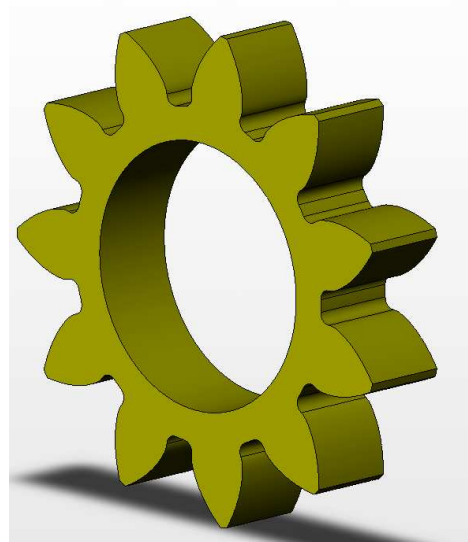
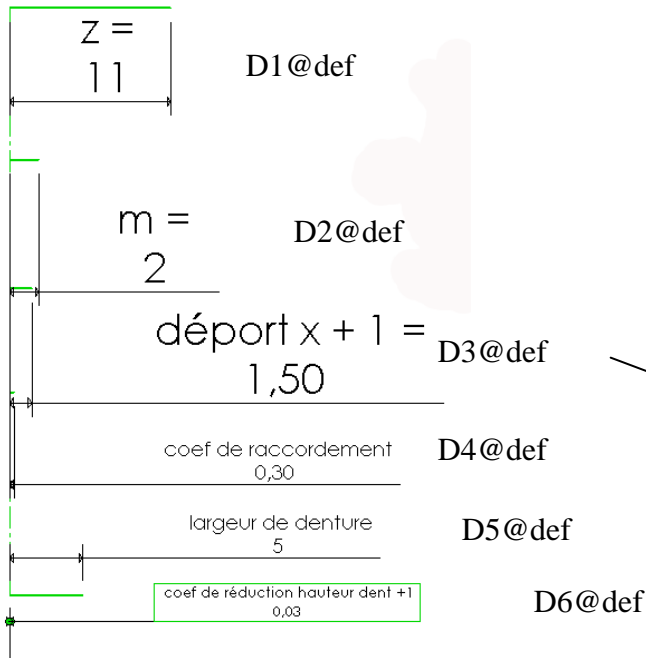


Définition de l'engrenage parallèle droit

Esquisse de départ de définition du pignon

il s'agit d'une esquisse "virtuelle" comportant des segments inutilisés mais dont la cote sera utilisée dans les équations



ne pouvant rentrer de cotes négatives, il faudra rajouter 1 au déport.

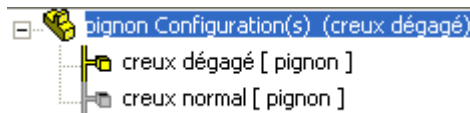
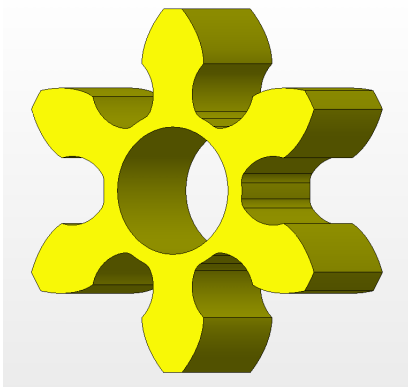
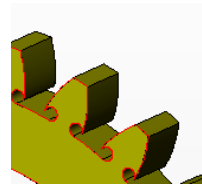
le coef de raccordement est le rayon de raccordement au pied de la dent (valeur par défaut $0,3 \cdot \text{module}$). (ce profil ne correspond pas au profil laissé par la crémaillère génératrice qui est l'enveloppe du rayon de la crémaillère coté à $0,38m$)

Le coef de réduction de hauteur de dent est utilisé lorsque l'on fait fonctionner le pignon dans un engrenage lorsque la somme des déports du pignon et de la roue est différente de zéro. ainsi il faut rectifier la hauteur des dents pour conserver le jeu de $0,5 m$ dans l'engrenage. Cette cote est par défaut pilotée par le fichier assemblage engrenage.

Attention !!! ne pas réduire le nombre de dents de façon importante, procéder par paliers, sinon risque d'erreurs de reconstruction irréversibles!
au pire éditer l'esquisse pied, supprimer momentanément les tangences, déplacer le cercle de tangence et réactiver les tangences

Configuration de pied de dent

En cas d'interférence de fonctionnement, (cas rare si l'on applique les corrections de denture usuelles) activer la config creux dégagé qui raccorde le rayon de pied au point de départ de l'interférence et englobe le dégagement nécessaire en forme de trochoïde : Attention ne pas activer cette config s'il n'y a pas d'interférences (erreurs de reconstruction)



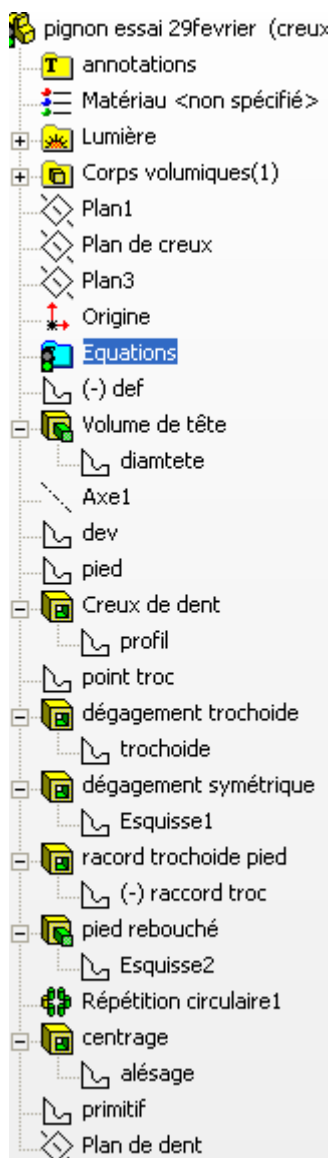
Note Concernant la conception du fichier : Pour obliger une chronologie dans les différentes relations géométriques d'esquisse mises en oeuvre, il peut s'avérer nécessaire de scinder les constructions géométriques en plusieurs esquisses successives, tout en recopiant (par conversion d'entités) d'une esquisse intermédiaire à la suivante.

Plans d'indexage de pignon

Le plan de creux est le plan de symétrie du creux d'une dent.

Le plan de dent est le plan de symétrie de la dent elle même.

Principe de tracé:



A partir d'un volume cylindrique de tête, on réalise un enlèvement de matière correspondant au creux de la dent.

Une courbe spline est formée par la suite du profil en développante (défini par 7 points) suivi d'un profil droit radial. *Bien qu'un profil parallèle à l'axe de la dent serait préférable pour la résistance, on s'affranchit d'un éventuel problème d'interférence tant que la ligne de contact ne dépasse pas le point T2 intersection avec le cercle de base.*

Ce profil est raccordé par un rayon au cylindre de pied.

Le fait d'avoir tout le temps la même entité à raccorder permet d'éviter de traiter à part les cas où le profil droit disparaît quand le rayon de base passe sous le rayon de pied : $Z > 41$ dents.

L'obtention par taillage du creux permet également d'éviter le problème de disparition de surface sur le diamètre de tête

Pour le problème du pied, une autre solution aurait consisté à tailler la dent avec un profil droit plus long (allant sous le diamètre de pied), puis de rajouter la matière pour combler jusqu'au diamètre de pied, et ensuite de créer une fonction volumique de raccordement.

Créer la dent en extrusion aurait évité cette difficulté, mais on aurait retrouvé la difficulté pré citée au sommet des dents.

Deux enlèvements de matières supplémentaires sont réalisés si la config creux dégagé est choisie pour réaliser un dégagement supplémentaire en pied de dent pour régler le problème de l'interférence: le premier est le dégagement minimum en forme de trochoïde, le deuxième est un dégagement plus important qui se raccorde au raccordement de pied initial.

Les esquisses :

dev : contient les 2 profils développante et raccordement.

pied : gère le raccordement avec le profil.

profil : définit le profil de la dent (symétrie et épaisseur).

point troc : contient le profil en trochoïde.

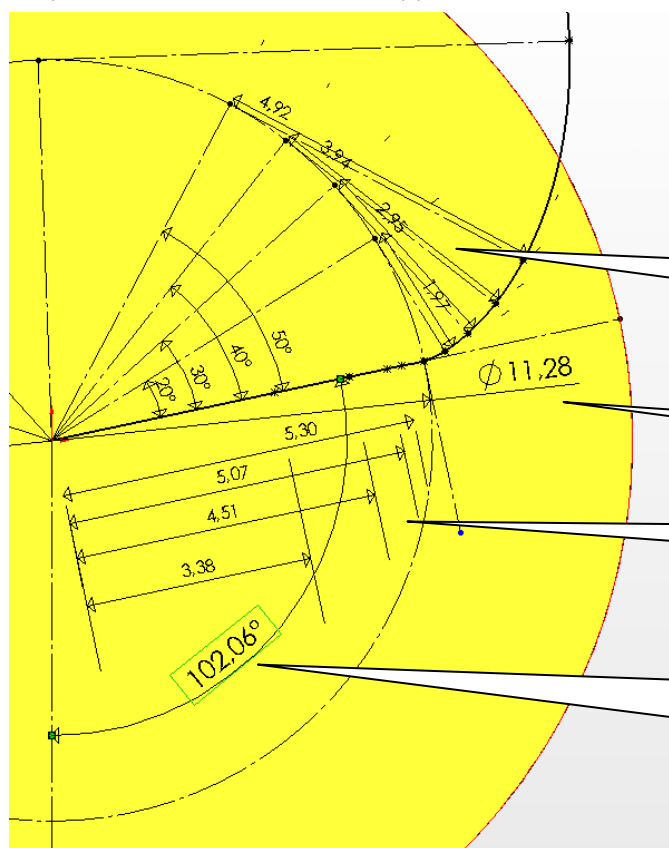
trochoïde : contient le profil mini de trochoïde.

raccord troc : contient le profil circulaire dégagé englobant la trochoïde.

centrage : réalise le diamètre intérieur : pour adapter cette cote supprimer l'équation D1@alésage:

primitif : uniquement là pour faire apparaître le cercle primitif et le cercle de base.

Esquisse de tracé de la développante



Les points qui définissent la développante sont pilotés par une équation définissant la longueur développée par rapport à l'angle. celle ci a été tracée exagérément très longue pour pouvoir obtenir des pignons avec très peu de dents. Le raccordement va jusqu'au centre, avec 4 points intermédiaire.

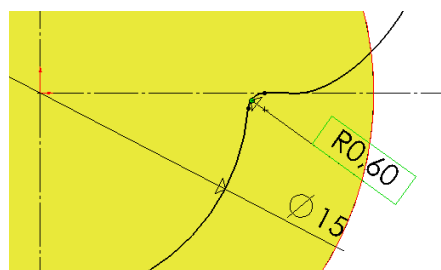
Tracé des points de la développante : la cote de longueur sur segment est calculée par équation à partir de la cote d'angle.

Diamètre de base.

Cotes de position des points sur le rayon radial.

Angle de départ de la dent pour avoir un plan de creux horizontal fonction de la différence épaisseur au cercle de base, épaisseur au primitif, et fonction du déport de denture qui influence l'épaisseur de la dent. Cet angle pouvant devenir négatif à partir de 210 dents, il est repéré par rapport à la verticale

Esquisse pied



gère le raccordement avec le rayon de pied.

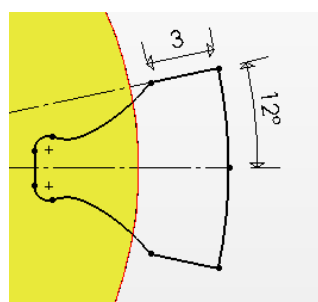
Note : sous SW2004 il n'est pas possible de tracer un cercle tangent à une spline, par-contre il est possible de la raccorder par congé avec une autre entité.

La relation de recopie de la spline de l'esquisse précédente (sur arête) apparait comme bancale, mais ne gêne en rien le tracé.

En changeant trop radicalement les cotes (diminution du nombre de dents en particulier, il est possible que l'esquisse ne se reconstruise pas, ou que la relation de tangence passe de l'autre coté du cercle. Faire dans ce cas afficher les relations géométriques, et supprimer temporairement les relations de tangence et déplacer le cercle de r accordement puis réactiver les tangences.

Esquisse profil

Extrusion en enlèvement du creux de la dent

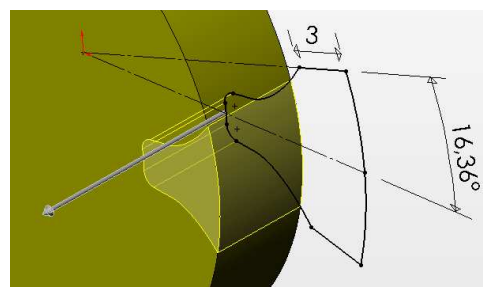


gère le profil de creux de la dent

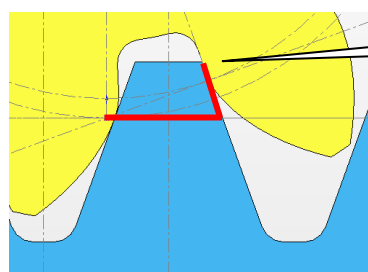
Un rayon de raccordement trop grand qui ferait disparaître le cercle de pied conduit à des erreurs de reconstruction

Un rayon de raccordement trop petit risque lors d'une réduction du nombre de dents

d'inverser la courbure du rayon de raccordement et conduire à une erreur de calcul ou de reconstruction.

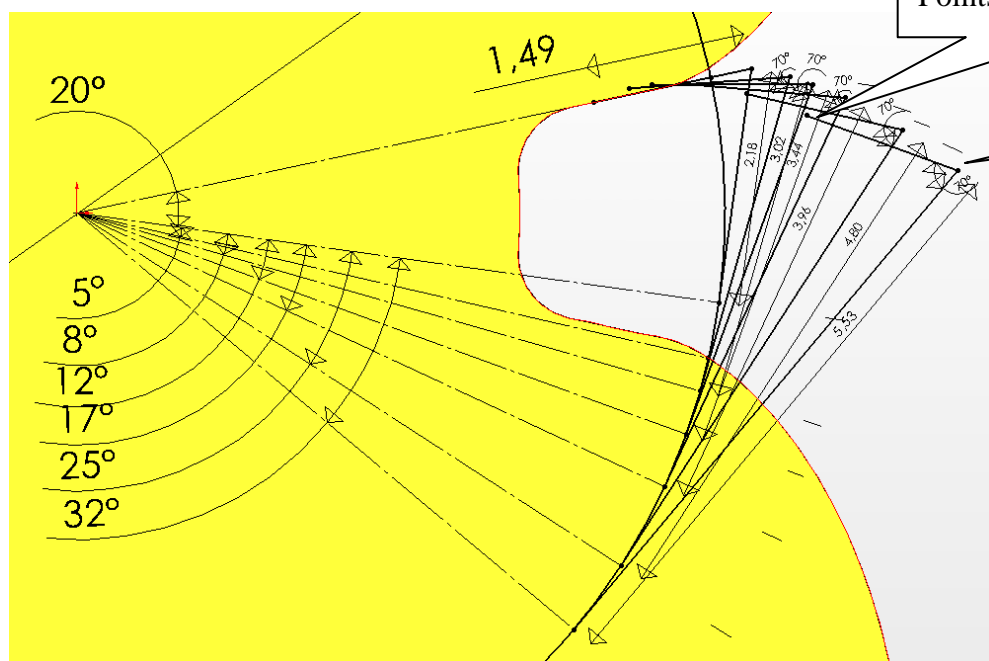


Esquisse point troc



Point de début d'interférence

Cette position s'obtient lorsque le flanc de la crémaillère passe par l'axe du pignon, le flanc est coïncident avec le profil radial du pignon



Points de la trochoïde

Points de la développante

Les cotes de développante sont calculées en fonction des cotes d'angle : $D_p * (\alpha + 20)$

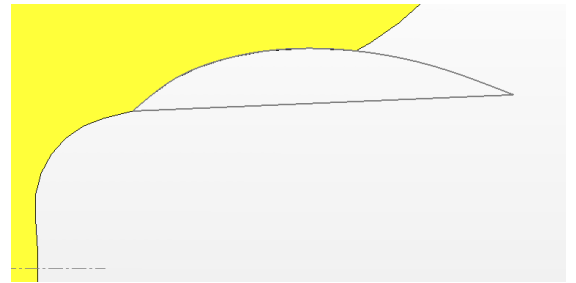
Les segments correspondant à la saillie de la dent (1,49) sont disposés à 70° à partir des points de la développante.

La cote de 32 degrés permet à priori de balayer toute la zone d'interférence, qui va souvent au delà du point de rebroussement.

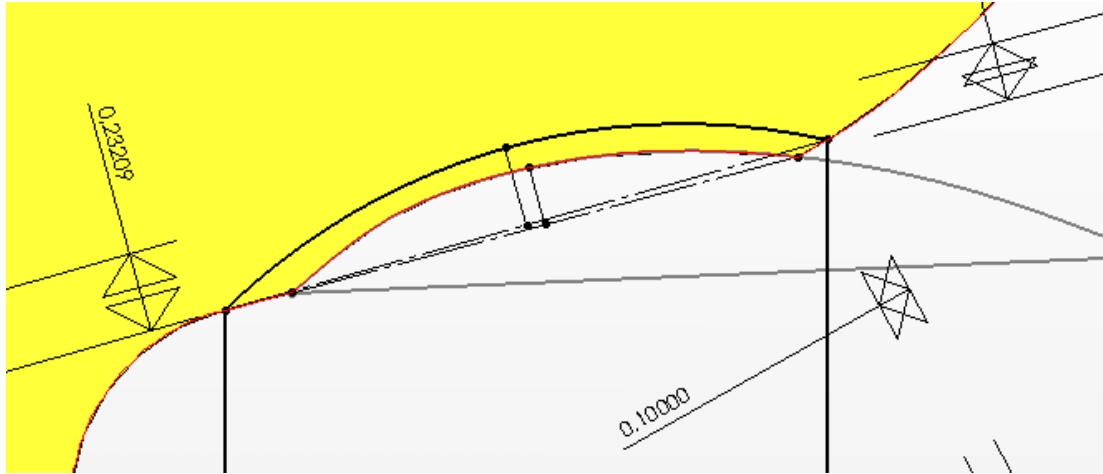
Dégagement trochoïde

Une spline fermée par un segment est constituée à partir des points précédents, L'enlèvement de matière correspondant est effectué.

un deuxième enlèvement de matière est réalisée sur le profil de l'autre dent pour éviter que les esquisses symétriques se coupent.

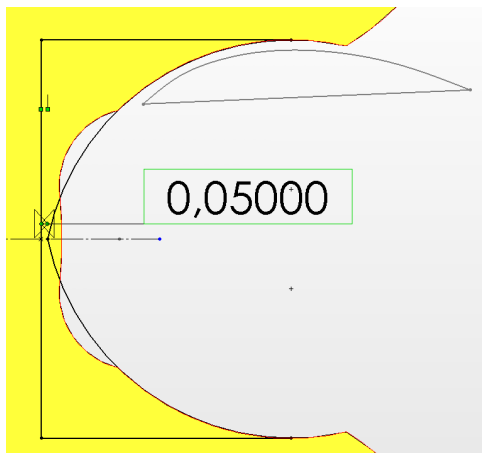


Raccord trochoïde pied :



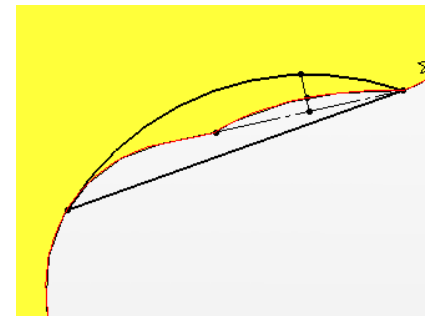
Un profil circulaire partant du bout du rayon de raccordement et recoupant la développante à 0.05m.

Le troisième point médian définit la courbure du rayon nécessaire pour englober la trochoïde : flèche de l'arc circulaire = flèche de l'arc en trochoïde + $0,03 \cdot m$ de jeu.



Le fond de la dent est ensuite rebouché en suivant le profil circulaire précédent

Une autre solution avait consisté en un profil circulaire tangent au rayon de raccordement de pied mais aboutissait à des difficultés de reconstruction (inversion du sens de tangence entre autre)

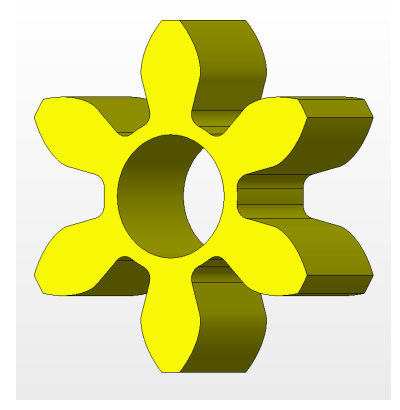
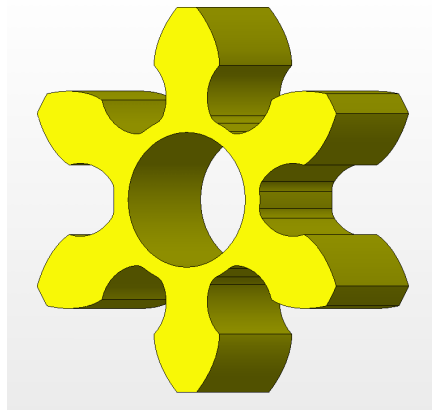
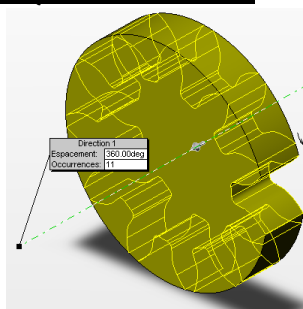


Ne pas oublier que l'interférence définie ici est celle de fonctionnement dans le cas le plus défavorable : c'est à dire avec une crémaillère.

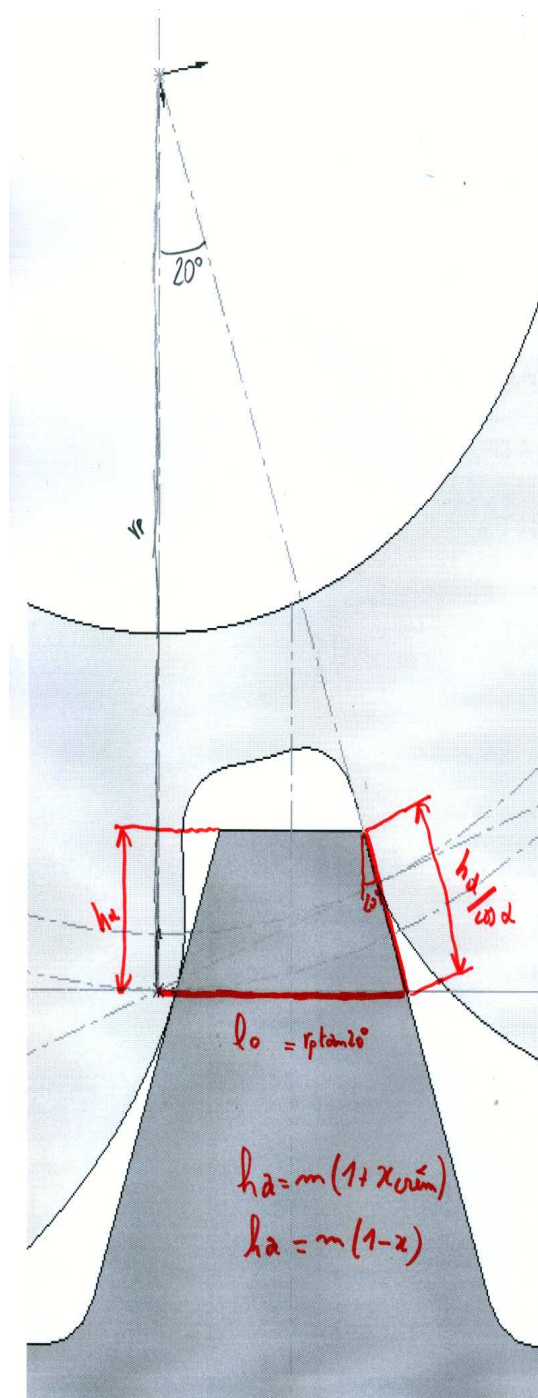
Concernant l'interférence de taillage, suivant la méthode de fabrication utilisée, elle n'interviendra pas forcément. Lorsqu'elle intervient, du fait du rayon de la crémaillère de taillage, malgré sa sur saillie, celle ci serait plus difficile car il faudrait définir l'enveloppe de son rayon dans le mouvement. On peut cependant estimer que le profil défini plus haut conviendra.

On pourra toujours vérifier la non interférence en faisant bouger le modèle numérique et plus précisément en traçant des trajectoires de points sur M3D.

Répétition circulaire



1	"D1@Volume de tête"="D5@def"	'largeur de denture	✓	3mm
2	"D1@diamtete"="D2@def"*("D1@def"+2*(("D3@def"-1)-("D6@def"-1)))	'diamètre de tête	✓	16mm
3	'-----DEVELOPPANTE-----'		...	✓
4	"A0@dev"=90+((pi/2-2*(("D3@def"-1)*tan(20*pi/180)))/("D1@def"-(tan(20*pi/180)-20*pi/180))*180/pi	'angle de démarrage	✓	104.146deg
5	"D10@dev"=cos(20*pi/180)*"D2@def"*"D1@def"	'diamètre de base	✓	11.2763mm
6	"D1@dev"="D10@dev"/2*"A1@dev"*pi/180	'définition point1 de la coube	✓	1.96809mm
7	"D2@dev"="D10@dev"/2*"A2@dev"*pi/180	'définition point2 de la coube	✓	2.95213mm
8	"D3@dev"="D10@dev"/2*"A3@dev"*pi/180	'définition point3 de la coube	✓	3.93618mm
9	"D4@dev"="D10@dev"/2*"A4@dev"*pi/180	'définition point4 de la coube	✓	4.92022mm
10	"D5@dev"="D10@dev"/2*"A5@dev"*pi/180	'définition point5 de la coube	✓	14.7607mm
11	"D6@dev"="D10@dev"/2*"A6@dev"*pi/180	'définition point6 de la coube	✓	7.87235mm
12	"D7@dev"="D10@dev"/2*"A7@dev"*pi/180	'définition point7 de la coube	✓	11.8085mm
13	'-----RACCORDEMENT RADIAL-----'		✓	
14	"D8@dev"=0.47*"D10@dev"	'pied de dent radial	✓	5.29987mm
15	"D9@dev"=0.45*"D10@dev"	'pied de dent radial	✓	5.07434mm
16	"D11@dev"=0.40*"D10@dev"	'pied de dent radial	✓	4.51052mm
17	"D12@dev"=0.30*"D10@dev"	'pied de dent radial	✓	3.38289mm
18	'		✓	
19	"D2@pied"="D2@def"*("D1@def"-2.5+2*(("D3@def"-1)))	'diamètre de pied	✓	7mm
20	"D1@pied"="D4@def"*"D2@def"	'rayon de raccordement pied	✓	0.6mm
21	'		✓	
22	"D1@profil"=360/2/"D1@def"	'angle axe de creux axe de saillie	✓	30deg
23	"D1@primitif"="D2@def"*"D1@def"	'diamètre primitif	✓	12mm
24	"D1@Répétition circulaire1"="D1@def"	'répèt nombre de dents	✓	6
25	"D1@alésage"="D2@pied"*.8	'diamètre de centrage	✓	5.6mm
26	'-----RACCORDEMENT TROCHOÏDE-----'		✓	
27	"D2@point troc"="D2@def"*"D1@def"	'diamètre primitif	✓	12mm
28	"D1@point troc"="D2@def"/cos(20*pi/180)*(1-(("D3@def"-1)))	'saillie sur flanc de crémaillère	✓	2.12836mm
29	"D10@point troc"="D2@point troc"/2*"D4@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point1 de la coube	✓	3.02158mm
30	"D11@point troc"="D2@point troc"/2*"D5@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point2 de la coube	✓	3.44046mm
31	"D12@point troc"="D2@point troc"/2*"D6@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point3 de la coube	✓	3.96406mm
32	"D13@point troc"="D2@point troc"/2*"D7@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point4 de la coube	✓	4.80182mm
33	"D14@point troc"="D2@point troc"/2*"D8@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point5 de la coube	✓	5.53485mm
34	"D22@point troc"="D2@point troc"/2*"D23@point troc"*pi/180+"D16@point troc"	'définition point5 de la coube	✓	6.16317mm
35	'		✓	
36	"D2@raccord troc"="D1@raccord troc"+0.03*"D2@def"	'distance du racordement par rapport à la trochoïde	...	0.232094...
37	"D3@raccord troc"=0.05*"D2@def"	'recoupement de la développante	✓	0.1mm



n°1 b largeur de denture

$$\begin{aligned} n^{\circ} 2 \quad d_a &= d_p + 2 h_a \\ &= m z + 2 m (1 + x - k) \\ &= m (z + 2(1 + x - k)) \end{aligned}$$

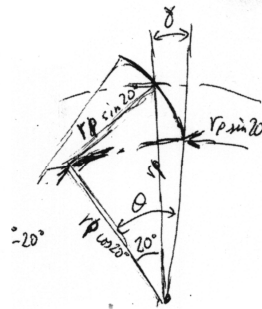
n°4 angle = $\alpha - \gamma$



$$\alpha = \frac{b_{\text{base}}}{d_p}$$

$$\alpha = \frac{\pi m / 2 - 2 x m \tan 20^\circ}{m z}$$

$$\alpha = (\pi / 2 - 2 x \tan 20^\circ) / z$$



$$\gamma = \theta - 20^\circ$$

$$\theta = \frac{r_p \sin 20^\circ}{r_p \cos 20^\circ}$$

$$\Rightarrow \gamma = \tan 20^\circ - 20^\circ$$

n°5 $d_b = m z \cos 20^\circ$

n°6 $l = \frac{d_b}{2} \alpha$



n°21 $d_f = d_p - 2 h_f$
 $= m z - 2 (1,25 m - x m)$
 $= m [z - 2,5 + 2 x]$

n°22 $d_a = m \cdot \text{coef}$

n°24 $\alpha = \frac{2\pi}{z}$

n°19

$$D_f = d_p - 2 h_f$$

$$= m z - 2 (1,25 m - x m)$$

$$= m (z - 2,5 + 2 x)$$

n°20

$$r = m \times \text{coef}$$

n°22

$$\frac{\pi d}{2} = \frac{360}{2 z}$$

n°23

$$d_p = m z$$

n°24

$$z$$

n°25

$$d_{\text{centrage}} = 0,8 d_f$$

n°27

$$d_p = m z$$

n°28

$$\frac{h_a}{\cos 20^\circ} = m \frac{(1 - x)}{\cos 20^\circ}$$

n°29

$$\alpha$$

n°33

$$l = \frac{d_p}{2} \alpha + l_{\text{normale}}$$

peut se remplacer par $\frac{d_p}{2} \tan 20^\circ$

