
NORME INTERNATIONALE 1328

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

Engrenages parallèles à développante — Système ISO de précision

Parallel involute gears — ISO system of accuracy

iTeh STANDARD PREVIEW

Première édition — 1975-02-15

(standards.iteh.ai)

ISO 1328:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6802da1f-ac37-492b-80e9-f5fb90ac4bb/iso-1328-1975>

CDU 621.831/.833

Réf. No : ISO 1328-1975 (F)

Descripteurs : engrenage, roue droite cylindrique, tolérance de dimension, contrôle, exactitude.

AVANT-PROPOS

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

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

La Norme Internationale ISO 1328 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 60, *Engrenages*, et soumise aux Comités Membres en décembre 1967.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Australie	Grèce	Suède
Autriche	Inde	Suisse
Belgique	Israël	Tchécoslovaquie
Chili	Italie	Turquie
Corée, Rép. de	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Egypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	Yougoslavie
Espagne	Pologne	
France	Royaume-Uni	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Brésil
Hongrie
Japon

SOMMAIRE

	Page
1 Objet et domaine d'application	1
2 Définitions	1
2.1 Contrôle du corps de roue (ou flan)	1
2.2 Contrôle des dentures	2
2.3 Contrôle de l'engrenage	8
3 Symboles	10
4 Bases du système	10
4.1 Classes de précision	10
4.2 Désignation de la classe de précision	11
4.3 Tolérances sur le corps de roue	11
4.4 Erreurs de denture limites	12
4.5 Erreurs d'assemblage de l'engrenage	24
5 Valeurs numériques	24
6 Exemple d'application	35

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.itel.ai)
ISO 1328:1975
https://standards.itel.ai/catalog/standards/sist/6802da1f-ac37-492b-80e9-
1b79ac4bb80-1995-4975

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1328:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6802da1f-ae37-492b-80e9-f5bf90ac4bb/iso-1328-1975>

Engrenages parallèles à développante – Système ISO de précision

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale établit un système de précision pour les engrenages parallèles à denture en développante définis dans l'ISO 53, *Engrenages cylindriques de mécanique générale et de grosse mécanique – Crémaillère de référence*, et l'ISO/R 54, *Modules et diamétraux pitches des engrenages cylindriques de mécanique générale et de grosse mécanique*.

Elle spécifie toutes les erreurs dont le contrôle est prévu, soit sur une roue isolée, soit sur l'engrenage complet, et donne les tolérances γ relatives.

NOTE – Certains types d'engrenages peuvent ne nécessiter qu'un nombre restreint de contrôles; ceux-ci seront mentionnés dans les normes particulières concernant éventuellement ces types d'engrenages.

2 DÉFINITIONS

L'ordre logique d'élaboration d'un engrenage étant

- l'usinage du corps de chaque roue,
- l'exécution des dentures de chaque roue,
- le montage des deux roues dentées dans les conditions de fonctionnement,

il est normal d'effectuer les contrôles successifs dans un ordre correspondant :

- contrôle du corps de chaque roue,
- contrôle des dentures de chaque roue,
- contrôle des conditions de montage de l'engrenage.

2.1 CONTRÔLE DU CORPS DE ROUE (OU FLAN)

2.1.1 Axe de référence

2.1.1.1 Dans le cas de pignons de roues alésés, l'axe de l'alésage doit être adopté comme axe de référence.

2.1.1.2 Dans le cas de pignons arbrés, l'axe de référence doit être l'axe des portées des paliers.

2.1.1.3 Afin de faciliter les opérations d'usinage, de contrôle et de montage des roues dentées, il est recommandé d'aménager des surfaces de référence auxiliaires radiale et latérale, clairement indiquées sur les plans de fabrication (voir figure 1).

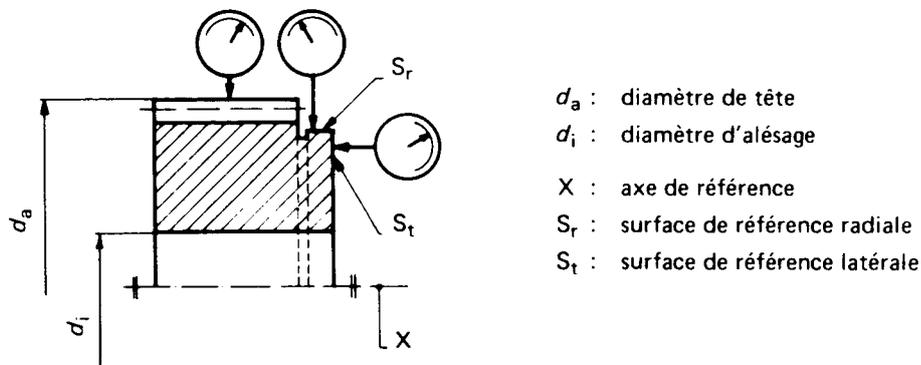


FIGURE 1

2.1.2 Cylindre de tête

2.1.2.1 La valeur du **diamètre de tête** n'a pas une importance capitale. Il convient cependant de préférer une valeur tendant à augmenter le vide à fond de dents. Dans le cas où l'appareil de contrôle de l'épaisseur des dents s'appuie sur le cylindre de tête, il faut tenir compte éventuellement de l'erreur sur le diamètre de tête.

2.1.2.2 Le **faux-rond de forme** est l'amplitude totale de la déviation de l'indicateur d'un comparateur dont la touche est en contact avec le cylindre de tête, pour une révolution complète de la roue (figure 1). Ce contrôle n'a d'importance que dans le cas où certains appareils de contrôle de la denture s'appuient sur le cylindre de tête.

2.1.3 Surfaces de référence (figure 1)

2.1.3.1 Le **faux-rond de forme** est l'amplitude totale de la déviation de l'indicateur d'un comparateur dont la touche est en contact avec la surface cylindrique radiale de référence, durant une révolution complète de la roue.

2.1.3.2 Le **voile** est l'amplitude totale de la déviation de l'indicateur d'un comparateur dont la touche est en contact avec la surface de référence latérale, durant une révolution complète de la roue.

2.2 CONTRÔLE DES DENTURES

2.2.1 Division

En regardant la roue sur sa surface de référence latérale, numéroter les dents dans le sens d'horloge :

1, 2, 3, ... etc ... jusqu'à z.

Adopter ensuite la terminologie suivante (figures 2 et 3) valable pour le contrôle des dentures extérieure et intérieure.

- a) **flanc de droite** : flanc limitant une dent à droite lorsque cette dent est vue avec son sommet au-dessus de son pied.
- b) **flanc de gauche** : flanc limitant une dent à gauche, dans les conditions ci-dessus.

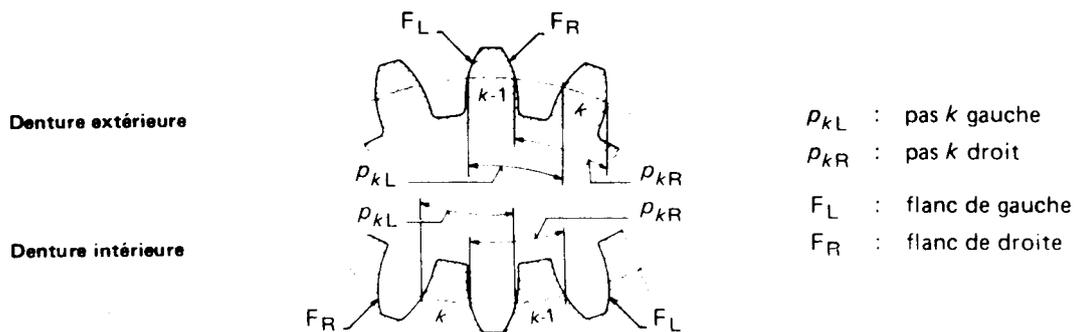


FIGURE 2

- c) **pas numéro k** : pas compris entre un profil de la dent $k-1$ et le profil homologue de la dent k .
- d) **pas droit** : pas compris entre deux flancs de droite consécutifs.
- e) **pas gauche** : pas compris entre deux flancs de gauche consécutifs.
- f) **pas circulaire** : terme désignant la valeur du pas sur le cercle de contrôle de même centre que le cercle primitif et généralement voisin de celui-ci (figure 3).

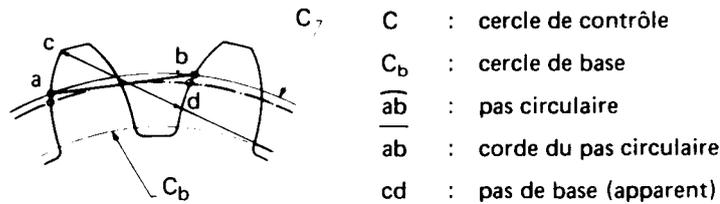


FIGURE 3

- g) **corde du pas circulaire** : corde correspondant au pas circulaire (figure 3).
- h) **pas de base** : distance entre deux flancs homologues consécutifs, mesurée sur une tangente du cercle de base (figure 3); dans le cas d'une denture en développante ne présentant aucune erreur de profil, le pas de base est égal au pas sur le cercle de base.

2.2.1.1 L'erreur individuelle de pas circulaire est la différence (algébrique) entre le pas circulaire effectif et le pas circulaire théorique. Le pas circulaire théorique est d'ailleurs la valeur moyenne de tous les pas circulaires effectifs (figure 4).



FIGURE 4

La figure 5 donne un exemple de courbe d'erreurs individuelles de pas circulaire, avec indication de l'erreur individuelle maximale. Si nous appelons A la somme algébrique des lectures de l'appareil de contrôle pour les z pas successifs (z = nombre de dents de la roue), l'axe des abscisses de la courbe d'erreurs individuelles (correspondant au pas théorique) sera défini par la lecture A/z .

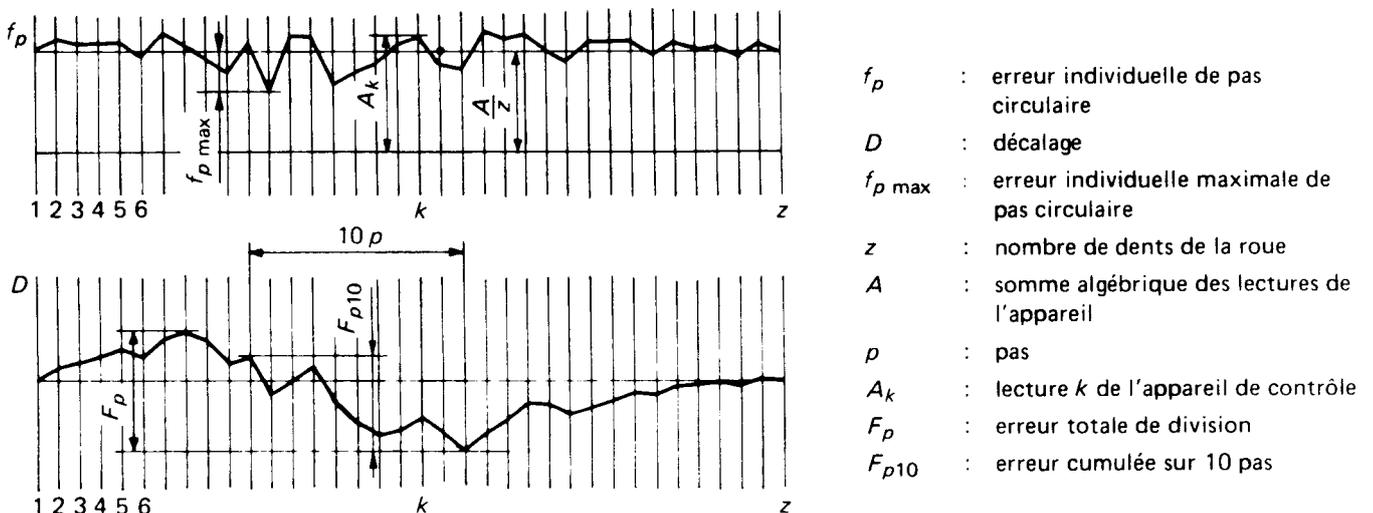


FIGURE 5

2.2.1.2 L'erreur individuelle de pas de base est la différence (algébrique) entre le pas de base effectif et le pas de base théorique.

2.2.1.3 Erreur cumulée sur un certain secteur : Considérons sur la figure 4 la division de la famille de flancs de gauche.

Le profil origine est celui de la dent 1. La roue parfaite est indiquée en traits interrompus.

2.2.1.3.1 Le décalage circulaire d'un profil quelconque de numéro k (même numéro que celui de la dent) est l'erreur de positionnement du profil effectif par rapport au profil théorique mesuré sur le cercle de contrôle. Il est positif ou négatif selon que le profil effectif est en avance ou en retard.

La figure 5 donne la courbe des décalages circulaires correspondant à celle des erreurs individuelles de pas circulaire.

Le décalage circulaire du profil quelconque k est la somme algébrique des erreurs individuelles de pas circulaire depuis le profil origine. Inversement, l'erreur individuelle d'un pas circulaire quelconque k est la différence algébrique entre le décalage du profil k et celui du profil $k - 1$.

2.2.1.3.2 L'erreur cumulée sur un secteur de k pas est la différence entre la longueur effective de l'arc de cercle de contrôle compris entre les deux profils homologues extrêmes et la longueur théorique de cet arc. C'est aussi la somme algébrique des erreurs individuelles des k pas circulaires. Elle peut être déterminée directement à partir de la courbe des décalages circulaires, pour n'importe quel secteur; il a été indiqué par exemple, sur la figure 5, l'erreur cumulée sur un secteur donné de 10 pas.

L'**erreur totale de division** est l'amplitude totale de la courbe des décalages. C'est la plus grande des erreurs cumulées sur n'importe quel secteur d'une demi-circonférence ($k = z/2$).

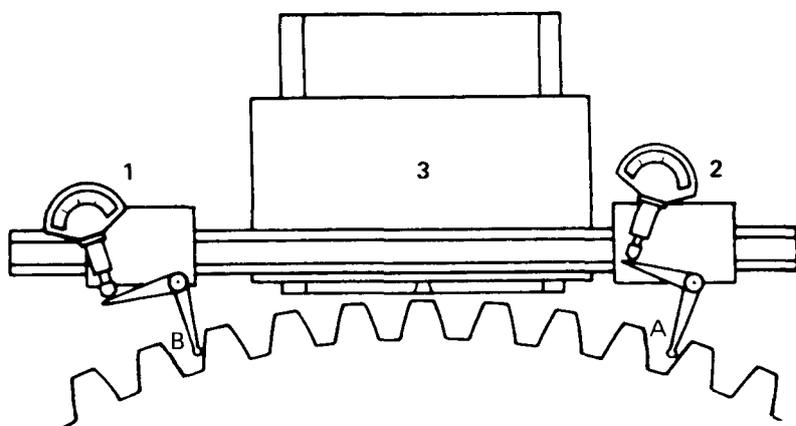
2.2.1.3.3 Contrôle des grandes roues – Contrôle par secteurs (Span measurement). Dans le cas de roues avec un grand nombre de dents, il n'est pas souhaitable de déterminer le diagramme des décalages en faisant la somme des erreurs individuelles : chacun des relevés d'erreurs individuelles peut en effet être affecté d'une petite incertitude due à l'appareil et à l'opérateur.

Pour la détermination des erreurs cumulées, il est alors recommandé d'utiliser le «contrôle par secteurs». À l'aide d'un appareil approprié, l'erreur de division n'est plus déterminée sur chaque pas circulaire, mais sur des secteurs successifs comprenant un certain nombre de pas (voir figure 6); ce nombre doit être suffisamment grand et être si possible un sous-multiple du nombre de dents de la roue contrôlée. Les deux touches A et B de l'appareil doivent être en contact avec des flanc homologues, et, à chaque lecture, l'une de ces touches doit occuper la position de l'autre à la lecture précédente.

L'appareil doit être positionné d'une manière convenable par rapport à la roue, adapté sur un support fixe extérieur à la roue contrôlée, cette roue pouvant tourner pour venir dans les différentes positions de contrôle.

L'erreur sur chacun des secteurs est la différence algébrique entre la lecture effectuée pour ce secteur et la valeur moyenne de toutes les lectures.

NOTE – Les erreurs cumulées ne peuvent pas être déterminées à partir des erreurs individuelles de pas de base.



- 1 : contrôle
- 2 : positionnement
- 3 : support fixe

FIGURE 6

2.2.1.4 Cas d'une denture hélicoïdale. Effectuer autant que possible le contrôle des erreurs individuelles de pas circulaire dans un même plan perpendiculaire à l'axe.

Si le contrôle est effectué suivant la direction perpendiculaire à la direction des dents, les valeurs des tolérances données en 4.4.1.3 devront être multipliées par le cosinus de l'angle d'inclinaison.

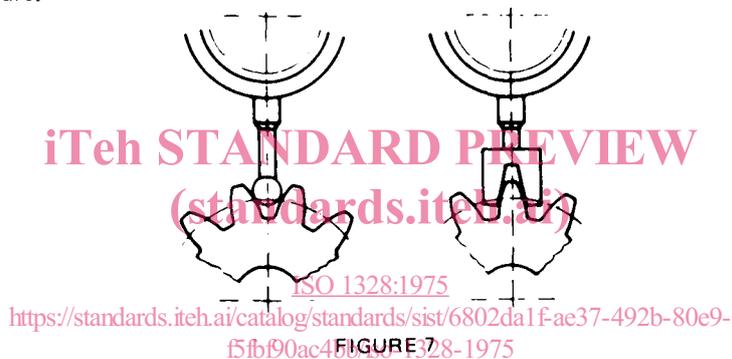
2.2.1.5 Cas d'une denture en chevron. Dans le cas de dentures en chevrons, il faut éviter d'avoir une trop grande différence entre les erreurs cumulées des deux ailes du chevron pour des arcs de même longueur occupant la même position angulaire sur la roue; il pourrait en résulter une mauvaise répartition de la charge sur les deux ailes du chevron, avec risque de déplacements axiaux et de vibrations.

2.2.2 Excentricité – Faux-rond

2.2.2.1 L'erreur de concentricité, ou **excentricité** d'une roue est l'écart entre l'axe géométrique de la denture et l'axe de référence (c'est-à-dire de l'alésage).

Cette erreur ne peut pas être déterminée isolément d'une manière pratique, mais son influence est cependant enregistrée lors du contrôle des erreurs conditionnant la régularité de la transmission (division, profil, etc.) : par exemple, une certaine excentricité introduit une courbe de décalages circulaires d'allure sinusoïdale et d'amplitude totale égale sensiblement au double de cette excentricité. Il est donc généralement convenu de substituer à la détermination de l'excentricité un contrôle pratique appelé conventionnellement **contrôle du faux-rond**.

2.2.2.2 La détermination pratique du **faux-rond** s'effectue comme suit : on mesure l'amplitude totale de la variation d'enfoncement d'une pièce de mesure (bille ou galet introduits dans les entredents successifs, ou cavalier placé sur les dents successives – figure 7), pour un tour complet de la roue contrôlée. Le faux-rond serait égal au double de l'excentricité s'il n'y avait aucune erreur de denture.



Pratiquement, le faux-rond est influencé par les erreurs de denture des deux familles de flancs, et éventuellement par le mode de fabrication. Les tolérances indiquées en 4.4.2 sont valables pour des engrenages de transmission classique, quel que soit le mode de fabrication. Pour des engrenages spéciaux (radars, pignons étalons, etc.), des valeurs plus faibles seront parfois nécessaires.

Les dimensions des billes, galets ou cavaliers seront choisies de façon que leurs points de contact avec les dents se situent approximativement à mi-hauteur des dents.

2.2.3 Erreur totale de profil

2.2.3.1 L'**erreur totale de profil** est la distance entre deux profils de référence enfermant le profil effectif, mesurée suivant leur normale commune (figure 8).

L'erreur totale de profil est la résultante de l'**erreur de diamètre de base** et de l'**erreur de forme** du profil. La zone d'examen sera limitée vers le pied du cercle actif de pied, c'est-à-dire à la zone de contact effective avec le profil conjugué de l'autre roue de l'engrenage; si cette roue n'est pas connue d'une manière certaine, il suffira de supposer que c'est une crémaillère. La zone d'examen sera éventuellement limitée au début du chanfrein de sommet de dent.

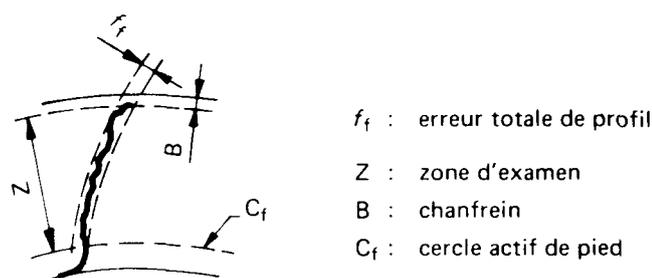


FIGURE 8

2.2.3.2 Il ne faut évidemment pas considérer comme erreur de profil une modification voulue de ce profil, par exemple un bombé ou plus simplement une dépouille de tête ou de pied : le profil de référence ne sera donc pas obligatoirement la développante théorique : la figure 9 donne quelques exemples de diagrammes obtenus sur des appareils classiques de contrôle de profil.

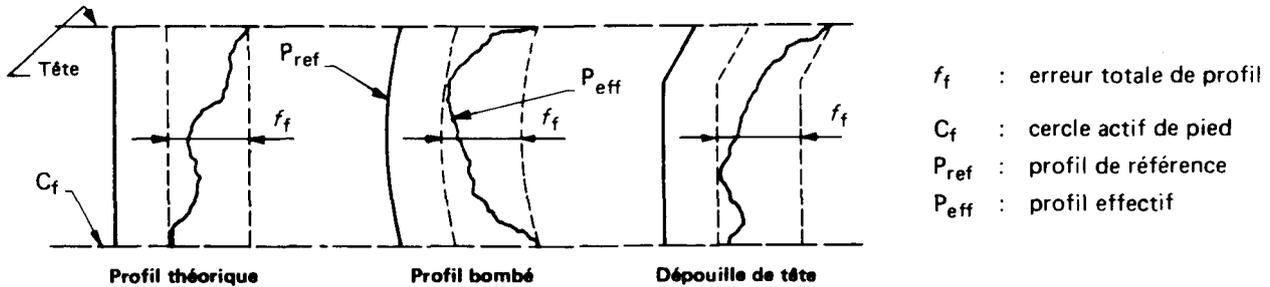


FIGURE 9

2.2.4 Erreur totale de distorsion (ou distorsion)

2.2.4.1 L'erreur totale de distorsion, ou distorsion, est la résultante de l'erreur d'inclinaison de la trace du flanc sur un cylindre coaxial au cylindre primitif, et de l'erreur de forme longitudinale.

La distorsion sera déterminée en enfermant la trace effective du flanc entre deux traces de référence. Elle sera déterminée sur la largeur effective totale de la denture et dans un plan perpendiculaire à l'axe (figure 10) : les tolérances données en 4.4.4 sont relatives à ce mode de détermination; si un autre mode de détermination est nécessité par l'appareil de contrôle utilisé, il suffira de faire la transformation correspondante des tolérances.

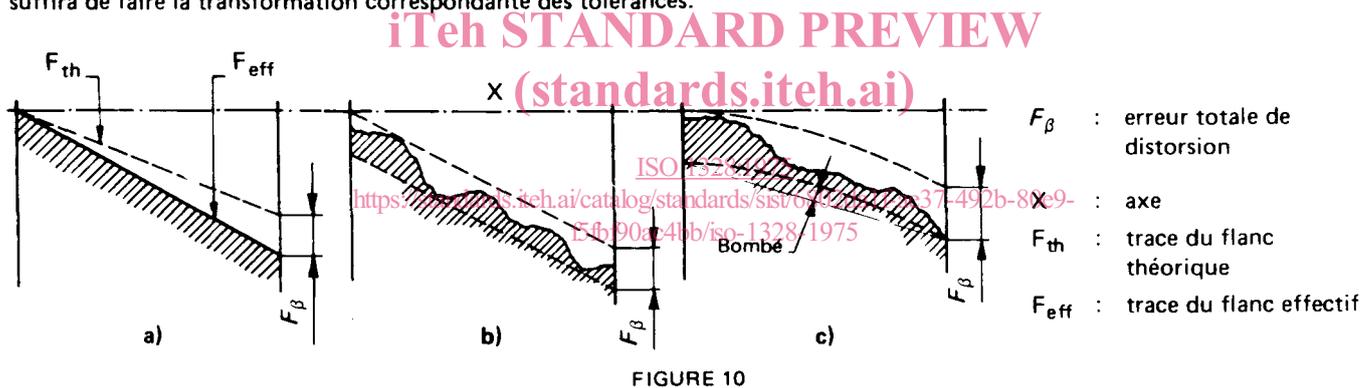


FIGURE 10

2.2.4.2 La figure 10 a) est relative à une denture avec trace de référence théorique, et n'ayant qu'une erreur d'inclinaison.

La figure 10 b) est relative à une denture avec trace de référence théorique, et ayant une erreur d'inclinaison et une erreur de forme longitudinale.

La figure 10 c) est le cas général où la trace de référence comporte une modification longitudinale voulue.

2.2.5 Tolérance d'épaisseur

2.2.5.1 L'épaisseur théorique étant adoptée comme épaisseur nominale, la tolérance d'épaisseur est définie par l'écart supérieur et l'écart inférieur (figure 11). Pour une denture hélicoïdale, les valeurs sont relatives à l'épaisseur réelle théorique.

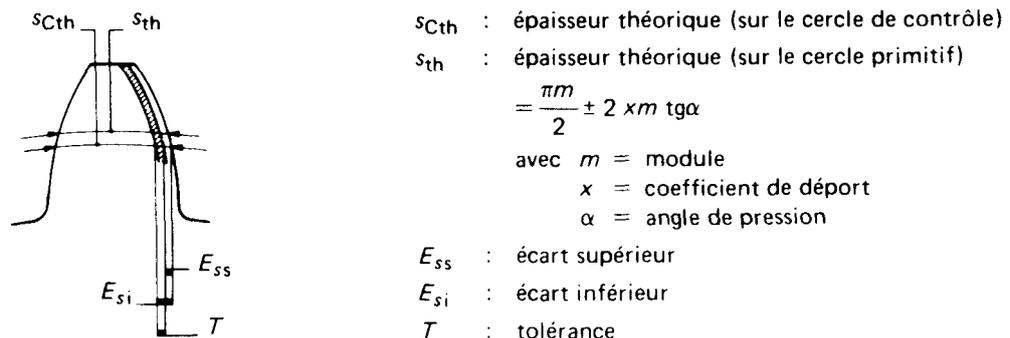


FIGURE 11

2.2.5.2 Le contrôle de l'épaisseur étant souvent réalisé par la mesure de l'écartement sur un certain nombre de dents (figure 12), il suffit de définir la **tolérance d'écartement** par son **écart supérieur** et son **écart inférieur**.

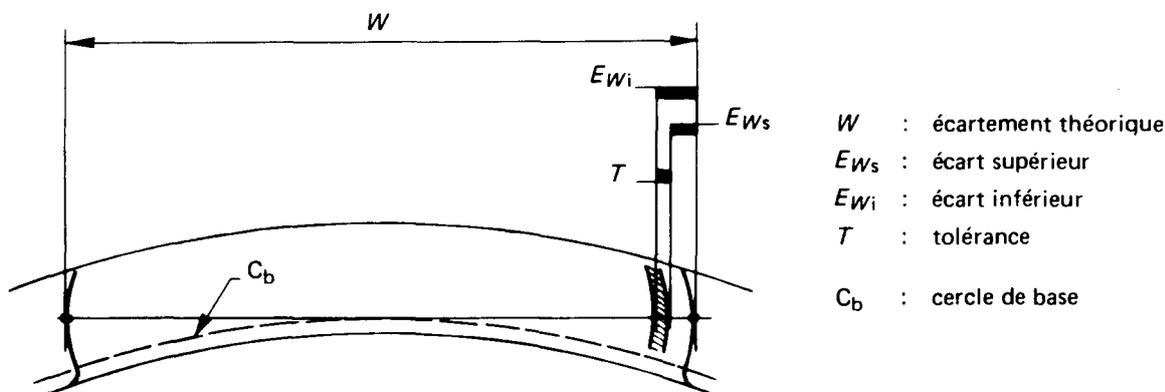


FIGURE 12

2.2.5.3 Les écarts ne sont pas obligatoirement fonction de la qualité de la denture : des écarts importants peuvent être nécessaires pour certains types de dentures de précision devant fonctionner avec un jeu entre flancs important.

2.2.5.4 Par contre, dans un engrenage donné, les écarts dépendent plus directement du jeu minimal entre dents nécessaire pour assurer un fonctionnement correct de l'assemblage.¹⁾

2.2.6 Erreur composée radiale

STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)

2.2.6.1 Un contrôle global rapide et pratique d'une denture consiste à faire engrener la roue contrôlée avec une roue étalon (exécutée avec suffisamment de précision pour que l'on puisse négliger ses erreurs par rapport à celles de la roue contrôlée) (figure 13). L'erreur enregistrée résulte de la combinaison de toutes les erreurs élémentaires de la denture.

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/6802da1f-ac37-492b-80e9-5fb90ac45b/iso-1328-1975>

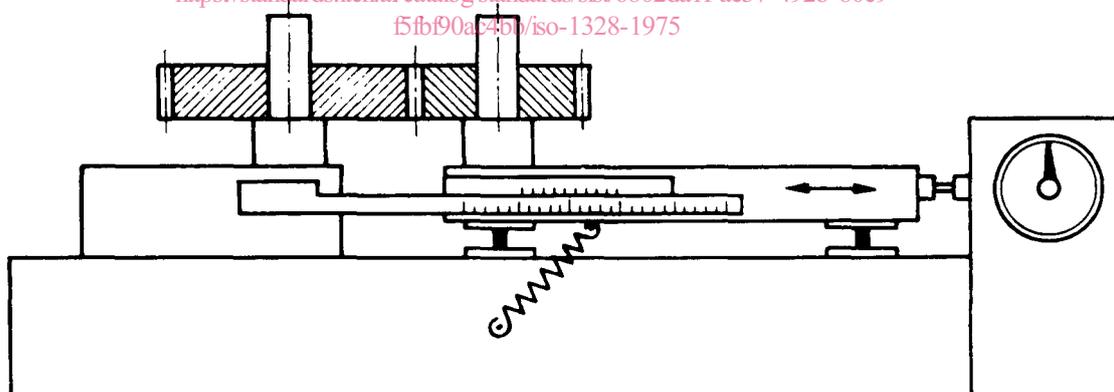


FIGURE 13

Pour le contrôle de l'erreur composée radiale, la roue contrôlée et la roue étalon sont disposées sur un appareil conçu de telle sorte que l'un des supports soit mobile et lié à un ressort permettant d'obtenir un effort radial constant d'engrènement des deux dentures l'une contre l'autre. Les variations d'entraxe sont généralement enregistrées sur un diagramme, en coordonnées cartésiennes (figure 14 a) ou en coordonnées polaires (figure 14 b).

2.2.6.2 L'erreur composée radiale est l'amplitude totale du diagramme.

2.2.6.3 Les erreurs locales, telles que les erreurs de pas, de profil et de distorsion, introduisent une succession de petites ondulations, le long de l'enregistrement graphique, très souvent distantes de 1 pas. Le **saut radial** est l'amplitude maximale de ces ondulations (figures 14 a) et 14 b)).

1) Des études devant être entreprises pour une détermination des écarts en fonction des jeux entre dents admissibles, les indications données en 4.4.5.2 et au tableau 8, actuellement valables sauf indication contraire pour des roues considérées isolément, sont susceptibles de modifications ou compléments ultérieurs.

2.2.7 Erreur composée tangentielle

2.2.7.1 La roue contrôlée engrène avec une roue étalon suffisamment précise, à l'entraxe théorique de fonctionnement, le contact n'intervenant que sur une famille de flancs homologues. Du fait des erreurs de denture, il se produit une irrégularité de position de la roue contrôlée par rapport à la position théorique. Certains appareils permettent d'enregistrer cette erreur rapportée au cercle primitif de la roue contrôlée. L'enregistrement graphique peut être fait en coordonnées cartésiennes ou polaires (se reporter aux figures 14 a) et 14 b)).

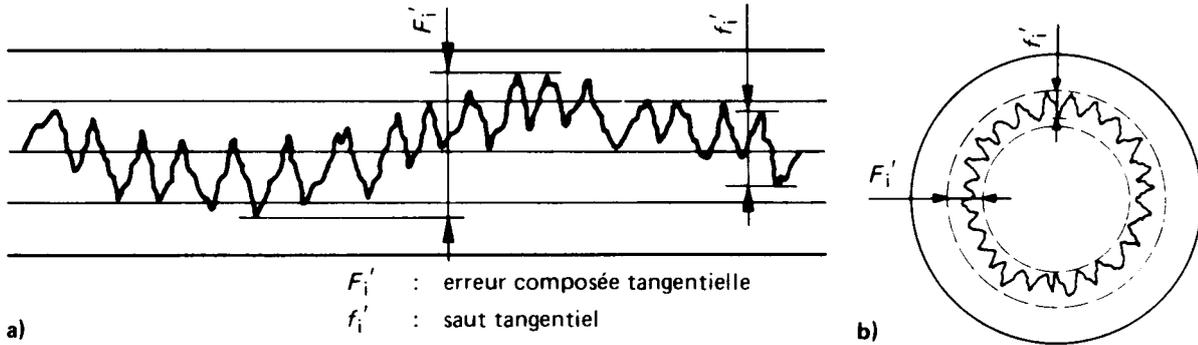


FIGURE 14

2.2.7.2 L'erreur composée tangentielle est l'amplitude totale du diagramme.

2.2.7.3 Le saut tangentiel est l'amplitude maximale des petites ondulations, très souvent distantes de 1 pas, mises en évidence le long de l'enregistrement graphique.

2.2.7.4 Il n'existe qu'une seule valeur d'erreur composée radiale pour une roue donnée; mais par contre une erreur composée tangentielle pour chacune des deux familles de flancs de cette roue. On déterminera de préférence l'erreur composée pour le sens de fonctionnement de l'engrenage.

ISO 1328:1975

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6802da1f-ac37-492b-80e9-15fb90ac4bb/iso-1328-1975>

2.3 CONTRÔLE DE L'ENGRÈGEMENT

2.3.1 Erreur d'entraxe – Tolérance d'entraxe

L'erreur d'entraxe est la différence entre l'entraxe effectivement réalisé et l'entraxe théorique de fonctionnement, l'entraxe étant mesuré dans un plan perpendiculaire à la direction des axes et passant par le milieu de la largeur de denture de l'engrenage.

La tolérance d'entraxe est disposée symétriquement sur la ligne zéro correspondant à l'entraxe théorique.

La tolérance d'épaisseur des dents devra évidemment être compatible avec la tolérance d'entraxe.

Certaines applications spéciales nécessiteront un appariement des dentures et parfois un dispositif de réglage d'entraxe. Elles pourront parfois nécessiter une tolérance d'entraxe unilatérale.

2.3.2 Parallélisme des axes (pour le support de l'engrenage)

Soient X_1 , X_2 les deux axes et L la distance, aussi grande que possible, suivant laquelle sera effectué le contrôle du parallélisme entre les points extrêmes A_1 et B_1 , A_2 et B_2 pouvant être matérialisés sur ces axes (figure 15). En considérant sur les figures 15 le plan passant par l'axe X_1 et l'extrémité B_2 de l'axe X_2 :

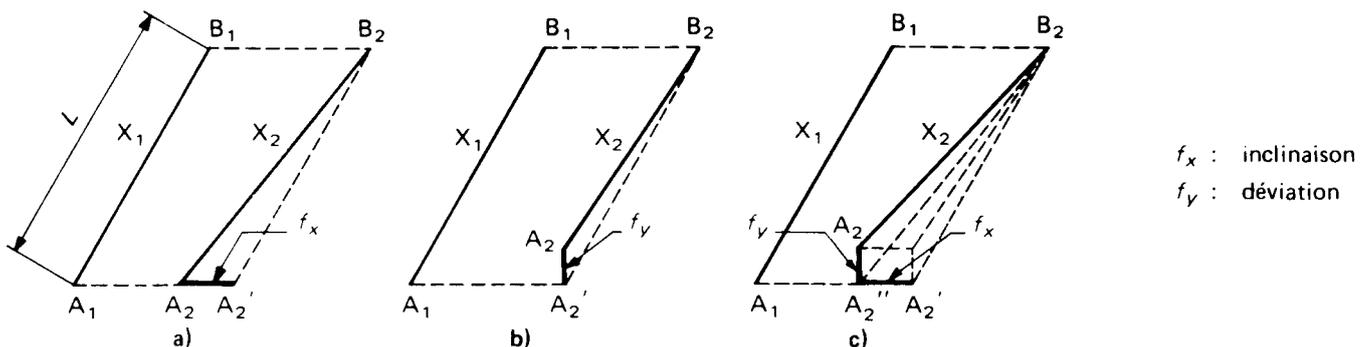


FIGURE 15

2.3.2.1 La figure 15 a) permet de définir une **erreur d'inclinaison** $A_2 A_2'$ rapportée à une longueur donnée.

$A_2 A_2'$ est située dans le plan $A_1 B_1 B_2$.

2.3.2.2 La figure 15 b) permet de définir une **erreur de déviation** $A_2 A_2'$ rapportée à une longueur donnée.

$A_2 A_2'$ est perpendiculaire au plan $A_1 B_1 B_2$.

2.3.2.3 La figure 15 c) traduit le cas général où le mauvais parallélisme des deux axes X_1 et X_2 résulte de la combinaison d'une erreur d'inclinaison $A_2' A_2''$ et d'une erreur de déviation $A_2 A_2''$.

2.3.2.4 Les erreurs d'inclinaison et de déviation déterminées sur la distance L seront rapportées à la largeur de denture de l'engrenage.

Il convient de remarquer que l'erreur de déviation se traduit par une distorsion sensiblement égale, tandis que l'influence de l'erreur d'inclinaison est moins sensible.

2.3.3 Jeu entre dents

2.3.3.1 Le **jeu circulaire** se définit comme suit, l'un des deux organes de l'engrenage étant immobilisé, tandis que l'on communique à l'autre, monté à l'entraxe prescrit, une amplitude de battement maximale : c'est le déplacement maximal enregistré par exemple avec un comparateur dont la touche est positionnée au voisinage du cylindre primitif, et tangentiellement à ce cylindre (figure 16).

2.3.3.2 Le **jeu normal** est le jeu total qui peut par exemple être déterminé avec une cale interposée entre les dents, sur la ligne de contact (figure 16).



FIGURE 16

2.3.3.3 Dans le cas d'une denture droite, le jeu normal est égal au jeu circulaire multiplié par le cosinus de l'angle de pression.

Dans le cas d'une denture hélicoïdale, le jeu normal est approximativement égal au jeu circulaire multiplié par le cosinus de l'angle de pression réel et par le cosinus de l'angle d'inclinaison primitive.

2.3.3.4 La **tolérance de jeu** sera définie par l'**écart supérieur** et l'**écart inférieur**.

2.3.4 Erreur composée de l'engrenage

L'erreur composée radiale et l'erreur composée tangentielle peuvent se déterminer comme il a été indiqué en 2.2.6 et 2.2.7, mais en faisant engrener les deux organes de l'engrenage.

Dans le cas général, on admettra que l'erreur composée de l'engrenage peut atteindre une valeur égale à la somme des erreurs composées de chacun des deux organes.

Dans le cas où la roue a un nombre de dents multiple de celui du pignon, certaines dispositions relatives à ces deux organes peuvent permettre une diminution de l'erreur composée de l'engrenage.