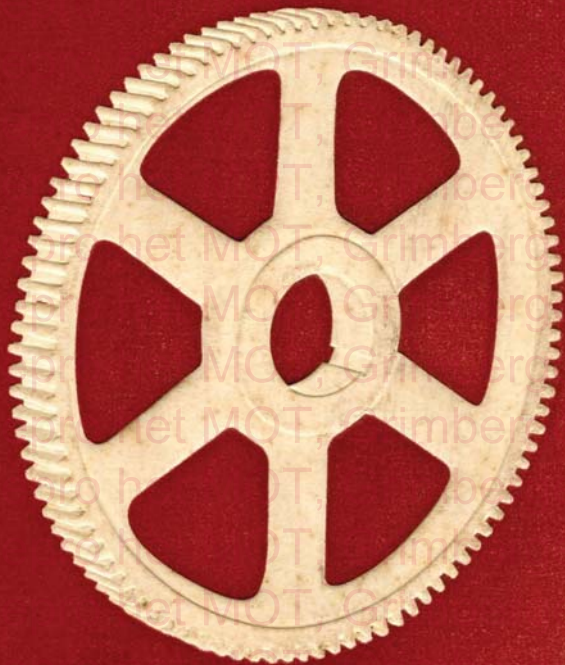


# ENGRENAGES TAILLÉS



ATELIERS F.R.M. SCLESSIN

6218

(Belgique)

**Demandez nos prix**

**ATELIERS F. R. M.**

**SCLESSIN**

(Belgique)



Nos moyens de production sont si efficaces que, malgré les droits d'entrée et le transport, nous pouvons vous fournir des **engrenages** moins cher et mieux faits que ce que vous employez actuellement.

# Quelques Types d'Engrenages Modernes

Notice par RENÉ MUNAUT

DIRECTEUR TECHNIQUE DES Ateliers F. R. M.

— 1905 —

II<sup>me</sup> Édition

Ateliers



Sclessin

SCLESSIN - LIÈGE

(BELGIQUE)

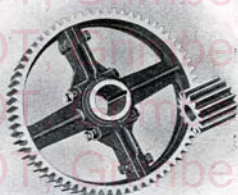
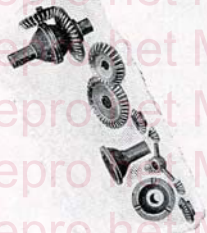
Prix fr. 0,50.

Indice Bibliographique 621.818

*Les pages suivantes ont été écrites dans l'intention de donner une idée concise mais exacte des divers genres d'engrenages tels qu'on les établit actuellement.*

*Elles s'adressent à ceux qui, connaissant déjà l'engrenage taillé, réclament quelques données complémentaires positives et utiles.*

Standard size 6" × 3 1/2"



## GENRES PRINCIPAUX D'ENGRENAGES

---

Les engrenages que nous pouvons livrer sont les suivants :

Pour les axes parallèles,

### Engrenages cylindriques :

les roues droites, les crémaillères, les couronnes intérieures, les roues hélicoïdales à faible inclinaison, les roues à chevrons (en deux moitiés).

Pour les axes qui se coupent,

### Engrenages coniques :

les roues coniques pour axes à  $90.00^\circ$ , pour axes à moins ou à plus de  $90.00^\circ$  les roues planes.

Pour les axes qui se croisent,

### Engrenages hyperboliques :

les roues hélicoïdales, les roues à vis sans fin et les vis sans fin, les roues globoïdes.

*La description suivra dans cet ordre*



## Concentricité absolue

### QUALITÉ DISTINCTIVE DE NOS ENGRENAGES

Pour obtenir la concentricité absolue des dents par rapport à l'alésage, principe fondamental d'un engrenage, nous n'avons rien négligé et nous pouvons en garantir l'exécution.

Cette concentricité est de toute rigueur et s'obtient en taillant les dents sur un cercle idéal dont tous les points sont rigoureusement à la même distance du centre de la roue. Cette qualité assure à l'engrenage une marche silencieuse, douce, efficace, uniforme positive et lui donne le maximum de puissance sous le plus faible volume. C'est l'exactitude des mandrins porte-pièces qui donne la concentricité aux pièces.

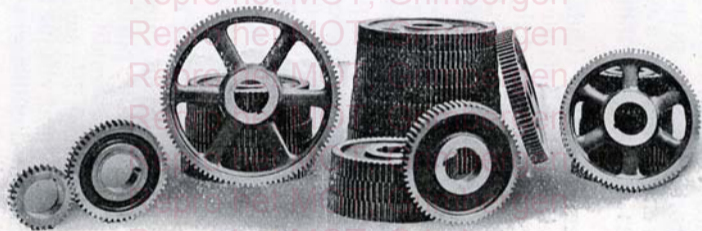
Tous nos mandrins sont rectifiés à la meule d'émeri et mesurés avec des micromètres de précision de Brown et Sharpe. La rectification est faite sur une machine Landis très exacte.

Ces mandrins sont coniques et portent une douille fendue s'ouvrant dans la pièce.

La roue à tailler est donc portée par son alésage et taillée dans ces conditions.

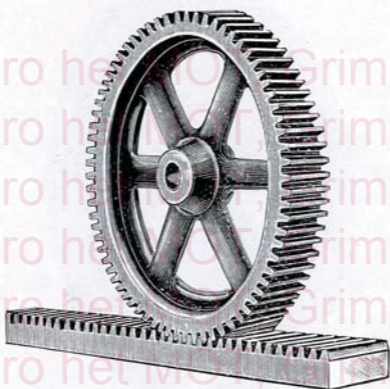
Les mandrins sont vérifiés sur un appareil construit dans ce but, chaque fois qu'ils rentrent au magasin d'outillage, et rectifiés à nouveau s'il y a lieu.

Nous en possédons un nombre très grand en mesures métriques ou américaines.



**Engrenages droits fraisés**





### Engrenages divers taillés

Nous fabriquons des engrenages droits extérieurs ou intérieurs, des crémaillères, des roues hélicoïdales, à vis sans fin, coniques, pour tous les usages connus : pour tours, grues, ponts roulants, automobiles, écremeuses, bicyclettes sans chaîne, motocyclettes, moteurs à gaz, distribution de machines à vapeur, turbines, régulateurs, machines à imprimer et mouvements quelconques.

Nous livrons ces pièces en toutes matières, fonte, bronze, acier, cuir, tournées, taillées, cémentées et trempées, rectifiées à la meule. Aucune difficulté ne nous arrête.



### Engrenages droits pour appareils de levage

Ces engrenages en fonte ou en acier coulé avec pignons droits en acier Siemens martelé, s'exécutent dans nos ateliers de toutes pièces ou sont taillés seulement jusqu'au diamètre de 3000<sup>m/m</sup> environ et jusqu'au pas diamétral de 20<sup>m/m</sup> ou de  $\frac{3}{4}$  P.

Leur largeur de jante se fait avec avantage égale à 8 fois le pas diamétral. Les pignons peuvent être pleins ou avec des évidements, des moyeux longs ou de formes spéciales. Les roues ont des bras ovales ou en **T**, en **+** ou en **I**. La denture est taillée en développante de cercle par fraisage, sans jeu latéral, avec des fraises de Brown et Sharpe ou par procédé Fellows.

La hauteur de travail des dents est égale à deux fois le pas diamétral et l'angle de pression de  $75 \frac{1}{2}^\circ$ .

Conjointement avec ces engrenages métalliques, on emploie des pignons en cuir qui se placent sur l'arbre des électromoteurs et donnent un roulement très doux.

Si l'on fait la largeur de jante égale à 10 fois le pas diamétral et si l'on admet un coefficient de sécurité de 3 kilogs pour la fonte et de 7 kilogs pour l'acier par  $\text{m}^2$  carré, l'épaisseur de la dent est égale à :

$e = \sqrt{W \times .43}$  pour la fonte et  $e = \sqrt{W \times .19}$  pour l'acier. W indique la charge en kilogs sur la dent.

La formule pour la fonte doit s'appliquer même dans le cas d'une roue en fonte commandée par un pignon d'acier.

La charge W se détermine de la manière suivante :

Soit une force de 15 HP à transmettre par un pignon de 200  $\text{m}^2$  de diamètre primitif D tournant à 180 tours T par minute.

$W = \frac{\text{HP} \times 1433000}{D \times T}$  ce qui donne pour

l'exemple précédent :

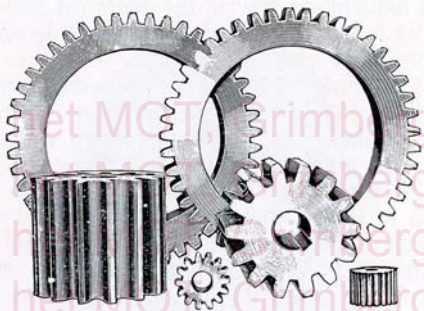
$$W = \frac{15 \times 1433000}{200 \times 180} = 597$$

$$e = \sqrt{597 \times .43} = \sqrt{257} = 16.03 \text{ m/m}$$

or  $2e =$  pas circonférenciel soit : 32.06  $\text{m}^2$

ou pas diamétral : 10  $\text{m}^2$

(Voir page 36)



### Engrenages en cuir vert

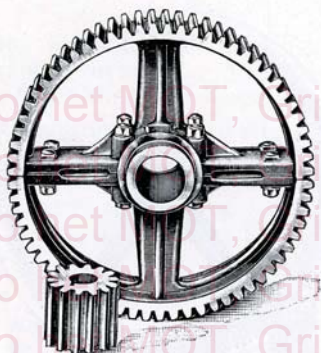
Le *cuir vert* est du cuir non tanné, préparé et aseptisé par un procédé secret, lui donnant la résistance de la fonte, l'endurance de l'acier et l'élasticité du caoutchouc.

*Aucun moteur électrique* n'est complet s'il ne possède un de nos pignons, soit droit, soit conique. Le cuir prolonge la vie de l'électromoteur en absorbant les chocs ; sa marche est complètement silencieuse et d'une douceur incomparable.

Il ne faut pas confondre le *cuir vert comprimé* avec la fibre, le cuir aggloméré, la buffoline et d'autres produits n'ayant aucune valeur.

Il y a plus de différence entre notre cuir vert et le cuir de la concurrence qu'entre l'or et le cuivre.

Demandez-nous la brochure : *Tout ce qu'on peut dire sur le cuir vert* (prix 2 frs.) qui contient des renseignements inédits à ce jour.



### Engrenages pour Tramways électriques

L'application des moteurs électriques aux tramways urbains nécessitant des engrenages, et les conditions de fonctionnement de ces appareils ne permettant ni le bruit ni les trépidations, les engrenages taillés ont trouvé là un débouché précieux. Les roues, en deux pièces pour le montage, ont habituellement 67 dents 3 P et on les exécute avec avantage en acier coulé. Les pignons de 14 dents se font en acier martelé, en acier cémenté et trempé, en métal Delta et en *cuir vert comprimé*. Ces derniers très résistants et réfractaires à l'usure sont absolument silencieux et très recherchés aux Etats-Unis.

Leur prix plus élevé n'est pas un vice rédhibitoire, leur durée étant très longue.

Notre brochure : *Le cœur d'une voiture de tramway*, vous donnera de plus amples renseignements. (Prix 0 fr. 50.)





### Engrenages intérieurs pour tours horizontaux

Quand deux axes parallèles doivent tourner dans le même sens, une couronne intérieure résout le problème. Nous les taillons jusqu'à 1800 m/m de diamètre environ et le pas diamétral de 10 m/m. Jusqu'à 750 m/m et jusqu'au pas diamétral de 6 1/2 m/m ou de 4 P, ces pièces se taillent avec une sortie d'outil très réduite et la forme de leurs dents est d'une correction parfaite. La machine qui travaille ces organes et qui est celle de Fellows *engendre les courbures* et procure un engrenement continu du pignon et de la roue.



Pour les autres dimensions, la sortie équivaut à environ un demi-diamètre de fraise B & S du pas envisagé.

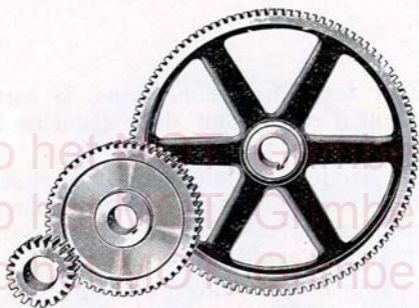
Les couronnes intérieures s'emploient aussi pour motocyclettes, pour appareils électriques portatifs à forer et dans beaucoup d'autres applications.

La largeur de la denture est de 8 à 10 fois le pas diamétral.

Les couronnes sont souvent employées sans âme et sans bras et si elles nous sont envoyées dans cet état nous ne pouvons les tailler qu'à l'aide d'une monture appropriée, coûteuse et aux frais du client. Il est donc préférable de nous envoyer ces pièces avec bras et moyeu que l'on coupe après taillage.

Nous établirons sur demande le dessin d'exécution d'une couronne dont on nous fera connaître les éléments.





### Engrenages de filetage et de division pour tours

Pour obtenir des pas exacts sur les tours à fileter ou sur les fraiseuses on se sert de roues et de pignons taillés sans jeu aux mesures métriques pour les machines de construction belge, française ou allemande, ou aux mesures anglaises pour les machines venant des Etats-Unis ou de la Grande-Bretagne. On les fait en fonte ou en acier, avec alésages en millimètres ou en pouces anglais. Page 36 on trouvera un tableau des *pas anglais* dont nous avons l'outillage.

Nous taillons tous les nombres premiers exactement. Les roues de 100/127 dents transforment sans erreur le pas anglais en pas métrique et réciproquement; celles de 12/97 le pas anglais et celles de 113/142 le pas métrique en pas multiple ou sous-multiple de 3.1416, ces pas étant toujours exprimés en même temps par des unités semblables soit : en millimètres et fractions ou en millièmes de pouce ou en nombre de filets par pouce.

Nous pouvons calculer des tableaux de filetage pour tous les pas que l'on désire et toutes les vis menantes.



### Changements de vitesse pour automobiles

La vue ci-dessus représente deux trains d'engrenages exécutés pour une voiture automobile et tirés de deux blocs d'acier. La petite couronne de gauche seule est rapportée sur l'arbre. La machine qui exécute ces pièces n'a besoin que d'une sortie d'outil de 3 m/m et le travail qu'elle produit est d'une telle beauté que nul autre procédé ne pourrait la remplacer. Ces pièces exécutées en acier au nickel ont des qualités de résistance extraordinaires et leur précision en fait des organes de transmission silencieux et doux.

Nos engrenages d'automobile en acier Siemens ou en acier *Nickel Chrome* cémenté et trempé soit par trempé à l'eau ou à l'huile soit par *le recuit*, sont très prisés et ils le doivent à la perfection avec laquelle ils sont faits sur des machines spéciales et aux métaux de choix sortant d'usines françaises ou allemandes de premier ordre.

## L'acier nickel dans l'automobile

Ce que l'on recherche dans la voiture-automobile, en ce qui concerne les engrenages, c'est la force la plus grande sous le plus faible volume.

Les engrenages doivent être forts et légers. La légèreté dépend de leur force et leur force du métal employé.

L'exécution parfaite est un élément, mais le métal en est un autre aussi important.

L'acier au nickel qui se trempe soit par le refroidissement soit par le recuit et notamment l'acier Nickel Chrome a sa place toute indiquée dans cette partie.

Nous pouvons procurer cet acier en qualité exceptionnelle dépassant tout ce qui a été employé jusqu'à présent et à des prix abordables mais sous forme d'engrenages taillés seulement.

Nous avons aussi un acier qui se trempe complètement, devient d'une dureté relativement grande et cependant n'est pas cassant.

On peut s'en rapporter en toute confiance à nous pour le choix de ces matières, que nous avons étudiées dans le sens spécial convenant aux engrenages.

Voir pages 24, 45 et 47.

## Le planage conique

Pour qu'un engrenage conique soit irréprochable, il ne suffit pas que la division soit juste, la concentricité parfaite et même le taillage précis. Il faut que ce taillage soit fait par rabotage, et bien plus, que ce rabotage soit un planage

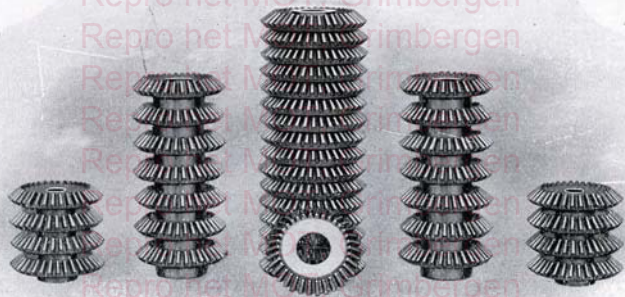
En effet des roues peuvent être rabotées avec des outils à arêtes pointues qui s'usent et produisent des flancs de dents imparfaits et rugueux.

Nous taillons la plupart de nos engrenages avec l'aide des célèbres machines de H. Bilgram et nous obtenons des côtés de dents dont le profil est rigoureusement juste et le fini irréprochable.

C'est ce qui fait la supériorité écrasante de nos produits sur beaucoup d'autres et la faveur toujours croissante qui les accueille au point que nous avons dû quadrupler nos moyens de production pour répondre aux demandes.

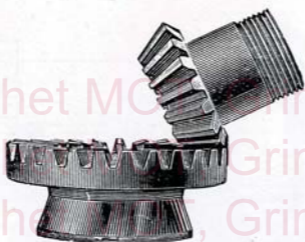






**Engrenages coniques rabotés**





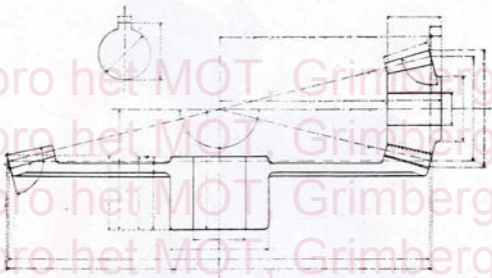
### Engrenages coniques RABOTÉS

Dans une roue conique, le profil de la dent va en se rapetissant vers le centre ou il n'existe même plus.

Voir la dent d'une roue conique, c'est voir une allée en perspective.

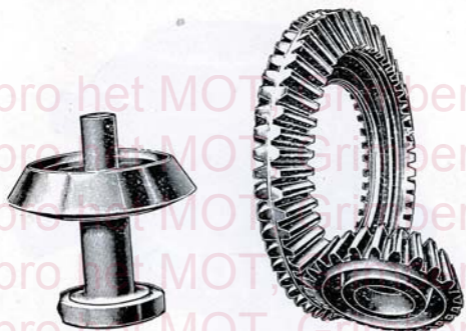
Pour que la denture soit correcte il faut que l'outil qui taille se dirige vers le sommet du cône de la pièce et qu'il arrive toujours à ce sommet pour toutes les dents. La fraise ne peut faire ce travail, c'est pourquoi nous rabotons toutes nos roues coniques, depuis le plus petit diamètre jusqu'à celui de 1250 m/m, et depuis le pas diamétral de 1 m/m jusqu'à celui de 40 m/m. Les roues peuvent engrener à 90.00° ou à un angle différent.

Nous indiquerons volontiers les angles et les diamètres de ces pièces à tous ceux qui devraient les dessiner et les tourner avant de nous les envoyer à tailler.



Nous donnons ci-dessus un croquis de roues coniques tel qu'il doit être établi pour l'exécution à l'atelier aussi bien pour le propre usage de nos clients que pour le nôtre. Toutes les côtes que l'on y trouvera sont indispensables et si l'on s'en tient à ce dessin beaucoup de pertes de temps et d'argent, et beaucoup d'ennuis seront évités. On trouvera page 37 les formules pour le calcul des diamètres et des angles de ces pièces. Les engrenages qui nous sont envoyés pour être taillés doivent être tournés avec le plus grand soin et avec les arêtes bien vives. Le bon taillage ne peut se faire que sur des pièces bonnes de tournage.

L'expérience nous a démontré que 9 fois sur 10 les pièces nous sont expédiées mal tournées. On ne saurait donc veiller trop à leur exactitude.

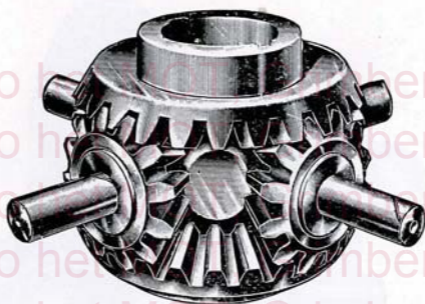


### Engrenages coniques pour automobiles

Outre le changement de vitesse indispensable et le différentiel obligé, la voiture ou le camion automobile possèdent des roues coniques transmettant la force du moteur au premier train.

Nous avons pour exécuter ces pièces une machine spéciale donnant des engrenages de la plus haute précision dont la marche silencieuse vient doubler la valeur de ces organes, qui, par leur perfection, condensent sous un faible volume une force étonnante. Ces roues s'exécutent jusqu'à 400 m/m environ dans le rapport de 1 à 2 ou 3 ou même 4 jusqu'au pas diamétral de 8 m/m habituellement, quoique la machine taille jusqu'au pas de 15 m/m diamétral.

L'acier forgé au nickel est généralement préféré.



### **Différentiels pour voitures automobiles**

C'est le joint par excellence qui permet à l'essieu de prendre toutes les positions.

Il travaille souvent, quoique modeste par nature, et toutes les pièces en sont cémentées, trempées et rectifiées. Le croisillon est divisé et centré d'une manière rigoureuse, les petits pignons sont garnis de fourrures, les grands ont un alésage rectifié conique ou cylindrique.

Ils se font à deux, trois ou quatre satellites, en cinq grandeurs, ou suivant dessins issus du client.

Les fourrures sont en bronze phosphoreux, les autres pièces en acier Martin Siemens de qualité supérieure.

Nous fabriquons ces engrenages par milliers.



**Mouvements de commande et différentiels pour automobiles**

## Aciers spéciaux au Nickel et au Nickel Chrome des Aciéries d'Imphy

24

Marques	Limite élastique en kgs par m/m <sup>2</sup>	Résistance à la rupture en kgs par m/m <sup>2</sup>	Allongement o/o	à l'état	Traitement	Coefficient approximatif du prix du métal brut
N C M	26 à 30	40 à 45	34 à 30	recuit	cémenter et durcir à l'eau à 850°	1
N 7 C M	40 à 45	50 à 60	30 à 25	recuit	cémenter et durcir par un recuit à 900°	2
Mangano Siliceux Wolframé	50 100 à 120	85 120 à 135	15 10 à 6	recuit traité	} durcir à l'eau à 875° recuire à 550°	3/4
N C 3 H	45 à 53 85 à 115	60 à 70 100 à 125	20 à 16 14 à 10	recuit traité		
N Y	40 à 45 115 à 125	50 à 55 130 à 140	30 à 25 10 à 8	recuit traité	} refroidir dans l'eau à 850°	1 3/4



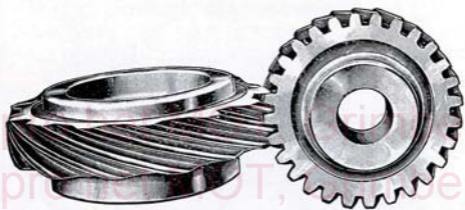
## Une exécution mathématiquement juste

Quoique tout engrenage, même droit, puisse être considéré comme constitué pour des hélices plus ou moins *tendues* et dans le cas des roues droites comme *infiniment grandes*, le procédé habituel de fraisage des dents n'implique pas de toute nécessité un taillage hélicoïdal. Les roues en spirale se fabriquent au contraire toujours en exigeant ce mouvement à la fois tournant et progressant relatif entre l'outil et la pièce et qui donne naissance à des hélices. Nous possédons des machines où l'outil appelé "hob" est un engrenage véritable en hélice disposé pour pouvoir couper, et la pièce que cet outil doit entailler lui est réunie par des roues qui donnent à l'outil et à la roue en travail les mouvements relatifs nécessaires pour la production de l'hélice. C'est un vrai filetage qui s'exécute en possédant l'avantage du mouvement rotatif de l'outil et celui de la division automatique de la pièce.





**Engrenages hélicoïdaux taillés au hob**



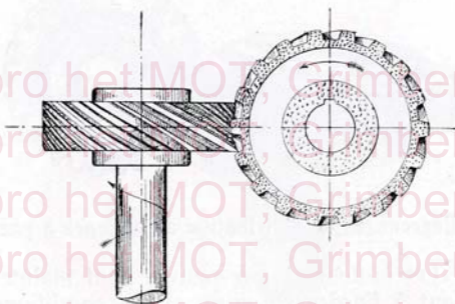
### **Engrenages de distribution de moteurs à gaz**

Les moteurs à gaz pauvre sont maintenant à l'ordre du jour, et les conditions qu'on leur impose ne sont réalisables qu'avec des engrenages taillés et bien taillés.

Ce qui fait notre supériorité en cette matière, c'est la précision avec laquelle nous taillons ces pièces qui sont des plus difficiles à exécuter. Il faut en effet que leurs diamètres, l'angle des filets et les hélices soient exécutés sans la moindre erreur.

Des machines établies dans ce but réalisent avec une aisance relative ces desiderata et nous taillons ces engrenages jusqu'à 950 m/m et le pas diamétral de 7 m/m, en fonte, en acier, en bronze phosphoreux, pour axes parallèles ou perpendiculaires, ou à des angles quelconques.

La connaissance complète de ces roues est précieuse et notre brochure *Roues Hélicoïdales* (Prix 1 fr. 50), vous mettra à même d'en saisir le principe.



Le sens de marche des roues en hélice est de la plus grande importance et la connaissance pour nous de ce renseignement est absolument indispensable. Le croquis ci-dessus représente des roues taillées à *gauche*. On voit qu'en faisant tourner la roue à tige à gauche de bas en haut, la roue correspondante tourne à gauche c'est-à-dire dans le même sens.

Si les hélices étaient taillées à *droite*, en faisant tourner la roue à tige à gauche de bas en haut, comme dans le premier cas, la roue correspondante tournerait à droite c'est-à-dire dans le sens inverse.

Nous prions nos clients de consulter ce dessin et de nous dire en même temps que la commande nous est donnée, s'ils désirent les roues taillées à droite ou à gauche.

## Taillage desmodromique

Pour fileter une vis sans fin il faut entraîner par des engrenages et une vis mère un chariot qui porte l'outil en même temps que la vis sans fin tourne. Il doit en être de même pour une roue à vis à tailler.

Nos machines possèdent une roue maîtresse d'une exactitude éprouvée, menée par une vis sans fin, commandée par un train de filetage dont on détermine aisément les rapports et qui relie desmodromiquement la roue à l'outil coupeur.

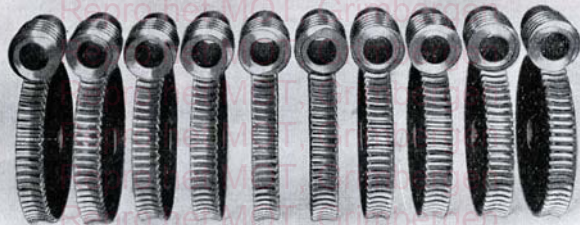
Il en résulte un taillage rigoureux qui se fait avec un hob représentant la vis destinée à la roue. (Voir la liste page 40.)

Ces hobs sont de vrais outils à fileter dont le mode de travail donne naissance à des courbures en développante engendrées par le mouvement relatif de la roue à tailler et de l'outil. Ils sont à droite ou à gauche, à une ou plusieurs dents et, rectifiés dans toutes leurs parties, le travail qu'ils produisent est irréprochable.

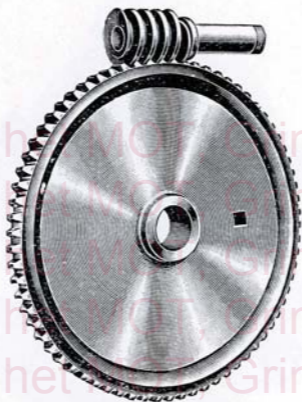
Nous avons été les premiers et nous sommes les seuls à préconiser le choix pour les vis sans fin de diamètres primitifs en fonction du pas diamétral; nous arrivons de cette façon à unifier les dimensions de ces organes que l'on avait jusqu'à présent déterminées au hasard.

Les diamètres primitifs des vis sans fin sont ceux du tableau. Le diamètre extérieur est égal au précédent plus 2 fois le pas diamétral.





**Engrenages à vis sans fin taillés desmodromiquement**



### Engrenages à vis sans fin

C'est l'intermédiaire obligé des ascenseurs, grues et appareils de toute sorte où un mouvement doux, uniforme et puissant est demandé.

Nous pouvons construire ces roues jusqu'à 2500 m/m de diamètre et les vis sans fin jusqu'à 300 m/m et le pas diamétral de 20 m/m.

Les vis se font en acier martelé; les roues en fonte ou en bronze phosphoreux. Pour les grandes pièces la couronne est en bronze et le corps est en fonte.

Les axes forment un angle de 90.00°, la denture est en développante comme pour les roues droites. Les pas et les diamètres de vis sont données page 40.



### **Engrenages hyperboliques pour grands efforts**

Ce sont deux roues à vis parfaites, engrenant l'une dans l'autre et ayant plusieurs dents en contact.

Ces organes ne sont pas recommandables.

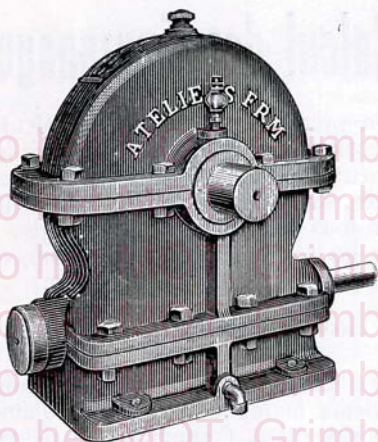
Ils coûtent très cher, sont d'un rendement discutable, d'un montage très difficile et d'un réglage impossible.

Cependant, avec des conditions spéciales ils peuvent être employés.

Nous pouvons les fournir quoique ne les fabriquant pas nous-mêmes.

Nous possédons une liste des modèles en usage auxquels on ne peut rien changer, les outils étant d'un prix très élevé et leur fabrication étant nécessitée par le changement d'une seule dent dans la roue.

La liste porte le n° 1150.



### Réducteur de vitesse

Ces boîtes à vis sans fin contiennent une roue à vis en bronze phosphoreux hobbée avec soin et une vis sans fin en acier dont les filets cémentés et trempés sont rectifiés à la meule d'émeri comme toutes les autres pièces de l'appareil. La vis est garnie de butées à billes et d'anneaux graisseurs. Le rendement est extrêmement élevé.

Cet appareil *qui se fait aussi avec la vis au-dessus* est une merveille de mécanique et il renferme tous les travaux qui peuvent s'exécuter dans un atelier moderne.

Ces travaux sont ici poussés à l'extrême de la précision.

La boîte en fonte en trois pièces assemblées par boulons qui serrent les parties rabotées avec grand soin, forme réservoir à graisse et à huile et possède plusieurs moyens de graissage.

La brochure explicative illustrée et très détaillée est intitulée : *Réducteurs de vitesse*. (Prix 1 fr. 50.)

# Calcul des Engrenages

On prend comme base de calcul des dimensions d'une roue d'engrenage le pas diamétral qui est égal au pas circonférenciel divisé par 3.1416. Ce pas est métrique pour tous les genres d'engrenages, mais pour les roues droites et coniques, on se sert aussi de pas basés sur le yard.

## ENGRENAGES DROITS MÉTRIQUES

Le diamètre primitif est égal au nombre de dents multiplié par le pas diamétral.  
Ex. : pas diam. 6, nombre de dents 32;  
diamètre primitif  $6 \times 32 = 192 \text{ m/m}$ .

Le diamètre extérieur est égal au précédent plus 2 fois le pas diamétral soit le nombre de dents plus deux multiplié par le pas. Ex. : Pas diamétral 6. Nombre de dents 32. Diamètre extérieur  $(32 + 2) \times 6 = 204 \text{ m/m}$ .

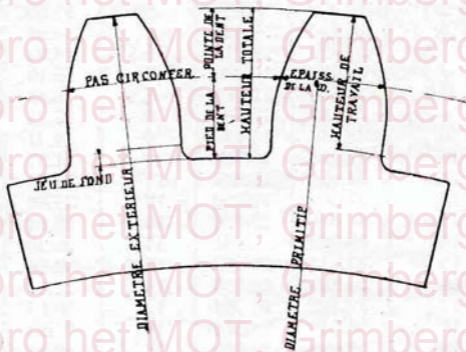
## ENGRENAGES DROITS AMÉRICAINS

Le diamètre en pouces est égal au nombre de dents *divisé* par le diamétral pitch. Ex. : 32 dents 4 pitch  $= \frac{32}{4} = 8''$ ;  
le diamètre extérieur au nombre de dents plus deux divisé par le diamétral pitch. Ex. :  $\frac{32 + 2}{4} = \frac{34}{4} = 8''50$ .



## Mesures Américaines

Diamétral Pitch P	PAS diamétral métrique équivalent	PAS circonfé- rentiel m/m	EPAISSEUR de la dent m/m	Profondeur totale de la dent m/m
3 P	8.466	26.598	13.299	18.263
4 P	6.350	19.949	9.974	13.697
5 P	5.080	15.959	7.780	10.958
6 P	4.233	13.299	6.650	9.131
7 P	3.628	11.399	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	7.780	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



## Mesures Métriques

PAS Diamétral M m/a	PAS circonfé- rentiel m/m	FPAISSEUR de la dent m/m	HAUTEUR de la pointe de la dent m/a	Profondeur totale de la dent m/m
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	37.669	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

## Calcul des engrenages

### Engrenages coniques métriques

Le diamètre primitif se calcule comme pour les roues droites.

Le diamètre extérieur est égal au précédent plus le pas diamétral multiplié par deux fois le cosinus de l'angle primitif central de l'engrenage considéré.

Cet angle se mesure entre la génératrice du cône primitif de la roue et l'axe de cette roue.

L'angle d'arrière est égal à l'angle central et l'angle de face au complément de l'angle central moins l'angle d'accroissement. La tangente de cet angle d'accroissement est égale au sinus de l'angle central divisé par la moitié du nombre de dents.

L'angle central est déterminé par la relation des nombres de dents des engrenages.

Soit un pignon de 20 dents engrenant avec une roue de 60 dents et reliant deux axes à 90.00°. La tangente de l'angle du pignon sera égale au nombre de dents du pignon soit 20 divisé par le nombre de dents de la roue soit 60.

$$\frac{20}{60} = .33333 = 18.44^\circ$$

L'angle de la roue sera 71.56°

(Voir tables trigonométriques de Westrick (prix 2 frs) pour les exp. trig. de 0.00° à 90.00° par centièmes).

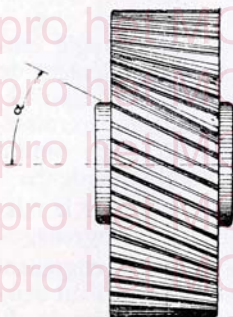
## Calcul des Engrenages Engrenages hélicoïdaux métriques

Le diamètre primitif de ces roues est égal au nombre de dents multiplié par le pas *diamétral métrique régulier*, le tout divisé par le cosinus de l'angle choisi :

$$D P = \frac{M N}{\cos \alpha}$$

Le diamètre extérieur est égal au précédent, plus deux fois le pas diamétral.

CAS PARTICULIERS :



Si les diamètres primitifs sont dans le même rapport que les nombres de dents l'angle  $\alpha$  est de  $45.00^\circ$ .

Si les diamètres primitifs sont semblables et les nombres de dents dans le rapport de 1 à 2, les angles seront de  $63.44^\circ$  pour la roue avec le plus petit nombre de dents et de  $26.56^\circ$  pour l'autre.

Si les axes sont parallèles on choisit des angles de  $10.00^\circ$  ou de  $20.00^\circ$ .

Le diamètre primitif, à l'aide du tableau suivant est égal au nombre de dents par le *quotient*.

De plus amples renseignements sont contenus dans la brochure *Roues Hélicoïdales*. (Prix 1 fr. 50)

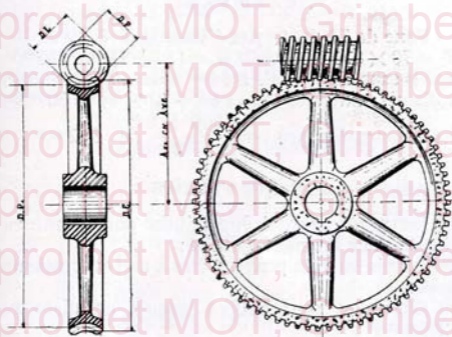
Pas diamétral métrique normal à l'hélice	Quotients des pas diamétraux par le cosinus des angles de :				
	10.00°	20.00°	45.00°	26.56°	63.44°
1	1.015	1.064	1.414	1.118	2.236
1 1/4	1.269	1.330	1.768	1.398	2.795
1 1/2	1.523	1.596	2.121	1.677	3.354
1 3/4	1.777	1.862	2.475	1.957	3.913
2	2.031	2.128	2.828	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	6.603	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	12.729	10.062	20.125
10	10.154	10.642	14.142	11.180	22.361



PAS  
Diamétral  
métriqueDiamètres primitifs des vis sans fin  
et des hobs réguliers.

1	8	<b>10</b>	12	14	16	18	20
2	14	16	18	<b>20</b>	22	24	26
	28	30	32	34	36	38	40
3	24	<b>30</b>	36	42	48	54	60
4	28	32	36	<b>40</b>	44	48	52
	56	60	64	68	72	76	80
5	40	<b>50</b>	60	70	80	90	100
6	42	48	54	<b>60</b>	66	72	78
	84	90	96	102	108	114	120
7	56	<b>70</b>	84	98	112	126	140
8	56	64	72	<b>80</b>	88	96	104
	112	120	128	136	144	152	160
9	72	<b>90</b>	108	126	144	162	180
10	70	80	90	<b>100</b>	110	120	130
	140	150	160	170	180	190	200
11	88	<b>110</b>	132	154	176	198	220
12	84	96	108	<b>120</b>	132	144	156
	168	180	192	204	216	228	240
13	104	<b>130</b>	156	182	208	234	260
14	98	112	126	<b>140</b>	154	168	182
	196	210	224	238	252	266	280
15	120	<b>150</b>	180	210	240	270	
16	112	128	144	<b>160</b>	176	192	208
	224	240	256	272	288		
17	136	<b>170</b>	204	238	272		
18	126	144	162	<b>180</b>	198	216	234
	252	270	288				
19	152	<b>190</b>	228	266			
20	140	160	180	<b>200</b>	220	240	260
	280						

## Calcul des Engrenages à vis sans fin et de leurs vis



- D. P.** = diamètre primitif de la roue à vis.  
**D. G.** = diamètre dans la gorge de la roue.  
**D. E.** = diamètre extér. ou aux arêtes de la roue.  
**N.** = nombre de dents de la roue.  
**M.** = pas diamétral métrique.  
**A.** = distance d'axe en axe.  
**d. p.** = diamètre primitif de la vis sans fin.  
**d. e.** = diamètre extérieur de la vis sans fin.

Les dimensions principales des engrenages à vis  
s'obtiennent comme il suit :

ROUE	VIS
<b>D. P.</b> = $N \cdot M$ .	<b>d. p.</b> = $\left. \begin{array}{l} \text{figure donnée} \\ \text{dans le tableau} \end{array} \right\}$
<b>D. G.</b> = $(N + 2) M$ .	<b>d. e.</b> = $d. p. + 2 M$ .
<b>D. E.</b> = $\left. \begin{array}{l} \text{diamètre relevé} \\ \text{sur le dessin} \\ \text{de la pièce.} \end{array} \right\}$	<b>A.</b> = $\frac{D. P. + d. p.}{2}$

## Roues à vis sans fin

### CALCUL DE LEURS DIMENSIONS

#### EXEMPLE

Roue de 70 dents, pas diamétral de 8 m/m.

$$D. P. = 70 \times 8 = 560 \text{ m/m} \quad D. G. = (70 + 2) 8 = 576 \text{ m/m}$$

La vis sans fin choisie à 64 m/m de diam. primitif, son diamèt. extérieur de  $= 64 + (2 \times 8) = 80 \text{ m/m}$ .

La distance des axes sera  $\frac{560 + 64}{2} = 312 \text{ m/m}$ .

#### OBSERVATIONS

1° Les roues peuvent être taillées pour tourner à droite ou pour tourner à gauche ;

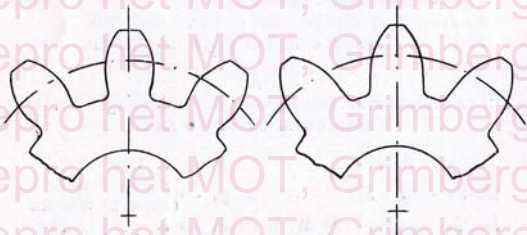
2° Les vis sans fin peuvent être à une ou plusieurs entrées ;

3° Les roues sont taillées jusqu'à un diamètre de 2600 m/m ;

4° Les dimensions données dans le tableau et qui sont celles d'outils très coûteux et très difficiles à établir, ne peuvent être changées ;

5° Cependant sur demande spéciale des pas et des diamètres non renseignés au tableau peuvent toujours être obtenus à des prix variant suivant les circonstances.

6° Les diamètres soulignés sont recommandés.



Lorsque les roues à vis sans fin ont moins de 30 dents, les courbures des pieds de dents sont conver-

gentes au point de déforcer complètement la dent et de faire craindre la rupture.

Pour remédier à cet inconvénient il faut prendre le diamètre primitif égal à  $(.937 D P) + 2 M$  c'est-à-dire qu'il faut prendre les 937/1000 du diamètre primitif normal et ajouter 2 fois le pas diamétral. Le diamètre de gorge est égal au précédent plus 2 fois le pas diamétral.

Il s'ensuit que la dent est plus forte au pied comme le montre le dessin ci-contre.

### Conditions Commerciales

Tous nos prix sont *nets* pour paiement à 30 jours. Nous n'accordons aucun escompte, nos prix étant établis sans ces charges inutiles.

Les pièces que nous fournissons sont toujours expédiées franco de port, de droits et d'emballage à nos clients.

Les pièces qui nous sont envoyées en parachèvement, doivent nous parvenir franco de port, de droits et d'emballage et nous les réexpédions aux frais du client.

Les délais indiqués sont des minima ; il n'est guère possible de les réduire parce qu'ils sont basés sur des précédents. Par principe, nous nous refusons à accepter des amendes pour retard, les retards étant souvent indépendants de notre volonté et de notre organisation.

Les pièces coulées nous envoyées en parachèvement dont la dureté est reconnue trop grande pour nos outils ou les pièces en métal gras qui s'arrache, ne sont pas exécutées et sont réexpédiées aussitôt que l'inconvénient signalé est découvert.

# ATELIERS SCLESSIN

Les **Ateliers F. R. M.** à Sclessin, fondés en 1900 par leur propriétaire actuel Mr **FRÉDÉRIC RECQ DE MALZINE**, ont été établis en Belgique pour la fabrication exclusive des “ **ENGRENAGES TAILLÉS** „.

Les “ **ENGRENAGES TAILLÉS** „, seuls constituent leur spécialité et contrairement à ce que font des ateliers similaires, les roues coulées n'y occupent aucune place si faible qu'elle puisse être.

Par leur outillage composé de machines-outils modernes et spéciales de Brown & Sharpe, Pratt & Whitney, Fellows, Gleason, Bilgram, Reed, Prentice, Barnes, Gisholt, Whiton, Landis, etc., etc., et par les méthodes scientifiques et économiques appliquées à la fabrication, les **Ateliers F. R. M.** sont actuellement incontestablement au premier rang des établissements du même genre.



## Choix du métal

On emploie la fonte de fer d'une résistance à la traction de 12 à 13 kgs par  $m^2$  de section pour les pièces coulées dont la marche normale sans surcharge ou à vitesse modérée ne fait pas craindre le bris et l'acier coulé au four Martin Siemens dont la résistance est de 50 kgs environ pour les roues de toute forme qui ont à transmettre avec sécurité des efforts assez grands.

Le bronze (45 kgs de résistance) s'emploie pour les pièces où le frottement des dents est le principe même du fonctionnement des roues.

Quant aux pièces forgées ou tirées de barres d'acier ce sont les pignons, les vis sans fin, les pièces de grande fatigue et de marche très sûre. Indépendamment des aciers spéciaux dont nous disons un mot page 16, on emploie des aciers au carbone seul soit à l'état naturel soit trempés.

L'échelle de dureté de la page 47 indique les teneurs en carbone de ces aciers et leur résistance correspondante.

Nous recommandons l'acier n° 1 pour les pièces que nous cémentons et que nous trempions et qui par la cémentation acquièrent une dureté superficielle très grande en conservant une élasticité suffisante.

L'acier n° 2 s'emploie pour les pièces de dureté normale qui ne sont pas cémentées et trempées.

L'acier n° 5 est destiné à des pièces très dures et très résistantes.

Nous possédons toujours des aciers des nos 1, 2 et 5. Quant aux autres un délai assez long est nécessaire pour leur fourniture.

Nous garantissons l'homogénéité, la résistance et la pureté de nos aciers.

Nous attirons l'attention sur les aciers spéciaux dont les particularités sont indiquées page 24.

## La Cémentation et la Trempe

Beaucoup de personnes ignorent ce qu'est la cémentation ou la confondent avec la trempe. On peut tremper l'acier sans le cémenter et l'on peut le cémenter sans le tremper.

On trempe l'acier susceptible de l'être sans autre modification. On cimente l'acier qui est destiné à être trempé mais n'est pas assez dur pour prendre la trempe de lui-même et lorsqu'il est cémenté on le durcit à l'eau.

La cémentation a pour but d'introduire de l'extérieur vers l'intérieur du carbone dans de l'acier qui n'en est pas assez chargé pour se tremper seul. Cette opération se fait dans un four en entourant la pièce à cémenter de produits spéciaux et en la chauffant à température convenable que connaissent les praticiens. La pièce encore chaude est précipitée dans l'eau qui durcit la surface transformée par la cémentation en un métal plus carburé que le reste alors que le cœur de la pièce demeure doux et élastique.

Si l'on ne précipite pas la pièce dans l'eau, l'effet de la cémentation n'en est pas moins produit et dure aussi longtemps que la pièce elle-même, mais aucun avantage appréciable n'en résulte.

On cimente de préférence l'acier qui ne prend pas de lui-même la trempe soit le n° 1, pour garder l'élasticité qui est si utile dans certains cas.

L'acier assez carburé pour se tremper seul ne convient pas pour les engrenages.

Nous cémentons nos engrenages et nous les trempions avec des soins particuliers et un succès qu'une connaissance approfondie des meilleurs procédés et une pratique très longue permettaient d'espérer et nos clients peuvent en toute confiance s'en rapporter à nous.

## Aciers Martin Siemens Phœnix

au carbone seul

Nos	Limite élastique en kgs par m/m <sup>2</sup>	Résistance à la rupture en kgs par m/m <sup>2</sup>	Allongement %
0	20 à 22	35 à 40	32 à 30
1	22 à 24	40 à 45	30 à 28
2	24 à 28	45 à 50	28 à 26
3	28 à 32	50 à 55	27 à 25
4	32 à 35	55 à 60	25 à 23
5	35 à 38	60 à 65	23 à 20
6	38 à 42	65 à 70	20 à 17
7	42 à 46	70 à 75	17 à 14
8	46 à 50	75 à 85	14 à 10
9	50 à 55	85 à 100	10 à 7

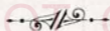
L'acier **cémentable** correspond au n° 1.

L'acier **naturel** correspond au n° 3.

L'acier **dur** correspond au n° 8.

Cette brochure porte l'Indice bibliographique  
621-818 de la classification décimale de l'Institut  
International de Bibliographie de Bruxelles.

Elle est du format de  $6'' \times 3\frac{1}{2}''$  ou  $150 \text{ m/m} \times 90 \text{ m/m}$   
recommandé par la *Master Car Builder's Association*  
pour les catalogues industriels.



Imprimée  
à l'Exposition Universelle et Internationale  
de Liège 1905,  
sur les presses de l'imprimerie  
**V<sup>e</sup> Ed. PROTIN**  
pour les Ateliers **F. R. M. Sclessin**



PROTIN, LIÈGE