

# Table des matières

## Chapitre 1

### Entreprise de construction navale et son environnement

1.1	Progrès parallèle dans les deux types de chantiers navals . . . . .	1
1.1.1	Vers l'intégration des processus préparatoires à la production . . . . .	2
1.1.2	Étapes de préparation de la documentation . . . . .	2
1.1.3	Étapes de progrès réalisés dans la technologie de la construction navale . . . . .	2
1.2	Chantiers navals d'aujourd'hui : types et localisation . . . . .	2
1.2.1	Organisation physique du chantier naval . . . . .	3
1.2.2	Disposition des ateliers . . . . .	4
1.2.3	Méthodes de construction dans les chantiers classiques . . . . .	7
1.2.4	Méthodes de production dans les chantiers récents . . . . .	7
1.2.5	Infrastructure de construction des chantiers modernes . . . . .	8
1.3	Analyse du processus de préparation technologique de la production . . . . .	9
1.3.1	Méthode classique . . . . .	9
1.3.2	Impact des méthodes d'assemblage et de soudage . . . . .	11
1.3.3	Naissance d'une nouvelle approche orientée vers le produit . . . . .	11
1.3.4	Méthode actuelle : vers l'intégration des processus . . . . .	12
1.4	Élaboration de technologies durant la conception . . . . .	13
1.4.1	Préparation des méthodes de production . . . . .	14
1.4.2	Classification des unités technologiques . . . . .	14
1.4.3	Listes de matériel . . . . .	17
1.4.4	Poste de travail . . . . .	17
1.4.5	Structure de la production . . . . .	17
1.4.6	Regroupement par unités technologiques . . . . .	19
1.5	Organisation et planification du travail . . . . .	19
1.5.1	Répartition flexible de la main-d'œuvre . . . . .	19
1.5.2	Description définitive du travail par bon de travail . . . . .	21
1.5.3	Amélioration de la documentation pour la production . . . . .	21
1.5.4	Informations techniques par rapport à méthodes de production . . . . .	22
1.5.5	Standard de production par sous-produit . . . . .	22
1.5.6	Contrôle du matériel et système de codification . . . . .	22
1.5.7	Contrôle de la précision . . . . .	23
1.5.8	Réduction de la durée du cycle de production . . . . .	24
1.5.9	Stratégie de construction nouvelle . . . . .	24
1.5.10	Développement des produits . . . . .	26
1.6	Exercices . . . . .	26

## Chapitre 2

### Stockage et circuit des matières et des produits

2.1	Gestion des stocks . . . . .	27
2.2	Service d'approvisionnement . . . . .	28
2.3	Méthodes d'entreposage du matériel . . . . .	28
2.3.1	Produits de métallurgie . . . . .	29
2.3.1.1	Entreposage des tôles . . . . .	29
2.3.1.2	Entreposage des profilés . . . . .	30
2.3.2	Bois en grumes et divers matériaux longs . . . . .	30
2.3.3	Cartons . . . . .	32
2.3.4	Sacs . . . . .	32
2.3.5	Tonneaux et tambours . . . . .	32
2.3.6	Divers matériaux en vrac . . . . .	33
2.3.7	Localisation d'aires de stockage par rapport à la ligne de production . . . . .	34

2.4	Circuit des matières et des produits durant la construction . . . . .	34
2.4.1.	Circuit théorique et disposition des ateliers . . . . .	35
2.4.2.	Adaptation au cheminement réel . . . . .	35
2.4.3.	Problématique du stockage intermédiaire . . . . .	36
2.5	Matières et produits à manutentionner durant la production . . . . .	36
2.6	Moyens de manutention . . . . .	38
2.7	Échafaudages : selon leur utilité et les besoins . . . . .	40
2.7.1	Classification des échafaudages de travail . . . . .	43
2.7.1.1	Échafaudages immobiles . . . . .	43
2.7.1.2.	Échafaudages mobiles . . . . .	47
2.8.	Exercices . . . . .	48

### Chapitre 3

#### Tronçonnage du navire en unités

Introduction	. . . . .	49
3.1	Deux niveaux de tronçonnage . . . . .	50
3.1.1	Tronçonnage de conception . . . . .	50
3.1.2	Tronçonnage de production . . . . .	50
3.2	Critères guidant l'opération de tronçonnage du navire . . . . .	52
3.2.1	Recherche du meilleur prix de revient du navire . . . . .	52
3.2.2	Type de navire . . . . .	52
3.2.3	Moyens de production . . . . .	52
3.2.4	Délai minimal de construction . . . . .	53
3.2.5	Interférences entre l'armement et la coque métallique dans les zones où il y a beaucoup d'armement . . . . .	53
3.3	Méthodes de tronçonnage pour différents types de navires . . . . .	53
3.3.1	Étude de cas d'un bateau de grande taille : un porte-conteneurs . . . . .	55
3.3.1.1	Critères limitant la production en cale sèche . . . . .	55
3.3.1.2	Stratégies d'érection logique . . . . .	56
3.3.1.3	Méthodes d'assemblage . . . . .	56
3.3.1.4	Préappareillage, modules . . . . .	57
3.3.1.5	Accomodation . . . . .	57
3.3.2	Étude de cas d'un bateau de petite taille : un bateau de pêche . . . . .	58
3.4	Nomenclature des éléments de tronçonnage . . . . .	59
3.4.1	Zonage numérique . . . . .	59
3.4.1.1	Description détaillée des zones . . . . .	59
3.4.1.2	Étape définitive du tronçonnage . . . . .	60
3.4.2	Zonage alphanumérique . . . . .	61
3.4.3	Séquences de réalisation du processus de tronçonnage . . . . .	62
3.5	Exercices . . . . .	62

### Chapitre 4

#### Préparation de l'information détaillée pour la production et l'usinage

Introduction	. . . . .	63
4.1	Préparation de l'information détaillée pour la production . . . . .	63
4.1.1	Méthodes classiques de préparation de la documentation . . . . .	63
4.1.1.1	Salle à tracer classique . . . . .	63
4.1.1.2	Outils . . . . .	64
4.1.1.3	Production des gabarits . . . . .	64
4.1.1.4	Types de gabarit et leur utilité en production . . . . .	66
4.1.1.5	Traçage en vue du découpage . . . . .	69
4.1.1.6	Différentes méthodes de découpage . . . . .	69
4.1.1.7	Oxycoupage manuel . . . . .	69

4.1.2	Méthodes actuelles de préparation de la documentation . . . . .	70
4.1.2.1	Traçage en vue du découpage . . . . .	70
4.1.2.2	Oxycoupage à commande numérique . . . . .	70
4.1.2.3	Traçage des différents gabarits d'oxycoupage . . . . .	70
4.1.2.4	Imbrication des pièces . . . . .	71
4.1.2.5	Préparation des informations numériques pour le découpage . . . . .	72
4.1.2.6	Logiciels informatiques utilisés en production, pour le traçage des pièces . . . . .	72
4.1.2.7	Programme de description de pièces . . . . .	72
4.1.2.8	Programme de l'imbrication . . . . .	73
4.1.2.9	Traçage pour formage . . . . .	73
4.1.2.10	Logiciels offerts sur le marché . . . . .	73
4.1.2.11	Tribon et son utilité pour la technologie de construction du navire . . . . .	74
4.2	Usinage . . . . .	75
4.2.1	Tendances d'usinage en production classique . . . . .	75
4.2.2	Tendances d'usinage en production actuelle . . . . .	76
4.2.3	Machines et techniques utilisées en production actuelle . . . . .	76
4.2.3.1	Techniques de préparation pour l'usinage . . . . .	76
4.2.3.2	Technologie d'usinage : méthodes modernes . . . . .	78
4.2.3.3	Synthèse des méthodes d'assemblage en usinage . . . . .	82
4.2.3.4	Exigences de qualité des éléments constituants . . . . .	82
4.3	Exercices . . . . .	82

## Chapitre 5

### Préfabrication des unités

	Introduction . . . . .	83
5.1	Deux stades de préfabrication . . . . .	83
5.1.1	Ateliers de préfabrication banalisés . . . . .	83
5.1.2	Ateliers de préfabrication spécialisés . . . . .	84
5.1.3	Diminution du prix de revient . . . . .	84
5.1.4	Amélioration de la qualité . . . . .	84
5.1.5	Réduction du délai de montage . . . . .	84
5.2	Méthodes de préfabrication classiques . . . . .	84
5.2.1	Stratégie de construction des bateaux à faible tonnage . . . . .	84
5.2.2	Préparation des nappes de panneaux plans . . . . .	86
5.2.3	Préfabrication selon le principe de pièce sur pièce . . . . .	88
5.2.4	Préparation des lignes et de la surface de référence . . . . .	89
5.2.5	Principe de retournement . . . . .	90
5.2.6	Méthode de préfabrication par couple . . . . .	91
5.2.7	Doubles fonds . . . . .	91
5.2.8	Bordé de fond . . . . .	91
5.2.9	Bordé de muraille . . . . .	92
5.2.10	Bordé de pont . . . . .	92
5.2.11	Charpente avant . . . . .	93
5.3	Méthodes de préfabrication actuelles . . . . .	94
5.3.1	Technologie de pré-préfabrication . . . . .	94
5.3.1.1	Séquence d'assemblage et contrôle . . . . .	95
5.3.1.2	Description des moyens utilisés . . . . .	96
5.3.2	Technologie de préfabrication . . . . .	96
5.3.2.1	Panneaux plans . . . . .	97
5.3.2.2	Panneaux formés . . . . .	98
5.3.2.3	Section d'un réservoir de ballastage . . . . .	99
5.3.2.4	Blocs . . . . .	99
5.4	Exigences de qualité des éléments constituants . . . . .	101

5.4.1	Contrôle de qualité des tôles . . . . .	101
5.4.2	Contrôle de qualité des raidisseurs . . . . .	102
5.4.3	Contrôle de qualité des éléments d'habillage . . . . .	102
5.5	Outillage et machines utilisés en préfabrication . . . . .	103
5.6	Exercices . . . . .	104

## Chapitre 6

### Montage

Introduction . . . . .	105
6.1 Technologie d'alignement . . . . .	106
6.1.1 Les outils de précision et réglage . . . . .	106
6.1.2 Méthodes de vérification aux ateliers . . . . .	109
6.1.3 Méthode de vérification au montage . . . . .	109
6.2 Montage et réglage classique sur cale inclinée . . . . .	111
6.2.1 Travaux préparatoires au montage . . . . .	111
6.2.2 Travaux de montage . . . . .	112
6.2.2.1 Montage des panneaux . . . . .	112
6.2.2.2 Montage des fonds . . . . .	112
6.2.2.3 Montage des cloisons . . . . .	113
6.2.2.4 Montage des bordés . . . . .	114
6.2.2.5 Montage des ponts . . . . .	114
6.2.2.6 Montage des extrémités . . . . .	115
6.2.2.7 Montage des superstructures . . . . .	116
6.2.3 Lancement du navire . . . . .	116
6.3 Montage en position horizontale — méthode actuelle . . . . .	117
6.3.1 Principe de prémontage . . . . .	117
6.3.1.1 Prémontage des avants et des arrières . . . . .	117
6.3.1.2 Prémontage de la partie centrale . . . . .	118
6.3.1.3 Prémontage des superstructures . . . . .	118
6.3.2 Montage final en position horizontale . . . . .	119
6.4 Exercices . . . . .	119

## Chapitre 7

### Montage d'armement et autres travaux

Introduction . . . . .	121
7.1 Travaux d'armement . . . . .	122
7.1.1 Salle des machines . . . . .	122
7.1.1.1 Exécution des carlingages et fixation du moteur principal . . . . .	122
7.1.1.2 Montage du réducteur de vitesse . . . . .	123
7.1.1.3 Montage des supports de fixation et des assises de mécanismes auxiliaires . . . . .	123
7.1.1.4 Montage d'une ligne d'arbre . . . . .	123
7.1.2 Tuyauterie navale . . . . .	124
7.1.2.1 Usinage et préfabrication . . . . .	125
7.1.2.2 Galvanisation de la tuyauterie . . . . .	126
7.1.2.3 Isolation de la tuyauterie . . . . .	126
7.1.2.4 Montage de la tuyauterie . . . . .	127
7.1.3 Équipement de pont . . . . .	128
7.1.4 Armement de la carène . . . . .	129
7.1.5 Électricité, équipement électrique et électronique . . . . .	129
7.1.6 Cordages . . . . .	130
7.1.7 Bois et matériaux composites . . . . .	131
7.1.8 Équipement et aménagement intérieur . . . . .	131
7.2 Lancement . . . . .	133
7.3 Essais de vérification technique et de recette . . . . .	134

7.3.1	Essais de recette des grands navires . . . . .	134
7.3.1.1	Essais du constructeur . . . . .	134
7.3.1.2	Essais de normalisation . . . . .	134
7.3.1.3	Essais d'endurance et de consommation . . . . .	136
7.3.1.4	Essais de manœuvre . . . . .	136
7.3.1.5	Essais de l'appareil à gouverner . . . . .	136
7.3.1.6	Essais des ancres . . . . .	136
7.3.1.7	Essais d'équipements divers . . . . .	137
7.3.2	Essais de recette des petits navires . . . . .	137
7.3.2.1	Compartiments de double fond . . . . .	137
7.3.2.2	Prises d'eau . . . . .	138
7.3.2.3	Dalots . . . . .	138
7.3.2.4	Gouvernail . . . . .	138
7.3.2.5	Sablage et peinture de la coque . . . . .	138
7.3.2.6	Dernière visite à sec . . . . .	139
7.3.2.7	Après le lancement . . . . .	139
7.3.2.8	Arbre porte-hélice . . . . .	139
7.3.2.9	Installation de la machinerie auxiliaire . . . . .	139
7.3.2.10	Circuits de combustible et de lubrification — caisse journalière . . . . .	140
7.3.2.11	Mise en service du moteur principal . . . . .	140
7.3.2.12	Mise en service du générateur — tableau électrique principal . . . . .	140
7.3.2.13	Essais à quai . . . . .	141
7.3.2.14	Démarrage du moteur de propulsion . . . . .	141
7.3.2.15	Essais de la barre . . . . .	141
7.3.2.16	Essais du moteur principal . . . . .	141
7.3.2.17	Règlement de sécurité . . . . .	141
7.3.2.18	Essais en mer . . . . .	142
7.3.2.19	Départ . . . . .	142
7.3.2.20	Essais de vitesse . . . . .	143
7.3.2.21	Performance du moteur principal . . . . .	143
7.3.2.22	Essais de la machinerie de réfrigération et des espaces réfrigérés . . . . .	143
7.3.2.23	Mise en service du navire . . . . .	143
7.4	Livraison . . . . .	143
7.5	Industries connexes . . . . .	143
7.6	Exercices . . . . .	144
GLOSSAIRE . . . . .		145
BIBLIOGRAPHIE . . . . .		146