

ÉLÉMENTS POUR LE CALCUL

DES

ENGRENAGES TAILLÉS



STÉ A^{ME} DES ATELIERS
RENÉ DE MALZINE

A SCLESSIN PRÈS LIÈGE

BELGIQUE

TÉLÉPHONES BUREAUX & S^{CE} C^{AL} 118.71

ATELIERS — 267.30

ADRESSE TÉLÉGR. : DEMALZINE-SCLESSIN

Gare desservant les Ateliers : SCLESSIN

TOUTES LES EXPÉDITIONS DOIVENT ÊTRE FAITES
EN GARE DE SCLESSIN (B. R.)

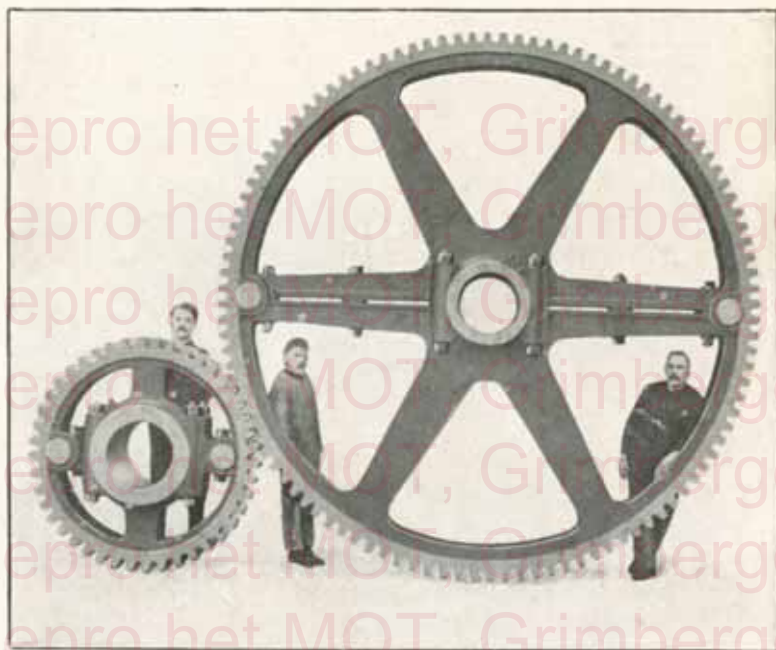
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen
Repro het MOT, Grimbergen



INTRODUCTION

Cette brochure s'adresse spécialement aux Ingénieurs, Dessinateurs et Techniciens afin de leur servir d'aide-mémoire et de faciliter leurs calculs lorsqu'ils ont à déterminer les dimensions d'engrenages taillés.

Nous nous sommes efforcés de condenser en quelques pages la solution des problèmes d'engrenages qui se rencontrent le plus fréquemment dans la pratique et à chaque problème nous avons adjoint un exemple afin d'aider, dans la mesure du possible, le technicien qui serait absolument dépourvu de connaissances mathématiques.



Tous les Engrenages que nous fournissons

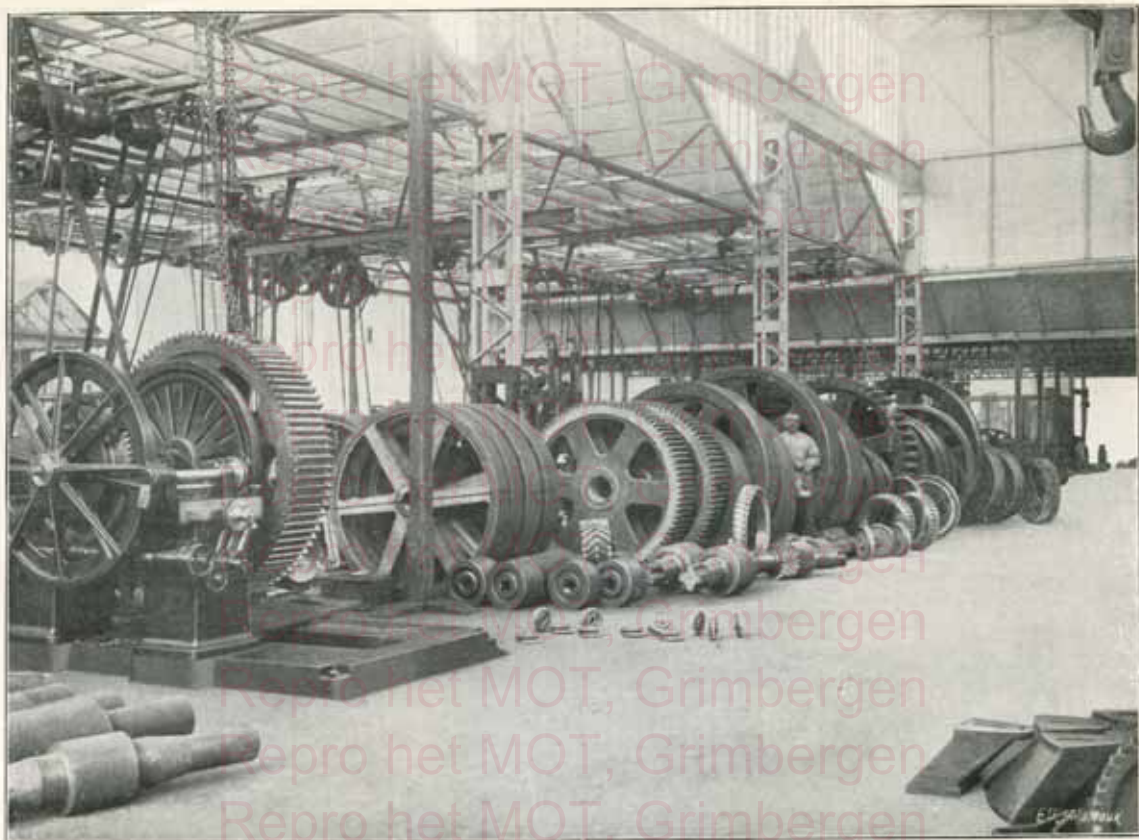
== sont taillés dans nos Usines ==

et

Toutes les Pièces fournies par nous

== sont frappées de notre Marque ==







CONDITIONS GÉNÉRALES

Nous prions instamment nos clients de nous donner, en adressant leur commande, toutes les indications nécessaires à leur exécution.

Les ordres ne sont mis en œuvre que sur bon de commande régulier.

Les modifications à apporter dans un travail en cours ne peuvent être faites que pour autant qu'elles soient encore exécutables. Les pièces mises hors d'usage du fait de ces modifications sont portées en compte suivant les dépenses effectuées.

Les études ou dessins exécutés en vue d'une commande peuvent être facturés aux clients en cas de non-exécution de la commande.

La réception définitive de toutes les pièces, qu'elles soient fournies complètement, parachevées ou taillées seulement, se fait dans nos usines.

Pour la facilité de nos clients, nous leur envoyons les pièces sans qu'ils en aient fait la réception, mais à la condition expresse qu'en cas de contestation elles nous soient retournées pour être examinées dans nos ateliers.

Les réclamations pour être admises, devront nous être adressées dans les cinq jours qui suivront l'arrivée des pièces.

Notre garantie se borne au remplacement des pièces reconnues défectueuses et il ne peut en aucun cas nous être réclamé d'autre indemnité. Cette garantie ne s'applique pas aux pièces modifiées par le client ou soumises à un effort supérieur à celui pour lequel elles ont été établies.

Les délais indiqués sont des minima que nous nous efforçons de respecter; nous n'acceptons en aucun cas de payer des indemnités pour cause de retard dans les livraisons. Ils partent du jour où nous avons reçu confirmation de la commande avec acceptation, s'il y a lieu, des dessins d'exécution, le client nous ayant fourni toutes pièces, modèles, matières, dessins, etc., nécessaires à l'exécution.

Nos prix s'entendent net au comptant, sans escompte, paiement à Sclessin, en espèces; nous ne renonçons pas à ce droit en faisant traite sur nos clients.

Toute contestation est soumise à la juridiction exclusive des tribunaux de Liège; nous déclinons la compétence de tout autre tribunal, fût-ce même en cas d'appel en garantie, en intervention ou même en déclaration de jugement commun.

Parachèvement ou Taillage. — Nos prix pour parachèvement ou taillage s'entendent pour pièces amenées et reprises en nos usines et sont valables pour autant que les pièces soient matière convenable, ne contenant pas de points durs et ne présentant pas de défauts de coulée susceptibles d'augmenter les travaux de parachèvement ou de taillage.

La dureté de la matière devra être normale et il n'y aura pas d'excès de matière à enlever. Dans le cas contraire, il y aura lieu de se mettre d'accord sur les majorations à résulter de ces circonstances anormales.

Lorsque la demande de prix n'aura pas été accompagnée du plan des pièces, nos prix s'entendent pour pièces dont les formes permettent le taillage sans occasionner des pertes de temps ou nécessiter l'établissement de montures spéciales pour le placement sur les machines.

Si au cours du parachèvement ou taillage une pièce est reconnue défectueuse, il y aura lieu de se mettre d'accord sur le coût de la main-d'œuvre qui aurait été effectuée sur cette pièce.

Nous nous réservons le droit de ne pas poursuivre le taillage ou parachèvement des pièces qui détruirait l'outillage par suite des points durs ou autres défauts de matière qu'elles contiendraient.

Nos prix sont établis en tenant compte que les limailles et tournures deviennent notre propriété.

Les envois doivent nous être adressés en gare de Sclessin B.R.

Nos offres ne sont valables comme prix et délais que pour autant qu'il y soit donné suite dans la huitaine.

CHAPITRE I

ENGRENAGES DROITS

DÉFINITIONS. — Un engrenage droit engrenant avec un autre doit transmettre le mouvement comme deux cylindres en contact ayant les mêmes axes et roulant sans glissement, de sorte que à une rotation infinitésimale de l'arbre moteur corresponde une rotation parfaitement déterminée de l'autre arbre.



Les cercles de contact sont appelés *cercles primitifs* dont les diamètres sont les *diamètres primitifs*.

Le *pas circonférentiel* est la longueur p mesurée sur le cercle primitif et est égal à la circonférence primitive divisée par le nombre de dents.

Le module M est le quotient du pas circonférentiel par π

$$M = \frac{p}{\pi}$$

et est égal au diamètre primitif divisé par le nombre de dents

$$M = \frac{D}{N}$$

Le module est au pas circonférentiel comme le diamètre primitif est à la circonférence, pour cette raison, on l'appelle également *pas diamétral*. C'est en fonction du module que l'on détermine toutes les inconnues d'une denture.

L'épaisseur de la dent e mesurée sur la circonférence primitive est égale à la moitié du pas circonférentiel.

Dans le profil normal la pointe de la dent est égale au module.

La hauteur totale de la dent est égale à 2,157 multiplié par le module

$$h = 2,157 M.$$

Normalement nos engrenages sont taillés en développantes de cercle avec angle de pression de $14 \frac{1}{2}^\circ$. Toutefois, les engrenages cylindriques à denture droite de grands diamètres sont taillés avec angle de pression de 20° .

De ces définitions nous pouvons établir les formules suivantes :

Diamètre primitif. — Le diamètre primitif d'un engrenage droit est égal au nombre de dents multiplié par le module

$$D = N \times M$$

Exemple : Soit un engrenage droit de 26 dents module 6 :

$$D = 26 \times 6 = 156 \text{ mm.}$$

Diamètre extérieur. — Comme la hauteur de la pointe de la dent est égale à un module, le diamètre extérieur d'un engrenage droit est égal au diamètre primitif plus deux fois le module ; ou bien, est égal au nombre de dents plus 2, multiplié par le module :

$$D_{\text{ex}} = D + 2M = N \times M + 2M$$

$$D_{\text{ex}} = (N + 2)M$$

Exemple : Soit un engrenage droit de 52 dents module 10 :

$$D_{\text{ex}} = (52 + 2) \times 10 = 540 \text{ mm.}$$

Distance d'axe en axe A. — La distance d'axe en axe A est égale à la demi somme des diamètres primitifs.

Exemple : Deux engrenages droits 22 et 44 dents module 5 :

$$\text{distance d'axes} = \frac{110 + 220}{2} = 165 \text{ mm.}$$

Mesures américaines. — Les mesures américaines sont basées sur le " diametral pitch ".

Le " diametral pitch " est le nombre de dents de la roue par pouce du diamètre primitif.

Il en résulte que le *diamètre primitif* en pouces, est égal au nombre de dents divisé par le " diametral pitch " :

$$D = \frac{N}{P}$$

Exemple : Soit une roue de 120 dents 12 pitch

$$D = \frac{120}{12} = 10'' \text{ ou } 254 \text{ mm.}$$

Le diamètre extérieur est égal au nombre de dents + 2 divisé par le " diametral pitch " :

$$D_{\text{ex}} = \frac{N + 2}{12 P}$$

Dans l'exemple ci-dessus,

$$D_{\text{ex}} = \frac{122}{12} = 10.166'' = 258.22 \text{ mm.}$$

Largeur de denture L. — La largeur de denture dans les engrenages droits se fait fréquemment égale à 10 fois le module.

Dentures raccourcies " Stub " — Ce genre de dentures forme un des moyens de correction adoptés pour améliorer le fonctionnement des engrenages.

La hauteur des dentures raccourcies étant réduite par rapport aux dentures normales, il en résulte une diminution de la profondeur de la dent sous le diamètre primitif, ce qui améliore le fonctionnement de l'engrenage, augmente la solidité de la denture et en diminue l'interférence.

Les proportions les plus généralement adoptées pour les dentures " Stub " sont données par les relations suivantes :

$$\text{Hauteur de la pointe} = 0.785 \times M$$

$$\text{Hauteur du pied de la dent} = 0.942 \times M$$

$$\text{Hauteur de travail de la dent} = 1.57 M$$

$$\text{et la Hauteur totale} = 1.727 M$$

Dans les dentures " Stub " l'angle de pression est généralement pris égal à 20° et quelque fois au-dessus.

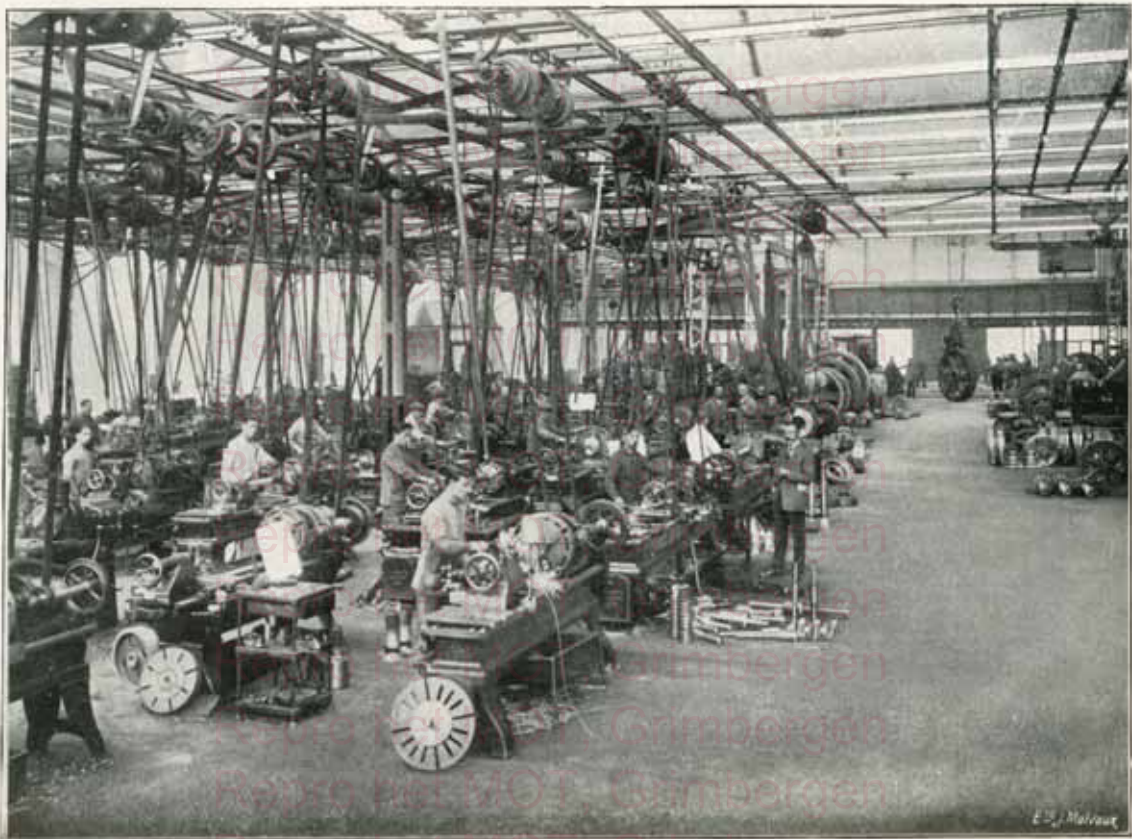
Les principaux avantages des dentures " Stub " consistent en :

- 1°) Plus grande robustesse de la dent ;
- 2°) Fonctionnement plus silencieux et plus longue durée.

**Dimensions des dents pour engrenages
à denture normalisée " Stub ,,
Angle de pression 20'.**

Module	Pas circonf.	Epais. dent	Add.	Haut tot.
M.	p.	e.	a.	h. t.
1.75	5.50	2.75	1.50	3.38
2.—	6.28	3.14	1.75	3.94
2.25	7.07	3.53	1.75	3.94
2.50	7.86	3.93	2.—	4.50
2.75	8.64	4.32	2.—	4.50
3.—	9.42	4.71	2.25	5.06
3.25	10.21	5.10	2.50	5.63
3.50	11.—	5.50	2.50	5.63
3.75	11.78	5.89	2.75	6.18
4.—	12.57	6.28	3.—	6.74
4.25	13.35	6.68	3.25	7.32
4.50	14.14	7.07	3.25	7.32
4.75	14.92	7.46	3.50	7.87
5.—	15.71	7.85	3.75	8.45
5.25	16.48	8.24	4.—	9.—
5.50	17.28	8.64	4.—	9.—
5.75	18.05	9.02	4.50	10.13
6.—	18.85	9.42	4.50	10.13
6.25	19.63	9.82	4.75	10.70
6.50	20.41	10.21	5.—	11.25

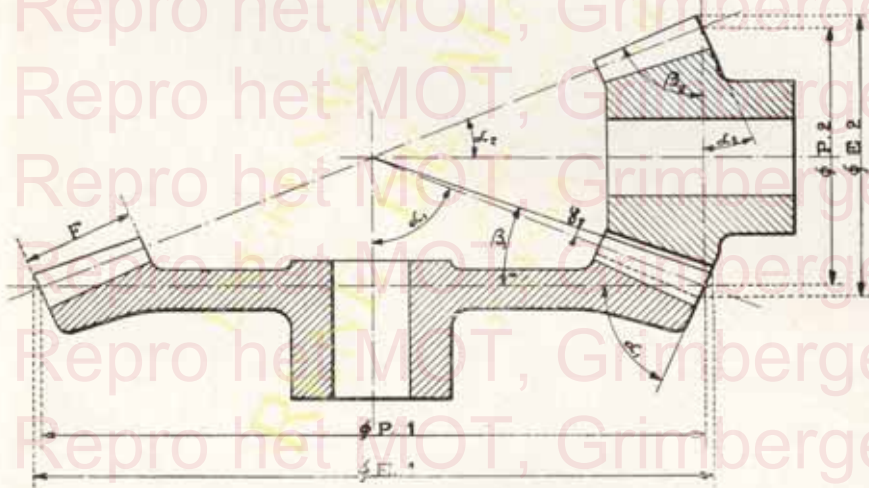
Les dimensions ci-dessus sont données par la
" Fellow Gear Shaper C ".



CHAPITRE II

ENGRENAGES CONIQUES

DEFINITIONS. — Deux engrenages coniques engrenant ensemble doivent transmettre le mouvement comme deux cônes en contact ayant les mêmes axes, même sommet et roulant sans glissement.



Diamètre primitif. — Les cônes en contact sont appelés cônes primitifs dont les diamètres de base sont les diamètres primitifs.

Le diamètre primitif est égal au nombre de dents multiplié par le module :

$$D = N \times M.$$

Angle central. — Les angles α_1 et α_2 au sommet des cônes primitifs sont les angles centraux.

Dans le cas de deux engrenages coniques dont les axes se coupent sous un angle de 90° , la tangente de l'angle central est égal au quotient du nombre de dents de l'engrenage considéré par le nombre de dents de l'engrenage correspondant :

soit N_1 le nombre de dents de l'engrenage considéré,
soit N_2 le nombre de dents de l'engrenage correspondant

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{N_1}{N_2}$$

Dans le cas où les engrenages se coupent sous un angle quelconque δ

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sin \delta}{N_1 \cos \delta}$$

Diamètre extérieur. — Le diamètre extérieur d'un engrenage conique est égal au diamètre primitif plus deux fois le module multiplié par le cosinus de l'angle central :

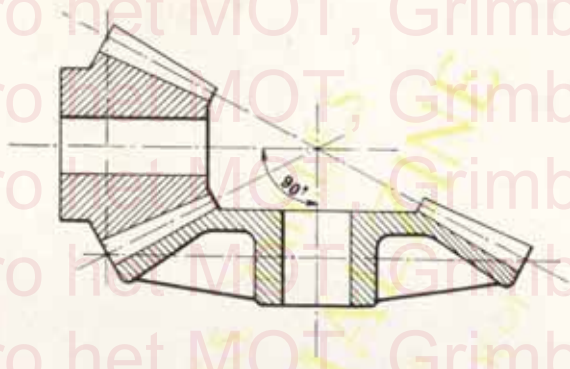
$$\begin{aligned} D_{\text{ex}} &= (N \times M) + 2M \cos \alpha \\ D_{\text{ex}} &= (D + 2M \cos \alpha) \end{aligned}$$

Angle de face. — L'angle de face β est égal au complément de l'angle central moins l'angle de tête γ .

$$\begin{aligned} \beta &= 90^\circ - (\alpha + \gamma) \\ \text{dans lequel } \operatorname{tg} \gamma &= \frac{2 \sin \alpha}{N} \end{aligned}$$

Largeur de denture L . — La largeur de denture dans les engrenages coniques se fait fréquemment égale à 8 fois le module.

Exemple de calcul de 2 engrenages coniques dont les axes se coupent à angle droit



Soit deux engrenages coniques 40 et 20 dents module 6.

Angle central. — L'angle central de l'engrenage de 40 dents est obtenu par la relation

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{40}{20} = 2 = \operatorname{tg} 63^{\circ}26'$$

l'angle cherché est donc $63^{\circ}26'$.

L'angle central de l'engrenage correspondant égale $90^{\circ} - 63^{\circ}26' = 26^{\circ}34'$.

Diamètre primitif. — Les diamètres primitifs des deux engrenages seront de :

$$D_1 = 40 \times 6 = 240 \quad D_2 = 20 \times 6 = 120.$$

Diamètre extérieur. — 1^o Roue de 40 dents :

$$D_{\text{ext}} = D_1 + 2M \cos \alpha_1 \\ = 240 + 2 \times 6 \times \cos 63^{\circ}26' = 245 \text{ mm. } 3.$$

2^o Roue de 20 dents :

$$D_{\text{ext}} = D_2 + 2M \cos \alpha_2 \\ = 120 + 2 \times 6 \times \cos 26^{\circ}34' = 130 \text{ mm. } 73.$$

Angle de face. — 1° Roue de 40 dents :

$$\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma)$$

l'angle γ qui est le même pour les deux engrenages s'obtient par la relation

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2 \sin \alpha}{N} = \frac{2 \sin 63^\circ 26'}{40}$$

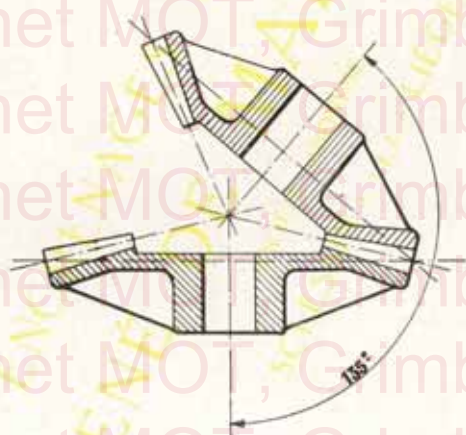
$$\gamma = 2^\circ 33'$$

$$\beta = 90^\circ - 63^\circ 26' - 2^\circ 33' = 24^\circ 1'$$

2° Roue de 20 dents :

$$\beta = 90^\circ - 26^\circ 34' - 2^\circ 33' = 60^\circ 53'$$

Exemples de calcul d'engrenages coniques dont les axes se coupent sous un angle quelconque.



1^{er} cas. — L'angle des axes est plus grand que 90°

Exemple :

$$N_1 = 40 \quad N_2 = 35 \quad \delta = 135^\circ \quad \text{Module } 6$$

$$\operatorname{tg} \alpha 1 = \frac{\sin 135^\circ}{\frac{35}{40} \cos 135^\circ} \quad \text{ou} \quad \frac{\sin (180^\circ - 135^\circ)}{\frac{35}{40} \cos (180^\circ - 135^\circ)} = 4,21 \operatorname{tg} \text{ de } 76^\circ 39'$$

$$\operatorname{tg} \alpha 2 = \frac{\sin (180^\circ - 135^\circ)}{\frac{40}{35} \cos (180^\circ - 135^\circ)} = 1,62 \operatorname{tg} \text{ de } 58^\circ 21'$$

2^e cas. — L'angle des axes est plus petit que 90°.

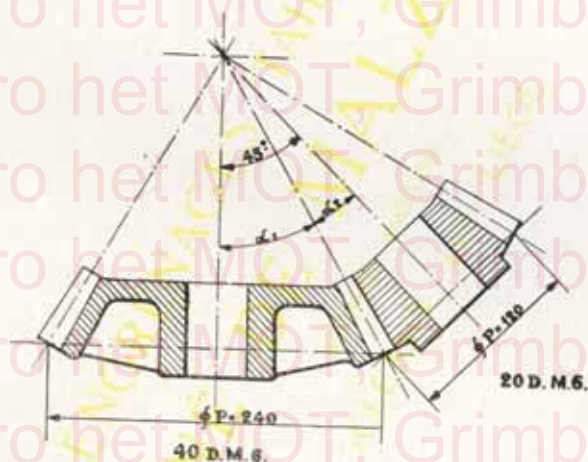
Exemple :

$$\delta = 45^\circ$$

$$N_1 = 40 \quad N_2 = 20 \quad \text{Module } 6$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sin 45^\circ}{\frac{20}{40} + \cos 45^\circ} = 0,5858 = \operatorname{tg} \text{ de } 30^\circ 22'$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\sin 45^\circ}{\frac{40}{20} + \cos 45^\circ} = 0,261 = \operatorname{tg} \text{ de } 14^\circ 38'$$



Connaissant les angles centraux α_1 et α_2 les diamètres extérieurs et angle de face se calculent comme il est indiqué à la page 14.

Remarque. — La formule

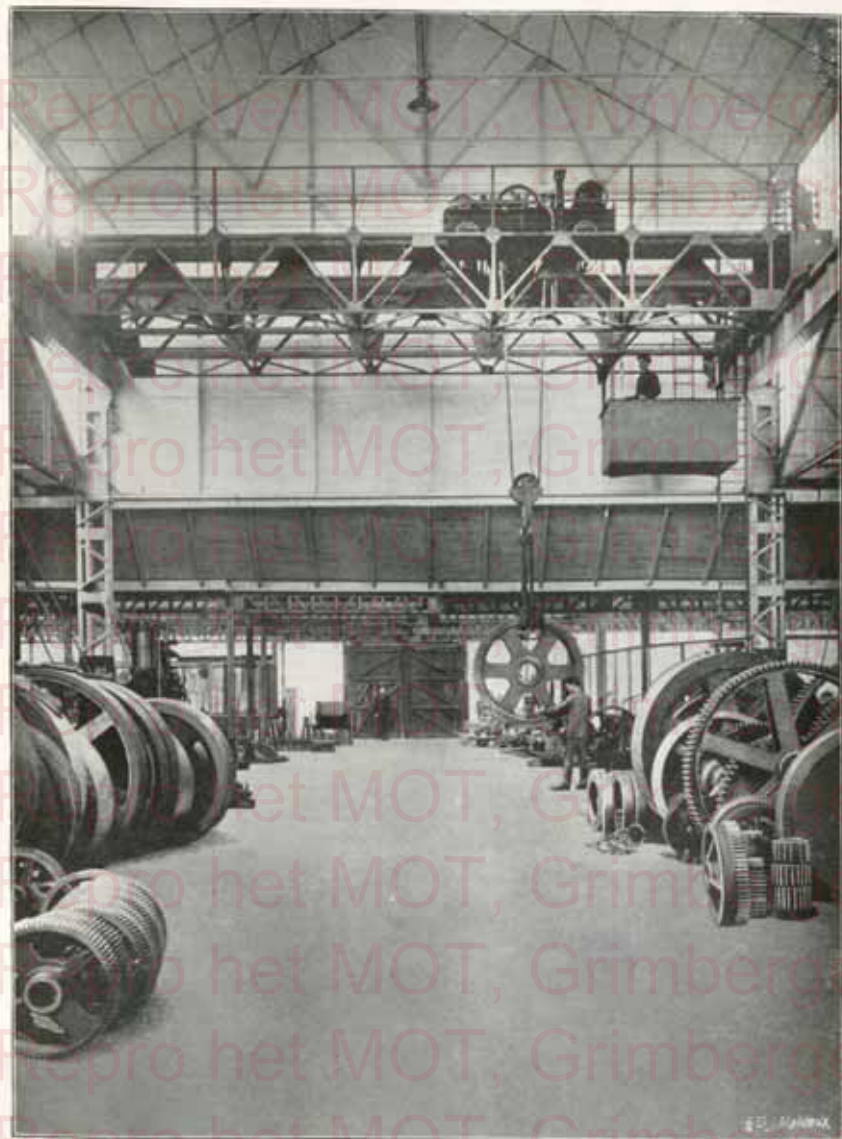
$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\sin \delta}{\frac{N_2}{N_1} + \cos \delta}$$

montre que pour permettre le taillage d'un engrenage conique, il est indispensable que l'on indique le nombre

de dents N_2 de l'engrenage correspondant ainsi que l'angle δ formé par les axes.

En outre, cette formule montre qu'un engrenage conique taillé pour engrener avec un engrenage d'un nombre de dents déterminé N_2 sous un angle δ ne peut engrener correctement sous le même angle avec un engrenage d'un autre nombre de dents.

En effet, si dans la formule on remplace N_2 par un autre nombre, δ restant invariable, l'angle central α_1 ne sera plus le même.



CHAPITRE III

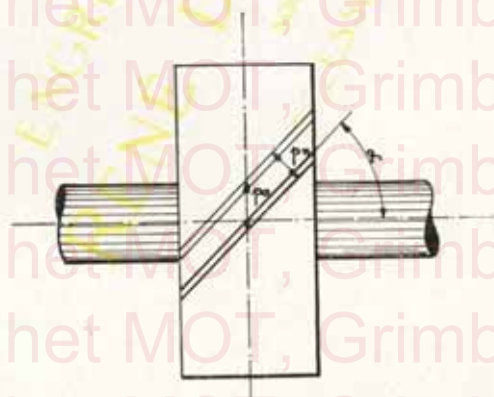
ENGRENAGES CYLINDRIQUES à denture hélicoïdale

Dans ce genre d'engrenages il y a deux pas à considérer :

1° Le pas mesuré sur le cercle normal à l'axe appelé pas oblique ou apparent :

2° le pas mesuré sur le cercle normal aux hélices appelé pas normal ou réel.

Ce dernier pas est celui de la fraise employée pour le taillage et doit servir de base au calcul des dimensions de l'engrenage.



Le pas normal est égal au pas oblique multiplié par le cosinus de l'angle de l'inclinaison de l'hélice

$$p_n = p \cos \alpha.$$

Au pas normal correspond un module normal

$$M_n = \frac{P_n}{\pi}$$

Au pas oblique correspond un module oblique

$$M_o = \frac{P_o}{\pi}$$

Calcul des dimensions des engrenages hélicoïdaux

Diamètre primitif. — Le diamètre primitif d'une roue hélicoïdale est égal au nombre de dents de la roue multiplié par le module oblique ou bien multiplié par le module normal divisé par le cosinus que forme la direction de l'hélice avec l'axe de la roue.

$$D = N \times M_o = N \times \frac{M_n}{\cos \alpha}$$

Afin de faciliter les calculs nous avons dressé le tableau suivant (page 22) où l'on trouvera les valeurs de

$$\frac{M_n}{\cos \alpha}$$

pour les angles les plus employés.

Exemple : Soit une roue hélicoïdale de 20 dents, module normal 5.

L'inclinaison de l'hélice sur l'axe de la roue est de 45°.

$$D = 20 \times \frac{5}{\cos 45^\circ}$$

la valeur de $\frac{5}{\cos 45^\circ}$ est trouvée dans le tableau égale à 7,071.

$$D = 20 \times 7,071 = 141 \text{ mm. } 42.$$

M_n	Valeurs de $\frac{M_n}{\cos z}$				
	10°	20°	45°	26°34'	63°26'
1	1.015	1.064	1.414	1.118	2.236
1 1/4	1.269	1.330	1.768	1.398	2.795
1 1/2	1.523	1.596	2.121	1.677	3.354
1 3/4	1.777	1.862	2.475	1.957	3.913
2	2.031	2.128	2.828	2.236	4.472
2 1/4	2.285	2.394	3.182	2.516	5.031
2 1/2	2.539	2.660	3.536	2.795	5.590
2 3/4	2.792	2.926	3.889	3.075	6.149
3	3.046	3.193	4.243	3.354	6.708
3 1/4	3.300	3.459	4.596	3.634	7.267
3 1/2	3.554	3.725	4.950	3.913	7.826
3 3/4	3.808	3.991	5.303	4.193	8.385
4	4.062	4.257	5.657	4.472	8.944
4 1/4	4.316	4.523	6.010	4.752	9.503
4 1/2	4.569	4.789	6.364	5.031	10.062
4 3/4	4.823	5.055	6.717	5.311	10.621
5	5.077	5.321	7.071	5.590	11.180
5 1/2	5.585	5.853	7.778	6.149	12.298
6	6.093	6.385	8.485	6.708	13.416
6 1/2	6.600	6.917	9.192	7.267	14.534
7	7.108	7.449	9.899	7.826	15.652
7 1/2	7.616	7.981	10.607	8.385	16.770
8	8.123	8.513	11.314	8.944	17.889
9	9.139	9.578	12.728	10.062	20.123
10	10.154	10.642	14.142	11.180	22.359
11	11.170	11.706	15.556	12.298	24.595
12	12.186	12.770	16.970	13.416	26.831
13	13.200	13.834	18.384	14.534	29.067
14	14.216	14.898	19.798	15.653	31.303

Diamètre extérieur. — Le diamètre extérieur est égal au précédent plus deux fois le module normal,

$$D_{ex} = D + 2M_n$$

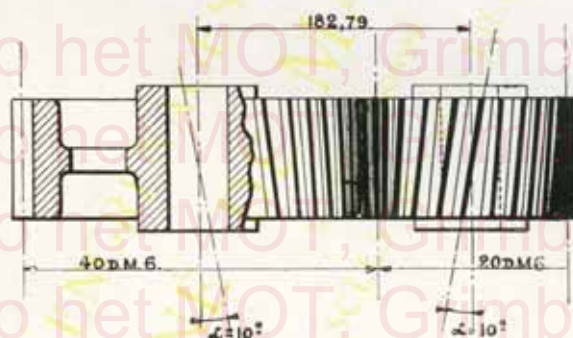
dans l'exemple ci-dessus :

$$D_{ex} = 141,42 + 2 \times 5 = 151 \text{ mm. } 42.$$

Distances d'axes. — Lorsque deux engrenages hélicoïdaux engrènent ensemble, la distance de leurs axes est égale à la moitié de la somme de leur diamètres primitifs

$$\text{Distance} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Exemples de calcul d'engrenages hélicoïdaux



1° Les axes sont parallèles.

Les angles formés par la denture avec les axes des engrenages doivent être *égaux* mais de sens opposé. Les angles sont généralement choisis de 10° à 20°, rarement au-dessus, afin d'éviter des poussées axiales exagérées.

Remarque. — Les angles étant égaux dans les deux engrenages, les diamètres primitifs sont proportionnels au nombre de dents.

Exemple :

$$N_1 = 40 \quad N_2 = 20 \quad \text{Module normal} = 6 \quad \alpha = 10^\circ$$

$$D_1 = 40 \times \frac{6}{\cos 10^\circ} = 40 \times 6.093 \quad (\text{voir tableau page 24}) \\ = 243.72$$

$$D_2 = 20 \times \frac{6}{\cos 10^\circ} = 121.86.$$

$$\text{Axe en axe} = \frac{243.72 + 121.86}{2} = 182.79.$$

Les dentures hélicoïdales engendrent une poussée d'autant plus forte que l'angle d'inclinaison de l'hélice est plus grand.

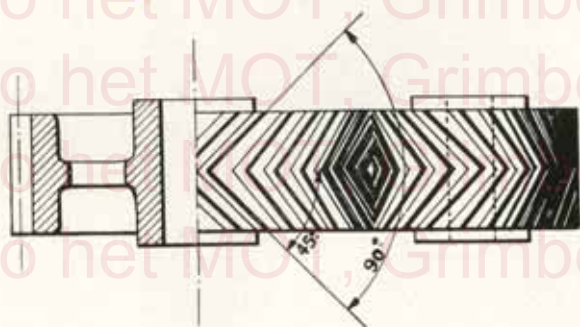
Pour un angle d'hélice de 45° , la poussée axiale est égale à l'effort tangentiel et la pression normale à 1.41 fois l'effort tangentiel.

Une inclinaison trop forte engendre un travail de frottement inutilement dépensé pour cette raison, les constructeurs spécialisés dépassent rarement 23° .

Dans les engrenages hélicoïdaux à axes parallèles l'une des roues est taillée avec hélice à droite, l'autre à gauche.

Dans le schéma ci-dessus l'inclinaison de la denture est à droite pour l'engrenage de 20 dents et à gauche pour l'engrenage de 40 dents.

Engrenages à chevrons



Les engrenages à chevrons étant composés de deux engrenages hélicoïdaux à axes parallèles, le calcul de leurs dimensions est le même que ci-dessus.

L'angle du chevron étant généralement compris entre 90° et 135° l'angle α sera compris entre 45° et $22^\circ \frac{1}{2}$.

Ce genre d'engrenages, très fréquemment employé pour les transmissions de fortes puissances, offre de très grands avantages sur les dentures droites. Plusieurs dents étant en prises, l'usure est très réduite, de plus, les pertes par frottement résultant de la poussée axiale sont éliminées.

Spécialement recommandées pour les grandes vitesses et les grands rapports, les dentures, peuvent être alternées ce qui équivaut à considérer les roues comme ayant un nombre de dents double réalisant une meilleure application de la charge et par suite une réduction notable de l'usure.

Exemple de calcul de deux engrenages à chevrons

Module normal : 8 environ.

Rapport : 1 à 2.

Distance d'axe en axe imposée : 250 mm.

Pour un angle du chevron de 90° , le module oblique serait

$$8 : \cos 45^\circ = 11,30.$$

Le nombre de dents pour les deux engrenages est de :

$$500 : 11,3 = 44,3.$$

Prenons le nombre de dents entier de 45 dents, soit 15 dents pour le pignon, 30 dents pour l'engrenage, le module oblique sera donc :

$$500 : 45 = 11,10$$

ce qui correspond pour un module 8 à une inclinaison de denture de $43^\circ 56'$ ou à un angle du chevron de $92^\circ 8'$.

Les dimensions des engrenages seront donc les suivantes :

Pignon 15 dents, module normal 8, inclinaison

$43^{\circ}56'$: \varnothing primitif = 166,5,

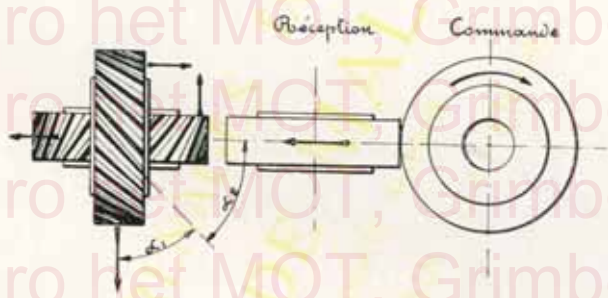
Roue 30 dents, module normal 8, inclinaison

$43^{\circ}56'$: \varnothing primitif = 333,5.

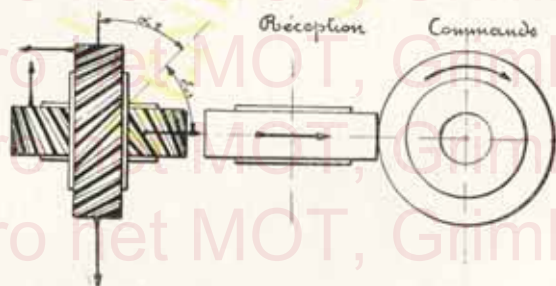
Distance d'axe en axe = 250 mm.

Angle du chevron = $92^{\circ}8'$.

Engrenages hélicoïdaux à axes perpendiculaires



a) inclinaison à droite.



b) inclinaison à gauche.

Les schémas ci-dessus indiquent clairement les sens de rotation et les poussées axiales pour les engrenages hélicoïdaux à denture à droite et à gauche.

Deux engrenages hélicoïdaux engrenant à axes perpendiculaires ont leur denture inclinée dans le même sens et la somme des angles des dents doit être égale à 90° .

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 90^\circ.$$

Les modules normaux doivent être égaux tandis que les modules apparents peuvent être égaux ou différents.

1^{er} cas. $\alpha_1 = \alpha_2 = 45^\circ$. Les modules apparents sont égaux et les diamètres primitifs sont proportionnels au nombre de dents.

Exemple : 40 et 20 dents, module 6, inclinaison 45° .

\varnothing primitif, engrenage de 40 dents

$$\frac{40 \times 6}{\cos 45^\circ} = 40 \times 8.485 = 339.4$$

\varnothing primitif, engrenage de 20 dents

$$\frac{20 \times 6}{\cos 45^\circ} = 20 \times 8.485 = 169.7$$

Distance d'axe en axe :

$$\frac{339.4 + 169.7}{2} = 254.5$$

2^{ème} cas. α_1 est différent de α_2 . Les modules apparents sont différents et les diamètres primitifs ne sont plus proportionnels aux nombres de dents.

Exemple : $\alpha_1 = 26^\circ 34'$; $\alpha_2 = 90^\circ - 26^\circ 34' = 63^\circ 26'$,
soit $N_1 = 40$; $N_2 =$ module normal $= 6$.

\varnothing primitif de

$$N_1 = \frac{40 \times 6}{\cos 26^\circ 34'} = 40 \times 6.708 = 268.32$$

\varnothing primitif de

$$N_2 = \frac{20 \times 6}{\cos 63^\circ 26'} = 20 \times 13.416 = 268.32$$

Distance d'axe en axe : 268.32.

Remarque. — Le cosinus de $26^{\circ}34'$ étant égal à deux fois le cos $63^{\circ}26'$, ces deux angles donnent des engrenages de diamètres primitifs égaux pour des nombres de dents qui sont dans le rapport 1 à 2.

On choisit ordinairement pour l'engrenage de commande celui où l'angle α est le plus grand.

Problèmes. — 1° On donne les diamètres primitifs D_1 et D_2 ainsi que les nombres de dents N_1 et N_2 , les angles α_1 et α_2 sont déterminés par les formules

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{D_1 \times N_2}{D_2 \times N_1} \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{D_2 \times N_1}{D_1 \times N_2}$$

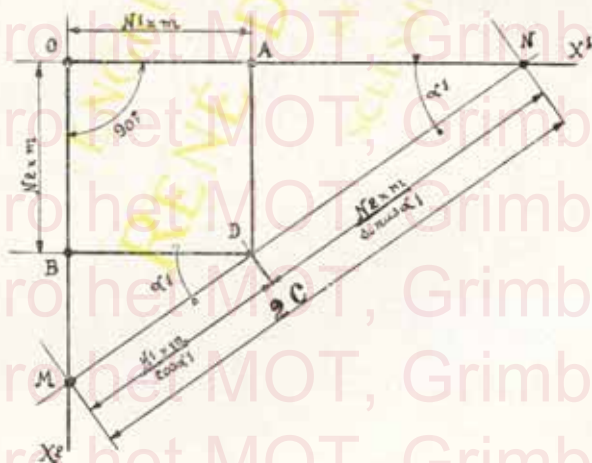
Exemple :

$$D_1 = 200 \\ N_1 = 25$$

$$D_2 = 300 \\ N_2 = 15$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{200 \times 15}{300 \times 25} = 0.4 \quad \alpha_1 = 21^{\circ}48'$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{300 \times 25}{200 \times 15} = 2.5 \quad \alpha_2 = 68^{\circ}12'$$

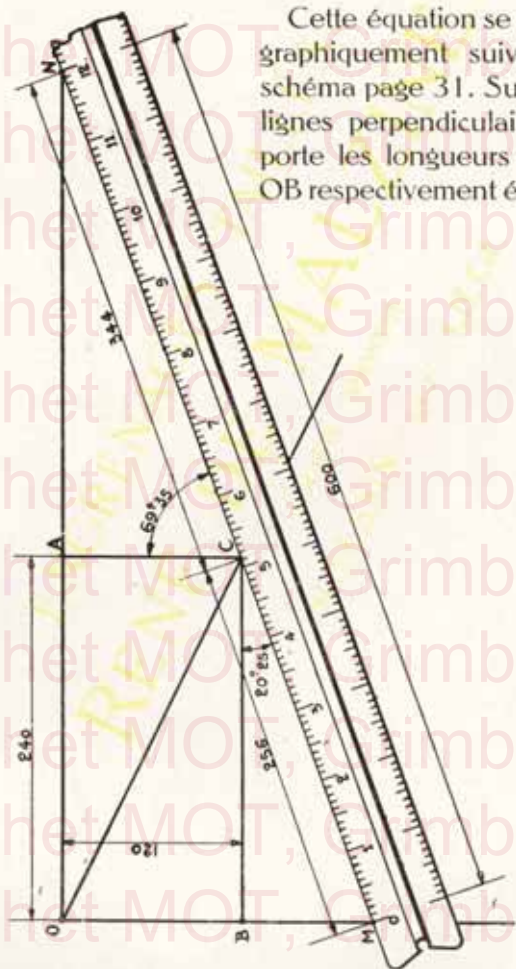


2° On donne la distance d'axes C , les nombres de

dents N_1 et N_2 , ainsi que le module M . En remarquant que $\cos z_2 = \sin z_1$, l'angle z_1 est donné par l'équation

$$\frac{N_1 \times m}{\cos z_1} + \frac{N_2 \times m}{\sin z_1} = 2C.$$

Cette équation se résout graphiquement suivant le schéma page 31. Sur deux lignes perpendiculaires on porte les longueurs OA et OB respectivement égales à



$N_1 \times m$ et $N_2 \times m$. Les parallèles menées par les points A et B aux lignes OX^1 et OX^2 déterminent le point D .

Autour de ce point D on fait pivoter une règle de longueur MN égale à $2C$, de manière que les points N et M tombent sur les lignes OX^1 et OX^2 . La figure obtenue résout l'équation puisque

$$MD = \frac{N_1 \times m}{\cos \alpha_1} \text{ et } ND = \frac{N_2 \times m}{\sin \alpha_1}$$

$$2C = \frac{N_1 \times m}{\cos \alpha_1} + \frac{N_2 \times m}{\sin \alpha_1}$$

Exemple :

$$N_1 = 40 \quad N_2 = 20 \quad m = 6 \quad C = 300$$

$$OA = 40 \times 6 = 240 \quad OB = 20 \times 6 = 120$$

On fait pivoter la longueur MN autour du point C comme indiqué ci-dessus et on obtient les diamètres primitifs 344 et 256 ainsi que les $20^\circ 25'$ et $69^\circ 35'$.

Le problème est résolu par les engrenages :

40 dents module 6, inclinaison $20^\circ 25'$

ϕ primitif = 344, ϕ extérieur 356

20 dents module 6, inclinaison $69^\circ 35'$

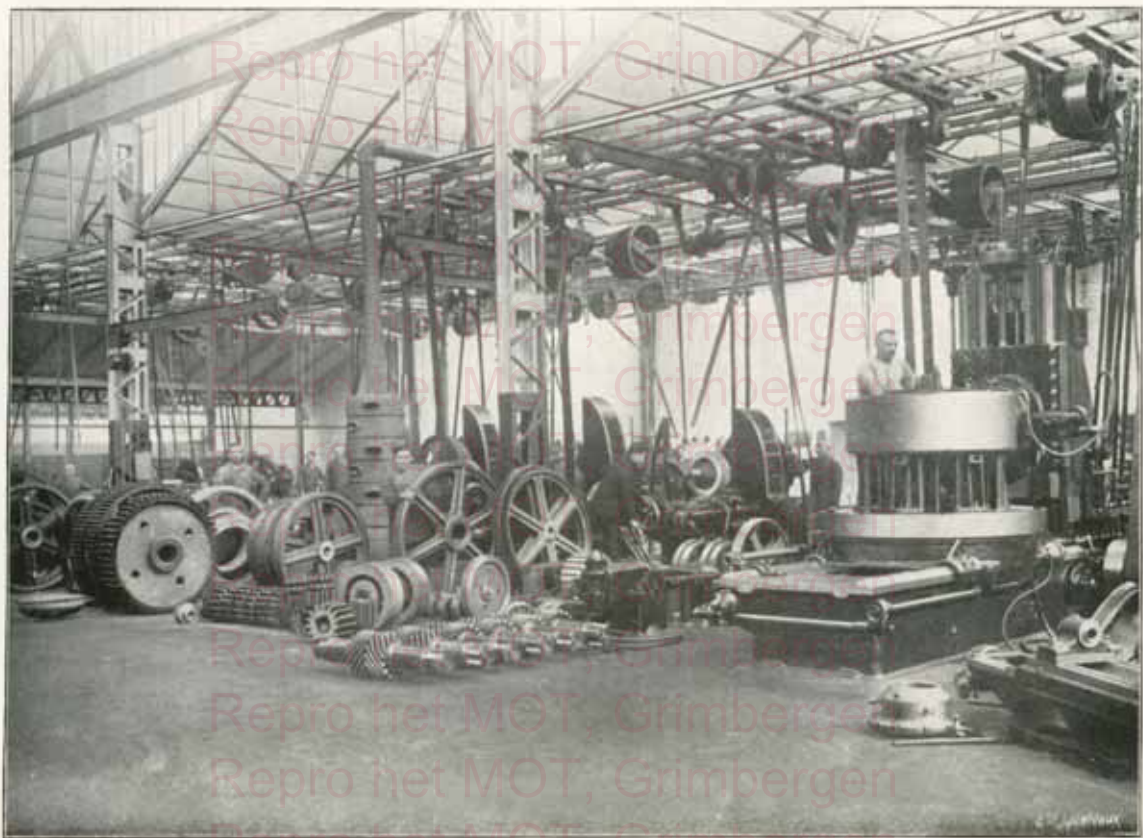
ϕ primitif = 256, ϕ extérieur 268

Axe en axe : 300.

Engrenages hélicoïdaux à axes quelconques

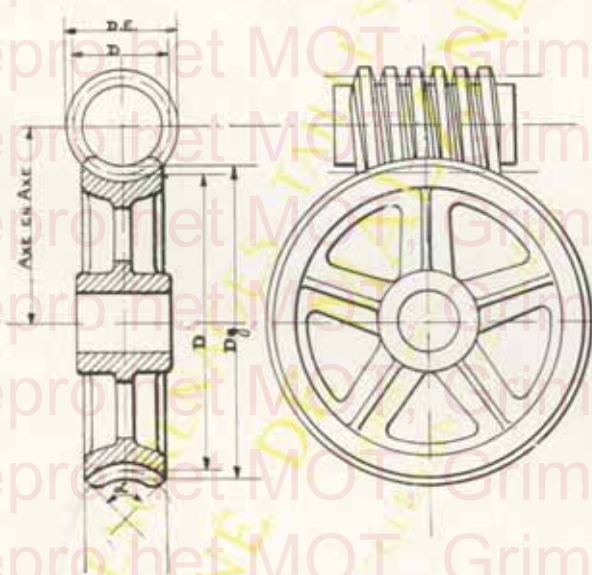


Schémas indiquant les positions relatives de deux engrenages hélicoïdaux de même angle, mais avec sens d'inclinaison différente.



CHAPITRE IV

VIS SANS FIN ET ENGRENAGES A VIS à dentures creuses



La taillage des roues à vis à dentures creuses nécessite l'emploi d'outils appelés hobs qui sont identiques aux vis correspondantes.

La liste des hobs ci-après indiquera au constructeur les différentes dimensions des vis qui engrenent avec les roues que notre outillage permet de tailler.

Remarque. — Dans l'établissement des plans d'appareils comportant des engrenages à vis sans fin, nous recommandons tout spécialement aux techniciens d'adopter dans leurs projets des \odot primitifs de vis sans fin contenus dans la liste ci-après.

Non seulement on évitera de la sorte toute modification ultérieure, mais surtout le client ne sera pas exposé à devoir supporter des frais d'outillage généralement très onéreux.

Dans certains cas, nous pouvons établir à nos frais des vis-fraises différentes de celles indiquées dans la liste ; toutefois, il est indispensable que nos clients se mettent au préalable d'accord avec nous sur le choix du diamètre primitif.

Calcul des engrenages à vis

Vis sans fin. — DIAMÈTRE PRIMITIF. — Le diamètre primitif est celui qui est indiqué dans le tableau.

DIAMÈTRE EXTÉRIEUR. — Le diamètre extérieur est égal au précédent, plus deux fois le module oblique.

Roue à vis. — DIAMÈTRE PRIMITIF. — Le diamètre primitif est égal au nombre de dents \times par le module oblique $D = N \times M$

DIAMÈTRE DE GORGE. — Le diamètre de gorge est égal au précédent plus deux fois le pas diamétral.

$$D_g = (N + 2) M.$$

Distance d'axe en axe. — La distance d'axe en axe est égale à la moitié de la somme des diamètres primitifs.

Exemple : Soit une vis sans fin dont le diamètre primitif est de 70 mm., module 10.

La roue correspondante a 50 dents.

Vis : diamètre primitif, 70 mm.

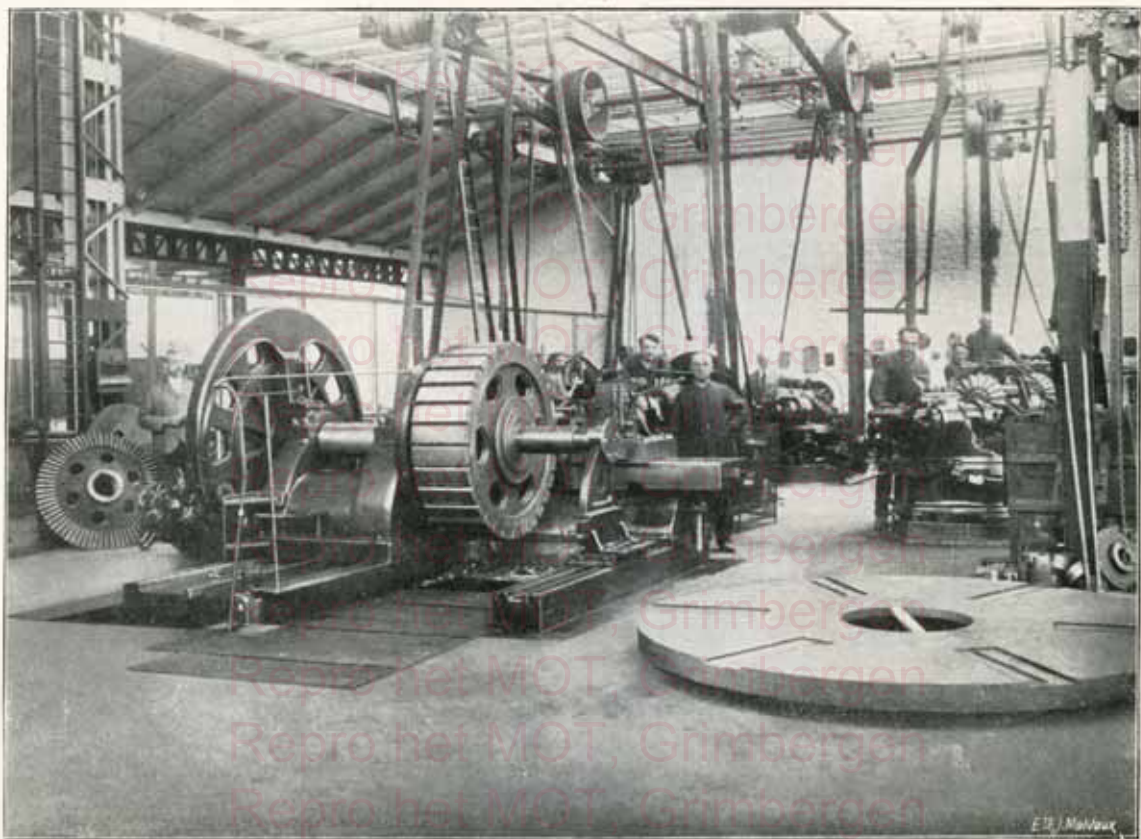
$$\text{diamètre extérieur} = 70 + 2 \times 10 = 90 \text{ mm.}$$

ROUE : diamètre primitif, $50 \times 10 = 500$ mm.

$$\text{diamètre de gorge, } 500 + 20 = 520 \text{ mm.}$$

$$\text{La distance d'axe est de } \frac{500 + 70}{2} = 285 \text{ mm.}$$

Largeur de la denture L. — La largeur de denture des engrenages à vis dépend du ϕ de la vis et de l'angle α , on choisit l'angle α entre 60° et 90° .



LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
				51	1	8	1
				53	1	8	8
66	2	20	1	52	2	20	1
430	2	26	2	87	2	28	1
397	2	30	2	422	2	28	2
25	2	40	1	11	2	40	1
398	2	32	1	552	2	46	2
				553	2	46	4
				600	2	32	1
90	3	30	2	85	3	24	1
75	3	42	1	27	3	30	1
315	3	42	3	172	3	30	3
24	3	48	1	504	3	33	3
277	3	60	2	50	3	42	1
428	3	54	2	138	3	42	2
48	3	72	1	139	3	42	3
257	3	72	4	353	3	45	1
				49	3	60	1
				351	3	60	2
				491	3	66,8	6
				301	3	72	1
				547	3	36	1
				548	3	36	2
				549	3	36	3
				578	3	33	2

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
256	4	48	4	58	4	32	1
S.N.	4	52	3	277	4	36	2
483	4	54	2	140	4	40	1
262	4	60	2	136	4	48	1
158	4	76	2	135	4	48	2
193	4	84	1	112	4	48	3
538	4	54	1	113	4	52	1
567	4	36	1	93	4	52	2
580	4	96	3	498	4	54	1
588	4	48	1	S.N.	4	66	2
612	4	60	3	71	4	60	1
				164	4	60	2
				271	4	60	4
				103	4	64	4
				316	4	72	1
				499	4	72	2
				154	4	72	3
				194	4	80	1
				539	4	64	3
				595	4	90	2
				606 ₁	4	48	3
				277 ₁	4	40	1
111	5	40	1	144	5	40	1
31	5	50	2	186	5	40	2
247	5	50	3	220	5	40	3
303	5	50	4	188	5	40	4
41	5	60	1	7	5	50	1
309	5	60	2	16	5	50	2
S.N.	5	60	3	117	5	50	3
12	5	80	1	300	5	50	4
304	5	100	1	249	5	56,243	3
537	5	72,5	4	106	5	60	1
				204	5	60	2
				108	5	60	3
				280	5	68	4
				80	5	70	1
				361	5	70	2
				161	5	70	3
				354	5	80	2
				327	5	80	1

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
				261	5	100	1
				S.N.	5	125	1
				584	5	80	5
				601	5	60	4
				555	5	72,5	4
392	6	42	3	338	6	42	1
426	6	48	2	129	6	42	4
183	6	54	2	23	6	48	1
273	6	60	1	62	6	48	2
133	6	66	3	38	6	54	1
155	6	72	2	449	6	54	2
				566	6	52	4
				598	6	90	2
				170	6	54	3
500	6	80	1	70	6	60	1
299	6	90	2	1	6	60	4
73	6	96	2	302	6	66	1
151	6	114	1	30	6	66	2
556	6	54	1	86	6	72	1
625	6	72	5	258	6	72	2
				168	6	72	3
				224	6	72	4
				403	6	84	2
				118	6	90	1
				125	6	90	3
				101	6	96	1
				513	6	02	2
				342	6	114	1
				15	6	160	2
				583	6	98	4
				623	6	06	3

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
457	7	49	1	274	7	49	1
416	7	70	1	178	7	49	3
185	7	70	2	63	7	56	1
253	7	70	3	99	7	56	2
65	7	84	1	332	7	63	2
296	7	98	2	148	7	68	1
184	7	112	1	241	7	70	1
448	7	126	1	72	7	70	2
281	7	126	2	33	7	70	3
577	7	63	2	493	7	80	1
586	7	98	1	94	7	70	5
593	7	84	2	414	7	84	3
609	7	49	2	376	7	88	2
				310	7	98	1
				297	7	98	2
				176	7	112	1
				131	7	112	2
				464	7	126	1
				355	7	126	2
				571	7	60	1
				589	7	45	2
				621	7	56	3
458	8	56	2	163	8	48	1
335	8	64	1	166	8	48	2
276	8	72	1	82	8	56	1
474	8	72	2	107	8	56	2
309	8	80	1	81	8	56	3
215	8	80	2	252	8	56	4
160	8	88	1	17	8	64	1
54	8	96	0	39	8	64	2
404	8	100	1	368	8	64	3
323	8	100	2	264	8	72	1
590	8	72	3	415	8	72	2
616	8	56	3	76	8	72	3
615	8	52	1	275	8	72	4
				32	8	80	1
				95	8	80	2
				469	8	80	3
				308	8	83	1

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
				357	8	88	1
				35	8	88	4
				431	8	88	2
				5	8	100	1
				367	8	100	2
				8	8	112	1
				339	8	120	3
				582	8	128	2
				591	8	156	2
				551	8	110	8
475	9	63	1	153	9	60	2
481	9	72	1	197	9	63	1
313	9	72	2	388	9	63	2
208	9	90	1	122	9	63	3
530	9	126	1	47	9	70	1
603	9	108	1	145	9	72	2
				510	9	72	3
				394	9	80	1
				244	9	84	2
				69	9	90	1
				177	9	90	2
				401	9	90	3
				278	9	90	4
				266	9	99	1
				375	9	100	2
				559	9	72	4
				386	9	100	3
				116	9	108	1
				364	9	126	1
				515	9	126	2

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
525	10	60	3	410	10	60	1
488	10	70	2	470	10	60	2
429	10	80	2	471	10	60	3
219	10	90	1	22	10	70	1
233	10	90	2	105	10	70	2
88	10	90	3	102	10	70	3
473	10	100	3	453*	10	84,28	4
501	10	100	2	91	10	80	1
S.N	10	106	1	92	10	80	2
120	10	110	1	450	10	80	3
169	10	130	1	156	10	90	1
217	10	130	3	42	10	90	2
331	10	150	2	96	10	90	3
314	10	160	1	34	10	100	1
545	10	60	1	83	10	100	2
505	10	70	1	221	10	100	3
565	10	80	1	421	10	110	1
501	10	100	2	44	10	110	2
605	10	70	3	207	10	120	1
				365	10	120	2
				400	10	130	1
				399	10	130	2
				45	10	140	1
				243	10	150	1
				318	10	150	2
				363	10	200	2
				607	10	140	2
				611	10	68	4
371	11	88	1	413	11	77	1
263	11	88	2	26	11	88	1
				132	11	88	2
				56	11	110	1
				287	11	110	2
				278	11	110	3
				380	11	110	4
				57	11	132	1
				198	11	132	2
				250	11	132	3

N. B. — Les astérisques indiquent que les hobs correspondants ont une denture spéciale.

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
325	12	72	1	124	12	72	1
446	12	100	2	150	12	72	2
445	12	100	3	212	12	84	1
507	12	100	1	55	12	84	2
232	12	144	1	407	12	84	3
228	12	156	1	104	12	96	3
109	12	120	1	478	12	96	2
572	12	84	1	119	12	100	1
579	12	84	2	162	12	100	2
				189	12	112	1
				98	12	120	1
				84	12	120	2
				206	12	120	4
				37	12	132	1
				64	12	144	1
				356	12	144	2
				137	12	168	1
				557	12	90	1
				319	12	108	2
				554	12	112	1
				564	12	96	1
				573	12	100	3
				574	12	120	3
514	13	130	1	366	13	91	2
385	13	182	1	146	13	104	1
543	13	91	2	248	13	104	3
587	13	90	1	476	13	104	2
				506	13	116	2
				359	13	120	1
				417	13	130	1
				524	13	130	2
				192	13	156	1
				536	13	156	2
				570	13	88	1
				585	13	96	4

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
349	14	102	2	251	14	98	1
484	14	112	2	321	14	98	3
199	14	140	1	195	14	102	2
223	14	168	1	2721	14	125	1
617	14	96	1	350	14	125	3
				272	14	126	1
				444	14	126	2
				29	14	140	1
				6	14	140	2
				181	14	154	1
				390	14	160	2
				544	14	110	1
409	15	120	1	333	15	105	1
295	15	150	1	110	15	120	1
534	15	180	1	202	15	120	2
618	15	105	2	225	15	120	3
619	15	120	2	36	15	120	4
				S.N.	15	128	1
				222	15	150	1
				411	15	150	4
				40	15	180	1
				378	15	180	2
				490	15	180	3
				235	15	235	2
				550	15	105	2
447	16	96	2	384	16	96	1
485	16	104	2	379	16	112	2
405	16	160	2	293	16	112	3
179	16	188	2	78	16	128	1
542	16	150	1	292	16	128	2
560	16	148	2	360	16	128	3
626	16	128	2	229	16	144	1
				S.N.	16	135	1
				384*	16	100	1

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
Nº	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	Nº	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
				391	16	144	2
				130	16	144	4
				285	16	160	1
				68	16	176	1
				180	16	188	2
				283	16	192	1
				460	16	96	2
				393	16	104	2
				289	16	112	1
157	17	238	1	218	17	119	1
				377	17	119	2
				288	17	136	3
				494	17	140	1
				503	17	140	1
				389	17	180	1
599	18	162	1	512	18	108	1
532	18	140	2	443	18	108	3
622	18	144	1	482	18	112	2
				418	18	120	3
				209	18	126	1
				205	18	126	2
				S.N.	18	140	1
				497	18	140	2
				267	18	144	1
				230	18	198	1
				477	18	216	1
				546	18	170	1
				121	18	180	1
				558	18	146	3
				620	18	100	2
				477*	18	208	1

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
387	19	152	2	43	19	150	1
265	20	120	2	348	20	120	1
522	20	130	1	182	20	120	2
516	20	170	1	270	20	140	2
381	20	200	2	432	20	150	2
531	20	240	3	226	20	160	1
				502	20	160	1
				214	20	160	2
				433	20	170	2
				402	20	180	2
				298	20	180	2
				246	20	200	1
				236	20	200	2
				291	20	230	1
				576	20	140	1
				489	22	150	1
				408	22	180	1
				439	22	276	1
				438	23.88	200	1

LISTE DES HOBS

MODULES FRACTIONNAIRES

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	No	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
239	3,82	55	4	—	1,75	27,78	3
479	4,75	125,25	6	374	1,88	27,78	3
312	6,063	78	4	19	2,0212	24	1
395	8,085	69	2	373	2,2	27,78	2
242	8,2	64	7	423	2,3	24,5	2
396	14,125	95	2	372	2,5	43,19	3
425	14,30	86	1	461	3,03	310	1
3	1,75	34,07	3	—	3,20	64,4	3
529	6,064	46,68	5	424	3,25	43	2
173	4,5	72	3	211	3,25	58,78	4
541	8,085	82,908	1	174	3,33	60	3
614	6,06	55	2	237	3,36	38	3
596	9,494	61,27	4	—	3,44	80	2
604	10,99	59,28	4	231	3,50	65	3
				294	3,75	64,65	3
				—	3,75	31	2
				334	3,75	39,26	1
				175	3,93	70	3
				196	4,14	80	2
				468	5,05	40	3
				159	5,90	70	3
				455	6,063	55,7	1
				—	7,078	75	2
				472	8,08	55,2	1
				492	8,08	56	2
				495	8,08	76	1
				440	8,08	90	2
				412	8,59	57,15	5
				18	9,11	57	2
				466	10,206	57	1
				442	10,4	68	1
				128	10,5	70	2
				435	10,5	100	1
				419	11,622	120	1
				420	11,622	120	3
				465	13,138	95	2
				451	14,15	95	2
				486	14,15	100	1
				370	14,15	102	3
				454	14,14	124,2	1
				480	16,17	100	1
				427	16,18	175	1
				358	16,17	193	1

LISTE DES HOBS

PAS A GAUCHE				PAS A DROITE			
N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées	N°	Module oblique	Diamètre primitif	Nombre d'entrées
				441	16,17	103,6	2
				436	18,2	170	1
				597	4,442	36,12	4
				508	18,2	160	2
				517	12,086	80	3
				511	16,17	105,84	4
				520	10,606	110	2
				523	1,26	15,48	8
				527	2,5	28	1
				528	6,064	46,68	5
				521	13,138	110	2
				518	16,17	114	2
				519	16,17	120	1
				154	4,5	72	3
				535	6,063	89,46	2
				569	6,5	72	2
				568	7,57	73,32	2
				562	8,08	57	3
				594	8,90	62,18	4
				—	9,54	69,5	7
				563	10,106	70	2
				533	11,622	120	2
				599	11,12	75	2
				561	14,148	119	2
				581	16,17	110	3
				602	16,17	115	3
				540	8,085	82,908	1
				562	8,08	57	3
				608	9,494	61,27	4

CHAPITRE V

PROFILS SPÉCIAUX

Outre le profil normal avec angle de pression de $14\frac{1}{2}^{\circ}$, nous taillons des engrenages ayant d'autres dentures parmi lesquelles nous signalons :

1° *Denture à 20°* , employée très souvent dans les engrenages de gros module, de même que dans la construction automobile où l'angle de pression peut être $17\frac{1}{2}^{\circ}$, 20° , $22\frac{1}{2}^{\circ}$, 25° , etc.

2° *Denture Stub ou denture raccourcie*, dans laquelle la hauteur de denture d'un module est celle d'un module plus petit.

3° *Denture corrigée*, avec angle de pression de $14\frac{1}{2}^{\circ}$ ou autre.

La denture corrigée ne peut s'exécuter que pour des engrenages dont le nombre de dents est différent. Elle se recommande principalement lorsqu'un des deux engrenages a un petit nombre de dents.

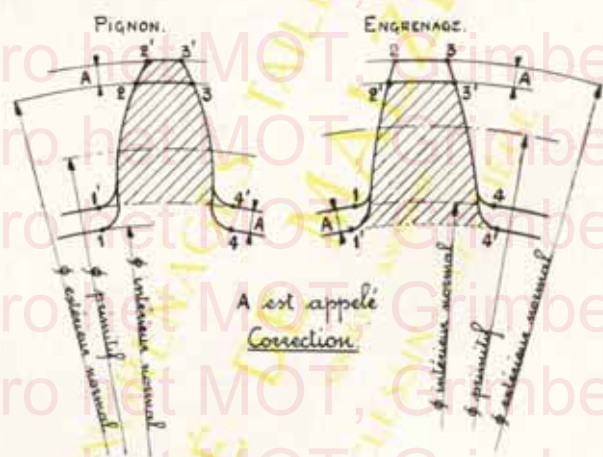
Elle s'exécute avec n'importe quel angle de pression et, pour une correction déterminée, les dimensions sont les mêmes quel que soit l'angle de pression. L'avantage de la denture corrigée est de renforcer la base des dents de l'engrenage du petit nombre de dents et de rendre l'engrènement plus facile.

La correction s'obtient en donnant à l'engrenage du petit nombre de dents, une hauteur de pointe supé-

rieure (long addendum) à la pointe normale d'une quantité que l'on retranche de la pointe normale de l'engrenage correspondant.

Par contre, la hauteur entre la base et le cercle primitif des dents de l'engrenage du petit nombre de dents sera réduite, tandis que cette hauteur sera augmentée dans l'engrenage correspondant.

Pour la facilité, nous avons appelé dans le schéma suivant "pignon" l'engrenage du petit nombre de dents.



1. 2. 3. 4. Denture normale.

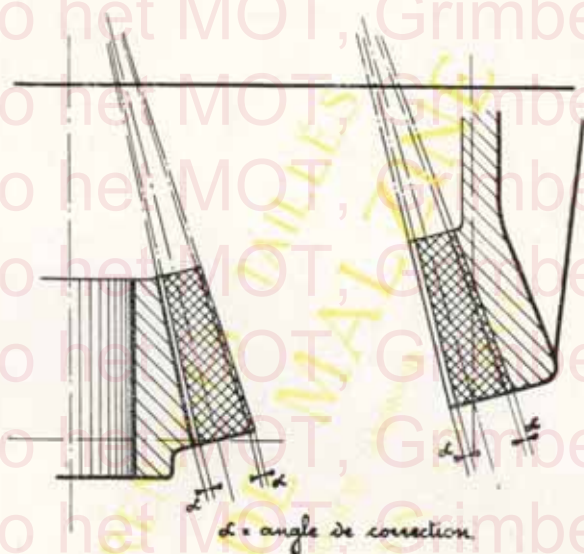
1'. 2'. 3'. 4'. Denture corrigée.

Engrenages droits avec denture corrigée

- ⊙ extérieur du pignon = ⊙ extérieur normal - A.
- ⊙ intérieur du pignon = ⊙ intérieur normal + A.
- ⊙ extérieur de l'engrenage = ⊙ extérieur normal - A.
- ⊙ intérieur de l'engrenage = ⊙ intérieur normal - A.

Dans les engrenages coniques, la denture corrigée s'obtient en augmentant ou en diminuant l'angle de face d'un angle α appelé "angle de correction".

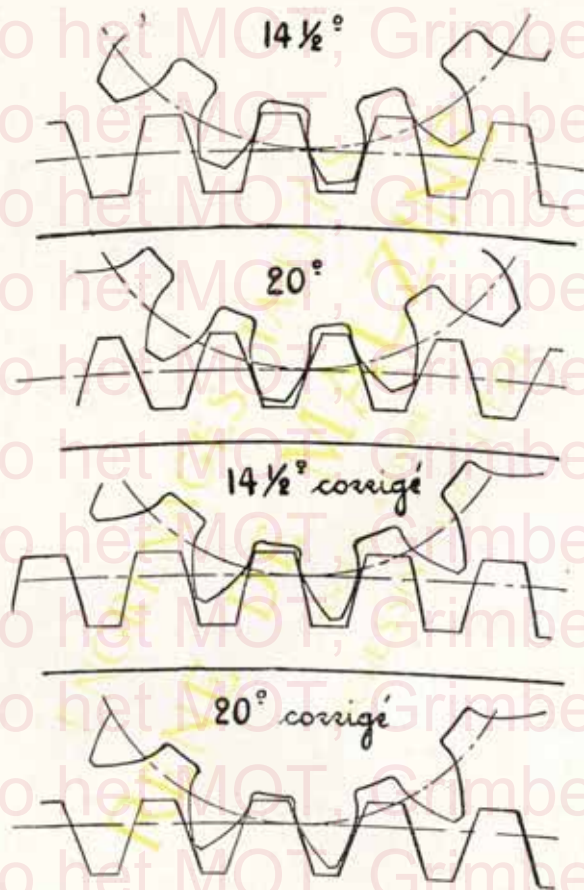
Remarque. — Ces schémas montrent que les engrenages que l'on nous envoie pour être taillés avec denture corrigée doivent avoir des dimensions spéciales qui ne peuvent être calculées que si l'on connaît la



correction α ouz. Nous sommes à la disposition de nos clients pour leur fournir les plans de tournage des engrenages dont ils nous confient le taillage afin qu'ils puissent nous envoyer des pièces convenablement tournées.

4° *Denture en spirale (taille Gleason).* — Ces engrenages présentent une très grande supériorité sur les engrenages à denture conique rectiligne ordinaire. La suppression du bruit, leur facilité de réglage, leur grande vitalité font qu'ils sont actuellement d'un usage pour ainsi dire généralisé dans la construction automobile où leur denture est adoptée aussi bien pour les engrenages de distribution, commande de magnéto, etc., que pour les couples coniques de ponts arrière.

Outre que leurs dimensions diffèrent quelque peu de celles des engrenages à denture corrigée, ils nécessitent parfois l'emploi de couteaux spéciaux; pour ces raisons



PROFIL DIVERS

il est toujours prudent de nous consulter avant d'en établir les dimensions. Nous sommes d'ailleurs toujours à la disposition de nos clients pour leur fournir des plans d'usinage établis suivant nos calculs et notre outillage.

A titre d'indication, on trouvera ci-dessous la façon de déterminer les dimensions de tournage des pièces à denture incurvée.

$$\text{Hauteur utile} = 2 \times \text{module} \times 0,85$$

$$\text{Jeu de fond} = 3,1416 \times \text{module} \times 0,7$$

$$\text{Hauteur totale} = \text{hauteur utile} + \text{le jeu de fond}$$

$$\text{Pointe de dent à la couronne} = 0,3 \times \text{hauteur utile}$$

$$\text{Pointe de dent au pignon} = 0,7 \times \text{hauteur utile}$$

$$\phi \text{ extérieur} = \phi \text{ primitif} + \text{pointe} \times 2 \cos \alpha$$

$$\text{Angle de tournage} = \text{angle central} + \delta$$

$$\text{formule dans laquelle } \delta = \frac{\text{pointe}}{\text{génératrice primitive}} \\ \text{génératrice primitive} = \frac{\phi \text{ primitif}}{2 \sin \alpha}$$

5° *Dentures quelconques.* — Ces dentures nécessitent dans la plupart des cas un outillage spécial que nous sommes obligés de facturer à nos clients, cet outillage étant sans valeur pour nous après l'exécution de la commande.



CHAPITRE VI

RÉDUCTEURS DE VITESSE**CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES**

Dans le passé, lorsqu'il s'agissait d'obtenir une réduction de vitesse quelconque, il n'existait d'autre ressource que l'utilisation de poulies, courroies, de cables, roues à dentures brutes, chaînes, etc...

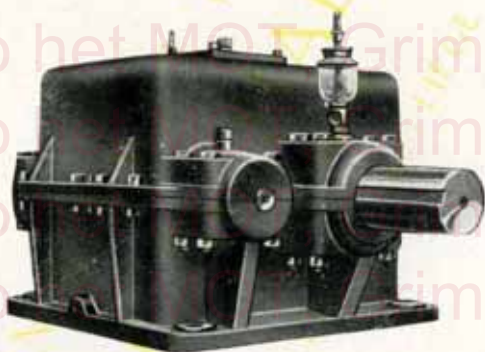
Les progrès rapidement réalisés dans la construction des moteurs électriques, qui normalement sont prévus pour des régimes de vitesse relativement élevés, en ont généralisé l'utilisation dans une infinité d'applications.

Bien qu'il soit possible de fabriquer des moteurs tournant à faible vitesse, on conçoit que, commercialement, on ne peut prétendre construire de tels moteurs, destinés à fonctionner sous un régime lent et approprié selon les cas à la commande directe de machines ou appareils quelconques. Dès lors, il devenait indispensable, d'avoir recours dans la presque généralité des cas, à un organe intermédiaire dont la fonction consiste à transformer la vitesse du moteur en une vitesse réduite, propre à actionner directement une machine dont les conditions de fonctionnement imposent un régime déterminé.

A ce moment, s'ouvre l'ère des réducteurs de vitesse proprement dits. Depuis les temps les plus reculés, l'engrenage qui a toujours été considéré comme étant le symbole de la technique, n'a pas cessé d'être un des organes essentiels de la plupart des machines. De nos jours, mais surtout depuis l'emploi des engrenages taillés dans la masse, par des procédés scientifiques, dont les ateliers F. R. DE MALZINE furent les

promoteurs en Belgique, en se spécialisant uniquement dans leur fabrication, leurs applications n'ont cessé de se multiplier, et l'engrenage taillé, est devenu un élément mécanique de toute première nécessité.

Les besoins en engrenages taillés n'ont cessé d'augmenter en proportion du développement rapide de l'industrie mécanique, de sorte que seules, les roues parfaitement exécutées ont pu répondre aux nouvelles exigences. C'est ce qui explique que la fabrication d'engrenages de tous genres est de plus en plus laissée à des spécialistes qui peuvent y consacrer toute leur attention et toute leur expérience.



Les réducteurs de vitesse comportent essentiellement des engrenages et la construction de tels appareils rentrait tout naturellement dans le cadre de notre fabrication.

Simplement conçus au début, les recherches continues, et le fruit de l'expérience acquise nous ont amenés à perfectionner sans cesse nos divers types de réducteurs et à livrer à notre clientèle des appareils offrant, outre les qualités d'un fini d'exécution irréprochable, le maximum de garanties de bon fonctionnement et de rendement.

S'il est recommandable de prévoir un carter à bain d'huile pour les engrenages, destinés à assurer une commande quelconque que les vitesses soient faibles ou moyennes, cela devient une nécessité lorsque les engrenages tournent à grande vitesse.

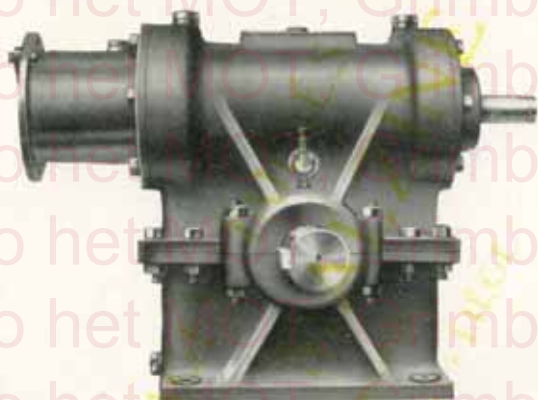
Indépendamment des réducteurs normaux, nous construisons tout spécialement des réducteurs et multiplicateurs comportant des engrenages de haute précision destinés à fournir les plus grandes puissances à un régime très élevé, comme c'est le cas dans les commandes de turbos.



Selon les cas, les paliers utilisés sont prévus soit, avec roulement à billes, soit à coussinets lisses à graissage par bagues, soit avec coussinets spéciaux pour un graissage sous pression. Normalement ces paliers font corps avec le carter même. Dans certains cas, notamment lorsqu'il s'agit d'engrenages de grandes dimensions, tournant à faible vitesse, les paliers sont indépendants du carter et sont fixés sur des assises venues de fonderie avec le corps du carter.

Il va de soi que dans ce genre d'appareils le *facteur lubrification* joue un rôle prépondérant. Dans la plupart des cas, surtout lorsque la vitesse est peu élevée, le plus grand engrenage ayant la partie inférieure de la jante immergée dans le bain d'huile, suffit pour amener

suffisamment d'huile à l'endroit de l'engrènement, pour autant que le transport ne soit pas trop éloigné, ce qui peut se produire dans le cas de moteur tournant à droite et pignon actionnant un engrenage de grande dimension.



Dans les grandes vitesses si les engrenages baignent dans l'huile ils rencontrent une certaine résistance. En outre, l'huile étant constamment et violemment projetée, sur les parois de la boîte, retombe entre ces dernières et la jante de l'engrenage agissant ainsi comme un frein; de ce fait, elle ne tarde pas à atteindre une température élevée, le rayonnement étant insuffisant, la boîte et l'huile elle-même s'échauffent outre mesure, cette dernière perdant tous ses pouvoirs lubrifiants.

Pour obvier à ces inconvénients, nos réducteurs peuvent être munis d'une pompe amenant une nappe d'huile nécessaire et suffisante à l'endroit précis de l'engrènement, et assurant ainsi une lubrification idéale.

Dans un autre ordre d'idées, si l'on considère que chaque engrènement, c'est-à-dire chaque fois qu'une dent du pignon vient en contact avec la dent de la roue

correspondante, provoque une usure de la matière, conception sans doute exacte pour les engrenages ordinaires, on devrait conclure que dans les cas de grandes vitesses ou journalièrement l'engrènement se produit des millions de fois, leur durée ne serait pas bien grande. Mais en réalité, il n'en est pas ainsi, les engrenages ne subissent presque aucune usure, et ce n'est qu'aux périodes de mise en marche et d'arrêt que ces engrenages peuvent être comparables aux autres mécanismes dont l'usure est assez rapide.

Dès que les roues ont atteint les vitesses pour lesquelles elles ont été prévues, la nappe d'huile coule tel un ruban entre les dentures et tout contact de matière par suite toute usure cesse pendant cet état de choses.

L'huile subissant toutefois de très fortes pressions qui se traduisent par un échauffement, il convient qu'elle soit constamment refroidie dès sa sortie du carter.

La question de l'intensité de la pression spécifique sur les dentures joue toujours un certain rôle, mais il faut surtout avoir soin d'utiliser une huile de qualité tout-à-fait supérieure.

Dans les engrenages de l'espèce, les caractéristiques des dentures ne sont plus déterminées de la même façon que pour les engrenages tournant lentement. L'essentiel est d'obtenir une vitesse uniforme et une balance dynamique parfaite.

Le genre de dentures utilisées de préférence est la denture à chevrons simples ou doubles, les arbres pignons d'une seule pièce étant établis en acier chrome nickel et les roues correspondantes en acier S. M. de 65 à 70 Kgs.

Dans les demandes de prix, en vue de déterminer judicieusement les types de réducteurs convenant le mieux, en plus des nombres de tours, force en C. V. etc., il est toujours recommandable de spécifier le genre des organes à actionner, et si les arbres sont destinés à supporter des poulies, roues, etc....

A cet égard, chaque fois que la chose est possible, nous préconisons l'adjonction d'un manchon d'accouplement reliant l'arbre lent à l'arbre commandé. Il est toujours très à conseiller d'isoler complètement le réducteur des appareils à commander, la présence de pignons, poulies, roues à chaînes placées directement sur l'arbre lent étant de nature à nuire au bon fonctionnement de nos appareils.



La fabrication de ces réducteurs exige des soins très attentifs et une précision des plus rigoureuses qu'il est difficile d'obtenir si l'on ne dispose pas d'un outillage puissant et moderne, spécialement approprié tel que nous le possédons. De plus notre grande expérience dans le domaine de l'engrenage nous permet de

livrer, à des prix très modestes, un matériel de tout premier choix et répondant exactement aux qualités que notre clientèle est en droit d'exiger.

A ce jour, nos usines ont livré à la presque généralité des constructeurs du pays, plusieurs milliers de réducteurs dont la plupart sont encore en service.

Le rendement moyen de nos réducteurs type D est de 95 à 98 % ; celui du type 2D de 90 à 94 %.

LUBRIFICATION DES RÉDUCTEURS

Les perfectionnements successifs apportés à la constructions de nos réducteurs en font maintenant des appareils dont le rendement et la durée ne peuvent être dépassés.

Afin d'en obtenir la meilleure utilisation pour tous régimes de charge, il convient évidemment de porter au maximum l'efficacité du graissage, c'est-à-dire d'employer un lubrifiant de qualité supérieure qui reste parfaitement approprié aux conditions de travail les plus sévères.

La diversité de lubrifiants, huiles ou graisses mis sur le marché rend souvent difficile et même aléatoire le choix du lubrifiant qui convient à une machine donnée. C'est pourquoi, désireux d'éviter à nos clients des recherches, tout en leur donnant un complément de garantie, nous avons été amenés à faire des essais comparatifs en lubrifiants sur nos appareils.

Nous avons reconnu que les huiles supérieures " GARGOILE " de la VACUUM OIL COMPANY sont les mieux appropriées pour le graissage efficace et économique de nos réducteurs de tous types.

L'emploi des huiles " GARGOILE " est donc instamment recommandé à nos clients. Grâce à son organisation mondiale, la VACUUM OIL Cy offre la plus grande facilité et la plus grande rapidité d'approvisionnement. De plus, les Ingénieurs spécialistes attachés à ses agences, sont toujours à la dispositions des Industriels pour l'examen des cas particuliers ou l'étude générale du graissage de leur matériel.

Graissage des organes de nos réducteurs :

Nous construisons des réducteurs par vis sans fin roue hélicoïdale et à denture creuse, des réducteurs par engrenage à denture en chevrons, ou double denture hélicoïdale.

A) Réducteurs par vis sans fin roue hélicoïdale.

TYPE AS : avec vis au dessus.

TYPE AI : avec vis en dessous.

Caractéristiques communes aux deux types :

Les vis sans fin en acier cémenté, trempé et le filet rectifié, tournent dans des coussinets en bronze phosphoreux. Sur les nouveaux modèles des deux types les roulements à billes de butée de chacune des extrémités de la vis sont remplacés par un roulement formant butée à double effet. La couronne de la roue est en bronze phosphoreux spécial. Un carter étanche constituant réservoir d'huile enveloppe la vis et la roue.

Graissage des réducteurs AS à vis au-dessus :

Vis et roue : par barbotage dans l'huile du carter.

Paliers de la vis : à bagues.

Paliers de la roue : à bouteilles.

Graissage des réducteurs AI à vis au-dessous :

Vis et roue : par barbotage de la vis dans l'huile du carter.

Palier de la vis et de la butée : par les projections d'huile.

Paliers de la roue : Graisseurs à bouteilles.

Lubrifiants préconisés (voir le tableau en fin de la notice) : L'effort transmis par une vis sans fin s'exerçant sur une surface relativement faible, met en jeu des pressions élevées capables d'expulser l'huile aux points de contact, si cette huile n'a pas l'adhérence et la viscosité convenables. D'autre part, l'huile doit être parfaitement stable afin d'assurer une longue durée d'utilisation sans changement de viscosité, ni altération du pouvoir lubrifiant.

Les roulements à billes de butée qui subissent des à-coups lors des variations de la puissance transmise ou des changements de sens de rotation, exigent aussi l'emploi d'une huile suffisamment visqueuse et adhérente. L'huile préconisée pour la vis et la roue convient aux roulements. Par raison de simplification, la même huile sera utilisée pour les paliers.

B) *Réducteurs de vitesse par trains d'engrenages.*

Type D : à une seule paire d'engrenages.

Type 2D : à 2 paires d'engrenages donnant une double réduction de vitesse.

Caractéristiques communes aux deux types :

Les engrenages sont généralement construits : le pignon en acier chrome nickel traité et rectifié, la roue en acier Siemens Martin de 65-70 Kos et en matières de toute première qualité. Pour les nouveaux modèles du type D, les dentures sont à chevrons ; pour ceux du type 2D, elles sont soit droites, soit à chevrons. Un carter étanche, constituant réservoir d'huile, enveloppe les engrenages.

Système de graissage des réducteurs type D :

Dentures : barbotage.

Paliers : à bagues, le réservoir d'huile de chacun des paliers est isolé du carter et muni d'un petit niveau. Les coussinets sont garnis de métal antrifriction.

Système de graissage des réducteurs 2 D :

Dentures : barbotage.

Paliers-roulements à billes pour l'arbre primaire et l'arbre intermédiaire : graissage par les projections d'huile du carter. L'arbre secondaire (de la moindre vitesse) tourne dans des coussinets lisses en bronze phosphoreux : le coussinet intérieur est lubrifié par les projections d'huile ; le coussinet extérieur est muni d'un graisseur à bouteille.

Lubrifiant préconisé. Huile de marque :

Gargoyle D. T. E.
Oil Extra Heavy.

C) *Recommandations générales pour le graissage des réducteurs de tous modèles à vis ou à engrenage.*

Mise en service des Réducteurs. — Nous conseillons la vidange du carter et des paliers à bagues après une centaine d'heures de marche, pour débarrasser l'huile des menues impuretés provenant du rodage. A cet effet, l'huile sera passée dans un filtre ; elle pourra être employée sur le réducteur, si la filtration est efficace.

En service courant. — Les niveaux d'huile des carters et des paliers à bagues seront vérifiés soigneusement chaque semaine et remis au repère par des appoints périodiques d'huile neuve ou d'huile récupérée de la même marque *soigneusement* filtrée.

Après 1.000 à 1200 heures de fonctionnement du réducteur (1200 heures = 8 heures par jour à 25 jours ouvrables par mois pendant 6 mois) il sera bon de vidanger le carter et de le remplir avec une charge d'huile neuve de la marque préconisée.

L'intervalle indiqué entre deux vidanges : 1000 à 1200 heures est un minimum qui correspond aux conditions de travail de nos réducteurs à pleine charge.

Si, après une première période de 1000 à 1200 heures, l'huile est exempte d'impuretés, l'intervalle entre deux renouvellements de la charge d'huile pourra être augmenté.

TABLEAU DE PRÉCONISATION

Cg — Gargoyle		
Types de réducteur	Modèles	Lubrifiants
à vis et roue	entr'axe inférieur à 175 mm.	Cg DTE. Oil Extra Heavy
A.S. vis au dessus	entr'axe inférieur à 250 mm.	Cg DTE. Oil BB
AL. vis en dessous	entr'axe inférieur à 250 mm.	Cg DTE. Oil AA
à engrenages droits D. simple réduction 2 D. double réduction Réduct. spéciaux	dentures droites avec différentiel, trains, planétaires etc.	Cg DTE. Oil Extra Consulter la Vacuum Oil Cy

Nous construisons différents types de réducteurs de vitesse, soit par vis et roue à vis sans fin, par simple ou double train d'engrenages droits ou à chevrons pour lesquels nous possédons les modèles établis pour distances d'axes variant de 100 à 500 mm, par 25 mm.

Le mécanisme intérieur, quel que soit le type de réducteur, est toujours renfermé dans un carter étanche, en fonte, formant réservoir à huile.

Réducteurs à vis sans fin, type A.S. — Ces réducteurs sont composés d'une vis sans fin actionnant une roue à vis.

La vis, en acier Martin-Siemens, cémentée, trempée et rectifiée dans toutes ses parties, y compris les filets, tourne dans des coussinets en bronze phosphoreux à graissage par bagues et porte à l'une de ses extrémités une butée à billes, à double effet, de la meilleure fabrication. Nos réducteurs peuvent donc tourner indifféremment dans les deux sens.

La roue, composée d'une couronne en bronze phosphoreux, ajustée sur moyeu en fonte, est placée sur un arbre en acier soigneusement rectifié, tournant dans des coussinets en bronze phosphoreux munis de graisseurs.



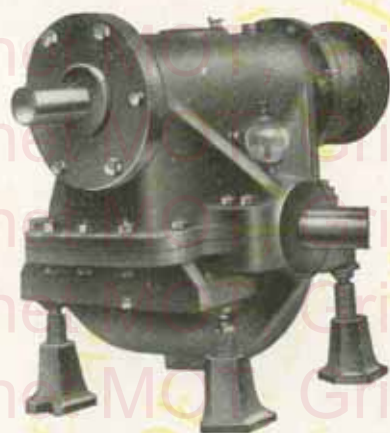
La boîte, en vue d'en parfaire l'étanchéité, est munie, à la sortie de chaque arbre, de rondelles de fermeture comportant une rainure dans laquelle est placé un morceau de feutre formant bourrage.

Les réducteurs de vitesse de 125 mm. d'axe en axe et au-dessus avec vis *en dessous* sont munis d'un niveau permettant de se rendre compte de la quantité d'huile renfermée dans la boîte.

Les petits réservoirs aménagés pour le graissage par bagues des coussinets de la vis des réducteurs à vis *supérieure*, devront toujours contenir une quantité d'huile suffisante pour que les bagues remplissent l'office auquel elles sont destinées.

Nous recommandons tout spécialement de veiller à la lubrification continue de nos réducteurs, la moindre interruption dans la lubrification amenant nécessaire-

ment les suites les plus fâcheuses. La quantité d'huile contenue dans la boîte, doit, tout en étant suffisante pour assurer une bonne lubrification, ne pas dépasser le niveau inférieur du bout d'arbre de la vis sans fin, sortant du carter pour les réducteurs à vis inférieure, et le même niveau du bout d'arbre de la roue dans les réducteurs à vis supérieure.



Sur demande spéciale des clients, en vue d'abaisser le prix de nos réducteurs, nous les fournissons avec vis non trempée, ou avec vis non trempée et roue en fonte.

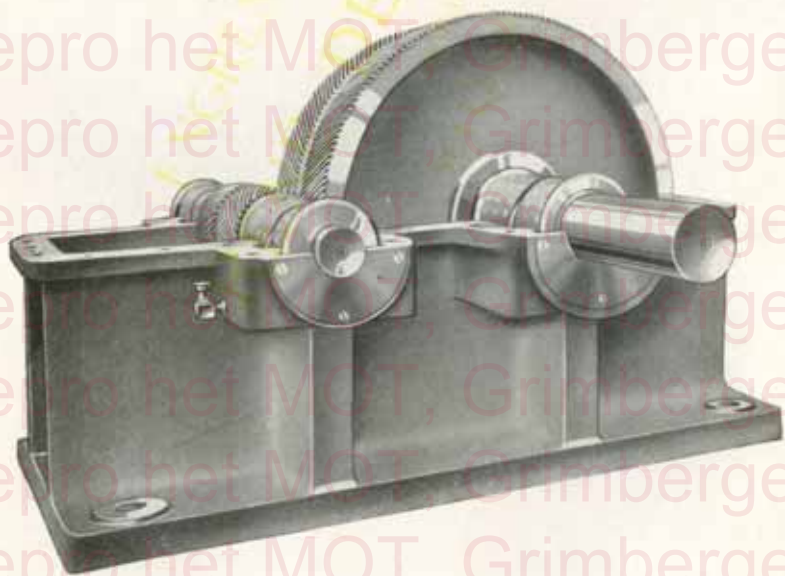
Nous attirons l'attention de nos clients sur l'avantage que présentent les réducteurs ayant *la vis placée au-dessus de la roue*, résultant de la facilité du démontage de la partie supérieure de la boîte qui permet l'examen de la vis, de ses butées et de ses coussinets, qui sont évidemment les organes qui demandent le plus de surveillance, par suite de la grande vitesse à laquelle les vis tournent généralement.

En outre, le danger d'échauffement exagéré, dans le cas où les réducteurs doivent fournir un service d'assez longue durée sans arrêt, est sensiblement moindre dans les réducteurs à vis supérieure.

En général, le type à vis inférieure ne doit être adopté en cas de marche continue, que muni d'un dispositif de circulation d'huile destiné à en assurer le refroidissement.

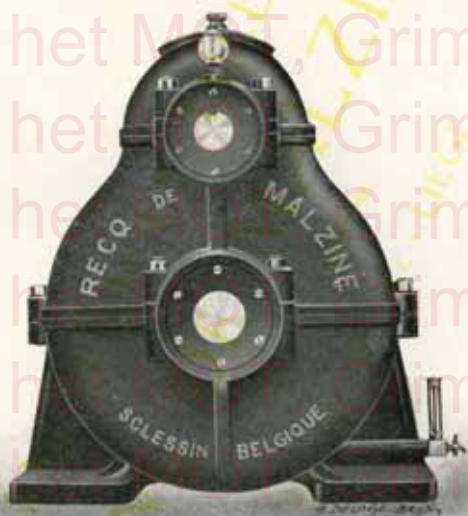
Outre ces types normaux, nous pouvons nous charger de la construction de réducteurs de différents genres, suivant la conception de nos clients. En ce cas, les plans d'exécution doivent nous être fournis et le coût des modèles, lesquels, sauf stipulation contraire, deviennent leur propriété, leur est facturé supplémentairement.

Réducteurs et Multiplicateurs par engrenages droits ou à chevrons, type D. — Les engrenages et arbres sont en acier Martin-Siemens de toute première qualité. Les arbres sont montés dans des roulements à billes provenant de spécialistes reconnus pour leur fabrication irréprochable.



Sur demande spéciale des clients, nous construisons également des réducteurs dont les roulements à billes sont remplacés par des coussinets en bronze phosphoreux.

Nous attirons l'attention sur les avantages que présente l'emploi de réducteurs de vitesse dont les engrenages sont renfermés dans une boîte hermétique : absence de danger, réduction du bruit, protection contre la poussière, graissage parfait et, comme conséquence, rendement maximum et durée indéfinie.

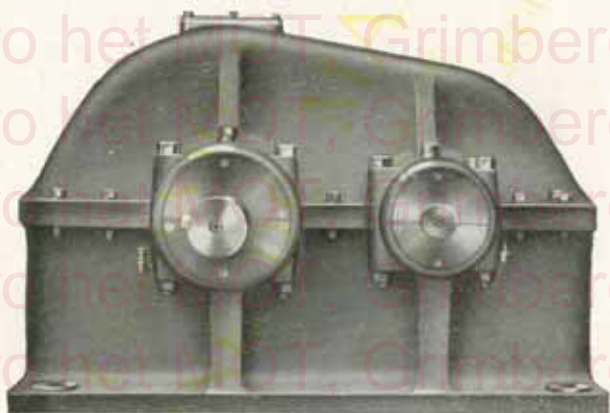


Nous fournissons ces réducteurs au choix des clients avec le pignon placé au-dessus de la roue ou avec le pignon et la roue sur le même plan horizontal (pignon latéral).

Réducteurs ou Multiplicateurs par double train d'engrenages droits ou à chevrons, type 2 D. — Ces réducteurs comprennent deux paires d'engrenages, droits ou à chevrons, formant une double réduction de vitesse.

Les engrenages et les arbres sont en acier Martin-Siemens de toute première qualité. Les arbres, à l'exception de celui de la moindre vitesse qui tourne dans des coussinets en bronze phosphoreux, sont montés dans des roulements à billes provenant de spécialistes reconnus pour leur fabrication irréprochable.

Dans certains cas, notamment lorsque ces appareils sont utilisés comme multiplicateurs de vitesse à régime élevé, ou lorsqu'il y a une grande puissance à transmettre, les paliers sont renforcés et les arbres tournent dans des coussinets en bronze phosphoreux ou métal blanc avec graissage par bagues.



L'emploi de ces réducteurs est indiqué lorsque, devant arriver à une réduction de vitesse trop grande pour être obtenue par un seul train d'engrenages, celui-ci amenant à des dimensions et à un encombrement trop considérables, on ne peut adopter un réducteur par vis sans fin, par suite des conditions de fonctionnement que la vis sans fin ne peut remplir sans être exposée à un échauffement exagéré.

Les grands soins que nous apportons à la construction de nos réducteurs de vitesse en font des appareils

dont le rendement et la durée ne peuvent être dépassés ; il est toutefois bien entendu que, pour obtenir ce résultat, nos clients doivent veiller à ce que la lubrification soit toujours suffisante, tant au point de vue de la quantité que de la qualité de l'huile employée.

Réducteurs à vis sans fin pour commande verticale, type C. — Ce type de réducteur de vitesse, destiné à transmettre le mouvement dans le sens vertical, est composé comme nos autres types de réducteurs à vis sans fin, d'une vis actionnant une roue renfermée dans une boîte en fonte servant de réservoir à huile. Cette boîte est disposée intérieurement de manière à éviter l'écoulement de l'huile par l'alésage inférieur dans lequel tourne l'arbre de la roue à vis.

L'arbre tourne dans un coussinet lisse en bronze phosphoreux dans la partie inférieure à la roue et dans un roulement à billes dans la partie supérieure.



Ce réducteur est muni d'un niveau d'huile permettant de se rendre compte de la quantité d'huile renfermée dans la boîte.

La quantité d'huile contenue dans la boîte doit, tout en étant suffisante pour assurer une bonne lubrification, ne pas dépasser la partie la plus basse de l'arbre de la vis.

Nous nous tenons toujours à la disposition de nos clients qui désireraient des renseignements ne se trouvant pas dans cette brochure.

En cas de demande de prix, prière d'indiquer :

- 1° la destination de l'appareil ;
- 2° la force en chevaux à transmettre ;
- 3° le nombre de tours de la vis ou du pignon tournant à la plus grande vitesse ;
- 4° la réduction de vitesse désirée.

Tous les appareils décrits ci-dessus peuvent être fournis avec leurs accouplements semi-élastiques ou autres suivant les indications du client.

Outre ces appareils normaux, nous pouvons fournir des réducteurs spéciaux soit par trains satellites ou système différentiel.

Ces derniers permettent, sous un encombrement très réduit, les plus grands rapports de réduction : 1 à 500 et au delà.



Nos ateliers sont outillés pour nous permettre d'offrir
à notre clientèle
la FOURNITURE

le PARACHÈVEMENT COMPLET

ou le TAILLAGE SEUL

des engrenages suivants :

ENGRENAGES CYLINDRIQUES

avec denture extérieure, droite, rectiligne ou alternée,

Diamètre : 5.000 mm.

Largeur : 1.000 mm.

Module : 60.

Denture intérieure diamètre : 3.000 mm.

ENGRENAGES CYLINDRIQUES A CHEVRONS

denture à chevrons simples, doubles ou triples

Diamètre : 3.000 mm.

Largeur : 800 mm.

Module : 60.

ENGRENAGES HÉLICOÏDAUX

Diamètre : 3.000 mm.

Largeur : 800 mm.

Module : 60.

ROUES A VIS SANS FIN

Diamètre : 3.000 mm.

Module : 40

ARBRES PIGNONS DE LAMINOIRS

à denture droite, à chevrons, hélicoïdale, alternée.

Diamètre : 1.300 mm.

Module : 60

Largeur : 1.500 mm.

Longueur d'arbre : 3.000 mm.

ENGRENAGES CONIQUES

Diamètre : 4 mètres

Module : 60.

ENGRENAGES CONIQUES

A DENTURE EN SPIRALE GLEASON

CRÉMAILLÈRES — PIGNONS EN CUIR VERT,
EN FIBRE VULCANISÉE, CELORON

DENTURES A ROCHETS

ENGRENAGES SPECIAUX POUR AUTOMOBILES

En outre de la fabrication des engrenages, nous nous chargeons de la fourniture de :

RÉDUCTEURS ET MULTIPLICATEURS DE VITESSE

PAR ROUE ET VIS SANS FIN

PAR SIMPLE OU DOUBLE TRAIN D'ENGRENAGES DROITS OU A CHEVRONS

PAR SYSTÈME DIFFÉRENTIEL JUSQU'AUX PLUS GRANDS RAPPORTS

et en général de la construction de tous mouvements composés d'engrenages.

Tableaux des dimensions de la denture normale par module

MESURES MÉTRIQUES

PAS diamétral M mm.	PAS circonfé- rentiel mm.	Épaisseur de la dent mm.	Hauteur de la pointe de la dent mm.	Profondeur totale de la dent mm.
1	3.142	1.571	1	2.16
1.25	3.927	1.964	1.25	2.70
1.5	4.712	2.356	1.5	3.24
1.75	5.498	2.749	1.75	3.77
2	6.283	3.142	2	4.31
2.25	7.069	3.534	2.25	4.85
2.5	7.854	3.927	2.5	5.39
2.75	8.639	4.320	2.75	5.93
3	9.425	4.712	3	6.47
3.25	10.210	5.105	3.25	7.01
3.5	10.996	5.498	3.5	7.55
3.75	11.781	5.891	3.75	8.09
4	12.566	6.283	4	8.63
4.25	13.352	6.676	4.25	9.17
4.5	14.137	7.069	4.5	9.71
4.75	14.923	7.461	4.75	10.25
5	15.708	7.854	5	10.79
5.5	17.279	8.639	5.5	11.86
6	18.850	9.425	6	12.94
6.5	20.420	10.210	6.5	14.02
7	21.991	10.996	7	15.10
7.5	23.562	11.781	7.5	16.18
8	25.133	12.566	8	17.26
9	28.274	14.137	9	19.41
10	31.416	15.708	10	21.57
11	34.558	17.279	11	23.73
12	37.699	18.850	12	25.88
13	40.841	20.420	13	28.04
14	43.982	21.991	14	30.20
15	47.124	23.562	15	32.36
16	50.265	25.133	16	34.51
17	53.407	26.704	17	36.67
18	56.549	28.274	18	38.83
19	59.690	29.845	19	40.98
20	62.832	31.416	20	43.14
60	188.500	94.250	60	129.40

MESURES AMÉRICAINES

Diamétral Pitch P	PAS diamétral métrique équivalent	PAS circonfé- rentiel mm.	Épaisseur de la dent mm.	Profondeur totale de la dent mm.
3 P	8.456	26.598	13.209	18.233
4 P	6.350	19.949	9.974	13.697
5 P	5.080	15.959	7.979	10.958
6 P	4.233	13.209	6.650	9.131
7 P	3.628	11.309	5.700	7.827
8 P	3.175	9.974	4.987	6.849
9 P	2.822	8.866	4.433	6.088
10 P	2.540	7.980	3.990	5.479
11 P	2.309	7.254	3.627	4.981
12 P	2.117	6.650	3.325	4.566
14 P	1.814	5.700	2.850	3.913
16 P	1.587	4.987	2.494	3.424
18 P	1.411	4.433	2.217	3.044
20 P	1.270	3.950	1.995	2.739
24 P	1.058	3.325	1.663	2.282

Degrés	SINUS							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.0000	0.00291	0.00582	0.00873	0.01164	0.01454	0.01745	89
1	0.01745	0.02036	0.02327	0.02618	0.02908	0.03199	0.03490	88
2	0.03490	0.03781	0.04071	0.04362	0.04653	0.04943	0.05234	87
3	0.05234	0.05524	0.05814	0.06105	0.06395	0.06685	0.06975	86
4	0.06975	0.07265	0.07555	0.07846	0.08136	0.08426	0.08716	85
5	0.08716	0.09005	0.09295	0.09585	0.09874	0.10114	0.10453	84
6	0.10453	0.10742	0.11031	0.11320	0.11609	0.11898	0.12187	83
7	0.12187	0.12476	0.12764	0.13053	0.13341	0.13629	0.13917	82
8	0.13917	0.14205	0.14493	0.14781	0.15069	0.15356	0.15643	81
9	0.15643	0.15931	0.16218	0.16505	0.16792	0.17078	0.17365	80
10	0.17365	0.17651	0.17937	0.18224	0.18509	0.18795	0.19081	79
11	0.19081	0.19366	0.19652	0.19937	0.20222	0.20507	0.20791	78
12	0.20791	0.21076	0.21360	0.21644	0.21928	0.22212	0.22495	77
13	0.22495	0.22778	0.23062	0.23345	0.23627	0.23910	0.24192	76
14	0.24192	0.24474	0.24756	0.25038	0.25320	0.25601	0.25882	75
15	0.25882	0.26163	0.26443	0.26724	0.27004	0.27284	0.27564	74
16	0.27564	0.27843	0.28123	0.28402	0.28680	0.28959	0.29237	73
17	0.29237	0.29515	0.29793	0.30071	0.30348	0.30625	0.30902	72
18	0.30902	0.31178	0.31454	0.31730	0.32006	0.32282	0.32557	71
19	0.32557	0.32832	0.33106	0.33381	0.33655	0.33929	0.34202	70
20	0.34202	0.34475	0.34748	0.35021	0.35293	0.35565	0.35837	69
21	0.35837	0.36108	0.36379	0.36650	0.36921	0.37191	0.37461	68
22	0.37461	0.37730	0.37999	0.38268	0.38537	0.38805	0.39073	67
23	0.39073	0.39341	0.39608	0.39875	0.40142	0.40408	0.40674	66
24	0.40674	0.40939	0.41204	0.41469	0.41734	0.41998	0.42262	65
25	0.42262	0.42525	0.42788	0.43051	0.43313	0.43575	0.43837	64
26	0.43837	0.44098	0.44359	0.44620	0.44880	0.45140	0.45399	63
27	0.45399	0.45658	0.45917	0.46175	0.46433	0.46690	0.46947	62
28	0.46947	0.47204	0.47460	0.47716	0.47971	0.48226	0.48481	61
29	0.48481	0.48735	0.48989	0.49242	0.49495	0.49748	0.50000	60
30	0.50000	0.50252	0.50503	0.50754	0.51004	0.51254	0.51504	59
31	0.51504	0.51753	0.52002	0.52250	0.52498	0.52745	0.52992	58
32	0.52992	0.53238	0.53484	0.53730	0.53975	0.54220	0.54464	57
33	0.54464	0.54708	0.54951	0.55194	0.55436	0.55678	0.55919	56
34	0.55919	0.56160	0.56401	0.56641	0.56880	0.57119	0.57358	55
35	0.57358	0.57595	0.57833	0.58070	0.58307	0.58543	0.58779	54
36	0.58779	0.59014	0.59248	0.59482	0.59716	0.59949	0.60182	53
37	0.60182	0.60414	0.60645	0.60875	0.61107	0.61337	0.61566	52
38	0.61566	0.61795	0.62024	0.62251	0.62479	0.62705	0.62932	51
39	0.62932	0.63158	0.63383	0.63608	0.63832	0.64055	0.64279	50
40	0.64279	0.64501	0.64723	0.64945	0.65166	0.65386	0.65606	49
41	0.65606	0.65825	0.66044	0.66262	0.66480	0.66697	0.66913	48
42	0.66913	0.67129	0.67344	0.67559	0.67773	0.67987	0.68200	47
43	0.68200	0.68412	0.68624	0.68835	0.69045	0.69256	0.69465	46
44	0.69465	0.69675	0.69883	0.70091	0.70298	0.70505	0.70711	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	COSINUS							

Degrés	COSINUS							Degrés
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	1.00000	1.00000	0.99998	0.99996	0.99993	0.99989	0.99985	89
1	0.99985	0.99979	0.99973	0.99966	0.99958	0.99949	0.99939	88
2	0.99939	0.99929	0.99917	0.99905	0.99892	0.99878	0.99863	87
3	0.99863	0.99847	0.99831	0.99813	0.99795	0.99776	0.99756	86
4	0.99756	0.99736	0.99714	0.99692	0.99668	0.99644	0.99619	85
5	0.99619	0.99594	0.99567	0.99540	0.99511	0.99482	0.99452	84
6	0.99452	0.99421	0.99390	0.99357	0.99324	0.99290	0.99255	83
7	0.99255	0.99219	0.99182	0.99144	0.99106	0.99067	0.99027	82
8	0.99027	0.98986	0.98944	0.98902	0.98858	0.98814	0.98769	81
9	0.98769	0.98723	0.98676	0.98628	0.98580	0.98531	0.98481	80
10	0.98481	0.98420	0.98378	0.98325	0.98272	0.98218	0.98163	79
11	0.98163	0.98107	0.98050	0.97992	0.97934	0.97875	0.97815	78
12	0.97815	0.97754	0.97692	0.97630	0.97566	0.97502	0.97437	77
13	0.97437	0.97371	0.97304	0.97237	0.97169	0.97100	0.97030	76
14	0.97030	0.96959	0.96887	0.96815	0.96742	0.96667	0.96593	75
15	0.96593	0.96517	0.96440	0.96363	0.96285	0.96206	0.96126	74
16	0.96126	0.96046	0.95964	0.95882	0.95799	0.95715	0.95630	73
17	0.95630	0.95545	0.95459	0.95372	0.95284	0.95195	0.95105	72
18	0.95105	0.95015	0.94924	0.94832	0.94740	0.94646	0.94552	71
19	0.94552	0.94457	0.94361	0.94254	0.94167	0.94068	0.93969	70
20	0.93969	0.93869	0.93769	0.93667	0.93565	0.93462	0.93358	69
21	0.93358	0.93253	0.93148	0.93042	0.92935	0.92827	0.92718	68
22	0.92718	0.92609	0.92499	0.92388	0.92276	0.92164	0.92050	67
23	0.92050	0.91936	0.91822	0.91705	0.91590	0.91472	0.91355	66
24	0.91355	0.91235	0.91116	0.90996	0.90875	0.90753	0.90631	65
25	0.90632	0.90507	0.90383	0.90259	0.90133	0.90007	0.89879	64
26	0.89879	0.89752	0.89623	0.89493	0.89363	0.89232	0.89101	63
27	0.89101	0.88968	0.88835	0.88701	0.88565	0.88431	0.88295	62
28	0.88295	0.88158	0.88020	0.87882	0.87743	0.87603	0.87462	61
29	0.87462	0.87321	0.87178	0.87035	0.86892	0.86745	0.86603	60
30	0.86603	0.86457	0.86310	0.86163	0.86015	0.85866	0.85717	59
31	0.85717	0.85567	0.85416	0.85264	0.85112	0.84959	0.84805	58
32	0.84805	0.84650	0.84495	0.84339	0.84182	0.84025	0.83867	57
33	0.83867	0.83708	0.83549	0.83389	0.83228	0.83066	0.82904	56
34	0.82904	0.82741	0.82577	0.82413	0.82248	0.82082	0.81915	55
35	0.81915	0.81748	0.81580	0.81412	0.81242	0.81072	0.80902	54
36	0.80902	0.80720	0.80555	0.80386	0.80212	0.80038	0.79864	53
37	0.79864	0.79688	0.79512	0.79335	0.79158	0.78980	0.78801	52
38	0.78801	0.78622	0.78442	0.78261	0.78079	0.77897	0.77715	51
39	0.77715	0.77531	0.77347	0.77162	0.76977	0.76791	0.76604	50
40	0.76604	0.76417	0.76229	0.76041	0.75851	0.75661	0.75471	49
41	0.75471	0.75280	0.75088	0.74896	0.74703	0.74509	0.74314	48
42	0.74314	0.74120	0.73927	0.73728	0.73531	0.73333	0.73135	47
43	0.73135	0.72937	0.72737	0.72537	0.72337	0.72136	0.71934	46
44	0.71934	0.71732	0.71529	0.71325	0.71121	0.70916	0.70711	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
SINUS								

Degrés	TANGENTES							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0.0000	0.00291	0.00582	0.00873	0.01164	0.01455	0.01746	89
1	0.01746	0.02036	0.02328	0.02619	0.02910	0.03201	0.03492	88
2	0.03492	0.03783	0.04075	0.04366	0.04658	0.04949	0.05241	87
3	0.05241	0.05533	0.05824	0.06116	0.06408	0.06700	0.06993	86
4	0.06993	0.07285	0.07578	0.07870	0.08163	0.08456	0.08749	85
5	0.08749	0.09042	0.09335	0.09629	0.09923	0.10216	0.10510	84
6	0.10510	0.10805	0.11099	0.11394	0.11688	0.11983	0.12278	83
7	0.12278	0.12574	0.12869	0.13165	0.13461	0.13758	0.14054	82
8	0.14054	0.14351	0.14648	0.14945	0.15243	0.15540	0.15838	81
9	0.15838	0.16137	0.16435	0.16734	0.17033	0.17333	0.17633	80
10	0.17633	0.17933	0.18233	0.18534	0.18835	0.19136	0.19438	79
11	0.19438	0.19740	0.20042	0.20345	0.20648	0.20952	0.21256	78
12	0.21256	0.21560	0.21864	0.22169	0.22475	0.22781	0.23087	77
13	0.23087	0.23393	0.23700	0.24008	0.24316	0.24624	0.24933	76
14	0.24933	0.25242	0.25552	0.25862	0.26172	0.26483	0.26795	75
15	0.26795	0.27107	0.27419	0.27732	0.28046	0.28360	0.28675	74
16	0.28675	0.28990	0.29305	0.29621	0.29938	0.30255	0.30573	73
17	0.30573	0.30891	0.31210	0.31530	0.31850	0.32171	0.32492	72
18	0.32492	0.32814	0.33136	0.33459	0.33783	0.34108	0.34433	71
19	0.34433	0.34758	0.35085	0.35412	0.35740	0.36068	0.36397	70
20	0.36397	0.36727	0.37057	0.37388	0.37720	0.38053	0.38386	69
21	0.38386	0.38721	0.39055	0.39391	0.39727	0.40065	0.40403	68
22	0.40403	0.40741	0.41081	0.41421	0.41763	0.42105	0.42447	67
23	0.42447	0.42791	0.43136	0.43481	0.43828	0.44175	0.44523	66
24	0.44523	0.44872	0.45222	0.45573	0.45924	0.46277	0.46631	65
25	0.46631	0.46985	0.47341	0.47698	0.48055	0.48414	0.48773	64
26	0.48773	0.49124	0.49498	0.49858	0.50222	0.50587	0.50953	63
27	0.50953	0.51320	0.51688	0.52057	0.52427	0.52798	0.53171	62
28	0.53171	0.53545	0.53920	0.54296	0.54673	0.55051	0.55431	61
29	0.55431	0.55812	0.56194	0.56577	0.56962	0.57348	0.57735	60
30	0.57735	0.58124	0.58513	0.58905	0.59297	0.59691	0.60086	59
31	0.60086	0.60483	0.60881	0.61280	0.61681	0.62083	0.62487	58
32	0.62487	0.62892	0.63299	0.63707	0.64117	0.64528	0.64941	57
33	0.64941	0.65355	0.65771	0.66189	0.66608	0.67028	0.67451	56
34	0.67451	0.67875	0.68301	0.68728	0.69157	0.69588	0.70021	55
35	0.70021	0.70455	0.70891	0.71329	0.71769	0.72211	0.72654	54
36	0.72654	0.73100	0.73547	0.73996	0.74447	0.74900	0.75355	53
37	0.75355	0.75812	0.76272	0.76733	0.77196	0.77661	0.78129	52
38	0.78129	0.78598	0.79070	0.79544	0.80020	0.80498	0.80978	51
39	0.80978	0.81461	0.81945	0.82434	0.82923	0.83415	0.83910	50
40	0.83910	0.84407	0.84906	0.85408	0.85912	0.86419	0.86929	49
41	0.86929	0.87441	0.87955	0.88473	0.88992	0.89515	0.90040	48
42	0.90040	0.90569	0.91099	0.91633	0.92170	0.92709	0.93242	47
43	0.93242	0.93797	0.94345	0.94896	0.95451	0.96008	0.96569	46
44	0.96569	0.97133	0.97700	0.98270	0.98843	0.99420	1.00000	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
COTANGENTES								

Degrés	COTANGENTES							
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	∞	343.77371	171.88540	114.58865	85.93979	68.75009	57.28996	89
1	57.28996	40.10388	42.96408	38.18846	34.36777	31.24158	28.63625	88
2	28.63625	26.43160	24.54176	22.90377	21.47040	20.20555	19.08114	87
3	19.08114	18.07498	17.16934	16.34986	15.60478	14.92442	14.30067	86
4	14.30067	13.72674	13.19688	12.70621	12.25051	11.82617	11.43005	85
5	11.43005	11.05943	10.71192	10.38540	10.07803	9.78817	9.51426	84
6	9.51426	9.25520	9.00983	8.77689	8.55555	8.34496	8.14435	83
7	8.14435	7.95302	7.77035	7.59575	7.42871	7.26873	7.11537	82
8	7.11537	6.96823	6.82694	6.69116	6.56058	6.43484	6.31375	81
9	6.31375	6.19713	6.08444	5.97576	5.87080	5.76937	5.67128	80
10	5.67128	5.57638	5.48451	5.39552	5.30928	5.22566	5.14455	79
11	5.14455	5.06584	4.98940	4.91516	4.84300	4.77286	4.70463	78
12	4.70463	4.63825	4.57363	4.51071	4.44942	4.38969	4.33148	77
13	4.33148	4.27471	4.21933	4.16530	4.11259	4.06107	4.01078	76
14	4.01078	3.96165	3.91364	3.86671	3.82083	3.77595	3.73205	75
15	3.73205	3.68709	3.64305	3.60058	3.56057	3.52209	3.48474	74
16	3.48474	3.44851	3.41236	3.37594	3.34023	3.30521	3.27085	73
17	3.27085	3.23714	3.20406	3.17159	3.13972	3.10842	3.07768	72
18	2.07768	3.04749	3.01783	2.98869	2.96004	2.93189	2.90421	71
19	2.90421	2.87700	2.85023	2.82391	2.79802	2.77254	2.74748	70
20	2.74748	2.72281	2.69853	2.67462	2.65109	2.62791	2.60509	69
21	2.60509	2.58261	2.56046	2.53865	2.51715	2.49597	2.47509	68
22	2.47509	2.45451	2.43422	2.41421	2.39449	2.37504	2.35585	67
23	2.35585	2.33693	2.31826	2.29984	2.28167	2.26374	2.24601	66
24	2.24601	2.22857	2.21132	2.19420	2.17749	2.16090	2.14451	65
25	2.14451	2.12832	2.11233	2.09654	2.08094	2.06553	2.05030	64
26	2.05030	2.03529	2.02049	2.00569	1.99116	1.97680	1.96261	63
27	1.96261	1.94858	1.93470	1.92098	1.90741	1.89400	1.88073	62
28	1.88073	1.86760	1.85462	1.84177	1.82906	1.81649	1.80405	61
29	1.80405	1.79174	1.77955	1.76749	1.75556	1.74375	1.73205	60
30	1.73205	1.72047	1.70901	1.69766	1.68643	1.67520	1.66428	59
31	1.66428	1.65337	1.64256	1.63185	1.62125	1.61074	1.60033	58
32	1.60033	1.59002	1.57981	1.56969	1.55966	1.54972	1.53987	57
33	1.53987	1.52910	1.52043	1.51084	1.50133	1.49190	1.48256	56
34	1.48256	1.47330	1.46411	1.45501	1.44598	1.43703	1.42815	55
35	1.42815	1.41934	1.41061	1.40195	1.39326	1.38484	1.37638	54
36	1.37638	1.36800	1.35958	1.35142	1.34323	1.33511	1.32704	53
37	1.32704	1.31904	1.31110	1.30323	1.29541	1.28764	1.27994	52
38	1.27994	1.27220	1.26471	1.25717	1.24969	1.24227	1.23490	51
39	1.23490	1.22758	1.22031	1.21310	1.20593	1.19882	1.19175	50
40	1.19175	1.18474	1.17777	1.17085	1.16398	1.15715	1.15037	49
41	1.15037	1.14363	1.13694	1.13029	1.12369	1.11713	1.11061	48
42	1.11061	1.10414	1.09770	1.09131	1.08496	1.07864	1.07237	47
43	1.07237	1.06613	1.05994	1.05378	1.04766	1.04158	1.03553	46
44	1.03553	1.02952	1.02355	1.01761	1.01170	1.00583	1.00000	45
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Degrés
	TANGENTES							

RÉDUCTION DE POUCES ANGLAIS EN MILLIMÈTRES

Pouces	0	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{15}{16}$	Pouces
0	0.000	1.587	3.175	4.762	6.35	7.93	9.525	11.112	12.700	14.287	15.875	17.462	19.050	20.637	22.22	23.812	0
1	25.400	26.987	28.574	30.162	31.749	33.337	34.924	36.512	38.099	39.687	41.274	42.862	44.449	46.037	47.624	49.212	1
2	50.799	52.387	53.974	55.561	57.149	58.736	60.324	61.911	63.499	65.086	66.674	68.261	69.849	71.436	73.024	74.611	2
3	76.199	77.786	79.374	80.961	82.549	84.136	85.723	87.311	88.898	90.486	92.073	93.662	95.248	96.836	98.423	100.01	3
4	101.60	103.19	104.77	106.35	107.95	109.54	111.12	112.71	114.30	115.89	117.47	119.05	120.65	122.24	123.82	125.41	4
5	127.00	128.59	130.17	131.76	133.35	134.94	136.52	138.11	139.70	141.28	142.87	144.46	146.05	147.63	149.22	150.81	5
6	152.40	153.98	155.57	157.16	158.75	160.33	161.92	163.51	165.10	166.68	168.26	169.85	171.45	173.03	174.62	176.21	6
7	177.80	179.28	180.97	182.56	184.15	185.73	187.32	188.91	190.50	192.08	193.67	195.26	196.85	198.43	200.02	201.61	7
8	203.20	204.78	206.37	207.96	209.55	211.13	212.72	214.31	215.90	217.48	219.07	220.66	222.25	223.83	225.42	227.01	8
9	228.60	230.18	231.77	233.26	234.95	236.53	238.12	239.71	241.30	242.88	244.47	246.06	247.65	249.23	250.82	252.41	9
10	254.00	255.58	257.17	258.76	260.35	261.93	263.52	265.11	266.70	268.28	269.87	271.46	273.05	274.63	276.22	277.81	10
11	279.39	280.93	282.57	284.15	285.74	287.33	288.92	290.51	292.09	293.68	295.27	296.86	298.44	300.03	301.62	303.21	11
12	304.79	306.38	307.97	309.55	311.14	312.73	314.32	315.91	317.49	319.08	320.67	322.26	323.84	325.43	327.02	328.61	12

