

88 - LA JAUGE DES NAVIRES

La jauge ou le tonnage d'un navire est une valeur qui caractérise, sur la base de critères bien précis, la capacité ou le volume du navire. La jauge est actuellement réglementée par la Convention internationale sur le jaugeage des navires de Londres, adoptée 1969 et applicable à tous les navires de plus de 24 m depuis 1982.

La nécessité de jauger les navires est très ancienne et on la retrouve déjà dans la perse antique. Une curiosité : on retrouve également cette notion dans la Bible, sous Daniel 14/2. Dans l'Ancienne Egypte, au IV^e avant JC, l'unité de mesure était le « Khar » (le sac), puis l'« Artabe », alors qu'avec les Grecs on passe au « Medimne » que les Romains troqueront pour le « Modius » de quelques 8.73 litres. Ce mot Modius, (au pluriel Modii) se retrouve en français avec le « Boisseau » qui est également le « Muid ».

Les bateaux étant employés pour le transport de marchandises, il était important de pouvoir caractériser ces derniers par une grandeur qui touchait tous les intéressés, soit les propriétaires, armateurs, capitaines et commerçants, etc. Evidemment, ces valeurs variaient suivant les régions et la nature des marchandises. De ce fait je ne vais pas m'appesantir sur leur traduction en des unités actuelles de volume ou de poids, mais propose de regarder les choses d'un peu plus près à partir de la fin du moyen âge.

Définitions

Pour le chercheur ou le modéliste qui exploite les documents des musées ou autres archives maritimes, on se doit de savoir et de comprendre ce que représentent ces notions de jauge. Il y a tout d'abord à différencier ce qui est appelé « déplacement », « port » ou « jauge ».

1) Le « **déplacement** » d'un navire correspond au poids* réel de ce navire. Le déplacement est ainsi le poids en eau du volume de la carène (partie immergée du navire).

Le déplacement s'exprime en livres ou en tonnes. A noter que dans la construction navale actuelle et par simple esprit de conservation, le poids* du navire est exprimé en tonnes ou kg et non en Newton.

On distinguera le déplacement lège (bateau vide) et le déplacement en charge (bateau chargé de sa marchandise).

La différence entre le déplacement lourd et le déplacement lège représente ainsi le poids de marchandise que cette unité peut transporter, en tonnes, kilos ou livres.

2) Le « **port** » représente le poids de marchandises que doit ou peut transporter un navire, une valeur pondérale qui s'exprime en kilos, en quintaux, ou en tonnes.

3) La « **jauge** » est une notion du volume des cales du navire, une valeur volumique qui s'exprime en pieds ou en mètres cubes, mais aussi en « tonneaux de jauge », mot qui peut entraîner une certaine confusion avec les tonnes de port ou de déplacement.

** Nous savons que la physique d'aujourd'hui stipule que la **masse** d'un objet est la quantité de matière dans celui-ci tandis que le **poids** est la force d'attraction qui agit sur l'objet. La masse s'exprime en kilogrammes (kg), alors que l'unité de poids est le newton(N) ou le kilogramme force.*

Pour imaginer la chose, on peut parfaitement imaginer qu'un navire puisse transporter dix tonnes de plumes ou dix tonnes de plomb dans ses cales et qu'il aura le même enfoncement dans l'eau. Par contre les cales seront archi-pleines avec des plumes, mais partiquement vides avec le même poids, mais de plomb.

Evolution de ces notions

La jauge, souvent appelée aussi « tonnage », représente donc, pour un navire donné, le volume ou la capacité de transport d'une cargaison et non son déplacement ou son poids (à vide ou chargé).

Cette valeur caractéristique du navire s'obtenait par des formules assez simples, mais était différente dans chaque pays, voire à l'intérieur d'un même pays. De plus, elle a évolué avec le temps et il est donc toujours très difficile de faire des comparaisons entre navires de différentes nations et époques.

En France, l'Ordonnance royale de la Marine de 1681, rédigée sur la base des indications de Colbert, indique dans son article 5 que le tonneau de mer correspond à 42 pieds cubes (volume de 4 barriques de vin de bordeaux) et que le tonneau de charge représente 2000 livres ou 20 quintaux, soit 979 kilos.

Le Traité d'Utrecht (NL) régleme également cet aspect de la construction des navires.

Par contre, en Angleterre, à la même époque, la « freight ton » était de 1,131 m³ au lieu des 1.4391 m³ des français.

En Espagne, la « tonelada » représente 2 « pipas » de 27 « arrobas », soit environ 1.3847 m³, mais elle reste une valeur qui varie beaucoup suivant les époques et les lieux. Au XVI^e siècle, la tonelada passe à 1.518 m³, ce qui correspond à 8 coudées³ (codos de ribera).

On peut consulter sur internet un livre de 1757, édité à Paris et ayant pour titre « l'Ordonnance de la Marine commentée, nouvelle édition augmentée, publiée sous les ordres du Roy ». Cette ordonnance restera valable pendant près de 3 siècles. Elle traite aussi du domaine public maritime et définit, par exemple, la limite de sa ligne aux plus grandes marées qu'elle couvre et découvre pendant la nouvelle et la pleine lune, jusqu'aux grands flots de mars qui peuvent s'étendre sur les grèves. 1)

1) Voir internet :

<https://books.google.es/books?id=dk9iAAAACAAJ&pg=PA527&lpg=PA527&dq=d%C3%A9finition+tonneau+selon+ordonnance+de+la+marine+1689&source=bl&ots=WVAX5JfwvQ&sig=IznY1ZwvSn9qdCgbyRSIUN10el4&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKewjMq_GgrJ_cAhUEVhoKHe1aA_QQ6AEIQTAD#v=onepage&q=d%C3%A9finition%20tonneau%20selon%20ordonnance%20de%20la%20marine%201689&f=false>

Pour le **Père Georges Fournier** (1595 – 1652), Maître jésuite au Collège de la Mer et un des précurseurs de l'architecture navale, il existe une règle disant que le port en lourd d'un navire de l'époque correspond au déplacement à lège de ce même bâtiment.

Donc si un navire de 300 Tx peut charger 300 tonneaux de 2000 livres, le volume de sa carène à lège correspond à (300 x 2000) 600'000 livres d'eau. En charge, le même navire déplace deux fois cette quantité, soit 1'200'000 livres d'eau. Si Fournier admet une densité de l'eau de mer à 74 livres par pied cube, on obtient un volume de carène de l'ordre de 16'000 pieds cubes.

Cette vision de la jauge est très bien expliquée par Dominique Lavoille dans sa magnifique page web <vieillemarine.com>, une série de documents qui vaut largement une visite.

En 1721, la question du jaugeage ne semble cependant pas avoir été totalement réglée par la grande ordonnance de 1681 et le mathématicien **Pierre Bouguer** aura beaucoup de peine à faire admettre des directives concrètes et reconnues par tous. Dans son livre « *le Traité du navire* » (1746), Pierre Bouguer indique qu'en effet il y avait à cette époque une grande confusion entre le tonneau d'un poids de 2000 livres et celui représentant l'espace occupé par quatre barriques bordelaises. Il nous indique aussi que pour quelques navires, le nombre de tonneaux de poids correspondait à peu près au nombre de tonneaux d'arrimage, mais pour les plus petits navires il y avait plus de tonneaux de poids que de tonneaux d'arrimage alors que pour les grands bâtiments, c'était le contraire. De plus, on se servait presque toujours des mêmes méthodes pour jauger les uns et les autres.

Au XVIII^e siècle, on estime que le volume de l'espace du navire destiné à être utilisé pour le transport des marchandises représente les 420 millièmes du volume du parallélépipède rectangle $L \times B \times C$, soit la formule suivante :

$$L \times B \times C \times 0,420 / 42, \text{ soit } L \times B \times C / 100 \text{ **}(\text{en pieds})$$

Avec : (L) la longueur au pont, (B) la largeur au pont et (C) le creux.

Rappelons ici qu'un tonneau représente 42 pieds cubes, d'où la division par 42.

Sous la République, soit en 1789, la valeur de 420 millièmes passe à 446 millièmes et la formule devient:

$$L \times B \times C \times 0,446 / 42 = L \times B \times C \times 0,010619, \text{ soit } L \times B \times C / 94.17$$

En 1837, on passe aux mesures métriques et le diviseur arrondi devient 3.8 par règle interne française (de fait 3,228) et on a la formule :

$$L \times B \times C / 3.8 \text{ (en mètres)}$$

** Ce diviseur est variable et pour les navires fins on utilise 100 alors que pour les vaisseaux aux fonds pleins ce sera 90, voire 75 selon les sources.

En 1849 intervient un grand changement avec l'introduction de la motorisation des navires qui entraîne une déduction pour le volume occupé par la machine et parallèlement l'adjonction des volumes situés au-dessus du pont et servant au transport de marchandises.

Puis, en 1872, la valeur du tonneau change en France : Le tonneau prend la valeur de l'unité anglaise, soit 1 tonneau = 100 pieds cubes anglais avec la valeur du pied anglais de 0,3048 mètre. Le pied cube vaut donc 0,02831m³ ce qui nous donne pour 100 pieds cubes la valeur arrondie de 2,83 m³.

Ces normes britanniques ayant été adoptées, la formule passe à :

Volume total / 2.83 (dimensions en mètres et tonneau de 2, 83 m³).

En Espagne les calculs de jauge se basent sur des formules qui varient selon les époques et les régions :

1/ Vers 1523:

$0.95 \times E \times [(M/2+P) /2]^2 /8$, avec Coudées de ribera (0.575 m) et Toneles machos (1.521 m³)

2/ Sevilla – Cadiz, vers 1560:

$2/3 \times Q.M.P/8$, avec Coudées de Castille (0.557 m) et Tonelada de carga (1,382 m³)

3/ 1570-1590:

$E \times [(M/2+P) /2]^2 /8$, avec Coudées de Castille (0,557 m) et Tonelada de carga (1,382 m³)

4/ 1611:

$E \times (M/2 \times P) \times 0.95$, avec Coudées de ribera (0,575 m) et Toneles machos (1,521 m³)

Avec l'Ordonnance de 1613:

5/ Mode premier, pour un Plan < M/2:

$[(M.P/2 \times (E+Q) /2) - (M/2 - Plan) /2 \times P/2 \times (E+Q) /2] /8$

6/ Mode second, pour un Plan < M/2:

$(M - (Plan - M/2) /2) \times (P/2 \times (E+Q) /2) /8$

7/ Mode troisième :

$(3/4M + Plan/2) \times P/2 \times (E+Q) /2 / 8$

Pour les formules 5 + 6 + 7: Codos de ribera (0,575 m) et Toneles machos (1,521 m³)

E = Eslora (longueur), M = Manga (largeur), P = Puntal (creux), Q = Quilla (quille)

Situation actuelle

Ces règles ne seront vraiment changées qu'à la suite des efforts entrepris par l'OMI (Organisation Maritime Internationale) pour unifier la jauge des navires sur le plan mondial. C'est une méthode internationale, de calcul de la jauge inscrite dans la Convention de Londres du 23 janvier 1969, mise en application en 1982.

On distingue tout d'abord la jauge brute qui est fonction du volume total de tous les espaces clos du navire. Il n'y a plus d'espaces exclus, à l'exception de quelques espaces "ouverts", clairement définis dans l'annexe I de ladite Convention.

La jauge brute sert à codifier les compétences des divers brevets, à l'application des règlements de sécurité et de construction, à l'établissement des statistiques économiques et à la limitation des responsabilités des propriétaires de navires.

Quand à la jauge nette, elle est fonction du volume des espaces réservés à la cargaison et du nombre de passagers. Elle sert pour le calcul des rétributions de service (port/ pilotage/ amarrage...) ainsi que pour le régime fiscal.

La jauge actuelle n'a plus d'unité, même si le texte utilise le terme de UMS (Unified Measurement System). Le tonneau de jauge d'Oslo 1947 (2,83 m³ ou 100 pieds cubiques) est ainsi abandonné et le terme UMS ne correspond plus à un volume concret. Cette nouvelle "unité" ne vaut que pour les navires d'une longueur supérieure à 24 mètres (étendue aux navires de 15-24 m dans l'Union européenne et en Suisse). Cette "unité UMS" varie entre 4,55 m³ pour un navire de 10 m et 3,125 m³ pour un navire d'un million de mètres cubes.

La méthode de calcul de la jauge internationale Londres 1969 peut se résumer comme suit :

Jauge brute :

La formule applicable est la suivante :

GT (Gross Tonnage ou J.B. en France) = $K_1 \cdot V$

V = volume total des espaces clos du navire, en mètres cubes. Le coefficient K_1 est un coefficient de corrélation destiné à ce que la nouvelle jauge brute soit aussi proche que possible des anciennes jauges brutes nationales. K_1 varie selon la table de l'appendice 2 de la convention entre 0,22 et 0,32).

A relever que la résolution A.747 prévoit l'exclusion des citernes à ballast séparées du calcul de la jauge sur les pétroliers (car elles ne contiennent pas de cargaison).

Volume du navire en m ³	Coefficient K ₁	Jauge UMS (Universal Measurement System)	Valeur de l'Unité de jauge UMS en m ³
10	0.22	2.2	4.55
100	0.24	24	4.16
1'000	0.26	260	3.85
10'000	0,28	2'800	3.57
100'000	0.30	30'000	3.33
1'000'000	0.32	320'000	3.125

Exemples chiffrés : si $V = 10'000 \text{ m}^3$, alors $K = 0.2 + 0.02 \times \log_{10}(10'000) = 0.2 + 0.02 \times 4 = 0.28$, et $GT = 0.28 \times 10'000 = 2'800$ « unités UMS ».

Jauge nette

Pour celle-ci, on utilisera la formule suivante :

$$NT \text{ (Net Tonnage, ou J.N. en France) } = K_2 V_c (4d/3D)^2 + K_3(N_1+N_2/10)$$

Avec $K_2 = 0,2 + 0,02 \log_{10} V_c$,

V_c = volume des espaces de cargaison du navire en mètres cubes,

$K_3 = 1,25 (GT+10000)/10000$,

D = creux du navire au maître couple, en mètres,

d = tirant d'eau du navire, en mètres,

N_1 = nombre de passagers en cabine contenant moins de 8 couchettes,

N_2 = nombre des autres passagers (si $N_1 + N_2 < 13$, alors N_1 et N_2 seront considérés comme nuls).

Par ailleurs: NT ne doit pas être inférieur à 0,3 G.T. et $K_2 V_c (4d/3D)^2$ ne doit pas être inférieur à 0,25 GT.

On nous assure avec humour qu'il s'agit d'une simplification destinée à une unification des valeurs de jaugeage sur le plan international, mais il faut aussi noter que des jauges particulières restent en vigueur pour le passage de certains canaux, tels Panama ou Suez.

En ce qui concerne le modélisme naval des navires du XVII^e siècle au XIX^e siècle, on étudiera soigneusement les dossiers d'archives avant d'annoncer le tonnage du modèle en accordant un œil très attentif aux données, parfois mentionnées en tonnes de charge et à d'autres occasions en tonneaux de volume. Une bonne appréciation des données devrait permettre de ne pas commettre d'erreurs, surtout avec des valeurs locales qui peuvent être passablement différentes des données officielles. Ceci vaut pour tous les pays constructeurs de l'époque.

Un des articles les plus complets sur le sujet s'intitule, en espagnol, « el arqueo de buques en el siglo XVIII » et fait partie des nombreux écrits de Cayetano Hormaechea Arenaza. On peut le retrouver sur la page des « amis du musée naval de Barcelone » indiquée ci-dessous (aammb.cat).

Pour les navires du XVI^e au XVIII^e siècle, la règle du Père Fournier reste à mon avis l'approche la plus simple pour appréhender cet aspect du jaugeage des navires.

P.-A. Reymond© 2018 / 2020

Bibliographie et pages à visiter :

<https://www.cairn.info/revue-d-histoire-des-sciences-2010-1-page-23.html>

<https://troisponts.net/index/>

http://www.sahpl.asso.fr/site_sahpl/Le_Lan_Jean-Yves_R%C3%A9flexions%20sur%20le%20tonnage.pdf

http://www.sahpl.asso.fr/site_sahpl/le_lan_jeanyves_R%C3%A9flexions%20sur%20le%20tonnage.pdf

http://www.aammb.cat/5_documentacion.htm

<http://www.navigare-necesse-est.ch/>

Autres pages qui peuvent se consulter en Espagnol :

Castro, F.

- (2003): «The Pepper Wreck, an early 17th-century Portuguese Indiaman at the mouth of the Tagus River, Portugal», *The International Journal of Nautical Archaeology*.
- (2013): «Tonnes and displacements in the 16th century», *Journal of Archaeological Science*, 40: 1136-1143.