CLASSIQUES
GARNIER

RIETH (Éric), « Table des figures », *Pour une histoire de l'archéologie navale. Les bateaux et l'histoire*, p. 411-425

DOI : 10.15122/isbn.978-2-406-08849-3.p.0411

*La diffusion ou la divulgation de ce document et de son contenu via Internet ou tout autre moyen de communication ne sont pas autorisées hormis dans un cadre privé.*

© 2019. Classiques Garnier, Paris.
Reproduction et traduction, même partielles, interdites.
Tous droits réservés pour tous les pays.

# TABLE DES FIGURES

FIG. 1 – Cette analyse ergonomique par René Burlet, ingénieur ergonome, des différents types de vogue « *a scaloccio* » permet d'observer la façon dont l'ensemble du corps du rameur participe au mouvement de la rame décomposé en six temps. La vogue dite « à toucher le banc » est une variante de la vogue ordinaire. Le mouvement est identique ; la seule différence se situe lors du deuxième temps, quand le rameur vient frapper et fait résonner le banc disposé devant lui. C'est une vogue de parade (R. Burlet, *Les galères au Musée de la Marine. Voyage à travers le monde particulier des galères*, Paris, Presses de l'université de Paris-Sorbonne, 2001, p. 48). . . . . 30

FIG. 2 – Cette étude ergonomique du « poste de travail » d'une galère ordinaire du XVII^e^ siècle a été réalisée par René Burlet à partir d'une analyse des sources écrites (mémoires notamment), des documents iconographiques et des modèles de galères conservés au Musée national de la Marine de Paris. Dans ce type de vogue « *a scaloccio* », cinq hommes assis sur un même banc de nage disposé en oblique manœuvrent la même rame et doivent, d'une manière synchrone, se lever, s'avancer, se pencher et se rasseoir. On imagine, l'entraînement et la force qu'implique de la part du rameur un tel mouvement complexe de la rame (R. Burlet, *Les galères au Musée de la Marine*, Voyage à travers le monde particulier des galères, Paris, Presses de l'université de Paris-Sorbonne, 2001, p. 46). . . 31

FIG. 3 – Restitution d'une esquisse des dimensions et des proportions d'un voilier de transport à partir des proto-traités d'architecture navale de tradition vénitienne de la fin du Moyen Âge. Sur le schéma du haut, les trois sections transversales sur lesquelles repose la conception géométrique de la coque sont figurées : au centre, la section du maître-couple ; vers les extrémités, les

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

sections des couples de balancement. Sur le schéma du bas, seule est représentée la section centrale du maître-couple, clef de voûte de la conception géométrique de la coque à partir de laquelle les deux sections des couples de balancement sont définies (M. Marzari, « Evolution of shipbuilding, technique and methodologies in Adriatic and Thyrrhenian traditional shipyards », dans E. Rieth (dir.), *Concevoir et construire les navires*, Ramonville Saint-Agne, 1998 (Technologies, Idéologies, Pratiques, 13, 1), p. 181-215, p. 189. . . . . 38

Fig. 4 – Construction géométrique de la demi-section du maître-couple d'une galée de Flandres selon le principe des coordonnées cartésiennes. En abscisse sont portées les valeurs des demi-largeurs et en ordonnée la position des demi-largeurs de pied en pied vénitien. Cette illustration de la *Fabrica di galere* soulève, entre autres questions, celle de sa réalité technique et de sa fonctionnalité dans le cadre d'un processus de conception géométrique des formes (d'après la *Fabrica di galere*, Bibliothèque nationale, Florence, Magliabecchiano, ms D7, XIX, f° 6). . . . . 40

Fig. 5 – De la conception à la construction d'une galère vénitienne médiévale : le maître-couple et les deux couples de balancement prédéterminées sont établis sur la charpente longitudinale formée par l'ensemble quille, étrave, étambot (M. Bondioli, « The Art of Designing and building Venitian Galleys from the 15th to the 16th century », *Boats, Ships and Shipyards. Proceedings of the Ninth ISBSA Venice 2000*, Oxford, Oxbow Books, 2003, p. 222-227, p. 226). . . . . 42

Fig. 6 – Les membrures dites gabariées sont disposées entre les deux couples de balancement après avoir été prédéfinies à partir de la figure géométrique du maître-couple. L'intervalle entre ces membrures est ensuite comblé par d'autres membrures dites de remplissage (M. Bondioli, « The Art of Designing and building Venitian Galleys from the 15th to the 16th century », *Boats, Ships and Shipyards. Proceedings of the Ninth ISBSA Venice 2000*, Oxford, Oxbow Books, 2003, p. 222-227, p. 226). . . . . 43

Fig. 7 – Les quatre mouvements de la mécanique de la méthode

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

du maître-gabarit, de la tablette et du trébuchet : en A, déplacement latéral du gabarit de la varangue pour faire varier la longueur du plat de la varangue ; en B, déplacement vertical pour modifier l'acculement de la varangue au moyen de la tablette d'acculement ; en C, basculement vers l'extérieur (le « trébuchement ») du gabarit de l'allonge pour augmenter, par corretion, la largeur supérieure ; en D, « recalement » par glissement du gabarit de l'allonge sur celui de la varangue pour corriger la courbure du bouchain (Dessin : E. Rieth). . . . . 44

Fig. 8 – Restitution par René Burlet du principe médiéval de la nage « *a sensile* » dans laquelle chaque rameur assis sur un même banc manœuvre une rame. On imagine aisément la difficulté de coordination de l'ensemble « mécanique » des rameurs d'une galère dans le cas d'un alignement à bâbord et à tribord de vingt bancs de nage, voire beaucoup plus (R. Burlet, « Les trois vogues », *Quand voguaient les galères*, catalogue de l'exposition 4 octobre 1900- janvier 1991, Musée national de la Marine, Paris, Ouest France, 1990, 140-151, p. 148).. . . . . 50

Fig. 9 – Restitution par René Burlet du principe moderne de la nage « *a scaloccio* » dans laquelle chaque rameur assis sur un même banc manœuvre la même rame. Il est certain que cette nouvelle disposition réduit les difficultés de coordination de la vogue et augmente l'efficacité du « système mécanique » de la galère (R. Burlet, *Quand voguaient les galères*, catalogue de l'exposition 4 octobre 1900 – janvier 1991, Musée national de la Marine, Paris, Ouest France, 1990, 140-151, p. 148). . . . . 51

Fig. 10 – Pont de bateaux sculpté sur la colonne Trajane. Outre le gouvernail latéral bâbord, la gravure souligne le bordé à clin de la superstructure arrière dont les bordages, avec les ronds symbolisant les clous assemblant à clin (par recouvrement partiel) les bordages, s'oppose aux trois virures à franc-bord de la coque dépourvues de tout indice d'assemblage (L. de Baïf, *Lazari Baysii annotationnes in L. II de Captivis et post liminio reversis, in quibus tractatur de re navali. Ejusdem annotationes in tractatum de auro et argento leg. Quibus vestimentorum et vasculorum*

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

*genera explicantur ; Antonii Thylesii de coloribus libellus, à coloribus vestium non alienus*, Paris, chez Robert Estienne, 1536, p. 110). . . 59
Fig. 11a et 11b – Terminologie latine de l'architecture, du gréement, de l'accastillage et de la vogue d'une heptère, une galère à sept rangs de rames selon Lazare de Baïf. L'architecture de cette extraordinaire polyrème relève beaucoup plus d'un projet de demeure princière que de celui d'un bateau destiné à naviguer ! (L. de Baïf, *Lazari Baysii annotationnes in L. II de Captivis et post liminio reversis, in quibus tractatur de re navali. Ejusdem annotationes in tractatum de auro et argento leg. Quibus vestimentorum et vasculorum genera explicantur ; Antonii Thylesii de coloribus libellus, à coloribus vestium non alienus*, Paris, chez Robert Estienne, 1536, p. 164-165). . . . . 61
Fig. 12 – Trirème selon Lazare de Baïf qui privilégie ici l'option « verticaliste » de trois rangs de rames superposées et décalées (L. de Baïf, *Lazari Baysii annotationnes in L. II de Captivis et post liminio reversis, in quibus tractatur de re navali. Ejusdem annotationes in tractatum de auro et argento leg. Quibus vestimentorum et vasculorum genera explicantur ; Antonii Thylesii de coloribu slibellus, à coloribus vestium non alienus*, Paris, chez Robert Estienne, 1536, p. 24). . . . . 62
Fig. 13 – Coupes, profil et plan de la galère de Philopator selon une première interprétation de Barras de la Penne basée « sur la description d'Athénée, livre 5, du premier livre de Callixene ». Cette trirème supposée longue de 420 pieds, soit 136,50 m, longueur en toute cohérence technique absolument impossible à obtenir avec une coque en bois, aurait comporté 40 rames au niveau des thranites, 30 au niveau des zygites et 30 au niveau des thalamites. Au total, la polyrème aurait nécessité un équipage de 4000 rameurs ! Nous sommes là dans un imaginaire architectural, au cœur d'une fascination pour une « mécanique extraordinaire » de la rame antique (J. Fennis, *L'œuvre de Barras de la Penne*. Les galères des Anciens, 2, VII, Ubergen (Pays-Bas), Tandem Felix Publishers, 1998, p. 202).. . . . . 69
Fig. 14 – « Probleme de mecanique : determiner quelle doit estre l'inclinaison des rames d'une galere » : Barras de la Penne

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

se livre à une longue discussion sous forme d'hypothèses, de propositions, de démonstrations aboutissant à une synthèse géométrique sous la forme d'une série de croquis (J. Fennis, *L'œuvre de Barras de la Penne. Les galères des Anciens*,1, VI, Ubergen (Pays-Bas), Tandem Felix Publishers, 1998, p. 225-234 pour le texte, p. 234 pour la figure). . . . . 71

Fig. 15 – Les « architectures navales premières » : du radeau de roseaux des « Érythréens et des Indiens » (1-2) à la pirogue monoxyle (5-6). Hypothèse d'évolutionnisme techno-architectural selon Le Roy (J. D. Le Roy, L*a Marine des Anciens peuples expliquée et considérée par rapport aux lumieres qu'on en peut tirer pour perfectionner la Marine moderne ; avec des figures représentant les Vaisseaux de guerre de ces Peuples*, Paris, chez Nyon aîné et Stoupe, 1777, pl. II). . . . . 86

Fig. 16 – Essai de disposition des rames à bord des galères antiques. La forme géométrique et développable de la section de la coque des différents modèles de galères relève d'un pur imaginaire architectural. La manière dont les rameurs sont superposés et entassés dans le triangle des différents postes de nage laisse supposer que Le Roy, en dépit de son érudition, n'avait sans doute jamais embarqué dans un bateau, et ne pouvait pas imaginer qu'un rameur a besoin d'un minimum d'espace vital pour ramer sans s'étouffer ! (J. D. Le Roy, *Marine des Anciens peuples expliquée et considérée par rapport aux lumieres qu'on en peut tirer pour perfectionner la Marine moderne ; avec des figures représentant les Vaisseaux de guerre de ces Peuples*, Paris, chez Nyon aîné et Stoupe, 1777, pl. V). . . . . 88

Fig. 17 – Demi-section d'une trirème antique selon Jal. Dans cette première hypothèse, les rameurs sont disposés sur deux niveaux avec des rames de longueur différente. La rame supérieure prend appui sur un porte-nage (E, F) qui décale vers l'extérieur son point de pivotement de celui de la rame du rang intermédiaire qui passe à travers un sabord de nage aménagé dans le pavois (A. Jal, *La flotte de César, Virgilius Nauticus. Études sur la marine antique*, Paris, Firmin Didot Frères, Fils et Cie, 1861, p. 156). . . . . 101

Fig. 18 – Plans de « l'hypothèse flottante » de la trirème

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

antique de Jal /Dupuy de Lôme. Dans cette hypothèse de restitution, les deux rames supérieures passent par des sabords de nage percés dans le pavois. C'est cette seconde hypothèse qui a été finalement retenue (F.-E. Pâris, *Souvenirs de marine conservés, Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens et modernes existants ou disparus, avec les éléments numériques nécessaires à leur construction*, Paris, Éditions Gauthier-Villars, vol. 6, 1908, pl. 302). . . . . 103

FIG. 19 – La trirème antique du binôme Jal, l'historien et archéologue naval, et Dupuy de Lôme, le spécialiste de la construction navale, en fin de chantier prête à être lancée. L'aigle impérial déployant ses ailes vient rappeler que ce projet d'archéologie navale expérimentale a été suscité par l'empereur Napoléon III (*Le Monde Illustré*, 1861). . . . . 104

FIG. 20 – Restitution par l'architecte naval John S. Coates du plan d'une trière grecque du VI^e^ siècle av. J.-C. L'*Olympias*, comme la trirème romaine de Napoléon III, est une « hypothèse flottante » ayant associé un architecte naval, J. S. Coates, et un spécialiste de l'histoire grecque antique, le professeur J. S. Morrison (Dessin : J. S. Coates).. . . . . 107

FIG. 21 – Planche de sceaux médiévaux. Selon le commentaire de N. Witsen, le sceau D daté de 1432 représente un « *Kogge-schip* ». Le sceau E de la ville d'Amsterdam, daté de 1487, figure lui aussi, selon Witsen, un « *koggen* ». Les deux navires considérés comme des cogues présentent cependant des caractéristiques assez éloignées de celles des cogues de la grande période de la Hanse, des XIII^e^ et XIV^e^ siècles. Un détail significatif : aucun indice iconographique du bordé à clin des flancs n'est identifiable (N. Witsen, *Aeloude en hedendaegsche scheeps-bouw en bestier*, Amsterdam, C. Commelijn, J. Appelaer, 1671, pl. CIV, texte p. 439-440). . . . . 117

FIG. 22 – Sceau, non daté, de Harderwijk représentant un « Kogge-schip ». La matrice du sceau d'origine de cette ville portuaire des Pays-Bas est datée de 1280 (N. Witsen, *Aeloude en hedendaegsche scheeps-bouw en bestier*, Amsterdam, C. Commelijn, J. Appelaer, 1671, pl. CV, texte p. 440). . . . . 118

FIG. 24 – Restitution selon Jal, d'après les données de l'ingénieur

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

Picheroni, du maître-couple d'une galère médiévale « subtile » (légère) équipée « *a sensile* » avec deux rameurs par banc, chacun manœuvrant une rame selon deux : à gauche, deux rames de longueur différente ; à droite, deux rames de même longueur (Jal, *Archéologie navale*, Paris, Arthus Bertrand, 1840, p. . . . . 133

Fig. 25 – Restitution graphique de la coupe longitudinale de la nef *Roccafortis*. Jal s'est concentré sur l'interprétation des dimensions contenues dans le document de 1268 en s'attachant essentiellement à restituer les différents niveaux de pont (A. Jal, *Archéologie navale*, Paris, Arthus Bertrand, 1840, vol. 2, p. 337).. . . . . 134

Fig. 26 – Restitution de la section au maître-couple de la *Roccafortis*. Jal a utilisé la section au maître-couple de l'allège *Louxor*, célèbre pour avoir transporté d'Égypte à Paris (1832-1833) l'obélisque de la Concorde, comme modèle de comparaison pour restituer la maîtresse-section de la *Roccafortis* (A. Jal, *Archéologie navale*, Paris, Arthus Bertrand, 1840, vol. 2, p. 378).. . . . . 135

Fig. 27 – Restitution de la maîtresse-section de la nef huissière X. Jal s'est principalement intéressé à la disposition des différents niveaux de pont et à la façon dont les chevaux étaient installés, en travers et dans l'axe de la coque, au niveau du pont inférieur. On imagine les conditions particulièrement difficiles dans lesquelles le transport de ces chevaux s'effectuait au cours de traversées durant plusieurs semaines (A. Jal, *Archéologie navale*, Paris, Arthus Bertrand, 1840, vol. 2, p. 422). . . . . 135

Fig. 28 – Plan de projection en trois vues – horizontal, transversal et longitudinal – du vaisseau de 64 canons le *Fantasque* du constructeur Chapelle, Toulon, 1756. Comme l'indique la mention « Vu et approuvé, Machault », cette représentation rigoureusement géométrique du vaisseau a été soumise au Secrétaire d'État à la Marine Machault pour approbation avant la mise en chantier du navire (J. Boudriot, *Les vaisseaux de 50 et 64 canons. Historique 1650-1780*, Paris, ANCRE, Collection Archéologie Navale, 1994, p. 102). . . . . 146

Fig. 29 – Cette planche XII extraite des *Voyages en Virginie*,

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

dessinée par J. White et gravée par de Bry, constitue, avec sa légende ici en latin, un remarquable document sur certaines séquences de la chaîne opératoire de l'architecture monoxyle qui repose sur une technique dite « soustractive » de la matière brute. C'est la séquence la plus déterminante de cette technique, celle du creusement, qui est ici figurée avec un authentique regard ethnographique. . . . . 161

Fig. 30 – Cette planche représente des bateaux indonésiens et chinois, ces derniers (I et K) étant immédiatement identifiables grâce à leur voile lattée (au tiers et carrée) qui ressemble à des sortes de stores vénitiens (N. Witsen, *Aeloude en hedendaegsche scheeps-bouw en bestier*, Amsterdam, C. Commelijn, J. Appelaer, 1671, pl. LXXXVIII, texte p. 242). . . . . 173

Fig. 31 – Cette planche figure des voiliers traditionnels russes de différents types dont une « *lodia* » (B) caractéristique du fleuve Dvina et de la mer Blanche (N. Witsen, *Aeloude en hedendaegsche scheeps-bouw en bestier*, Amsterdam, C. Commelijn, J. Appelaer, 1671, fig. V et VI, texte p. 298). . . . . 175

Fig. 32 – Cette planche de l'*Essai sur la construction navale des peuples extra-européens* est révélatrice de la rigueur de la documentation graphique de l'atlas. En haut, l'élévation longitudinale d'un « *patamar* » destinée à souligner le profil concave de l'extrémité avant de la quille qui plonge profondément ; en bas, le relevé complet d'ensemble et de détail d'un « *manché* » de Calicut mettant en évidence l'architecture cousue de ce caboteur à voile dite arabe (F.-E. Pâris, *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens*, Paris, Arthus Bertrand, 1843, atlas, pl. 10). . . . . 192

Fig. 33 – Élévation et plan d'un « patilé » du Gange. Les deux principales « signatures architecturales » de ces grands bateaux de navigation intérieure sont d'une part le bordé à clin de la coque dont les bordages sont assemblés par des gournables et, d'autre part, le gouvernail latéral disposé à tribord dont le safran de surface importante répond aux contraintes de la navigation fluviale. C'est la rigueur technique qui est ici privilégiée (F.-E. Pâris, *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens*, Paris, Arthus Bertrand, 1843, atlas, pl. 33). . . . 193

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

Fig. 34 – Cette lithographie réalisée à partir d'un dessin aquarellé de Pâris constitue une sorte d'instantané ethnographique plaçant cette petite jonque de cabotage dans son environnement nautique, échouée près de Macao sur une plage, et son contexte fonctionnel (désarmement du bateau). La scène n'est nullement anecdotique. C'est bien un point de vue ethnographique qui est privilégié par Pâris. En outre, la dimension esthétique de la scène ne réduit en rien la précision technique avec, en particulier, les œuvres-vives de la coque à base de demi-troncs qui rappellent l'origine probable de ce type de bateau, à savoir le radeau de bois ou de bambous (F.-E. Pâris, *Essai sur la construction navale des peuples extra-européens*, Paris, Arthus Bertrand, 1843, atlas, pl. 59). . . . . 195

Fig. 35 – Coupes transversales, élévation longitudinale et vue en plan du bateau de Nydam 2, Danemark. Ce plan a été établi par H. Shetelig et F. Johannessen en 1930. Depuis cette première restitution architecturale et la reprise de la fouille par F. Rieck, entre 1987 et 1997, des corrections ont été apportées à ce plan d'origine. Pour autant, cette relecture des vestiges ne réduit pas la dimension profondément novatrice de la fouille, du traitement et de la présentation muséographique de ce bateau caractéristique de la période pré-viking des migrations (A. E. Christensen, « Bateaux scandinaves jusqu'à l'époque des Vikings », dans G. F. Bass (dir.), *Archéologie sous-marine. 4000 ans d'histoire maritime*, Paris, Éditions Tallandier, 1972, p. 159-180, p. 163) . . . . . 216

Fig. 36 – Sections au maître-couple du bateau-sépulture d'Oserberg (datation de la construction 815-820) et de celui de Gokstad (datation de la construction 895). Ces deux bateaux, authentiques voiliers d'époque viking réemployés comme sépultures, sont considérés, à juste titre, comme des symboles de l'archéologie navale norvégienne, et plus largement scandinave. À proximité du musée où les bateaux d'Oseberg et de Gokstad sont exposés se trouve le Musée du *Kon-Tiki* et celui du *Fram*, deux autres symboles nautiques de la recherche norvégienne, le premier étant lié aux navigations expérimentales de Thor Heyerdahl (traversée du Pacifique à bord du *Kon-Tiki* en 1947,

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

suivie d'autres) et des expéditions polaires à bord du *Fram* construit en 1892 pour Fridtjof Nansen (1893-1896) (d'après Th. Sjøvold, *The Viking Ships in Oslo*, Oslo, Universitetets Oldsaksmaling, 1985, p. 16, 64).. . . . . 220

FIG. 37 – Le *Viking*, réplique du bateau de Gokstad, en cours de construction. On peut discerner au-dessus de la dernière virure à clin du flanc du voilier les branches verticales de deux gabarits transversaux disposés à l'intérieur de la coque, en contradiction avec la méthode traditionnelle de la construction à clin « bordé premier ». Mais le choix des constructeurs de la réplique n'était pas d'expérimenter cette méthode, mais de construire une coque aux formes aussi proches que possible de celles du bateau d'origine (A.E.Christensen, « 'Viking', a Gokstad Ship Replica from 1893 », dans O. Crumlin-Pedersen, M. Vinner (éd.), *Sailinginto the Past. The International Ship Replica seminar Roskilde 1984*, Roskilde, Viking Ship Museum, 1986, p. 68-77, p. 70.. . . . . 223

FIG. 38 – Relevé par le norvégien Bernhard Færøyvik d'un « *jekt* » construit en 1800. Ce voilier traditionnel norvégien de cabotage de 9,90 m de long sur 3,08 m de large représente un remarquable modèle architectural fossile de l'architecture navale à clin d'époque viking. C'est à partir de tels modèles architecturaux de comparaison que les archéologues danois du Musée du Bateau Viking de Roskilde se sont inspirés pour, par exemple, déterminer la forme de la voile carrée des répliques de Skuldelev (A. E. Christensen (éd.), *Inshorecraft of Norway, from a Manuscrpit by Bernhard and Øystein Færøyvik*. Edited by A. E. Christensen, Londres, Conway Maritime Press, 1970, p. 62). . . . . 235

FIG. 39 – « *Skin or wood ?* » : les racines de l'architecture à clin de tradition scandinave selon Ole Crumlin-Pedersen. En 1 : les deux étapes de la réalisation d'une pirogue monoxyle expansée et surélevée suivant les données ethnographiques ; la pirogue monoxyle d'origine très étroite et aux parois amincies est élargie ; l'ouverture forcée de la coque se traduit par un relèvement mécanique des extrémités en pointe, un abaissement de la hauteur des flancs au centre et la création d'une tonture (courbure longitudinale) ; une virure

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

de surélévation est assemblée à la coque monoxyle par recouvrement selon le principe du clin, et des membrures sont fixées à l'intérieur de la coque pour la renforcer. En 2 : le stade suivant de l'évolution est celui de l'architecture assemblée « sur quille » avec une charpente longitudinale continue (quille, étrave, étambot), des bordages rapportés et assemblés à clin, des membrures. La structure a évolué mais la forme initiale de la pirogue expansée et surélevée s'est maintenue comme en témoigne la petite embarcation à quatre tolets de Kvalsund (Norvège), datée des VII^e^-VIII^e^ siècles. (O Crumlin-Pedersen, « Skin or wood ? A Study of the Origin of the Scandinavian Plank-Boat », dans O. Hasslöf, H. Henningsen, A. E. Christensen (éd.), *Ships and Shipyards. Sailors and Fishermen. Introduction to maritime ethnology*, Copenhague, 1972, p. 230). . . . . 243

FIG. 40 – Niveau à bateau provenant d'un chantier naval traditionnel suédois (XIX^e^ siècle). À droite du fil à plomb, on distingue une série de traits gravés dans le bois du niveau qui correspondent à différentes inclinaisons des virures du bordé à clin. À chaque modèle d'embarcation correspond un type de niveau. Photo prise en 1986 dans le cadre d'une exposition sur la marine suédoise au Musée national de la Marine de Paris (Ph. : E. Rieth, CNRS). . . . . 248

FIG. 41 – Principe d'utilisation d'un niveau à bateau. En fonction de l'inclinaison d'une virure à contrôler, le fil à plomb doit se superposer à l'une des marques gravées (d'après E. Mc Kee, « Drawing the Replica », dans V. Fenwick (éd.), *The Graveney Boat*, Oxford, BAR, Brirish Series, 1978, p. 295-302, p. 301). . . 249

FIG. 42 – Relevé planimétrique subaquatique préliminaire des cinq épaves de Skuldelev 1957-1959). Les structures 2/4 ne forment en fait qu'une même épave, celle d'un grand navire de guerre construit à Dublin dans les années 1042. Les courbes isobathes indiquent les profondeurs du haut-fond de Skuldelev comprises entre 0,50 m et 2,50 m (O. Crumlin-Pedersen, « Épaves de la mer du Nord et de la Baltique », dans *L'archéologie subaquatique : une discipline naissante*, Paris, UNESCO, 1973, p. 63-74, p. 68). . . . . 257

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

Fig. 43 – Relevé architectural par Ch. Lagrand du profil transversal du prélèvement du fond de l'épave du Titan. La rigueur de relevé met en évidence le double bordé, son assemblage par clouage, le procédé d'assemblage par mortaises, tenons, chevilles des bordages entre eux, l'assemblage de la carlingue à la quille... (Ph. Tailliez, *Nouvelles plongées sans câble*, Arthaud, Paris, 1967, p. 151). . . . . 293
Fig. 44 – Relevé planimétrique général des vestiges architecturaux de l'épave de la Chrétienne A. Le relevé prend en compte le contexte environnemental. En outre, il contient un certain nombre de précisions (les zones fouillées, les objets anciennement découverts en particulier) qui complètent la documentation du gisement (F. Dumas, *Épaves antiques. Introduction à l'archéologie sous-marine méditerranéenne*, Paris, Maisonneuve et Larose, 1964, p. 120). . . . . 296
Fig. 45 – Détail du relevé de l'emplanture du mât de l'épave de la Chrétienne A (F. Dumas, *Épaves antiques. Introduction à l'archéologie sous-marine méditerranéenne*, Paris, Maisonneuve et Larose, 1964, p. 120). . . . . 297
Fig. 46 – Hypothèse de formation d'une épave antique sur un fond de sable incliné (F. Dumas, « Les épaves antiques », dans *L'archéologie subaquatique : une discipline naissante*, Paris, UNESCO, 1973, p. 25-32, p. 29). . . . . 300
Fig. 47 – Relevé du gisement de l'épave de l'Age du Bronze du Cap Gelidonya, Turquie. Les éléments de la cargaison de lingots de cuivre et de bronze ainsi que les vestiges métalliques d'outils, d'armes... sont relevés dans leur contexte environnemental : celui d'une cuvette entourée de reliefs rocheux à des profondeurs comprises entre 26 et 29, 30 m (P. Gianfrotta, P. Pomey, *L'archéologie sous la mer*, Paris, Fernand Nathan Éditeur, 1981, p. 185). . . . . 307
Fig. 48 – Première restitution du plan des formes de l'épave byzantine de Yassıada 1 (F. H. van Doorninck Jr, « Byzance, maîtresse des mers : 330-641 », dans G. F. Bass (dir.), *Archéologie sous-marine. 4000 ans d'histoire maritime*, Paris, Éditions Tallandier, 1972, p. 133-158, p. 140). . . . . 310
Fig. 49 – Relevé en plan de l'ensemble des vestiges de l'épave la

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

Madrague de Giens (75-60 av. J.-C.). Ce relevé met en évidence non seulement les dimensions très importantes de l'épave mais également la stratégie de fouille choisie en fonction d'objectifs scientifiques définies lors de chaque campagne annuelle. C'est essentiellement le questionnement scientifique qui a guidée la progression de la fouille. Par ailleurs, le choix a été fait de ne pas fouiller trois zones de l'épave à titre de réserves archéologiques (M. Rival, *La charpenterie navale romaine*, Paris, Éditions du CNRS, 1991, p. 151). . . . . 315

Fig. 50 – Relevé du prélèvement d'une section du fond de carène de la Madrague de Giens. Seul le choix d'effectuer un prélèvement partiel d'un ensemble de vestiges archéologiques architecturalement représentatifs et d'étudier ensuite à terre ce prélèvement dans des conditions de laboratoire permet d'identifier et d'enregistrer des caractéristiques inaccessibles sans cette opération (P. Pomey, A. Hesnard, *L'épave romaine de la Madrague de Giens* (Var), XXIV[e] supplément, *Gallia*, Éditions du CNRS, Paris, 1978, p. 77). . . . . 316

Fig. 51 – Charpente longitudinale primaire d'une construction « sur quille » formée par l'ensemble continu et aligné quille / étrave (à gauche) /étambot (à droite). Détail d'une gravure de Sieuwert van der Meulen (1663-1730). . . . . 341

Fig. 52 – Construction « sur sole » : le fond de la coque (ici « l'hypothèse architecturale » du « scute de Savonnières », bateau présumé traditionnel de Loire) est constitué d'un ensemble de virures disposées à franc-bord formant une surface plane qui sert de référence à la conception géométrique de la coque (Dessin : F. Beaudouin). . . . . 342

Fig. 53 – Deux phases de la chaîne opératoire de la construction à clin d'une coque d'un bateau traditionnel suédois selon un principe de conception longitudinale « sur bordé » et une méthode « bordé premier ». Les virures sont assemblées sans le support d'éléments transversaux intérieurs (gabarits ou membrures). Le bordé achevé (à gauche), aucune membrure n'est encore introduite. À ce stade, l'expression de « *shell construction* » est tout à fait adaptée (D. Ellmers, *Frühmittelalterliche Handelschiffahrt in Mittel-und Nordeuropa*,

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

Neumünster, WachlotzVerlarg, 1984, fig. 130, p. 130, d'après une photo de G. Timmermann). . . . . 345
Fig. 54 – Construction d'une embarcation traditionnelle de pêche des îles Kerkenna, Tunisie. Sur la charpente axiale quille/étrave/étambot, toutes les membrures ont été posées et maintenues provisoirement par des lisses (Ph. E. Rieth : CNRS). . . . . 346
Fig. 55 – Restitution du gabarit « mental » de l'étrave du caboteur viking du XI^e siècle de Skuldelev 3, Danemark, basée sur trois arcs de cercle de rayon différent proportionnel à la longueur de la quille (O. Crumlin-Pedersen, O. Olsen, *The Skuldelev Ships*, I, Roskilde, The Viking Ship Museum, 2002 (*Ships and Boats of the North*, vol. 4.1), p. 237). . . . . 350
Fig. 56 – Restitution de la construction géométrique de la maîtresse-section du caboteur de la première moitié du XI^e siècle de Serge Limanı, Turquie. Elle se caractérise par une varangue rectiligne et plate dotée d'un petit relèvement à son extrémité, d'un bouchain vif et d'un flanc rectiligne légèrement ouvert (J. R. Steffy, « Construction and Analysis of the Vessel », dans G. F. Bass, S. D. Matthews, J. R. Steffy, F. H. van Doorninck (éd.), *Serçe Limanı. An Eleventh-Century Shipwreck. Volume I. The Ship and Its Anchorage, Crew and Passengers*, College Station, TX, Texas A&M University Press, 2004, p. 156). . . . . 361
Fig. 57 – Restitution de la modification de la maîtresse-section, du caboteur de Serge Limanı par réduction de la longueur du plat de la varangue et augmentation de l'acculement. À noter que la figure géométrique de la maîtresse-section et l'angle du bouchain ne varient pas (J. R. Steffy, (J. R. Steffy, « Construction and Analysis of the Vessel », dans G. F. Bass, S. D. Matthews, J. R. Steffy, F. H. van Doorninck (éd.), *Serçe Limanı. An Eleventh-Century Shipwreck. Volume I. The Ship and Its Anchorage, Crew and Passengers*, College Station, TX, Texas A&M University Press, 2004, p. 158). . . . . 362
Fig. 58 – Construction du maître-gabarit selon la méthode des « anciens constructeurs » décrite par Duhamel du Monceau (1752). Les trois ensembles de traits inscrits sur le maître-gabarit

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.

servent à en modifier les valeurs (celles de la longueur du plat par exemple) sans en changer sa figure géométrique d'ensemble (d'après H.-L. Duhamel du Monceau, *Élémens de l'architecture navale ou traité pratique de la construction des vaisseaux*, Paris, chez C. A. Jombert, 1752, pl. XII, fig. 16) . . . . . 364

© 2019. Classiques Garnier. Reproduction et diffusion interdites.