



**Norme  
internationale**

**ISO 21771-2**

**Roues dentées et engrenages cylindriques en développante de cercle —**

**Partie 2:  
Calcul et mesurage de l'épaisseur de dent et du jeu de battement**

**iTeh Standards  
Document Preview**

*Cylindrical involute gears and gear pairs —*

*Part 2: Calculation and measurement of tooth thickness and backlash*

*ISO 21771-2:2025*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/861da4f1-daa6-49da-9846-3274d5f3869e/iso-21771-2-2025>

**iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview**

[ISO 21771-2:2025](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/861da4f1-daa6-49da-9846-3274d5f3869e/iso-21771-2-2025>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2025

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos .....</b>	<b>vii</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>viii</b>
<b>1 Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions et symboles .....</b>	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions .....	2
3.2 Symboles et définitions .....	6
3.3 Unités et conventions .....	15
3.3.1 Unités .....	15
3.3.2 Conventions .....	15
<b>4 Application .....</b>	<b>15</b>
4.1 Généralités .....	15
4.2 Surfaces de référence et axe de référence .....	16
4.3 Systèmes de spécification de l'épaisseur de dent de la roue .....	16
4.3.1 Types de systèmes de spécification de l'épaisseur de dent .....	16
4.3.2 Épaisseur de dent non liée à l'axe de référence .....	17
4.3.3 Épaisseur de dent liée à l'axe de référence .....	17
4.3.4 Relation entre les méthodes de mesure et les systèmes de spécification .....	17
4.3.5 Épaisseur de dent moyenne .....	18
4.4 Méthodes de mesure de l'épaisseur de dent de roue .....	18
4.5 Rapport sur l'épaisseur de dent de la roue dentée .....	19
4.6 Diamètre de mesurage contre diamètre au point de contact .....	20
4.7 Calculs de géométrie de roue dentée .....	20
4.7.1 Utilisation des radians ou des degrés .....	20
4.7.2 Diamètre de référence .....	20
4.7.3 Angle de pression apparent .....	21
4.7.4 Angle d'inclinaison .....	21
4.7.5 Épaisseur de dent normale déterminée à partir du coefficient de déport de fabrication .....	21
4.7.6 Diamètre de base .....	21
4.7.7 Angle d'hélice de base .....	22
4.7.8 Pas normal au diamètre de référence .....	22
4.7.9 Pas normal au diamètre de calcul $d_y$ .....	22
4.7.10 Pas de base normal .....	22
4.7.11 Pas hélicoïdal d'une roue à denture hélicoïdale .....	22
4.7.12 Pas axial .....	22
4.7.13 La fonction involute .....	23
4.7.14 Angle d'hélice au diamètre de calcul $d_y$ .....	23
4.7.15 Angle de pression apparent au diamètre de calcul $d_y$ .....	23
4.7.16 Calculs de l'épaisseur de dent .....	23
4.7.17 Calculs de l'intervalle .....	25
<b>5 Mesurage par le pas (division) .....</b>	<b>27</b>
5.1 Principe de mesure .....	27
5.2 Hypothèses et limites sous-jacentes .....	27
5.3 Avantages et inconvénients du mesurage par le pas .....	27
5.4 Choix du diamètre de mesurage .....	28
<b>6 Mesurage avec une roue dentée étalon sur un appareil de mesure de composées radiales .....</b>	<b>28</b>
6.1 Principe du mesurage .....	28
6.1.1 Principaux principes .....	28
6.1.2 Entraxe sans jeu .....	32
6.1.3 «Test radius» de roue dentée mesurée .....	32
6.1.4 Écart total composé radial .....	33
6.2 Hypothèses et limitations sous-jacentes .....	33

# ISO 21771-2:2025(fr)

6.3	Avantages et inconvénients du mesurage des écarts composés radiaux sur deux flancs.....	34
6.4	Considérations de conception d'une roue dentée étalon .....	34
6.4.1	Critères pour un engrènement correct.....	34
6.4.2	Recommandations supplémentaires.....	35
6.5	Angle des axes pour un mesurage des écarts composés radiaux sur 2 flancs .....	36
6.5.1	Généralités.....	36
6.5.2	Angle des axes pour les engrenages à axes parallèles .....	36
6.5.3	Angle des axes pour les engrenages gauches.....	36
6.6	Calcul des limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages gauches.....	38
6.6.1	Calculs préliminaires .....	38
6.6.2	Limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages gauches.....	39
6.7	Limites d'entraxe sans jeu pour les engrenages à axes parallèles .....	40
6.7.1	Généralités.....	40
6.7.2	Pour le système non lié à l'axe de référence.....	40
6.7.3	Pour le système lié à l'axe de référence.....	41
6.7.4	Différences entre les systèmes lié à l'axe de référence et non lié à l'axe de référence.....	41
6.8	Limites du «test radius» de la roue dentée mesurée déterminées à partir des limites d'entraxe sans jeu.....	42
6.8.1	Généralités.....	42
6.8.2	«Test radius» de la roue dentée étalon.....	42
6.8.3	Limites du «test radius» de la roue dentée mesurée .....	43
6.9	Épaisseur de dent normale liée à l'axe de référence déterminée à partir des résultats d'un mesurage des écarts composés radiaux sur 2 flancs.....	43
6.9.1	Généralités.....	43
6.9.2	Épaisseur de dent liée à l'axe de référence pour des engrenages gauches déterminée à partir de résultats d'un mesurage.....	43
6.9.3	Épaisseur de dent liée à l'axe de référence pour des engrenages à axes parallèles.....	44
7	<b>Mesurage avec une roue dentée étalon sur un appareil de mesure de composées tangentielles.....</b>	<b>44</b>
7.1	Principe de mesure.....	44
7.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	44
7.3	Avantages et inconvénients du mesurage des écarts composés tangentiels .....	45
7.4	Considérations de conception d'une roue dentée étalon .....	45
7.5	Épaisseur de dent liée à l'axe de référence déterminée à partir des résultats d'un mesurage par contact mono-flanc .....	45
8	<b>Mesurage de l'écartement sur k-dents .....</b>	<b>45</b>
8.1	Principe de mesure.....	45
8.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	48
8.3	Avantages et inconvénients du mesurage de l'écartement sur k-dents .....	48
8.4	Limites de l'écartement sur k-dents .....	48
8.5	Nombre de dents pour l'écartement .....	49
8.5.1	Limitations .....	49
8.5.2	Nombre de dents maximal et minimal pour l'écartement .....	49
8.6	Angle de basculement.....	51
8.7	Épaisseur de dent déterminée à partir d'une mesure de l'écartement sur k-dents .....	53
8.8	Diamètre de mesurage .....	53
9	<b>Mesurage de l'écartement au moyen d'un dispositif à 3 billes .....</b>	<b>53</b>
9.1	Principe de mesure .....	53
9.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes .....	54
9.3	Avantages et inconvénients du mesurage de l'écartement au moyen d'un dispositif à trois billes .....	55
9.4	Nombre de dents pour l'écartement .....	55
9.5	Choix du diamètre de bille .....	56
9.6	Calculs avec un diamètre de bille spécifié .....	56
9.7	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure de l'écartement au moyen d'un dispositif à 3 billes .....	58

<b>10</b>	<b>Mesurage de cotes sur ou entre billes ou piges.....</b>	<b>58</b>
10.1	Principe de mesure.....	58
10.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes.....	61
10.3	Avantages et inconvénients du mesurage de cote sur billes ou sur piges.....	62
10.4	Choix du diamètre de bille ou de pige.....	62
10.4.1	Généralités.....	62
10.4.2	Demi-angles apparent de l'intervalle au cercle de base .....	63
10.4.3	Diamètre maximal de bille ou de pige.....	63
10.4.4	Diamètre de bille ou de pige pour un contact au diamètre limite de pied.....	64
10.4.5	Diamètre de bille ou de pige tangent au diamètre de tête .....	64
10.4.6	Diamètre de bille ou de pige tangent au diamètre de pied .....	65
10.4.7	Diamètre de bille minimal utilisable.....	65
10.4.8	Choix du diamètre de bille ou de pige à spécifier.....	65
10.4.9	Calcul pour les crémaillères.....	66
10.5	Calculs avec un diamètre de bille ou de pige spécifié (angles de pression symétriques).....	68
10.6	Roues ayant des angles de pression asymétriques.....	69
10.6.1	Généralités.....	69
10.6.2	Calculs avec un diamètre de bille ou de pige spécifié.....	70
10.7	Mesurage de cote sur 1 bille ou 1 pige.....	71
10.7.1	Généralités.....	71
10.7.2	Limites de mesure de base pour le mesurage de cote sur 1 bille ou 1 pige .....	71
10.7.3	Épaisseur de dent normale liée à l'axe de référence déterminée à partir d'une mesure sur 1 bille ou 1 pige.....	72
10.7.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 1 bille ou 1 pige.....	72
10.8	Mesurage de cote sur 2 billes ou 2 piges .....	73
10.8.1	Généralités.....	73
10.8.2	Limites de mesure de base pour une cote sur 2 billes ou 2 piges .....	73
10.8.3	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure sur 2 billes ou 2 piges.....	74
10.8.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 2 billes ou 2 piges.....	75
10.9	Mesurage au plan apparent sur 2 piges sur une roue à denture hélicoïdale ayant un nombre de dents impair .....	75
10.9.1	Généralités.....	75
10.9.2	Mesurage au plan apparent avec 2 piges flottantes libres.....	75
10.9.3	Mesurage avec 2 piges libres en rotation autour de l'axe de micromètre .....	76
10.9.4	Limites de mesure de base pour la méthode au plan apparent avec 2 piges .....	78
10.9.5	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une méthode de mesure au plan apparent avec 2 piges .....	78
10.10	Mesurage de cote sur piges libres sur 2 piges sur une roue à denture hélicoïdale ayant un nombre de dents impair .....	78
10.10.1	Généralités.....	78
10.10.2	Limites de mesure de base pour la méthode de piges libres.....	79
10.10.3	Épaisseur de dent normale non liée à l'axe de référence déterminée à partir de mesure sur piges libres.....	80
10.11	Méthode de mesure au plan apparent sur 3 billes ou 3 piges .....	80
10.11.1	Généralités.....	80
10.11.2	Facteurs pour des roues dentées ayant des nombres de dents pairs ou impairs .....	82
10.11.3	Limites de mesure utilisant la méthode au plan apparent pour 3 billes ou 3 piges .....	82
10.11.4	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure obtenue par une méthode au plan apparent .....	82
10.11.5	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la méthode au plan apparent .....	83
10.12	Méthode au plan axial sur 3 piges .....	83
10.12.1	Généralités.....	83
10.12.2	Cotes limites utilisant la méthode des 3 piges au plan axial .....	84
10.12.3	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure obtenue par la méthode au plan axial .....	84
10.12.4	Diamètre au point de contact déterminé à partir de la cote sur 3 piges au plan axial .....	84

<b>11</b>	<b>Mesurage avec des enclumes trapézoïdales .....</b>	<b>85</b>
11.1	Principe de mesure .....	85
11.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes .....	85
11.3	Avantages et inconvénients de l'utilisation d'enclumes .....	86
11.4	Ensembles d'enclumes trapézoïdales .....	86
11.5	Limites de mesure pour des enclumes trapézoïdales .....	87
11.6	Épaisseur de dent déterminée à partir de mesures avec des enclumes .....	88
<b>12</b>	<b>Mesurage à la corde .....</b>	<b>88</b>
12.1	Généralités .....	88
12.2	Mesurages avec un pied module (dans le plan normal) .....	89
12.2.1	Principe de mesure .....	89
12.2.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes .....	90
12.2.3	Avantages et inconvénients d'un mesurage à la corde .....	90
12.2.4	Méthode de calcul .....	91
12.2.5	Calculs préliminaires pour des mesurages à la corde .....	91
12.2.6	Saillie à la corde .....	92
12.2.7	Diamètre au point de contact minimal .....	92
12.2.8	Épaisseur de dent normale minimale au diamètre $d_{y\min}$ .....	92
12.2.9	Limites de mesure d'épaisseur de dent à la corde normale .....	93
12.2.10	Ajustement de la saillie à la corde au moment du mesurage .....	93
12.2.11	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure à la corde .....	94
12.3	Mesurage à la corde avec un dispositif optique (dans le plan apparent) .....	94
12.3.1	Principe de mesure .....	94
12.3.2	Hypothèses et limitations sous-jacentes .....	94
12.3.3	Avantages et inconvénients du mesurage à la corde avec un dispositif optique .....	95
12.3.4	Méthode de calcul .....	95
12.3.5	Angle de pression apparent au diamètre au point de contact souhaité .....	95
12.3.6	Épaisseur de dent apparente maximale .....	95
12.3.7	Rayon à la corde .....	95
12.3.8	Diamètre au point de contact minimal .....	96
12.3.9	Épaisseur de dent apparente minimale au diamètre, $d_{yt\min}$ .....	96
12.3.10	Limites de mesure d'épaisseur de dent à la corde apparente .....	96
12.3.11	Conversion d'un rayon à la corde en saillie à la corde .....	96
12.3.12	Épaisseur de dent normale déterminée à partir d'une mesure à la corde .....	97
12.4	Mesurage à la corde avec une machine à mesurer tridimensionnelle .....	97
<b>13</b>	<b>Jeu de battement dans les engrenages à axes parallèles et les engrenages gauches .....</b>	<b>98</b>
13.1	Généralités .....	98
13.2	Facteurs qui influencent le jeu de battement .....	99
13.3	Jeu de battement pour les engrenages à axes parallèles dans le système lié à l'axe de référence .....	100
13.4	Jeu de battement pour les engrenages à axes parallèles dans le système non lié à l'axe de référence .....	102
13.5	Jeu de battement dans les engrenages gauches .....	104
13.6	Autres influences potentielles sur le jeu de battement .....	106
13.7	Moyens d'exprimer un jeu de battement .....	107
13.7.1	Jeu de battement circulaire .....	107
13.7.2	Jeu de battement apparent .....	107
13.7.3	Jeu de battement normal .....	108
13.7.4	Jeu de battement axial .....	108
13.7.5	Jeu de battement radial .....	108
13.7.6	Jeu de battement angulaire .....	109
13.8	Variations de jeu de battement .....	109
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Mesurage de l'épaisseur de dent au moyen de machines 3D .....</b>	<b>110</b>	
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Établissement de spécifications d'épaisseur de dent dans le système non lié à l'axe de référence .....</b>	<b>112</b>	

## **Avant-propos**

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 21771 se trouve sur le site web de l'ISO.

<https://standards.itel.ai/catalog/standards/iso/861da4f1-daa6-49da-9846-3274d5f3869e/iso-21771-2-2025>  
Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).