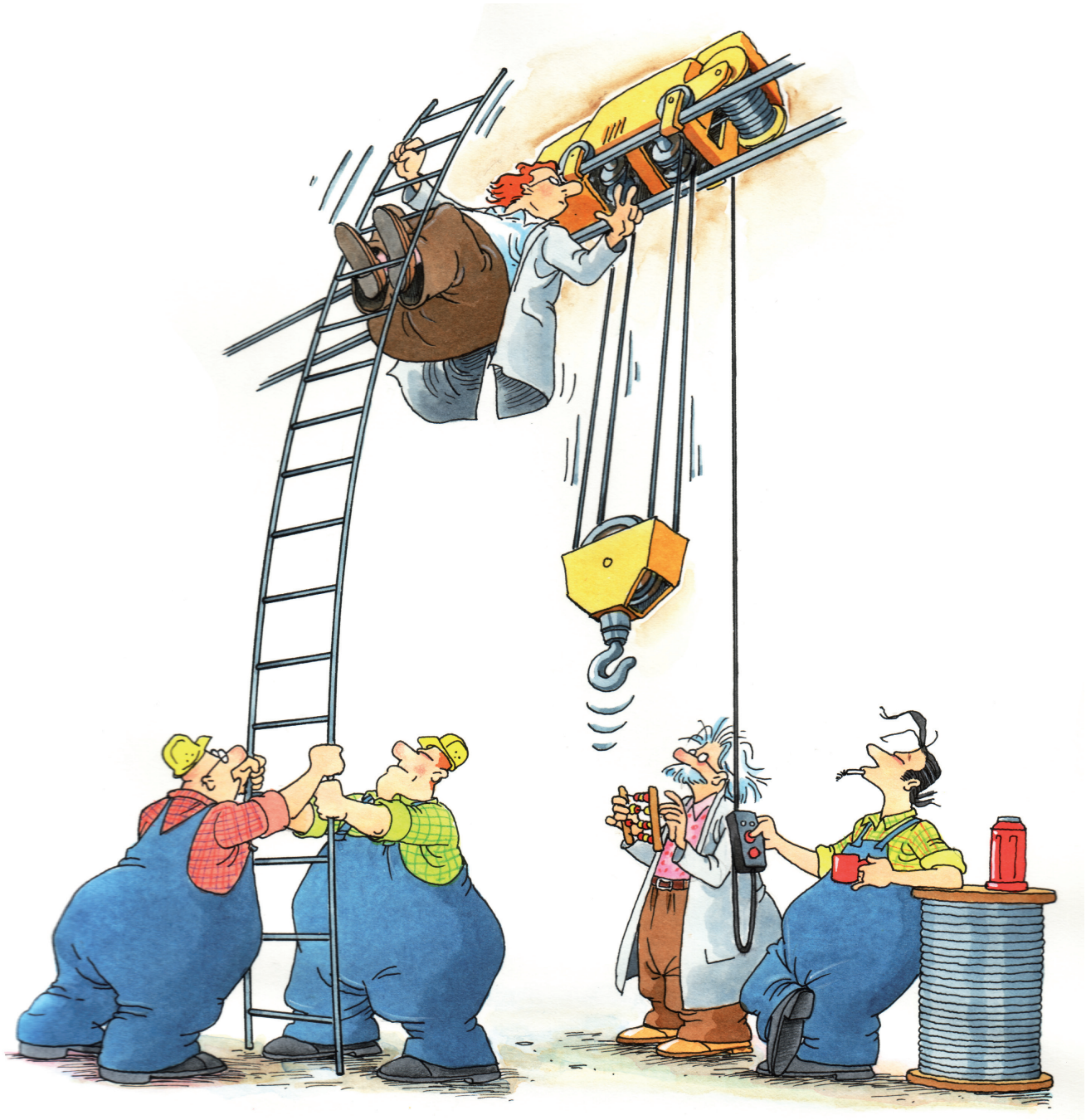


WIRE ROPE

TECHNOLOGY AACHEN



**Analyse de la distribution des cycles de flexion
pour les mouflages de 1 à 8 brins**

Analyse de la distribution des cycles de flexion pour les mouflages de 1 à 8 brins

par Dipl.-Ing. Roland Verreet et Jean-Marc Teissier

Table des matières

1. Introduction	4
2. Mouflage 1 brin.....	6
3. Mouflage 2 brins.....	8
4. Mouflage 3 brins.....	10
5. Mouflage 4 brins.....	12
6. Mouflage 5 brins.....	14
7. Mouflage 6 brins.....	16
8. Mouflage 7 brins.....	18
9. Mouflage 8 brins.....	20
10. Conclusions	22

1. Introduction

Sur un système de levage mouflé, toutes les parties du câble ne supportent pas le même nombre de cycles de flexion, lors d'une opération de levage. En fait la répartition des cycles de flexion dépend de la géométrie du mouflage et du type d'utilisation de la machine.

Les auteurs ont écrit un programme qui calcule et permet de visualiser, d'une part la distribution des cycles de flexion le long du câble, et d'autre part le nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la hauteur de levage parcourue.

La présente brochure, qui analyse la distribution des cycles de flexion dans un mouflage de 1 à 8 brins selon Fig. 1, permet d'illustrer les capacités de ce logiciel.

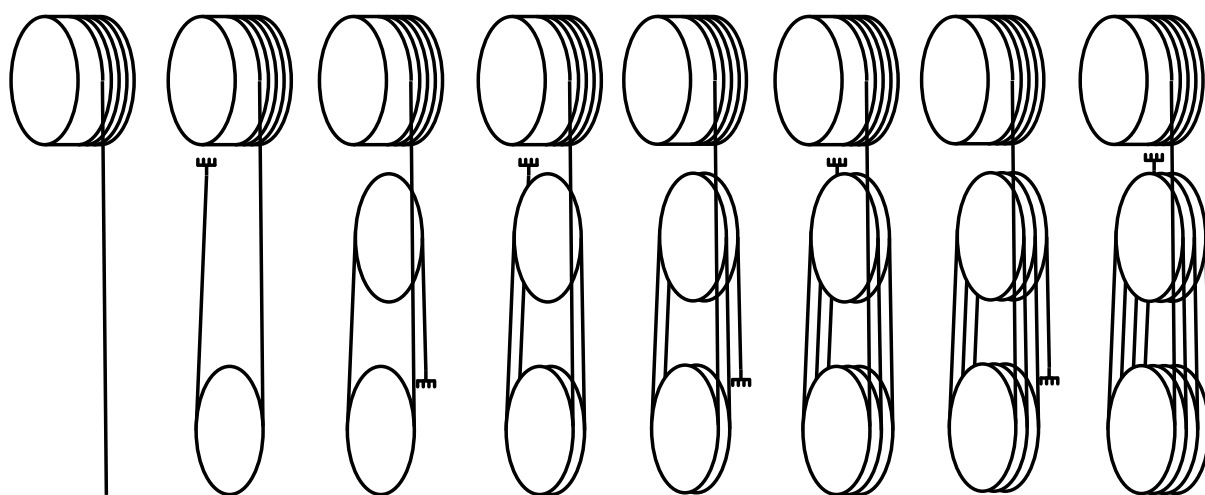


Fig. 1: Schéma de principe d'un mouflage de 1 à 8 brins

Pour chaque configuration, nous analyserons la distribution des cycles de flexion pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur de levage maximum du système. Nous admettrons également que ces quatre courses de levage interviendront avec la même fréquence.

Une formule permettant l'évaluation du nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage sera finalement présentée.

	Nombre de brins [-]	Nombre de poulies [-]	Longueur du câble [mm]
Système 1	1	0	19.000
Système 2	2	1	35.503
Système 3	3	2	52.005
Système 4	4	3	68.508
Système 5	5	4	85.011
Système 7	6	5	101.513
Système 7	7	6	118.016
Système 8	8	7	134.519

Fig. 2: Caractéristiques des systèmes analysés

La Fig. 2 montre les caractéristiques prises en compte pour l'analyse de chacun des systèmes. Elles sont établies en fonction des données d'entrée suivantes. Le diamètre du câble est de 16 mm, le diamètre des poulies et du tambour est de 320 mm (soit 20xd). Pour chaque type de mouflage, la distance maximum entre les poulies est de 16 m et la course maximum de levage est de 15 m. Une longueur supplémentaire de câble (tours morts) reste en permanence stockée sur le tambour.

Les résultats des calculs de chaque configuration analysée sont tous présentés ci-après sur deux pages. Ils sont établis en fonction de la longueur du câble. Celle-ci est exprimée en pourcentage de la longueur totale du câble (voir Fig. 2).

Le chapitre final présente des conclusions générales.

2. Mouflage 1 brin

La Fig. 3 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 5 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 4 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

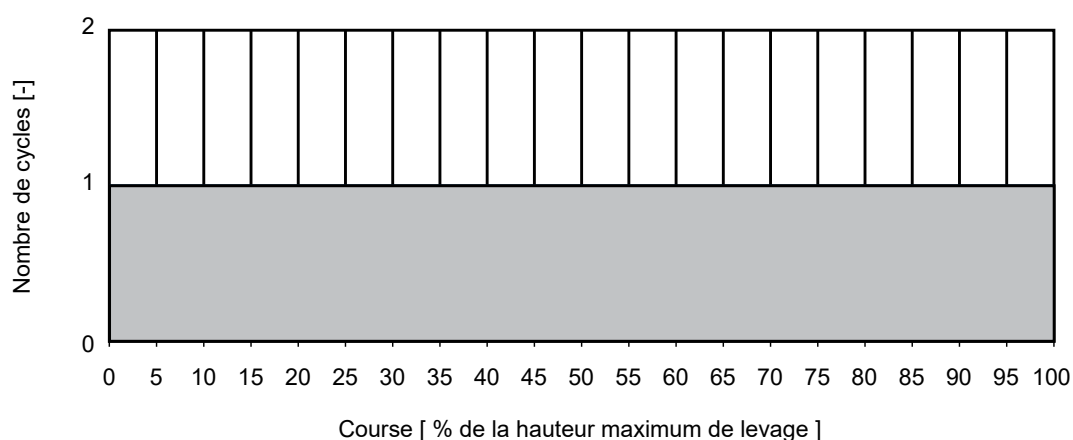


Fig. 3: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

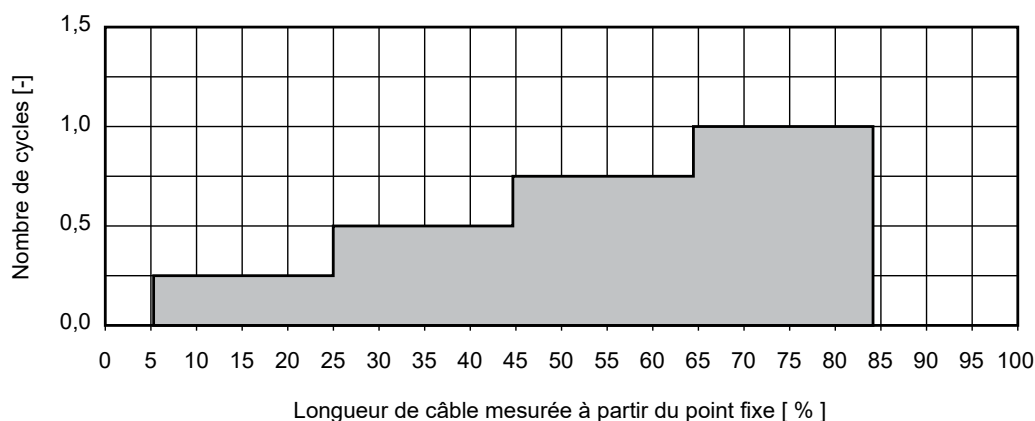


Fig. 4: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

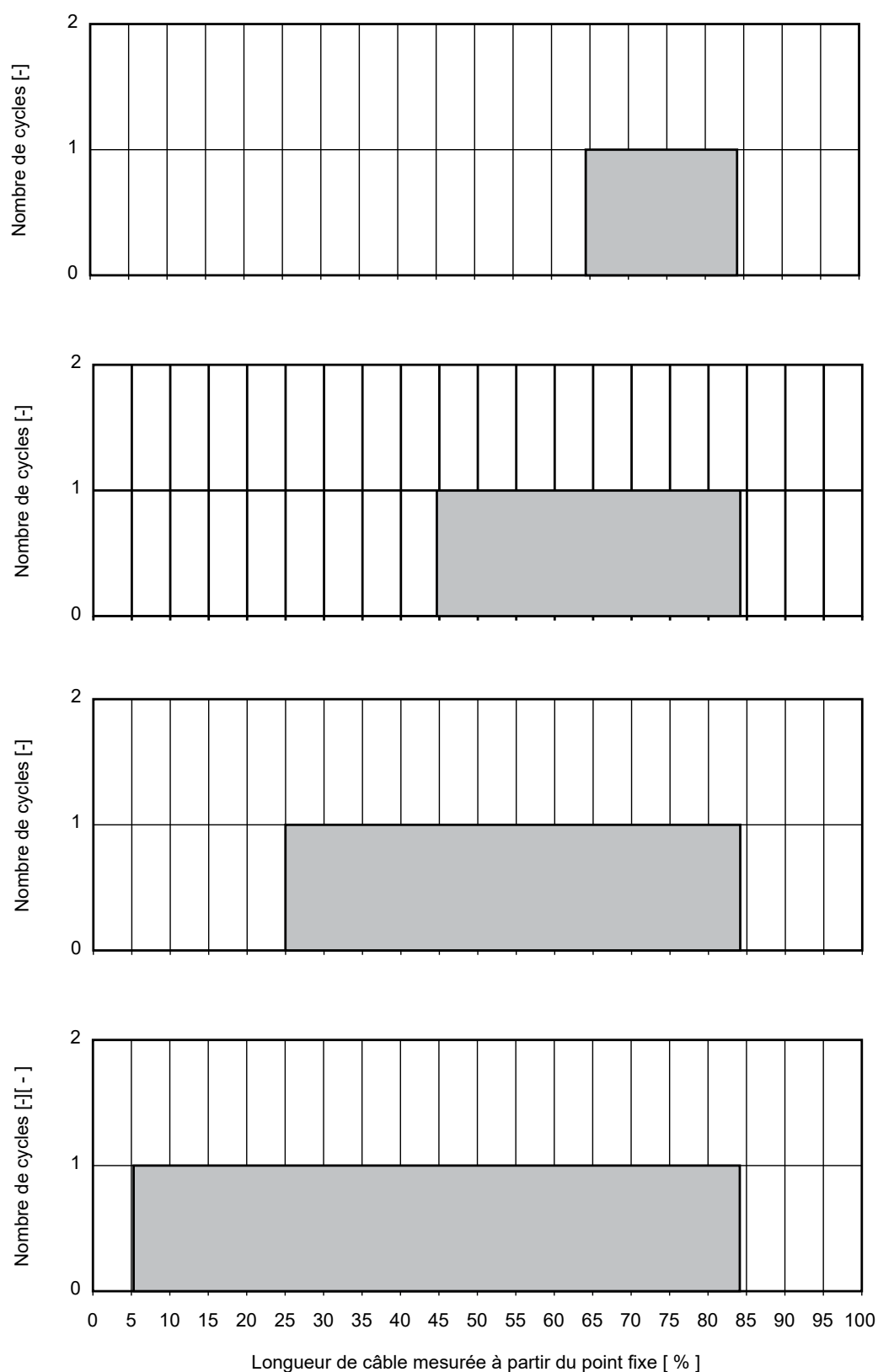


Fig. 5: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 1 brin)

3. Mouflage 2 brins

La Fig. 6 le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 8 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 7 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

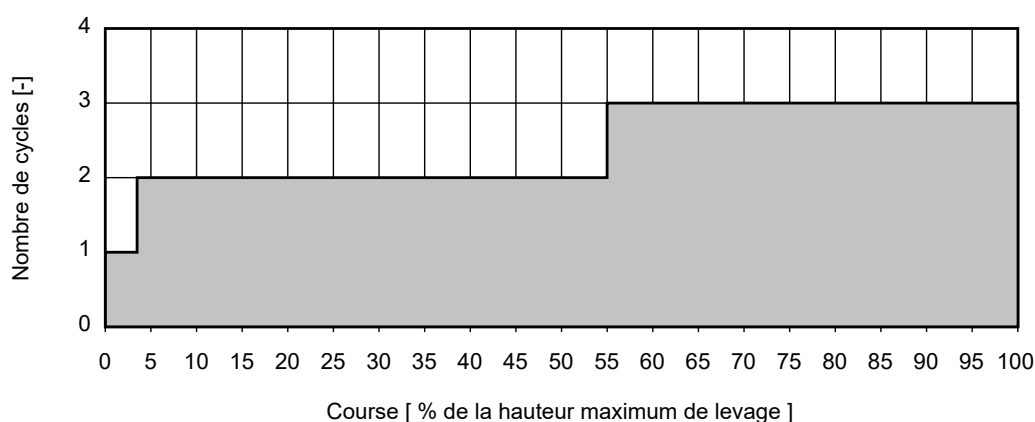


Fig. 6: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

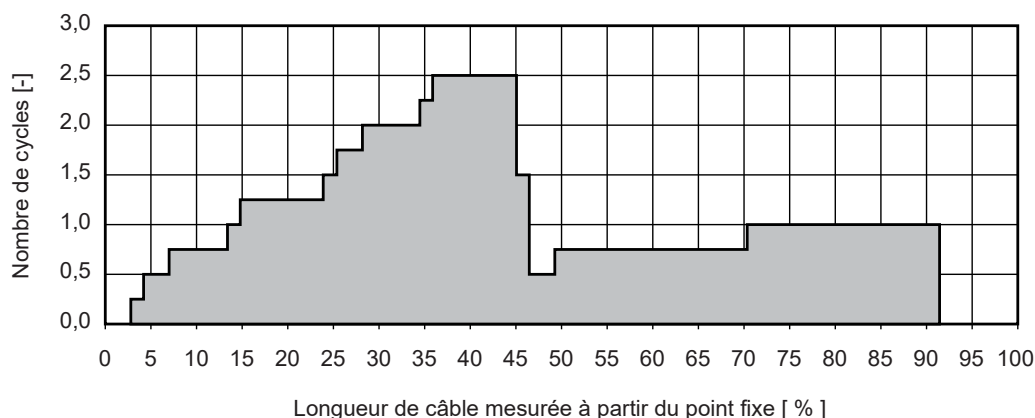


Fig. 7: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

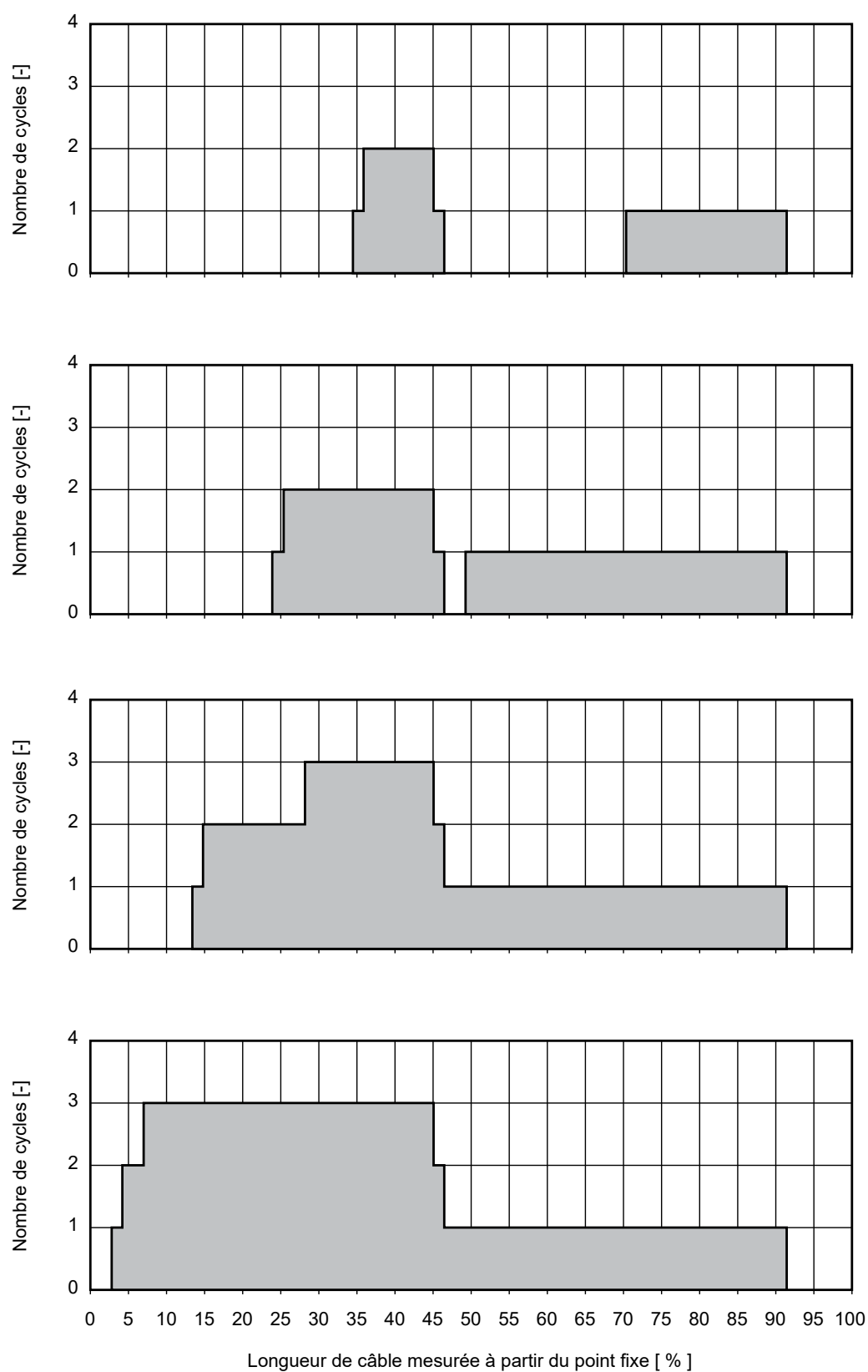


Fig. 8: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 2 brins)

4. Mouflage 3 brins

La Fig. 9 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 11 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 10 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

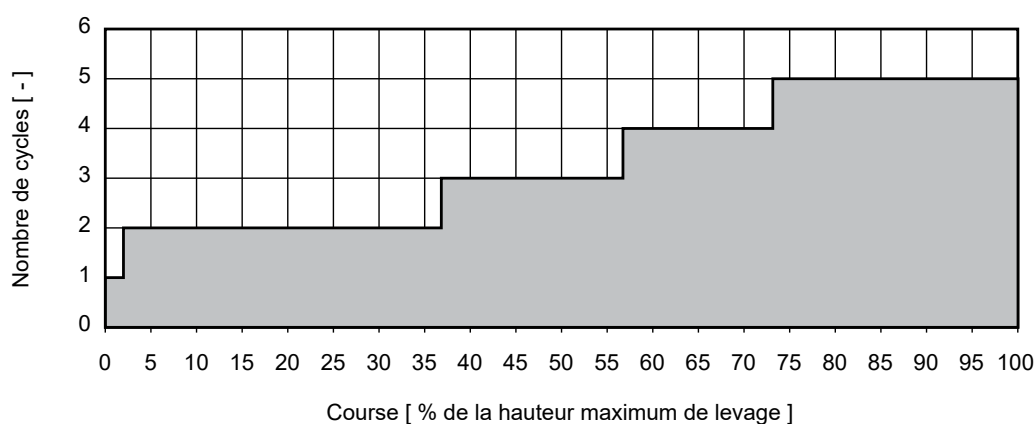


Fig. 9: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

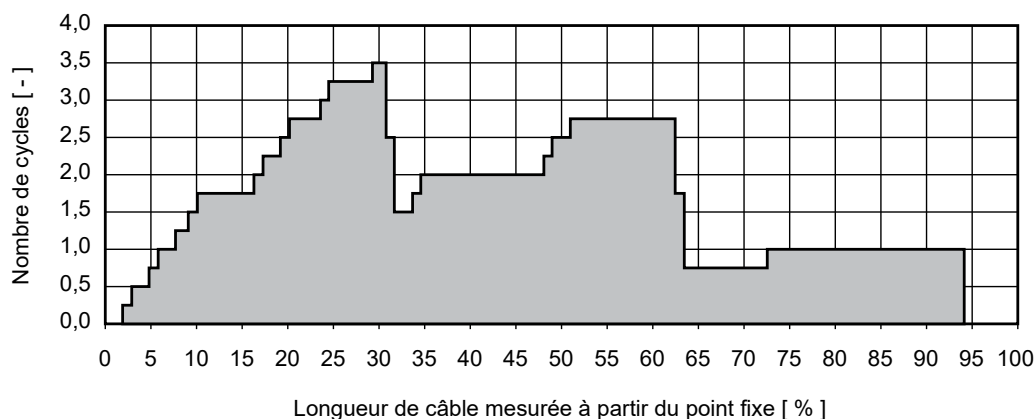


Fig. 10: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

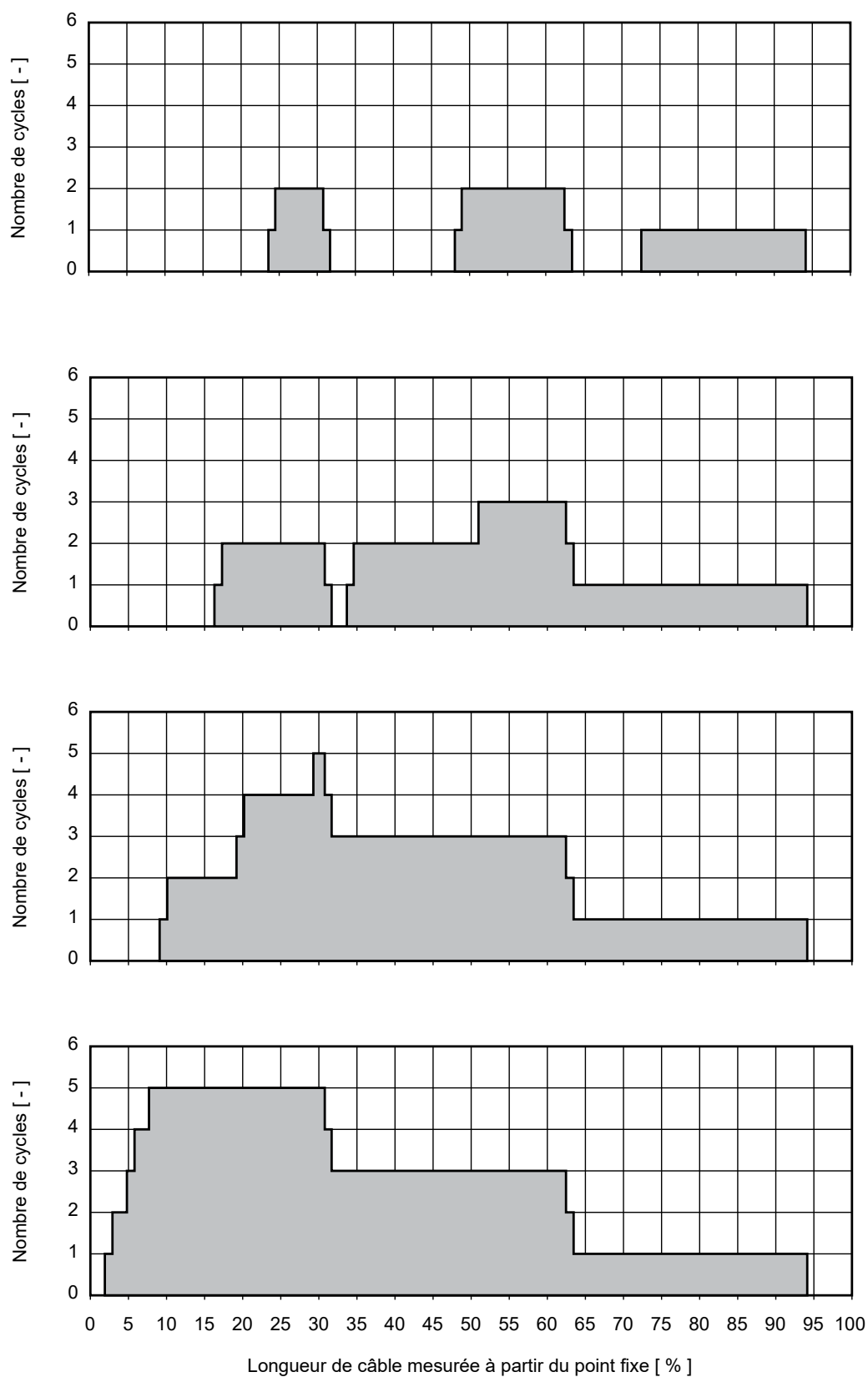


Fig. 11: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 3 brins)

5. Mouflage 4 brins

La Fig. 12 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 14 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 13 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

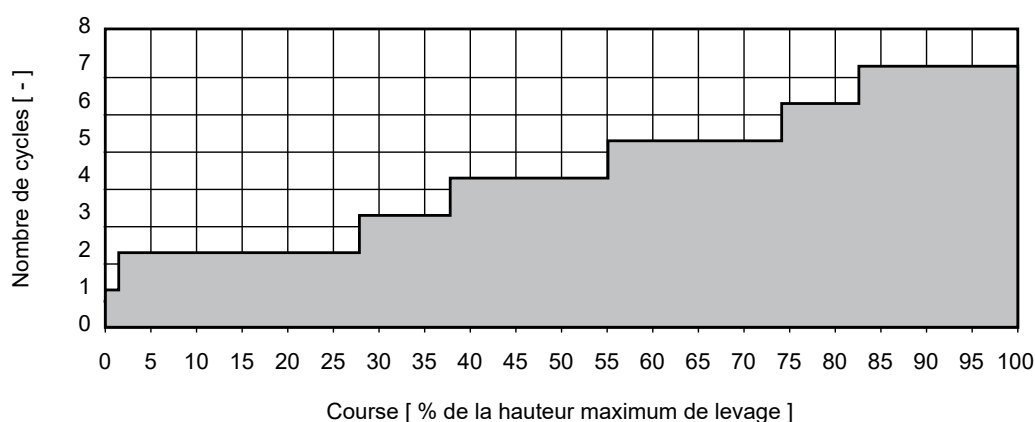


Fig. 12: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

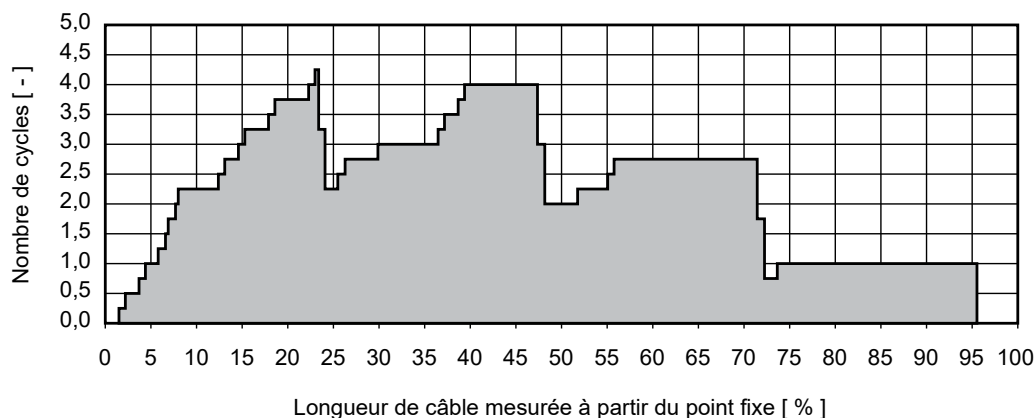


Fig. 13: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

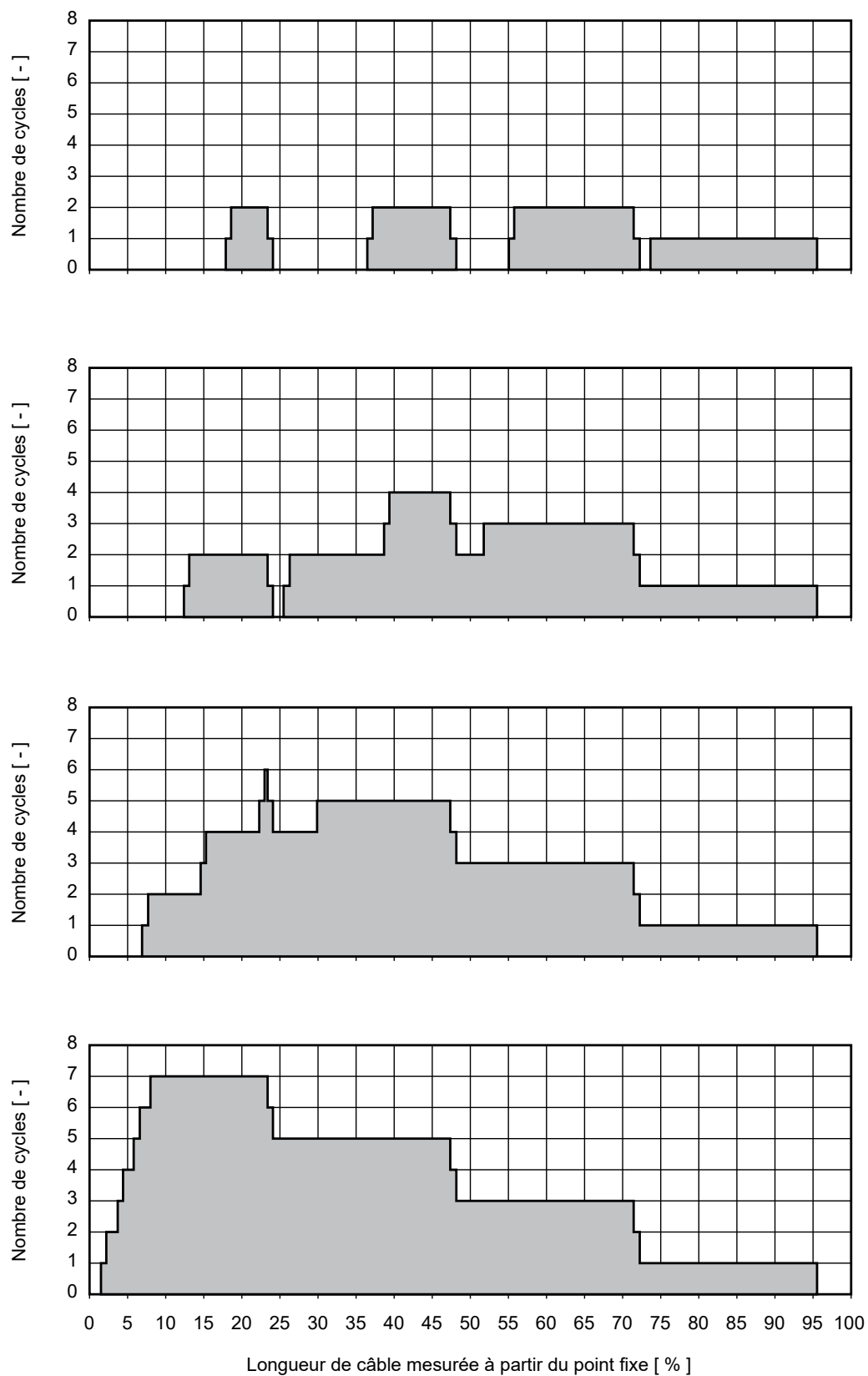


Fig. 14: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 4 brins)

6. Mouflage 5 brins

La Fig. 15 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 17 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 16 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

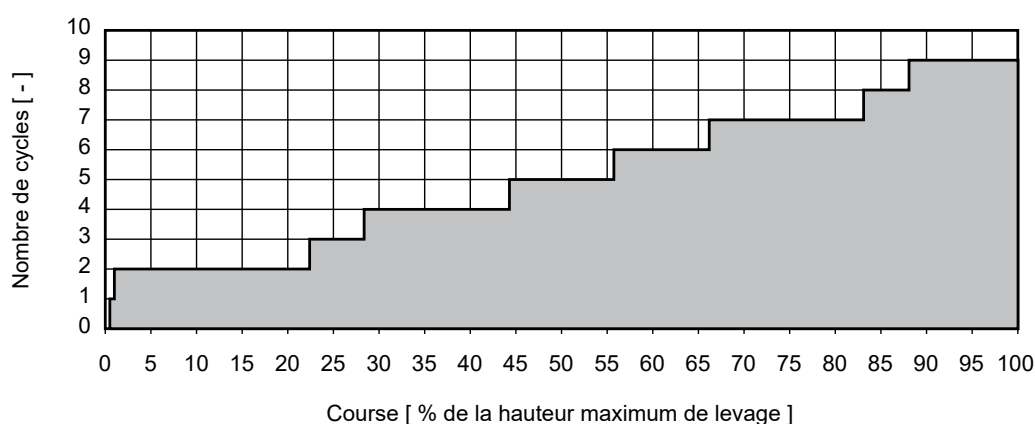


Fig. 15: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

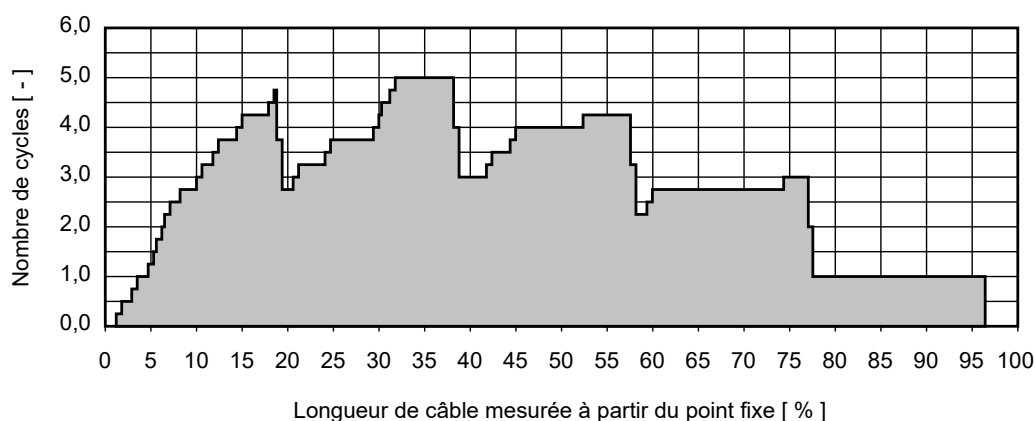


Fig. 16: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

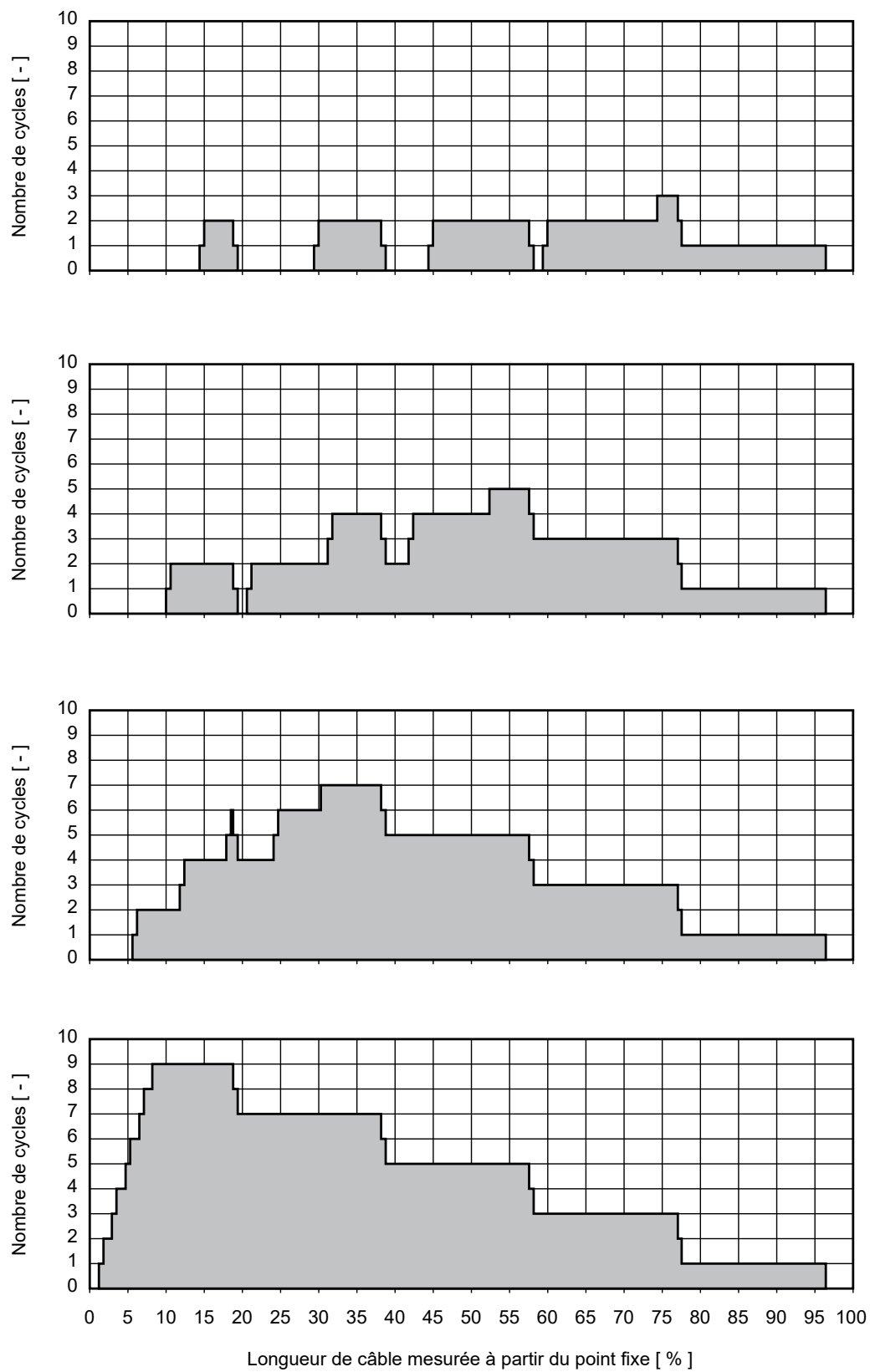


Fig. 17: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 5 brins)

7. Mouflage 6 brins

La Fig. 18 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 20 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 19 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

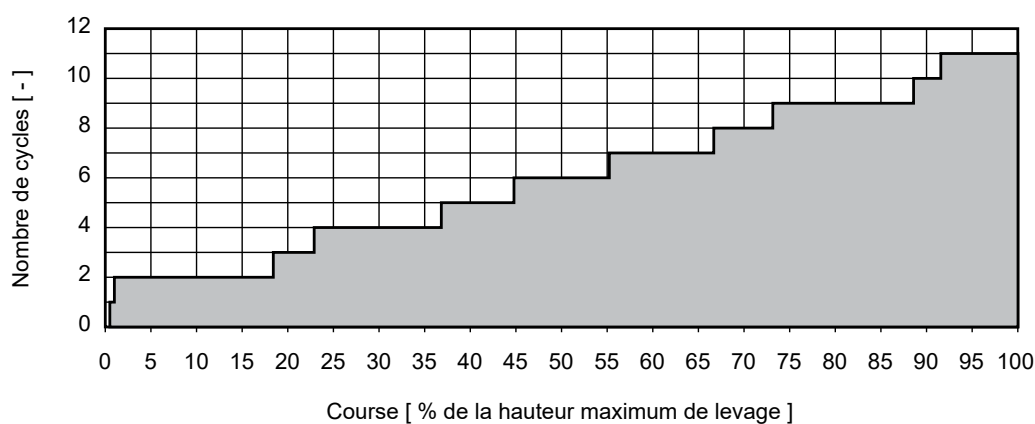


Fig. 18: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

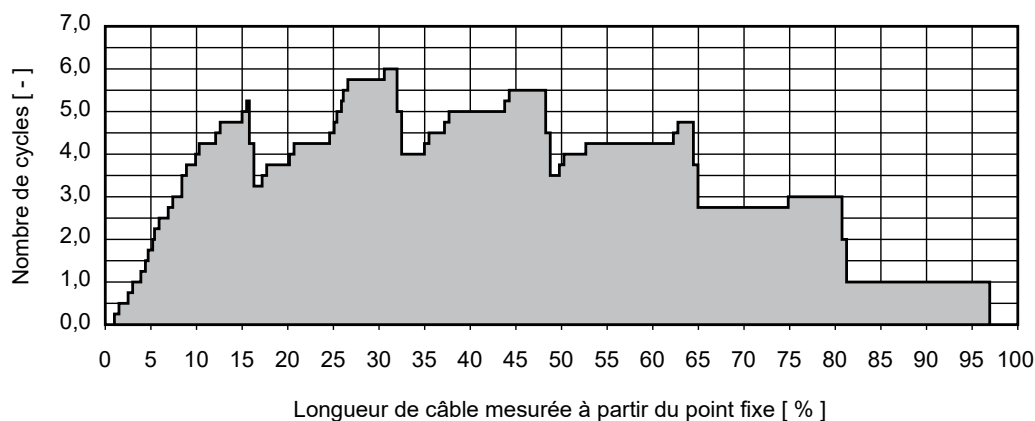


Fig. 19: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

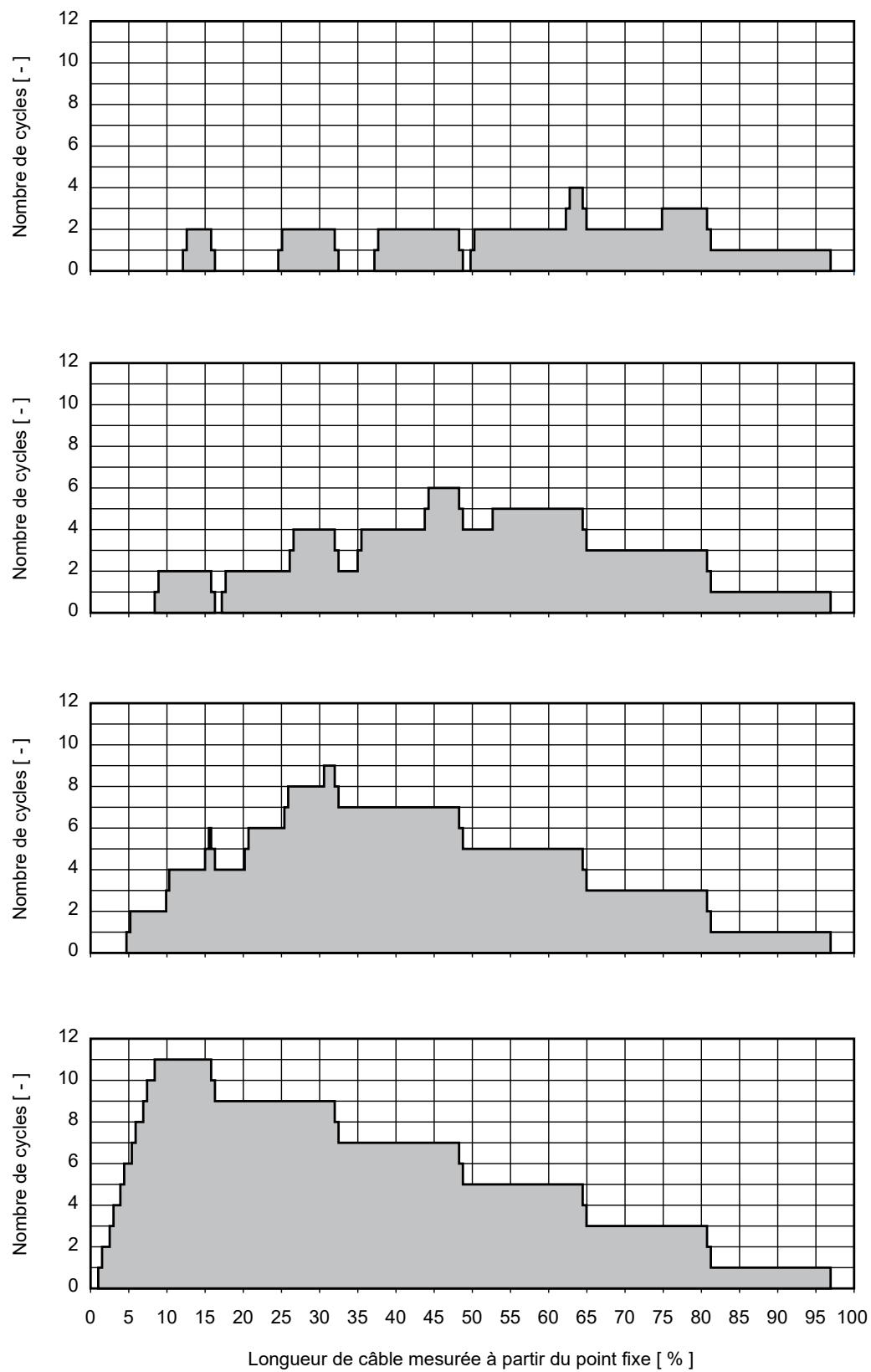


Fig. 20: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 6 brins)

8. Mouflage 7 brins

La Fig. 21 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 23 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 22 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

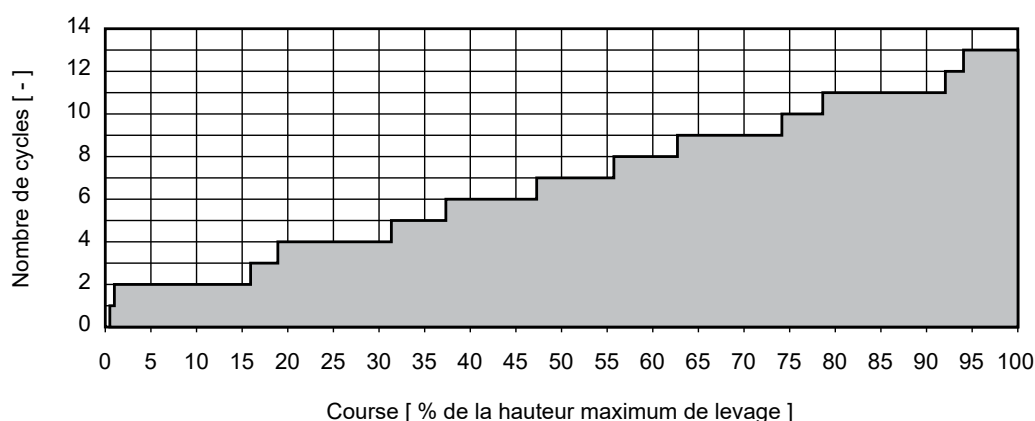


Fig. 21: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

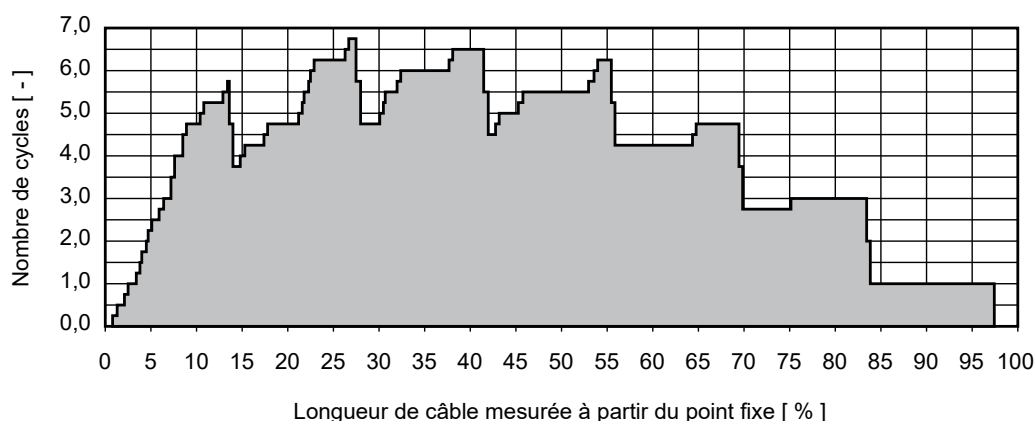


Fig. 22: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

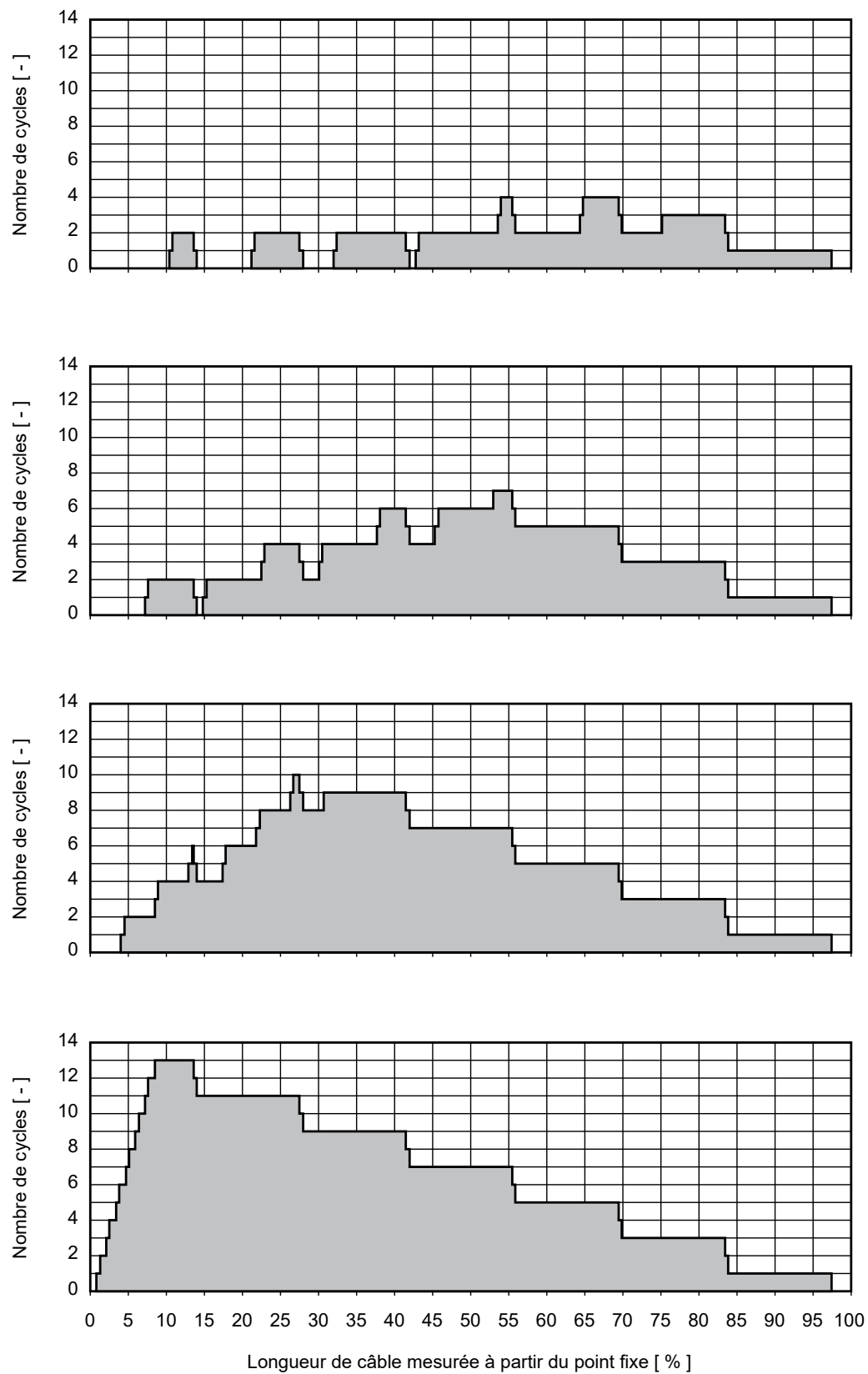


Fig. 23: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 7 brins)

9. Mouflage 8 brins

La Fig. 24 présente le nombre maximum de cycles de flexion pour une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) en fonction de la course de levage. La Fig. 26 (page suivante) montre la distribution des cycles de flexion en fonction de la longueur du câble (exprimée en % de la longueur totale du câble mesurée à partir du point fixe), pour un cycle complet de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente), pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage.

La Fig. 25 montre le nombre moyen de cycles de flexion pour une utilisation qui exploite chaque course avec la même fréquence.

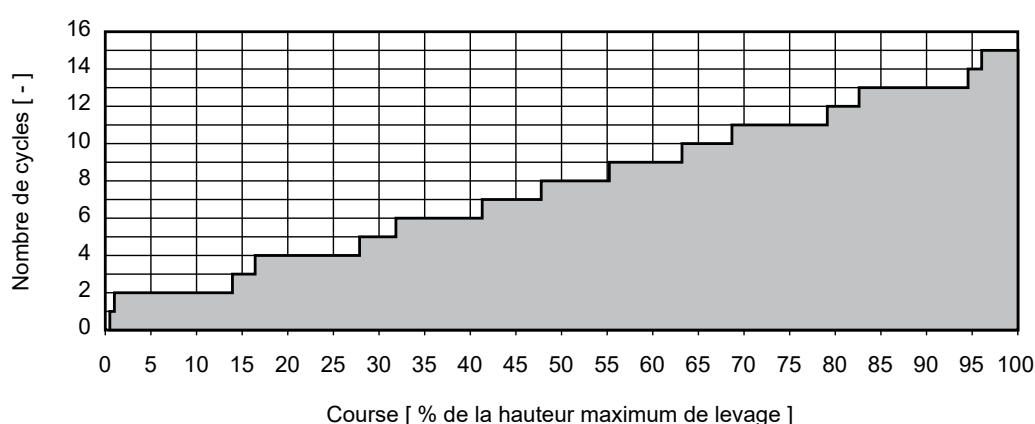


Fig. 24: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la course de levage

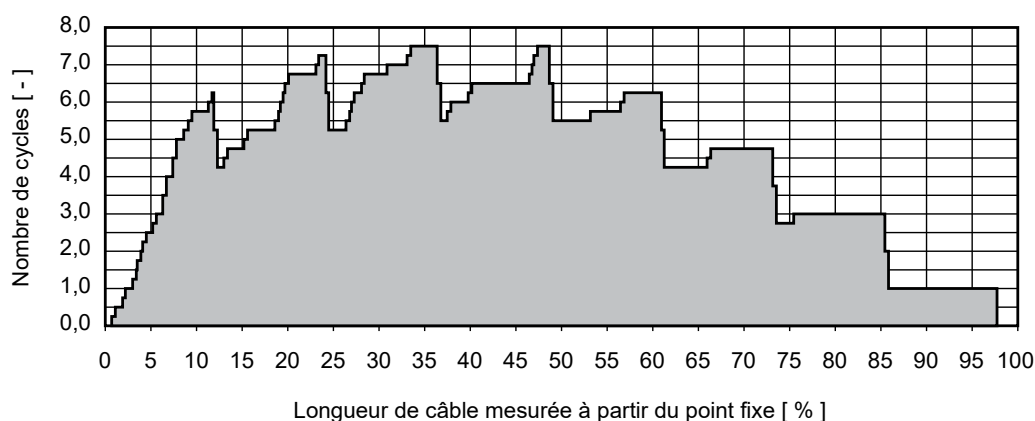


Fig. 25: Distribution des cycles de flexion par cycle de levage si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

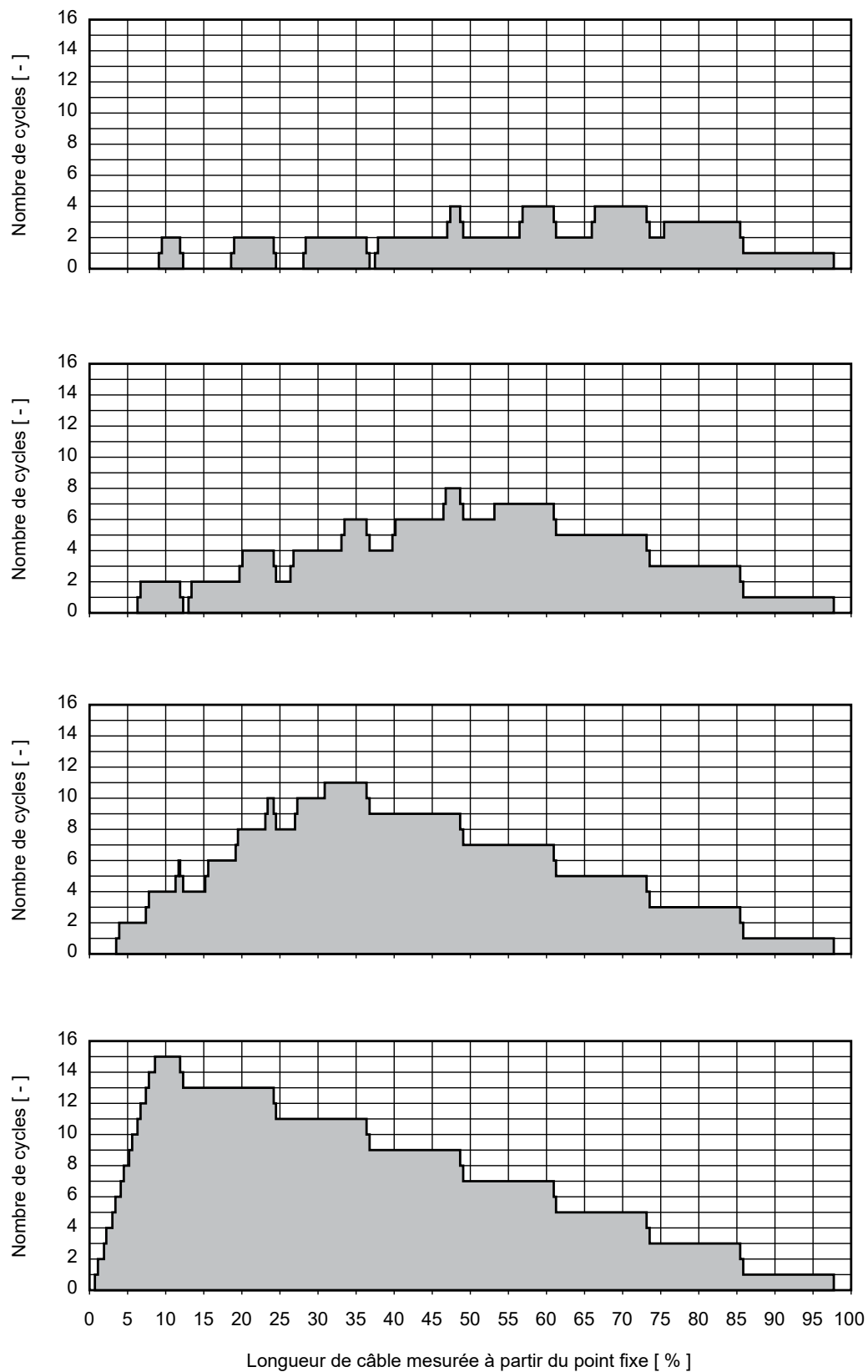


Fig. 26: Nombre de cycles de flexion en fonction de la longueur de câble, pour des courses de levage de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage (mouflage 8 brins)

10. Conclusions

Pour chaque opération de montée, la zone la plus sollicitée du câble pourra au pire passer une fois sur chaque poulie (1 cycle de flexion par poulie) et s'enrouler sur le tambour (1/2 cycle de flexion). Pour chaque opération de descente, elle pourra au pire se dérouler du tambour (1/2 cycle de flexion) et passer une fois sur chaque poulie (1 cycle de flexion par poulie). Au total le nombre maximum de flexions qui pourra être généré au cours d'une course complète de levage (c.-à-d. 1 montée plus 1 descente) sera donc égal à deux fois le nombre de poulies plus un.

Course égale à 100% de la hauteur maximum de levage: nombre maximum de cycles de flexion par opération de levage = $2 \times \text{le nombre de poulies} + 1$.

La figure 27 montre, pour chacune des huit configurations analysées, le nombre maximum de cycles de flexion pour des courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage. On constate que le nombre maximum possible de cycles de flexion ($2 \times \text{nombre de poulies} + 1$) est atteint pour chaque configuration lorsque la course est égale à 100% de la hauteur maximum de levage. Pour des courses de 50% de la hauteur maximum de levage, le nombre maximum de cycles de flexion est égal au nombre de brins du mouflage.

Nombre de brins [-]	Nombre de poulies [-]	Cycles de flexion pour course			
		25 % [-]	50% [-]	75% [-]	100% [-]
1	0	1	1	1	1
2	1	2	2	3	3
3	2	2	3	5	5
4	3	2	4	6	7
5	4	3	5	7	9
6	5	4	6	9	11
7	6	4	7	10	13
8	7	4	8	11	15

Fig. 27: Nombre maximum de cycles de flexion en fonction de la hauteur de levage

Dans le cas d'une course de levage aléatoire on peut l'approximation suivante : nombre maximum de cycles de flexion par opération de levage = $1,2 + 0,8 \times \text{le nombre de brins du mouflage}$.

Nombre de brins [-]	Nombre de poulies [-]	Nombre de cycles [-]	Approximation [-]	Erreur [%]
1	0	1.00	2.00	100
2	1	2.50	2.80	12
3	2	3.50	3.60	2.9
4	3	4.25	4.40	3.5
5	4	5.00	5.20	4.0
6	5	6.00	6.00	0.0
7	6	6.75	6.80	0.7
8	7	7.50	7.60	1.3

Fig. 28: Nombre moyen de cycles de flexion si les courses de 25%, 50%, 75% et 100% de la hauteur maximum de levage sont utilisées avec la même fréquence.

La figure 29 compare le nombre de cycles de flexion calculé avec la formule approchée au nombre réel.

Pour la présente analyse, l'architecture du système de levage a délibérément été choisie de manière à ce que le moufle soit positionné près du tambour (voir figure 1). Si cette distance augmente, le nombre maximum possible de cycles de flexion par cycle de levage ne pourra que diminuer. Ainsi l'utilisation de la formule présentée ici conduira également à une approche conservatrice pour les cas où la distance entre le tambour et le moufle est grande.

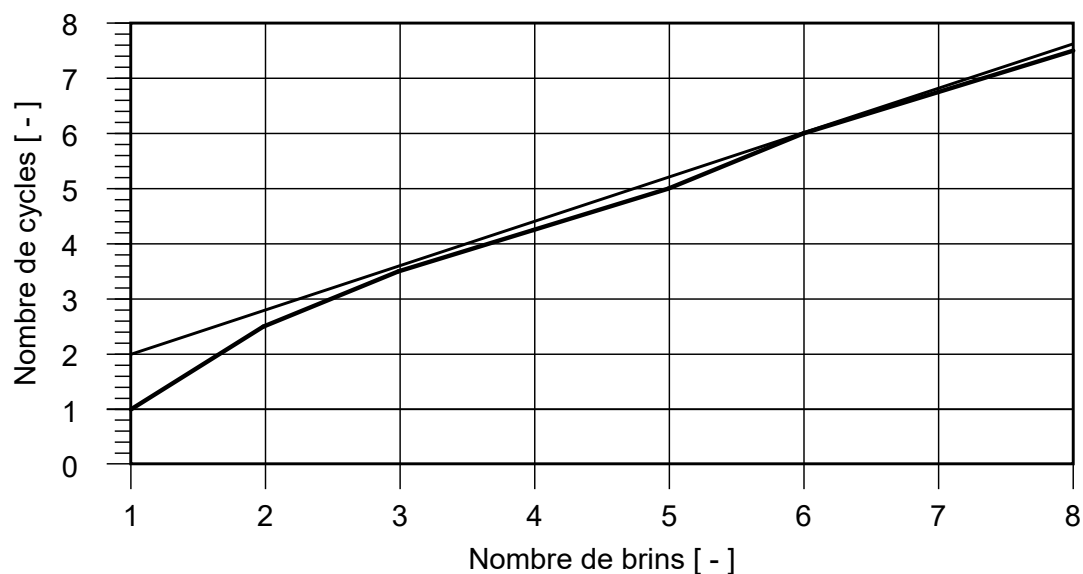


Fig. 29: Nombre réel de cycles de flexion (trait épais) et approximation (trait fin)

Comme les graphiques des pages précédentes le montrent, la distribution des cycles de flexion ne dépend pas seulement de la géométrie du système de levage, mais également et significativement du mode d'utilisation. Chaque système de levage est donc un cas particulier.

Les auteurs se tiennent à votre disposition pour conduire une analyse similaire relative à votre système de levage.

Dipl.-Ing. Roland Verreet
Ingenieurbüro für Fördertechnik
Grünenthaler Str. 40a • 52 072 Aachen
Tel. 0241- 173147 • Fax 0241- 12982
E-mail: R.Verreet@t-online.de

Jean-Marc Teissier
DEP Engineering
13 rue du Béal
F-38400 Saint Martin d'Hères
E-mail : jmtteissier@dep-engineering.fr

Ingenieurbüro für Fördertechnik

Dipl.-Ing. Roland Verreet

Grünenthaler Str. 40a • 52072 Aachen

Tel.: 0241- 173147 • Fax: 0241- 12982

Mail: R.Verreet@t-online.de

www.seile.com