HMK

Espérance de vie des grues
Classification des grues

GOTTWALD
port technology

Espérance de vie des grues – Bref aperçu des notions fondamentales

Classification des grues selon la norme FEM 1.001

Lors de la sélection d'un engin de manutention tel qu'une grue mobile portuaire, il faut, en termes de rentabilité, tenir compte de deux facteurs : d'une part, le rendement potentiel de l'engin et, d'autre part, sa durée de fonctionnement totale ("espérance de vie").

Alors que, lors de la décision d'achat, une grande importance est d'emblée accordée au rendement potentiel, l'estimation de la durée de vie de l'engin est encore trop souvent négligée.

L'exposé qui suit met donc en lumière les rapports fondamentaux et les facteurs influençant l'espérance de vie d'une grue mobile portuaire.

Qu'est-ce que l'espérance de vie ?

Chacun sait que, lorsqu'un composant ou un engin tel qu'une grue est soumis à une surcharge, une défaillance peut survenir brusquement. On oublie trop souvent une cause de défaillance beaucoup plus fréquente, à savoir l'utilisation du matériel au-delà du nombre de cycles de travail pour lequel la machine avait été prévue.

Ceci signifie que, même si les charges manutentionnées restent dans les limites des capacités de la grue, la répétitivité des manutentions entraînera une dégradation de l'engin lorsque l'espérance de vie calculée aura été dépassée.

L'expérience du trombone

Prenez un attache-lettre, qu'on appelle communément "trombone", et essayez de le casser. Vous n'y parviendrez pas. Pliez maintenant ce trombone plusieurs fois et vous constaterez qu'une force relativement faible suffit alors pour le briser. La sollicitation répétée a contribué au raccourcissement de l'espérance de vie du trombone car il était seulement conçu pour résister à la fatigue entraînée par un nombre donné d'efforts répétés.

Cette petite expérience fait facilement comprendre que non seulement l'intensité de la sollicitation (c'est-à-dire dans l'exemple ci-dessus, la force avec laquelle le trombone est plié) mais également le nombre de pliages ("cycles de travail") joue un rôle important dans la détermination du moment de la défaillance.

Quel serait maintenant le comportement d'un trombone fait d'un fil d'acier plus épais ? L'expérience nous enseigne qu'il aurait eu une espérance de vie plus longue. Un autre paramètre à considérer pour l'estimation de l'espérance de vie est donc celui de la "résistance à la fatigue".

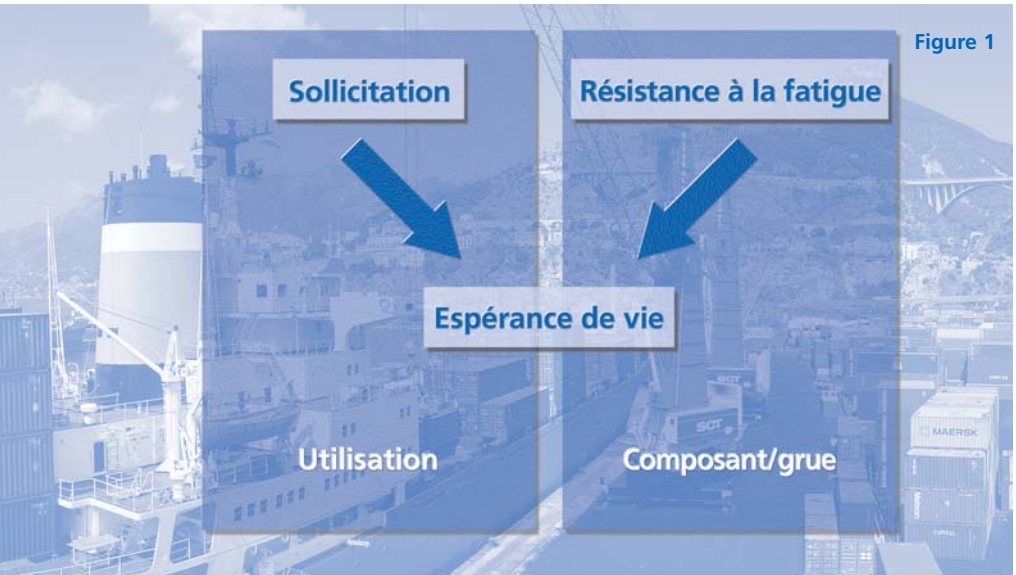


Figure 1

Deux facteurs fondamentaux sont décisifs lorsqu'il s'agit de déterminer l'espérance de vie d'une pièce ou d'une grue : la sollicitation et la résistance à la fatigue. L'espérance de vie résulte de l'action de ces deux facteurs (**figure 1**).

Sollicitation

La sollicitation à laquelle est soumise une grue mobile portuaire pendant le service n'est pas homogène. On distingue différents types de travail (manutention de charges lourdes, de conteneurs, à la benne, etc.) au cours desquels des charges très variées sont soulevées (conteneur vide, conteneur plein, benne vide, benne pleine, etc.).

Il est donc difficile d'envisager qu'une grue lèvera toujours la même charge. C'est pourquoi les normes de calcul d'une grue (par exemple, FEM 1.001) définissent les spectres de charge à l'aide desquels on tente de décrire les conditions de travail réalistes de la grue.

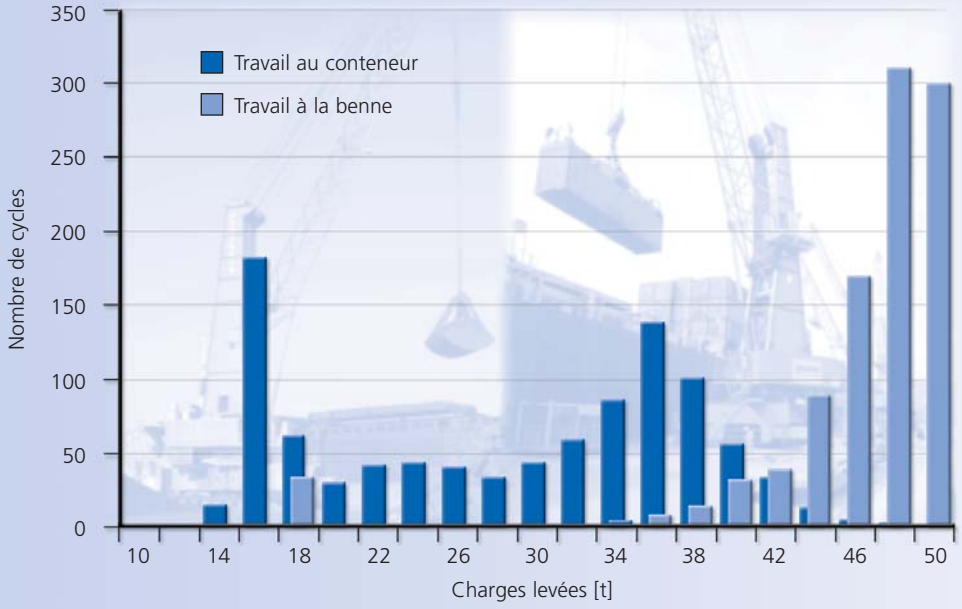
Comment définit-on un spectre de charge ?

Il est possible d'utiliser un échantillon statistique pour déterminer un spectre de charge relatif à une grue déterminée. La **figure 2** montre un exemple de 1000 opérations de levage d'une grue travaillant au conteneur et d'une grue travaillant à la benne (avec une capacité de levage de 50 t dans les deux hypothèses).

A partir de ces données, il est possible de déterminer le spectre de charge de la grue concernée. Lors de l'étude d'une grue, le mode réel d'utilisation de la machine n'est pas connu à l'avance. Le constructeur doit donc choisir des hypothèses théoriques de travail.

La norme FEM 1.001 qui sert de fondement aux calculs afférents aux grues, offre la possibilité d'évaluer les sollicitations futures d'une grue et de

Figure 2 : Détermination des spectres de charge



	Travail au conteneur	Travail à la benne
Charge aux câbles [t]	Nombre de cycles	
10	0	0
12	0	0
14	15	0
16	181	0
18	63	35
20	30	0
22	43	0
24	45	0
26	42	0
28	37	0
30	45	0
32	64	0
34	86	3
36	138	7
38	101	13
40	57	30
42	37	40
44	12	87
46	3	170
48	1	315
50	0	300

sélectionner un spectre de charge parmi quatre spectres homologués. Les classes de spectre normalisées vont de Q1 ("la grue soulève principalement des charges peu importantes et rarement des charges atteignant les capacités maximales admissibles") à Q4 ("la grue soulève fréquemment des charges correspondant à sa capacité de levage maximale"). Le critère déterminant pour le choix d'une classe de spectre est donc la fréquence avec laquelle une grue doit soulever des charges lourdes (par rapport à la charge maximale dans le mode d'exploitation concerné).

Le diagramme de la **figure 2** montre clairement qu'une grue travaillant à la benne est largement plus sollicitée qu'une grue manutentionnant des conteneurs. En effet, dans le premier cas, elle soulève des charges plus importantes à une fréquence plus élevée, car, avec des marchandises en vrac, le grutier remplit presque toujours la benne complètement. Pour une grue travaillant à la benne, il faut donc choisir la classe de spectre la plus élevée.

Résistance à la fatigue

Alors que la sollicitation caractérise le mode d'utilisation de la grue, la résistance à la fatigue découle des caractéristiques de construction spécifiques à la grue. Pour définir ces caractéristiques, le constructeur choisit parmi les huit groupes d'engins (de A1 à A8) que comprend le tableau de classification des engins de levage de la norme FEM 1.001.

Notre petit exemple sur l'espérance de vie d'un trombone a permis de constater que l'épaisseur du fil constitue un facteur déterminant de son espérance de vie.

Il en va exactement de même pour la charpente métallique d'une grue. En simplifiant, on peut dire :

Plus le groupe d'engins de la grue est élevé, plus les tôles et les tubes d'acier utilisés sont épais, et plus l'espérance de vie de la grue est importante.

Espérance de vie

Lorsqu'on a défini la résistance à la fatigue (groupe d'engins) et la sollicitation (classe de spectre), il est possible d'en déduire l'espérance de vie de la grue (classe d'utilisation).

La norme FEM 1.001 prévoit dix classes d'utilisation (de U0 à U9). Chaque classe correspond à un nombre de cycles de travail, ce qui permet de déterminer l'espérance de vie de la grue. A mesure que l'on se rapproche de la fin de l'espérance de vie de la grue, le risque d'une défaillance augmente de manière très sensible. Le rapport entre le groupe d'engins, la classe de spectre et l'espérance de vie est illustré dans la **figure 3** et le **tableau 1**.

Si l'on veut comparer l'espérance de vie d'une grue du groupe A8 et une autre du groupe A6, toutes deux effectuant le même travail, et donc ayant le même spectre de charges (Q3 par exemple), on constate que l'espérance de vie pour la grue du groupe A8 est de 4 millions de cycles de travail, alors que celle de l'engin classé en A6 est de 500 000 cycles. On peut en déduire qu'à sollicitation égale, l'espérance de vie d'un engin classifié A8 est 8 fois supérieure à celle d'un engin classifié A6.

Le graphique de la **figure 3** permet d'énoncer la règle empirique suivante :

A spectre de charges égal, le passage d'un groupe d'engins au groupe immédiatement supérieur (par exemple de A6 à A7) correspond au doublement de l'espérance de vie de la grue.

Les grues ressortissant du groupe d'engins le plus élevé (A8) sont construites de telle façon que les contraintes exercées sur les composants sont tellement faibles que le phénomène de fatigue n'a pratiquement pas d'impact. On peut en conclure que leur espérance de vie est illimitée.

Figure 3 : Rapport entre le groupe d'engins, la classe de spectre et l'espérance de vie

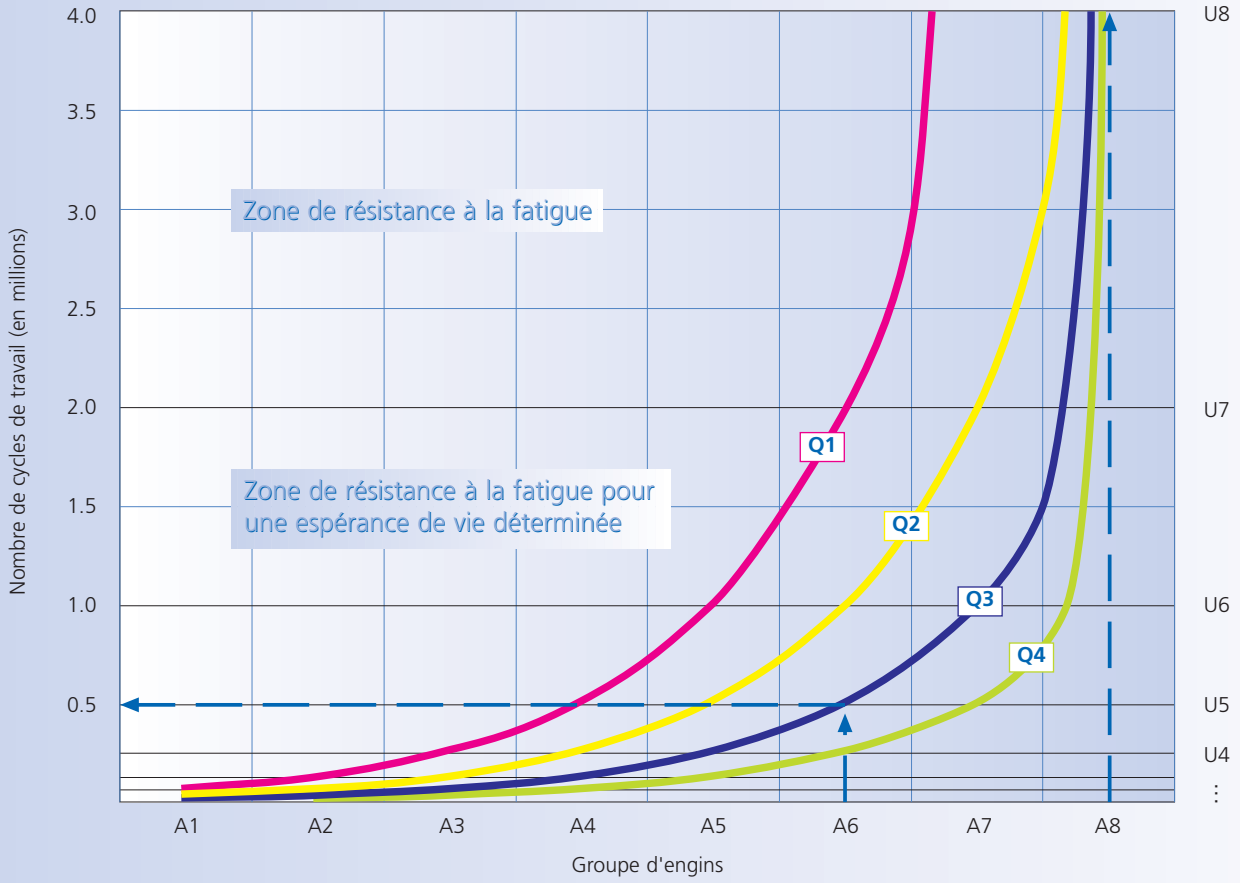


Tableau 1

Classe de spectre de sollici-tations	Classe d'utilisation (nombre de cycles)									
	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9
	16.000	32.000	63.000	125.000	250.000	500.000	1 mio.	2 mio.	4 mio.	> 4 mio.
Q1	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

Classification 01/02.05 F 5+S

Gottwald Port Technology GmbH • Postfach 18 03 43 • 40570 Düsseldorf, Allemagne
Téléphone : +49 211 7102-0 • Fax : +49 211 7102-3651 • info@gottwald.com • www.gottwald.com

Ces informations peuvent être modifiées par le constructeur sans préavis.