	-0,96108	0,01196	-1,92216	0,00131	-2,88325	0,33072	-0,48054	0,47823	-0,32036
$\frac{1}{8}$	0,125000	-0,90309	0,01563	-1,80618	0,00195	-2,70927	0,35355	-0,45155	0,50000	-0,30103
$\frac{9}{64}$	0,140625	-0,85194	0,01978	-1,70388	0,00278	-2,55581	0,37500	-0,42597	0,52002	-0,28398
$\frac{5}{32}$	0,156250	-0,80618	0,02441	-1,61236	0,00381	-2,41854	0,39529	-0,40309	0,53861	-0,26873
$\frac{11}{64}$	0,171875	-0,76479	0,02954	-1,52958	0,00508	-2,29436	0,41458	-0,38239	0,55600	-0,25493
$\frac{3}{16}$	0,187500	-0,72700	0,03516	-1,45400	0,00659	-2,18100	0,43301	-0,36350	0,57236	-0,24233
$\frac{13}{64}$	0,203125	-0,69224	0,04126	-1,38447	0,00838	-2,07671	0,45069	-0,34612	0,58783	-0,23075
$\frac{7}{32}$	0,218750	-0,66005	0,04785	-1,32010	0,01047	-1,98016	0,46771	-0,33003	0,60254	-0,22002
$\frac{15}{64}$	0,234375	-0,63009	0,05493	-1,26018	0,01287	-1,89027	0,48412	-0,31504	0,61655	-0,21003
$\frac{1}{4}$	0,250000	-0,60206	0,06250	-1,20412	0,01563	-1,80618	0,50000	-0,30103	0,62996	-0,20069
$\frac{17}{64}$	0,265625	-0,57573	0,07056	-1,15146	0,01874	-1,72719	0,51539	-0,28787	0,64282	-0,19191
$\frac{9}{32}$	0,281250	-0,55091	0,07910	-1,10182	0,02225	-1,65272	0,53033	-0,27545	0,65519	-0,18364
$\frac{19}{64}$	0,296875	-0,52743	0,08813	-1,05485	0,02617	-1,58228	0,54486	-0,26371	0,66710	-0,17581
$\frac{5}{16}$	0,312500	-0,50515	0,09766	-1,01030	0,03052	-1,51545	0,55902	-0,25258	0,67860	-0,16838
$\frac{21}{64}$	0,328125	-0,48396	0,10767	-0,96792	0,03533	-1,45188	0,57282	-0,24198	0,68973	-0,16132
$\frac{11}{32}$	0,343750	-0,46376	0,11816	-0,92752	0,04062	-1,39127	0,58630	-0,23188	0,70051	-0,15459
$\frac{23}{64}$	0,359375	-0,44445	0,12915	-0,88890	0,04641	-1,33336	0,59948	-0,22223	0,71097	-0,14815
$\frac{3}{8}$	0,375000	-0,42597	0,14063	-0,85194	0,05273	-1,27791	0,61237	-0,21299	0,72113	-0,14199
$\frac{25}{64}$	0,390625	-0,40824	0,15259	-0,81648	0,05960	-1,22472	0,62500	-0,20412	0,73100	-0,13608
$\frac{13}{32}$	0,406250	-0,39121	0,16504	-0,78241	0,06705	-1,17362	0,63738	-0,19560	0,74062	-0,13040
$\frac{27}{64}$	0,421875	-0,37482	0,17798	-0,74963	0,07508	-1,12445	0,64952	-0,18741	0,75000	-0,12494
$\frac{7}{16}$	0,437500	-0,35902	0,19141	-0,71804	0,08374	-1,07707	0,66144	-0,17951	0,75915	-0,11967
$\frac{29}{64}$	0,453125	-0,34378	0,20532	-0,68756	0,09304	-1,03135	0,67315	-0,17189	0,76808	-0,11459
$\frac{15}{32}$	0,468750	-0,32906	0,21973	-0,65812	0,10300	-0,98718	0,68465	-0,16453	0,77681	-0,10969
$\frac{31}{64}$	0,484375	-0,31482	0,23462	-0,62964	0,11364	-0,94446	0,69597	-0,15741	0,78535	-0,10494
$\frac{1}{2}$	0,500000	-0,30103	0,25000	-0,60206	0,12500	-0,90309	0,70711	-0,15052	0,79370	-0,10034

**Équivalent décimal, carré, cube, racine carrée, racine cubique
et logarithme des fractions de $\frac{1}{64}$ à 1 po, par incréments de $\frac{1}{64}$ (suite)**

Frac- tion	Décimale	Loga- rithme	Carré	Log du carré	Cube	Log du cube	Racine carrée	Log de racine carrée	Racine cubique	Log de racine cubique
$\frac{33}{64}$	0,515625	-0,28767	0,26587	-0,57533	0,13709	-0,86300	0,71807	-0,14383	0,80188	-0,09589
$\frac{17}{32}$	0,531250	-0,27470	0,28223	-0,54940	0,14993	-0,82410	0,72887	-0,13735	0,80990	-0,09157
$\frac{35}{64}$	0,546875	-0,26211	0,29907	-0,52422	0,16356	-0,78634	0,73951	-0,13106	0,81777	-0,08737
$\frac{9}{16}$	0,562500	-0,24988	0,31641	-0,49976	0,17798	-0,74963	0,75000	-0,12494	0,82548	-0,08329
$\frac{37}{64}$	0,578125	-0,23798	0,33423	-0,47596	0,19323	-0,71394	0,76035	-0,11899	0,83306	-0,07933
$\frac{19}{32}$	0,593750	-0,22640	0,35254	-0,45279	0,20932	-0,67919	0,77055	-0,11320	0,84049	-0,07547
$\frac{39}{64}$	0,609375	-0,21512	0,37134	-0,43023	0,22628	-0,64535	0,78063	-0,10756	0,84780	-0,07171
$\frac{5}{8}$	0,625000	-0,20412	0,39063	-0,40824	0,24414	-0,61236	0,79057	-0,10206	0,85499	-0,06804
$\frac{41}{64}$	0,640625	-0,19340	0,41040	-0,38679	0,26291	-0,58019	0,80039	-0,09670	0,86205	-0,06447
$\frac{21}{32}$	0,656250	-0,18293	0,43066	-0,36586	0,28262	-0,54879	0,81009	-0,09147	0,86901	-0,06098
$\frac{43}{64}$	0,671875	-0,17271	0,45142	-0,34542	0,30330	-0,51814	0,81968	-0,08636	0,87585	-0,05757
$\frac{11}{16}$	0,687500	-0,16273	0,47266	-0,32546	0,32495	-0,48818	0,82916	-0,08136	0,88259	-0,05424
$\frac{45}{64}$	0,703125	-0,15297	0,49438	-0,30594	0,34761	-0,45890	0,83853	-0,07648	0,88922	-0,05099
$\frac{23}{32}$	0,718750	-0,14342	0,51660	-0,28684	0,37131	-0,43027	0,84779	-0,07171	0,89576	-0,04781
$\frac{47}{64}$	0,734375	-0,13408	0,53931	-0,26816	0,39605	-0,40225	0,85696	-0,06704	0,90221	-0,04469
$\frac{3}{4}$	0,750000	-0,12494	0,56250	-0,24988	0,42188	-0,37482	0,86603	-0,06247	0,90856	-0,04165
$\frac{49}{64}$	0,765625	-0,11598	0,58618	-0,23197	0,44880	-0,34795	0,87500	-0,05799	0,91483	-0,03866
$\frac{25}{32}$	0,781250	-0,10721	0,61035	-0,21442	0,47684	-0,32163	0,88388	-0,05361	0,92101	-0,03574
$\frac{51}{64}$	0,796875	-0,09861	0,63501	-0,19722	0,50602	-0,29583	0,89268	-0,04931	0,92711	-0,03287
$\frac{13}{16}$	0,812500	-0,09018	0,66016	-0,18035	0,53638	-0,27053	0,90139	-0,04509	0,93313	-0,03006
$\frac{53}{64}$	0,828125	-0,08190	0,68579	-0,16381	0,56792	-0,24571	0,91001	-0,04095	0,93907	-0,02730
$\frac{27}{32}$	0,843750	-0,07379	0,71191	-0,14757	0,60068	-0,22136	0,91856	-0,03689	0,94494	-0,02460
$\frac{55}{64}$	0,859375	-0,06582	0,73853	-0,13164	0,63467	-0,19745	0,92703	-0,03291	0,95074	-0,02194
$\frac{7}{8}$	0,875000	-0,05799	0,76563	-0,11598	0,66992	-0,17398	0,93541	-0,02900	0,95647	-0,01933
$\frac{57}{64}$	0,890625	-0,05031	0,79321	-0,10061	0,70646	-0,15092	0,94373	-0,02515	0,96213	-0,01677
$\frac{29}{32}$	0,906250	-0,04275	0,82129	-0,08550	0,74429	-0,12826	0,95197	-0,02138	0,96772	-0,01425
$\frac{59}{64}$	0,921875	-0,03533	0,84985	-0,07066	0,78346	-0,10598	0,96014	-0,01766	0,97325	-0,01178
$\frac{15}{16}$	0,937500	-0,02803	0,87891	-0,05606	0,82397	-0,08409	0,96825	-0,01401	0,97872	-0,00934
$\frac{61}{64}$	0,953125	-0,02085	0,90845	-0,04170	0,86586	-0,06255	0,97628	-0,01043	0,98412	-0,00695
$\frac{31}{32}$	0,968750	-0,01379	0,93848	-0,02758	0,90915	-0,04137	0,98425	-0,00689	0,98947	-0,00460
$\frac{63}{64}$	0,984375	-0,00684	0,96899	-0,01368	0,95385	-0,02052	0,99216	-0,00342	0,99476	-0,00228
1	1,000000	0,00000	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000	1,00000	0,00000

Diamètre, circonférence et aire d'un cercle

Diamètre	Circonférence	Aire	Diamètre	Circonférence	Aire	Diamètre	Circonférence	Aire
$\frac{1}{64}$	0,0491	0,0002	2	6,2832	3,1416	5	15,7080	19,635
$\frac{1}{32}$	0,0982	0,0008	$2\frac{1}{16}$	6,4795	3,3410	$5\frac{1}{16}$	15,9043	20,129
$\frac{1}{16}$	0,1963	0,0031	$2\frac{1}{8}$	6,6759	3,5466	$5\frac{1}{8}$	16,1007	20,629
$\frac{3}{32}$	0,2945	0,0069	$2\frac{3}{16}$	6,8722	3,7583	$5\frac{3}{16}$	16,2970	21,135
$\frac{1}{8}$	0,3927	0,0123	$2\frac{1}{4}$	7,0686	3,9761	$5\frac{1}{4}$	16,4934	21,648
$\frac{5}{32}$	0,4909	0,0192	$2\frac{5}{16}$	7,2649	4,2000	$5\frac{5}{16}$	16,6897	22,166
$\frac{3}{16}$	0,5890	0,0276	$2\frac{3}{8}$	7,4613	4,4301	$5\frac{3}{8}$	16,8861	22,691
$\frac{7}{32}$	0,6872	0,0376	$2\frac{7}{16}$	7,6576	4,6664	$5\frac{7}{16}$	17,0824	23,221
$\frac{1}{4}$	0,7854	0,0491	$2\frac{1}{2}$	7,8540	4,9087	$5\frac{1}{2}$	17,2788	23,758
$\frac{9}{32}$	0,8836	0,0621	$2\frac{9}{16}$	8,0503	5,1572	$5\frac{9}{16}$	17,4751	24,301
$\frac{5}{16}$	0,9817	0,0767	$2\frac{5}{8}$	8,2467	5,4119	$5\frac{5}{8}$	17,6715	24,850
$\frac{11}{32}$	1,0799	0,0928	$2\frac{11}{16}$	8,4430	5,6727	$5\frac{11}{16}$	17,8678	25,406
$\frac{3}{8}$	1,1781	0,1104	$2\frac{3}{4}$	8,6394	5,9396	$5\frac{3}{4}$	18,0642	25,967
$\frac{13}{32}$	1,2763	0,1296	$2\frac{13}{16}$	8,8357	6,2126	$5\frac{13}{16}$	18,2605	26,535
$\frac{7}{16}$	1,3744	0,1503	$2\frac{7}{8}$	9,0321	6,4918	$5\frac{7}{8}$	18,4569	27,109
$\frac{15}{32}$	1,4726	0,1726	$2\frac{15}{16}$	9,2284	6,7771	$5\frac{15}{16}$	18,6532	27,688
$\frac{1}{2}$	1,5708	0,1963	3	9,4248	7,0686	6	18,8496	28,274
$\frac{17}{32}$	1,6690	0,2217	$3\frac{1}{16}$	9,6211	7,3662	$6\frac{1}{8}$	19,2423	29,465
$\frac{9}{16}$	1,7671	0,2485	$3\frac{1}{8}$	9,8175	7,6699	$6\frac{1}{4}$	19,6350	30,680
$\frac{19}{32}$	1,8653	0,2769	$3\frac{3}{16}$	10,0138	7,9798	$6\frac{3}{8}$	20,0277	31,919
$\frac{5}{8}$	1,9635	0,3068	$3\frac{1}{4}$	10,2102	8,2958	$6\frac{1}{2}$	20,4204	33,183
$\frac{21}{32}$	2,0617	0,3382	$3\frac{5}{16}$	10,4065	8,6179	$6\frac{5}{8}$	20,8131	34,472
$\frac{11}{16}$	2,1598	0,3712	$3\frac{3}{8}$	10,6029	8,9462	$6\frac{3}{4}$	21,2058	35,785
$\frac{23}{32}$	2,2580	0,4057	$3\frac{7}{16}$	10,7992	9,2806	$6\frac{7}{8}$	21,5984	37,122
$\frac{3}{4}$	2,3562	0,4418	$3\frac{1}{2}$	10,9956	9,6211	7	21,9911	38,485
$\frac{25}{32}$	2,4544	0,4794	$3\frac{9}{16}$	11,1919	9,9678	$7\frac{1}{8}$	22,3838	39,871
$\frac{13}{16}$	2,5525	0,5185	$3\frac{5}{8}$	11,388	10,3206	$7\frac{1}{4}$	22,7765	41,282
$\frac{27}{32}$	2,6507	0,5591	$3\frac{11}{16}$	11,585	10,6796	$7\frac{3}{8}$	23,1692	42,718
$\frac{7}{8}$	2,7489	0,6013	$3\frac{3}{4}$	11,781	11,0447	$7\frac{1}{2}$	23,5619	44,179
$\frac{29}{32}$	2,8471	0,6450	$3\frac{13}{16}$	11,977	11,4159	$7\frac{5}{8}$	23,9546	45,664
$\frac{15}{16}$	2,9452	0,6903	$3\frac{7}{8}$	12,174	11,7932	$7\frac{3}{4}$	24,3473	47,173
$\frac{31}{32}$	3,0434	0,7371	$3\frac{15}{16}$	12,370	12,1767	$7\frac{7}{8}$	24,7400	48,707
1	3,1416	0,7854	4	12,566	12,5664	8	25,1327	50,265
$1\frac{1}{16}$	3,3379	0,8866	$4\frac{1}{16}$	12,763	12,9621	$8\frac{1}{8}$	25,5254	51,849
$1\frac{1}{8}$	3,5343	0,9940	$4\frac{1}{8}$	12,959	13,3640	$8\frac{1}{4}$	25,9181	53,456
$1\frac{3}{16}$	3,7306	1,1075	$4\frac{3}{16}$	13,155	13,7721	$8\frac{3}{8}$	26,3108	55,088
$1\frac{1}{4}$	3,9270	1,2272	$4\frac{1}{4}$	13,352	14,1863	$8\frac{1}{2}$	26,7035	56,745
$1\frac{5}{16}$	4,1233	1,3530	$4\frac{5}{16}$	13,548	14,6066	$8\frac{5}{8}$	27,0962	58,426
$1\frac{3}{8}$	4,3197	1,4849	$4\frac{3}{8}$	13,744	15,0330	$8\frac{3}{4}$	27,4889	60,132
$1\frac{7}{16}$	4,5160	1,6230	$4\frac{7}{16}$	13,941	15,4656	$8\frac{7}{8}$	27,8816	61,862
$1\frac{1}{2}$	4,7124	1,7671	$4\frac{1}{2}$	14,137	15,9043	9	28,2743	63,617
$1\frac{9}{16}$	4,9087	1,9175	$4\frac{9}{16}$	14,334	16,3492	$9\frac{1}{8}$	28,6670	65,397
$1\frac{5}{8}$	5,1051	2,0739	$4\frac{5}{8}$	14,530	16,8002	$9\frac{1}{4}$	29,0597	67,201
$1\frac{11}{16}$	5,3014	2,2365	$4\frac{11}{16}$	14,726	17,2573	$9\frac{3}{8}$	29,4524	69,029
$1\frac{3}{4}$	5,4978	2,4053	$4\frac{3}{4}$	14,923	17,7205	$9\frac{1}{2}$	29,8451	70,882
$1\frac{13}{16}$	5,6941	2,5802	$4\frac{13}{16}$	15,119	18,1899	$9\frac{5}{8}$	30,2378	72,760
$1\frac{7}{8}$	5,8905	2,7612	$4\frac{7}{8}$	15,315	18,6655	$9\frac{3}{4}$	30,6305	74,662
$1\frac{15}{16}$	6,0868	2,9483	$4\frac{15}{16}$	15,512	19,1471	$9\frac{7}{8}$	31,0232	76,589