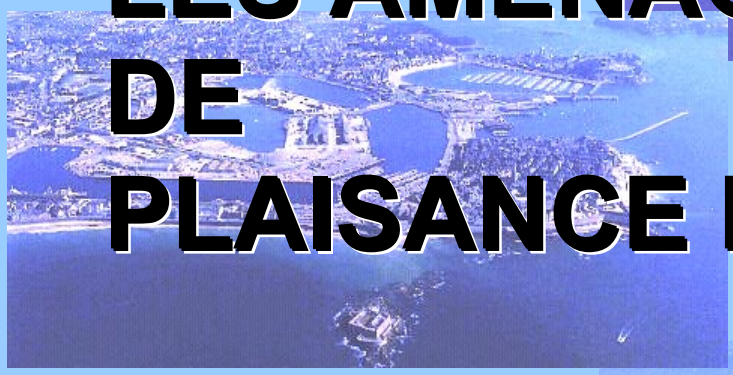
centre
d'Etudes
techniques
maritimes
et fluviales

les outils

LES AMENAGEMENTS DE PLAISANCE MARITIME



Plan masse et éléments d'indication sur les équipements.

Notice PMVN n°02.03

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ministère
de l'Équipement
des Transports
et du Logement

Centre d'Etudes Techniques Maritime Et Fluviale

Notice PM n° 02.03 **Septembre 2002**

LES AMENAGEMENTS DE PLAISANCE MARITIME

Plan masse et éléments d'indication sur les équipements.

Auteurs : **Arnaud BANA**
Michel MARIA

Avant-propos

Dans un contexte d'explosion des activités liées à la plaisance maritime et de la demande en infrastructures et équipements d'accueil correspondants, les services maritimes déconcentrés agissant pour le compte des collectivités locales, en tant qu'assistant à la maîtrise d'ouvrage ou maître d'œuvre, ont été nombreux à exprimer ces dernières années une demande de soutien technique dans ce domaine.

Le CETMEF a tenté d'y répondre en 1999 et 2000, en collaboration avec les Centres Interrégionaux de Formation Professionnelle (CIFP) de Nantes et d'Aix en Provence, par deux cycles de formation à caractère général sur les aménagements de plaisance. Les sujets abordés étaient de nature réglementaire, juridique, économique, environnementale et touristique, mais avec une prédominance technique sur des points aussi divers que : la conception des infrastructures portuaires, leur exploitation et leur gestion, la qualité des eaux, les dragages, la modélisation hydraulique, la planification et les services liés à cette activité.

Sur ces deux derniers points, un travail spécifique, objet de la présente notice, a été engagé sur le plan masse et les services d'accompagnement. Il vise, en particulier, à permettre de mieux approcher, selon le problème posé :

- la nature et la structure des ouvrages de plaisance,
- l'importance et le mode d'aménagement des terre-pleins à créer,
- la nature et le volume des services à mettre en place.

Pour réaliser cet exercice, le CETMEF s'est appuyé sur des ouvrages de référence produits en particulier par l'Association Internationale de Navigation (AIPCN)[1], mais aussi sur le savoir-faire des experts de terrain dans ce domaine (exploitants de ports, techniciens de services maritimes).

Ce travail a été élaboré par Michel MARIA et Arnaud BANA au CETMEF. Il doit beaucoup également aux agents qui ont accepté d'apporter leurs recommandations et leurs critiques dans la réalisation de cette notice,

- Jean-Claude PICCIO, directeur d'exploitation de Port-Camargue,
- Dominique JAUMARD, Service Maritime et de Navigation du Languedoc-Roussillon,
- Jean-Louis GUIRAUDIE, S.M.N.L.R.,
- Eric TIBI, Service Maritime de Boulogne/Mer et de Calais,

que nous tenons particulièrement à remercier pour ce concours.

Le Directeur du CETMEF,

Geoffroy CAUDE

[1] L'AIPCN encourage et favorise les progrès en matière de planification, conception, construction, aménagement, entretien et exploitation des voies d'eau et des ports, intérieurs et maritimes. Les installations destinées aux activités de navigation de sport et de plaisance font également partie de son champ d'action.

SOMMAIRE

1. GENERALITES SUR LES AMENAGEMENTS DE PLAISANCE

1.1. L'approche fonctionnelle par interfaces portuaires....1

1.1.1. L'interface Mer / Bassin portuaire 1

1.1.2. L'interface Bassin / Terre-plein portuaire....2

1.1.3. La relation Ville / Port 2

1.2. Le prédimensionnement portuaire fonction de la capacité d'accueil 4

1.2.1. La capacité d'accueil de la flotte selon l'usage....4

1.2.2. Le linéaire des ouvrages d'accostage 4

1.2.3. La surface des bassins 5

1.2.4. La surface des terre-pleins....5

1.3. Les accès portuaires....6

1.3.1. Le chenal d'accès maritime....6

1.3.1.1. Généralités 6

1.3.1.2. Le tracé du chenal....6

1.3.1.3. La largeur du chenal....6

1.3.1.4. La profondeur de chenalage 7

1.3.2. L'avant port....8

1.3.2.1. La passe d'entrée....8

1.3.2.2. La zone d'évitage 8

1.3.3. La desserte terrestre 9

1.3.3.1. La présignalisation 9

1.3.3.2. Les espaces de circulation....9

1.3.3.3. Le stationnement des véhicules 9

2. LES AMENAGEMENTS DE BASSIN

2.1. Les types et usages des bassins 11

2.1.1. La typologie des bassins portuaires 11

2.1.1.1. Les bassins de marée 11

2.1.1.1.1. Les bassins d'échouage....11

2.1.1.1.2. Les bassins avec retenue....11

2.1.1.2. Les bassins à flot 12

2.1.1.3. Les bassins sans contrainte....12

2.1.2. L'usage des différents bassins portuaires....12

2.1.2.1. Le bassin d'escale....12

2.1.2.2. Les bassins de stationnement 13

2.1.2.3. Les bassins d'entretien 13

2.2. Les techniques de mouillages....14

2.2.1. Les mouillages à évitage sur point unique....14

2.2.2. Les mouillages stabilisés sur deux points d'ancrage....16

2.2.2.1. L'empennelage 16

2.2.2.2. L'affourchage 16

2.2.2.3. L'embossage 17

2.3. Les techniques d'amarrage sur quai ou ponton....19

2.3.1. L'amarrage perpendiculaire au quai....19

2.3.2. L'amarrage en long, parallèle au quai 20

2.3.3. L'amarrage en travers ou en épi 20
2.4. Le dessin des postes d'amarrage sur appontements 21
2.4.1. Le dessin des postes d'amarrage 21
2.4.1.1. L'amarrage sur catway en configuration postes doubles 21
2.4.1.2. L'amarrage sur chaînes 21
2.4.1.3. L'amarrage sur pieux ou pilots 22
2.4.2. Les espaces libres dans l'aménagement des postes 23
2.5. Les appontements 25
2.5.1. La géométrie des appontements 25
2.5.2. Le franc-bord des appontements 26
2.5.3. Les équipements des appontements 27
2.5.3.1. Les défenses d'accostage et pare-battage 27
2.5.3.2. Les flotteurs 27
2.5.3.3. Les platelages 28
2.6. Les catways et bras d'amarrage 29
2.6.1. La géométrie des jetées latérales 29
2.6.2. L'empiétement des bateaux sur le chenal intérieur d'accès 30
2.7. Les passerelles d'accès 31
2.7.1. La géométrie des passerelles 31
2.7.2. Les accès aux passerelles 32
2.7.3. Les autres moyens d'accès aux appontements 34
2.8. Les systèmes d'ancrage des appontements 35
2.8.1. Le guidage sur pieux 35
2.8.2. Le guidage sur rail 36
2.8.3. L'ancrage par bracons 36
2.8.4. L'ancrage par chaînes sur corps-morts 37
2.8.5. L'ancrage par élastomère, cordage sur corps-morts 38

3. LES AMENAGEMENTS DES TERRE-PLEINS
3.1. Les installations et engins de mise à l'eau 39
3.1.1. Le plan incliné ou cale de halage 39
3.1.2. Les grues et potences de manutention 40
3.1.3. Les chariots élévateurs à fourches 41
3.1.4. Les portiques élévateurs 42
3.2. Les installations pour entretien et réparation de bateaux 44
3.2.1. Les installations et techniques utilisées en bassin 44
3.2.1.1. L'abattage en carène 44
3.2.1.2. Le gril de carénage 44
3.2.1.3. La cale de construction 44
3.2.1.4. La cale sèche ou forme de radoub 45
3.2.1.5. La plate-forme levante 45
3.2.2. Les installations établies sur terre-plein 45
3.2.2.1. Les aires de carénage 45
3.2.2.2. Les stations de carénage 46
3.3. Une alternative au port à flot : le port à sec 47
3.3.1. Le stationnement à terre loin du littoral 47

3.3.2. Le stationnement à terre dans les ports "classiques" 48
3.3.2.1. Le stationnement sur bers 49
3.3.2.2. Les structures de stockage sur plusieurs niveaux 50
3.3.2.2.1. Les structures de stockage 50
3.3.2.2.2. Les hangars d'hivernage 51

4. LES SERVICES PORTUAIRES COMPLEMENTAIRES
4.1. Les réseaux secs 53
4.1.1. Les systèmes d'éclairage 53
4.1.2. La distribution d'énergie électrique 54
4.1.2.1. La protection pour assurer la sécurité contre les chocs électriques 54
4.1.2.2. Les canalisations 54
4.1.2.3. Les tableaux de distribution 54
4.1.2.4. Les prises de courant 55
4.1.2.5. Les éléments du dispositif de connexion 55
4.1.2.6. Informations diverses 55
4.1.3. Les réseaux de communications : téléphonie, télévision, ... 56
4.1.4. La facturation des services portuaires 56
4.2. Les réseaux d'hygiène et d'assainissement du port 57
4.2.1. L'évacuation des déchets solides 57
4.2.2. L'évacuation des déchets liquides 57
4.2.2.1. Les eaux usées 57
4.2.2.1.1. Généralités 57
4.2.2.1.2. Les installations de vidanges mobiles 58
4.2.2.1.3. Les installations de vidanges fixes 58
4.2.2.1.4. Le réseau d'assainissement intégré 59
4.2.2.1.5. Les installations pour toilettes portables 59
4.2.2.2. Les huiles usagées et hydrocarbures 60
4.2.2.3. *Les équipements sanitaires à terre* 60
4.3. Les autres réseaux 61
4.3.1. La distribution d'eau 61
4.3.2. L'avitaillement en carburant 62
4.3.3. Le passage des divers réseaux 63

- 1 -

Généralités *sur les aménagements de plaisance.*

1	1.1 - L'approche fonctionnelle par interfaces portuaires

Quelle que soit l'activité exercée, un port est défini dans le vocabulaire courant comme :

- un abri naturel ou artificiel pour les navires, aménagé pour l'embarquement et le débarquement du fret et des passagers ;
- un lieu de repos, de tranquillité : un abri, un refuge ;
- par extension, une ville bâtie auprès d'un port.

L'activité plaisance, qui recouvre la navigation sportive et touristique, compte aussi bien une clientèle de passionnés avertis que des consommateurs de loisirs et demandeurs de services.

La circulaire du 19 mars 1981[1] propose de répartir les postes d'accueil dans un port selon les catégories d'usagers suivantes :

- les usagers de passage (séjour inférieur à la semaine),
- les usagers en escale (séjour inférieur au mois),
- les membres d'associations sportives gréées,
- les loueurs de bateaux,
- les pêcheurs professionnels.

Toutefois, le concepteur ne doit pas se limiter à une simple approche statique du type "parking à bateaux", mais plutôt appréhender au mieux le fonctionnement complexe du port dans toutes ses dimensions en intégrant les 3 interfaces majeures définies ci-après.

1.1.1 – L'interface Mer / Abri nautique :

Les conditions de navigation maritime étant fortement dépendantes des aléas climatiques, il est important de pouvoir offrir à tout navigateur des endroits sûrs pour s'abriter et attendre en toute sécurité une accalmie.

Des parties de ports de commerce ou de pêche peuvent être affectées à cet usage. Il arrive aussi que les plaisanciers se réfugient dans les quelques baies naturelles de notre littoral lorsqu'elles sont bien abritées pour les coups de vents considérés : des équipements modestes y sont souvent aménagés, comportant la mise en place d'une zone de mouillages sur corps-mort ou un simple balisage.

Mais le mauvais temps n'est pas l'unique cause de relâche des bateaux. De graves avaries survenues en cours de route, ou le réapprovisionnement en combustible, eau ou vivres, devenus insuffisant par suite de circonstances imprévues, forcent même parfois les bateaux à changer d'itinéraire et à entrer dans un port qui n'est pas leur port de destination.

Pour répondre à ces besoins, des ouvrages d'infrastructures, généralement des digues, ont été construites, assurant alors physiquement l'interface entre la mer et les bassins portuaires, pour finalement permettre de remplir plusieurs fonctions :

- un abri contre les mauvaises conditions de navigation au large ;
- un refuge suite à des circonstances imprévues hors climatiques ;
- la tranquillité d'évolution et de stationnement des bateaux sur les plans d'eau intérieurs ;

…tout en assurant :

- la régulation du transit sédimentaires le long du littoral ;
- la prévention contre les diverses pollutions accidentelles ;
- le prolongement de la promenade piétonne offrant au promeneur un nouvel angle d'observation du port.

[1] Circulaire n° 81-22/2/5 du 19 mars 1981 applicables aux concessions de ports de plaisance maritimes ou fluviaux.

1.1.2 – L'interface Bassin / Terre :

Le premier objectif, commun à tous les aménagements portuaires, est ici d'assurer une fonction "escale". Il s'agit d'une halte délibérément choisie par le plaisancier.

En croisière sur un littoral, diverses raisons peuvent amener le plaisancier à faire escale : souhaits de détente ou de connaissance de l'arrière pays, conjugués le plus souvent avec des impératifs essentiels comme le ravitaillement en nourriture et autres matériels consommables, l'acquisition de combustible, la réparation sur son bateau ou le dépôt de déchets.

Limite entre les eaux portuaires et la terre, l'interface "bassin / terre" se matérialise par des infrastructures telles que des parois verticales (quais) ou inclinées (perrés) ou, plus naturellement, par la présence de plages dans certaines enceintes portuaires.
Le linéaire de cette interface est d'autant plus grand qu'il se prolonge également par les structures aménagées sur les plans d'eau permettant aux plaisanciers de débarquer ou d'embarquer.

Selon le dessin du stationnement dans les bassins et les dispositions prises pour l'affectation des zones de terre-pleins, cette interface peut répondre à plusieurs fonctions :

- garantir le transfert des plaisanciers :
  - utilisation d'annexe dans le cas d'échouage du bateau ;
  - amarrage, débarquement et embarquement des occupants (anneaux, pontons, quais, passerelles,..).

- assurer la manutention des biens, des matériels jusqu'au transfert du bateau lui-même.

- apporter au niveau des unités des réseaux d'avitaillement :
  - alimentations en eau, en électricité ;
  - distribution de carburant ;
  - éventuellement, service de vidange des eaux usées… ;

Des abris naturels peuvent assurer en partie ces fonctions, sous réserve de trouver à terre un minimum de ressources, mais la totalité des "prestations de services" évoquées plus haut ne pourra bien évidemment être obtenue que dans un véritable port, offrant dans la mesure du possible au plaisancier :

- un accueil par les gestionnaires de la place portuaire (liaison radio avec la capitainerie, interception dans les eaux du bassin par le personnel du port) ;
- des informations aux plaisanciers (signalisation, règlement de police du port, données nautiques, touristiques,…) ;
- la sécurité des usagers et des biens : défense incendies, patrouille de surveillance, vidéo, éclairage,…
- des possibilités de dépannage ou d'acquisition de matériels nautiques (shipchandlers)
- une ou plusieurs zones de dépôts selon les types de déchets ;
- un certain nombre de commerces à proximité (denrées alimentaires, glace…) ;
- des commodités (sanitaires, cabines téléphoniques,…) ;

1.1.3 – La relation ville / port :

Un port de plaisance constitue (ou devrait constituer) un pôle d'aménagement majeur pour la commune qui l'héberge.
Il est bien sûr un atout touristique qui ne doit pas se tourner uniquement vers le plaisancier (en témoignent les réflexions engagées dans de nombreuses régions sur ce "produit" touristique particulier).
Mais il participe aussi pleinement au développement économique et culturel du territoire sur lequel il se situe.
Son existence permet entre autre le développement dans la ville de commerces divers et d'artisans spécialisés, encore faut-il inscrire l'aménagement du port dans un projet urbain global facilitant les échanges ville/port via le traitement architectural et paysager, la signalisation et la pré-signalisation, les accès routiers et piétons (approche utilitaire mais aussi promenade), les transports publics urbains, tout en intégrant des fonctions telles que la sécurité et le gardiennage, ou la protection contre l'incendie.

L'organisation (ou la réorganisation) de l'interface ville/port ouvre ainsi les portes à plusieurs axes de travail :

- assurer une certaine cohérence dans la gestion des flux des circulations (piétons, vélo, véhicule, transport en commun,…) entre le port et la ville en structurant les échanges entre ces deux espaces (qu'ils soient de nature utilitaire ou touristique).
- S'appuyer sur le rôle moteur d'attraction et d'animation du port pour favoriser le développement des activités commerciales, artisanales, valoriser le foncier, attirer les programmes immobiliers raisonnés et ainsi assurer des retombées économiques, sociales,… pour la ville ; En veillant bien sûr à ne pas donner trop d'ampleur à certaines fonctions tertiaires, immobilières et spéculatives qui peuvent provoquer un dysfonctionnement voire le rejet par les habitants qui n'y trouvent plus de repères, ni de sentiment d'appartenance.
- réhabiliter les espaces de "friches portuaires" délaissés en recomposant un cadre de vie, en créant une dynamique en arrière des quais (animations nocturnes, manifestations culturelles, musées maritimes,…) ;
- utiliser l'eau comme facteur potentiel d'embellissement et de valorisation urbaine permettant une aération du tissu urbain et pouvant bénéficier d'un traitement architectural et paysager de qualité.

Si les possibilités et les potentialités de redéveloppement sont souvent évidentes pour la ville, pour qui le réaménagement de l'interface peut présenter un moyen de renouveau au cœur du territoire urbain, le port n'identifie généralement pas très bien quel bénéfice économique direct il peut tirer d'une valorisation de cet interface ville/port, qui constitue souvent une marge obsolète de son territoire, c'est pourquoi les mouvements de "reconquête" sont le plus souvent initiés par les villes.

Il est vrai que les ports sont souvent accaparés par l'adaptation de leur outil, qui se concrétise parfois malheureusement par des logiques purement axées sur la fonction "garage" visant à offrir au meilleur prix la gamme des prestations indispensables requises pour :

- l'amarrage à flot des navires le long d'ouvrages d'accostage facilitant le gardiennage, les connexions aux divers réseaux,… ;
- le stationnement des bateaux à terre sur terre-plein ou sous hangar en vue de l'hivernage ;
- le parcage privatif ou public des véhicules des plaisanciers ;
- l'entretien, la réparation des bateaux (circulation des engins de levage, zones de carénage, ateliers de réparation…).

1	1.2 - Le prédimensionnement portuaire fonction de la capacité d'accueil

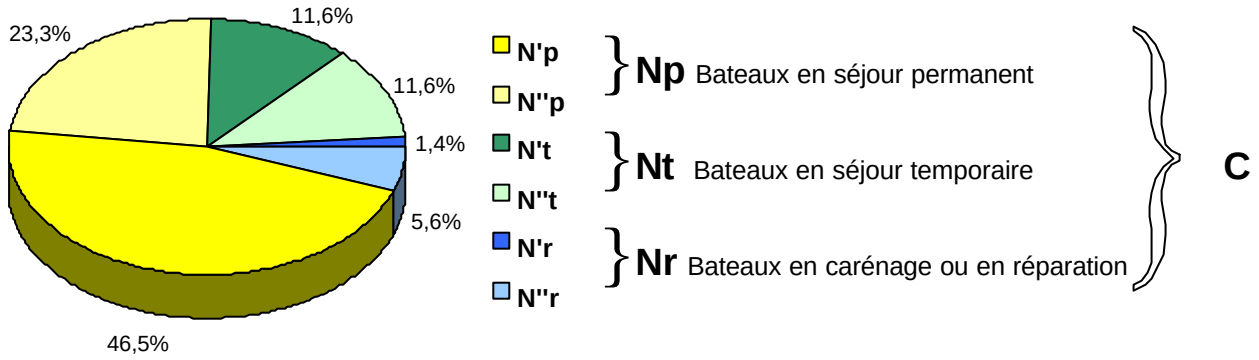
Pour dimensionner les infrastructures et les équipements de réception des navires, une analyse aussi précise que possible de la nature et de l'importance de la clientèle qui fréquentera le port et de ses besoins est nécessaire.

Toutefois, il peut être utile de disposer d'outils simples de prédimensionnement.

Pour ce faire, on pourra en particulier s'inspirer d'une méthode élaborée et mise en œuvre par le Service Maritime et de Navigation du Languedoc Roussillon (SMNLR) dans les années 70 et décrite dans les paragraphes ci-après [Doc. 1].
Bien sûr, les hypothèses de base, permettant d'établir des relations entre les différents paramètres évoqués ci-dessous, méritent d'être adaptées à chaque situation régionale et à l'évolution des pratiques dans le temps.

1.2.1 – La capacité d'accueil de la flotte selon l'usage :

La flotte de bateaux **C** susceptible d'être accueillie dans un port comprend 3 catégories, chacune de ces catégories étant fractionnée entre une partie des bateaux séjournant à flot et l'autre partie restant à terre sous hangar ou sur terre-plein.
En l'absence d'étude de marché, le schéma ci-dessous représente un ordre de grandeur de la répartition type de la demande, applicable en Languedoc-Roussillon à l'époque de la mise au point de la méthode.



Catégories de bateaux		*Stationnement*	
		à flot	*sur terre-plein*
Bateaux en séjour permanent	**Np**	**N'p = 2/3.Np**	**N''p = 1/3.Np**
Bateaux en séjour temporaire	**Nt = 1/3.Np**	**N't =1/2.Nt**	**N''t = 1/2.Nt**
Bateaux en carénage ou en réparation	**Nr = 1/10.Np**	**N'r = 1/5.Nr**	**N''r = 4/5.Nr**

soit **C** = Np + 1/3.Np + 1/10.Np # **1,4.Np**

1.2.2 – Le linéaire des ouvrages d'accostage :

Compte tenu de la consistance habituelle de la flotte de plaisance, on peut considérer en première approche qu'en moyenne un navire requiert un front d'accostage de 4 m (amarrage en travers) sauf en ce qui concerne les quais affectés à la réparation où un front d'accostage de 10 m est nécessaire (amarrage en long).

On peut donc résumer le linéaire des ouvrages d'accostage comme suit :

- Bateaux en séjour permanent ..... 4 N'p..... = 4 × 2/3 Np.....= 8/3 Np
- Bateaux en séjour temporaire ..... 4 N't..... = 4 × 1 /2 Nt .....= 2/3 Np
- Bateaux en réparation ..... 10 N'r..... = 10 × 1/5 Nr.....= 1/5 Np

L = 3,5..... soit..... **L = 2,5 C**

1.2.3 – La surface des bassins :

Pour un amarrage sur bouée à flot, la surface des bassins est calculée comme suit :

- lorsqu'il y a évitage complet,
  - pour une profondeur d'eau de 5 m en pleine mer, on compte 630 m² par unité, avec une longueur de chaîne correspondant à 3 fois la hauteur d'eau,
  - pour une profondeur d'eau de 5 à 10 m en pleine mer, 1 600 m² par unité ;

- lorsqu'il y a embossage, 100 à 200 m² par unité.

Pour un amarrage simple par mouillage sur une ancre ou deux, on réserve des surfaces égales à celles de l'amarrage sur bouée.

Pour un amarrage à quai ou sur appontement, on compte 80 m² par bateau pour une composition de flotte moyenne, 130 m² par bateau s'il s'agit de bassins réservés à de grandes unités.
La surface des bassins en m² s'établit donc, en première analyse, à:

Sb = 130 × (N'p + N't + N'r) = 130 × (2/3 Np + 1/6 Np + 1/50 Np) = 110 Np..... soit **Sb = 80 C**

1.2.4 – La surface des terre-pleins :

- Les voies de circulation ont des largeurs comprises entre 6 m en bordure des bassins et 12 m dans le cas d'une voie de desserte d'un parking en épi.

- Le nombre de véhicules en stationnement est au moins égal au nombre des bateaux à flot en séjour permanent dans le port. Selon la nature du port, son environnement et la qualité de ses usagers, on peut atteindre suivant le cas un rapport de 1,5 à 2 places de parking par poste à quai.
Une voiture occupant environ 24 m² de terre-pleins, cela conduit à prévoir une surface de parkings minimum de :

Sp = 24 × N'p = 16 Np ..... soit **Sp = 11 C**

- Pour les bateaux arrivant sur remorque, il faut offrir une rampe pour la mise à l'eau, ainsi qu'un terre-plein pour le stockage des bateaux et éventuellement des véhicules. Si l'on considère que ce terre-plein doit pouvoir recevoir la moitié des bateaux n'effectuant dans le port qu'un séjour temporaire, et qu'une surface de terre-plein de 60 m² est nécessaire par bateau, compte tenu de sa remorque, la surface de ce terre-plein doit alors être :

St = 60 × N"t = 10 Np ..... soit **St = 7 C**

- Les bateaux hivernant sur terre-plein doivent être pris en nombre égal à la moitié des bateaux séjournant en permanence à flot. Or, on peut estimer en moyenne à 60 m² par bateau la place nécessaire à leur stockage. Il convient donc de prévoir à ce titre une surface de terre-plein égale à:

Sh = 60 × N"p = 20 Np..... soit **Sh = 14 C**

- Pour les bateaux en réparation, ateliers, commerces et divers, il est difficile de fixer a priori la surface relative à cette nature de terre-pleins, la demande pouvant être différente d'un port à l'autre.

Sd = 14 Np ..... soit **Sd = 10 C**

En définitive, compte tenu des ordres de grandeur indiqués ci-dessus pour les différentes natures de terre-pleins, on constate qu'il faut affecter à ces derniers une surface très importante et au moins égale à:

STP = Sp + St + Sh + Sd = 60 Np..... soit **STP = 42 C**

Les chiffres ci-dessus montrent en tout cas que la surface des terre-pleins à aménager dans un port de plaisance est importante ; elle est de l'ordre de la moitié de la surface des bassins, soit une surface totale du port en m² de :

S = 110 Np + 60 Np = 170 Np..... soit **S = 120 C**

1	1.3 – Les accès portuaires.

1.3.1 – Le chenal d'accès maritime :

1.3.1.1 – Généralités :

Le chenal est le premier maillon de la chaîne de transport rencontré par un navire dans un port. Il doit offrir un degré adéquat de sécurité de la navigation.

Dans de nombreux chenaux à trafic spécifique, les signaux de navigation sont situés en bordure du chenal pour indiquer les limites de sécurité de la navigation.
Dans les chenaux à trafic diversifié, ces mêmes signaux peuvent être disposés de manière à permettre le passage des petits navires de part et d'autre du chenal dragué.
Dans d'autres cas encore, le chenal en eau profonde et les voies extérieures réservées aux petits navires sont tous deux balisés.

Le chenal extérieur est exposé à une action de la houle susceptible d'induire d'importants mouvements du bateau (tangage, roulis qui réduisent la hauteur d'eau sous quille).
Le chenal intérieur est protégé de toute action significative des lames et est généralement abrité.

Lors de la conception du chenal, il doit être décidé si celui-ci sera ouvert à la navigation en permanence ou à l'exception de périodes limitées, caractérisées par exemple par une hauteur insuffisante de la marée, des courants traversiers excessifs, des vents ou des conditions de houle extrêmes. L'introduction de ces temps mort n'est pas sans influence sur la largeur et la profondeur du chenal.

Il s'agit avant tout de déterminer les trois paramètres principaux suivants : le tracé, la largeur et la profondeur envisagée [Doc. 6]

1.3.1.2 - Le tracé du chenal :

Les bateaux à moteur et les voiliers emploient normalement le moteur pour la navigation d'entrée et de sortie. Cependant, il existe un nombre important de petits voiliers qui n'en ont pas ou ne désirent pas employer le moteur et font l'arrivée et la sortie à la voile.
Ceci oblige, d'une part, à concevoir le tracé de l'accès et de l'avant-port pour permettre ce type de navigation dans les plus larges conditions de mer et de vent, d'autre part, à prendre en compte une plus grande congestion du trafic dans les points étroits, en raison du plus grand encombrement que représente un voilier en navigation.

Le tracé du chenal doit être conçu au regard de :

- la longueur minimale du chenal,
- la nécessité d'éviter les zones de dépôt ou les obstacles dont l'élimination est difficile ou coûteuse,
- les vents, vagues et courants dominants (on s'efforcera d'obtenir que les courants dominants soient dans l'alignement du chenal afin de minimiser les courants transversaux).
- la nécessité d'éviter les courbes à proximité des entrées de ports, les tronçons de chenal rectilignes sont préférables aux incurvés qui doivent rester exceptionnel.

1.3.1.3 - La largeur du chenal :

Il est pratique d'exprimer la largeur du chenal en terme d'un multiple de la largeur d'un bateau de référence. On peut retenir, en première approche, une largeur minimale de 10 fois la largeur du plus grand bateau reçu au port.

L'AIPCN[1] suggère dans un rapport de 1991 [Doc. 5] une largeur minimum du chenal d'entrée comprise entre 20 et 30 m pour des ports ayant moins de 2000 mouillages.
Pour exemple, le port du Moulin Blanc à Brest, d'une capacité d'environ 1400 places, dispose d'un chenal de 1000 m de longueur sur 30 m de large.

[1] Association Internationale Permanente des Congrès de Navigation.

Plusieurs bateaux devant emprunter le chenal, le concept de bateau de calcul doit intervenir.
Le bateau de calcul, pour lequel le chenal est dimensionné, doit pouvoir y naviguer en toute sécurité. Il peut s'agir du plus grand bateau empruntant le chenal, mais ce n'est pas impératif car il ne pose pas nécessairement les plus graves problèmes de sécurité. C'est pourquoi plusieurs critères peuvent intervenir dans le choix du bateau de calcul :

- faible maniabilité intrinsèque (fonction du rapport hauteur d'eau / tirant d'eau)
- dimensions très grandes pour le port concerné
- emprise excessive du vent sur la partie de coque émergée.

Le choix de la largeur de calcul est aussi basé sur tout ou partie des éléments exposés ci-dessous :

- ***Les trois facteurs d'environnement****, que sont les vents traversiers, les courants et les vagues :*

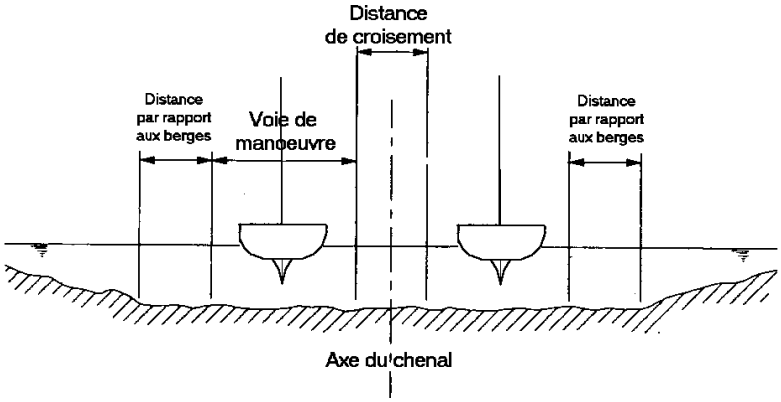
  - *Les vents traversiers* affectent particulièrement le bateau à vitesse réduite. Les effets sont fonction de l'emprise du vent sur la coque, du rapport hauteur d'eau / tirant d'eau (la résistance des bateaux au mouvement latéral se modifie à mesure que ce rapport approche l'unité) et de la direction apparente du vent.

  - *Les courants transversaux* affectent le bateau de manière analogue aux vents traversiers, à la différence près que leurs effets augmentent à mesure que le rapport hauteur d'eau / tirant d'eau approche l'unité.

  - *Les vagues* interviennent bien sûr dans le calcul de la profondeur du chenal. Si, en outre, les fronts de vagues sont transversaux au chenal, ils affectent la maniabilité du navire, et donc également la largeur du chenal.

- ***La distance de croisement*** *:*
  Si le chenal envisagé est à deux voies, sa largeur doit permettre aux bateaux de se croiser en toute sécurité. La largeur nécessaire au croisement doit être suffisante pour réduire au minimum acceptable l'interaction entre bateaux. En outre, elle est directement proportionnelle à la densité du trafic dans les deux voies de navigation.

- ***La distance par rapport aux berges*** *:*
  L'interaction avec les berges peut induire des embardées incontrôlables du navire. Pour éviter ceci en présence de berges immergées, une largeur excédentaire doit être prévue par rapport à la largeur de manœuvre normale.



1.3.1.4 - La profondeur de chenal :

La détermination de la profondeur du chenal se base sur :

- le tirant d'eau du bateau de calcul,
- l'amplitude de la marée le long du chenal de transit,
- l'action des vagues,
- la densité de l'eau et son effet sur le tirant d'eau.

Si le chenal est soumis à l'action de la marée, il faut déterminer s'il peut être ouvert à la navigation pendant tout le cycle de marée, sinon il convient de choisir une fenêtre de marée adéquate, compatible avec la profondeur et la vitesse.

L'AIPCN suggère en première approche une profondeur d'eau du chenal d'entrée à marée basse de 3 m, mais considère néanmoins comme suffisant une profondeur de 2,5 m en situation courante. [Doc. 5]

1.3.2 – L'avant-port :

1.3.2.1 – La passe d'entrée

La passe d'entrée doit être disposée de manière que les manœuvres d'entrée et de sortie des bateaux s'effectuent commodément, compte tenu des vents, des courants et de la houle.

La largeur de la passe est parfois comprise entre 50 et 60 m, avec des dimensions extrêmes allant de 45 à 85 m. Elle peut également être un multiple de la longueur du plus grand bateau reçu. On prévoit dans ce cas 1,5 à 2 fois cette longueur [Doc. 9]

Les bateaux de plaisance n'ayant pas, en général, plus de 4,50 m de tirant d'eau, les voies d'accès sont donc situées dans des endroits de profondeur réduite correspondant fréquemment à une passe d'entrée profonde de 4 à 6 mètres, tout au plus.

Le choix du type d'accès à adopter dépend des conditions locales telles que l'importance des marées, de l'envasement et des dimensions du port, mais aussi du niveau d'accueil que l'on veut assurer.

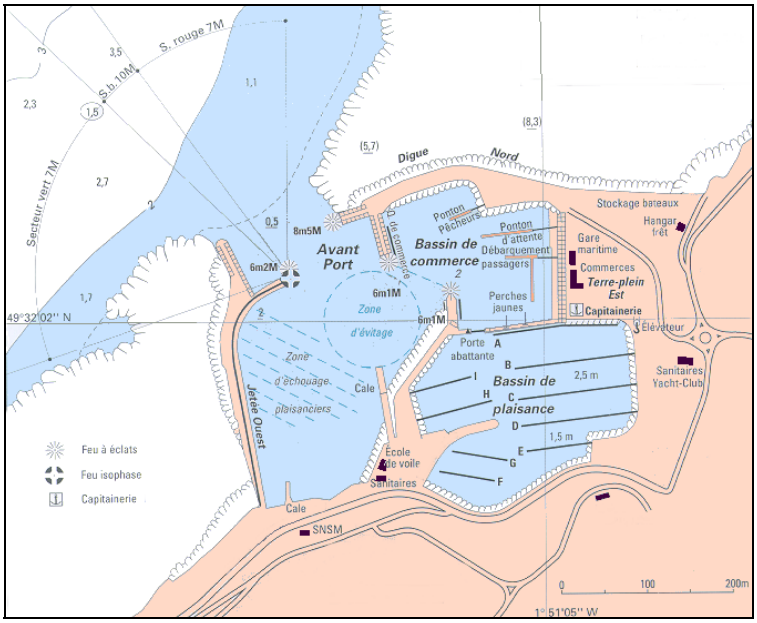
Lorsque l'accès est soumis à la marée et pour éviter l'échouage, l'entrée peut se faire :
- par une écluse (ex. Ouistreham)
- par une porte (ex. Barneville-Carteret, Courseulles)
- en passant sur un mur submergé à marée haute (ex. Perros-Guirec)

Ces types d'entrée peuvent permettre de maintenir un port toujours en eau par des fonds peu profonds.

1.3.2.2 – La zone d'évitage

La zone d'évitage est une surface d'évolution du navire. Elle peut avoir plusieurs attributs :

- une zone de dégagement nécessaire au mouillage d'un navire qui peut évoluer autour de ses ancrages en fonction du vent, du courant, de la marée...
- une zone d'attente et de positionnement, définie en particulier en avant des lieux d'accostage et de mouillage et si possible en zone protégée. L'AIPCN suggère alors de retenir pour l'avant port, une zone circulaire d'un diamètre minimum de 50 m, sauf dans le cas d'environnements particuliers et dans les cas où la navigation s'effectue toute l'année. [Doc. 5].



Dans le cas des zones d'accostage, le cercle représentatif doit s'appliquer au plus proche de l'extrémité du catway d'accostage.
Ce diamètre est couramment fonction de la longueur du plus grand bateau appelé à l'utiliser, en moyenne 2,5 fois cette longueur, mais supérieur à 1,5 fois.

1.3.3 – La desserte terrestre :

1.3.3.1 – La présignalisation

La communication routière a pour rôle de permettre à l'automobiliste de découvrir au cours de ses déplacements les diverses richesses et activités touristiques d'une région en lui donnant toutes les indications utiles pour s'informer, se repérer et se diriger jusqu'aux activités et services signalés.

La circulaire n° 92-17 du 31 mars 1992 du ministère de l'équipement, relative à la signalisation d'intérêt touristique, rappelle "…*la nécessité d'offrir à l'usager le meilleur service par un développement homogène de la signalisation routière qui implique la mise en œuvre d'une signalisation appropriée, destinée à faciliter l'accès des pôles signalés. C'est dans ce cadre que doit s'inscrire toute signalisation d'intérêt touristique visant à valoriser le patrimoine culturel, touristique et économique, ainsi que le souhaitent les collectivités territoriales tout en veillant au respect de l'environnement et de la sécurité routière*."

Un guide "signalisation touristique" [Doc. 14], établi à l'attention des responsables à divers titres du tourisme et du réseau routier, présente les outils de signalisation à utiliser en précisant leur rôle exact, et indique l'ensemble des règles techniques et juridiques, normes et recommandations les concernant.

1.3.3.2 – Les espaces de circulation routière

Pour le plaisancier qui ne veut surtout pas rester attaché à un port ou à une zone de navigation, il est préférable d'opter pour une unité transportable. Cette option nécessite non seulement d'avoir une voiture suffisamment puissante, mais aussi que le navire soit tractable, sous peine de voir son attelage considéré comme un convoi exceptionnel. Selon la réglementation en vigueur, le convoi ne doit en effet pas dépasser en valeur maximale 2,55 m de largeur et 18,75 m de longueur. [Doc. 10].

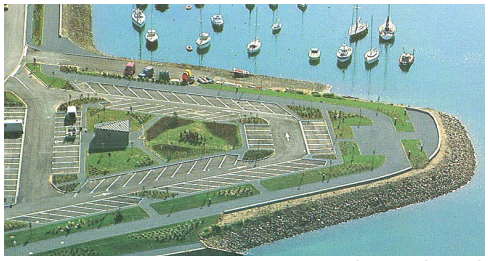
Compte tenu des bateaux tractables et de la géométrie de la voirie en place, le concepteur devra définir les éventuels convois (voitures tractant une remorque avec ou sans bateau) pouvant être accueillis au port pour orienter son aménagement de voirie. Il s'agit en fait d'éviter toutes congestions des accès aux installations portuaires par des attelages peu manœuvrant.

Pour un port situé à proximité ou dans une agglomération, le trafic supplémentaire induit doit pouvoir se superposer au trafic existant, tout en portant une attention particulière à la gestion des trafics de pointe (saison estivale, manifestations). Si le réseau urbain est alors insuffisant, des aménagements seront à prévoir au plan de circulation général de la ville.
Si au contraire le port est situé à l'écart de l'agglomération principale, la liaison avec le port peut nécessiter une reprise du réseau routier (calibrage, rescindement de virages), voire une desserte spécifique.

1.3.3.3 – Le stationnement des véhicules

Si en hiver, le stationnement ne pose pas ou peu de problèmes, en revanche, en haute période et mi-saison ou à l'occasion d'une manifestation, une mauvaise maîtrise du problème contribuera à donner une image confuse. Le problème doit s'envisager sous plusieurs angles :

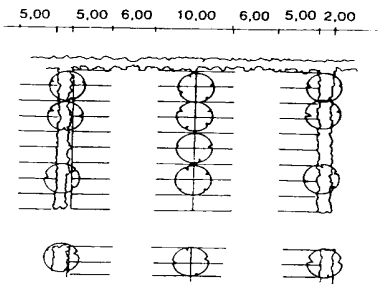
- le riverain doit pouvoir accéder chez lui ;
- le plaisancier ou le professionnel doit pouvoir atteindre des emplacements très proches de son site d'embarquement ou de travail ;
- le promeneur doit pouvoir être guidé vers un espace de promenade ;



- la clientèle de la zone hôtelière doit pouvoir accéder facilement aux commerces avec le moins de marche possible ou dans des conditions de confort.

Pour un parking situé au bord de l'eau, on évitera d'aménager les emplacements perpendiculairement aux quais pour éviter tout risque de voiture à l'eau dans le cas d'une pente inclinée vers le bassin. De plus, pour limiter les concentrations trop importantes de véhicules aux abords des quais, des stationnements localisés en arrière du port seront à envisager.

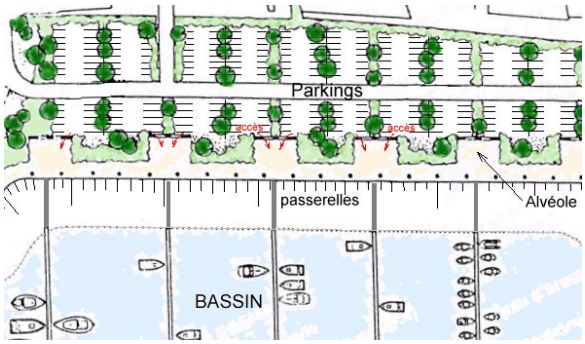
Il est souhaitable de dimensionner des parkings capables de recevoir un nombre de véhicules au moins égal au nombre des bateaux à flot en séjour permanent dans le port.
Sur les ports de plaisance côtiers, le rapport nombre de voitures par poste à quai est de 1,2 et dans certains cas, on peut même atteindre 1,5 voire 2 places de parking par poste à quai [Doc. 2]



Côté emprise de stationnement, un emplacement de voiture suscite une surface de 5 m sur 2,5 m, ce qui engendre en ajoutant la voirie une zone approximative de 20 à 25 m²/voiture soit 400 à 500 voitures/ha.

Sachant que les stationnements de véhicules sont avant tout établis au service des plaisanciers ayant un bateau dans le port, le concepteur peut donc envisager de leurs réserver une zone dédiée à proximité des entrées de pontons et où le public n'aurait pas accès.

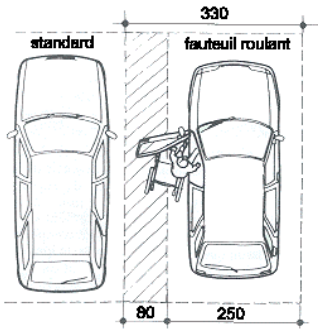
Concernant les remorques de bateaux, il est nécessaire de leurs prévoir également des emplacements, ces derniers se situant généralement plutôt en zone technique du port à proximité des moyens de mise à l'eau comme les portiques.



Pour offrir aux piétons un(des) accès au port à partir du parking, des alvéoles peuvent être aménagées dans l'axe des pontons, formant ainsi des zones d'échanges à l'extrémité des passerelles (ex. port de Barneville-Carteret dans la Manche).

Si le concepteur souhaite cloisonner ces stationnements, des lignes végétales peuvent être suggérées : alignement d'arbres apportant volume et ombre au parking.

Dans le cadre du stationnement automobile pour handicapés, la législation prévoit pour les établissements recevant du public et les installations ouvertes au public, que "*le nombre de places doit être au minimum d'une place aménagée par tranche de 50 places de stationnement ou fraction de 50 places. Au-delà de 500 places, le nombre de places aménagées, qui ne saurait être inférieur à 10, est fixé par arrêté municipal*." *(Code de la Construction et de l'Habitation, art. 4).*
Leur position sera de préférence au plus proche des pontons, capitainerie ou autres bâtiments.



- 2 -

Les aménagements de bassin.

2	2.1 – Les types et usages des bassins.

2.1.1 – La typologie des bassins portuaires :

2.1.1.1 – Les bassins de marée.

Les bassins de marée sont des bassins ouverts subissant les effets de la marée. Ils peuvent être fermés par des portes à marée basse, pour garder un tirant d'eau suffisant en retenant l'eau accumulée à marée haute [doc. 13].

2.1.1.1.1 - Les bassins d'échouage.

Un bassin d'échouage est en communication directe avec la mer et subit donc des fluctuations de niveau en particulier celles liées à la marée. Dans certains cas, le niveau est suffisamment bas à marée basse pour provoquer l'échouement de tout ou partie des bateaux accostés ou mouillés.

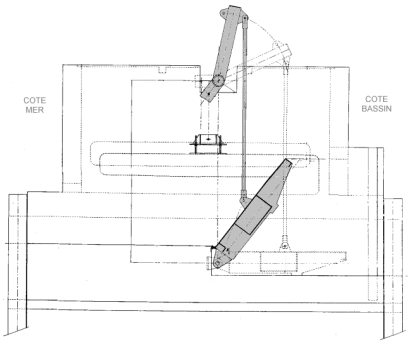
L'échouage, composante de la navigation qui survient à la baisse des eaux, reste une pratique courante et traditionnelle, mais suscite tout de même de nombreuses contraintes :

- une servitude de la marée,
- un voyage en annexe jusqu'au rivage,
- un accès difficile à marée basse, si le sol est vaseux,
- la nécessité d'un système d'amarrage qui évite les risques dus à l'évitage (ex. formation de paquets de chaînes consécutifs à des rotations du bateau),
- une surveillance de la manœuvre d'échouage pour les bateaux version quillard nécessitant des béquilles, à moins d'une quille pivotante,
- le tossage possible des bateaux en cas de légers clapots dus au vent, dans la phase critique où le bassin n'est pas tout à fait à flot ou à sec.

Pour une utilisation uniquement estivale, il est conseillé de retirer en hiver les chaînes de l'eau pour limiter la corrosion due à l'alternance du contact de l'eau et de l'air : l'entretien consiste alors à les huiler et à les entreposer pour le séchage.

2.1.1.1.2 – Les bassins avec retenue.

L'accès à ce bassin de marée est généralement matérialisé par des digues submersibles émergeant à marée basse. Il existe une variante à ce système qui consiste à aménager une brèche dans le seuil submersible en un endroit suffisamment abrité et à fermer cette brèche par une porte articulée à sa partie basse suivant un axe horizontal : ce principe, permettant d'améliorer entre autre les périodes d'accessibilité du bassin, a pu être développé par exemple sur les ports de Granville (50), de Barneville-Carteret (50) et de Piriac-sur-Mer (44).
L'intérêt d'un tel système est bien évidemment le maintien à flot des unités.



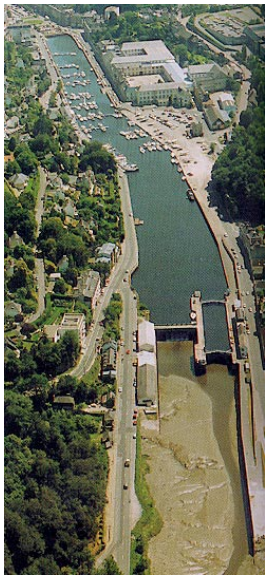
Descriptif sommaire du fonctionnement de la porte du port de Piriac-sur-Mer :

- *à marée montante*, dès que le niveau de la mer dépasse le niveau du plan d'eau permanent, la porte est abaissée, dégageant ainsi un tirant d'eau supplémentaire égal à sa hauteur.

- *à marée descendante*, la porte est relevée juste avant que le niveau de mer atteigne le niveau du plan d'eau permanent.

Dans ces manœuvres, la porte est actionnée par la force marémotrice au moyen de contrepoids qui équilibrent son poids apparent dans l'eau. Il s'agit en quelque sorte d'une balance dont le point d'équilibre suit le mouvement de l'eau.

2.1.1.2 – Les bassins à flot.



Pour que les navires n'échouent pas, ce type de bassin est fermé par un ouvrage qui permet de garder une hauteur d'eau convenable et correspondant généralement au niveau de pleine mer, ceci afin d'assurer l'exploitation des quais. Le bassin devient alors indépendant de la marée, les sorties de bateaux n'étant alors possibles que dans des créneaux de temps basés sur l'étale de pleine mer.

Le plan d'eau peut, selon la technique de fermeture utilisée, être soit à niveau constant dans le cas d'une écluse à sas, soit subir de très faibles variations dans le cas d'une unique porte d'èbe (ou ebbe) qui permet de s'opposer au reflux de la marée.

Parmi les différentes techniques de fermeture de bassin, les portes peuvent être….

- à un vantail tournant (ex. Lorient),
- à deux vantaux : à secteur ou busquée (*la plus commune*),
- tournantes à segment cylindrique,
- à mouvement vertical : levante ou abaissante,
- rabattantes ou à clapet
- roulantes / coulissantes *plus courante dans les grands ports de commerce*.

(dans cet inventaire, ne sont pas pris en compte les batardeaux et les bateaux-porte plus adaptés à la fermeture occasionnelle de formes de radoub).

Il faut donc trouver un compromis entre un temps suffisant d'ouverture du bassin, pour permettre aux navires d'entrer ou de sortir, et un niveau d'exploitation du plan d'eau du bassin assez élevé pour permettre l'accueil des navires de plus fort tirant d'eau.

Sur le plan commercial, l'écluse apporte un attrait au port d'autant plus grand qu'il sera accessible plus longtemps.
Sur le plan de la sécurité, la qualité de port refuge en cas de mauvais temps dépend directement du temps pendant lequel il est accessible.

2.1.1.3 – Les bassins sans contrainte.

Les bassins en "eaux profondes" représentent la majeure partie des ports de plaisance français. Etablis sur la totalité du littoral Méditerranéen, et partiellement sur les façades Ouest de la Métropole, ce type de bassins permet la navigation sans aucune contrainte de niveau d'eau.
Le tirant d'eau des bateaux susceptibles d'être accueillis se définit en fonction de la bathymétrie et des variations de niveau d'eau.
Seul l'envasement subi par certains ports contraint périodiquement l'exploitant à effectuer des opérations de dragage afin de maintenir une hauteur d'eau suffisante pour garder à flot sa clientèle habituelle de bateaux.

2.1.2 – L'usage des différents bassins portuaires :

En raison de la différence profonde des besoins à satisfaire, il convient de distinguer 3 usages au sein du plan d'eau portuaire, qui peuvent se confondre sur un même lieu géographique..

2.1.2.1 - Le bassin d'escale.

A l'entrée de ce bassin se trouve généralement le Bureau du port où les bateaux de passage reçoivent les instructions nécessaires pour leur placement à quai. Ce Bureau regroupe parfois la Capitainerie et divers services administratifs utiles aux plaisanciers.
Ce bassin leur offre entre autres diverses commodités : salon de repos, toilettes, douches, poste, renseignements, etc.
Ne nécessitant pas de terre-pleins importants au titre du stationnement des voitures, il peut être d'un dessin très libre et s'intègre bien dans l'urbanisation de la station.

2.1.2.2 - Les bassins de stationnement.

Affectés aux plaisanciers attachés au port, ces bassins reçoivent l'essentiel des postes à quai (environ 3/4). Leur dessin général est moins libre que celui du bassin d'escale et leur dimensionnement doit donc être examiné avec soin pour…

- obtenir le meilleur rendement "surface du plan d'eau / nombre de bateaux reçus",
- recevoir le nombre de bateaux souhaités compte tenu de la consistance de la flotte accueillie,
- offrir, dans la mesure du possible, des zones distinctes selon les caractéristiques des bateaux.

Bordés de terre-pleins assez importants pour pouvoir y disposer des parkings suffisants et divers bâtiments, ces bassins présentent une structure très rigide.

2.1.2.3 - Les bassins d'entretien.

Le linéaire d'accostage offert par ce bassin peut être modeste, son équipement pouvant comprendre, selon le type d'engin de manutention utilisé (grues, portiques, élévateurs,…), des ouvrages d'infrastructures tels que les cales que l'on retrouve couramment dans les ports, les darses, ou des grils de carénage établis en pied de quai.
En arrière de ces bassins, des terre-pleins seront nécessaires au stationnement des bateaux en réparation et pour l'implantation des ateliers et des hangars d'hivernage à terre.

2	2.2 - Les techniques de mouillage.

Le mouillage est l'opération qui consiste à jeter l'(les) ancre(s) en laissant filer la chaîne de façon à la(les) faire crocher sur le fond. Compte tenu de la diversité des ancres, il existe également plusieurs techniques pour diminuer les changements de position du bateau, voire supprimer totalement les risques d'évitage.

2.2.1 - Les mouillages à évitage sur point unique :

Lors d'un mouillage, le bateau va être exposé aux vents, aux courants, ...et donc se déplacer sur une zone d'évitage dépendante de la position de ou des points d'ancrage. Afin de déterminer la surface de cette zone, il s'agit de connaître :

- la bathymétrie du site (profondeurs d'eau),
- le marnage local (niveaux de marée),
- la nature du fond (sable, vase, roche,...),
- les contraintes de vent (traînée aérodynamique) et de courant (traînée hydrodynamique),
- le type d'ancrage (ancre, corps-mort, vis d'ancrage,...),
- les caractéristiques des bateaux concernés (longueur, largeur, tirant d'eau,…).

La surface engendrée est déterminée par la hauteur d'eau suivant le marnage et la longueur de la ligne de mouillage, sous condition de la bonne tenue du point d'ancrage.

La longueur de la ligne de mouillage peut être définie ...

- ***soit en fonction de la marée :***

La longueur de la ligne de mouillage peut être alors réduite au minimum jusqu'à 1,5 fois la hauteur d'eau à la Pleine Mer de Vive Eau Exceptionnelle (PMVEE).
Plus classiquement, on applique la règle traditionnelle qui est de mouiller 3 fois la profondeur d'eau maximale. Celle-ci se révèle souvent convenable pour des conditions moyennes de bathymétrie, houle et courants et pour les calibres usuels de chaînes. Cependant cette règle grossière peut conduire à des sous-dimensionnements, notamment par petits fonds, et à des surdimensionnements pour des profondeurs plus importantes.

- ***soit en fonction de la longueur de coque du bateau :***

La norme ISO 8666 préconise une longueur totale minimale de la ligne de mouillage de 5 fois la longueur de coque.
En complément, la norme sur le mouillage des navires de plaisance (J 95-017 de décembre 1992) propose une composition minimale des lignes de mouillage principales, selon le tableau ci-dessous ;

Masse du navire	Masse de l'ancre acier (kg)	Diamètre chaîne (mm)	Diamètre câblot (mm)	Longueur chaîne (m)	Nombre de ligne
P ≤ 300 kg	1,5	NA	6	NA	1
300 < P ≤ 500 kg	3,5	NA	8	NA	1
500 < P ≤ 800 kg	6	6	10	8	1
800 < P ≤ 1000 kg	8	6	10	8	1
1 < P ≤ 2 t	10	8	14	8	1
2 < P ≤ 3 t	12	8	14	2 L	1
3 < P ≤ 4,5 t	14	8	14	2 L	2
4,5 < P ≤ 8 t	16	10	18	2 L	2
8 < P ≤ 12 t	20	10	18	2 L	2
12 < P ≤ 16 t	24	12	22	2 L	2
16 < P ≤ 20 t	34	12	22	2 L	2
20 < P ≤ 30 t	40	14	24	2 L	2
P > 30 t	60	16	28	2 L	2

L = Longueur de coque

NA = Non applicable

Suivant un tableau de l'annexe 224-O.A.6 relatif aux caractéristiques des apparaux de mouillage (division 224 sur les navires de plaisance d'une longueur inférieure à 25 mètres, règlement annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 - Marine marchande), il est possible de faire correspondre le poids des navires avec les longueurs de ceux-ci, ou inversement.

Masse du navire	Longueur du navire (m)	Masse de l'ancre (kg)	Diamètre de la chaîne (mm)	Diamètre du câblot (mm)
P ≤ 1000 kg	L < 6,50	8	6	10
1 < P ≤ 2 t	6,50 ≤ L < 7,50	10	8	14
2 < P ≤ 3 t	7,50 ≤ L < 9,00	12	8	14
3 < P ≤ 4,5 t	9,00 ≤ L < 10,50	14	8	14
4,5 < P ≤ 8 t	10,50 ≤ L < 12,50	16	10	18
8 < P ≤ 12 t	12,50 ≤ L < 16,00	20	10	18
12 < P ≤ 16 t	16,00 ≤ L < 18,00	24	12	22
16 < P ≤ 20 t	18,00 ≤ L < 20,00	34	12	22
20 < P ≤ 30 t	20,00 ≤ L < 25,00	40	14	24
P > 30 t	L ≥ 25,00	60	16	28

L = Longueur de coque
NA = Non applicable

Pour les navires de plus de 3 t de masse en charge maximale, une deuxième ligne sera prévue identique à la première, à l'exception de la longueur de chaîne qui pourra n'être que de 8 m.

Il est recommandé, toutes les fois que cela est possible, de choisir une ligne de mouillage par référence à des lignes de mouillages qui donnent satisfaction dans des sites identiques et de vérifier par le calcul la pertinence des choix envisagés.

La ligne de mouillage peut être constituée de diverses façons, en sachant qu'elle peut être entièrement constituée de chaîne(s) :

- la chaîne est reliée directement à la bouée ou "coffre" :

L'inconvénient réside dans le fait que la chaîne est continuellement en mouvement, ainsi les mailles s'usent rapidement avec le frottement.
Pour empêcher la formation de paquets de chaînes consécutifs à des rotations du bateau, on incorpore un ou plusieurs émerillon dans la ligne de mouillage : même acier et de calibre égal à 1,2 fois celui de la chaîne courante

- l'association de câbles synthétiques aux lignes de mouillages :

L'utilisation de lignes plus légères peut conduire à augmenter l'évitage en imposant de majorer la longueur totale du mouillage. Des dispositions doivent être prises afin que le relevage du corps-mort proprement dit ne soit pas effectué par traction sur le câble synthétique qui, par son élasticité, emmagasine une énergie dangereuse en cas de rupture. On limitera souvent l'usage du câble synthétique à la substitution de la chaîne flottante.

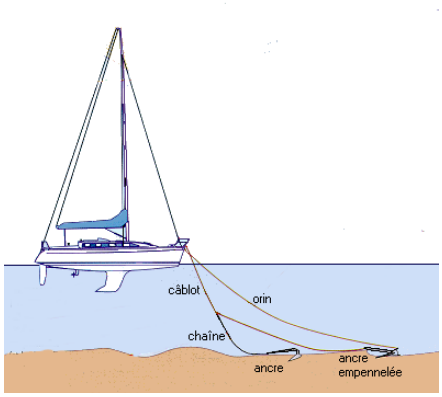
Il faut compter avec ce type de mouillage 15 à 20 bateaux à l'hectare, 40 dans les zones d'échouage où les chaînes sont moins longues.

2.2.2 - Les mouillages stabilisés sur deux points d'ancrage :

Pour ces deux types d'ancrage, la définition des longueurs de lignes de mouillage pourra s'appuyer sur celle des mouillages sur point unique, par la norme précédemment citée.

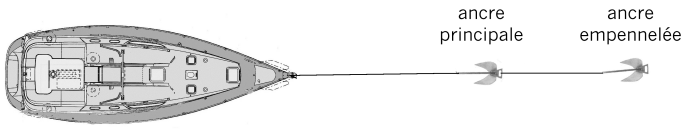
2.2.2.1 - L'empennelage : deux points d'ancrage consécutifs

L'empennelage consiste à mouiller à l'avant de l'ancre principale, une autre ancre reliée au diamant de la première par une longueur de chaîne si possible supérieure à la hauteur d'eau, ceci afin de pouvoir les remonter l'une après l'autre.



Plus légère ou de même poids, l'empennelle ou ancre d'empennelle empêche l'ancre principale de chasser.
Il est conseillé d'y gréer un orin (schéma ci-contre) afin de la remonter à l'envers et ainsi éviter le risque que l'ancre se coince sous une roche ou un obstacle quelconque, rendant impossible la remontée par la chaîne : l'orin doit être en câblot non flottant, un peu plus long que la hauteur d'eau, son extrémité libre amarrée à une bouée.

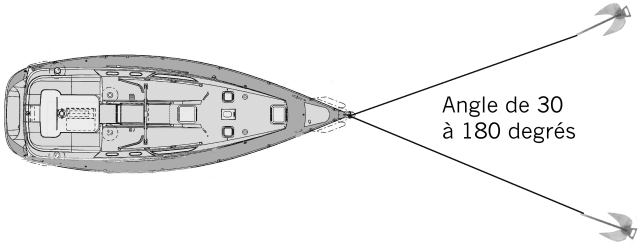
Ce système est utilisé pour stabiliser les coffres de mouillages.

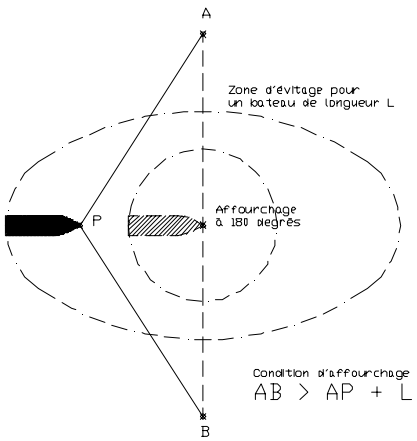


2.2.2.2 - L'affourchage : deux points d'ancrage latéraux

L'affourchage consiste à mouiller une deuxième ancre, écartée de la première par un angle de 30 à 180° pour renforcer le mouillage en cas de gros temps : l'affourchage large (ou clair) indique que les lignes des deux chaînes forment un angle droit.
L'affourchage à 180° est intéressant dans une zone soumise à des courants circulaires. Les deux ancres, mouillées par l'avant, à l'opposé l'une de l'autre, limitent la zone d'évitage à un cercle dont le rayon est à peine supérieur à la longueur du bateau. Le bateau évite alors sur place.

Dans les mouillages forains, les plaisanciers y ont souvent recours pour diminuer le champ d'évitage et avoir une meilleure tenue. En revanche, la tenue du mouillage ne s'en trouve pas nettement améliorée, car il bien rare que les deux ancres travaillent simultanément. Si le bateau chasse sur une seule ancre, il risque de continuer de chasser alternativement sur chacune des deux. Les deux ancres ne travailleront de façon égale qu'avec un vent bien dans l'axe.





Pour la méthode, il s'agit de mouiller une première ancre, puis soit battre en arrière pour mouiller la seconde (affourchage avec erre en arrière), soit en avant (affourchage avec erre en avant).

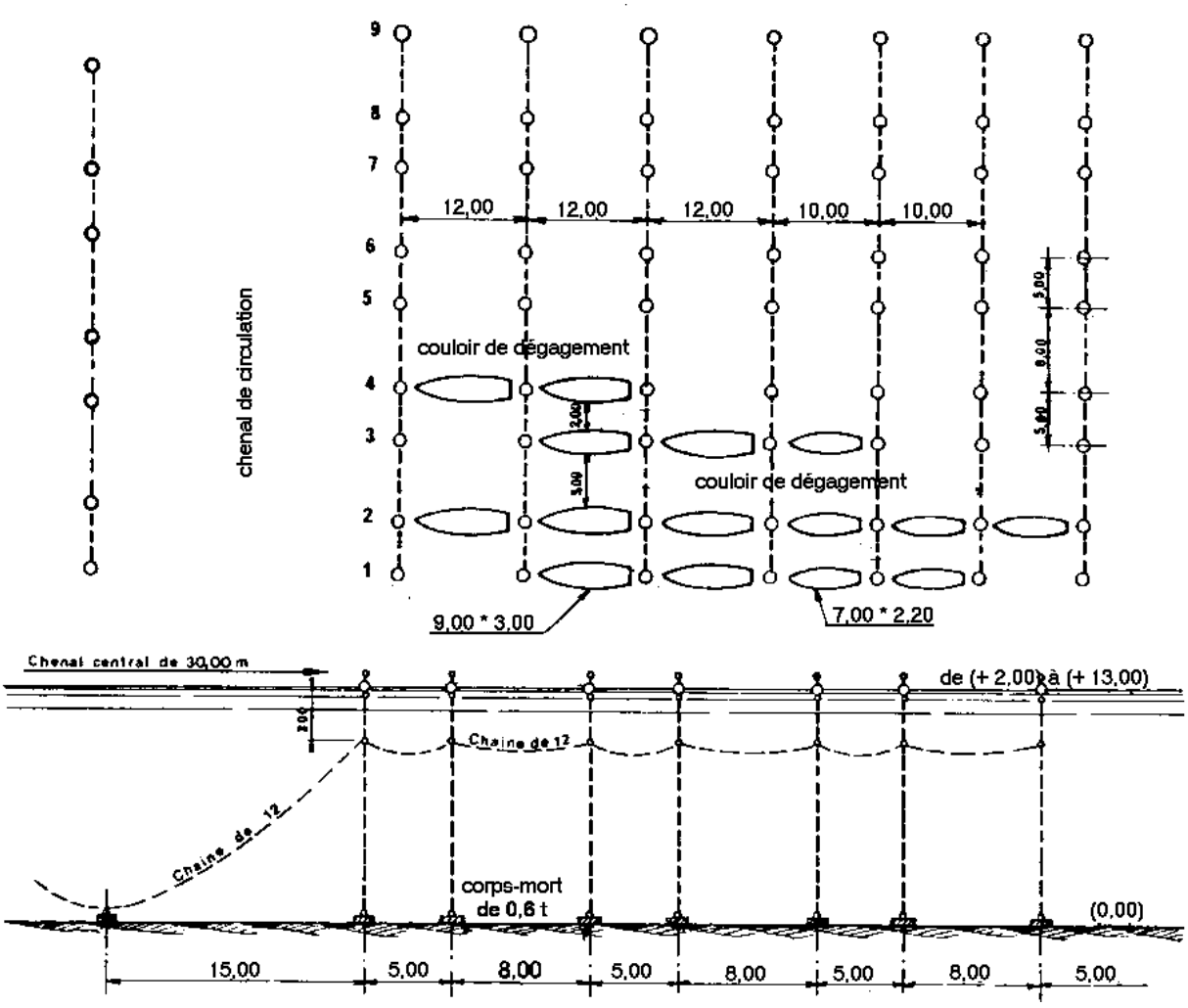
2.2.2.3 - L'embossage : deux points d'ancrage opposés

Technique d'amarrage sur coffres ou corps-mort, le mouillage par embossage consiste à amarrer le bateau à l'avant et à l'arrière afin de le maintenir dans une direction fixe et d'éviter ainsi tout mouvement de giration. L'amarrage s'effectue dans le sens du vent dominant ou du courant.

Cette méthode, pouvant être utilisée pour un mouillage unique sur deux ancres, est plus couramment vouée à organiser plusieurs mouillages sur un plan d'eau à niveau peu variable, l'aménagement étant basé sur un réseau de chaînes et de corps-morts.
Ce procédé est à déconseiller dans le cas où un fort clapot vient à la perpendiculaire des bateaux car cela entraîne une fatigue de la coque et une forte traction sur les corps morts.

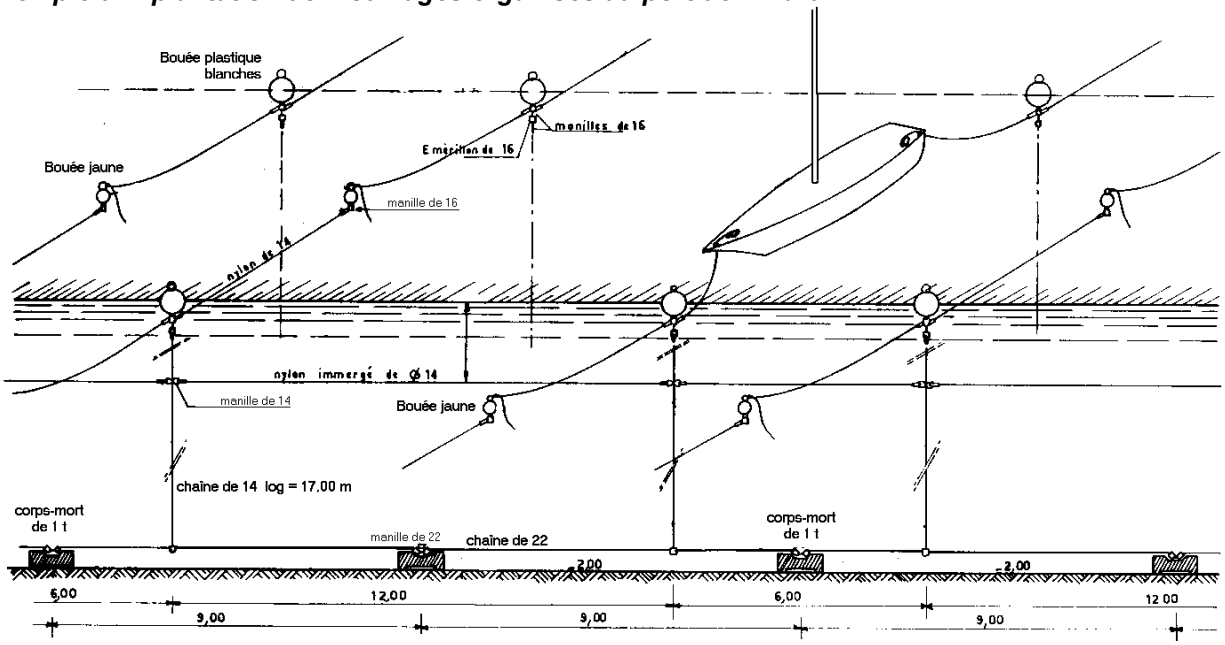
Ce principe permet de placer 70 bateaux/hect. avec une trame de 20 m, voire 100 à 150 bateaux/hect. avec une trame de 10 à 15 m, soit 4 à 5 fois plus que le mouillage à évitage.

Pour avoir une meilleure tenue, un bon alignement et moins de corps-morts, on utilise des chaînes mères de gros diamètre (∅ 22) sur lesquelles sont frappées les chaînes d'amarrage.



Mouillages dans le bassin du Paradis au port de Calais.

Exemple d'implantation de mouillages organisés au port de Dinard.



Pour diminuer la quantité de chaîne, on peut disposer les chaînes mères dans l'axe de positionnement des bateaux. Cette disposition implique également des couloirs de dégagement.

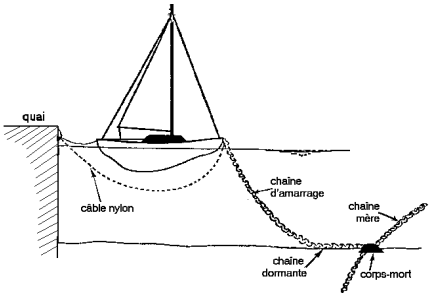
A noter que les méthodes de mise en œuvre et d'installation d'un mouillage dépendent essentiellement du type de bassin et de la qualité du fond. Elles nécessitent l'intervention soit ...

- d'un bateau baliseur pour des eaux profondes,
- d'un bateau de pêcheurs, d'ostréiculteurs,
- de plongeurs.

2	2.3 - Les techniques d'amarrage sur quai ou ponton.

2.3.1 – L'amarrage perpendiculaire au quai :

L'amarrage établi au droit de l'ouvrage d'accostage est le cas le plus fréquent dans tous les ports. En pratique, cette manœuvre d'accostage se réduit à un quart de tour, associé ou non à une marche arrière si l'on souhaite s'amarrer cul à quai.



- **Cul à quai**

Ce système dit "méditerranéen" permet d'accéder au quai directement par l'arrière du bateau.
Ce système nécessite côté quai l'utilisation d'anneaux ou de bollards et côté proue, le recours à des corps morts posés sur le fond, reliés entre eux par une chaîne mère sur laquelle sont accrochées des chaînes filles comportant une partie dormante pouvant en permanence rester posée sur le fond et une partie mobile constituant la chaîne d'amarrage proprement dite. Cet amarrage l'arrière à quai est également appelé amarrage en tableau.

- **Nez à quai :** ce type d'amarrage nécessite une fixation arrière en patte d'oie et à quai, deux amarres en oblique.

Afin d'éviter l'encombrement du chenal, la chaîne d'amarrage est reliée au quai par une pendille en nylon plombée

Bien que certains exploitants portuaires peuvent trouver les valeurs de corps-mort ci-dessous un peu légères, le tableau fournit les caractéristiques des corps-mort qui sont apparus les plus satisfaisants en fonctions des différentes tailles des bateaux de plaisance en Méditerranée.

Longueur de bateau	Largeur (m)	Diamètre chaîne mère (mm)	Diamètre pendille (mm)	Diamètre câble nylon (mm)	Masse corps-mort (t)
L < 5 m	1,75	∅ 6	∅ 16	∅ 10	1
5 < L < 6 m	2,50	∅ 6	∅ 16	∅ 10	1
6 < L < 8 m	2,75	∅ 8	∅ 20	∅ 12	1
8 < L < 10 m	3,20	∅ 8	∅ 20	∅ 12	2
10 < L < 12 m	3,75	∅ 10	∅ 26	∅ 18	2
12 < L < 18 m	4,75	∅ 10	∅ 26	∅ 18	2
18 < L < 25 m	5,75	∅ 12	∅ 30	∅ 20	3
25 < L < 35 m	6,75	∅ 14	∅ 30	∅ 24	3
L > 35 m	8,00	∅ 14	∅ 40	∅ 24	4

D'après une application du Languedoc-Roussillon, sur une longueur totale de ligne de mouillage, on peut approcher les longueurs des différentes sections comme suit :

- pour les petits bateaux ..... 2/3 *nylon* + 2/9 *chaîne d'amarrage* + 1/9 *chaîne dormante*[1]
- pour les grands bateaux..... 1/2 *nylon* + 3/8 *chaîne d'amarrage* + 1/8 *chaîne dormante*

Comme pour les voitures, l'accostage perpendiculaire est souvent adopté pour les bateaux car il permet de loger un maximum d'unités. En l'absence de tout aménagement latéral spécifique, il nécessite de mouiller une ancre avant d'atteindre le quai, l'accostage n'étant alors réalisable qu'avec un vent soufflant du point de mouillage vers le quai. Il ne reste plus alors qu'à frapper deux amarres à terre après s'être approché du quai ou du ponton.

[1] Chaîne reposant de façon quasi-permanente sur le fond.

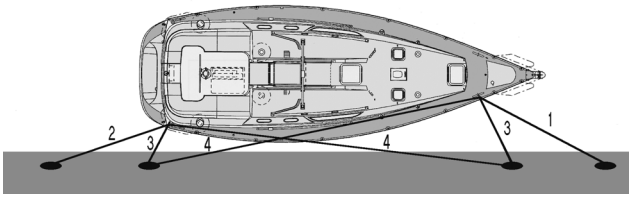
2.3.2 - L'amarrage en long, parallèle au quai :

L'amarrage en long est fréquemment utilisé dans les bassins de stationnement et d'entretien, ou encore dans la phase initiale de développement de petites installations.

La largeur de voie d'accès, lorsque les bateaux sont amarrés parallèlement au poste d'accostage, doit être égale à 1,5 fois la longueur du bateau le plus long.

Concernant les conditions d'accostage, il est relativement facile d'accoster avec un vent et un courant parallèles au quai. La situation devient plus défavorable si un vent fort souffle directement du quai. Il s'agit alors de frapper à terre deux amarres, l'une loin devant l'étrave et l'autre loin derrière l'angle arrière du bateau. Ces amarres empêchant le bateau de se déplacer le long du quai, elles sont ensuite doublées par deux traversières (amarres perpendiculaires) qui plaquent le bateau au quai.

Si la place manque pour les amarres de pointe, on les croise en inversant leurs points de fixation : elles deviennent alors des gardes. Mais cette disposition ne convient que dans un port sans marée ou sur des pontons flottants.



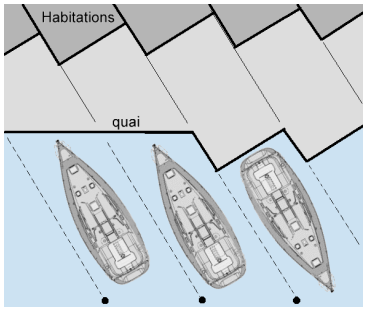
A l'avant et à l'arrière.
1 et 2 : les amarres de pointes
3 : les traversières
4 : les gardes montantes

Dans cette configuration, on adopte parfois la solution de l'amarrage à couple, et plus spécialement à la saison estivale où les ports s'apparentent, pour certains, plus à des parkings surpeuplés qu'à des escales "champêtres".

Dans une circulaire[1] de1972 du ministère de l'équipement, "*l'amarrage à couple est toléré, sauf opposition du propriétaire. Cependant, en cas de nécessité motivée par des raisons de sécurité, les autorités portuaires peuvent passer outre cette opposition"*.

2.3.3 – L'amarrage en travers ou en épi :

Ce principe d'amarrage à un angle d'environ 60° est rarement utilisé du fait de l'emprise qui est générée. Cet amarrage en épi s'adapte plus spécifiquement aux abords d'un chenal du fait de sa moindre largeur d'emprise, mais engendre, pour un même nombre de postes et vis-à-vis des stationnements au droit des quais, un linéaire de quai nécessairement plus important.



Ce type d'amarrage peut parfaitement être adapté pour établir un vis-à-vis "logement / stationnement du bateau" dans le cadre d'un complexe immobilier établi également en épi (ex. parc privé de Port-Camargue).

[1] Circulaire n°72.48 du 30 mars 1972 relative au règlement de police type applicable aux ports de plaisance.

2	2.4 – Le dessin des postes d'amarrage sur appontements.

Dans son aménagement, l'aménageur doit tenir compte des largeurs des nouveaux bateaux vendus dans le voisinage du port de plaisance en cours de construction (sinon voir catalogues et magazines spécialisés). S'il est vrai que les bateaux à voile sont généralement moins larges que les bateaux à moteur, cette différence tend aujourd'hui à s'estomper. Il n'est par ailleurs pas recommandé de retenir des largeurs de postes inférieures à celles qui correspondent aux largeurs actuelles des bateaux à moteur, car un port de plaisance qui accueille aujourd'hui essentiellement des voiliers peut demain recevoir surtout des bateaux à moteur.

2.4.1 – Le dessin des postes d'amarrage :

Les dimensions adoptées pour le plan et particulièrement pour l'écart entre les appontements dépendent d'un nombre de facteurs qui doit être évalué dans chaque cas particulier : un port soumis à des difficultés de navigation (vents, courants,...) nécessitera des surfaces de manœuvre plus grandes qu'un port abrité.
L'espacement entre des mouillages en vis-à-vis correspondant effectivement à une zone de manœuvre de bateau, la distance libre minimum suggérée est de 1,5 fois la longueur hors-tout du bateau (Lht), voire dans certains cas de 1,75 ou 2 fois Lht. Elle dépend généralement des différentes dispositions d'amarrage. On peut évaluer cette distance E entre appontements entre 3,5 et 4,2 fois la longueur des bateaux reçus [Doc. 1].

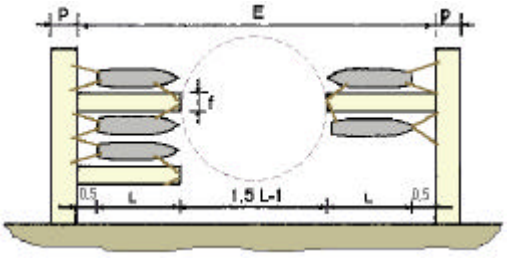
2.4.1.1 - L'amarrage sur catway en configuration postes doubles.

…avec 2 bateaux par catway

$$W=\frac{1}{4}(3{,}5.Lht+p).(2b+f+0{,}5)$$

avec
W : surface d'eau / bateau (en m²)
Lht, b : longueur et largeur du bateau (Lht = L)
E : distance entre appontements (faces internes)
p : largeur appontement
f : largeur catway

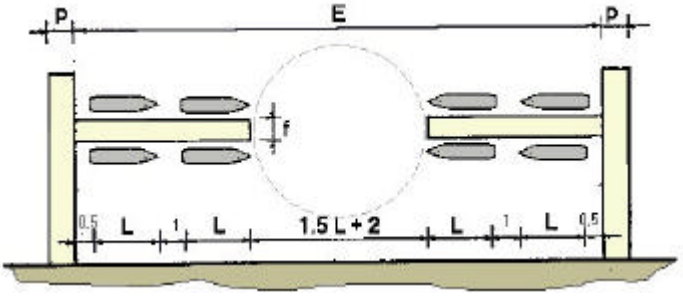
toutes les valeurs sont en mètres - réf. AIPCN



…avec 4 bateaux par catway

$$W=\frac{1}{8}(5{,}5.Lht+p+5).(3b+f+1)$$

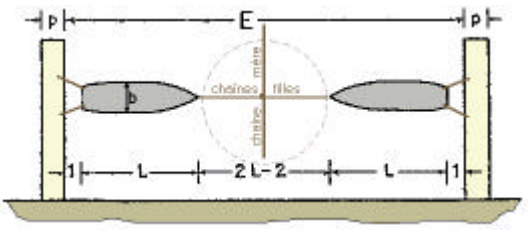
Cette disposition peut être intéressante pour de petites unités de type annexes qui côtoieraient des bateaux de longueur 2 fois plus grandes.

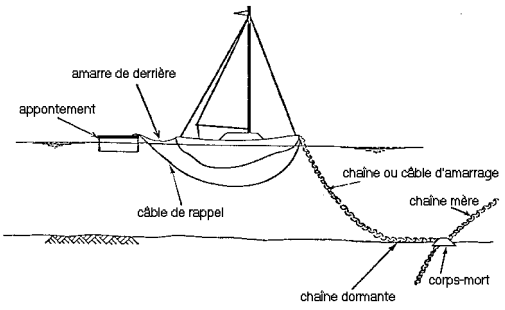


2.4.1.2 - L'amarrage sur chaînes.

$$W=\frac{1}{2}.(E+p).(b+1) \quad \text{avec } E = 4.Lht$$

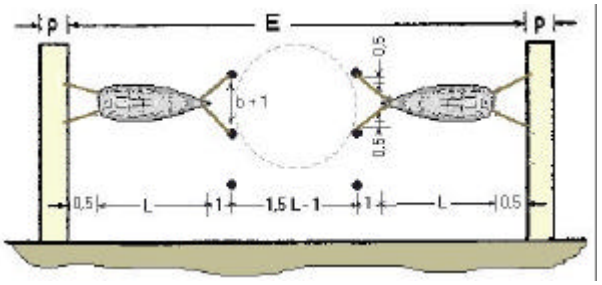
Usuel en Méditerranée mais aussi dans d'autres régions du monde, l'accostage s'effectue par l'arrière, sans présence de jetée latérale, ce qui permet l'accès direct au bateau à partir du ponton flottant.





La chaîne d'amarrage attachée à l'anneau de fond peut être reliée à une balise flottante qui de préférence doit être elle-même reliée à l'appontement par une légère chaîne de rappel.
On peut aussi relier la chaîne d'amarrage directement à l'appontement d'où le bateau pourra la prendre pour la fixer à l'étrave lors de l'amarrage.
Ce dernier système est recommandé parce qu'il évite l'usage de balises qui pourraient être encombrantes.

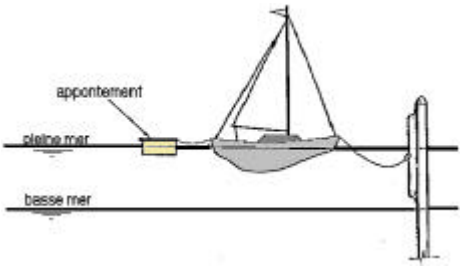
2.4.1.3 - L'amarrage sur pieux ou pilots.



Surface d'eau / bateau (en m²)

$$W=\frac{1}{2}(3,5.Lht+p+2)(b+1)$$

Ce type d'ancrage a été motivé sur la façade du Languedoc-Roussillon par le fait qu'aux USA, ce moyen d'amarrage était utilisé quasiment partout dans les années 70. D'accès plus aisé en particulier en cas de vent, le bateau en phase d'accostage peut s'appuyer sur l'un des pieux pour terminer sa manœuvre.



Sur un plan économique, les pieux sont beaucoup moins coûteux que les catways. Concernant le cas de Port-Camargue, la récupération de pieux de forage a permis d'équiper la totalité des postes des différents bassins, aussi bien le port public que la marina.

Exemple des ancrages sur pieux de Port-Camargue (données recueillies auprès du directeur technique)

- Caractéristiques approximatives des pieux d'ancrage selon les catégories de bateaux

Catégorie	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**
Longueur de bateau Lht (en m)	0 à 4,99	5 à 6,49	6,5 à 7,99	8 à 9,49	9,5 à 10,99	11 à 12,99	13 à 14,99	15 à 17,99	18 à 24
Largeur de poste (en m)	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
Diamètre des pieux d'ancrage (en mm)	130	140	160	170	200	240	300	400	
Epaisseur (en mm)	pieux de 10 mm minimum								
Longueur des pieux (en m)	10 à12 m de long *pour 3 m d'eau et environ 5 m de longueur de battage*								

- Comparaison entre les résultats apportés par la formule et une certaine réalité, celle de Port-Camargue :

Surface d'eau / bateau selon la formule ci-dessus (en m²)									
avec longueur maxi des catégories (Lht), largeurs de poste (b+1) et de ponton (p=2m)	26,8	40,1	55,9	74,4	95,5	123,7	155,3	200,9	308,0
	soit **120 m² / bateau** en moyenne								
Surface d'eau réelle / bateau (en m²)									
le port public (sans avant-port)	2 105 postes pour 78 929 m² de bassin d'escale et 185 324 m² de bassin d'hivernage								125,5 m²/bat
et la marina	2 242 postes pour 284 736 m² de plan d'eau								127,0 m²/bat
	soit **126 m² / bateau** en moyenne								

La définition de la surface d'eau par bateau tient compte principalement du poste mais aussi des accès à celui-ci. A Port-Camargue, de par le dessin de la marina et des grandes largeurs des chenaux intérieurs, il n'est pas étonnant par conséquent d'observer des surfaces de plan d'eau plus importantes.

Pour information, les pieux de forage utilisés en tant que système d'ancrage à Port-Camargue sont en acier N80, avec une durée de vie de l'ordre de 15 à 20 ans.
En Méditerranée, la corrosion se produit principalement dans la zone de marnage et la corrosion bactérienne au niveau du sol est insignifiante.
La technique d'entretien et de réparation consiste à peindre la partie du pieux dépassant de l'eau et toute la zone de marnage par un système de peinture contre la corrosion (certifié ACQPA ou équivalent).

En fonction des conditions météorologiques, des bateaux s'appuient sur les pieux, mais des gaines en PVC recouvrant ces derniers protégent alors les coques, tout en offrant un meilleur aspect esthétique.

Gainage d'un pieu d'ancrage de ponton.

⇨ La comparaison de ces différents aménagements, pour une même catégorie de bateau et avec une structure d'appontement identique, montre que les postes avec un catway pour 2 bateaux engendrent une consommation plus faible en surface moyenne par poste. De plus, les plaisanciers les préfèrent généralement du fait de leur facilité d'accès, c'est pourquoi la majorité des ports ont adopté cette technique d'amarrage.

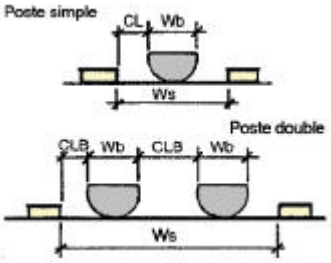
2.4.2 - Les espaces libres dans l'aménagement des postes [Doc. 7] :

Pour déterminer la largeur d'un poste, on peut soit établir la gamme de largeurs des bateaux qui y seront accueillis, soit retenir une largeur dominante ou maximale et y ajouter une distance libre. La valeur ainsi obtenue est ensuite habituellement adaptée aux dimensions nominales des fabricants de postes.

Cette distance libre, entre le catway et le bateau en poste, est l'espace qui permet la manœuvre du bateau entrant avec ses éventuels équipements d'accostage/amarrage tels que lisses, boudins ou autres défenses. Elle peut être réduite par la mise en place de pieux de partage dans les postes doubles.

Ne pas oublier par ailleurs que les grands bateaux exigent plus d'espace libre que les petits.

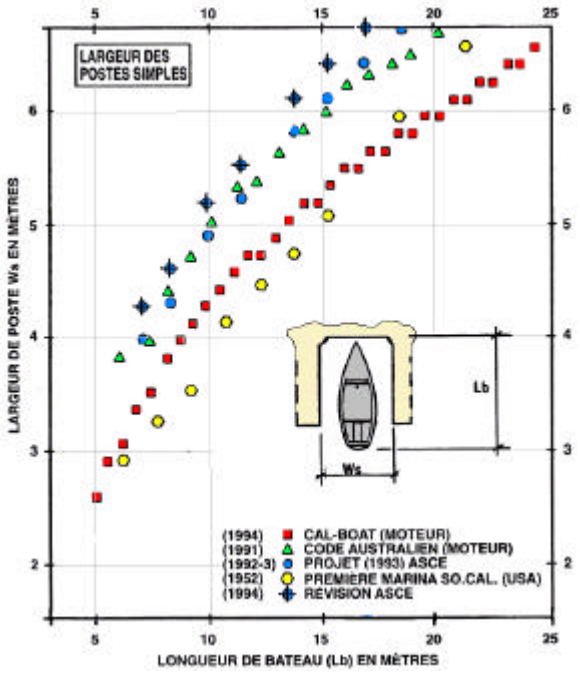
Dans la pratique, l'ASCE propose de faire varier la largeur des postes simples ou doubles également en fonction de l'habileté avec laquelle ces bateaux sont manœuvrés dans les conditions ambiantes de vent, de courant, de houle et de marée.



Pour information, les postes simples, où l'accostage s'effectue au milieu de deux catways, sont plus courant en Amérique et en Australie.

Espaces libres selon le type de postes.

Source	Longueur du bateau L (en m)	Poste simple CL (en m)	Poste double CLB (en m)
CAL-BOAT USA	*toutes dimensions*	0,30	0,41
AUSTRALIE	*toutes dimensions*	0,50	0,33
ASCE (USA)	jusque… 7,3	0,46	0,41
	9,7	0,60	0,51
	12,2	0,76	0,61
	15,2	0,91	0,71
	24,3	1,06	0,81

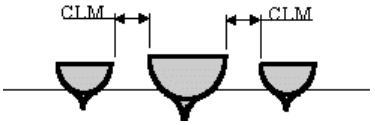


La figure ci-contre met en relation diverses largeurs de postes simples (Ws) caractéristiques et les longueurs de bateaux à moteurs (Lb) correspondantes.

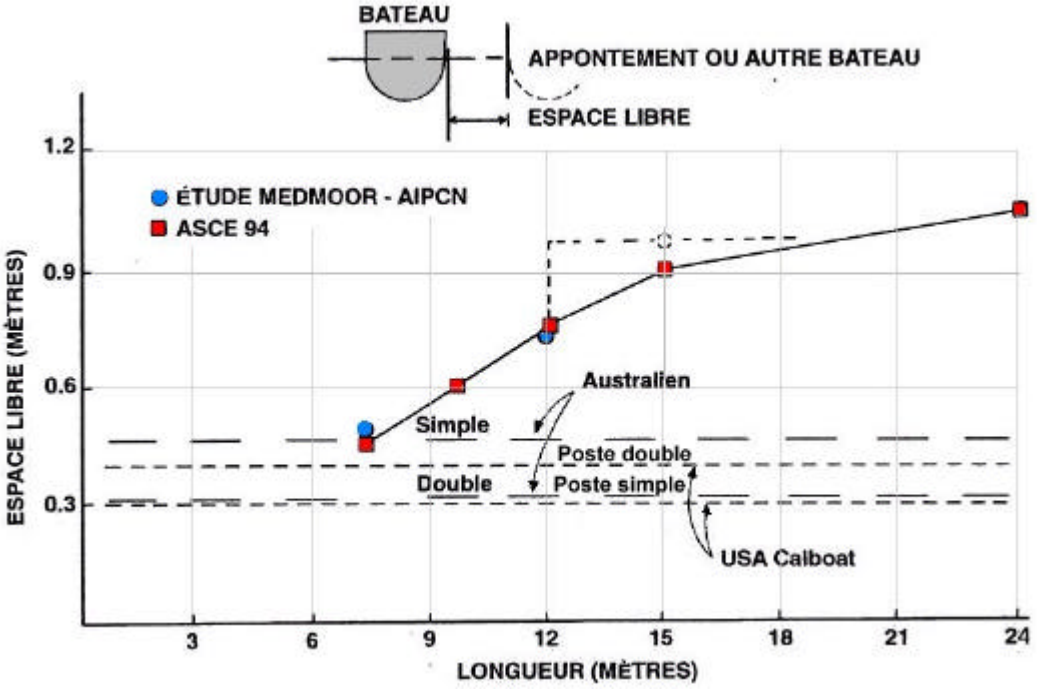
Les données relatives aux marinas plus anciennes et les rapports de la norme californienne (CAL-BOAT) suggèrent des largeurs plus faibles que celles des normes australienne et ASCE plus récentes.

Lorsque les bateaux ne peuvent s'appuyer sur des catways, c'est-à-dire dans les dispositifs de type méditerranéen (MED-MOOR), le dégagement latéral minimum CLM, qui représente l'espace libre laissé entre des bateaux amarrés, suggéré de chaque côté du bateau pour les opérations d'amarrage, est de :

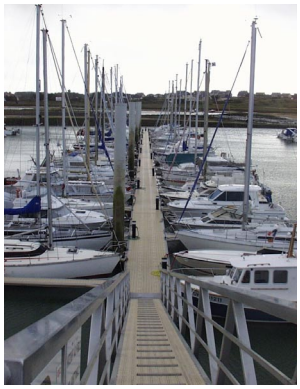
pour Lht < 7,5m..... 0,50 m *(seuil limité à 0,25 m dans les ports français)*
pour 7,5 < Lht < 12 m ..... 0,75 m
pour 12 < Lht < 18 m ..... 1,00 m



La figure ci-dessous schématise les normes applicables à l'espacement des bateaux, lequel est constant dans les normes australiennes et californienne, alors qu'il croît avec la longueur des bateaux dans la norme ASCE 94 et le recensement des dispositifs de type méditerranéen de l'AIPCN, en raison sans doute du plus grand rayon de braquage qu'exige la manœuvre des bateaux plus longs.



2	2.5 - Les appontements



Dans de nombreux ports de plaisance, le mouillage des bateaux est organisé suivant divers systèmes d'appontements ou pannes qui…

- règlent la disposition des bateaux dans le bassin,
- créent des postes de mouillage individuels,
- permettent les allées et venues entre la terre et les postes.

Selon la zone géographique, ces systèmes peuvent être installés dans des bassins accusant des variations du niveau de plan d'eau de l'ordre de 13 m maximum. Sous faible marnage et avec des conditions favorables, les appontements peuvent être fixes, mais même dans cette situation, les appontements flottants sont généralement préférés comme c'est le cas sur le littoral Méditerranéen.

2.5.1 – La géométrie des appontements [Doc. 7]:

Les séries d'appontements doivent tenir compte avant tout des sollicitations extérieures et être aménagées perpendiculairement aux directions de vents et/ou de houles dominants.

Concernant la largeur de passage des appontements, elle doit être comprise comme celle permettant la circulation effective des piétons. Elle exclue les zones occupées par les poteaux indicateurs, les bouches d'incendie, les diverses bornes d'alimentation, l'empiètement des beauprés (petit mât oblique placé sur l'avant de certains bateaux), etc. Tous ces obstacles au passage doivent être pris en compte dès le départ dans la conception d'ensemble.

On peut comparer les largeurs recommandées par quatre normes internationales :

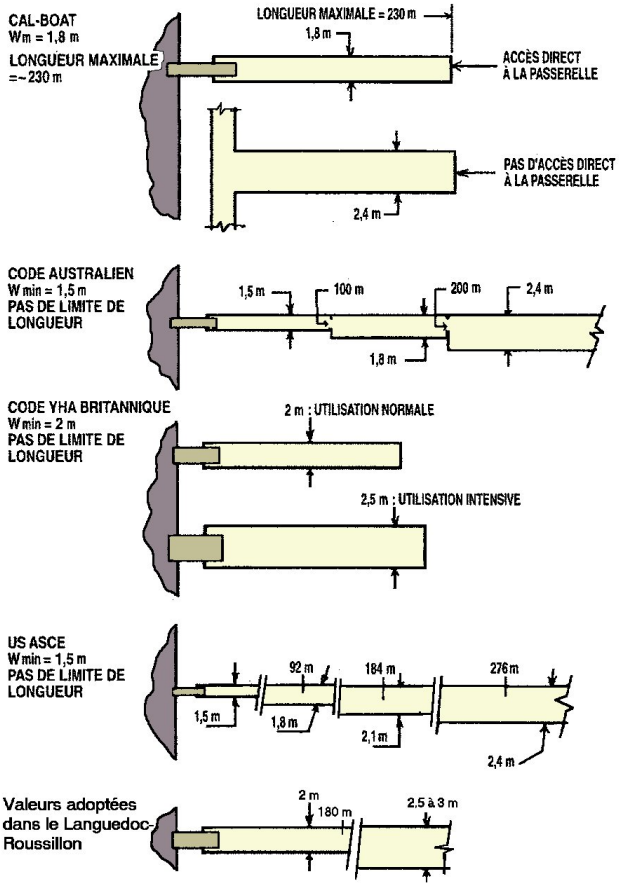
La norme californienne considère comme inconfortable pour les usagers une longueur de passage supérieure à 230 m. Pour les passages situés sur les limites du bassin, la largeur est fixé à 2,4 m lorsqu'ils desservent des passages principaux non dotés d'accès individuels directs aux passerelles, autrement elle indique une largeur de 1,8 m.

Cet ordre de grandeur est comparable à celui que proposent les normes australienne et américaine (ASCE[1]) qui, par contre, font varier cette largeur en fonction de la longueur du passage, trois longueur étant spécifiquement considérées par l'ASCE, soit 92 m, 184 m et 276 m.

La norme britannique, qui n'indique pas de longueur limite, dimensionne la largeur en fonction du niveau d'utilisation, soit de 2 m à 2,5 m pour une utilisation intensive.

Sur le littoral du Languedoc-Roussillon, les largeurs utiles (c'est-à-dire dégagée de tout obstacle) suivantes sont adoptées pour la zone de circulation :

- 2 m pour les appontements jusqu'à 180 m,
- 2,5 au-delà de 180 m, voire 3 m dans certains cas.



L'AIPCN, dans un rapport de 1976 [Doc. 1], adopte la largeur des passages dans les établissements publics comme les théâtres ou les écoles, soit 1 m majorée de 0,70 m par centaine ou fraction de centaine d'usagers.

[1] American Society of Civil Engineers

En outre, pour les appontements de longueur inférieure à 100 m, le nombre de postes est au maximum de 80 avec environ 2 usagers par poste. Etant pratiquement exclu que le nombre d'usagers simultanés sur l'appontement dépasse la centaine, une largeur circulable de 1,70 m permettant le simple croisement dans de très bonnes conditions serait ainsi suffisante.
Quant, en revanche, la longueur de l'appontement doit excéder 100 m et s'approcher de 200 m, il est souhaitable de prévoir une largeur d'au moins 2,40 m.

2.5.2 - Le franc-bord des appontements :

Le franc-bord est le niveau du ponton "lège" au-dessus du niveau de l'eau. Il est fonction de la catégorie de bateaux utilisant l'appontement, donc adapté à un usage spécifique :

- ponton réservé à l'aviron : franc-bord de 0,20 m ;
- ponton destiné aux Pédalos, petites embarcations, etc. : franc-bord de 0,30 / 0,35 m ;
- ponton pour les embarquements sur des navires plus importants : franc-bord de 0,80 m.

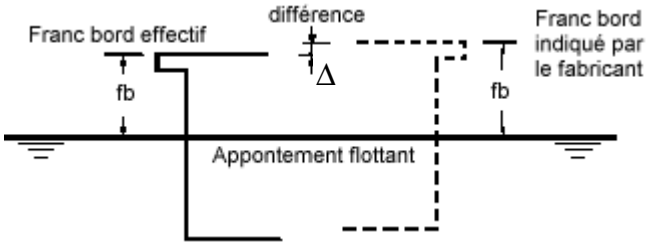
En règle générale, le franc-bord se situe aux alentours de 0,5 m pour les pontons de plaisance.

A noter qu'il est plus facile, pour une personne qui n'a pas l'habitude d'embarquer, de "monter" dans un bateau que d'y "descendre". En conséquence, le franc-bord du ponton sera de préférence inférieure à celui de l'embarcation.
De plus, les faces latérales de l'appontement devront descendre assez bas pour pouvoir s'opposer à l'engagement des bateaux sous l'ouvrage.

Les valeurs de franc-bord sont parfois recommandés en fonction de la taille du bateau [Doc. 1]:

Longueur **Lht**	Lht ≤ 8 m	8 < Lht < 15 m	15 < Lht < 25 m	Lht ≥ 25 m
Franc-bord **fb**	0,60 m	0,80 m	1,00 m	> 1,20 m

Dans un rapport de l'AIPCN [Doc. 7], les critères de l'ASCE fixent un franc-bord minimum de 0,15 m entre le pied du bâti de l'appontement et la surface de l'eau, mais cette distance doit s'accroître dans les régions soumises à l'action persistante de la houle et des embruns.
De plus, ces critères imposent le respect initial, dans une marge de tolérance de 25 mm, du franc-bord indiqué sur les plans approuvés du fabricant et la limitation de la perte de franc-bord par rapport à cette valeur à 25 mm dans l'année qui suit l'installation et à 50 mm cinq ans après (cf. figure ci dessous).



Δ = Différence absolue entre le franc-bord effectif et celui du fabricant
Δ_0 = à la réception des travaux
Δ_1 = 1 an après réception
Δ_5 = 5 ans après réception

Norme ASCE 1994

$\Delta_0 \leq 25$ mm
$\Delta_1 - \Delta_0 \leq 25$ mm
$\Delta_5 - \Delta_0 \leq 50$ mm

Une norme californienne CAL-BOAT exige un franc-bord d'appontement flottant en conditions de charges statiques compris entre 0,35 et 0,50 m à partir de la face supérieure de l'appontement.

2.5.3 – Les équipement des appontements :

2.5.3.1 - Les défenses d'accostage et pare-battage :

Un navire approche d'un ouvrage d'accostage avec une certaine vitesse qui lui confère une énergie cinétique. L'accostage s'effectue donc avec un choc qui impose des efforts plus ou moins violents aux ouvrages.
D'une façon générale, on ne peut que recommander l'interposition de défenses permettant d'absorber une part aussi grande que possible, sinon la totalité de l'énergie de choc.

Pour assurer une protection complémentaire de la coque de leur bateau, les plaisanciers peuvent installer des bouées latéralement et/ou dans l'axe du bateau, certaines d'entre-elles sont même adaptables sur le profilé de rive, en superposition de la première défense.

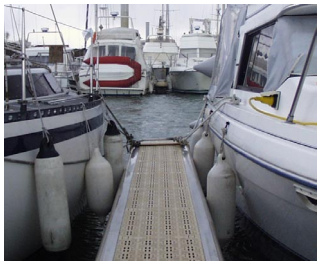
Ces défenses peuvent utiliser divers matériaux :

- le bois exotique, généralement du même type que le platelage,
- les thermoplastiques (ex. le polyéthylène basse densité PEbd) de couleur noir ou sable,
- le caoutchouc élastomère.

Toutefois, on peut très bien admettre que ce rôle de protection réciproque soit assuré par des défenses mobiles appartenant au bateau. Plus couramment appelés des **pare-battages**, ces protections suspendues sur les flancs du bateau sont destinées à éviter que les navires ne battent (cognent) contre un ouvrage ou un autre navire.

Ils le préservent également du ragage, frottement susceptible de provoquer l'usure ou la détérioration d'un filin qui appuie fortement sur un angle, une aspérité ou une surface abrasive.

Ces pare-battages gonflés sont soit traversés par un cordage, soit fixés à un œil ou anneau renforcé. Ils interviennent dans l'évaluation de l'espace défini entre le bateau et le catway délimitant le poste d'accostage.



2.5.3.2 – Les flotteurs :

Les flotteurs ont pour rôle principal d'assurer la flottabilité du ponton sous les contraintes de charges imposées. Le nombre de flotteurs dépend des valeurs de franc-bords souhaités par le prescripteur, mais également de leurs dimensions : un nombre trop important peut limiter l'écoulement de l'eau sous le flotteur et offrir par la même occasion une plus grande prise au vent.

Les flotteurs peuvent être positionnés soit transversalement au ponton, prenant ainsi toute la largeur de la panne, soit longitudinalement sous la forme d'un catamaran pour augmenter la stabilité. Ils sont généralement fabriqués en aluminium ou en matière plastique.

Les **flotteurs en aluminium** sont réalisés à l'aide de tôles d'aluminium pliées et soudées, d'épaisseur 2 à 3 mm.
Leur inconvénient provient des problèmes de corrosion par l'eau de mer et la proximité des parties métalliques des bateaux (coques, arbres et hélices). En effet, si un courant électrique s'établit entre des métaux de potentiel électrochimique différent et en contact mécanique, il se crée un couple galvanique dans lequel les éléments constitués du métal au plus bas potentiel (zinc ou aluminium) se trouvent attaqués.

Les **flotteurs plastiques** peuvent être fabriqués suivant différentes méthodes :

- les flotteurs rotomoulés réalisés en polyéthylène haute densité,
- les flotteurs en stratifié polyester, composé d'un mât (fibre de verre), lié par de la résine à un rowing (tissu de verre) et un gelcoat.
- Les flotteurs en tube de polychlorure de vinyle (PVC)

Malgré l'absence de problème de corrosion, leur étanchéité et leur résistance aux chocs sont moins bonnes que celles des flotteurs aluminium : il s'agit alors d'utiliser un composite polyester renforcé et dont la composition comprend 2 couches de mât encadrant un rowing, et un gelcoat en couche extérieure du flotteur.
Le remplissage des flotteurs s'effectue principalement avec les mousses que sont le polystyrène expansé (PS) enveloppé d'un film polyane, ou le polyuréthane expansé (PUR) à cellules fermées.

2.5.3.3 – Les platelages :

Le platelage représente le revêtement de la partie supérieure de l'appontement. Devant la diversité des matériaux pouvant constituer un platelage, on évitera surtout les matériaux glissants ou susceptibles de brûler ou de blesser les pieds nus.

Les platelages de pontons peuvent être réalisés avec des **dalles de béton**, mais certains exploitants portuaires envisagent parfois leur remplacement par des matériaux plus nobles, comme le bois (ex. ponton fixe n°9 à Port-Leucate).

Le bois, matériau généralement utilisé pour des considérations esthétiques, doit avoir d'excellentes qualités de conservation aux intempéries, à l'eau de mer et aux tarets, et de bonnes résistances mécaniques.

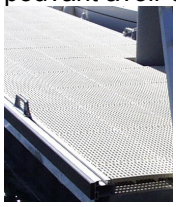
Il réclame donc beaucoup de maintenance car, avec le temps, il est soumis à diverses dégradations (gauchissement, échardonnage, putrescence,…).
Les bois exotiques, de nature imputrescible, ne reçoivent aucun traitement, de même que le chêne naturel de nos forêts européennes. Le pin douglas, après traitement en autoclave, peut également être employé pour les platelages mais plutôt en atmosphère non saline.
Les essences les plus couramment employées sont essentiellement des bois africains, les bois sud-américain étant nettement plus chers :

Nom commun	Autre(s) nom(s)	Origine	Densité à 12% d'humidité (kg/m^3)	Texture	Observations
Azobé	Ekki, Bongossi	Côte-d'Ivoire, Cameroun, Gabon	950 - **1060** - 1100		Très résistant, il convient pour les travaux maritimes.
Iroko	Kambala	Côte-d'Ivoire, Cameroun, Gabon, Congo	630 - **650** - 670		Excellent bois de marine, faible résistance aux chocs.
Movingui	Ayan	Cameroun	690 - **710** - 740		Utilisé pour la construction navale, bonne résistance aux chocs.
Bilinga	Badi, Opepe	Côte-d'Ivoire, Cameroun, Ghana, Nigeria, Gabon	740 - **750** - 780		Excellent pour les installations portuaires, mais cassant aux chocs.
Balau	Bangkiraï	Malaisie, Indonésie	700 - **930** - 1150		

Densité d'après la norme NF EN 350-2 sur la Durabilité naturelle du bois massif (juillet 1994)

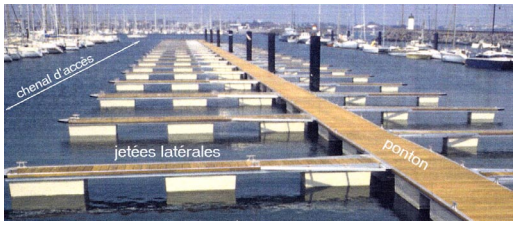
Pour son côté esthétique, certains exploitants utilisent le bois comme défense d'accostage sur les appontements. Or, le bois n'absorbe pas réellement les chocs et n'a en fait qu'un rôle d'habillage.
Avant la livraison même du platelage, il est parfois important de faire contrôler la qualité du bois. Pour cela, une expertise peut être demandée par le fabricant du matériel auprès de son fournisseur de bois.

Avec les années, **les plastiques et les composites** sont devenus pratiquement les seuls utilisés pour la fabrication des bateaux. Aujourd'hui ils apparaissent dans la conception des platelages par le biais de caillebotis en polypropylène (PP), de plate-forme en fibre de verre ou de plaques en plastique recyclé pouvant avoir une apparence similaire à celle des platelages bois.

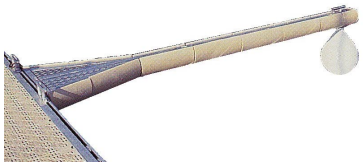


Ces matériaux ont d'intéressantes propriétés comme la non-conductivité, la résistance à la corrosion,…et présentent des choix de texture (surface antidérapante) et des couleurs multiples parfois incorporées au stade de la stratification afin d'éviter l'application d'une peinture.

2	2.6 - Les catways et bras d'amarrage.



Le catway, ou plus généralement la jetée latérale de l'appontement, est le plus souvent un ouvrage flottant apportant un confort d'accès aux passagers par le côté du bateau tout en servant d'ouvrage d'amarrage. La largeur du postes s'en trouve alors réduit.
On associe généralement un catway par unité de plaisance, la présence de deux catways de part et d'autre du bateau entraînant des frais superflus.



Le "bras d'amarrage" est un cousin du catway à l'exception près que, de par sa conception plus simple, le plaisancier ne trouve son utilité que dans l'amarrage du bateau à son extrémité. Généralement, il est impossible de circuler sur ce type de structure étroite, mais certains permettent parfois le cheminement d'un plaisancier.
Cette solution plus économique que le catway n'a d'intérêt que pour diminuer le coût de l'emplacement.
Coté géométrie, les dimensions ne dépassent généralement pas les 6 m de long et 0,30 m en largeur.

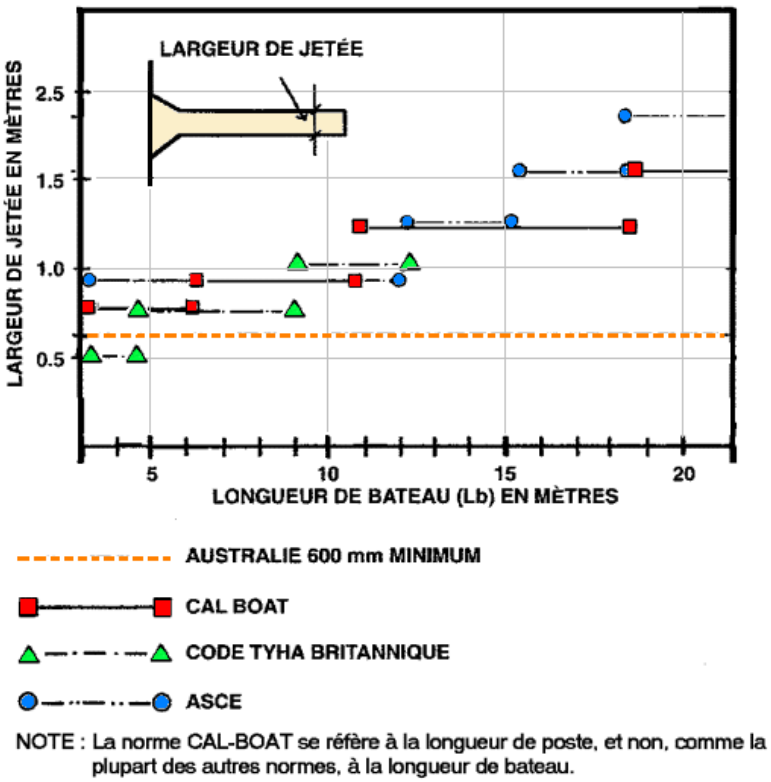
Les flotteurs participant à la flottabilité et le platelage du catway sont généralement de même nature que ceux équipant le ponton principal.

2.6.1 – La géométrie des jetées latérales [Doc. 7]:

La figure ci-contre met en évidence l'accroissement des largeurs de jetée latérale avec la taille des bateaux.

Outre la nécessité d'assurer la stabilité verticale et horizontale de l'ouvrage et l'aisance du passage sur celui-ci, le choix de cette largeur peut également être dicté par des facteurs de sous-pression ou d'efforts d'amarrage. La stabilité des ouvrages flottants exige parfois des largeurs supérieures à celles des appontements fixes.

Malgré une certaine dispersion, un regroupement des largeurs peut être constaté, pour les postes de 12 à 15 m, autour de 1,2 m, et pour les postes de 9 à 11 m, autour de 0,9 m.
La norme ASCE suggère en outre 1,8 m pour les postes de plus de 18 m (même si les largeurs de jetées des marinas de la côte ouest des USA ne dépassent pas 1,5 m pour des longueurs de postes pouvant atteindre 27 m).



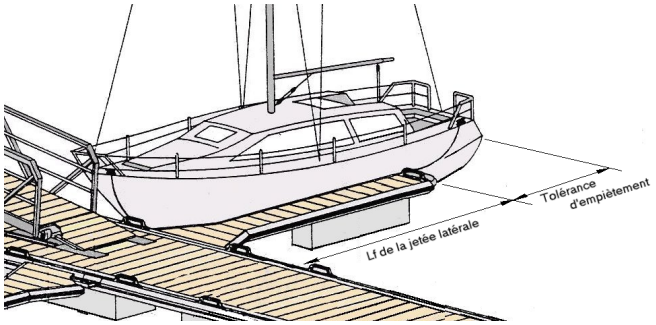
NOTE : La norme CAL-BOAT se réfère à la longueur de poste, et non, comme la plupart des autres normes, à la longueur de bateau.

C'est dans les valeurs minimales, de 0,5 à 1 m, que les normes varient le plus.

Lorsque des accès spéciaux pour personnes handicapées doivent être prévus, tous les passages, y compris donc les jetées latérales, doivent avoir une largeur minimale de1,5 m.

2.6.2 - L'empiétement du bateau sur le chenal intérieur d'accès [Doc. 7]:

Les bateaux peuvent parfois empiéter sur les chenaux intérieurs d'accès aux emplacements. On identifie généralement cet empiétement par un rapport entre la longueur de jetée latérale Lf et la longueur du plus grand bateau que le poste peut réglementairement accueillir.



Quand cet empiétement est relativement limité (15 % de la longueur de la jetée selon estimations), on considère généralement que la longueur nominale du poste est équivalente à celle du catway.

On attribue essentiellement à cet organe d'amarrage latéral un rôle de séparation entre postes, n'offrant latéralement qu'un accès limité en distance sur les bateaux au mouillage. Dans ce cas, la longueur de cet empiétement est de l'ordre de 1/3, 1/2 ou 2/3 de celle du poste.

La tableau ci-dessous, relatant des exemples de normes d'empiétement, présente des rapports d'empiétement sur la longueur de bateau variant de 0,11 à 0,25.

	Lf / L max bateau	Empiétement en proportion de la longueur L du bateau	Valeur de l'empiétement
AUSTRALIE	0,8	*0,20.L*	
ROYAUME - UNI			
Longueur de bateau			
jusque 10 m	3/4	*0,25.L*	
de 10 à 15 m	7/8	*0,125.L*	
plus de 15 m	1	0	
ASCE	il est noté que Lf/L peut être 1/3, 1/2 ou 2/3, mais également suggéré que l'économie sur la longueur de poste "ne justifie peut-être pas la réduction de sécurité par rapport à des jetées intégrales"		
abSO CAL (USA) MARINA			
1 – Avec une largeur de voie d'accès = 2 Lf			
L = 20 à 45 ft	*0,75 à 0,89*	*0,11* à 0,25.L	1,5 m
L = 50 à 80 ft	*0,80* à 0,88	*0,12* à 0,20.L	3 m
2 - Site plus exposé. vents traversiers, postes doubles, une largeur de voie d'accès = 1,75 Lf	empiétement non autorisé		0

1 foot (ft) = 0,304 79 mètre (m)

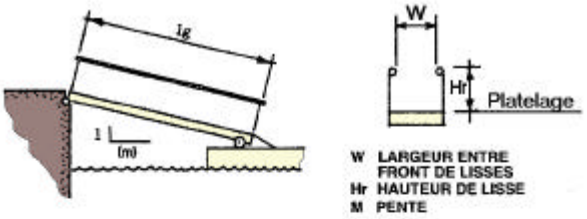
Attention *: Les valeurs de ce tableau indiquées en italique ont été rectifiées par rapport au document source.*

2	2.7 - Les passerelles d'accès.

De nos jours, les échelles ne conviennent plus du fait que le plaisancier est presque toujours un homme chargé, et qu'elles sont très peu sécurisées.
L'intérêt des aménageurs s'est donc porté sur les passerelles, ces structures à pente variable établissant l'accès piétonnier entre une infrastructure fixe et une structure flottante, en l'occurrence les appontements.

Pour définir les caractéristiques des passerelles, il faut tenir compte du niveau de marnage, ainsi que de la géométrie de l'ouvrage bordant le bassin concerné.

2.7.1- La géométrie des passerelles (Doc. 7] :



CODE / NORME	PENTE MAX (m)	LARGEUR LIBRE DE PASSERELLE		HAUTEUR DE LA LISSE SUPÉRIEURE
		RECOMMANDÉE	MINIMALE	
CAL-BOATS EAUX CÔTIÈRES AU-DESSUS DE NMPBM PENTE MAX. SOUS NMPBM	3 2,5	1,2 m	1,1 m	1,1 m
EAUX INTÉRIEURES 90% DU TEMPS PAS PLUS DE 10%	3 2,5	*	*	1,15 m
AUSTRALIE MARINA NORMALE MOINS DE 20 BAT. Lg ≤ 15 m Lg ≥ 15 m	4 2,7	1,2 m	0,7 m	
ROYAUME-UNI	4			
US ASCE "LE PLUS SOUVENT" "QUELQUES FOIS L'AN" Lg ≤ 9,1 m Lg > 9,1 m	4 3		0,9 m 1,2 m	
US - ADA (NORMES MOINS VALIDES) L max = 9,1 m	12			1,1 m + LISSE INTER-MÉDIAIRE

Les largeurs minimales et les pentes maximales des passerelles sont généralement prescrites dans les normes de conception des appontements. Mais à ce jour, aucune norme ou réglementation concernant spécifiquement ce type de structure maritime n'est applicable sur le territoire français.

Aux Etats-Unis, une révision est actuellement en cours pour les adapter à la législation relative à l'accès des personnes handicapées aux infrastructures tant publiques que privées. Les directives provisoires, publiées dans ce cadre, prévoient pour les passerelles de ports de plaisance une pente maximale de 12 m sur 1 verticalement, une distance maximale de 9 m entre paliers et une largeur de 0,9 m entre garde-fous.

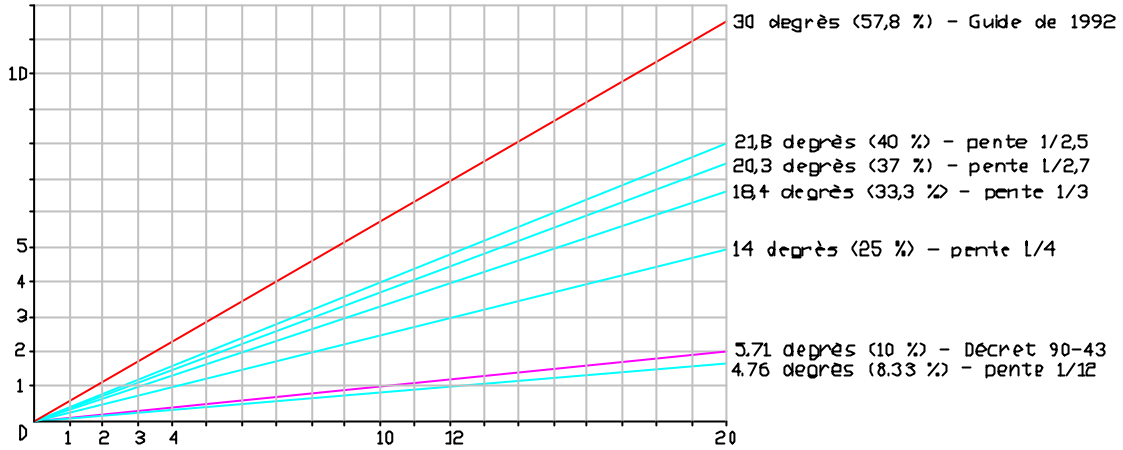
Le tableau ci-contre synthétise les prescriptions applicables aux accès non aménagés spécialement pour les personnes handicapées. On observe que la pente maximale varie avec la durée des épisodes de basses eaux et, dans d'autres cas, avec la longueur de la passerelle.

Comparé à cela, le "guide de conception des pontons de plaisance" [Doc.11] recommande dans les mer à marée, un angle inférieur à 30° entre les passerelles et la surface du plan d'eau. Cette pente peut paraître surdimensionnée mais par grand marnage, elle reste pratiquement incontournable pour les plaisanciers, interdfisant dans ce cas l'accès à tout autre public.
Dans le cadre des règles de sécurité annexées à un décret de 1990 [Tex. 3] et applicables aux bateaux en stationnement sur les eaux intérieures et recevant du public, les pentes de passerelles d'accès à la rive sont au plus égales à 10 % admettant, à titre exceptionnel après avis d'une commission de sécurité, une tolérance de 5 % supplémentaire.

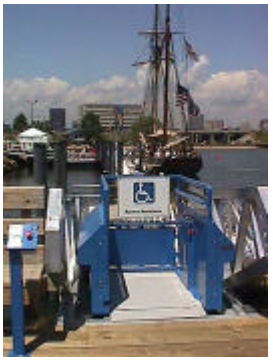
Concernant la largeur de passerelle, elle va de 0,7 m lorsqu'elle dessert moins de 20 bateaux (Australie) à 1,2 m, qui semble être la valeur la plus souvent recommandée.
Pour information, dans les installations ouvertes au public (ERP) et d'après un arrêté de 1994 [Tex. 4], "*…la largeur minimum du cheminement doit être de 1,40 m ; elle peut toutefois être réduite à 1,20 m lorsqu'il n'y a aucun mur de part et d'autre du cheminement."*

Pour permettre une circulation plus facile lorsque la pente atteint 20 à 30% à marée basse, des lattes doivent être fixées transversalement au platelage. Ces cales-pied peuvent occuper une partie voire toute la largeur de la passerelle, le premier cas permettant aux fauteuils roulant d'y accéder à condition que l'inclinaison de la pente reste faible.

Tableau récapitulatif des différentes pentes maxi précitées :
(les droites de couleur magenta sont issues des valeurs de la page précédente)



- Nouveau concept de passerelle :



En juin 1998, la société canadienne Marina Accessibility Products a installé sur le port de "Friday Harbor Marina" sur l'île de San Juan aux Etats Unis le premier concept de transport incliné, combinant passerelle et ascenseur, appelé "Ramp Rider".

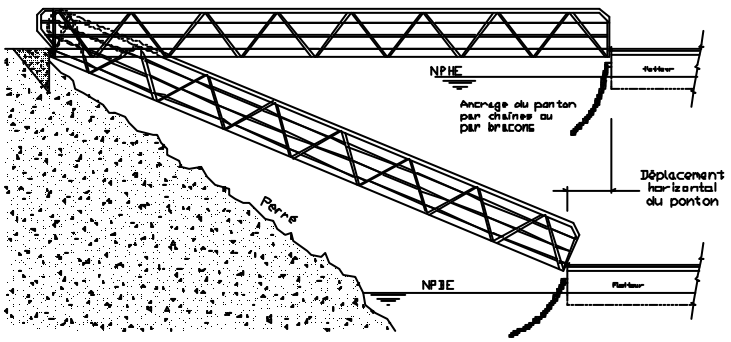
Ce système d'accès, composé en partie de 4 rails placés sous la forme d'un parallélogramme, permet de transporter des passagers handicapés moteur à n'importe quelles conditions de marée.
Il est conçu pour opérer à un angle maximum de 20°, soit une pente approximative de 1 sur 2,75.
Les longueurs de ces passerelles s'étendent de 8,5 à 36,6 m, la largeur hors-tout étant fixée à 1,80 m. Une seconde passerelle destinée aux autres piétons accompagne généralement cette rampe.

A ce jour, aucune installation de ce type n'est observable sur le continent européen.
(référence Internet : http://www.marina-access.com)

2.7.2 – Les accès aux passerelles :

Le système de fixation d'une passerelle dépend de son utilisation, des conditions du site et donc du type d'ancrage du ponton support. Il existe en effet plusieurs méthodes de fixation :

- La première méthode consiste à matérialiser une **charnière horizontale à chacune des extrémités de la passerelle** : l'appontement, qui devra se déplacer longitudinalement en fonction des changements de niveau d'eau, ne peut être maintenu que par un système flexibles comme les chaînes, voire des bracons dans le cas d'un appontement parallèle à la berge (principe des haltes nautiques). Cette méthode pouvant malgré tout servir de retenue à l'appontement côté quai, la structure peut alors subir une pression considérable due à l'action notable des vagues.



- La passerelle, fixée à l'appontement par une charnière horizontale, est **libre de bouger par rapport au quai**. La passerelle peut alors être suspendue par des chaînes sur deux mâts latéraux scellés dans un massif en béton ou posée sur le quai par l'intermédiaire de roulettes dans le cas de passerelle courte.

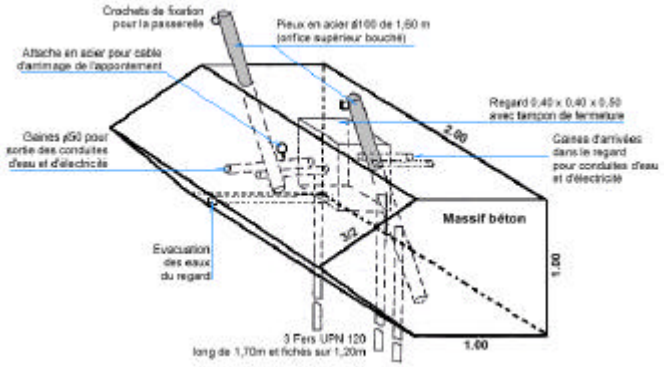
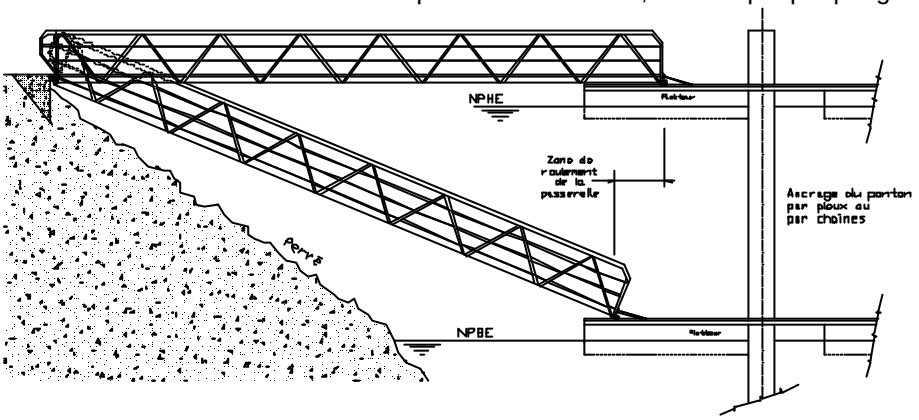
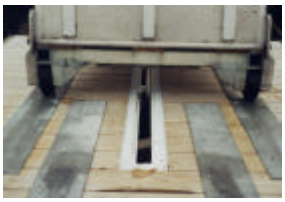


Schéma type.

Dans cette configuration, il est primordial de définir la marge de déplacement de la passerelle au vue des positions extrêmes d'inclinaison, ceci afin de bien estimer le retrait de la passerelle vis-àvis du quai.

- Pour la plupart des installations de passerelles, la **fixation côté quai se fait au moyen d'une liaison charnière horizontale**, la partie basse étant simplement posée sur la partie supérieure du ponton dans ce cas munie de roulettes. Pour des passerelles courtes, une simple plaque glissante peut suffire.





La passerelle pouvant avoir tout type de libertés de mouvements dans le plan horizontal du ponton, il est fréquent de trouver des systèmes de glissière aménagés sur le dessus du platelage afin d'éviter un déport latéral de la passerelle trop important (ex. : rails de guidage ci-dessus, axe directionnel ci-contre).

En outre, pour sécuriser l'évolution des plaisanciers qui s'engagent sur une passerelle, des planchons de raccordement peuvent assurer la continuité au niveau des extrémités de la passerelle, supprimant ainsi tout trébuchement éventuel.

de préférence à..

Concernant les accès de passerelle pour ponton flottant, ils peuvent être libres ou se limiter au seul passage de piétons par le biais de chicane amovible.

Mais pour les exploitants portuaires, il est parfois primordial de garantir la sécurité de lieux, à la fois pour une question d'assurance, et pour les plaisanciers potentiels qui veulent savoir leur bateau amarré en toute sécurité.

Les équipements vont alors du simple portillon d'accès au véritable portail avec système d'accès qui déclenche l'ouverture électronique de la porte par code, par lecteur de carte à puce avec ou sans contact, etc.

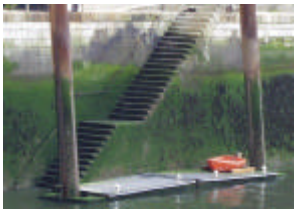
Dans d'autres cas, la vidéo surveillance peut être également un outil de contrôle des accès.

En dehors de cette vision purement fonctionnelle, ce type d'équipement peut faire l'objet d'un concours d'architecture, sachant qu'il peut supporter bien d'autres services comme les points d'éclairage, des affichages et/ou signalisations générales, des placards techniques, etc.

Dans le but de compenser la surcharge occasionnée par la passerelle, un élément supplémentaire de flottabilité est parfois disposé sous le ponton de réception, assurant ainsi un meilleur équilibre de la panne.

2.7.3 – Les autres moyens d'accès aux appontements :

Avant l'apparition des passerelles articulées, les premières méthodes d'accès à des structures flottantes étaient fixes et généralement liés aux infrastructures de quais. On peut d'ailleurs toujours rencontrer une échelle par ci, un escalier maçonné par là, et plus spécialement dans les anciens ports de pêche réorienter vers l'activité plaisance.



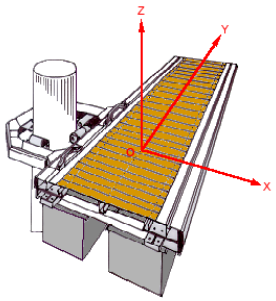
De plus, ces installations sont fortement sollicitées par les contraintes du marnage : corrosion issue du contact périodique avec l'eau salée, glissance due à l'accrochage de divers impuretés et résidus (algues, déchets,…).

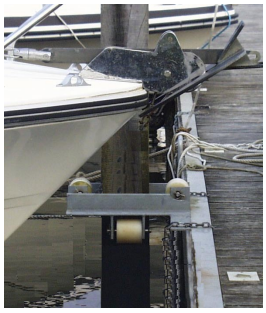
Afin d'assurer la remontée de personnes tombées accidentellement dans les eaux du port, les exploitants portuaires peuvent installer des échelles de secours droites au niveau des pontons.

2	2.8 – Les systèmes d'ancrage des appontements

Comme les conditions de chaque site sont différentes, l'ancrage des appontements est déterminé en fonction de l'emplacement, du type de rivage, des conditions de houles, des marées, des courants, des vents dominants et de la profondeur de l'eau.

2.8.1 – Le guidage sur pieux :





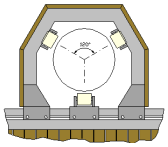
Les pieux, qui ont pour but d'interdire tout mouvement horizontal (O,x,y) de l'appontement, sont à proscrire dans les sites soumis à de fortes houles.
Il peut s'agir de pieux cylindriques pour la plupart ou parfois de poutres carrées, les matériaux étant généralement l'acier et le bois.
Le nombre de pieux dépend de la situation du port, de la profondeur de l'eau et des caractéristiques géotechniques du sous-sol, de l'amplitude de la marée, de la forme du ponton et surtout des efforts à supporter.
En eau profonde et/ou dans des conditions difficiles, il se peut qu'on ait des problèmes pour donner aux pieux une stabilité suffisante, sans recourir à des pieux très gros et coûteux. La Fédération Française des Ports de Plaisance recommande pour ce type d'ancrage une limite de profondeur d'eau de 15 m environ. Dans de telles conditions, il vaut mieux recourir à une forme d'ancrage par liens immergés (chaînes ou concepts élastiques) ancrés à des corps-morts.

Pour ce qui est du positionnement des pieux en bordure de rive des pontons, on rencontre parfois des ancrages établis en quinconce. Le problème intervient au niveau du battage des pieux qui pose des difficultés de mise en place (localisation, verticalité). En outre, un alignement de pieux entraîne moins de fatigue pour la structure du ponton.

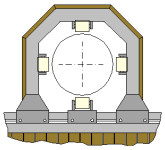
- Les anneaux de guidage ou colliers.

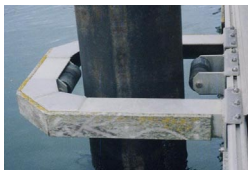
Les pieux peuvent traverser l'appontement dans le milieu du platelage, voire en limite intérieure de celui-ci, mais il est alors nécessaire d'augmenter la largeur de l'appontement pour conserver un passage aisé.
Le principe le plus communément utilisé est la fixation extérieure à l'appontement par anneaux coulissants, munis d'au moins 3 galets polyamide ou polyéthylène haute densité avec axes en inox. On observe généralement les situations suivantes :

3 galets à 120 degré,



ou 4 galets à angle droit.





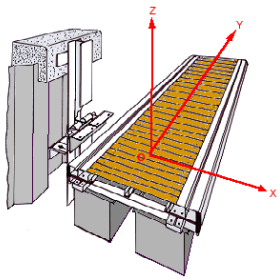
Afin de protéger la structure contre les chocs de bateaux, une défense de même nature que celle du ponton est généralement appliquée sur le périmètre extérieur de l'anneau de guidage.

- L'entretien des pieux :

La vérification porte sur la mesure de l'épaisseur d'acier des pieux par ultra-sons tous les 5 ans, et la comparaison à l'épaisseur initiale et théorique provenant du calcul du pieu. Le contrôle de l'épaisseur est à soigner dans la zone de marnage.
La durée de vie d'un pieu est estimée à 15 ans, mais dépend essentiellement des mesures prises pour le préserver de la corrosion. Elle doit être estimée lors de la conception par majoration de l'épaisseur strictement nécessaire donnée par les calculs de résistance.

D'un point de vue esthétique, on peut parfois regretter cet aspect "forêt" de pieux à marée basse, mais dans certains cas on ne peut en éviter l'usage.
En accordant les couleurs (blanc ou gris clair), ces pieux d'ancrage peuvent alors se fondre plus facilement au milieu des mâts des voiliers présents sur le bassin.

2.8.2 – Le guidage sur rail :



Ce système d'ancrage par rails est généralement aménagé le long d'un mur vertical de soutènement en acier ou en béton, même si celui-ci présente une légère inclinaison.

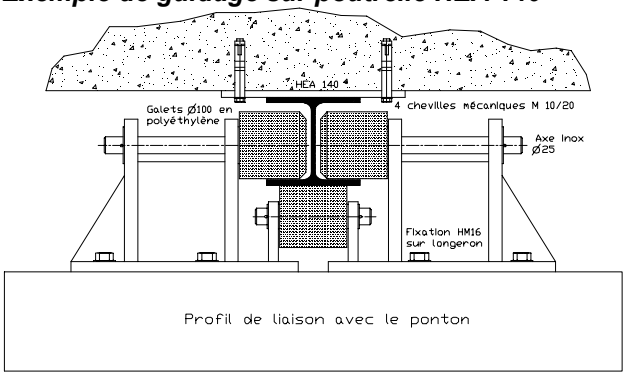
Il est constitué de poutrelles en acier galvanisé boulonnées au mur de quai. Les profilés généralement utilisés sont du type poutrelles HEA, HEB ou des pieux PH (poutrelles H spéciales dont les épaisseurs d'âmes et d'ailes sont égales).

Suivant le principe d'une glissière, la structure flottante suit un mouvement ascendant et descendant selon l'axe Oz par roulement sur les poutrelles de deux ou trois galets fixés sur le profil latéral du ponton, voire de simples ergots lorsque le marnage et l'agitation sont très faibles.

Le ponton pouvant bouger dans le plan perpendiculaire à cet axe Oz, les galets de roulement peuvent s'appuyer sur les ailes, mais aussi sur l'âme de la poutrelle.

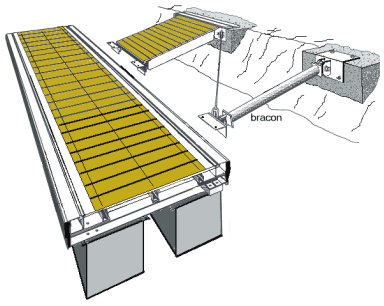
Côté esthétique, on regrettera parfois le débordement de certaines poutrelles au-dessus des quais.

Exemple de guidage sur poutrelle HEA 140

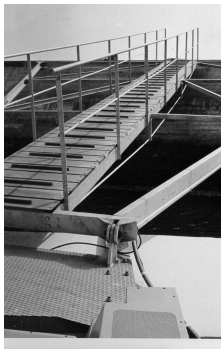


Il est nécessaire de prévoir un jeu entre les galets suffisamment conséquent pour éviter tout blocage de la structure.

2.8.3 – L'ancrage par bracons :



Lorsque le marnage est faible, on peut parfois attacher les pontons à des structures fixes au moyen de bras radiaux ou bracons reliant le quai à la rive, solidifiés et retenus par un système d'élingues de câbles et de tendeurs.



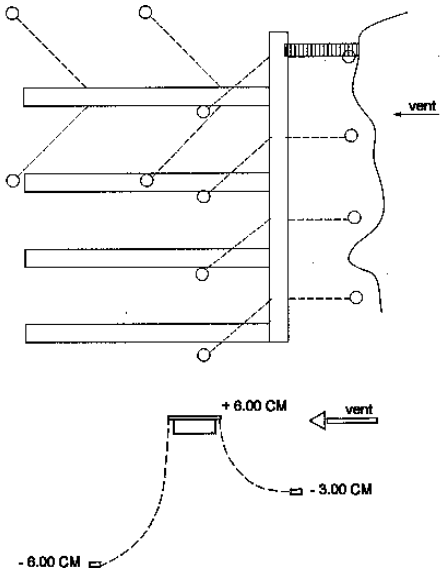
Ce système est approprié pour des installations longeant un rivage en enrochement, un mur ou autre, s'il est nécessaire d'en éloigner les pontons. Il est couramment utilisé dans les rivières ou canaux, pour des haltes nautiques.

En outre, le fait qu'aucun élément d'ancrage n'encombre les fonds facilite d'autant plus les éventuels dragages.

L'inconvénient majeur de ce type d'ancrage est qu'il ne permet l'accostage des bateaux que d'un seul côté. Même lorsque le ponton est fort éloigné de la rive, les bracons en empêchent l'accès.

D'après les recommandations de la Fédération Française des Ports de Plaisance [Doc. 12], les bracons doivent se limiter à une longueur de 6 à 8 m, et ce d'un point de vue esthétique.

2.8.4 – L'ancrage par chaînes sur corps-morts :

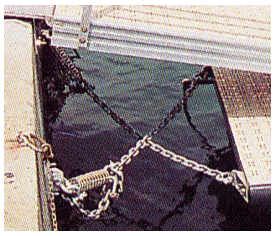


Ce type d'ancrage par chaînes et corps-morts peut être utilisé pour des installations simples avec peu de variation de niveau du plan d'eau.
Très intéressant du point de vue investissement et coût d'installations, ce système a l'avantage de ne pas apparaître dans l'environnement visuel. De plus, il peut se déformer par glissement des corps-morts sur le fond et donc être repositionné après d'éventuels désordres.
En revanche, le réglage de la tension des chaînes sur des fonds chahutés est aléatoire, voire impossible. Dans ce cas, il est très difficile de connaître le rôle tenu par chaque système d'ancrage, certains ne travaillant pas ; on assiste alors soit à une rupture des pontons et/ou des barres d'attache des chaînes, mais souvent à un mouvement des corps-mort.

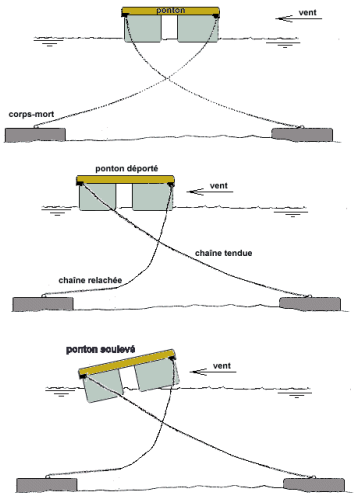
En l'absence de tempête, les corps-morts ne devraient pas se déplacer, sauf s'ils sont trop légers, non enfouis ou posés sur un fond glissant. Dans ces différent cas, le contrôle de leur position sera fait au moins une fois par an (après l'été) par un plongeur, le corps-mort pouvant être relevé tous les trois ans pour vérification plus complète.

Le dimensionnement et la justification des dispositifs d'ancrage seront réalisés pour différentes directions de vent en recherchant les ancrages les plus sollicités.

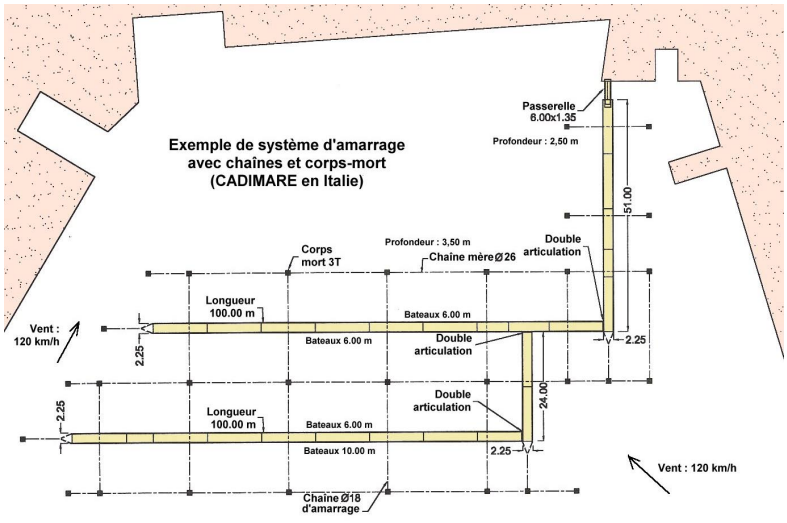
Concernant les chaînes, leur remplacement se fera suivant l'état tous les 5 ans si la chaîne n'a pas été entretenue, ou tous les 10 ans dans le cas de regalvanisation ou d'entretien régulier, le remplacement devant s'effectuer lorsque la maille la plus faible ne fait plus que 60 à 75 % de sa section d'origine [Doc. 11].



De manière similaire à l'ancrage côté quai à l'exception des ressorts de mouillage, les chaînes sont généralement croisées sous le ponton avant d'être fixées au bord opposé, ceci afin d'éviter tout contact avec la coque des bateaux.



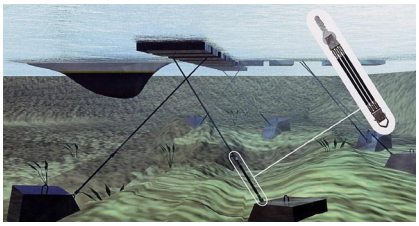
Mais pour information, au début des années 90, dans le vieux port de Penfoul à Bénodet (29), un appontement a été détruit à plusieurs reprises suite à des rafales de vents provoquées par un phénomène de Venturi sous le pont de Cornouailles et entraînant un clapot d'environ 1m. Sous la poussée supplémentaire des bateaux amarrés et malgré la présence des catways, le ponton large de 2,35 m et ancré sur corps-morts et chaînes croisées (cf. schéma ci-dessous) s'est soulevé, puis totalement retourné. Pour résoudre ce problème, il a été décidé d'une part, de recentrer les fixations des chaînes d'ancrages dans l'axe des pontons passés à 3 m de large, et de décomposer les 130 m d'appontements en deux parties reliées entre elles par une passerelle pour donner plus de flexibilité à la structure, d'autre part. Depuis ce nouvel aménagement, aucun incident n'a été recensé.



L'ancrage sur corps-morts doit être étudié finement car il conditionne, pour une large part, la durée de vie des installations. Sur un site agité, on aura tout intérêt à multiplier le nombre des points d'ancrage.

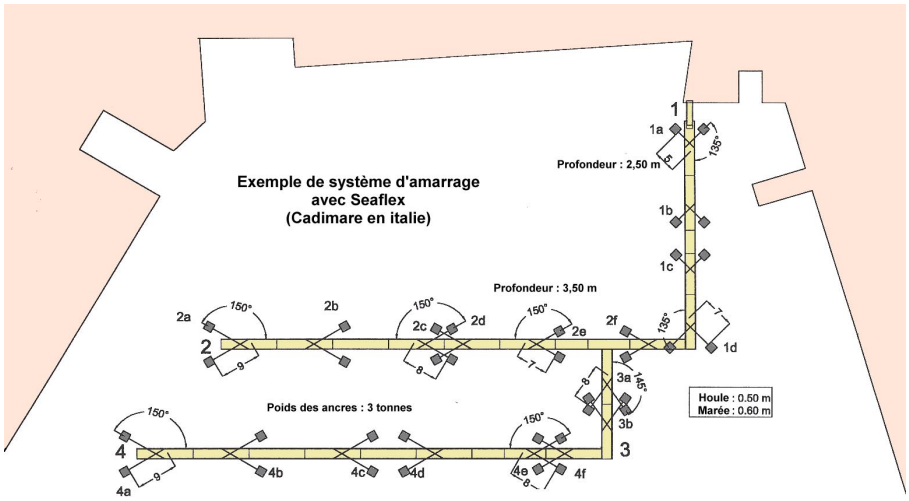
2.8.5 – L'ancrage par élastomère, cordage sur corps-morts :

Depuis 1981, un nouveau système d'amarrage par élastomère et cordage nylon permet également d'amarrer des équipements flottants tels que les pontons. La composante essentielle du système Seaflex (produit suédois) est un élastomère (1 à 5 brins) fixé à des pièces d'acier inoxydables.



A une extrémité se trouve une pièce plastique sur laquelle est fixée le cordage (∅20 à 28mm), l'autre étant fixée sur un corps-mort ou sur une chaîne-mère par une manille.
D'après le constructeur, la distance horizontale du lien d'amarrage (cordage et élastomère) est approximativement égale à 2 fois la profondeur d'eau moyenne.

Seaflex permet de garder le système d'ancrage du ponton toujours en tension et quel que soit le niveau de marée, l'élastomère présentant des caractéristiques d'allongement de plus de 100 % de sa longueur d'origine.



N° d'amarrage	Angle avec le ponton	Distance horizontal approx.
1a, 1b et 1c	135 °	5 m
1d	135 °	7 m
2a et 2b	150 °	9 m
2c et 2d	150 °	8 m
2e et 2f	150 °	7 m
3a et 3b	145 °	8 m
4a, 4b, 4c et 4d	150 °	9 m
4e et 4f	150 °	8 m

- 3 -

Les aménagements des terre-pleins.

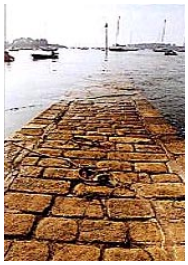
3	3.1 – Les installations et engins de mise à l'eau.

Un dispositif de manutention est nécessaire à peu près dans tous les cas. Un dispositif permanent et de bonne capacité (plus de 10 t) est nécessaire pour des ports de plus de 300 places, accueillant notamment des unités de croisières, surtout si l'on veut développer les activités des professionnels du nautisme.
Dans les grands ports, l'offre de manutention peut être déclinée selon les besoins : élévateur 20 à 50 tonnes pour les grands bateaux, grue éventuellement en libre service pour les petites unités, les bateaux de sport, les gréements.

3.1.1 – Le plan incliné ou cale de halage :

La cale de halage est le procédé traditionnel et économique utilisé dans les ports pour la mise à l'eau, et parfois pour le carénage de petites embarcations. Généralement installée dans des zones protégées, elle peut avoir la particularité d'être accostable et de servir alors d'embarcadère.

Leur pentes varie de 6 à 15 %. Au delà de 12 %, très peu de remorques peuvent être utilisées sans submerger le moyeu de la voiture.



Pour les mers sans marée ou pour les plans d'eau à niveau constant, on double en général la pente au-dessous de la cote zéro pour permettre une mise en flottaison très rapide, la partie hors d'eau de la cale ayant une pente de 10 % et la partie sous l'eau, une pente de 20 %.

La largeur des cales peut être de 6 m lorsqu'il s'agit d'une cale unique, voire $n \times 4{,}5$ m lorsque n cales sont juxtaposées. Un large dégagement en haut de la cale est recommandé pour la manœuvre des voitures [Doc. 9].

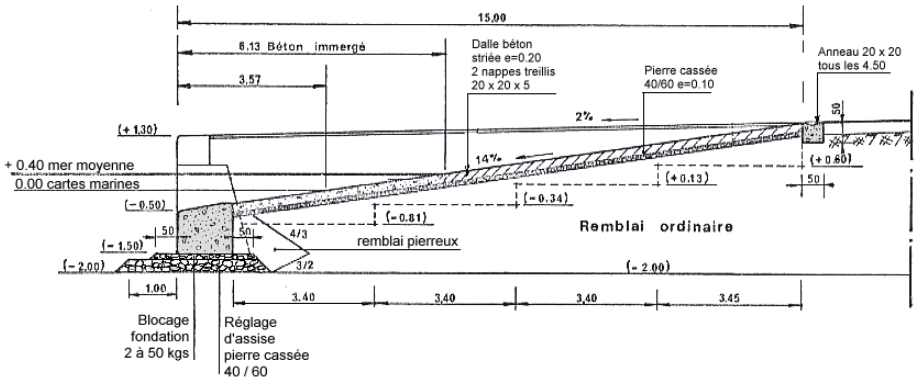


Schéma d'une cale de halage.

Au-dessus d'une pente de 10 %, l'usage d'un cabestan ou d'un treuil est indispensable pour haler les bateaux. Un problème difficilement maîtrisé est celui des accidents entraînés par la présence d'algues adhérant à la surface de la cale.

Les plans inclinés sont parfois utilisés par des **systèmes de remorques attelées à des tracteurs**, principe idéal pour sortir un bateau et le stocker sur bers, aussi bien pour les petits chantiers que dans les grands ports de plaisance.
Ce type d'installation se conçoit et se met en œuvre très facilement, avec en outre des temps de sortie d'eau d'environ 15 min maxi.

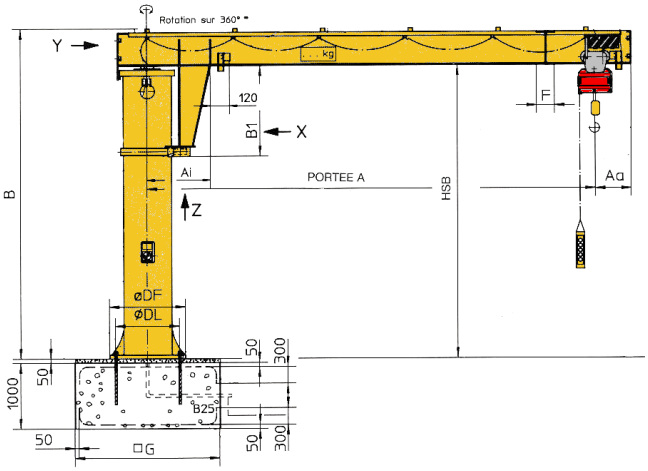
De nos jours, des remorques (ex. PARKLEV ci-contre) peuvent s'adapter à la plupart des bateaux de plaisance, aussi bien monocoques que multicoques.
Ce chariot hydraulique semi-tracté est capable de lever des bateaux de 5 à 14 m et de 2,10 m maximum de tirant d'eau. Cet "auxiliaire" permet de caler à terre des bateaux jusqu'à 15 tonnes par le biais d'un tracteur agricole de 65 CV.
Le potentiel maximum exploitable du PARKLEV est prévu pour une cale dont l'inclinaison est comprise entre 8 et 9° (13 à 15%).

3.1.2 – Les grues et potences de manutention :

Les grues mobiles sont souvent utilisées pour sortir le bateau de l'eau et le placer sur sa remorque, ou encore le décharger sur un terre-plein plus loin à l'intérieur du port.

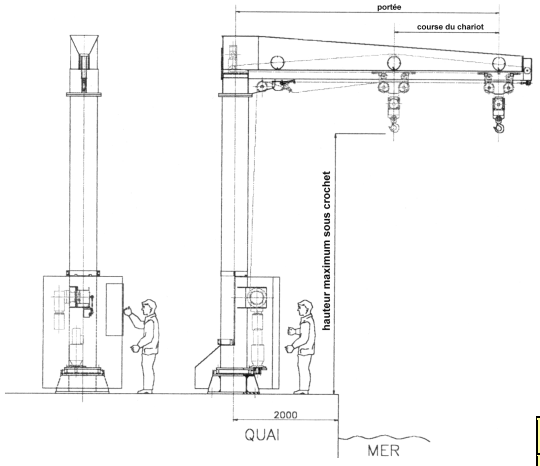
La stabilité des bateaux manutentionnés par des grues en mouvement étant moindre, et les structures des terre-pleins n'acceptant pas toujours des descentes de charges importantes, la zone de manœuvre des grues se trouve parfois réduite, avec parfois une immobilisation de la grue en bordure de quai comme c'est bien sûr le cas pour toutes les potences sur colonne.

Ces dernières, qui présentent une certaine facilité d'utilisation pour l'usager, permettent la manutention des bateaux avec un rayon d'action limité à la portée maxi de la potence. Le bateau est alors soit transféré sur une remorque, soit déposé sur des berceaux à proximité de la potence pour y subir les interventions requises. Leur capacité maximale de levage avoisine les 30 t.



Les potences sur fût à flèche surélevée, décrites dans le tableau ci-dessous, permettent une rotation totale de 360° (ex. potence DEMARCHI de type CVE).

Force – *poids max. du palan*	*kg*	150	250	500	1 000	1 600	2 000	2 500	3 200	4 000	5 000	6 300	8 000	10 000
Portée *maxi*	*m*	12,0								10,5	9,0	7,5	6,0	5,0
Massif *maxi* □G	*m*	2,30	2,40	2,75	3,15	3,55	3,70	3,90	3,15	4,15	4,15	4,10	4,10	4,05



Concernant la commande des potences, elle peut être effectuée à partir d'une commande soit pendulaire directement câblée au treuil de levage, soit fixée en statique sur le fût vertical de la potence (ex. en façade de l'armoire électrique).
Sans se soucier du coté financier, les deux techniques peuvent être conjointes pour la manutention de petites unités.

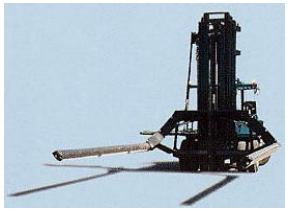
Type de grue		**GRP 2,5-5**	**GRP 6-6**	**GRP 10-6**
Capacité de charge maximum	*kg*	2500	6000	10000
Portée	*m*	5	6	6
Course du chariot	*m*	2		
Hauteur maxi sous crochet	*m*	5	5	6

Caractéristiques des potences de la SECI .

Comme le propose la SECI [1] spécialisée dans la marque ROULEV, le temps d'utilisation peut être contrôlé par un système de clef à puce électronique rechargeable par le port ou la mairie.
Leurs engins de manutention présentent également des variations de vitesses (une vitesse lente pour la dépose sur ber ou remorque et une rapide pour les manœuvres), ainsi que plusieurs points de sécurité de type limiteurs de charge et de fin de course.

[1] Société d'Equipement pour le Commerce et l'Industrie

3.1.3 – Les chariots élévateurs à fourches :



Tous les chariots-élévateurs pour bateaux sont des adaptations d'appareils industriels, sous réserve de quelques modifications pour une meilleure adaptation à la manutention de bateaux :

- fourches plus longues ;
- possibilités de descente des fourches au-dessous du terre-plein ; *dans la pratique, les fourches ne peuvent descendre à plus de 4 m au-dessous. Aussi lorsque le marnage dépasse 2 m, il est nécessaire d'installer un dispositif de levage intermédiaire entre le bateau et le chariot.*
- possibilité d'un déplacement horizontal des fourches perpendiculairement à l'axe du chariot, pour faciliter l'enfourchement du bateau dans sa cellule dans le cadre d'un stationnement à étages (photos ci-contre).

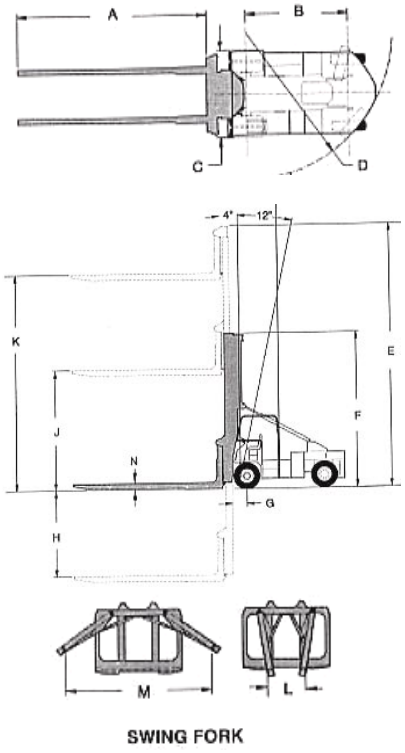
Positionnés en bordure de quai, ils peuvent soulever et mettre à terre des bateaux à moteur ou des petits voiliers de longueur inférieure à 6 m. Mais dans le cas de ports à marée, la différence de niveau est telle que la fourche ne peut descendre suffisamment bas. Il est alors nécessaire d'avoir en bordure de quai un appareil fixe qui assure la descente jusqu'à l'eau. Malgré cette rupture de charge, le temps de charge n'est guère augmenté.

Parfois, des chariots élévateurs de fort tonnage sont utilisés sur des rampes de mise à l'eau. Ces chariots peuvent soulever des bateaux à moteur et des voiliers mâtés (jusqu'à 10 m de long), et les disposer directement à leur emplacement sur bers en quelques minutes.

Cette méthode de manutention reste peu coûteuse pour le plaisancier et d'un bon rapport pour l'exploitant.

Exemples de caractéristiques de chariots élévateurs à fourche
(chariot élévateur de la société Marine Travelift)

Caractéristiques	Géométrie (m)		Charges (en kN)			
					Essieu Avant	Essieu Arrière
Charge nominale = 450 kN	a = 0,45	A = 5,70	PP	Essieu	305	301
	b = 0,45	B = 3,20		Pneu	76	151
	c = 0,45	C = 0,24	CO	Essieu	376	-226
	d = 0,45			Pneu	169	-113
Charge nominale = 320 kN	a = 0,40	A = 4,75	PP	Essieu	200	196
	b = 0,40	B = 2,74		Pneu	50	98
	c = 0,40	C = 0,22	CO	Essieu	470	-151
	d = 0,40			Pneu	117	-75
Charge nominale= 250 kN	a = 0,35	A = 4,20	PP	Essieu	162	181
	b = 0,35	B = 2,38		Pneu	41	91
	c = 0,35	C = 0,18	CO	Essieu	386	-136
	d = 0,35			Pneu	97	-68
Charge nominale= 180 kN	a = 0,30	A = 3,65	PP	Essieu	135	148
	b = 0,30	B = 2,48		Pneu	34	74
	c = 0,30	C = 0,17	CO	Essieu	292	-112
	d = 0,30			Pneu	73	-56
Charge nominale= 100 kN	a = 0,25	A = 2,80	PP	Essieu	71	69
	b = 0,25	B = 1,96		Pneu	18	35
	c = 0,25	C = 0,14	CO	Essieu	152	-52
	d = 0,25			Pneu	38	-26
Charge nominale= 50 kN	a = 0,20	A = 2,03	PP	Essieu	28	40
	b = 0,20	B = 1,44		Pneu	14	20
	c = 0,20	C = 0,12	CO	Essieu	79	-29
	d = 0,20			Pneu	40	-15



SWING FORK

Modèle	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
30' Mast	9,144	3,277	2,819	4,699	11,515	6,604	0,610	6,658	5,080	9,144	1,143	4,318	0,267
35' Mast					12,674	7,468			8,944	10,668			
43' Mast					15,113	8,687			7,163	13,106			

3.1.4 – Les portiques élévateurs :

Permettant le transport des bateaux du bassin à la zone de réparation ou de carénage, ils constituent les appareils les mieux adaptés à la manutention des bateaux de plaisance.
Coté conception, l'ossature en U ouvert a été conçue pour assurer le levage aisé et rapide des voiliers de grande mâture sans démontage des haubans ou pataras.

Ces élévateurs ont beaucoup évolué depuis le début de leur application à la plaisance et couvrent maintenant toute la gamme des bateaux de plaisance jusqu'aux plus lourdes unités avec des appareils pouvant lever jusqu'à 1000 tonnes.

La manutention peut s'effectuer à partir soit d'une darse, soit d'une cale pour laquelle la conception doit alors tenir compte de la pente, de l'éventuelle corrosion des axes de roulement après immersion, etc.

On peut découvrir au sein même d'établissements portuaires de nouveaux concepts de portiques élévateurs, comme le EL16 CAM développé par ROULEV pour Port Camargue. Cet élévateur automoteur, d'une capacité de levage de 16 tonnes, ne possède que 3 roues permettant ainsi la mise à l'eau des bateaux dans un angle de quai et l'utilisation de darses de largeurs différentes (*existe également en 6 et 12 tonnes*).

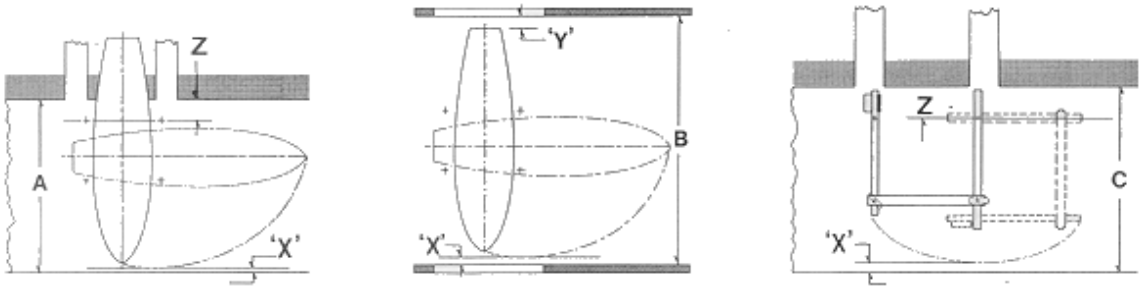
Caractéristiques du EL16 CAM :
Poids total maximum en charge : .....34 tonnes
Nombre d'éléments de levage : ..... 4 treuils pour 2 sangles
Pente maxi admissible : ..... 4 à 10 %
Vitesse de levage maxi : ..... 8 (à vide) à 3,5 m/min (en charge)
Vitesse de translation maxi : ..... 100 (à vide) à 40 m/min (en charge)
Dimensions hors tout : .....12,78 m x 6,95 m
Largeur maxi des bateaux : .....5 m
Longueur maxi des bateaux :.....14 m
Grue hydraulique de servitude (option) : 1,5 tonnes à 6 m de portée

Concernant la conduite, le poste doit être placé le plus bas possible pour permettre un accès facile sans fatigue inutile pour son utilisateur, et lui offrir une grande visibilité de manœuvre.

D'après les données constructeurs, les pentes maximales admissibles ne dépassent pas les 4 à 6 % en pleine charge sur des sols béton ou goudronnés, mais peuvent atteindre les 10 % en augmentant la traction par le biais de quatre roues motrices.

Des grues de servitude, montées directement sur la charpente supérieure, accompagnent parfois ces portiques pour les opérations de démâtage, de manutention de moteurs et de tout autre composant du bateau.

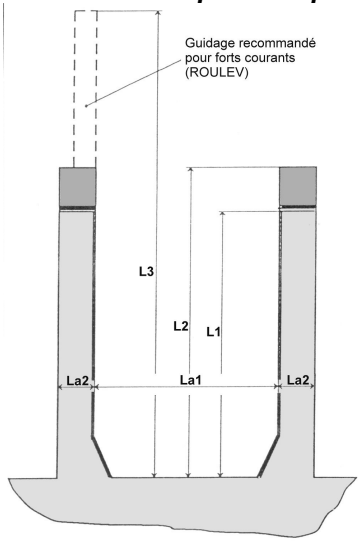
- Indications sur l'espace nécessaire pour des bateaux de longueur standard (par Marine Travelift).

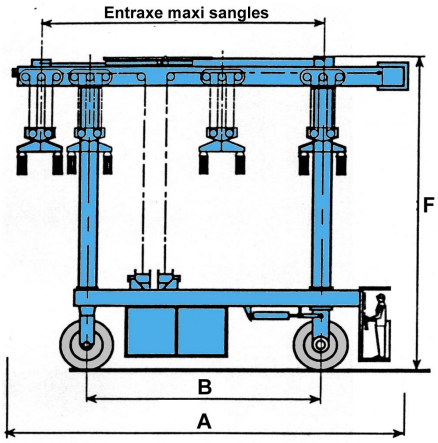


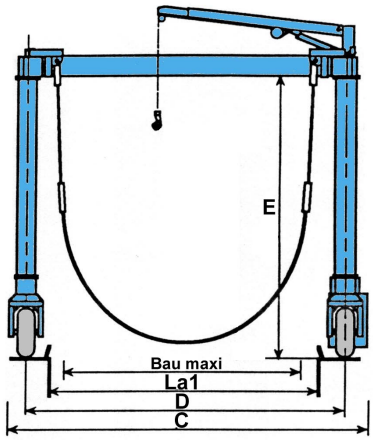
Dimension minimale de dégagement "X" = 0,53 - "Y" = 1,5

Modèle BFM	15 t	25 t	35 t	50 t	70 t	80 t	100 t	150 t	200 t	300 t
Longueur Bateau (m)	13,70	16,80	19,80	22,90	22,90	25,90	32,00	32,00	38,10	45,70
A (m)	11,50	13,40	15,20	18,10	18,40	20,50	24,60	24,90	30,50	34,40
B (m)	15,80	18,80	21,90	24,90	24,90	28,00	34,10	34,10	40,20	47,80
C (m)	10,00	10,60	11,20	12,90	13,20	16,00	18,50	19,20	22,80	24,00
Z (m)	1,50	1,50	1,50	2,30	2,30	2,40	2,70	2,70	4,00	4,00

- Tableau présentant des recommandations pour les darses et les bateaux à manutentionner selon les caractéristiques des portiques élévateurs des marques Roulev (SECI) et Marine Travelift (CEI).

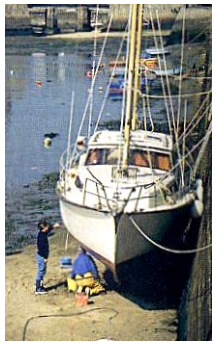






Marque	Type *la valeur correspondant à la capacité (en tonnes)*	Darse					Caractéristiques des portiques								Bateaux	
		Longueur mini (L1)	*Longueur maxi (L2)*	*Longueur guidage (L3)*	*Largeur intérieure Maxi (La1)*	*Largeur chemin de roue mini (La2)*	*Longueur hors tout (A)*	*Empattement (B)*	*Largeur hors tout (C)*	*Largeur de voie (D)*	*Hauteur sous traverse (E)*	*Hauteur hors tout (F)*	*Rayon de braquage extérieur*	*Entraxe maxi des sangles*	*Longueur maxi*	*Largeur ou bau maxi*
ROULEV (S.E.C.I.)	**NP 10**	10,00	11,50	15,50	4,10	1,00				4,50					13,00	3,80
	NP 16	11,00	12,50	16,50	4,55	1,10				5,25					16,00	4,30
	NP 20 SPR				5,10		9,30	5,00	6,70	5,65	5,80	6,45		6,50		4,90
	NP 30	13,50	15,00	19,00	5,50	1,50				6,10					18,00	5,20
	NP 35 AR	15,75	17,50	22,00	5,80	1,50	10,00	5,50	7,60	6,40	6,20	6,90		7,00	20,00	5,50
	NP 45	17,75	19,50	24,00	6,10	2,00				6,90					22,00	5,80
	NP 50 No	19,75	21,50	26,00	6,50	2,00	11,60	6,50	8,20	7,10	7,50	9,40		8,00	25,00	6,20
	NP 65	20,75	22,50	27,50	6,80	2,50				7,70					25,00	6,50
	NP 75	22,00	24,60	30,00	7,30	2,60				8,20					28,00	7,00
	NP 100 VB	24,00	27,00	33,00	7,80	3,00	14,50	9,00	10,10	8,90	8,60	9,80		10,50	30,00	7,50
	NP 125	25,00	28,00	35,00	8,00	3,00				10,00					30,00	7,60
	NP 150	27,00	30,50	38,00	8,20	3,50				10,20					30,00	7,80
	NP 175	29,00	32,50	40,00	8,50	3,50				10,90					35,00	8,00
	NP 200 VB				9,00		15,50	10,00	13,10	11,00	10,50	11,70		12,90	40,00	8,50
	NP 350 VB				11,00		19,00	12,00	15,50	13,50	13,45	14,75		15,60	45,00	10,00
MARINE TRAVELIFT (C.E.I.)	**15 BFM**	12,19			4,57	0,58		4,42	6,10	5,08	4,87	5,49	7,93	4,57	14,00	4,30
	25 BFM	13,72			5,18	0,74		5,03	6,71	5,79	5,48	6,10	8,54	5,18	16,00	4,90
	35 BFMII	15,24			5,13	0,79	8,08	5,64	6,75	5,79	5,49	6,10	9,15	5,79	18,00	4,90
	50 BFM	16,76			6,02	0,81	9,45	6,40	7,62	6,71	6,09	6,86	10,06	6,70	20,00	5,80
	70 BFM	18,29			6,35	0,89	10,44	6,86	8,03	7,11	6,70	7,47	10,36	7,32	22,00	6,10
	80 BFM	19,81			7,26	0,94		8,23	9,15	8,08	7,31	8,13	12,50	8,53	26,00	7,00
	100 BFM	22,86			7,77	1,24		9,75	10,21	8,89	8,53	9,43	15,24	9,45	29,00	7,60
	150 AMO	27,43			8,46	1,75		9,75	11,59	10,06	9,14	10,06	15,85	12,19	37,00	7,90
	200 BFM	30,48			9,02	2,51		12,65	13,63	11,38	9,75	11,28	18,29	12,19	37,00	8,50
	300 BFM	30,48			9,65	2,39		12,65	14,02	11,89	10,36	11,89	19,51	14,63	44,00	9,10
	400 CMO							11,58	16,15	13,41	11,27		21,30	15,84		
	500 CMO	39,62			11,28	2,69	25,77	14,02	17,27	14,43	12,19	14,18	24,30	18,29	56,00	10,40
	600 CMO	45,00						16,45	19,40	16,10	13,71		27,40	21,33	64,00	11,70
	800 CMO							20,73	21,95	18,29	15,24		32,00	26,21		
	1000 CMO							23,77	25,70	21,23	16,76		36,58	30,48		

3	3.2 – Les installations pour entretien et réparation de bateaux.



Périodiquement, les bateaux de plaisance doivent être asséchés pour être carénés (nettoyage de la coque et passage d'une peinture anti-salissure). On profite de ces mises à terre pour procéder aux opérations d'entretien qui ne peuvent être effectuées à flot (coque, appareils de propulsion, sondeurs...).
Mais des incidents imprévus survenus aux bateaux amènent à effectuer également quelques tirages à terre tout au long de l'année.

Dans toute la mesure du possible, il y a intérêt à reporter ces activités dans une zone technique organisée autour d'un bassin spécial et située dans une partie du port où les nuisances qui s'y produisent entraîneront le moins d'inconvénients.

Les terre-pleins correspondants trouvent alors place entre les quais affectés à la réparation et les ateliers proprement dits. Si une fraction de ces terre-pleins peut être mise à la disposition exclusive des chantiers mêmes, il convient d'en réserver une partie notable aux plaisanciers désirant procéder aux travaux d'entretien de leurs bateaux soit par leurs propres moyens, soit avec l'aide de spécialistes extérieurs au port.
La superficie de ces terre-pleins varie en fonction de la fréquence des carénages à effectuer, de la taille des navires, de l'agressivité des eaux, de la nature de leur coque, etc. Il semble que le nombre des bateaux susceptibles de se trouver présents à un instant donné sur les terre-pleins pour entretien soit de l'ordre de 2 à 5 % de la capacité totale du port.

Bien entendu, ces terre-pleins doivent être pourvus de prises d'eau et d'électricité (voir d'air comprimé) pour faciliter la tâche des réparateurs, ainsi que des installations nécessaires à la récupération des huiles de vidange.

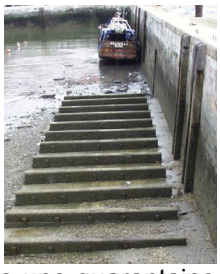
Ce type de prestation est, avec la manutention, générateur de valeur ajoutée pour le port, mais depuis un arrêté de 2001 [Tex. 5] en application de la loi sur l'eau de 1992, ces installations de réparation, dans le cadre de travaux de création d'un port maritime, sont des opérations soumises à des procédures d'autorisation (rubrique 3.3.0 du présent arrêté).

3.2.1 – Les installations et techniques utilisées en bassin :

3.2.1.1 - L'abattage en carène.

Pratique plus courante pour les bateaux de faible tonnage, elle consiste à coucher un bateau dans une zone asséchante sur un bord, puis sur l'autre pour inspecter les oeuvres vivres (ou carène) et nettoyer la coque.

3.2.1.2 - Le gril de carénage.



Le carénage sur gril est une méthode traditionnelle et économique de mise à sec des bateaux dans les ports à échouage, pour y être carénés ou réparés à marée basse.
Ce petit chantier de carénage à claire-voie se conçoit habituellement sous la forme de charpentes en bois solidement établies sur une rive ou à l'enracinement d'un appontement. Mais, dans certains cas, cette structure peut reposer sur une dalle bétonnée, cette dernière pouvant également, à elle seule, faire office de gril de carénage.
Sur le littoral atlantique, de Dunkerque à Hendaye, on peut entr'apercevoir à marée basse une quarantaine de grils de carénage.

3.2.1.3 - La cale de construction.

La cale de construction est un ber sur roues, tiré sur des rails, utilisé pour l'entretien (notamment le carénage) et la réparation des bateaux. Il est généralement destiné aux bateaux de fort tonnage (plusieurs dizaine de tonnes)

L'inconvénient est la lenteur de manœuvre, du fait également que l'appareil ne peut servir pour d'autres bateaux tant que l'un d'entre eux est immobilisé dessus, excepté lorsqu'il est équipé d'une plaque tournante généralement d'un coût très élevé.
Ce système n'est pas adapté au stockage à terre.

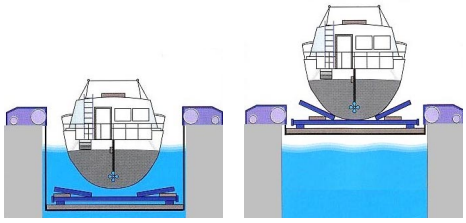
3.2.1.4 - La cale sèche ou forme de radoub .

Les cales sèches sont pour la plupart de grandes fosses étanches que l'on ferme à volonté par une porte une fois le navire entré et que l'on assèche par pompage.
Elles sont généralement conçues pour admettre des unités aussi importantes qu'on le souhaite, sans être trop petites. Ne pouvant recevoir au même instant qu'un, voire deux bateaux, ce type d'ouvrage est plutôt utilisé dans les ports de commerce que dans les ports de plaisance, sauf quelquefois dans des chantiers navals et pour le traitement de très grosses unités.

Lorsqu'un navire se construit en cale sèche, il n'y a plus dans ce cas lancement mais mise en eau de la forme.

Sur nos cotes métropolitaines, on dénombre environ 80 formes de radoub présentant en moyenne une longueur de 180 m et des largeurs en bas de 25 m et en haut de 28 m, le rapport largeur en haut sur largeur en bas variant entre 1 et 1,5.

3.2.1.5 – La plate-forme levante .



Les plates-formes levantes peuvent être utilisées sous une forme très simplifiée pour de petites unités qui sont alors transportées sur les terre-pleins voisins par le biais de remorques, ou sous une forme très sophistiquée pour des unités plus importantes (> 400 T) avec plusieurs chariots de transfert (ex. synchrolift - http://www.syncrolift.com).

3.2.2 – Les installations établies sur terre-plein :

3.2.2.1 – Les aires de carénage.

La plupart des ports de plaisance possèdent une aire de carénage, mais leur dimension est très variable.
Les bateaux sont placés généralement sur des berceaux qui peuvent être utilisés aussi bien sur terre-plein qu'en atelier.
Pour empêcher le bateau de tomber sur son flanc, de la hauteur de sa quille, on utilise des bers de calage.

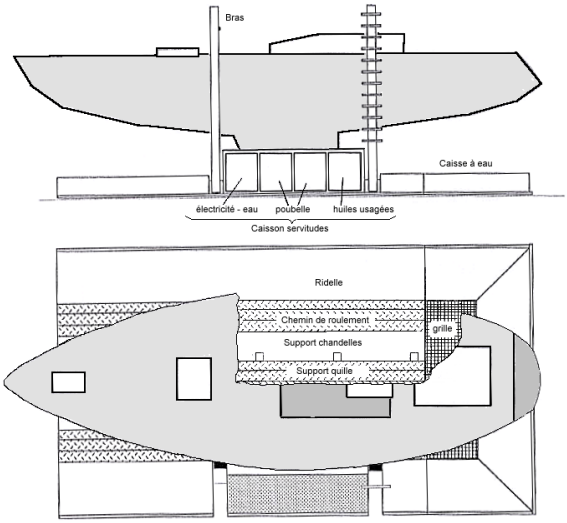
Pour information, dans le Vieux Port de Cannes dont le bassin avoisine les 1,7 hectares, une aire de carénage de 6000 m² a été libérée, soit 1/3 de la surface du plan d'eau.

On notera aussi que lorsqu'un bateau doit subir un sablage, cela entraîne l'utilisation de grandes quantités de sable, qui est alors considéré comme déchet toxique. D'après l'expérience des services techniques de Port Camargue, le sablage d'un bateau de 12 à 13 m de long nécessite l'utilisation d'environ 1,2 tonnes de sable qui devra suivre un traitement adapté du fait de son chargement en peinture antisalissure.

Certaines aires de carénage de petites unités disposent de grille-avaloir permettant de récupérer les eaux résiduaires et d'effectuer un pré-traitement dans un débourbeur-déshuileur entretenu périodiquement (curage des boues et évacuation en décharge autorisée). Ainsi traitées, les eaux peuvent être ensuite raccordées au réseau d'assainissement.

3.2.2.2 – Les stations de carénage.

Certains concepts de plate-forme de carénage se développent sur nos cotes. Ces stations nautiques du type "PARKNET" sont équipées de 2 à 3 bras amovibles et de supports de quille pour assurer le calage et l'arrimage des bateaux en toute sécurité, tout en laissant la carène totalement accessible pour l'entretien.
Aucun moyen de manutention (grue ou chariot) n'est immobilisé.



Cette plate-forme propose aux utilisateurs un ensemble de servitudes nécessaires à l'entretien des carènes (eau, électricité, groupe d'eau sous pression), ainsi qu'une collecte des détritus (huiles, peintures, cartons, chiffons). Elle a également pour vocation de récupérer les eaux usées et de les traiter.

Son positionnement sur le terre-plein portuaire s'établit au regard de…

- la proximité de moyens de manutention (grue, chariot, portique,…), et d'une cale de mise à l'eau,
- la manœuvrabilité des moyens de manutention,
- le trajet envisagé des engins de manutention,
- la longueur maxi du plus grand bateau du port,
- la direction des vents dominants,
- la proximité d'une alimentation en eau et en électricité,
- la proximité ou l'impossibilité de rejoindre une canalisation d'eaux usées qui déboucherait dans une station d'épuration.

Face au souci de réduction de la pollution tant pour les hommes que pour l'environnement, de nouveaux concepts de décapage par projection d'abrasifs sont apparus sur le marché :

- projection par air comprimé d'éponges polyuréthanes chargées de cellules abrasives (ex. procédé SPONGE JET),
- projection pneumatique, à sec ou humide, de micro-granulats (bicarbonate de soude) biodégradables (ex. concept ACCUSTRIP/ARMEX).

Certaines précautions sont à prendre lors de décapage extérieur même s'il ne s'agit pas de protection lourde : protection des bâtiments ou bateaux à l'aide de film PVC, géotextile non tissé au sol pour recueillir les déchets.

3	3.3 – Une alternative au port à flot : le port à sec [Doc. 3].

Devant l'encombrement de certains ports de plaisance, tant durant la bonne saison que durant la mauvaise, l'idée est venue bien vite de faire stationner à terre les bateaux, en dehors de leur période d'utilisation effective.

Une telle formule implique impérativement que les opérations de mise à terre ou de remise à flot soient particulièrement rapides, de l'ordre de quelques minutes, si l'on veut ne pas avoir à multiplier d'une manière déraisonnable le nombre des appareils de manutention.

L'intérêt du stationnement à terre des bateaux de plaisance n'apparaît pleinement que dans les régions où le motonautisme est prépondérant, du fait des problèmes de manutention, d'aménagement de berceaux de réception et de hauteur des voiliers (quille, mât).

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques des bateaux qui étaient le plus fréquemment mis en stationnement à terre aux USA dans les des années 70.

Classe	Largeur (m)	Longueur (m)	Hauteur (m)	Poids (tonnes)
très petits	< 2,40	≤ 5,40	0,90 / 1,50	≤ 1,250
petits	# 2,40 -	4,80 / 6,30	1,20 / 1,80	0,750 / 1,750
moyens	# 2,40 +	5,40 / 7,20	1,50 / 2,10	1,750 / 2,750
gros	≥ 2,40	6,30 / 7,80	1,65 / 2,40	2,250 / 3,250
très gros	≥ 2,40	7,50 / 8,70	2,10 / 2,70	3,00 / 4,250

3.3.1 - Le stationnement à terre loin du littoral :

C'est avec l'emploi pour la construction des coques de matériaux nouveaux, de bonne conservation et légers, que nombre de plaisanciers commencèrent à conserver leurs bateaux, durant l'hiver, à l'intérieur des terres et le plus souvent à côté même de leur résidence.

Ils pouvaient ainsi assurer le stationnement de leurs bateaux à peu de frais, dans de bonnes conditions de sécurité (vols, vandalisme) et à portée de main pour procéder eux-mêmes aux opérations d'entretien nécessaires.

Dans la mesure où les dimensions et plus particulièrement le poids restaient assez modérés, ces unités pouvaient en effet être amenées jusqu'à la mer ou aux plans d'eau intérieurs par le biais de remorques attelées à la voiture particulière du plaisancier.

Dans ce cas, il suffit alors de disposer sur le littoral …

- de terre-pleins nécessaires au parcage des voitures et des remorques ;
- d'engins de mise à l'eau, le plus souvent de simples plans inclinés, ou encore des grues très frustes conduites par les plaisanciers eux-mêmes lorsque le marnage devient important ;
- accessoirement, de certaines commodités (toilettes station-service pour carburant et petites réparations...).

Mais des "parcs à bateaux" situés en arrière du littoral peuvent également assurer le stationnement à sec, que ce soit à terre ou sur des structures à étage. Port Inland à Mandelieu (06) est un bon exemple de ce dernier type d'installation, avec une capacité de stockage de 800 bateaux à moteurs jusqu'à 6 tonnes. Après quelques minutes pour la mise à flot de l'embarcation, une navigation en eau douce sur le canal de la Siagne doit être effectuée avant de déboucher sur le bord de mer. Cet aménagement est un des premiers complexes portuaires d'Europe entièrement à sec.

- Dimensions hors tout des bateaux pouvant être accueillis à Port Inland :

Catégorie	1	2	3	4	5	6
Longueur maxi (m)	6,00	7,50	8,50	9,50	10,50	12,00
Largeur maxi (m)	2,30	2,50	2,80	2,80	3,00	4,00
Hauteur maxi (m)	1,80	2,20	2,60	2,80	2,80	3,50

De telles installations peuvent être implantées en pleine nature, mais on les retrouve le plus souvent à l'intérieur même des ports de plaisance dont elles complètent les aménagements.
Compte tenu de la variété des cas susceptibles de se présenter, il est difficile de fixer les normes à respecter pour la réalisation de tels ensembles.

3.3.2 - Le stationnement à terre dans les ports "classiques" :

Le schéma classique exposé ci-dessus - petites unités amenées sur remorque, moyennes et grandes unités stationnées à flot dans les ports - peut se révéler inadapté pour toute une série de raisons :

- l'accroissement continu des ventes de bateaux de plaisance ;
- l'achat par le public de bateaux plus gros et plus lourds nécessitant des remorques plus importantes, plus chères d'achat et d'entretien (mécanismes de freinage et de treuillage plus évolués...) ;
- les difficultés à trouver à côté de son habitation la possibilité de stocker son bateau ;
- l'impossibilité pour de nombreuses installations existantes d'accroître le nombre de leurs mouillages à flot ou leur capacité de réception de bateaux arrivant sur remorques ;
- l'aménagement de nouvelles installations devenant difficile tant sur le plan financier (les meilleurs sites étaient déjà aménagés) que sur le plan administratif (règles d'urbanisme de plus en plus contraignantes - action des écologistes...).

Dans ce cas, on peut imaginer le développement d'installations spécifiques complémentaires dans les ports maritimes existants, permettant de conserver des bateaux de plaisance en stationnement à terre dans de véritables parkings à bateaux disposant d'engins de manutention nécessaires pour effectuer les manœuvres d'assèchement.

- Les avantages que peut en retirer le plaisancier ne sont pas négligeables :

Il ne lui est plus nécessaire d'acquérir de remorque, ni de rechercher un abri pour son bateau à proximité de son logement. Il éprouve moins de tracas pour l'achat de la voiture familiale qui peut être de dimensions plus modestes. Il n'a plus de souci pour abriter son bateau dès son retour au port et cela finalement dans de meilleures conditions qu'à flot.

L'entretien du bateau se révèle moins onéreux, tant en ce qui concerne la coque (peu ou pas de peinture anti-salissure) que le moteur (tout particulièrement les moteurs hors-bord). Mieux entretenu, mieux protégé contre les intempéries, le bateau conserve à la revente une valeur résiduelle accrue.

- Pour l'exploitant portuaire les avantages sont également nombreux :

Plus de facilités pour trouver les terrains nécessaires, le stockage à terre demandant moins de place, coût des travaux mieux défini et généralement moins important, financement plus facile à obtenir.

Installations plus rapides à réaliser et demandant moins d'entretien.

L'exploitant peut plus facilement, par l'intermédiaire de spécialistes, offrir des services pour l'entretien, la commercialisation des bateaux et de l'accastillage.

Accessoirement il dispose du bateau comme gage en cas de difficultés pour le règlement de ses prestations.

- Les avantages en faveur de la collectivité, ne sont également pas négligeables :

L'utilisation du front de mer se révèle meilleure et les surfaces nécessaires pour les plans d'eau sont plus faibles, ainsi que le montre le tableau suivant d'installations des années 80 capables de recevoir 200 bateaux jusqu'à 7 m environ :

Surface	**Terre-plein**	**Plan d'eau**	**Total**
"Port à sec"	0,95 ha	0,25 ha	1,20 ha
Port à flot	0,51 ha	1,32 ha	1,83 ha

De plus, l'environnement est moins perturbé du fait de la limitation de la pollution…

- bactérienne : *pas de bateaux habités à flot.*
- chimique : *les coques restent à sec une grande partie de l'année et ne diffusent pas de produits toxiques comme les peintures anti-salissures.*

Enfin, s'il faut regretter que les plans deau des ports de plaisance soient encombrés de bateaux qui restent perpétuellement à quai, occupant des places dont pourraient bénéficier les véritables navigateurs, on doit noter que le système de stockage à terre élimine les bateaux "parasites" et que l'investissement consenti au titre des ouvrages portuaires profite mieux aux plaisanciers.

Malheureusement la formule du stationnement à terre des bateaux de plaisance s'est révélée n'être bien adaptée qu'aux bateaux à moteur de petites dimensions. En effet les engins de manutention doivent pouvoir effectuer les manœuvres de mise à eau ou de mise à sec dans des temps très courts.
Seuls les chariots élévateurs à fourches peuvent, dans l'état actuel des choses, réaliser de telles manœuvres dans les conditions voulues, c'est-à-dire en quelques minutes (3 à 10 environ). Les appareils les mieux adaptés à la manutention des grosses unités, tels que les portiques automoteurs à sangles (ex. Travelift) ou les plates-formes levantes avec transfert (ex. Synchrolift) nécessitent des cycles d'assèchement, transport à terre et retour de l'appareil compris, plus importants : 30 minutes à pratiquement 1 heure maximum d'après certains exploitants.

Or les caractéristiques et les prix des chariots élévateurs à fourche ne restent dans des limites raisonnables que pour des bateaux ne dépassant pas 7,50 m. Certes, il existe sur le marché des chariots qui permettent de manutentionner des unités de 9 m, voire plus, mais tous les éléments intervenant dans l'investissement (chariot - ouvrages d'infrastructure et de superstructure) et dans le fonctionnement (durée de manœuvre) entraînent des charges financières qui s'accroissent très rapidement et dépassent vite les possibilités offertes par les recettes.

Il convient toutefois de remarquer que les bateaux répondant aux caractéristiques évoquées ci-dessus représentent une fraction très importante de la flotte de plaisance ainsi que le montre le tableau ci-dessous.

Répartition des navires immatriculés en France métropolitaine du 01.09.1998 au 31.08.1999 (à l'exclusion des autres modes de propulsion) :

Longueurs	**< 6m**	**6 à 8m**	**8 à 10m**	**10 à 12m**	**12 à 15m**	**15 à 18m**	**18 à 24m**	**> 24m**	**TOTAL**
Voiliers	1 179	487	523	445	353	41	9	1	**3 038**
Moteurs	11 627	2 672	349	206	184	67	27	5	**15 137**

3.3.2.1 - Le stationnement sur bers :

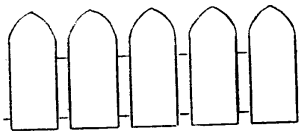
La disposition des bateaux sur l'aire de stationnement peut se présenter sous des formes très variées. En général les structures de stockage sont placés de part et d'autres d'une allée centrale où circulent les chariots élévateurs.
Lorsque les bateaux sont rangés perpendiculairement à l'axe, l'aire de stationnement se présente alors sous la forme d'un rectangle dont la largeur ***La*** répond à l'équation suivante:

***La* = 3 ´ l + l'** où l = longueur hors tout des bateaux
l' = longueur du chariot sans ses fourches (# 5 m)

L'allée centrale a dans ce cas une largeur l + l', soit environ 12 m. Cette distance entre les différentes rangées de bateaux peut aussi être déterminée en fonction du rayon de giration de l'engin de manutention.

La longueur de l'aire de stationnement se détermine à partir du nombre et des dimensions des bateaux stockés, étant précisé qu'il convient de ménager un espace libre d'au moins 15 cm de part et d'autre des bateaux.

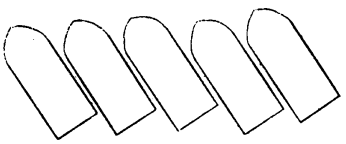
Il faut néanmoins souligner que cette longueur est limitée par le trajet maximum que doit accomplir l'engin de manutention entre le quai et le casier recevant le bateau. Le trajet aller retour plan d'eau / casier ne doit pas durer plus de 3 à 10 min. Un cycle moyen de 5 à 6 min impliquerait ainsi une distance moyenne du bateau au plan d'eau de 50 m et une distance maximum de 100 m.



Rangement à 90°

Pour rendre la manutention plus commode, on a quelquefois utilisé un rangement des bateaux à 60°, mais ce mode de stockage absorbe au total plus de surface et nécessite des structures plus onéreuses. En contrepartie, il demande un terrain un tout petit peu moins large.

En période hivernale, il est dans certains cas possible de disposer des bateaux en stationnement, même dans l'allée centrale.



Le rangement à 60° fait gagner 30% de place en diminuant les aires de manoeuvre.

3.3.2.2 – Les structures de stockage sur plusieurs niveaux

Les terrains devenant de plus en plus rares et chers sur le littoral, on a assez vite recherché des solutions permettant de stocker les bateaux sur plusieurs niveaux et cela d'autant plus que le chariot élévateur à fourches se prête très bien au placement des bateaux jusqu'à des hauteurs importantes.

Les parkings verticaux virent le jour en Floride vers 1962 et très rapidement se présentèrent sous forme d'une structure métallique constituée d'éléments standards susceptibles, par des combinaisons multiples, de s'adapter aux configurations de terrains les plus diverses et aux dimensions les plus variées des bateaux.

En définitive, l'expérience montra qu'un stockage sur plusieurs niveaux :

- entraînait des dépenses d'équipement au plus égales à celles nécessitées par un stockage à un seul niveau, les plus-values à consentir au titre de l'engin de manutention et du hangar étant largement compensées par les économies provenant de l'aménagement des sols ;
- consommait beaucoup moins de terrain (environ la moitié) et c'est là le point le plus important tant sur le plan financier que sur le plan des possibilités d'aménagement ;
- n'était pas très esthétique, son intégration dans le paysage urbain risquant de poser de sérieuses difficultés.

Les installations assurant le stationnement à terre des bateaux de plaisance commencent maintenant à se répandre soit dans les ports existants sous la forme d'un complément au stockage à flot (ex. Port municipal de La Ciotat), soit de plus en plus sous la forme d'aménagements spécifiques n'assurant que ce mode de stockage (ex. Port Inland).

La zone d'influence couverte par de telles installations reste importante même si elle est plus faible que celle observée dans les ports de plaisance classiques, sans doute parce que ces ports sont les seuls à recevoir des bateaux de grandes dimensions.

Une bonne appréciation du nombre des bateaux à mettre à l'eau à un instant donné durant les périodes de pointes est indispensable pour pouvoir arrêter les caractéristiques de plusieurs éléments de l'installation et notamment celles des moyens de manutention à mettre en œuvre.

C'est le plus souvent par l'observation de ce qui se passe dans les ports voisins que ce point pourra être éclairci car les résultats se révèlent très variables d'une région à l'autre.

3.3.2.2.1 - les structures de stockage

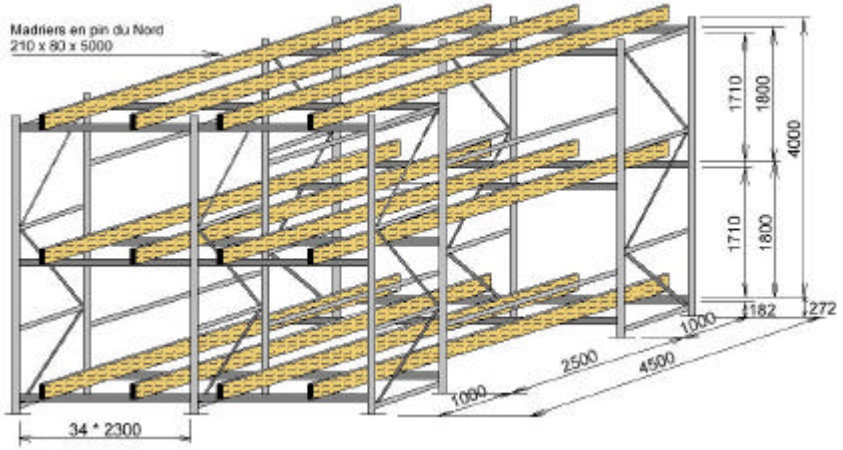
Les bateaux sont le plus souvent disposés sur plusieurs niveaux (2 à 5) à l'intérieur de casiers de stockage.
Les dispositions présentées par ces structures doivent être étudiées avec soin en fonction de la demande actuelle et future. Malheureusement l'appréciation de ces données et notamment l'influence de la création de nouvelles possibilités de stockage à terre sur l'évolution du marché local du bateau reste difficile.

Aussi est-il recommandé d'adopter des dispositions très flexibles qui puissent être modifiées ultérieurement sans trop de difficultés pour pouvoir les adapter à l'évolution de la demande.

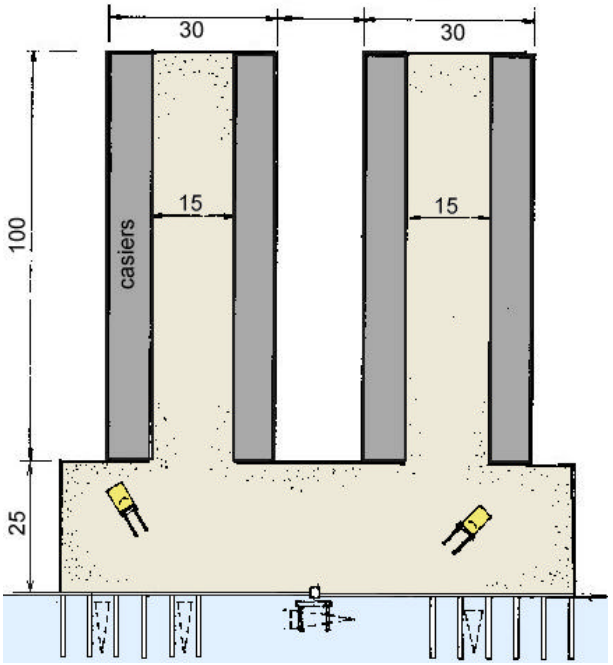
Le maximum de flexibilité est obtenu avec des cellules individuelles dont la hauteur et la largeur sont ajustées sans trop de difficultés aux dimensions des bateaux réellement accueillis.
De grandes cellules susceptibles de recevoir 2 à 3 bateaux sont toutefois également utilisées malgré les difficultés rencontrées pour le réglage des supports en hauteur en raison du poids plus élevé des éléments constitutifs.

Les bateaux reposent dans leurs cellules quelquefois sur un élément en bois disposé sous la quille, le nez du bateau étant pincé par un dispositif ajustable, mais le plus souvent sur 2 poutres de bois de type madriers (environ 5 × 25 cm), solidement fixées sur la structure métallique pour ne pas céder sous l'effet de la pression latérale des coques et maintenues dans un parfais état de propreté.

Schéma des casiers de stockage de bateaux Mavinautic (port municipal de La Ciotat)



Ce système ne peut fonctionner que si les structures sont proches du plan d'eau. Le chariot élévateur ne doit pas avoir à faire plus de 100m sinon la manœuvre devient trop longue et provoque une rupture de charge du fait de la nécessité d'un chariot supplémentaire.
Un seul chariot peut suffire pour une aire de stationnement de 200 bateaux (attention à la gestion de pointe).



Pour sa mise en stationnement, le bateau accoste parallèlement au ponton. Il doit être positionné ensuite perpendiculairement à celui-ci afin de pouvoir être saisi par l'arrière avec l'engin. La manœuvre pour le faire pivoter de 90° est alors délicate et dangereuse.

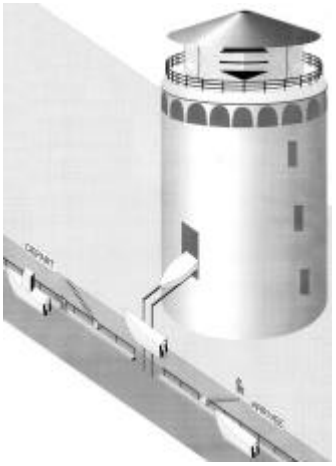
Pour information, il faut compter environ 4200 m² au sol de terrain ou de hangar pour 400 bateaux, soit environ 10 m² par bateau. Avec des systèmes plus sophistiqués, le stockage peut approcher les 7m² par bateau.

3.3.2.2.2 - les hangars d'hivernage

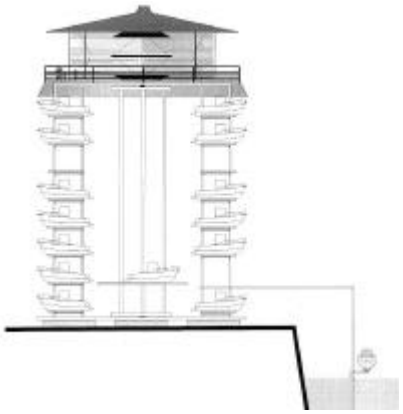
Très souvent, les structures de stockage sont disposées à l'abri d'un hangar complètement ou partiellement fermé, dont les caractéristiques (largeur, hauteur libre d'entrée...) dépendent directement de ces structures et des chariots élévateurs utilisés.
Un stockage à 3 niveaux peut ainsi exiger une hauteur libre de 7,20 m à 8,10 m et un stockage à 4 niveaux de 9 m à 10,20 m.

De larges portes (en général de 7,50 à 9 m) facilitent les manœuvres des chariots. Les murs de façade du hangar doivent être disposés à une certaine distance des structures de stockage pour permettre la rotation du chariot élévateur.
Il convient de souligner qu'un tel hangar ne peut accepter que des bateaux à moteur (ou des voiliers démâtés).
Cette solution d'hivernage offre une protection parfaite contre les intempéries, et aussi contre le vol et les dégradations. De plus les ateliers d'entretien sont généralement à proximité immédiate.

Certains concepts de type "Phar'O" proposent des alternatives d'emplacement pour les bateaux à moteur de 4 à 9m sous la forme de structures métalliques autoporteuses, démontables et déplaçables.
Ces installations de ports à sec automatiques à codes, établies à proximité d'une voie navigable ou d'un quai existant, offrent au plaisancier une disponibilité immédiate de son bateau (manœuvre réalisée en 2 ou 3 min en moyenne).



Ce principe, aménagé en complément d'un port à flot traditionnel, peut permettre au gestionnaire de libérer son plan d'eau des petites unités pour accueillir préférentiellement des unités plus importantes.



Dans un souci d'harmonisation de l'ensemble avec l'environnement du site, les structures peuvent être rectilignes (ex. 3 000 m² pour 192 places sur 3 niveaux), ou circulaires (ex. 30m de diamètre pour 128 places sur 8 niveaux) sous l'aspect d'un "phare maritime".

- 4 -

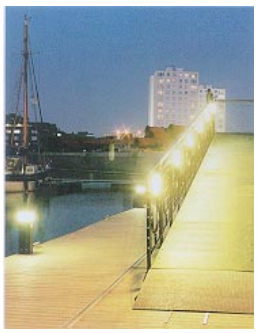
Les services portuaires complémentaires

4	4.1 – Les réseaux secs

4.1.1 – Les systèmes d'éclairage :

L'éclairage intervient pour permettre la poursuite des activités diurnes et la réalisation des activités nocturnes. Il assure alors la sécurité des déplacements, des personnes et des biens : il est donc conseillé d'éclairer de façon efficace tous les points de débarquement sur terre.

Les exploitants de ports de plaisance considèrent généralement comme nécessaire l'installation d'un système général d'éclairage de la totalité du bassin par poteaux surmontés de projecteurs situés sur les jetées et les quais.
Cependant l'éclairage doit permettre de circuler sur les quais et appontements sans être éblouissant pour les bateaux, ni être source de confusion avec la signalisation maritime.



Pour un système d'éclairage par poste à quai, une illumination de 1 Watt/ml pour l'appontement doit être suffisante pour l'agrément et la sécurité des plaisanciers.

L'éclairage peut être matérialisé sur les appontements par :

- des tubes fluorescents encastrés dans les modules de service,
- des bornes d'éclairage de tailles diverses,
- des projecteurs verticaux (port de plaisance d'Ouistreham).

L'éclairage peut être contrôlé par cellules photoélectriques, ce qui offre un moyen économique d'éclairer le port.
Les passerelles d'accès ayant tendance à être pentues et glissantes, il est recommandé de bien les éclairer pendant la nuit.
Mis à part les cas particuliers (zones techniques ou commerciales, par exemple), on adopte généralement pour l'éclairement permanent des valeurs faibles : 1 à 5 lux (ou lumen/m², le lumen étant l'unité de flux lumineux).

Un nouveau concept d'éclairage (brevet LUMIWAY) se compose de diodes blanches, dont la lumière ponctuelle est répartie de manière homogène au moyen d'une pièce optique.
Sa faible consommation d'énergie (12 V) permet de proposer des versions autonomes au moyen des énergies renouvelables éolienne (turbine à air) ou solaire (panneaux photovoltaïques) au lieu d'être alimenté par le secteur.
De plus, grâce à ce procédé, il est possible d'équiper les diverses signalisations du port, les panneaux d'affichage, les bornes de jalonnement, etc.

Il est possible d'élaborer des "plans lumière" proposant aux concepteurs des démarches qualitatives articulées autour de plusieurs points :

- ***les niveaux de lumière*** : prolongement des activités diurnes, des activités spécifiquement nocturnes ;
- ***les orientations de la lumière***, selon la nature et les caractéristiques géométriques (tracé, profil, contour) des espaces à éclairer ;
- ***les espaces particuliers*** sous l'angle de la sécurité : passages piétons, entrées de pontons, places… ;
- ***les couleurs des sources*** pour la création d'ambiances, le repérage de points singuliers…;
- ***les effets de lumière*** pour faire apparaître ou disparaître certains éléments ;
- ***la hauteur des sources*** selon l'étendue des espaces à éclairer ;
- ***la mise en valeur*** d'éléments remarquables.

L'exploitation des installations d'éclairage est très lourde : nettoyage, changement des lampes, contrôles, dépannage… Il est donc nécessaire d'en intégrer les contraintes lors de l'étude.
Mais selon le cas, les dépenses de transformation ou d'équipement peuvent faire l'objet de subventions dans le cadre des programmes Nationaux ou Européens liés à l'environnement et aux économies d'énergie.

4.1.2 - La distribution d'énergie électrique :

Les installations électriques des ports de plaisance et des bateaux de plaisance doivent prendre en compte le risque de corrosion, les mouvements de structures, les dommages mécaniques et les risques accrus de choc électrique dus à la réduction de la résistance du corps humain et au contact du corps avec le potentiel de la terre.

La section 709 de la norme française NF C15-100/A1 (ou IEC 60364-7-709 de septembre 1994) présente les règles pour les installations électriques des marinas et des bateaux de plaisance. Elle est définie pour tout bateau, navire, yacht, maison flottante ou autre unité flottante utilisé exclusivement pour les sports et loisirs. Dans les ports de plaisance, elle concerne tout quai, jetée, appontement fixe ou ponton flottant approprié pour le mouillage ou l'amarrage d'un bateau de plaisance, au moins.

Les 4 points suivants présentent certains éléments techniques développés dans cette norme.

4.1.2.1 – La protection pour assurer la sécurité contre les chocs électriques.

Les dispositifs de protection de courant différentiel-résiduel doivent être utilisés, sauf si les mesures de protection à terre sont réalisées par un transformateur de séparation conforme à la norme NF EN 60-742.
Tous les éléments métalliques des appontements fixes et des pontons flottants doivent être reliés à une liaison équipotentielle mise à la terre.

Parmi les protections ne devant pas être utilisées, la norme recense les protections au moyen d'obstacles, par mise hors de portée par éloignement et par emplacement non conducteur.
Les protections devant être utilisés sur les pontons flottants sont celles qui reposent sur une coupure automatique de l'alimentation ou un transformateur de séparation.

Certains gestionnaires précisent que le positionnement des points de puisage d'eau potable ne doit en aucun cas rendre possible le contact simultanée avec le circuit électrique.

4.1.2.2 - Les canalisations

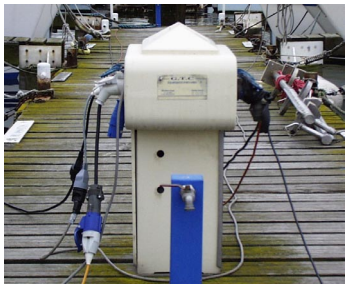
Concernant les canalisations sur les quais, jetées et appontements fixes, il est important de prendre en compte les conditions d'influences externes suivantes : les installations électriques des bateaux de plaisance et les systèmes associés de distribution de puissance des marinas doivent être mis en œuvre et le matériel choisi afin de réduire le risque de choc électrique, de feu ou d'explosion.

Pour les canalisations sur les pontons flottants, l'installation de câbles souples à 3 ou 5 conducteurs est autorisée soit dans des conduits souples non métalliques, soit dans des vides de construction du ponton.
D'après la norme NF C15-100/A1, ne sont pas admis les modes de pose et les canalisations suivants :

- les lignes aériennes,
- les câbles tendus de toutes sortes,
- les supports métalliques sauf s'ils sont en aluminium ou en inox,
- les câbles avec des conducteurs en aluminium.

Les conduits doivent être mis en œuvre pour permettre l'évacuation de l'humidité.

4.1.2.3 - Les tableaux de distribution.



Les tableaux de distribution des marinas doivent être disposés à proximité immédiate des amarrages et aussi près que possible de l'amarrage à alimenter.
Pour éviter une dispersion des différents branchements au niveau d'une borne électrique, il est préférable de disposer la borne en limite de ponton, et non au milieu du platelage.

Lorsque ces tableaux et les prises de courant associées sont installés sur des installations flottantes ou des jetées, ils doivent être fixés à au moins 0,3 m au-dessus du platelage.

4.1.2.4 - Les prises de courant.

Les tableaux de distribution d'une marina doivent comporter, pour chaque point d'amarrage, un socle de prise de courant. Les prises de courant doivent être conformes à la norme NF C63-310[1] relative aux prises de courant pour usages industriels.

Indépendamment des mesures de protection contre les chocs électriques, chaque socle doit avoir les caractéristiques suivantes :

Tension assignée	***Courant assigné***	***Nombre de pôles***	***Degré de protection***
230 V	16 A	2 et un contact de terre	minimal IP 34
		ou encore	
400 V	32 A	4 et un contact de terre	minimal IP 34

Dans une même enveloppe, il est possible de grouper au plus six socles de prise de courant.

L'exploitant du port a pour obligation d'informer l'utilisateur sur la nature du courant délivré et sur les possibilités de connexion du navire de plaisance *("proposition d'instructions pour l'utilisateur " en annexe informative de la présente norme).*

4.1.2.5 – Les éléments du dispositif de connexion.

Le dispositif de connexion au bateau de plaisance se compose :

- d'une fiche avec un contact relié au conducteur de protection ;
- d'un câble souple à 3 ou 5 conducteurs relié soit à demeure au bateau de plaisance, soit à un connecteur possédant les caractéristiques indiquées dans le tableau ci-dessus.

La longueur du câble ne doit pas dépasser 25 m, le câble ne devant pas comporter de connexions intermédiaires sur toute sa longueur.

Les câbles doivent être installés de telle manière que les mouvements du bateau ne puissent entraîner de dommages mécaniques. Ils sont installés de manière à ce qu'ils ne soient pas...

- déplacés par le mouvements du bateau de plaisance, ou
- endommagés par des frottements, des tensions ou des écrasements.

Saufs s'ils sont installés dans des conduits en plastique, des gaines, des longerons ou analogues, ils doivent être fixés par des colliers ou attaches à des intervalles d'environ 0,3 m. Ils doivent être posés à distance des réservoirs d'essence, des pots d'échappement et des sources de chaleur.

4.1.2.6 - Informations diverses.

D'après l'AIPCN [Doc.5], une prise électrique standardisée par mouillage est considérée comme nécessaire pour les bateaux ayant une longueur hors tout (Lht) supérieure à 7,5 m, mais seulement utile pour ceux ayant une Lht inférieure.
Une alimentation triphasée alternée est considérée comme utile pour les bateaux ayant une Lht > 12 m, mais inutile pour les bateaux ayant une Lht inférieure.

Plusieurs solutions de distribution peuvent être adoptées :
- un courant alternatif à une tension 220/380V ou 230/400V (tensions normalisées en France);
- une distribution mixte en 220/380V ou 230/400V à terre, et en 24V près des quais et sur les appontements.

La tension nominale des installations alimentant les bateaux de plaisance ne doit pas être supérieure à 400 V en courant alternatif triphasé.

La puissance électrique par bateau est estimé à 1kW pour des bateaux classiques. Elle peut atteindre parfois 6 à 10 kW pour les bateaux supérieurs à 10 m [Doc. 9].
Sur les aires de carénage, la puissance à installer peut être évaluée à 6 kW pour 1 000 m². Pour un bâtiment de chantier naval de 200 à 300 m² de surface au sol, les besoins sont de l'ordre de 60 à 90 kW.

[1] Remplace la NF EN 60309-2 de 1992

4.1.3 - Les réseaux de communications : téléphonie, télévision,... :

Lorsqu'un port reçoit des bateaux importants, on prévoit le raccordement des bornes de service au réseau téléphonique. Mais ce dernier peut se limiter à l'installation de cabines publiques.
En outre, l'expansion de la mobilophonie et des systèmes GSM digitaux peut offrir une solution aux visiteurs étrangers ; on réservera alors aux bateaux résidents les équipements téléphoniques compatibles avec les installations terrestres.

D'après l'AIPCN [Doc. 5], un service de télévision privé pour chaque mouillage est généralement inutile, exception faite pour les bateaux les plus longs où des raccordements standardisés sont suggérés. Plutôt qu'un réseau général, il est en effet préférable de prévoir des branchements individuels positionnables en tant que de besoin sur les postes à quai et sur les appontements par le biais d'un système de conduites souples.

Mais pour les ports qui désirent s'équiper pour recevoir la télévision, il s'agit de prévoir les éléments de réseau suivants :

- un mât d'antenne unique implanté en fonction des conditions locales, des réceptions possibles, sur la capitainerie ou sur une jetée,
- un amplificateur installé pour la desserte,
- un réseau de câbles jusqu'aux bornes de service.

Bien que l'on voit apparaître une demande de connexion des bateaux à des réseaux locaux de TV par câble distribuant les canaux nationaux et étrangers, la variété des normes nationales, voire locales, en fonction des distributeurs, rend actuellement impossible toute standardisation en ce domaine.

Type de borne de services équipée de liaisons TV et satellite.

4.1.4 – La facturation des services portuaires :

Certaines bornes de services peuvent fonctionner par pièce ou jeton pour fournir par exemple la quantité d'électricité ou d'eau pré-définie jusqu'à épuisement du crédit. Mais le développement de ce système en version réseau permet de fournir aux maîtres de port, à partir d'un simple ordinateur situé généralement à la Capitainerie du port, un contrôle complet et efficace, une surveillance et une facturation détaillée des services utilisés par chaque plaisancier durant son séjour.

En outre, les nouveaux aménagements de plaisance peuvent intégrer des possibilités de paiement par carte électronique ou badge, en général au niveau de bornes multiservices prévues sur l'appontement.
Grâce à ce genre de système, l'exploitant portuaire peut gérer la distribution de nombreuses énergies et de services qui peuvent s'étendre à diverses fonctions nécessaires aux plaisanciers :

- l'eau, l'électricité, le carburant,
- la téléphonie, la télécommunication, Internet,
- la télévision par câble ou parabole,
- la vidange, les eaux usées, la commande de grue,
- l'air comprimé, l'aspirateur, le lavage haute pression
- la vidéo-surveillance, le contrôle et la gestion des accès (sanitaires, stationnement,…), les alarmes ,
- l'emplacement, la gestion des anneaux,
- la messagerie, l'information, la météorologie,
- etc.

4.2.1 - L'évacuation des déchets solides (déchets, détritus, ordures ménagères) :

Dans la mesure où il est demandé au plaisancier de ne rien jeter dans le port, il est nécessaire de mettre à sa disposition des poubelles lui permettant de se débarrasser facilement de ses déchets. Ces équipements doivent être nombreux, sélectifs quant aux produits récupérés, et surtout vidés fréquemment.

Diffusé par une circulaire du ministère de la Santé du 9 août 1978 [Tex.2], le règlement sanitaire départemental type représente le minimum des conditions sanitaires exigibles sur le territoire. Selon l'article 95 de ce règlement, relatif aux mesures particulières de salubrité générale visant les ports de plaisance, les quais et appontements doivent être équipés de récipients munis d'un dispositif de fermeture et d'une capacité minimale de 75 litres, et ne doivent pas excéder 35 mètres d'espacement.

Les propriétaires de bateaux et les exploitants de ports considèrent comme nécessaire un service d'évacuation des déchets solides, la solution proposée étant de placer des conteneurs à quai, à intervalles de 50 m au maximum [Doc. 5].

Dans un rapport de 1996, le Conseil Supérieur de la Navigation de Sport et des activités Nautiques a d'ailleurs constaté dans certaines marinas étrangères, la présence d'installations qui incitent le plaisancier à respecter naturellement l'environnement (poubelles pour papier tous les 50m, conteneur sélectif sur chaque ponton), un affichage rappelant à tous la nécessité et l'obligation de trier les déchets.

Encore faut-il que le ramassage soit effectué fréquemment (surtout en pleine saison) pour éviter les tas de déchets au pied de chaque poubelle…Il s'agit là de la responsabilité de la collectivité locale ou du gestionnaire.

4.2.2 - L'évacuation des déchets liquides :

4.2.2.1 - Les eaux usées [Doc. 8]

Dans la norme ISO 8099 de 1985, les eaux usées sont définies comme les effluents des installations sanitaires (toilettes).

4.2.2.1.1 – Généralités

L'accroissement du nombre des plaisanciers autant que la multiplication des activités de plaisance, conjointement au rejet des eaux usées des bateaux dans les baies, les ports et autres milieux récepteurs sensibles, se traduisent par la dégradation de la qualité des eaux et induisent des risques sanitaires. Pour prévenir tout rejet par dessus bord des eaux usées, les bateaux sont équipés de réservoirs de stockage des eaux usées produites à bord et des règlements interdisent cette pratique dans les zones sensibles ou confinées. Ces réservoirs peuvent être vidés en mer ouverte et, là où elles existent, dans des installations de vidange à quai ou flottantes, individuelles ou collectives.

Parmi les facteurs de choix des méthodes d'évacuation et de traitement des eaux usées, on mentionnera : les normes sanitaires en vigueur, le nombre de bateaux de plaisance et leurs lieux de concentration, la disponibilité et la proximité géographique des installations de traitement par rapport aux centres de plaisance et les caractéristiques hydrogéologiques locales, telles les types de sols et les fluctuations de la nappe phréatique. En fonction de ces facteurs, les ports ont les options suivantes :

- *Traitement hors site :*
  - une évacuation vers un système public de collecte des eaux usées et une installation de traitement ;
  - une évacuation dans un réservoir situé à quai, lui-même enlevé et emmené par un transporteur spécialisé vers un collecteur d'eaux usées et une installation de traitement.

- *Traitement sur site :*
  - une évacuation vers une installation collective de traitement ;
  - en l'absence d'autre possibilité, une fosse septique.

Au Royaume-Uni, les effluents transitent par un système de points de collecte vers une petite installation de traitement. La plupart de ces points de collecte ne sont pourtant pas reliés à un système d'assainissement, mais vidangés par des entreprises spécialisées qui en transportent le contenu par camion-citerne exclusivement vers de grandes stations d'épuration des eaux usées dotées d'une capacité de dilution suffisante pour accueillir des déchets plus concentrés.

La capacité des conteneurs de quai doit être suffisante pour accueillir le volume d'effluents attendu, compte tenu de la cadence des enlèvements. Cette capacité peut être imposée par les règlements sanitaires, mais en général, 5000 à 6000 litres suffisent pour 100 bateaux équipés d'installations sanitaires permanentes.

- Capacités correspondantes à diverses populations de bateaux (à titre indicatif et pour un calendrier normal d'enlèvement) :

Nombre total de bateaux desservis par conteneur	1 à 20	21 à 40	41 à 60	61 à 80	81 à 100	> 100
Capacité recommandée des conteneurs (en litres)	300	600	900	1 200	1 500	2 000

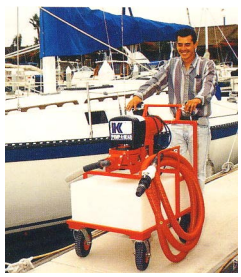
Le succès de tout programme de lutte contre la pollution exigeant de modifier les comportements habituels des plaisanciers, ces derniers doivent avoir aisément accès à une installation leur permettant de vidanger leurs réservoirs sanitaires dans de bonnes conditions d'hygiène.
Un service de protection de la faune et de la flore aux Etats Unis donne les recommandations suivantes pour concevoir des installations accessibles et fonctionnelles :

- en règle générale, prévoir au moins une station de vidange et une unité de collecte par tranche de 300 à 600 bateaux (indépendamment de la longueur de ceux-ci et de la présence de toilette à bord);
- tout port accueillant plus de 50 bateaux équipés de toilettes doit comporter une installation de vidange et de dépôt, éventuellement partagée avec une autre marina située à moins de 3 km;
- le nombre et la capacité des installations sont régis par des facteurs tels que la taille des bateaux, les pratiques locales de la plaisance, les caractéristiques des eaux côtières, la sensibilité du milieu récepteur, etc.

Il peut être utile et économique de prévoir des stations de relèvement entre le bateau et le quai, lorsque la dénivellation provoquée par la marée l'exige.

Il existe trois grandes méthodes de collecte et de traitement des effluents dans les ports et marinas :

4.2.2.1.2 - Les installations de vidanges mobiles.



La flexibilité du système est maximale, puisque l'on peut aisément le déplacer en fonction de la demande (heures de pointe ou service d'urgence).
Malgré sa main-d'œuvre exigeante, son faible coût d'investissement en fait une solution idéale lorsque la demande est mal cernée ou dans l'attente de la réalisation d'un projet de rénovation/extension du port prévoyant un système fixe.
Le coût total est différent selon que les eaux usées sont pompées à partir du bassin vers la station à quai ou amenées à celle-ci par l'unité mobile, solution elle-même fonction du marnage locale (nécessitant éventuellement une station de relèvement).

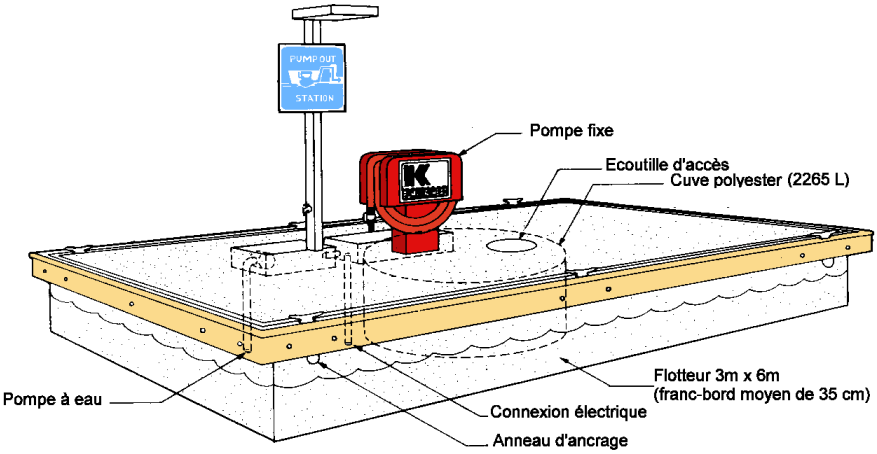
Les utilisateurs potentiels sont les bateaux résidentiels et les bateaux de grande plaisance pour lesquels la manœuvrabilité est généralement difficile.

4.2.2.1.3 - Les installations de vidanges fixes.

De plus en plus, les stations de vidange fixes sont placées sur le quai auprès de la station d'avitaillement des bateaux, ce qui permet de procéder simultanément, et avec l'aide du même personnel, aux deux opérations. En contrepartie, en période chargée, il faut gérer la file d'attente, notamment celle des bateaux de passage.

Le coût d'investissement de ce type de stations est généralement supérieur à celui des unités portables, mais leur coût d'exploitation unitaire nettement inférieur (si utilisées à bon escient).

En cas d'éloignement du réseau d'assainissement, il peut s'avérer nécessaire d'installer des canalisations supplémentaires le long des quais ou des pontons. Cela exige d'importantes quantités d'eau pour obtenir une chasse suffisamment puissante pour les vider, d'où un coût accru en consommation d'eau et, si la vidange se fait vers une citerne à quai, en frais d'évacuation supplémentaires.



Exemple de station de pompage flottante (société Californienne PUMP-A-HEAD)

4.2.2.1.4 - Le réseau d'assainissement intégré.

La connexion de chaque poste à une installation fixe, comparable à un réseau d'assainissement classique à terre, outre qu'elle est coûteuse, implique un réseau étendu de canalisations le long de quais et pontons, avec les risques de fuites et les besoins en entretiens et réparations potentiellement coûteux que cela induit.

Les systèmes de service à poste restent généralement très coûteux, en tout cas beaucoup plus que les installations portables ou fixes. Leur coût d'exploitation à court terme est plus faible, mais à moyen terme, l'entretien et la réparation des canalisations complexes et étendues peuvent entraîner des coûts très supérieurs à ceux des deux autres systèmes de base, fixes et portables.

Le coût élevé des systèmes à poste les réserve généralement aux nouvelles installations importantes ou aux grands projets d'extension ou de réhabilitation de bassins existants et surtout lorsque la population flottante vivant à bord de manière temporaire ou permanente est importante.

4.2.2.1.5 - Les installations pour toilettes portables.

Tout projet de service de vidange doit réserver une place à la collecte des déchets et des eaux usées de toilettes portables. L'installation prévue à cette fin consiste généralement en un conteneur en fibre de verre ou en acier inoxydable avec réservoir intégré muni d'un couvercle et d'un tuyau de rinçage. Ces stations de collecte existent en trois configurations, selon qu'elles sont déversées dans :

- une décharge sanitaire ;
- un conteneur d'eaux usées à enlever ;
- une citerne régulièrement vidée par une station de vidange ou d'enlèvement voisine.

La vidange des toilettes portables dans les installations sanitaires du port crée souvent des problèmes hygiéniques et des nuisances pour les autres usagers et doit donc être évitée. On recommandera par contre le déversement direct en décharge ou station sanitaire, ces deux systèmes assurant l'évacuation automatique et sans manipulation secondaire des déchets.

Un schéma d'installation doit mentionner les informations qui suivent :

- la configuration générale de l'installation,
- le point de connexion de la conduite d'aspiration au bateau,
- la localisation de la pompe,
- la localisation de l'extrémité de la conduite d'évacuation,
- la longueur des conduites,
- les diamètres et matériaux des conduites,
- l'alimentation électrique disponible,
- le nombre de coudes, manchons de liaisons souples ou flexibles pour la conduite d'évacuation,
- les cotes d'installation de la pompe et de l'extrémité de la conduite d'évacuation par rapport au niveau de l'eau,

- toute autre information pertinente.

4.2.2.2 - Les huiles usagées et hydrocarbures.

Le cahier des charges type de concession annexé à la circulaire n°81-22/2/5 du 19 mars 1981 impose des obligations précises en matière d'hygiène et de pollution du port. Son article 16 prévoit entre autre qu'il est interdit de rejeter tout liquide insalubre, et notamment des hydrocarbures (gazole, mazout, fuel, essence, huiles de vidange ou de graissage) dans les plans d'eau portuaires.

Une attention particulière doit être apportée pour tout ce qui concerne les zones de récupération des déchets nocifs, acides, décapants, peintures et fusées usagées... Ils doivent être recueillis dans des récipients étanches et confiés au service de nettoyage du port qui en assure l'évacuation.

On peut rencontrer certains modèles déposés de conteneur tout en inox, développés pour la récupération des huiles, bidons et filtres à huiles usagés (ex. Envinox par BRAIN'Technologie). La capacité de ces cuves peut varier entre 600 et 1300L selon les modèles.

Un affichage du lieu où l'on peut déposer son bidon d'huile vide et son huile usagée pourrait être envisagé dans la station.

4.2.3 - Les équipements sanitaires à terre :

L'article 95 du règlement sanitaire départemental de 1978 [Tex. 2] prévoit que "…tout projet de création ou toute exploitation d'installations portuaires, appontement, bassins de mouillage et, en général, tout aménagement intéressant les eaux intérieures ou littorales capables de recevoir des navires de plaisance de plus de deux tonneaux, doit comporter des équipements sanitaires en rapport avec le nombre des postes d'amarrage.
Les équipements sanitaires sont répartis en un ou plusieurs groupes sanitaires. Chacun de ces groupe comprend :

- par tranche de 25 postes d'amarrage : 1 w-c, 1 urinoir, 1 lavabo et 1 douche ;
- en outre, par tranche de 50 postes d'amarrage : 1 bac à laver

Au-delà de 400 postes d'amarrage, un coefficient d'abattement de 5% par tranche supplémentaire de 100 postes peut être appliqué au nombre total d'appareils résultant du calcul précédent.

Au-delà de 1000 postes d'amarrage, le projet doit faire l'objet d'une étude particulière en ce qui concerne le coefficient d'abattement à appliquer.

Tous les appareils sanitaires doivent être reliés au réseau d'assainissement communal ou, à défaut, à des dispositifs de traitement conformes à la réglementation en vigueur.

La répartition des groupes sanitaires doit être telle que le trajet entre un poste d'amarrage et le groupe le plus proche ne soit pas supérieur à 200 mètres.

Les dispositions du présent article sont applicables, tant en ce qui concerne la nature des équipements que leur implantation, même si les installations portuaires sont mitoyennes des terrains de camping. Elles s'appliquent immédiatement aux ports non encore concédés…" et localement par arrêté (pris après avis du conseil départemental d'hygiène). Rappelons qu'en 1989, une étude faite par les Ponts et Chaussées avait montré que 9 ports sur 117 respectaient la législation en ce domaine.

D'après un rapport d'enquête de l'AIPCN [Doc. 5], les propriétaires de bateaux suggèrent également une distance maximum des toilettes de 200m. Ces derniers, comme les exploitants de ports, considèrent que le nombre maximum de personnes utilisant chaque toilette doit être compris entre 30 et 50, ce second chiffre étant celui qui est le plus souvent mentionné.
En ce qui concerne les douches, le nombre maximum suggéré de personnes utilisant chaque douche est de 50, la distance maximum entre les douches et le quai étant aussi de 200m.
Une laverie self-service et, dans une moindre mesure, un sèche-linge sont parfois utiles.

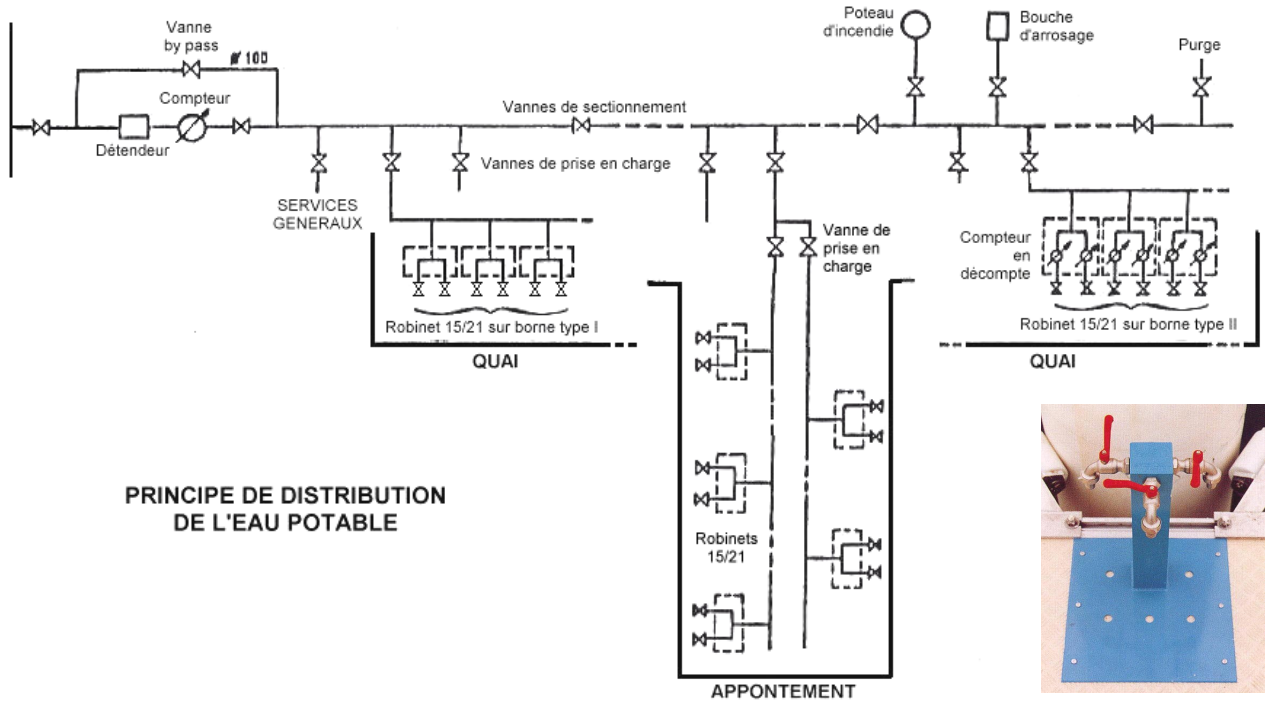
Les sanitaires à terre sont d'autant plus importants si l'on veut éviter l'usage des commodités des bateaux.
Il est important de tenir compte du type de clientèle du port (plaisanciers en escale, régatiers), ainsi que de l'existence d'usagers présents sur le plan touristique.

4	4.3 – Les autres réseaux

4.3.1 - La distribution d'eau :

La distribution d'eau douce est un service indispensable pour le plaisancier et peut faire apparaître sur un projet la cohabitation de plusieurs réseaux, à savoir :

- une distribution publique aux bornes de service, assortie d'un réseau collectif et individuel (alimentation des pontons et sanitaires) ;
- un réseau d'incendie garantissant un certain débit;
- un réseau de nettoyage et d'arrosage automatique irriguant les espaces verts ;
- la desserte des bâtiments de services et commerciaux.



PRINCIPE DE DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE

Dans la plupart des pays, les équipements utilisés pour fournir de l'eau sont régis par des réglementations visant à…

- exclure toute possibilité de contamination de l'alimentation publique en eau, notamment sous l'effet de contre-pressions ;
- minimiser les dommages dus à des facteurs tels que le gel ;
- minimiser les pertes par fuites, consommations excessives, etc.

Le service de distribution d'eau utilise normalement des tuyaux de 15 à 40 mm de diamètre selon la pression du réseau de distribution du port.
Une des normes en vigueur pour les réseaux de distribution d'eau potable est la norme T54.071 de 1991 relative aux tubes en polyéthylène basse densité désignés PE 32 : ces tuyaux (noir à bande bleu) résistent à la corrosion, ont une certaine flexibilité et sont particulièrement recommandés pour éviter le développement d'algues (problème des conduites transparentes).

Lorsque la distribution de l'eau s'effectue par l'intermédiaire de bornes de services (alimentation électrique incluse), il est important de situer les prises d'eau en partie basse en garantissant une étanchéité totale. Ces bornes peuvent être équipées de 1 à 4 robinets avec sortie 20/27 (raccord au nez) et arrivée sur raccord union 15/21mâle.

D'après l'AIPCN [Doc. 5], une alimentation en eau pour chaque poste à quai est nécessaire pour les bateaux ayant une longueur hors-tout (Lht) supérieure à 7,5 m, et un compteur est considéré comme inutile sauf dans le cas des gros bateaux (Lht > 12 m).

La fourniture des postes d'eau sur les appontements doit être à moins de 20 m de chaque poste à quai (tuyaux souples pour l'enroulement sur des dévidoirs en dehors des moment d'utilisation).

Quand la consommation d'eau est payante, l'exploitant portuaire peut, soit installer sur la conduite d'alimentation un compteur mécanique permettant des relevés locaux, soit introduire dans la conduite une soupape électrique limitant la quantité d'eau fournie et/ou actionnable par appareils à pièces, à carte magnétique ou à puce, ou encore contrôlable à distance via un système de gestion propre au port.

4.3.2 - L'avitaillement en carburant :

L'approvisionnement des bateaux en carburant est essentiel mais reste une des opérations/connexions les plus dangereuses envisageables en raison des risques d'incendie et/ou d'explosion et, plus fréquemment, de pollution. Deux types de combustibles sont à distinguer : les combustibles liquides tels que diesel/gazole, l'essence (avec ou sans plomb) d'une part, et le gaz de pétrole liquéfié (GPL) d'autre part.

Pour les moteurs à allumage par compression au diesel/gazole et pour les moteurs à allumage par combustion interne à l'essence avec ou sans plomb, il existe normalement trois modes d'alimentation :

- l'amarrage du bateau à un poste spécialisé permettant l'utilisation d'une pompe automotrice standard et d'un tuyau/bec insérable dans une conduite de remplissage ;
- pour les hors-bords, la possibilité de remplissage à terre de bidons dédiés transférables à bord et connectables via un tuyau ;
- la possibilité d'achat à terre de combustible en bidons destiné à être injecté à l'aide d'entonnoirs.

De ces trois méthodes, la dernière est la plus dangereuse, en raison de l'évacuation non contrôlée de vapeurs inflammables ou de fuites dans la voie d'eau.
Son utilisation peut être limitée/interdite par les réglementations locales ou même par l'exploitant portuaire.

La réglementation et la normalisation concernant l'utilisation du GPL pour l'alimentation des moteurs de bateau étant actuellement à l'étude, les exploitants des ports peuvent faire peu de choses en ce domaine, sauf fournir les accès adéquats aux fournisseurs de gaz mis en bonbonnes au niveau local et leur dispenser les conseils correspondants.

Ces installations d'avitaillement laissant généralement de grandes possibilités de manœuvrabilité dans le port, elles peuvent être combinées avec d'autres services utiles au bon fonctionnement des bateaux comme les systèmes de récupération des eaux usées, des déchets,…

En dehors des ports de plaisance de petites dimensions, c'est parfois une vraie station qui doit être prévu, comportant …

- un poste à soute muni de pompes à essence et à gazole ;
- un stock de diverses huiles de lubrification ;
- la vente de bouteilles de gaz (gaz de cuisine) ;
- un dépôt de déchets d'hydrocarbure.

Concernant la capacité de réservoir à retenir, cela ne dépend pas uniquement de la capacité du port lui-même, mais aussi de la zone à desservir en carburants (mouillages et ports voisins non équipés).

Les installations de distribution de liquides inflammables sont généralement des installations classées soumises à déclaration. De ce fait, elles doivent notamment satisfaire aux prescriptions de l'arrêté type n°261 bis relatif au remplissage et à la distribution de liquides inflammables, et pour la partie stockage, aux prescriptions de l'arrêté type n°253 relatif aux dépôts de liquides inflammables.

D'après la norme NF C 15-100 section 752 sur les aires de distribution de carburants liquides, les zones de sécurité sont les zones définies par les volumes situés au-dessus du sol et limités :

a) *pour les orifices des bouches de chargement des réservoirs de stockage :*
   - par la surface sphérique située à 2 m autour de la bouche si celle-ci est à l'extérieur,
   - par les parois du local si la bouche est située à l'intérieur.

b) *pour les évents :*
   - par la surface sphérique située à 2 m autour de l'orifice.

c) *pour les appareils distributeurs :*
   - par la surface cylindrique située à "x" mètres autour de l'appareil ("x" étant égal à la longueur du flexible de chargement majorée de 1 m) et par le plan horizontal tangent au sommet de l'appareil si celui-ci est à l'extérieur, et par le plan horizontal situé à 2 m au-dessus du sommet si celui-ci est situé à l'intérieur.

Aucune canalisation électrique ne doit passer à moins de 1 m d'un réservoir de stockage, à l'exception des dérivations indispensables au fonctionnement des appareils nécessaires à l'exploitation du stockage.

4.3.3 - Le passage des divers réseaux :

Le tracé des réseaux doit être le plus direct possible et tenir compte de la souplesse respective des canalisations : on place en général le long d'un quai les canalisations électriques en caniveaux ou fourreaux les plus près du couronnement, ensuite les fourreaux des PTT et télévision, enfin la canalisation d'eau.

Dans la pratique, le nombre et le diamètre des canalisations seront assez souvent les suivants, tout au moins en France [Doc. 1]:

- Eau..... 2 ∅ 50 mm
- Energie électrique..... 1 ∅ 49 mm
- Eclairage publique ..... 2 ∅ 30 mm
- Téléphone, télédistribution..... 4 paquets de conducteurs de faible section

Compte tenu des distances à respecter entre réseaux, le passage de ces derniers peut se faire soit …

- dans un caniveau de 1,50 × 0,10 m ;
- dans des gaines noyées ;
- sous remblais sableux de 12 cm d'épaisseur environ.

La présence des boites de dérivation conduit à augmenter les dimensions en caniveau technique. On peut être conduit à réserver des chambres pour le logement de ces boites de dérivation de façon à réduire la hauteur du caniveau technique en section courante.

Le cheminement des réseaux secondaires sur les appontements est préférable dans une structure comportant sur chaque bord un caniveau assez profond.

Documents cités en référence

Doc. 1	Rapport final de la Commission internationale pour la navigation de sport et de plaisance *Association Internationale Permanente des Congrès de Navigation (AIPCN)* *annexe au bulletin n°25, vol. 3 (1976)*
Doc. 2	Normes pour la construction, l'équipement et l'exploitation des ports de plaisance et des marinas, particulièrement sous l'angle de l'environnement *AIPCN - supplément au bulletin n°33, vol. 2 (1979)*
Doc. 3	Stationnement à terre des bateaux de plaisance soit en vue de leur entretien, soit en tant que complément au stationnement à flot, sous le double aspect technique et économique. *AIPCN - supplément au bulletin n°37, vol. 3 (1980)*
Doc. 4	Le tracé et la structure des ouvrages extérieurs des ports de plaisance, plus particulièrement au triple point de vue de : ▫ la commodité des manœuvres d'entrée et de sortie des bateaux de plaisance et, plus spécialement, des voiliers ; ▫ la lutte contre l'ensablement, l'envasement et l'envahissement par les algues; ▫ leur établissements par faible profondeur. *AIPCN - supplément au bulletin n°38, vol.1 (1981)*
Doc. 5	Conseils sur les spécifications relatives aux installations et à la gestion des ports maritimes de plaisance et des marinas de voies d'eau intérieures en fonction des demandes des utilisateurs. *AIPCN - supplément au bulletin n°75 (1991)*
Doc. 6	Les chenaux d'accès - Directives initiales *AIPCN - supplément au bulletin n° 88 (septembre 1995)*
Doc. 7	Examen de normes sélectionnées applicables à la conception d'appontements flottants *AIPCN - supplément au bulletin n°95 (juin 1997)*
Doc. 8	Installations de vidange des eaux usées produites par les navires de plaisance -Guide technique *AIPCN - supplément au bulletin n°95(1997)*
Doc. 9	Travaux maritimes par André Graillot – tome 4 (1979)
Doc. 10	Le guide juridique pratique du plaisancier par Anne Margotin et Aurélien Viratelle – Edition Le Nautilex (1998)
Doc. 11	Guide de conception des pontons de plaisance Edité aux presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (1992)
Doc. 12	Appontements flottants et passerelles - Guide de recommandations (1998) Fédération Française des Ports de Plaisance élaboré avec le concours de METALU Industries
Doc. 13	Dictionnaire technique maritime (anglais / français) – *par le lieutenant de vaisseau Alain G. CLOUET (février 2000) édité à la Maison du Dictionnaire*
Doc. 14	Guide sur la signalisation touristique – brochure n° 5372 des Journaux Officiels

Textes réglementaires
cités en référence.

Tex. 1	Circulaire n°81-22/2/2 du 19 mars 1981
Tex. 2	Circulaire du 9 août 1978 relative à la révision du règlement sanitaire départemental
Tex. 3	Annexe au décret n° 90-43 du 9 janvier 1990 et à l'arrêté du 9 janvier 1990 relatifs aux règles de sécurité contre les risques d'incendie et de panique et modalités de contrôle applicables aux établissements flottants ou bateaux stationnaires et aux bateaux en stationnement sur les eaux intérieures recevant du public.
Tex. 4	Arrêté du 31 mai 1994 fixant les dispositions techniques destinées à rendre accessibles aux personnes handicapées les établissements recevant du public et les installations ouvertes au public lors de leur construction, leur création ou leur modification, pris en application de l'article R. 111-19-1 du code de la construction et de l'habitation.
Tex. 5	Arrêté du 23 janvier 2001 fixant les prescriptions générales applicables aux travaux d'aménagements portuaires et ouvrages réalisés en contact avec le milieu aquatique soumis à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau.

PHOTOS DE LA COUVERTURE

Port de SAINT-FLORENT
départ de Haute-Corse (2B)

Port de SAINT-MALO
départ d'Ille-et-Vilaine (35)

Port de GRANVILLE
départ de la Manche (50)

Port de CAVALAIRE-SUR-MER
départ du Var (83)

Port de SAINT-GERMAIN-DES-VAUX
ou PORT RACINE
départ de la Manche (50)

centre
d'Etudes
techniques
maritimes
et fluviales

2, Boulevard
Gambetta
B.P. 60039
60321 COMPIEGNE
cedex

ISBN : 2-11-093869-2