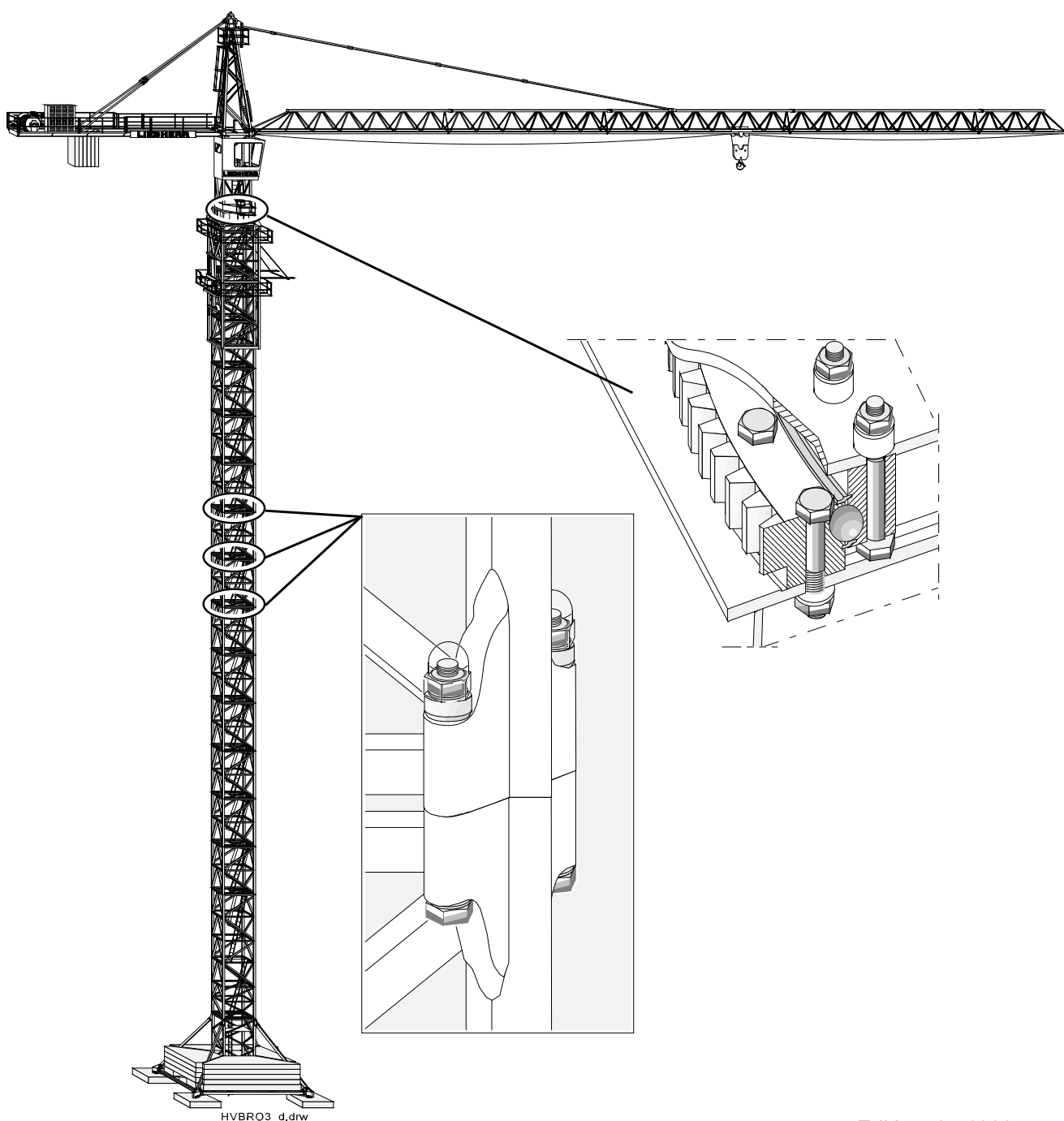


Assemblages par boulons à haute résistance et précontraints sur grues à tour **LIEBHERR**



Edition: 07.1999

Assemblages H.R. et précontraints

sur grues à tour **LIEBHERR**

Sommaire

0. Introduction

1. Généralités concernant les assemblages par boulons à haute résistance (H.R.)

2. Définition: Qu'est-ce qu'un assemblage par boulon H.R.

3. Les différentes sortes d'assemblage H.R.

4. Marquage et éléments constituant un assemblage H.R.

4.1 Marquage

4.2 Vis à haute résistance

4.3 Ecrous à haute résistance

4.4 Rondelles à haute résistance

4.5 Douilles d'écartement

4.6 Capots de protection

5. Contrôle des pièces constituant un assemblage H.R.

5.1 Etat des pièces

5.2 Graissage des pièces

5.3 Réemploi des pièces

6. Le serrage des assemblages H.R.

6.1 La nécessité d'effectuer un serrage correct

6.2 Le couple de serrage

6.3 La clé dynamométrique

7. Contrôle des assemblages H.R. montés

7.1 Nécessité des contrôles

7.2.1 Premier contrôle

7.2.2 Contrôles périodiques

7.3 Remplacement des éléments constituant un assemblages H.R.

8. Prévention des accidents

9. Couples de serrage des assemblages H.R.

Tableau 1: Pour les éléments de mât

Tableau 2: Pour les couronnes d'orientation avec et sans rondelles

Tableau 3: Cotes sur plats

0. Introduction

Cette brochure remplace celle sur les assemblages par boulons sur grues à tour **LIEBHERR** qui n'a pas été modifiée depuis 1987.

Les questions posées, les suggestions données et notre propre expérience nous ont incités à publier cette nouvelle édition. La nouveauté dans cette brochure, en dehors des illustrations et des modifications rédactionnelles, est la distinction des couples de serrage pour boulons de raccord des éléments de mât et des couples de serrage pour couronnes d'orientation (les couples de serrage des couronnes d'orientation ont été augmentés d'environ 10% par rapport au passé).

Il n'est pas nécessaire d'augmenter la précontrainte des boulons de raccord des couronnes d'orientation sur les grues déjà livrées et installées.

1. Généralités concernant les assemblages H.R.



S'ils ont été précontraints correctement, les vis HR peuvent transmettre de grandes forces (extérieures) de traction dans la direction de leur axe. La tension initiale de la vis n'est augmenté que très faiblement et ceci a un effet particulièrement favorable contre la fatigue mécanique liée aux efforts alternés sur l'assemblage.

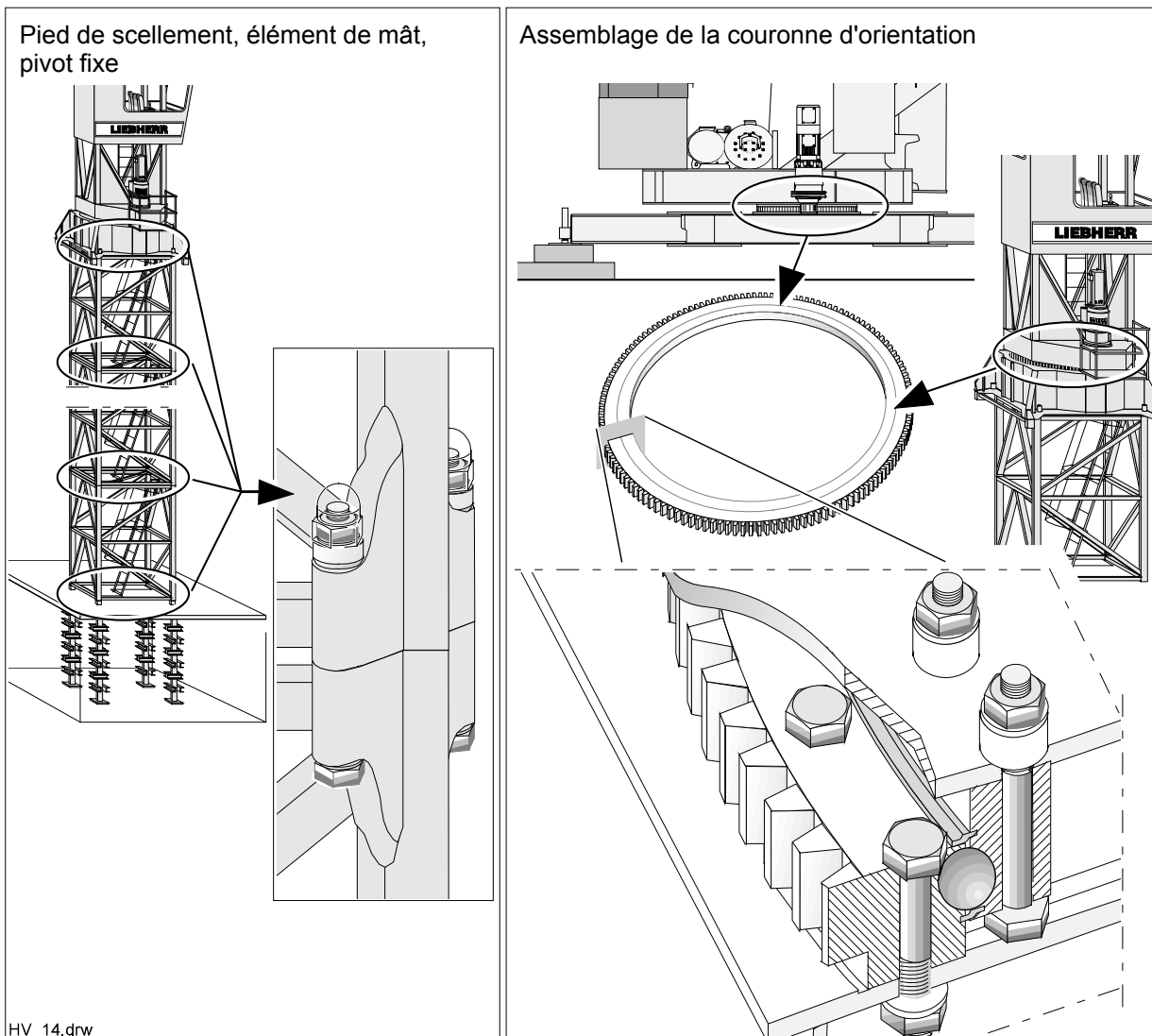
Pour cette raison la précontrainte obtenue à l'aide d'un couple de serrage est de la plus haute importance pour les assemblages par boulons à haute résistance!

L'état de la liaison par boulons HR est de la plus haute importance pour la sécurité de fonctionnement d'une grue à tour.

Fonction des liaisons HR:

Assemblage d'éléments de construction et transmission de forces !

En général les éléments de construction concernés sont les suivants:



2. Définition: Qu'est-ce qu'un assemblage par boulon H.R.

Serré avec le couple de serrage prescrit !

Ecou

Rondelle

Douille d'écartement

Rondelle

Vis

Un assemblage par boulon à haute résistance est réalisé à partir de vis, écrou, rondelle et éventuellement de douille d'écartement.

- **Toutes les pièces sont fabriquées à partir de matériaux à haute résistance**, seules les pièces marquées, de résistance identique doivent être utilisées (marquage, voir chapitre 4.1).
Exemple: Vis 10.9 avec écrou 10
- ou- vis 12.9 avec écrou 12 rondelles, voir chapitre 4.4
- **Il doit être serré au couple de serrage préconisé pour atteindre une précontrainte déterminée !**

(Couple de serrage voir chapitre 9, clé dynamométrique voir chapitre 6.3)

i Dimension et classe de résistance des vis sont impérativement à consulter dans la notice d'instruction de la grue concernée.

3. Les différentes sortes d'assemblage H.R. sur grue à tour LIEBHERR:

Assemblage des éléments de mât:

avec douille d'écartement

Assemblage des couronnes d'orientation:

C'est l'indication du manuel d'instruction qui sert de règle

Vis avec rondelle

Vis sans rondelle

Boulon avec rondelles sous tête de vis

Boulon sans rondelle sous tête de vis

Boulon avec douille d'écartement et rondelle sous tête de vis

HV_3.dsf

4. Marquage et éléments constituant un assemblage H.R.

4.1 Marquage:

Toutes les pièces sont marquées de façon particulière. Les prescriptions de qualité et de marquage sont fixées par des normes nationales et internationales.

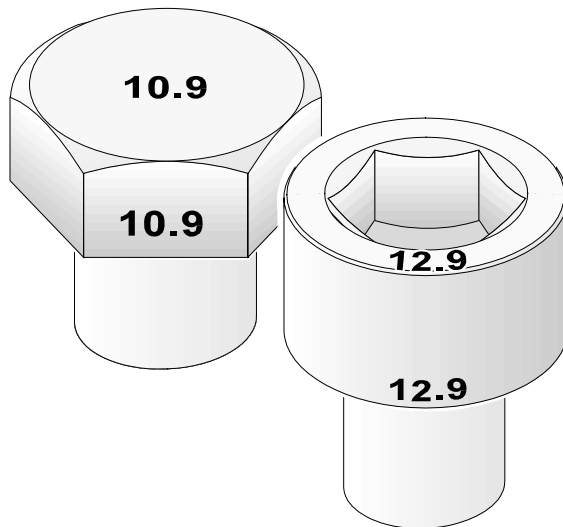


Bien que des vis de qualité 10.9 et 12.9 soient également marquées selon des normes internationales, elles doivent en plus correspondre à la qualité d'une norme d'usine **LIEBHERR**. Nous recommandons de ce fait vivement l'achat de ces pièces d'assemblage HR uniquement chez **LIEBHERR** Biberach ou auprès de l'un de ses représentants agréés.

L'utilisation de vis ne correspondant pas à la norme LIEBHERR peut mener à l'accident avec risque de dommages corporels et/ou matériels.

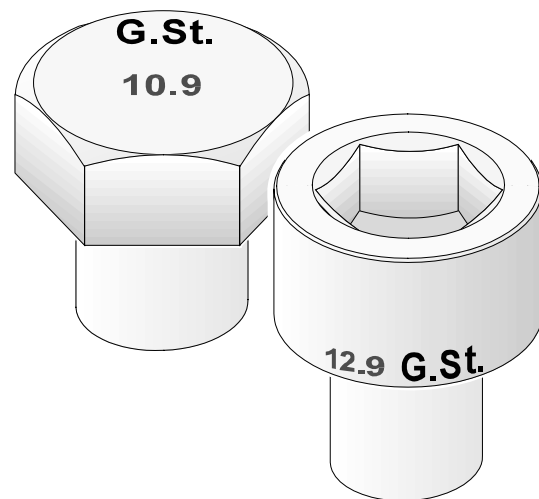
4.2 Vis à haute résistance (HR):

Le marquage des vis doit être réalisé selon la norme international ISO 898-1. La classe de résistance, par exemple 10.9 ou 12.9 doit être indiquée sur la tête de la vis.



HV_9.drw

De plus, la marque d'origine du fabricant de vis doit être marquée sur la vis. Cette marque se trouve en général à proximité de la marque indiquant la classe de résistance.

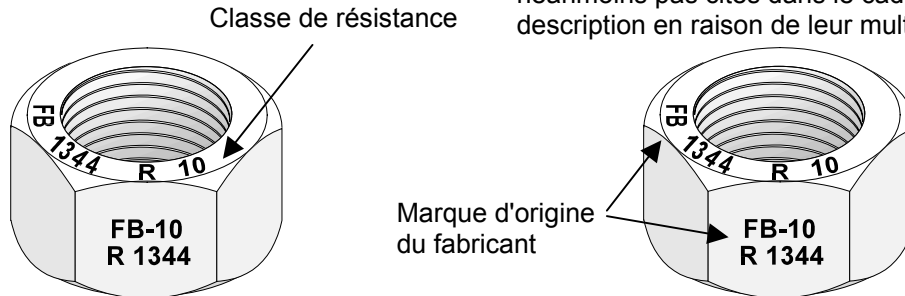


HV_9.drw

4.3 Ecrous à haute résistance (HR):

Le marquage des écrous à haute résistance doit être réalisé selon la norme internationale ISO 898-2. La classe de résistance, par exemple 10 ou 12, doit être indiquée en relief sur la surface d'appui ou sur une surface de serrage.

De plus, la marque d'origine du fabricant doit également être marquée sur les écrous. Cette marque se trouve en général à proximité de la marque indiquant la classe de résistance. Pour marquer la classe de résistance des écrous, il est également permis d'utiliser des symboles selon ISO 898-2, qui ne sont néanmoins pas cités dans le cadre de cette description en raison de leur multiplicité.



Pour les assemblages HR seul des écrous de la classe de résistance 10 et 12 sont autorisés ! - et - il faut veiller à ce que leur classe de résistance corresponde à la classe de résistance de la vis !

Exemple: Ecrou 10 et vis 10.9
Ecrou 12 et vis 12.9

4.4 Rondelles HR:

Du fait qu'il n'existe pas à ce jour de norme ISO pour les rondelles HR, celles fabriquées en Allemagne et utilisées pour les assemblages H.R. portent la marque "HV" (HR en français).

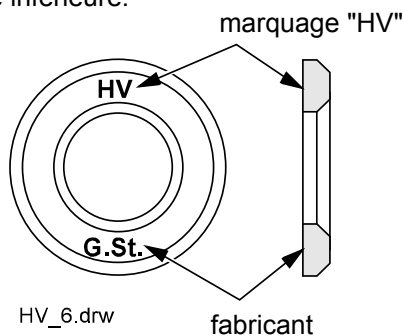


Seule l'utilisation de rondelles HR marquées „HV“ sont autorisées dans les assemblages HR - et - leur exécution doit correspondre à la classe de résistance de la vis et de l'écrou ! En cas de montage d'une vis de classe 12.9 l'utilisation d'une rondelle galvanisée n'est PAS autorisée !

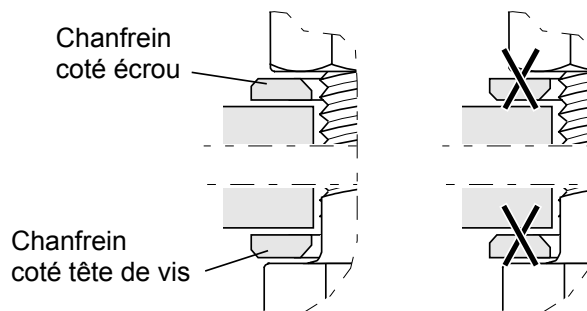
Exemple: Rondelle galvanisée (selon norme **LIEBHERR 75**) avec vis 10.9 et écrou 10
Rondelle noire et huilée (selon norme **LIEBHERR 75**) avec vis 12.9 et écrou 12

Nous recommandons d'utiliser uniquement les rondelles LIEBHERR !

face inférieure:



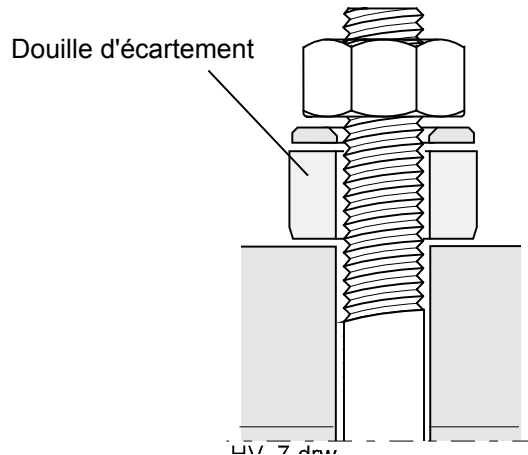
Attention au sens de montage



4.5 Douilles d'écartement:

Pour des raisons techniques, il faut utiliser des douilles d'écartement pour certains assemblages par boulons à haute résistance. Ces douilles sont fabriquées et livrées par **LIEBHERR**.

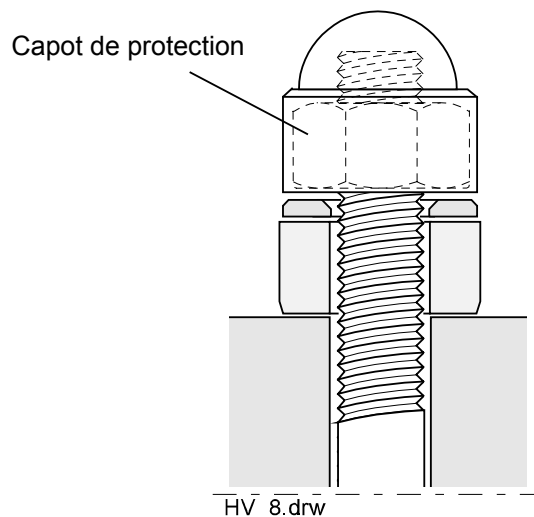
Le montage des douilles d'écartement doit être réalisé selon les indications figurant dans le manuel d'instruction de la grue.



4.6 Capots de protection:

Tout les écrous HR de classe de résistance 12 doivent être installés avec un capot de protection.

Les écrous de classe 10 ne nécessitent pas l'utilisation de capots de protection étant donné que toute vis ou écrou livré par **LIEBHERR** est suffisamment traité anti-rouille.



Un graissage insuffisant et un écrou non protégé par un capot peu provoquer l'apparition de traces de rouilles qui mènent à la dégradation puis à la rupture de l'écrou.

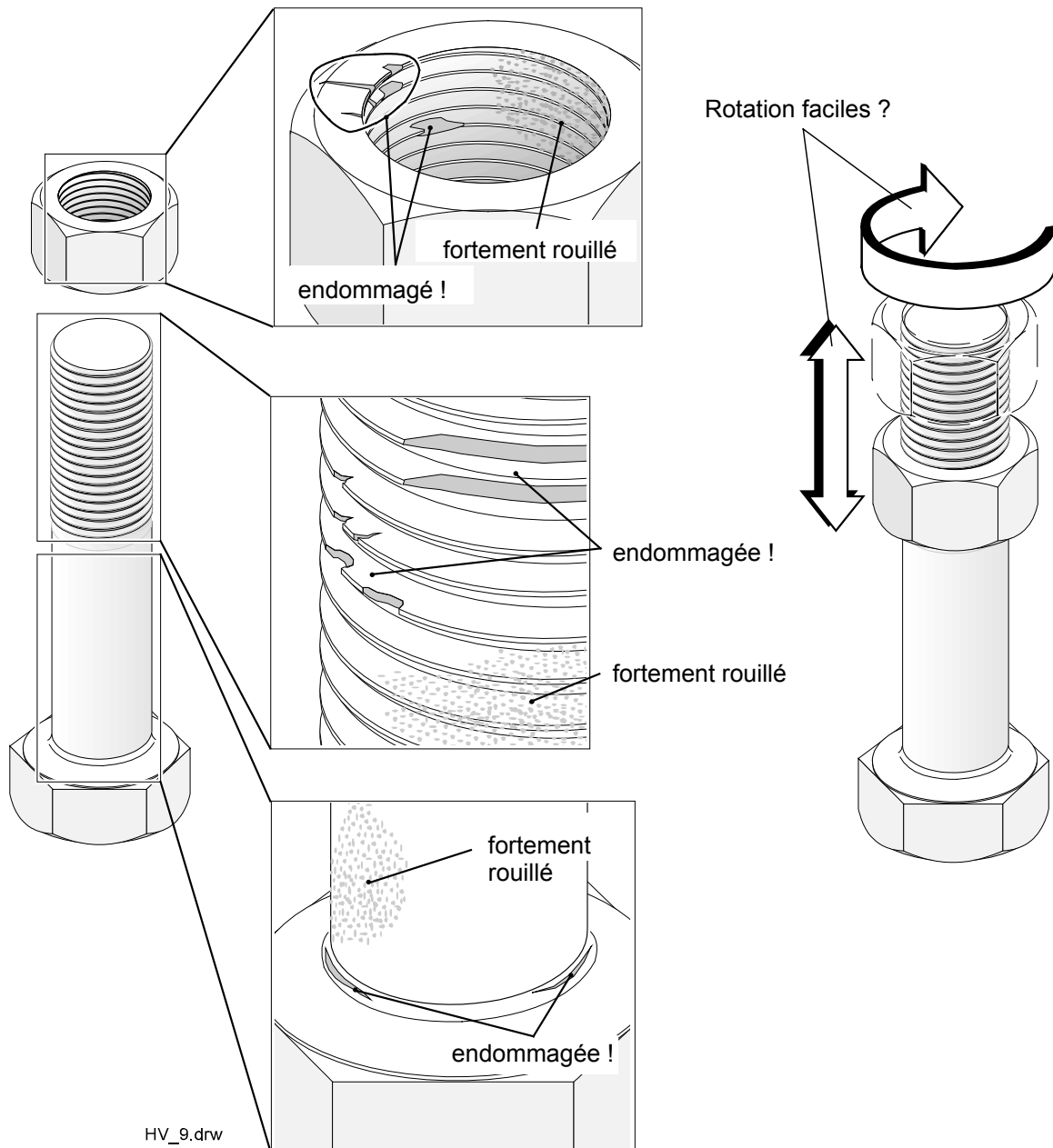
5. Contrôle des éléments d'un assemblage H.R. avant montage

5.1 Etat des pièces:

Avant de procéder au montage, nettoyer et contrôler visuellement les pièces afin de détecter corrosion ou toute autre trace de dégradation !

Filetage de la vis et de l'écrou, la surface d'appui de l'écrou sur la vis, partie non filetée de la vis, l'ajustement de l'écrou sur la vis (l'écrou ne doit pas bloquer, doit être facile à tourner)

Exemple: Un assemblage par boulon H.R. NE doit JAMAIS ressembler à ça !



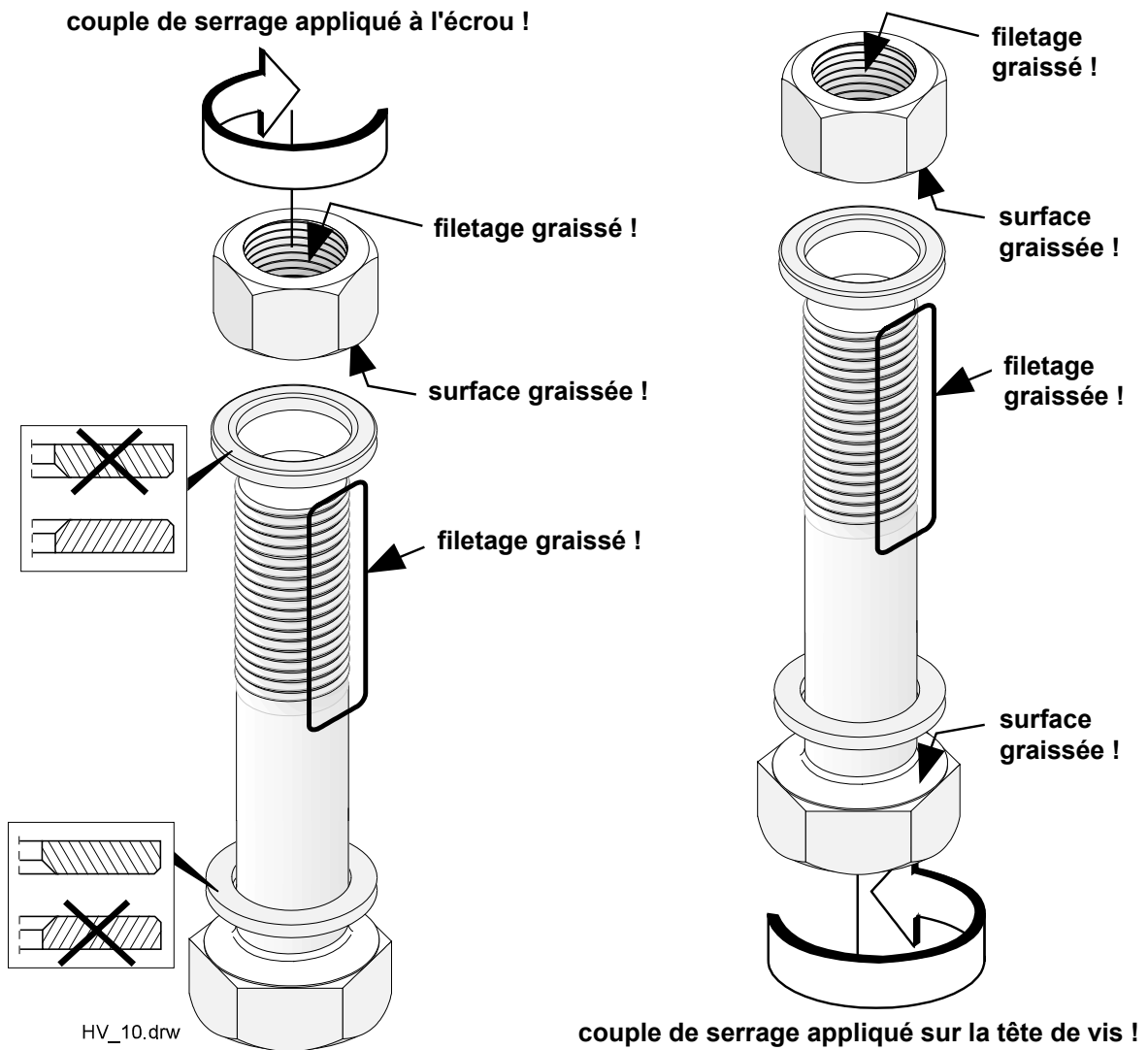
Il est interdit de monter des vis ou écrous HR endommagés, présentant des signes de dégradation ou d'endommagement et/ou fortement rouillés!

5.2 Graissage des pièces:

Avant montage graisser avec une graisse répondant aux caractéristiques du tableau des lubrifiants **LIEBHERR**, par exemple **AVILUB graisse spécial CTK**.

Ainsi pendant le serrage on obtient une résistance due au frottement plus uniforme qui permet d'assurer une précontrainte idéale de l'assemblage.

Le fait d'utiliser une graisse non adaptée peut mener à un écart inadmissible par rapport à la précontrainte idéale, ce qui a pour conséquence des problèmes au moment du desserrage.



Graisser le filetage de la vis et de l'écrou ainsi que la surface d'appui de l'écrou !

Si le couple de serrage est appliqué sur la tête de vis il faut graisser également la surface d'appui de la tête de vis!

5.3 Réemploi des pièces

Toutes les pièces d'un assemblage H.R., qui ont été serrées avec le couple de serrage prescrit par **LIEBHERR**, peuvent être réutilisées lors de montages ultérieurs de la grue.



La condition à cela est que toutes les pièces aient subi un contrôle et qu'aucune ne présente un défaut (voir § 5.1)

6. Le serrage des assemblages H.R.

6.1 La nécessité d'effectuer un serrage correct

Les assemblages H.R. sont en mesure de remplir leur fonction uniquement s'ils ont été précontraints au couple de serrage prescrit. La vis est allongée par le couple de serrage et les éléments de grue à assembler sont comprimés, de sorte qu'il y a un serrage intensif entre ces pièces.

La durée de vie d'un assemblage H.R. dépend considérablement de l'application correcte d'un couple de serrage et de la précontrainte ainsi obtenue.



Un couple de serrage trop élevé ou trop faible peu mener à une défaillance prématurée de l'assemblage H.R..

Ne pas utiliser de vis ou d'écrous non graissés dans un assemblage H.R.

6.2 Le couple de serrage

Chaque assemblage H.R. doit être serré au bon couple.

Le couple de serrage est à appliquer de préférence sur l'écrou. Si le couple de serrage est appliqué à la tête de vis, il faut vérifier qu'aucun frottement de la tige de vis dans son logement ne fausse la valeur de la précontrainte.

Le couple de serrage à appliquer dépend de la grandeur et du type de vis et écrous utilisés; de même s'il s'agit d'un élément de mât ou d'une couronne, cela a son importance. Voir "**Couples de serrage**" (Chapitre 9, tableau 1 et 2). Il est à noter que ces tableaux ont été réalisés à partir des classes de résistance selon ISO 898-1 et ISO 898-2.

Si l'on est en présence de vis ou d'écrou dont on ne sait pas avec certitude à quelle classe il ou elle appartient il faut prendre alors la cote de la tête de vis ou de l'écrou (taille de la clef) et le

diamètre nominal du filetage. Puis se reporter au chapitre 9, tableau 3 pour déterminer la norme correspondante.

Pour savoir s'il s'agit d'une vis selon ISO 7412 (DIN 6914), ISO 4014 (DIN 931), ISO 4017 (DIN 933) ou ISO 4762 (DIN 912), consulter tableau 3 indiquant les **cotes sur plats "s"**.

6.3 La clé dynamométrique

Pour atteindre le couple de serrage prescrit, il faut absolument utiliser une clé dynamométrique.

Une multitude de clef mécanique, hydraulique et électrique de conception différente sont proposées sur le marché.

Lors du choix d'une clef, vérifier qu'elle soit en mesure d'appliquer le couple de desserrage qui peut être 1,5 fois supérieur au couple de serrage.



De temps à autre, faire contrôler et, s'il y a lieu, calibrer les clés par le constructeur. La tolérance admise des couples de serrage ne doit pas dépasser $\pm 10\%$!

Pour le serrage des assemblages H.R. les constructeurs suivants sont recommandés:

Hytorc
Unterer Anger 15
D - 80331 München
Tel.: 089/230999-0
Fax: 089/230999-11

Maschinenfabrik Wagner GmbH & Co KG
D - 53798 Much
Postfach 1160
Tel.: 02245/620-0
Fax: 02245/620-55

Juwel Schraubtechnik
Ernst Berger und Söhne
Werkstraße 14
D - 57537 Wissen
Tel.: 02742/5753
Fax: 02742/5965

Schraubtechnik Peter Neef
Am Fuchsloch 3
D - 71665 Vaihingen
Tel.: 07042/9441-0
Fax: 07042/17263

En dehors des sociétés ci-dessus il y a bien sûr d'autre constructeurs dont les clefs peuvent être utilisées.

7. Contrôle des assemblages H.R. en place

7.1 Nécessité des contrôles

Des assemblages H.R. peuvent se desserrer dans certaines conditions (inadmissibles) , par exemple

- Mauvaise précontrainte
- Grue en surcharge
- Mise en place non conforme etc.

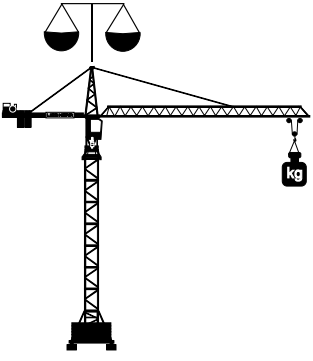
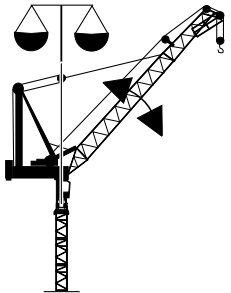
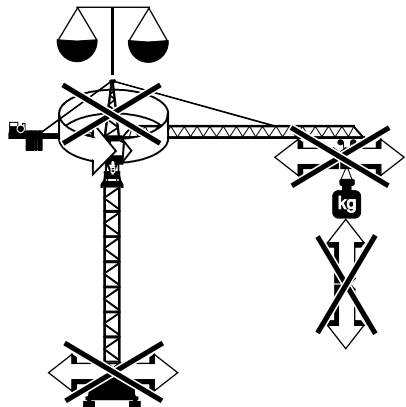
Ceci mène à la perte partielle ou totale de la précontrainte ce qui entraîne une augmentation des efforts alternés appliqués sur celle-ci. Ainsi, il y a risque de rupture résultant de la fatigue mécanique des vis. Autre conséquence, le jeu existant dans la liaison peu mener au desserrage de l'assemblage H.R.

Pour ces raisons des contrôles périodiques sont nécessaires.

7.2 Premier contrôle et contrôles périodiques de l'assemblage H.R. en place

7.2.1 Premier contrôle

En raison du phénomène tassement possible se produisant au niveau de l'assemblage H.R. des grues neuves et de ses éléments, il faut procéder, **dans un délais de 3 à 6 semaines suivant le premier montage** au premier contrôle de tous les assemblages H.R..

<p>Avant chaque contrôle la grue doit être équilibrée !</p> <p>p.e. 50% de la charge max. en bout de flèche</p> 	<p>Parties articulées à équilibrer. (voir manuel d'instruction)</p> 	<p>Pendant les contrôles aucun mouvement ne doit être exécuté !</p> 
--	---	---

- Le contrôle s'effectuera à l'aide d'une clé dynamométrique (Clés dynamométriques recommandées voir chapitre 6.3).
- Il faut resserrer l'écrou (ou la vis) avec le couple de serrage nominal selon tableaux 1 et 2.
- Si les écrous (ou les vis) ne peuvent être serrés d'avantage, l'assemblage est bon.
- Si les écrous (ou les vis) peuvent être resserrés, il faut desserrer l'ensemble et serrer à nouveau au couple requis.

7.2.2 Contrôles périodiques

Les contrôles périodiques doivent avoir lieu lors de chaque montage de la grue et au moins une fois par an; pour une exploitation en 2x8 ou 3x8, il faut augmenter ces contrôles en conséquence. Les contrôles sont à effectuer comme décrit au chapitre 7.2.1.

- Si les écrous (ou les vis) peuvent être resserrés, il faut desserrer, graisser, remonter et appliquer à nouveau le couple de serrage correspondant.

En ce qui concerne la couronne d'orientation les contrôles sont plus faciles à exécuter quand la grue est démontée! Mais en terme de sécurité il n'est pas toujours possible d'attendre le démontage de la grue pour effectuer les contrôle dans les délais.

Procéder à un contrôle visuel au moins tous les trimestre. Celui-ci a pour but de constater si des modifications sont apparues depuis le dernier contrôle.

7.3 Remplacement des éléments constituant un assemblages H.R.

Si l'on découvre des vis fendues ou desserrées ou présentant des fissures superficielles sur une surface d'assemblage, c'est-à-dire aux endroits où les éléments de grue sont reliés les uns aux autres (par exemple au niveau des assemblages bout à bout des éléments du mât, de l'assemblage de la couronne), il faut remplacer toutes les pièces de l'assemblage par boulon qui se trouvent sur cette surface d'assemblage.

8. Prévention des accidents

Tous les textes de prévention des accidents prescrivent des contrôles réguliers.

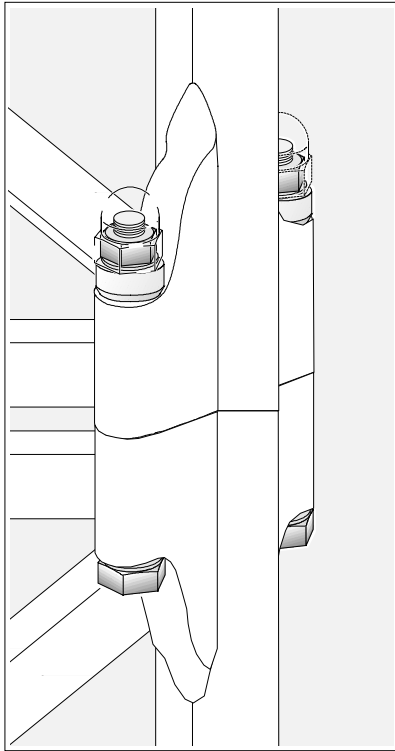
Il y est indiqué de suivre les instructions du constructeur de grue.

Ces contrôles réguliers et nécessaires pour grues **LIEBHERR** ont été exposés dans les paragraphes précédents.

9. Couples de serrage des assemblages H.R.

Les couples de serrage suivants sont valables pour les assemblages H.R. graissés avec filetage métrique ISO selon ISO 261, ou DIN 13-1 avec ou sans revêtement galvanique:

Tableau 1: Couples de serrage des assemblages H.R. pour éléments de mât

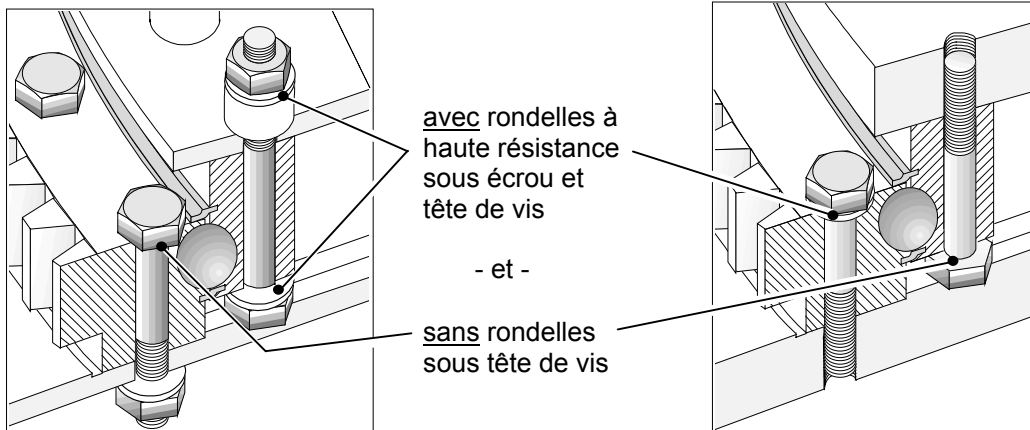


Filet	Classe de résistance 10.9		Classe de résistance 12.9	
	ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933		ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933	
	kp•m	N•m	kp•m	N•m
M 30	136,8	1 342		
M 33	187,0	1 834	230,8	2 264
M 36	239,0	2 344	296,1	2 904
M 39	310,4	3 044	383,6	3 762
M 42	383,4	3 760	476,3	4 670
M 45	479,1	4 693	594,8	5 833
M 48	576,6	5 655	717,8	7 039

Tableau 2: Couples de serrage des assemblages H.R. pour couronnes d'orientation

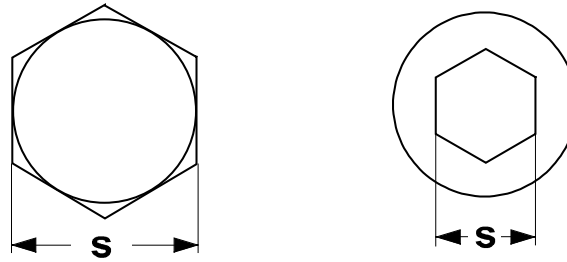
Tableau valable pour les combinaisons suivantes:

avec rondelle à haute résistance sous écrou et tête de vis
- et - sans rondelle à haute résistance sous tête de vis



Filet	Classe de résistance				Classe de résistance	
	10.9		12.9			
	ISO 7412 / DIN 6914	ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933 ISO 4762 / DIN 912	ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933 ISO 4762 / DIN 912	ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933 ISO 4762 / DIN 912		
	kp•m	N•m	kp•m	N•m	kp•m	N•m
M 12	10,8	105,6	8,1	80,3		
M 14			14,3	139,7		
M 16	27,2	266,2	21,0	205,7		
M 18			28,6	280,5		
M 20	53,1	521,4	40,7	399,3		
M 22	72,6	711,7	56,2	551,1		
M 24	91,3	895,4	70,4	690,8		
M 27	135,3	1 327	110,0	1 079		
M 30			150,5	1 476		
M 33			205,7	2 017	253,9	2 490
M 36			262,9	2 578	325,7	3 194
M 39			341,4	3 348	422,0	4 138
M 42			421,7	4 136	523,9	5 137
M 45			527,0	5 162	654,3	6 416
M 48			634,3	6 221	789,6	7 743
M 56			990,0	9 713		

Les vis ISO 7412 (DIN 6914) et les écrous ISO 7414 (DIN 6915) correspondants ont une cote sur plats plus grande que les vis ISO 4014 (DIN 931) et les écrous ISO 4032/4033 (DIN 934) correspondants.



Les cotes sur plats "s" sont indiquées dans le tableau suivant classé par diamètres de filetage.

Tableau 3: Cotes sur plats "s"

Dimensions en mm

Diamètre nominal du filet	Cote sur plats "s" pour vis selon ISO 4014 / DIN 931 ISO 4017 / DIN 933 et écrous selon ISO 4032 / DIN 934 ISO 4033	Cote sur plats "s" pour vis selon ISO 7412 / DIN 6914 et écrous selon ISO 7414 / DIN 6915	Cote sur plats "s" pour vis à six pans creux selon ISO 4762 / DIN 912
M 12	18 (ISO) 19 (DIN)	22	10
M 14	21 (ISO) 22 (DIN)	–	12
M 16	24	27	14
M 18	27	–	14
M 20	30	32	17
M 22	34 (ISO) 32 (DIN)	36	17
M 24	36	41	19
M 27	41	46	19
M 30	46	50	22
M 33	50	–	24
M 36	55	60	27
M 39	60	–	–
M 42	65	–	32
M 45	70	–	–
M 48	75	–	36
M 56	85	–	–

