

DENTURES EN DEVELOPPANTE DE CERCLE DEFINITIONS- VERIFICATIONS

Page 1/98

SANS RESTRICTION D'UTILISATION

AVANT PROPOS

Ce document a été établi par PSA PEUGEOT
CITROËN , RENAULT SA. et RENAULT V.I.

Le document est équivalent au document du
groupe Renault n° 01-33-001 / --G.

Il ne doit pas être modifiée sans une consultation
préalable du service Normalisation de ce groupe.

Il est conforme à l'accord intervenu entre ce
groupe et PSA PEUGEOT CITROËN en Mars
1996.

Elle est conforme à la norme ISO 1328 sauf pour
les écarts de forme ; elle la complète pour les
paramètres non normalisés et elle adopte les
mêmes classes de précision (voir paragraphe 7).

SOMMAIRE

1. OBJET	15. ECART DE DIVISION	
2. DOMAINE D'APPLICATION	15.1. DEFINITION	
3. DOCUMENTS CITES	15.2. VALEURS RETENUES	
4. EXPRESSION SUR DOCUMENT	16. ECART TANGENTIEL (OU ECART DE TRANSMISSION)	
5. TERMINOLOGIE - SYMBOLES (SUIVANT LA NORME ISO 701)	16.1. DEFINITION	
6. DEFINITIONS ELEMENTAIRES	16.2. PRINCIPE DE LA MESURE	6
6.1. ROUE D'ENGRENAGE	16.3. RESULTAT DE LA MESURE	6
6.2. ENGRENAGE	16.4. VALEURS RETENUES	6
6.3. DENT	17. ECART RADIAL	6
6.4. ENTRAXE	17.1. DEFINITION	
6.5. ANGLE DES AXES (POUR ENGRENAGE GAUCHE)	17.2. PRINCIPE DE LA MESURE	7
6.6. PLAN TRANSVERSAL	17.3. RESULTAT DE LA MESURE	11
6.7. CERCLE DE BASE	17.4. VALEURS RETENUES	11
6.8. HELICE DE BASE	18. DENTURE DE MESURE	11
6.9. ANGLE D'HELICE	18.1. PIGNON ETALON	12
6.10. SENS DE L'HELICE	18.2. PIGNON ETALON POUR VERIFICATION DE L'ECART TANGENTIEL	12
6.11. PAS DE BASE	18.3. PIGNON ETALON POUR VERIFICATION DE L'ECART RADIAL	12
6.12. EPAISSEUR OU INTERVALLE DE DENTURE THEORIQUE	19. ETAT DE SURFACE MICROGEOMETRIQUE	12
6.13. JEU ENTRE DENTS	19.1. SURFACES CONSIDEREES	12
6.14. SOMMET DE DENT - PIED DE DENT	19.2. SENS DE LA MESURE	13
6.15. CARACTERISTIQUES DE REFERENCE	19.3. PARAMETRES DE RUGOSITE	13
6.16. CARACTERISTIQUES DE GENERATION	19.4. INDICATIONS A PORTER AU PLAN	14
6.17. CARACTERISTIQUES COMPLEMENTAIRES DE REALISATION	19.5. TOLERANCES	15
7. CLASSE DE PRECISION	20. CRITERES DE CONFORMITE	16
8. VERIFICATION DES FLANCS DE DENT	21. FORMULES DES TOLERANCES NORMALISEES (POUR LA CLASSE 5)	16
8.1. GENERALITES	22. ANNEXE 1 PSA	18
8.2. VERIFICATION DU PROFIL	23. ANNEXE 1 RENAULT	19
8.3. VERIFICATION DE L'HELICE	24. ANNEXE 1 RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS	20
8.4. ANALYSE DE LA SURFACE	25. ANNEXE 2	22
9. SURFACES DE TETE ET DE PIED DE DENT	26. ANNEXE 3 : TABLEAUX DES TOLERANCES	23
10. RACCORDEMENT DE PIED DE DENT	27. ANNEXE 4	33
11. CHANFREIN LATERAL	27.1. JEU ENTRE DENTS	39
12. VERIFICATION DE L'EPAISSEUR DE DENTURE	27.2. BOMBÉ	42
12.1. GENERALITES	28. HISTORIQUE ET DOCUMENT CITES	46
12.2. TOLERANCES	28.1. HISTORIQUE	46
12.3. VERIFICATIONS	28.2. DOCUMENTS CITES	49
13. JEU ENTRE DENTS	28.3. EQUIVALENT A :	50
13.1. GENERALITES	28.4. CONFORME A :	50
13.2. JEU ENTRE DENTS EFFECTIF MINIMAL	28.5. MOTS CLEFS	51
13.3. JEU ENTRE DENTS EFFECTIF MAXIMAL		51
13.4. TOLERANCE		53
13.5. VERIFICATION DU JEU ENTRE DENTS DANS UN PLAN TRANSVERSAL DE LA DENTURE	8.2 VERIFICATION DU PROFIL.....	32
14. ECART RADIAL MESURE A L'AIDE D'UNE BILLE	8.2.1 Longueur d'exploitation.....	32
14.1. BATTEMENT SIMPLE RADIAL A LA BILLE	8.2.2 Direction de profil.....	33
14.2. SAUT DE DENT A LA BILLE	8.2.2.1 Définitions.....	33
14.3. VALEURS RETENUES	8.2.2.2 Convention de signe (valable pour denture intérieure et extérieure).....	35
	8.2.2.3 Valeurs d'exploitation	36
	8.2.3 Bombé de profil.....	36
	8.2.3.1 Convention de signe.....	36
	8.2.3.2 Valeur minimale du bombé.....	36
	8.2.3.3 Valeur maximale du bombé.....	36
	8.2.3.4 Valeur d'exploitation.....	36

8.2.3.5	Position du bombé.....	36			
8.2.3.6	Valeur de la position nominale du bombé.....	36	12.0	VERIFICATION DE L'EPAISSEUR DE DENTURE..	49
8.2.3.7	Tolérance.....	37			
8.2.3.8	Valeur d'exploitation.....	37			
8.2.4	Ecart de forme de profil.....	37	12.1	GENERALITES.....	49
8.2.5	Ecart total de profil.....	37	12.2	TOLERANCES.....	50
8.3	VERIFICATION DE L'HELICE...	38	12.3	VERIFICATIONS.....	50
8.3.1	Longueur d'exploitation.....	38	12.3.1	Rayon sous bille.....	50
8.3.2	Direction d'hélice.....	38	12.3.2	Cote sur deux billes ou entre deux billes.....	51
8.3.2.1	Définitions.....	38	12.3.3	Cote réelle sur "k dents".....	52
8.3.2.2	Convention de signe.....	40	12.3.4	Epaisseur effective.....	52
8.3.2.3	Valeur d'exploitation.....	40			
8.3.3	Bombé de l'hélice.....	40	13.0	JEU ENTRE DENTS.....	52
8.3.3.1	Convention de signe.....	40			
8.3.3.2	Valeur minimale du bombé.....	40	13.1	GENERALITES.....	52
8.3.3.3	Valeur maximale du bombé.....	40	13.2	JEU ENTRE DENTS EFFECTIF MINIMAL.....	53
8.3.3.4	Valeur d'exploitation.....	40	13.3	JEU ENTRE DENTS EFFECTIF MAXIMAL.....	53
8.3.3.5	Position du bombé.....	41	13.4	TOLERANCE.....	54
8.3.3.6	Valeur de la position nominale du bombé.....	41	13.5	VERIFICATION DU JEU ENTRE DENTS DANS UN PLAN TRANSVERSAL DE LA DENTURE.....	54
8.3.3.7	Tolérance.....	41			
8.3.3.8	Valeur d'exploitation.....	41	14.0	ECART RADIAL MESURE A L'AIDE D'UNE BILLE.....	54
8.3.4	Ecart de forme de l'hélice.....	41			
8.3.5	Ecart total de l'hélice.....	41	14.1	BATTEMENT SIMPLE RADIAL A LA BILLE.....	54
8.4	ANALYSE DE LA SURFACE...	42	14.2	SAUT DE DENT A LA BILLE....	55
8.4.1	Topographie.....	42	14.3	VALEURS RETENUES.....	55
8.4.2	Quadrillage.....	42			
8.4.3	Ligne de contact.....	42	15.0	ECART DE DIVISION.....	56
			15.1	DEFINITION.....	56
9.0	SURFACES DE TETE ET DE PIED DE DENT.....	45	15.2	VALEURS RETENUES.....	57
10.0	RACCORDEMENT DE PIED DE DENT.....	45			
11.0	CHANFREIN LATERAL.....	48	16.0	ECART TANGENTIEL (OU ECART DE TRANSMISSION)..	59
			16.1	DEFINITION.....	59
			16.2	PRINCIPE DE LA MESURE.....	59
			16.3	RESULTAT DE LA MESURE....	60
			16.4	VALEURS RETENUES.....	60
			17.0	ECART RADIAL.....	61
			17.1	DEFINITION.....	61
			17.2	PRINCIPE DE LA MESURE.....	61
			17.3	RESULTAT DE LA MESURE....	62
			17.4	VALEURS RETENUES.....	62

(voir suite page suivante)

18.0	DENTURE DE MESURE.....	63
18.1	PIGNON ETALON.....	63
18.2	PIGNON ETALON POUR VERIFICATION DE L'ECART TANGENTIEL.....	63
18.3	PIGNON ETALON POUR VERIFICATION DE L'ECART RADIAL.....	64
19.0	ETAT DE SURFACE MICROGEOMETRIQUE.....	65
19.1	SURFACES CONSIDEREE.....	65
19.2	SENS DE LA MESURE.....	65
19.3	PARAMETRES DE RUGOSITE.	66
19.4	INDICATIONS A PORTER AU PLAN.....	66
19.5	TOLERANCES.....	66
20.0	CRITERES DE CONFORMITE.	67
21.0	FORMULES DES TOLERANCES NORMALISEES (pour la classe 5).....	68

ANNEXES

22.0	ANNEXE 1 PSA.....	70
23.0	ANNEXE 1 RENAULT.....	73
24.0	ANNEXE 1 RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS.....	74
25.0	ANNEXE 2.....	75
26.0	ANNEXE 3 : TABLEAUX DES TOLERANCES.....	76
27.0	ANNEXE 4.....	94
27.1	JEU ENTRE DENTS.....	94
27.2	BOMBE.....	94

1.OBJET

La présente norme définit les différentes caractéristiques d'une denture en développante de cercle qu'il y a lieu de vérifier pour répondre à une fonction déterminée. Elle précise les méthodes utilisées pour vérifier ces caractéristiques et indique en accord avec les règles définies par la norme ISO 1328, les valeurs des tolérances admissibles pour chacune des classes de précision ISO qui peuvent être retenues pour qualifier une denture.

2.DOMAINE D'APPLICATION

Cette norme s'applique à toutes les dentures en développante de cercle relatives à des pièces équipant les véhicules automobiles, définies sur les plans des groupes PSA PEUGEOT CITROEN et RENAULT. Elle concerne les pièces finies et prêtes au montage et n'est donc pas nécessairement valable pour les contrôles intermédiaires en cours de fabrication.

3.DOCUMENTS CITES

Documents internationaux

Normes ISO : 701, 1328.

Documents français

NF E 22 381
NF E 02 204

Documents PSA	Documents RENAULT
Normes :	Normes :
A32 6110	01 - 10 - 302

4.EXPRESSION SUR DOCUMENT

Voir en Annexe 1 expression sur document pour :

- PSA PEUGEOT CITROEN.
- RENAULT.
- RENAULT VEHICULES INDUSTRIELS.

5.TERMINOLOGIE - SYMBOLES (SUIVANT LA NORME ISO 701)

DENTURES EN DEVELOPPANTE DE CERCLE		B18 1155	8/98
a	Entraxe	x	($P \cdot m_n = 25.4$)
a_w	Entraxe de fonctionnement		Coefficient de déport de denture ($x \cdot m_t = \text{déport de denture}$)
b	Largeur de denture	z	Nombre de dents
C_α	Bombé de profil	α_n	Angle de pression normal
fC_α	Ecart du bombé de profil	α_t	Angle de pression transversal
C_β	Bombé d'hélice	α_{wn}	Angle de pression normal de fonctionnement
fC_β	Ecart du bombé d'hélice	α_{wt}	Angle de pression transversal de fonctionnement
C_{da}	Dépouille de tête	α_{wta}	Angle de pression transversal actif de tête
C_{df}	Dépouille de pied	α_{wtf}	Angle de pression transversal actif de pied
C_{dβ}	Dépouille d'hélice		
d	Diamètre de référence	β	Angle d'hélice de référence
d_w	Diamètre primitif de fonctionnement	β_w	Angle d'hélice de fonctionnement
d_b	Diamètre de base	β_b	Angle d'hélice de base
d_a	Diamètre de tête	ε_α	Rapport transversal de conduite
d_f	Diamètre de pied	ε_β	Rapport de recouvrement
d_{wa}	Diamètre actif de tête	ε_γ	Rapport total de conduite ($\varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$)
d_{wf}	Diamètre actif de pied	Σ	Angle des axes
d_{αa}	Diamètre de forme de tête	f_{fα}	Ecart de forme du profil
d_{αf}	Diamètre de forme de pied	f_{fβ}	Ecart de forme de l'hélice
S_{bn}	Epaisseur de base normale	f_{Hα}	Ecart de direction du profil
S_{bt}	Epaisseur de base transversale	f_{Hαm}	Moyenne des écarts de direction du profil
L_{AE}	Longueur active (de tangente au cercle de base)	f_{Hβ}	Ecart de direction de l'hélice
m_n	Module normal	f_{Hβm}	Moyenne des écarts de direction de l'hélice
m_t	Module transversal	w_{fHβ}	Etendue maximale des écarts de direction de l'hélice
m_{wt}	Module transversal de fonctionnement	f'_i	Saut tangentiel (dent à dent)
p_n	Pas normal	f''_i	Saut radial (dent à dent)
p_t	Pas transversal	f_{pt}	Ecart de pas transversal
p_{bn}	Pas de base normal	f_r	
p_{bt}	Pas de base transversal		
P	Diamétral pitch		

DENTURES EN DEVELOPPANTE DE CERCLE	B18 1155	9/98
---	-----------------	------

f_u	Saut de dent à la bille (dent à dent)
f_{um}	Ecart de pas consécutifs
F'_i	Ecart de pas consécutifs moyen
F''_i	Ecart composé tangentiel
F_p	Ecart composé radial
F_{pk}	Ecart cumulé total de pas (erreur totale de division)
F_r	Ecart cumulé de pas sur k pas
F_α	Battement simple radial à la bille
F_β	Ecart total de profil
j_{bn}	Ecart total d'hélice
j_{wt}	Jeu entre dents normal
j_r	Jeu entre dents circonférentiel
k	Jeu radial
L_α	Nombre d'éléments de comptage
L_β	Longueur d'exploitation du profil
Q	Longueur d'exploitation de l'hélice
	Classe de qualité

DENTURES EN DEVELOPPANTE DE CERCLE	B18 1155	10/98
------------------------------------	----------	-------

Indice n	Elément normal défini dans un plan orthogonal aux flancs de denture
Indice t	Elément transversal défini dans un plan orthogonal à l'axe de roue
Indice x	Elément axial défini dans un plan passant par l'axe de roue
Indice m	Relatif à la moyenne
Indice w	Relatif au fonctionnement
Exposant '	Relatif au tangentiel
Exposant ''	Relatif au radial

6.DEFINITIONS ELEMENTAIRES

6.1.ROUE D'ENGRENAGE

Organe denté destiné à en mouvoir un autre, ou à être mû par lui, par l'action des dents venant successivement en contact.

6.2.ENGRENAGE

Mécanisme élémentaire constitué de deux roues d'engrenage, mobiles autour d'axes de position relative invariable et dont l'une entraîne l'autre par l'action des dents venant successivement en contact.

6.2.1.ENGRENAGE PARALLELE

Engrenage dont les axes sont parallèles.

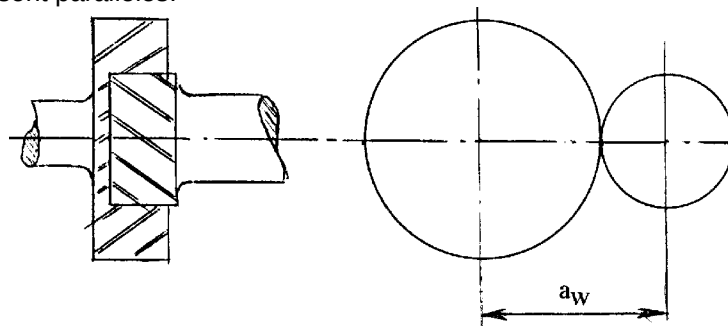


Fig1
Engrenage Parallèle

6.2.2.ENGRENAGE GAUCHE

Engrenage cylindrique dont les axes ne sont pas dans le même plan.

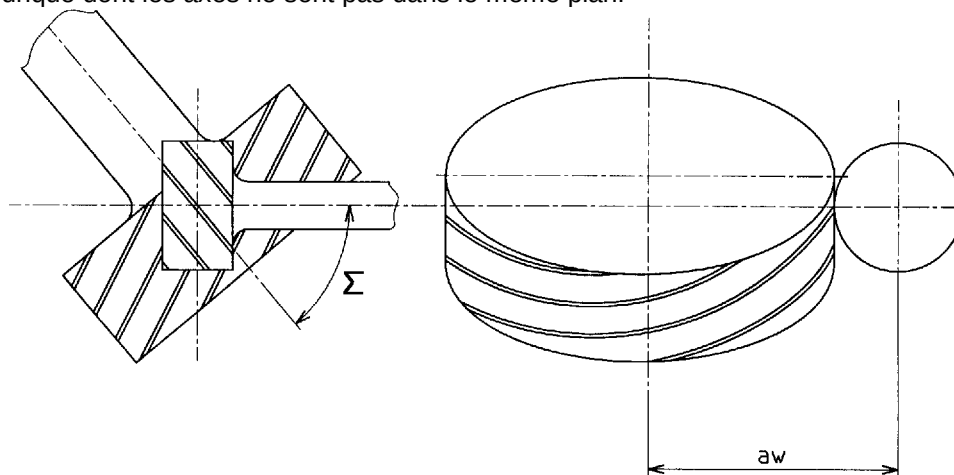


Fig2
Engrenage Gauche

6.3.DENT

Denture extérieure : chacun des éléments en saillie.

Denture intérieure : chacun des éléments en saillie.

6.4.ENTRAXE

Symbole : a

Distance entre les axes d'un engrenage parallèle ou gauche.

L'entraxe théorique est l'entraxe pris en compte pour le calcul des dentures. Il est utilisé pour définir les épaisseurs théoriques sans jeu et le diamètre actif de pied.

Il correspond généralement à l'entraxe minimum de fonctionnement pour les engrenages extérieurs et au maximum pour les engrenages intérieurs.

6.5.ANGLE DES AXES (POUR ENGRENAGE GAUCHE)

Symbole : Σ

Plus petit angle dont on doit faire tourner un des axes pour l'amener en parallélisme avec l'autre, de telle sorte que les sens de rotation des roues soient opposés tout en étant individuellement conservés.

6.6.PLAN TRANSVERSAL

Plan perpendiculaire à l'axe de rotation.

6.7.CERCLE DE BASE

Cercle théorique sur lequel roule la droite dont un point génère la développante. Son diamètre a pour symbole d_b .

6.8.HELICE DE BASE

Dans une roue hélicoïdale à développante, ligne d'intersection de l'hélicoïde développable d'un flanc avec le cylindre de base.

6.9.ANGLE D'HELICE

Angle aigu de la tangente à une hélice avec la génératrice du cylindre portant l'hélice. (fig. 3).

En particulier, si le cylindre est le cylindre de base de diamètre d_b , l'angle d'hélice est l'angle d'hélice de base de symbole β_b .

Nota : L'inclinaison d'hélice est l'angle complémentaire à l'angle d'hélice.

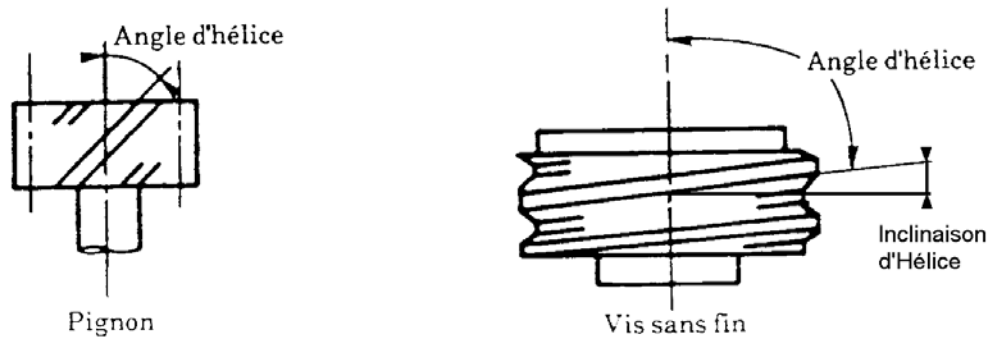


Fig3
Pignon et vis sans fin

6.10.SENS DE L'HELICE

Le sens de l'hélice est le sens conventionnel adopté pour les filetages (fig. 4).

DENTURE	HELICE A DROITE	HELICE A GAUCHE
EXTERIEURE		
INTERIEURE (représentation pièce coupée)		
CREMAILLERE (vue du dessus)		

Fig4
Sens de l'hélice

6.11.PAS DE BASE

6.11.1.PAS DE BASE TRANSVERSAL

Symbole : P_{bt}

Longueur de l'arc du cercle de base compris entre les points de rebroussement des développantes de deux profils homologues consécutifs d'une roue cylindrique.

6.11.2.PAS DE BASE NORMAL

Symbole : P_{bn}

Longueur de l'arc d'une hélice orthogonale aux hélices de base compris entre les hélices de base des hélicoïdes développables de deux flancs homologues consécutifs d'une roue hélicoïdale ($P_{bn} = P_{bt} \cdot \cos \beta_b$).

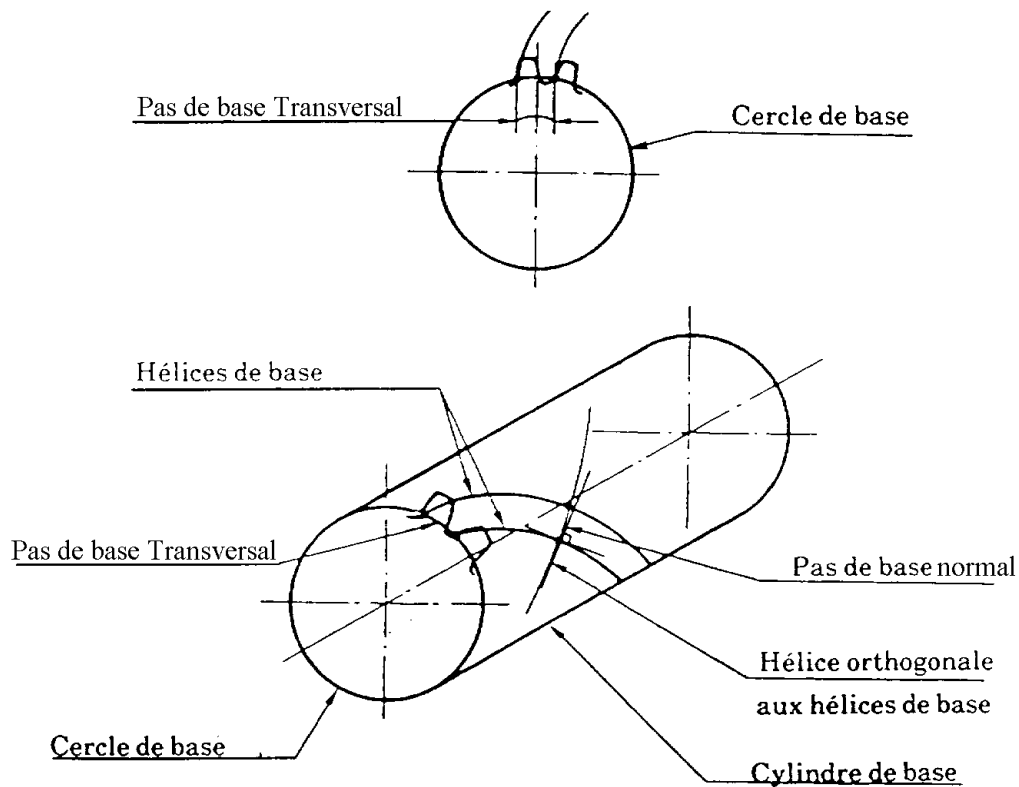


Fig5
Pas de base

6.12.EPAISSEUR OU INTERVALLE DE DENTURE THEORIQUE

6.12.1.EPAISSEUR TRANSVERSALE DE BASE (OU INTERVALLE TRANSVERSAL DE BASE)

Symbole : S_{bt}

Longueur de l'arc du cercle de base compris entre les points de rebroussement des développantes de deux profils d'une dent ou d'un entre dent.

6.12.2.EPAISSEUR NORMALE DE BASE (OU INTERVALLE NORMAL DE BASE)

Symbole : S_{bn}

Longueur de l'arc d'une hélice orthogonale aux hélices de base compris entre les hélices de rebroussement des hélicoïdes développables des deux flancs d'une dent ou d'un entre dent ($S_{bn} = S_{bt} \cdot \cos \beta_b$).

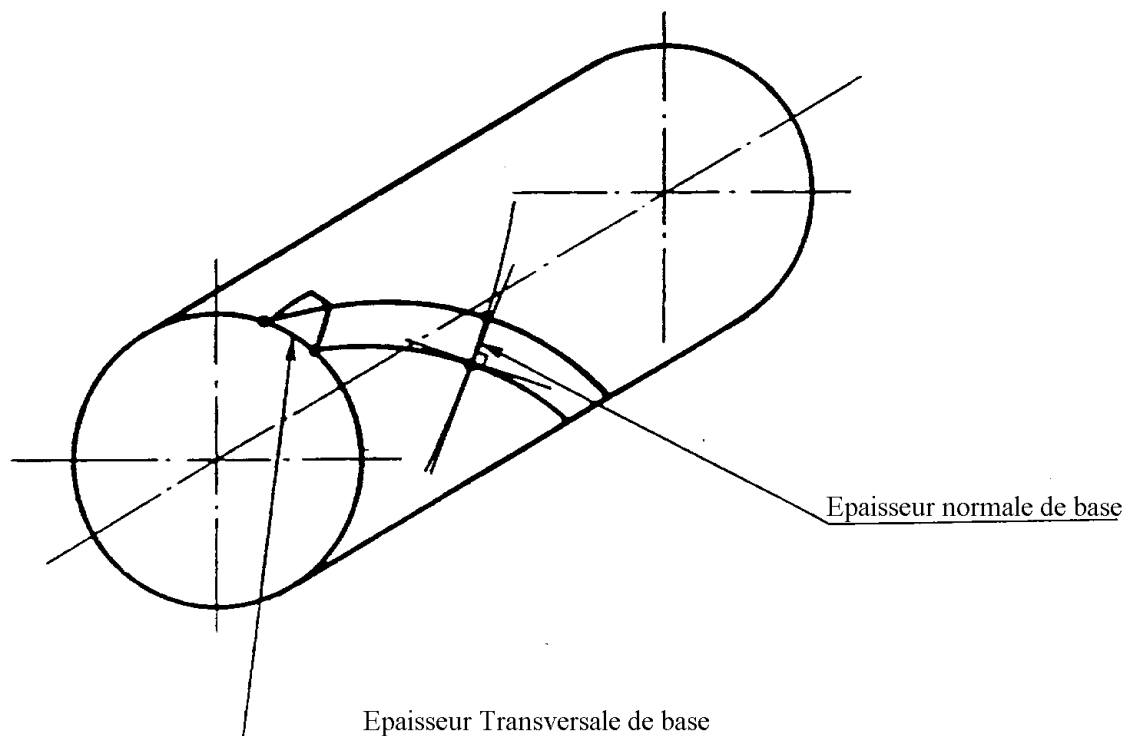
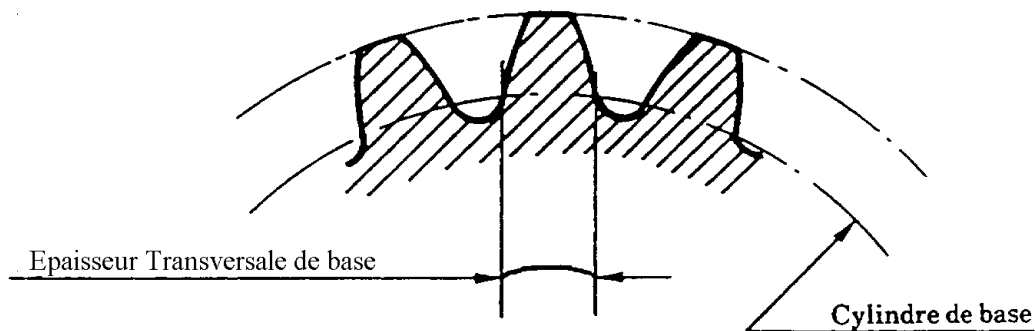


Fig6
Epaisseur denture

6.13.JEU ENTRE DENTS

6.13.1.JEU ENTRE DENTS NORMAL

Symbole : j_{bn}

Le jeu entre dents normal est la plus courte distance entre les flancs inactifs d'un engrenage lorsque les flancs actifs sont en contact et que l'entraxe est à la valeur théorique.

6.13.2.JEU ENTRE DENTS CIRCONFÉRENTIEL

Symbole : j_{wt}

Le jeu entre dents circonférentiel est la longueur d'arc maximum sur le cercle primitif de fonctionnement décrit par un pignon lorsque l'autre est fixe et que l'entraxe est à la valeur théorique.

$$j_{wt} = \frac{j_{bn}}{\cos \alpha_{wt} \cdot \cos \beta_b}$$

6.13.3.JEU RADIAL

Symbole : j_r

Le jeu radial est la variation d'entraxe, à partir de l'entraxe théorique, nécessaire pour mettre simultanément les deux flancs de pignons conjugués en contact.

$$j_r = \frac{j_{wt}}{2 \cdot \tan \alpha_{wt}}$$

6.14.SOMMET DE DENT - PIED DE DENT

6.14.1.CERCLE ET SURFACE DE TÊTE

La surface de tête est le cylindre (ou cône) de révolution, coaxial à la roue, circonscrit aux sommets de dents pour une denture extérieure et le cylindre (ou cône) inscrit aux sommets de dents pour une denture intérieure.

Le cercle de tête est la circonférence définie par l'intersection de la surface de tête par un plan perpendiculaire à l'axe de la roue.

6.14.2.CERCLE ET SURFACE DE PIED

La surface de pied est le cylindre (ou cône) de révolution, coaxial à la roue, circonscrit au fond des entre-dents pour une denture extérieure et le cylindre inscrit au fond des entre-dents pour une denture intérieure.

Le cercle de pied est la circonférence définie par l'intersection de la surface de pied par un plan perpendiculaire à l'axe de roue.

6.14.3.CERCLES ACTIFS DE TÊTE ET DE PIED

Ce sont les circonférences des sections droites des cylindres de révolution limitant la zone active de la surface en hélicoïde développable côté sommet de dent d'une part, côté pied de dent d'autre part.

Nota :

a) Denture extérieure (figure 7)

En l'absence de chanfrein en sommet de dent, le cercle actif de tête est confondu avec le cercle de tête.

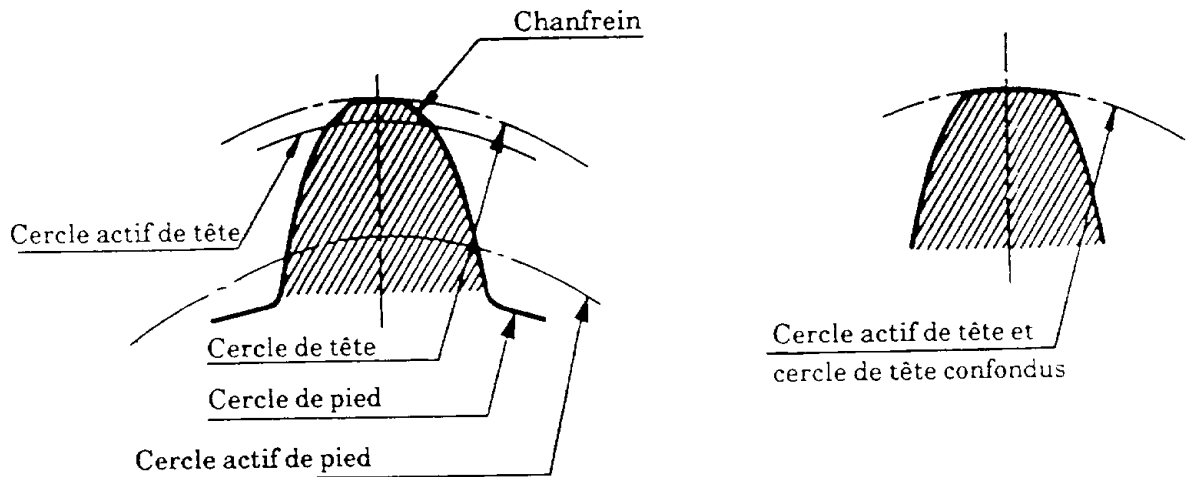


Fig7

Denture extérieure

b) Denture intérieure (figure 8)

En l'absence de chanfrein en tête de dent, le cercle actif de tête est confondu avec le cercle de tête.

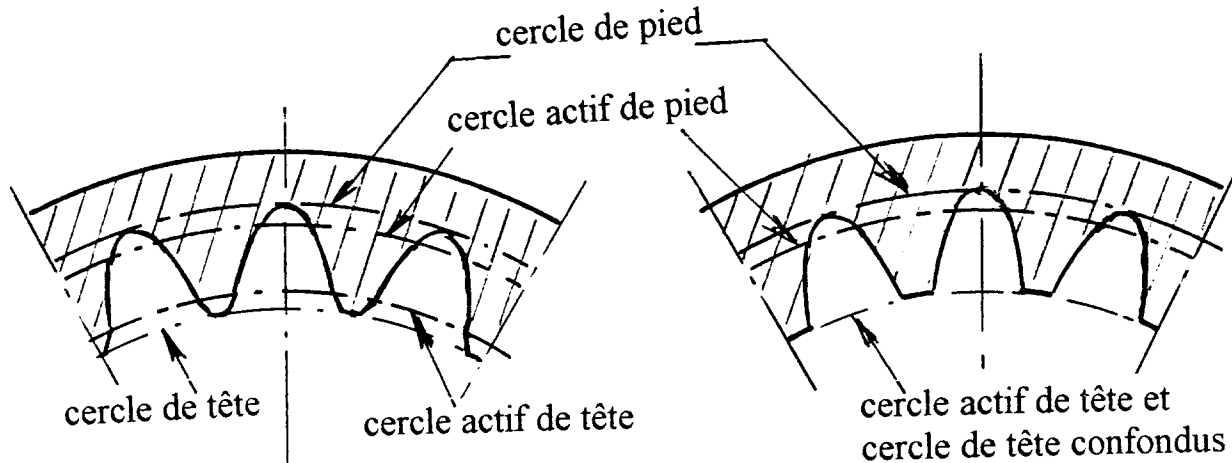


Fig8

Denture intérieure

6.14.4.DETAIL DU CHANFREIN EN SOMMET DE DENT

Sauf indication particulière portée au plan, le chanfrein, habituellement en développante de cercle, en sommet de dent est réalisé pour garantir la relation :

$$0,8 \leq \frac{c}{c'} \leq 1,2$$

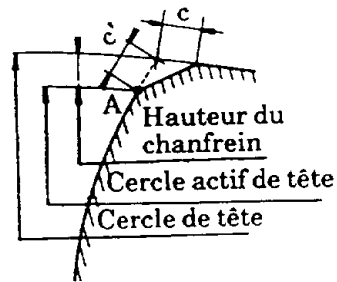


Fig9

Détail du chanfrein de dent

6.15.CARACTERISTIQUES DE REFERENCE

Ce sont les caractéristiques d'un engrenage, définies par convention pour un angle de pression normal de 20°.

6.15.1.CYLINDRE DE REFERENCE

Surface de référence d'une roue cylindrique, dont le diamètre a pour symbole d.

6.15.2.ANGLE D'INCIDENCE NORMAL

Angle aigu minimal entre le rayon passant par un point d'un flanc et le plan tangent au flanc en ce point.

6.15.3.ANGLE DE PRESSION NORMAL

Symbole : α_n

Angle d'incidence normal en l'un des points où le flanc coupe le cylindre de référence.

6.15.4.ANGLE D'HELICE DE REFERENCE

Symbole : β

Angle d'hélice lorsque le cylindre est le cylindre de référence.

6.16.CARACTERISTIQUES DE GENERATION

6.16.1.ANGLE D'INCIDENCE TRANSVERSAL

Symbole : θ

Angle aigu entre le rayon passant par un point d'un flanc et la tangente en ce point dans le plan transversal.

6.16.2.ANGLE DE ROULEMENT

Symbole : ρ

Angle dont l'arc sur un cercle de base de rayon égal à l'unité est égal à la tangente de l'angle de pression en un point donné de la développante à ce cercle.

6.16.3.ANGLE POLAIRE

Symbole : τ

Angle entre un vecteur rayon en un point de la développante et la ligne rayon passant par l'intersection de la développante et du cercle de base.

Nota : $\text{inv } \theta = \tan \theta - \theta$

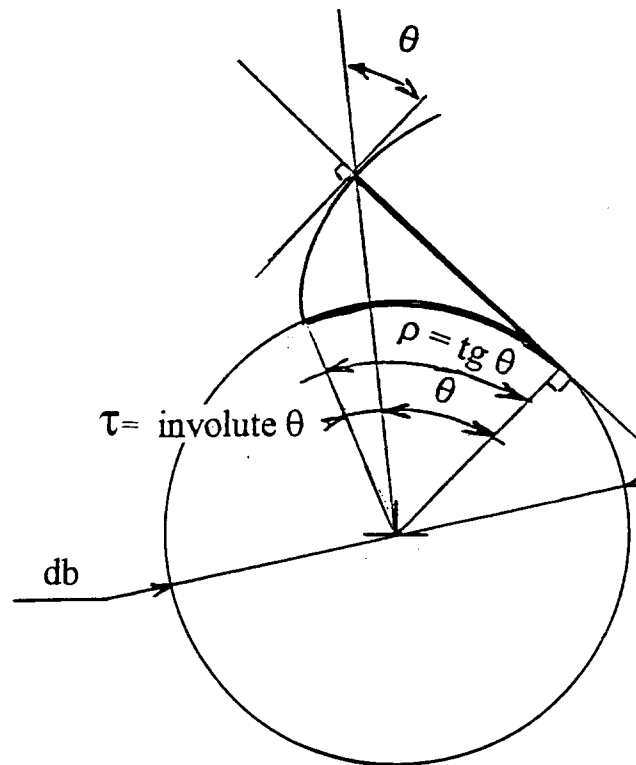


Fig10

Caractéristiques de génération

6.17.CARACTERISTIQUES COMPLEMENTAIRES DE REALISATION

6.17.1.SURFACE DE RACCORDEMENT

Portion du flanc comprise entre le flanc utilisable et le fond d'entre-dent (fig. 11).

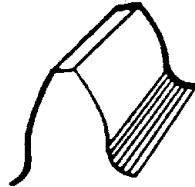


Fig11
Surface de raccordement

6.17.2.DENTURE THEORIQUE

Hélicoïde défini à partir du diamètre de base et de l'hélice de base.

6.17.3.DENTURE DE REFERENCE

Hélicoïde dont le profil et /ou l'hélice peuvent être, volontairement, définis différents du théorique.

6.17.4.DENTURE EFFECTIVE

Denture réalisée.

6.17.5.ECARTS DE REFERENCE

Différence entre les caractéristiques de la denture de référence et celles de la denture théorique.

6.17.6.ECARTS EFFECTIFS

Différence entre les caractéristiques d'une denture effective et celles de la denture de référence.

6.17.7.BOMBE DE PROFIL

Modification intentionnelle de la forme du profil aux dépends de l'épaisseur de matière à la tête, et/ou au pied, ayant pour but d'améliorer l'engrènement (fig. 12).

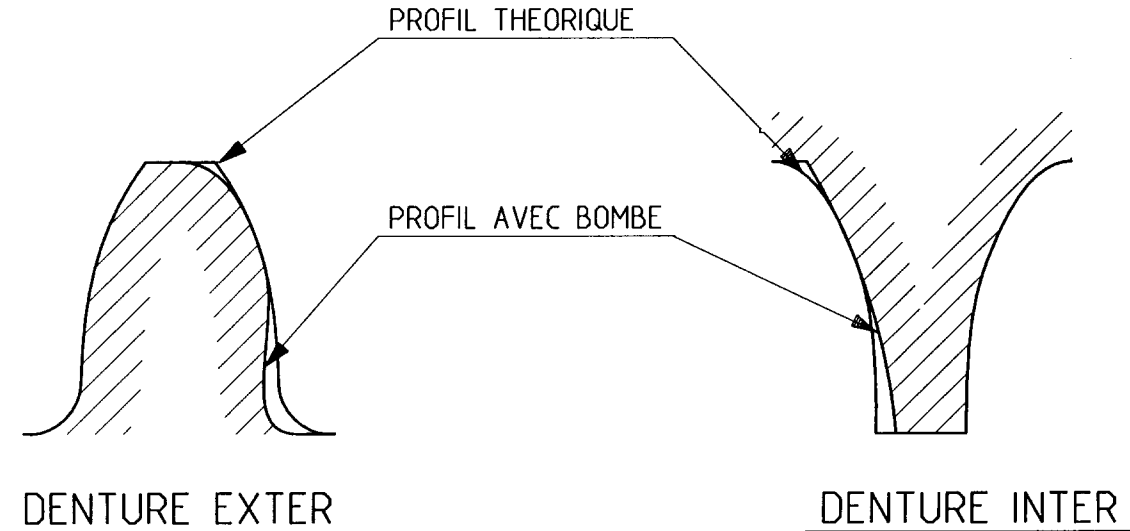


Fig12
Bombé de profil

6.17.8.BOMBE D'HELICE

Réduction progressive intentionnelle de l'épaisseur d'une dent depuis la partie médiane vers chaque extrémité, ayant pour but d'améliorer l'engrènement (fig. 13).



Fig13
Bombé d'hélice

6.17.9.LONGUEUR D'EXPLOITATION

Portion d'un graphe utilisée pour la caractérisation des différents critères de qualification.

7. CLASSE DE PRECISION

Les normes ISO définissent 13 classes de précision (de 0 à 12).

A la date de la parution de cette norme, les engrenages utilisés dans les transmissions véhicules doivent être dans les classes de la présente norme (5 à 11) en correspondance avec la norme ISO 1328/2 (rapport technique en projet - Mai 1992)..

La correspondance classe à classe des anciennes éditions des normes B18 1155 (PSA) et 01-33-001 (RENAULT) avec la présente édition est la suivante :

Correspondances fixant l'exécution des pièces dont la définition est antérieure à la norme								
NORME PSA B18 1155 ind OR NORME RENAULT 01-33-001 éditions 07/72 à 02/82	CORRESPONDANCE DES CLASSES DE PRECISION							
	ANCIENNES CLASSES	-	1	2	3	4	5	6
	NOUVELLES CLASSES	5	6	7	8	9	10	11

La classe de précision doit figurer sur le plan dans le tableau des caractéristiques (voir Annexe 1).

Exemples d'application des nouvelles classes de précision : voir annexe 2.

La même classe s'applique à tous les éléments de la denture d'une roue d'un engrenage. Toutefois, dans certaines applications particulières une classe différente pourra être adoptée pour tel ou tel élément. Cette précision doit impérativement figurer dans le tableau des caractéristiques.

Remarque : Les tolérances sont établies en fonction du module normal à 20° d'angle de pression normal.

Dans le cas d'une denture définie à un angle α_n différent de 20°, les formules ci dessous sont appliquées :

$$m_n = \frac{P_{bn}}{\pi \cos 20^\circ} \quad \sin \beta = \frac{\sin \beta_b}{\cos 20^\circ} \quad d = z \cdot m_t = z \cdot \frac{m_n}{\cos \beta}$$

8. VERIFICATION DES FLANCS DE DENT

8.1. GENERALITES

8.1.1. OBJET DE LA VERIFICATION DES FLANCS

La vérification des flancs concerne les surfaces en hélicoïdes développables et est effectuée par les relevés du profil et de l'hélice ou de la topographie.

8.1.2. IDENTIFICATION DES FLANCS DE DENTS

8.1.2.1. Flanc tirage

Celui des deux flancs d'une dent par lequel se transmet le mouvement de, ou à, la roue conjuguée (figure 14).

8.1.2.2. Flanc rétro

Le flanc anti-homologue du flanc tirage d'une dent (figure 14).

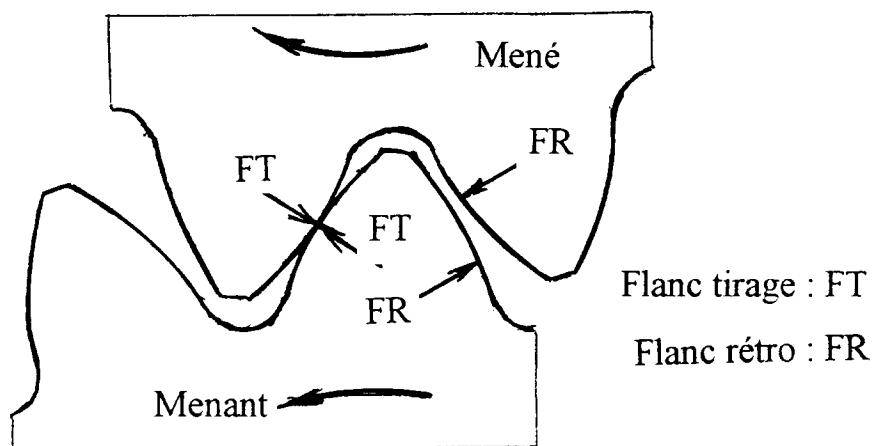


Fig14

Flanc tirage et flanc rétro

Le plan doit identifier le flanc tirage (FT) et le flanc rétro (FR) et la face de référence de la denture.

Ces précisions doivent figurer sur les rapports de mesure.

Dans le cas d'un engrènement multiple, la pièce intermédiaire doit être repérée par sa fonction dans le premier engrènement.

Tout rapport de mesure doit comporter un croquis précisant l'orientation de la pièce (voir fig 15)

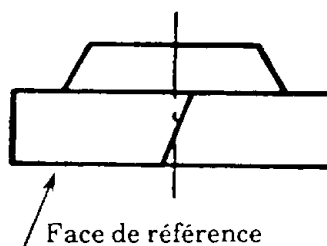


Fig15

Identification des flancs de dents

Nota : Lorsque la pièce est symétrique ou présente une dissymétrie difficilement reconnaissable à l'oeil nu, il est nécessaire de repérer la face de référence sur les pièces mesurées.

Lorsque les flancs ne sont pas identifiés, l'identification se fait par rapport à une dent. Le flanc droit (ou gauche) est celui qui est à droite (ou gauche) de la dent vue sommet en haut en observant une face déterminée de la pièce : face de référence précisée au plan par les études.

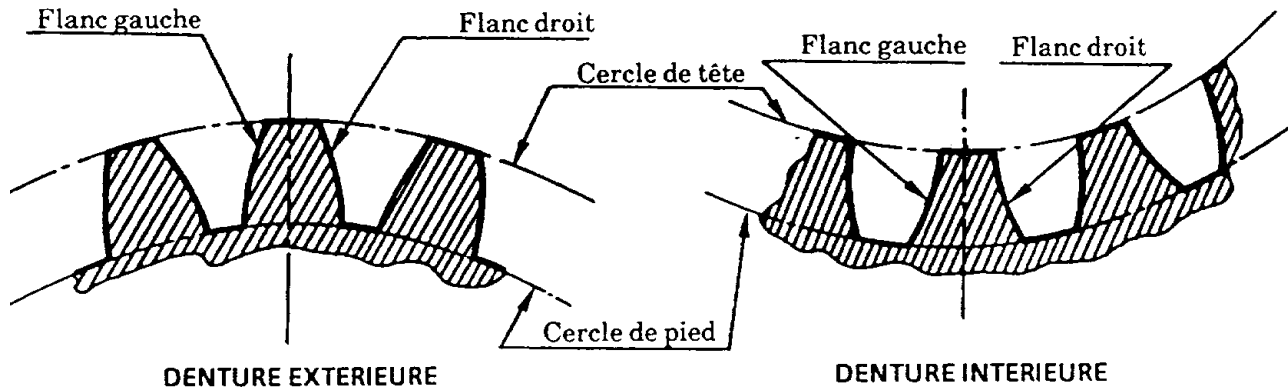


Fig16

Denture Extérieure et Intérieure

8.1.3.PRATIQUE DES MESURES

8.1.3.1.Appareil de mesure

Comme pour toute mesure, la précision de l'ensemble de l'appareil de la chaîne de mesure doit être suffisante vis-à-vis de la tolérance à mesurer (voir norme NF E 02-204). Dans tous les cas, les valeurs numériques des écarts mesurés s'expriment en micromètres.

Lorsque les relevés de profil et d'hélice sont effectués sur machine spéciale dotée d'un dispositif d'enregistrement graphique et munie d'un cercle de base matérialisé, la tolérance du diamètre du cercle de base est **js 4**.

Les recommandations concernant les machines de mesure à calculateur sont les suivantes :

Rayon du palpeur : 0,5 mm		
-	Profil	Hélice
Vitesse de palpage	1 mm/s (2 mm/s max.)	1,5 mm/s (2 mm/s max.)
Incrément	0,075 mm (0,1 mm max.)	0,1 mm (0,15 mm max.)

8.1.3.2.Zones de mesure

NOTA : Dans le cas de mesures effectuées après phosphatation, les valeurs mesurées ne doivent pas être comparées aux limites des classes de la norme.

Les mesures des hélices et des profils sont réalisées sur les 2 flancs sur un minimum de 3 dents également réparties.

Remarque : Il y a lieu de tenir compte du procédé d'usinage (exemple : nombre de filets de la fraise, etc...).

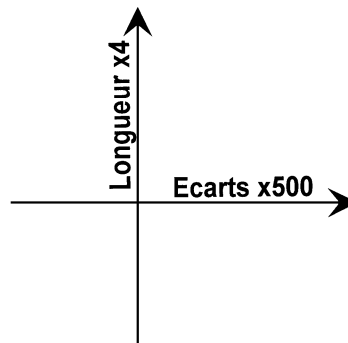
Le palpage est effectué dans le plan médian de la largeur de denture en ce qui concerne le profil, et au niveau du diamètre moyen entre actif de pied et actif de tête en ce qui concerne l'hélice sauf dans le cas de l'exécution d'une topographie.

Les relevés de profil et d'hélice doivent faire apparaître les échappements du palpeur.

8.1.3.3.Amplifications généralement utilisées

X 4 pour les longueurs de profil et d'hélice.

X 500 pour les écarts.



8.1.3.4.Indications à porter sur les graphiques

- Schéma de la position de la pièce sur machine de mesure avec identification de la face de référence.
- N° de la dent vérifiée.
- Indication de la matière (avec hachures par exemple).
- Indication du flanc de dent contrôlé : Tirage (FT) ou Rétro (FR), ou à défaut Droite (FD) ou Gauche (FG).
- Tracé des lignes limitant la longueur d'exploitation pour le profil et/ou l'hélice (voir § 8.2.1 et 8.3.1).
- Indication du pied ou de la tête de la dent en ce qui concerne le profil.
- Indication du haut ou du bas de la denture en ce qui concerne l'hélice ainsi que le sens de l'hélice (à porter sur le croquis de la pièce).
- Le rayon du palpeur utilisé.
- Les amplifications utilisées.
- La référence d'axe de mesure.

Remarque : Pour des applications internes aux ateliers, ces indications peuvent ne pas apparaître en totalité, si un document émanant des services techniques compétents les détermine une fois pour toutes.

8.1.4.PRESENTATION ET EXPLOITATION DES ENREGISTREMENTS

Un graphe de profil ou d'hélice se présente:

- soit sous la forme d'une ligne courbe modulée continue,
- soit sous la forme d'une courbe avec dépouille(s) d'extrémité (précisée(s) au plan).

8.1.4.1. Présentation des enregistrements

8.1.4.1.1.a) Direction théorique

C'est la direction d'une denture dont le profil ou l'hélice correspond à la définition théorique (diamètre de base ou hélice de base sans correction de forme et de direction). Le graphe d'une telle denture présente une direction de profil ou d'hélice parallèle au lignage du papier (voir fig 17).

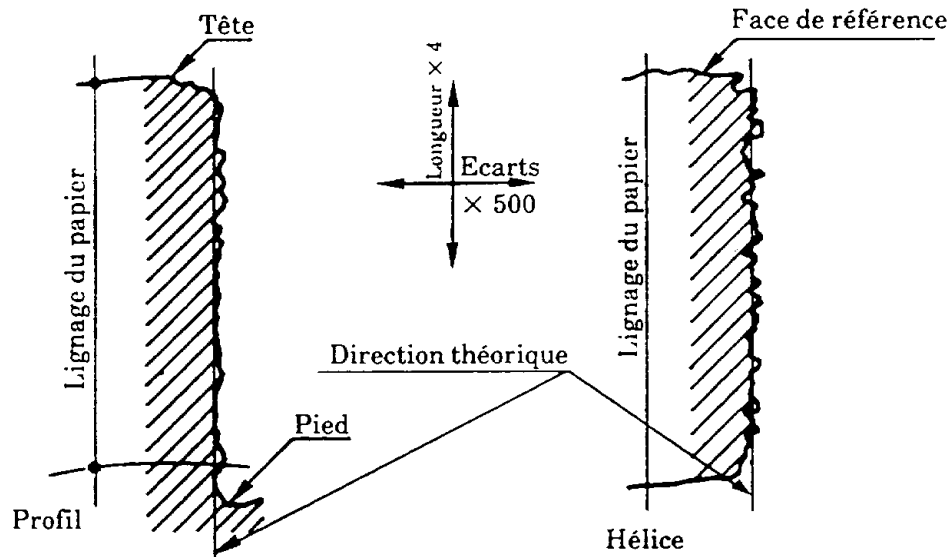


Fig17

Direction théorique profil et hélice

8.1.4.1.2.b) Direction de référence

C'est la direction d'une denture dont le profil ou l'hélice est décalé volontairement par rapport à la définition théorique et présente sur un graphe une direction inclinée par rapport au lignage du papier et à la direction théorique (voir fig 18).

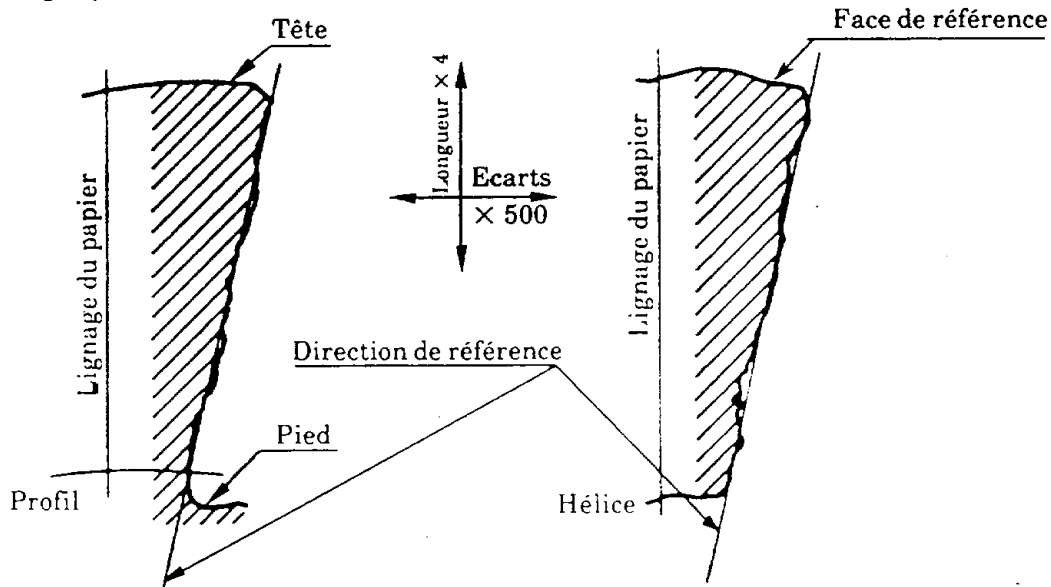


Fig18

Direction de référence Profil et Hélice

Nota : Sans correction portée sur le plan, la denture de référence est la denture théorique. Dans ce cas, la direction théorique et la direction de référence sont confondues.

8.1.4.1.3.c) Forme de référence

La forme de référence est la forme d'un graphe de profil ou d'hélice réalisé avec ou sans une modification de forme du type bombé ou dépouille (voir fig 19).

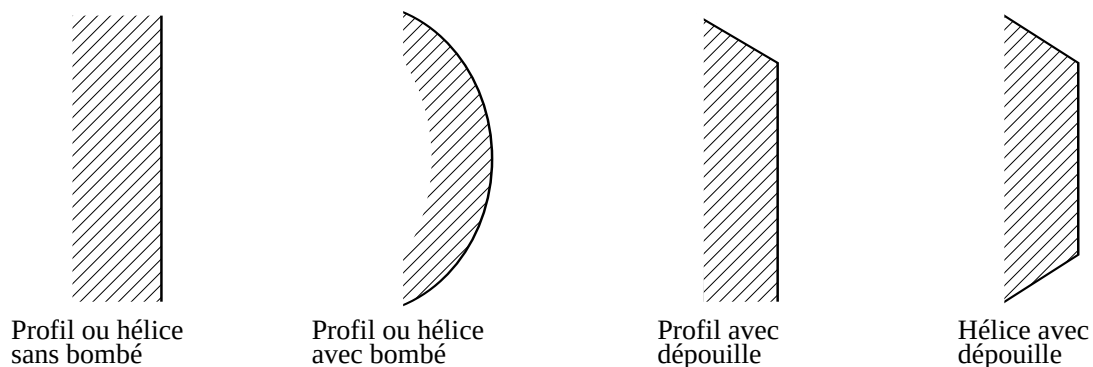


Fig19

Forme de référence

8.1.4.1.4.d) Courbe de référence

La courbe de référence est la courbe obtenue en basculant la forme de référence suivant la direction de référence.

8.1.4.1.5.e) Tracé effectif

Le tracé effectif est le graphe du profil ou de l'hélice d'une denture réalisée (voir fig 20).

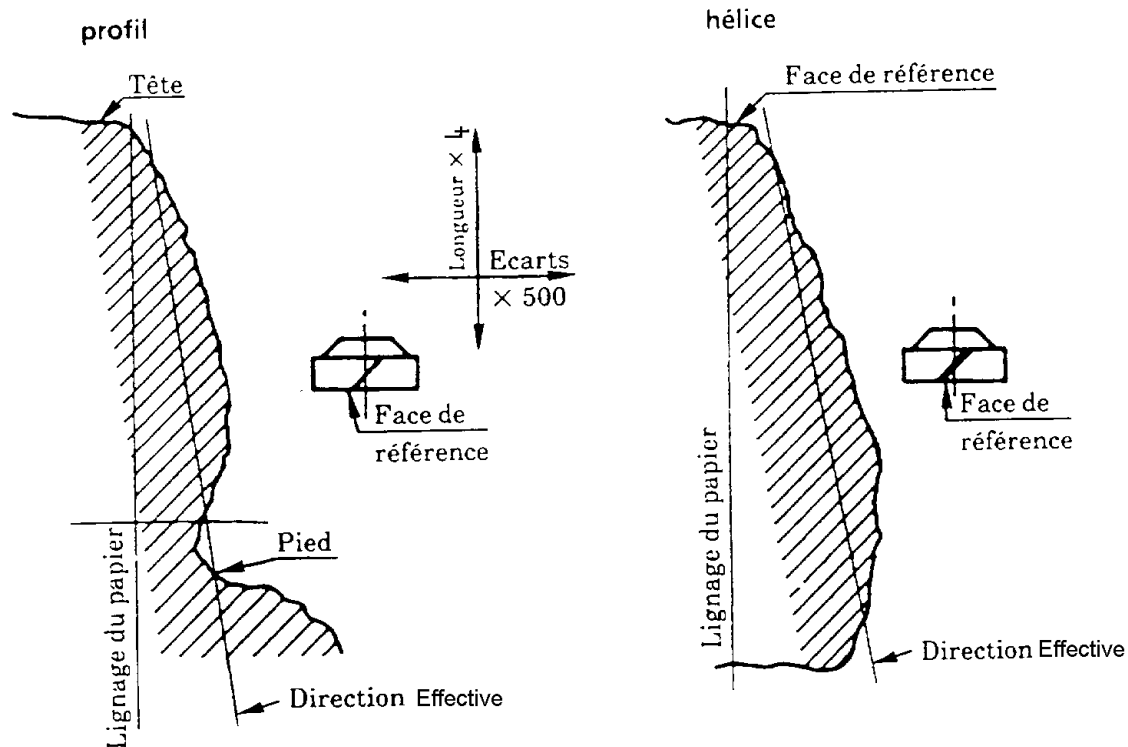


Fig20

Exemple de relevé de profil et d'hélice

8.1.4.2. Interprétation des enregistrements

8.1.4.2.1. Généralités

Ces graphes doivent avoir des tracés convexes pour les dentures extérieures et intérieures, sans rupture de forme localisée à caractère macrogéométrique par rapport à la forme de référence.

Si ces conditions ne sont pas remplies, l'expression chiffrée des écarts n'est pas représentative ; la comparaison avec les valeurs de la norme ne doit pas être faite, la pièce est déclarée non conforme.

La rupture de forme ne doit pas être confondue avec l'écart de forme (voir fig 21).

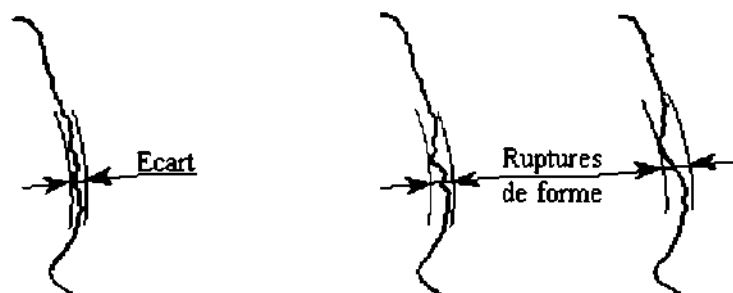


Fig21

Rupture de forme - Ecart de forme

L'exploitation des enregistrements peut se faire suivant les moyens en place, soit par une méthode informatique basée sur le calcul des moindres carrés, soit de façon manuelle.

Lorsque la méthode informatique existe, elle sert de référence et elle est la seule à prendre en compte en cas de litige.

8.1.4.3. Exploitation informatique des graphes

Tous les écarts se mesurent perpendiculairement à la direction théorique.

Les calculateurs donnent des résultats :

- soit par le calcul de la parabole des moindres carrés lorsque la forme de référence présente un bombé,
- soit par le calcul de la droite des moindres carrés lorsque la forme de référence ne présente pas de bombé, c'est à dire lorsqu'un bombé égal à zéro figure au plan.

Forme effective : la forme effective est la forme du graphe d'une courbe calculée (parabole des moindres carrés) à partir du tracé effectif.

Direction effective : la direction effective est déterminée par la droite qui joint les points d'intersection de la parabole (fig. 22) ou de la droite (fig. 22) des moindres carrés avec les lignes déterminant la longueur d'exploitation.

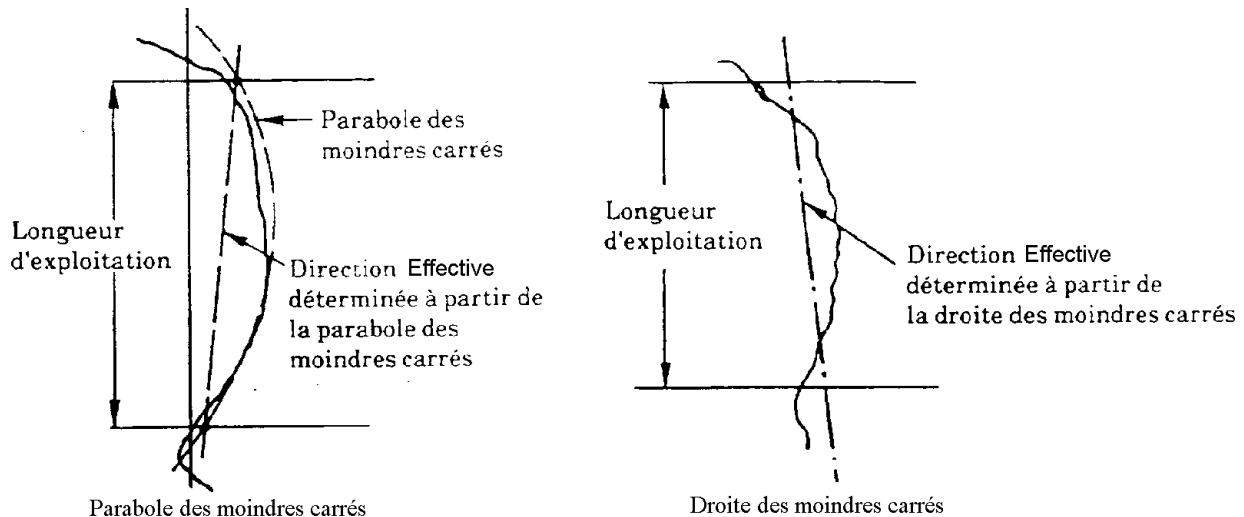


Fig22

Parabole et Droite des moindres carrés

Ecart de direction f_H ($f_{H\alpha}$ pour le profil et $f_{H\beta}$ pour l'hélice)

L'écart de direction caractérise la différence d'inclinaison entre la direction effective et la direction de référence.

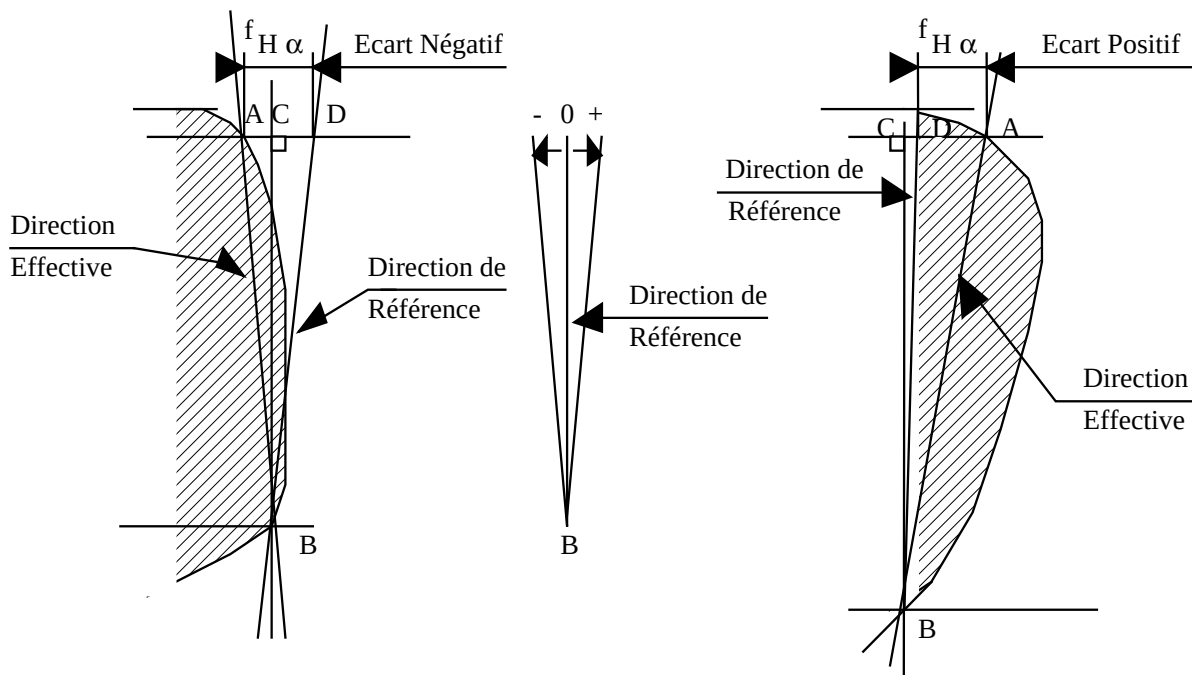


Fig23

*Ecart de direction***Bombé C (C_α pour le profil, C_β pour l'hélice)**

Le bombé est la flèche de la courbe de régression par rapport à la direction effective, mesurée dans le sens des écarts.

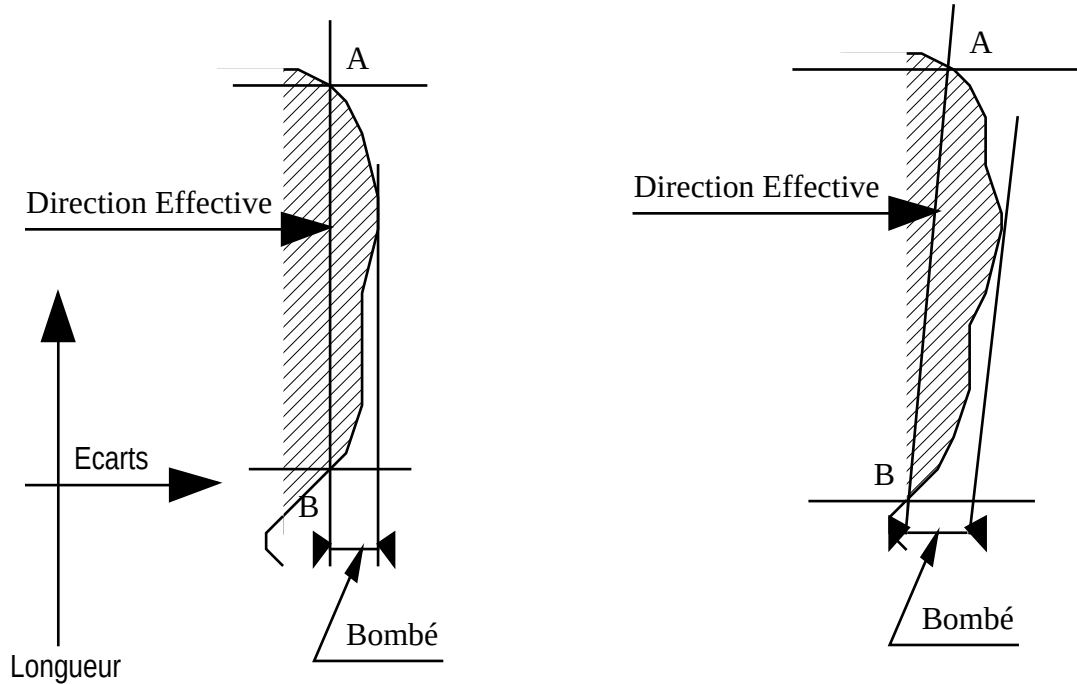


Fig24

Bombé de profil