4 Les bases

4.1 Structure d'une chaîne de manutention

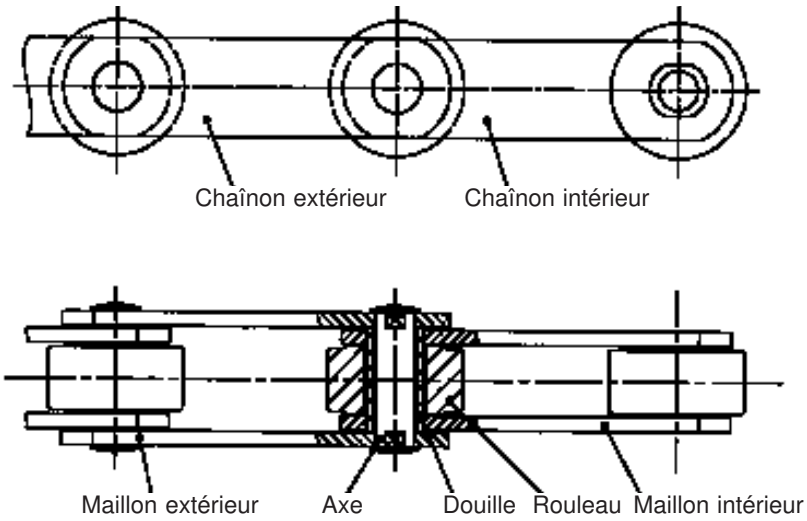

Fig. 1: structure d'une chaîne de manutention

Les maillons	sont fabriqués soit en acier selon DIN 17100 ou DIN 17200 avec une résistance à la traction minimale de 600 N/mm², soit en acier résistant à la corrosion ou à la chaleur. Afin d'augmenter la résistance limite aux efforts répétés, la surface subit un écrouissage à la grenaille. Le cas échéant, un traitement thermique et/ou un traitement d'amélioration des surfaces est effectué.
Les axes	sont fabriqués, selon le niveau d'usure, de flexion et de cisaillement qu'ils subissent, en acier de cémentation selon DIN 17210 ou en acier trempé-revenu selon DIN 17200. Les axes reçoivent en plus un traitement thermique afin d'accroître la trempe des surfaces et la dureté de l'âme de l'axe. On utilise à cet effet les procédés de cémentation, de trempe et de revenu ainsi que le durcissement de la couche des bords.
Les douilles	sont soumises à l'usure, la flexion et à une pression de surface. La maté riau principalement utilisé est l'acier de cémentation. Comme les axes, les douilles subissent un traitement thermique qui améliore les propriétés des matériaux.
Les rouleaux de protection	sont soumis à l'usure et aux chocs. Ils sont fabriqués en acier de cémentation ou trempé-revenu avec un traitement thermique correspondant.
Les galets de roulement / galets épaulés	sont soumis à une forte usure. L'acier de cémentation ou l'acier trempé-revenu durcissant la couche des bords est utilisé pour leur fabrication. La surface de roulement est généralement trempée. La surface de palier est trempée ou des paliers à glissement ou à roulement sont utilisés. Les paliers à glissement peuvent être des douilles particulièrement résistantes à l'usure, des coussinets frittés, des paliers à glissement à entretien réduit, des douilles en matière plastique, etc. Des roulements rainurés à billes, à rouleaux cylindriques ou à aiguilles sont principalement utilisés pour les paliers à roulement. Les paliers à glissement ou à roulement peuvent également être utilisés lorsque la force de traction de la chaîne de manutention doit rester la plus faible possible.
Éléments d'attaches / de fixation	sont des éléments de chaîne sur lesquels les éléments de fixation ou d'attache sont vissés ou soudés. Ils sont également fabriqués sous forme de pièces compactes. La conception de ces éléments est déterminée en particulier par le type de matériau à manutentionner.

Nous sélectionnons des matériaux adaptés pour les pièces détachées de chaîne de manutention lorsque celles-ci sont utilisées dans des situations exceptionnelles, par exemple, des températures élevées ou basses, de l'eau ou des fluides corrosifs. Lors de la fabrication de nos chaînes de manutention, nous accordons une attention toute particulière aux trois principaux critères de qualités:

• **Une grande précision de pas**	afin de garantir des conditions parfaites d'engrènement entre la chaîne et le pignon
• **Des assemblages par ajustage serré précis**	entre les axes et les maillons ou les douilles et les maillons afin qu'il y ait une résistance maximale à une force latérale
• **Un jeu d'articulation exact**	adapté à l'application, condition sine qua non pour minimiser l'usure et augmenter la durée de vie.

4.2 Lubrification d'une chaîne de manutention

Les éléments d'une chaîne de manutention sont reliés les uns aux autres par des éléments d'articulation que sont les axes et les douilles. Lors du renvoi de la chaîne sur le pignon, il se crée entre l'axe et la douille un mouvement oscillatoire. Cela entraîne des pertes d'énergie, une usure et des bruits de fonctionnement gênants. Une lubrification adaptée aux conditions de fonctionnement permet de remédier à ces phénomènes désagréables et néfastes pour la durée de vie. Elle permet en même temps de minimiser la corrosion de la chaîne de manutention. Les chaînes de manutention reçoivent en usine une première lubrification et en même temps une protection anti-corrosion. L'utilisateur doit ensuite impérativement procéder à une lubrification périodique.

Notez que la chaîne doit être nettoyée en fonction de la méthode de lubrification utilisée en faisant attention à ce qu'elle conserve une protection anti-corrosion suffisante.

Le cas échéant, les chaînes de manutention sont conçues de manière à permettre les lubrifications ultérieures par des graisseurs et des orifices de lubrification. Des systèmes de lubrification automatiques sont également courants sur les convoyeurs dotés de chaînes de manutention, ce qui permet d'éviter un fonctionnement à sec imprévu et de permettre un dosage optimal du lubrifiant.

Le choix du lubrifiant des chaînes dépend des conditions de mise en œuvre du convoyeur et des exigences du matériau à manutentionner. Les principaux critères de sélection d'un lubrifiant adéquat sont les suivants:

- Température ambiante
- Sollicitation de la chaîne de manutention
- Vitesse de manutention
- Agressivité et état physique des fluides ambiants
- Exigence imposée aux propriétés de fonctionnement exceptionnel en cas d'urgence
- Adéquation avec la méthode de lubrification prévue

4.3 Cinématique de l'entraînement par chaîne

4.3.1 Effet polygonal

Lorsque la chaîne tourne sur le pignon, la vitesse varie car la chaîne ne décrit pas la trajectoire du cercle primitif de référence mais forme un polygone. Elle se déplace vers le centre du pignon ce qui ralentit la vitesse de la chaîne lorsque le mouvement rotatif est uniforme (effet polygonal).

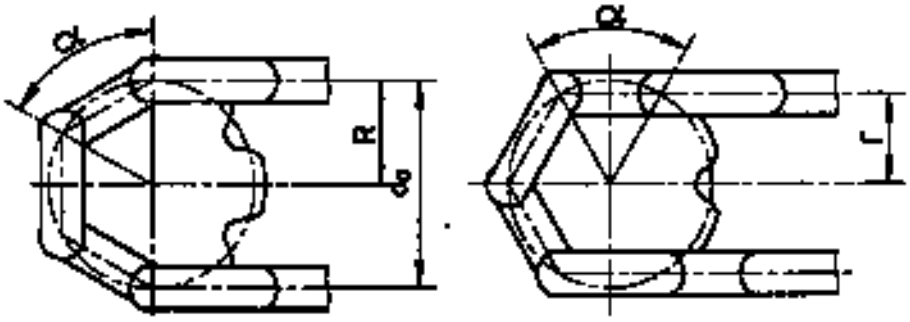

Fig. 2: effet polygonal

$$V_{max} = \frac{d_0 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000}\left[\frac{m}{s}\right] \qquad V_{min} = \frac{d_0 \cdot \cos\alpha \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 1000}\left[\frac{m}{s}\right]$$

4.3.2 Variations de vitesse en fonction du nombre de dents

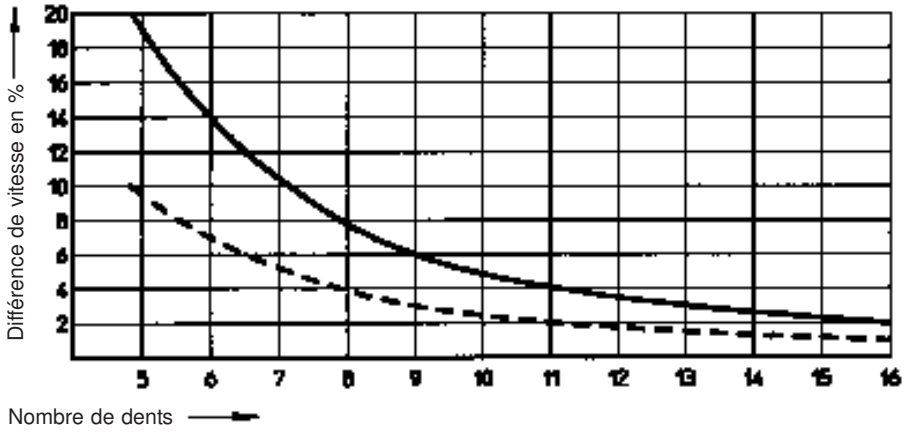

Fig. 3: différence de vitesse en fonction du nombre de dents

Pour les chaînes de manutention dotée de rouleaux tournant vers l'extérieur, le guidage de la chaîne peut se faire des deux côtés jusqu'au centre du pignon, ce qui permet ainsi de réduire de 50% la différence de vitesse. Cela diminue ainsi la vitesse d'entrée de l'articulation de la chaîne dans l'entredent jusqu'à 0 et réduit le bruit d'entrée.

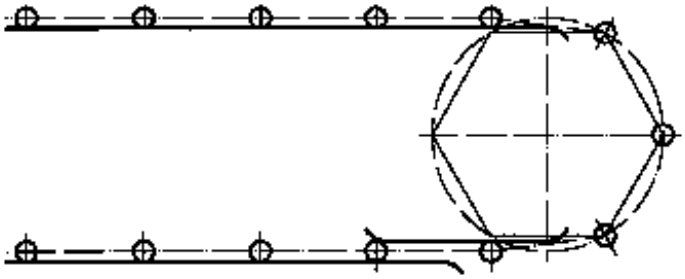

Fig. 4: mesures permettant de réduire la différence de vitesse

4.3.3 Diamètre primitif de référence du pignon de chaîne

$$d_0 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180°}{z}\right)} \; [mm] \qquad p = Pas \qquad ou \qquad d_0 = p \cdot n$$

z	n	z	n	z	n	z	n	z	n	z	n
6	2,0000	16	5,1258	26	8,2962	36	11,4737	46	14,6536	56	17,8347
7	2,3048	17	5,4422	27	8,6138	37	11,7916	47	14,9717	57	18,1529
8	2,6131	18	5,7588	28	8,9314	38	12,1096	48	15,2898	58	18,4710
9	2,9238	19	6,0755	29	9,2491	39	12,4275	49	15,6079	59	18,7892
10	3,2361	20	6,3925	30	9,5668	40	12,7455	50	15,9260	60	19,1073
11	3,5495	21	6,7095	31	9,8845	41	13,0635	51	16,2441	61	19,4255
12	3,8637	22	7,0267	32	10,2023	42	13,3815	52	16,5622	62	19,7437
13	4,1786	23	7,3439	33	10,5201	43	13,6995	53	16,8803	63	20,0618
14	4,4940	24	7,6613	34	10,8380	44	14,0175	54	17,1984	64	20,3800
15	4,8097	25	7,9787	35	11,1558	45	14,3356	55	17,5166	65	20,6982

Tab. 1: Facteur n

z \ p	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
6	80,00	100,00	126,00	160,00	200,00	250,00	320,00	400,00	500,00	630,00	800,00
7	92,19	115,24	145,20	184,38	230,48	288,10	368,76	460,96	576,20	726,01	921,92
8	104,52	130,65	164,62	209,04	261,31	326,63	418,09	522,62	653,27	823,12	1045,24
9	116,95	146,19	184,19	233,90	292,38	365,47	467,80	584,76	730,95	920,99	1169,52
10	129,44	161,80	203,87	258,88	323,61	404,51	517,77	647,22	809,02	1019,37	1294,44
11	141,98	177,47	223,61	283,96	354,95	443,68	567,92	709,90	887,37	1118,09	1419,80
12	154,54	193,18	243,41	309,09	386,37	482,96	618,19	772,74	965,92	1217,06	1545,48
13	167,14	208,93	263,25	334,28	417,86	522,32	668,57	835,72	1044,65	1316,25	1671,44
14	179,76	224,70	283,12	359,52	449,40	561,75	719,04	898,80	1123,50	1415,61	
15	192,38	240,48	303,01	384,77	480,97	601,21	769,55	961,94	1202,42	1515,05	
16	205,03	256,29	322,92	410,06	512,58	640,72	820,12	1025,16	1281,45	1614,62	
17	217,68	272,11	342,85	435,37	544,22	680,27	870,75	1088,44	1360,55	1714,29	
18	230,35	287,94	362,80	460,70	575,88	719,85	921,40	1151,76	1439,70		
19	243,02	303,77	382,75	486,04	607,55	759,43	972,08	1215,10	1518,87		
20	255,70	319,62	402,72	511,40	639,25	799,06	1022,80	1278,50	1598,12		
21	268,38	335,47	422,69	536,76	670,95	838,68	1073,52	1341,90	1677,37		
22	281,06	351,33	442,68	562,13	702,67	878,33	1124,27	1405,34			
23	293,75	367,19	462,66	587,51	734,39	917,98	1175,02	1468,78			
24	306,45	383,06	482,66	612,90	766,13	957,66	1225,80	1532,26			
25	319,14	398,93	502,65	638,29	797,87	997,33	1276,59	1595,74			
26	331,81	414,81	522,66	663,69	829,62	1037,02	1327,39	1659,24			
27	344,55	430,69	542,66	689,10	861,38	1076,72	1378,20	1722,76			
28	357,25	446,57	562,67	714,51	893,14	1116,42	1429,02				
29	369,96	462,54	582,69	739,92	924,91	1156,13	1479,85				
30	382,67	478,34	602,70	765,34	956,68	1195,85	1530,68				

Tab. 2: diamètre primitif de référence d_0

4.3.4 Denture de pignon de chaîne

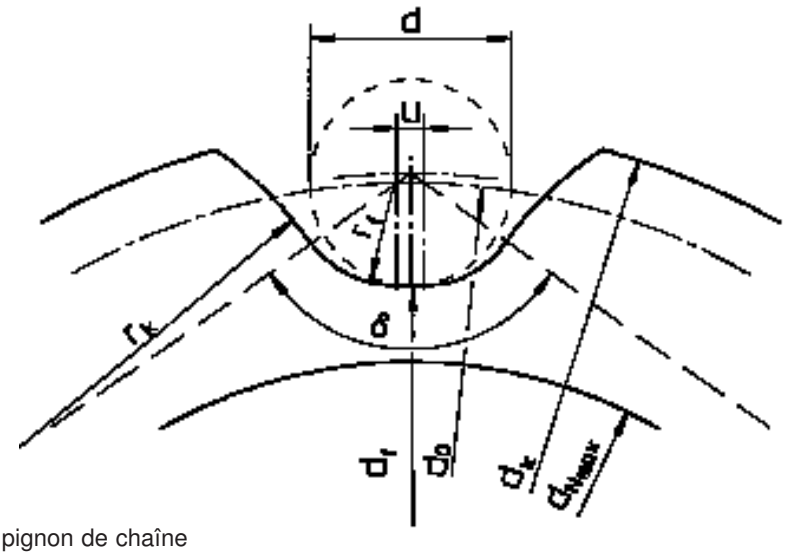

Fig. 5: denture de pignon de chaîne

d = diamètre de douille ou de rouleau	voir tableau
d_0 = diamètre primitif de référence	$d_0 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180°}{z}\right)}$ ou $d_0 = p \cdot n$
d_k = diamètre de tête	$d_k = d_0 + 0{,}25 \cdot d + 10$ pour $d < 70$ $d_k = d_0 + 0{,}5 \cdot d + 6$ pour $d > 70$
d_f = diamètre de pied	$d_f = d_0 - d$
p = pas g = largeur de maillon	au choix - voir tableaux
d_{Kmax} = diamètre secondaire max.	$d_{Kmax} = d_0 \cdot \cos\left(\frac{180°}{z}\right) - 1{,}2 \cdot g$
u = jeu de l'entredent	$u = \frac{0{,}2 \cdot d + 0{,}05 \cdot p + 5}{10}$ $u = 0{,}04 \cdot p$ pour profilé coulé
r_f = rayon du pied de dent	$r_f = 0{,}515 \cdot d$ pour $d \leq 70$ $r_f = 0{,}51 \cdot d$ pour $d > 70$
r_k = rayon de la tête de dent	$r_k = 0{,}8 \cdot p - r_f$
δ = angle auxiliaire	$\delta = \left(180° - \frac{360°}{z}\right) - 10$
z = nombre de dents	$z \geq 6$ au choix

4.3.5 Longueur de chaîne L, entraxe a

La longueur de chaîne L se calcule en multipliant le nombre des éléments de chaîne x par le pas de chaîne p.

$$L = x \cdot p$$

Pou un nombre de dents de pignons identique et entraxe a supposé, la formule ci-après s'applique:

$$x = 2 \cdot \frac{a}{p} + z$$

Lorsque le nombre de dent des pignons n'est pas identique, la formule ci-après s'applique:

$$x = 2 \cdot \frac{a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi}\right) \cdot \frac{p}{a}$$

Le nombre des éléments de chaîne pour les chaînes sans fin doit toujours être arrondi vers le haut, en choisissant si possible un chiffre pair pour éviter les éléments coudés.

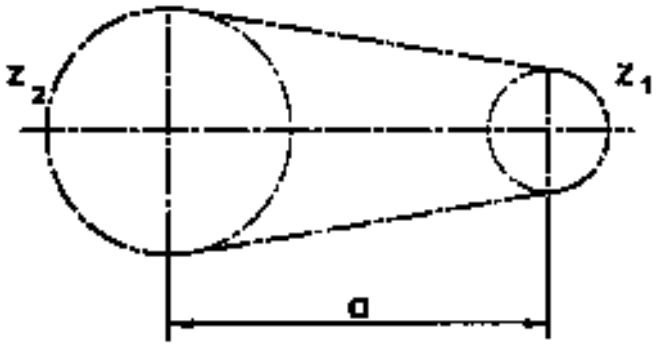

Fig. 6: entraxe

L'entraxe exact se calcule de la manière suivante:

$$a = \frac{p}{4} \cdot \left[x - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left(x - \frac{z_1 + z_2}{2}\right)^2 - 8 \cdot \left(\frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi}\right)^2} \right]$$