



yves bour • xavier esselinck
architectes dplg

bureaux 79-81 rue victor hugo
94200 ivry sur seine
email xy@xyarchitecture.com
téléphone +33 1 56 20 18 30
télécopie +33 1 56 20 18 31



Bureau d'Ingénierie et d'Etudes Fluviales

178 bis, rue Peleport 75020 PARIS
tél : 01 40 33 32 21
Fax : 01 40 33 32 22
email : bief@bief.net
site : www.bief.net
S.A.R.L. capital 50 000€ -
R.C.S. PARIS B 409 519 451 00028

ASSOCIATION DE L'HABITAT FLUVIAL - FEDERATION

SECURITE DES BATEAUX STATIONNES EN UN POINT FIXE SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL ANCRAGE ETUDE D'UN SYSTEME FLOTTANT

**RAPPORT XY ARCHITECTURE
RAPPORT BIEF**

Décembre 2011



yves bour • xavier esselinck
architectes dplg

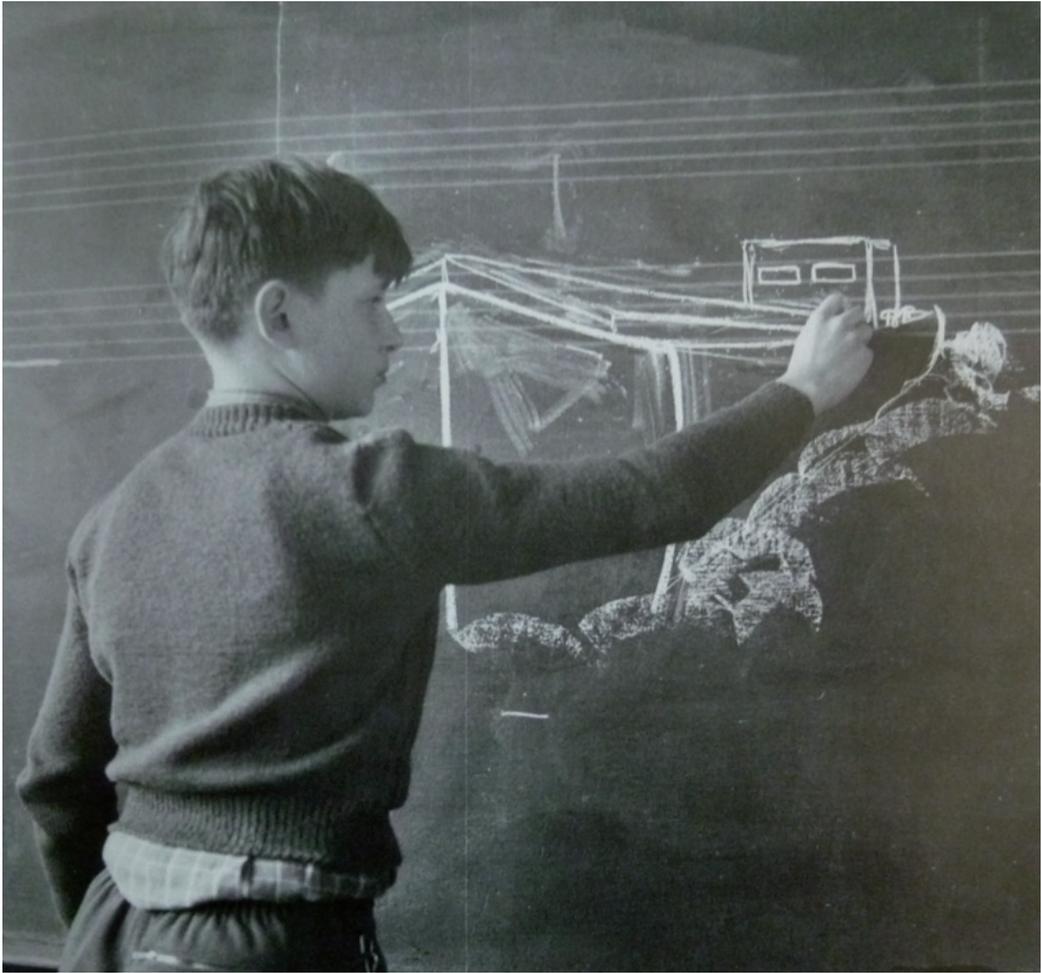
bureaux 79-81 rue victor hugo
94200 ivry sur seine
email xy@xyarchitecture.com
téléphone +33 1 56 20 18 30
télécopie +33 1 56 20 18 31

**SECURITE DES BATEAUX STATIONNES EN UN POINT FIXE
SUR LE DOMAINE PUBLIC FLUVIAL**

**ANCRAGE
ETUDE D'UN SYSTEME FLOTTANT**

ETUDE DE XY ARCHITECTURE

DECEMBRE 2011



PREAMBULE

Cette étude a été commandée par l'Association de Défense de l'habitat Fluvial- Fédération au début de l'année 2011. Elle concerne l'amarrage et la sécurité des bateaux logements.

L'agence en charge du dossier est un cabinet d'architectes, XY Architecture, qui a été créé en 1987 par Yves Bour et Xavier Esselinck (<http://www.xyarchitecture.com>); ils avaient tous les deux choisi d'habiter sur l'eau depuis 1975, mais aussi d'y naviguer. Ils ont donc une certaine habitude des questions fluviales et des problèmes spécifiques que cette vie peut poser.

Le bureau d'études BIEF, (<http://www.bief.net>) fondé en 1996 par Dominique Dusseaux, ingénieur TPE, expert près les tribunaux, et dirigé par Sebastien Lelandais, spécialisé dans les installations portuaires intérieures, a complété cette étude en apportant son savoir faire, son expérience et sa compétence en matière de dimensionnements: tous les dispositifs présentés ont été vérifiés et justifiés par le calcul à l'aide des outils logiciels actuels (logiciels du CETMEF, Advance Design et ROSA 2000 en particulier) et correspondent aux réglementations et normes actuelles.

Nous nous sommes attachés plus particulièrement aux cas des bateaux logements, et les dimensionnements sont calculés pour des unités classiques des bateaux logements: soit un 38m lourd, soit un «petit bateau» d'une trentaine de mètres, bien que les principes décrits puissent servir à toutes les autres formes d'usages, grandes ou petites, qui cohabitent sur les fleuves. Nous montrerons des exemples de dispositifs analogues en usage à l'étranger pour des unités de 180 m de long transportant plusieurs centaines de passagers.

Il y sera question de la Seine et de ses affluents, de berges naturelles, mais les autres fleuves, les quais droits ou les quais en pente, le stationnement en zone agitée comme à Paris, ou plus calme comme sur des bras morts, sont autant de cas de figures qui peuvent générer des mises au point ou des adaptations spécifiques du système.

Mais avant de présenter cette étude, il nous est apparu utile de faire quelques retours sur l'histoire fluviale et ses relations avec la mer, sur ce qui flotte et sur ce qui tient sur terre, sur le dur et le souple, pour esquisser une approche sommaire et allusive des conceptions différentes de ces deux mondes pourtant complémentaires.

Ceci afin d'éviter des incompréhensions sur la sécurité, et la tentation du risque zéro, au nom duquel les marteaux pilons écrasent les mouches.



RESUME

Comment assurer simplement la sécurité des bateaux stationnant le long des berges des fleuves, et, plus spécialement sur la Seine où les risques de crues sont importants ?

Comment résoudre de manière simple et économique l'amarrage et l'accès des bateaux en toutes saisons et, exceptionnellement, en cas de crue, même normale ou décennale, voire centennale ?

Comment peut-on imaginer des dispositifs efficaces et bon marché, manipulables manuellement par un seul homme, ne nécessitant ni grue ni engin coûteux pour leur entretien et leur usage, garantissant le stationnement et la bonne tenue des bateaux ?

Cette étude s'attache à faire le point sur ces questions et présente une solution alternative aux Ducs d'Albe généralement considérés comme incontournables et comme la solution la plus sûre en cas de crue.

Nous revenons aussi sur un système ancien et classique, qui a fait ses preuves depuis des millénaires: l'ancre, en rappelant les conditions d'usage, d'installation et d'efficacité.

En l'absence de quai droit aménagé, par exemple sur des berges vives, et afin d'assurer la distance nécessaire entre le bateau et la berge, cette étude présente un dispositif simple et bon marché puisqu'il est constitué d'un seul flotteur articulé, qui sert de point d'appui au bateau, et de 4 bollards sur la berge.

A partir de ce système minimum (une ancre et un flotteur), il est également suggéré des compléments intégrant l'accès au bateau (passerelle). Les plans de ce système, dont les dimensionnements ont été calculés par BIEF, sont annexés au dossier.

Le maintien de l'ensemble en cas de crue, ainsi que la question de son entretien et de sa maintenance complète la description.



SECURITE

Ce terme n'a pas le même sens selon que l'on est propriétaire du bateau ou gestionnaire du fleuve:

Pour le propriétaire, il s'agit de sauvegarder son bien, son habitat, et de le protéger au mieux des risques accidentels.

Pour le gestionnaire, il s'agit de protéger le domaine public des avaries qui pourraient être causées par un navire en difficulté ou en perdition.

Aucun système d'ammarrage n'est fiable à 100%: les cordes peuvent se rompre ou se détacher, voire l'être par malveillance, et quelque soit la hauteur du quai, du duc d'Albe, quelque soit la tenue du bollard sur le quai, il y aura toujours un risque de voir le bateau partir à la dérive, et ruiner un autre bateau, ou pire un pont, un barrage, ou un équipement du fleuve.

Sauf dans un cas: si le bateau est correctement ancré, le pire qui puisse lui arriver est de se trouver stabilisé par son ancre dans le lit du fleuve, en attendant qu'on vienne le chercher.

Ce système de sécurité satisfait à la fois le propriétaire et l'administration, et bon nombre d'accidents auraient pu être évités si les bateaux en stationnement fixe étaient simplement ancrés.

Le coût de cette obligation est dérisoire, la plupart des bateaux ayant conservé leurs ancres, ou pouvant s'en procurer à bon prix d'occasion auprès des chantiers navals, et ceci serait plus efficace, et moins traumatisant pour le paysage que les ducs d'Albe à hauteur de la crue centennale, largement refusés par les mairies riveraines.

Avant de parvenir à cette conclusion, nous avons cherché à comprendre pourquoi cette évidence n'est pas apparue plus tôt, c'est l'objet des chapitres suivants.

Les Ducs d'Albe, une panacée ?



INTRODUCTION GENERALE

Il y a maintenant, notamment dans la région parisienne, un nombre important de bateaux logements, amarrés toute l'année au même endroit. L'utilisation de ces unités en habitation les rend stationnaires mais n'exclut pas la possibilité de naviguer. Cette possibilité est même une obligation pour obtenir une COT (Convention d'Occupation Temporaire du Domaine Public Fluvial) de l'administration de tutelle, sauf à désarmer le bateau.

Beaucoup de bateaux stationnent sur des quais dont l'usage strictement portuaire est devenu obsolète, et dans ce cas l'amarrage est plutôt simple et classique, mais pour beaucoup d'autres, cette question reste délicate et parfois inconfortable en cas de montée des eaux.

La prévention des crues, notamment la référence faite à la crue de 1910, dite centennale, dans les directives formulées PPRI (Plans de Prévention des Risques d'Inondation), dans les POS (Plan d'Occupation des Sols) ou les PLU (Plan local d'Urbanisme) a maintenant une importance capitale en ce qui concerne les Permis de Construire accordés "à terre".

La modification des pratiques (habiter une péniche ne fait pas d'emblée de son propriétaire un marinier) et la crainte d'une crue importante poussent maintenant les responsables (qu'ils soient associatifs ou administratifs) à s'interroger sur les conditions de sécurité des stationnements des bateaux. Il est logique et normal que les autorités de tutelle des bateaux logements s'en préoccupent aujourd'hui.

Pendant longtemps la philosophie fluviale a échappé à la tendance générale réglementaire, sans doute parce que la responsabilité des bateaux était considérée comme relevant exclusivement (ou presque) de leurs capitaines. Cet héritage d'une tradition de la mer a tendance à disparaître, les pratiques fluviales se rangeant progressivement derrière les dérives de l'administration qui délègue ses pouvoirs et compétences au profit du monde d'experts rémunérés par les usagers.

Le capitaine, qui était encore il y a peu de temps considéré comme seul responsable de la sécurité du bateau, devient progressivement un spectateur au mieux incompetent, au pire suspect, quand il prétend assumer la gestion de son mode de vie.

Les contrôles se multiplient, tous onéreux, les réglementations se succèdent, ou se superposent, et tout ceci se fait au nom de l'intérêt des usagers, bien qu'ils ne soient que rarement consultés, les experts se chargeant de parler en leur nom, au mieux de les conseiller, au pire de décider à leur place.

Dans ce débat, ou cette dérive, la justification de ces obligations est fondée et justifiée au nom de la sécurité.

Sécurité du bateau : l'amarrage,
Sécurité des habitants : les accès.



Cette préoccupation est normale et même louable de la part des administrations de tutelle tant qu'elle n'aboutit pas à déresponsabiliser l'utilisateur au nom de son incompétence supposée, et au prix de dispositifs lourds, onéreux et souvent disproportionnés avec leurs besoins et leurs moyens.

Ainsi les passerelles privées deviennent progressivement aussi lourdes et bardées de garde-corps que celles des ERP (Etablissements Recevant du Public), voire aux normes handicapés, et on peut se demander pour combien de temps encore les bords de fleuves et les quais de Paris resteront dépourvus de ces précieux accessoires...

Quant à l'amarrage, la panacée actuelle semble être les Ducs d'Albe plantés profonds et plus hauts que la crue de 1910. Malgré leur incongruité dans certains sites, et les résistances environnementales et architecturales qu'elles suscitent dans les villes, comme à Paris, on peut craindre qu'ils fleurissent bientôt, au nom de la sécurité, comme les champs de tulipes en Hollande, en nettement moins gracieux.

Pourtant le matériel de base de la sécurité d'un bateau est son ancre. C'est le système le plus simple, le plus éprouvé, et en plus le moins cher et le plus sûr...

La plupart des bateaux l'utilisent, notamment à Paris, où les quais sont souvent submergés par les crues. Souvent ils se sont procurés une ancre de bateaux désarmés qu'ils ont mouillée avec sa chaîne comme corps-mort pour être en sécurité quand l'eau monte au dessus du quai ou de la berge...

L'amarrage sur une berge naturelle, sur un quai, ou sur des pieux montre une grande diversité des cas et des solutions.

Sans entrer dans le détail des raisons qui font privilégier une méthode plutôt qu'une autre, on peut observer que, suivant les pays, les conditions physiques, la géographie, les cultures, il y a une grande diversité des pratiques.

En France, les réponses apportées à cette question sont en grande partie fondées sur des approches d'ingénieries diverses, voire opposées.

La première approche vient du bateau lui-même qui fait l'essence de la marine: un bateau n'est ni conçu ni construit pour être en contact avec la terre ferme, sauf à être mis en danger. Cette incompatibilité fondamentale de la navigation est diversement accueillie à la fois par les marins (ou les mariniers), et les terriens.

Les premiers font confiance à ce qui flotte, les seconds à ce qui ne bouge pas, à la terre, aux quais ou à leur substitut.

Les premiers naviguent en pleine eau, les seconds ont la culture de la berge et des fondations.

Au delà de cette différence notable, il y a les ingénieurs qui conçoivent les abris, les ports pour les premiers, les écluses et les canaux pour les seconds, et des architectes navals et des entreprises qui s'occupent de fabriquer des bateaux, voire de les transformer pour les adapter aux nouveaux usages.

La préoccupation de la stabilité est essentielle vue de la terre, la mobilité et la fluidité sont les alliés des bateaux, le dur est leur ennemi, parfois fatal...



Il est frappant de constater que l'amarrage d'un bateau de 100 tonnes se fait sur des aussières dont la charge de rupture est dix ou vingt fois moindre, le savoir faire du marin ou du marinier étant essentiel à la bonne tenue de ce lien entre terre et bateau (savoir amarrer, savoir étaler...).

Deux autres raisons sont à prendre en compte dans l'histoire des quais, des ports et des bateaux :

La première est naturelle : la mer est lourde et frappe fort, les défenses des berges, les phares, les constructions doivent tenir face aux éléments et ils sont construits pour opposer une résistance par inertie, par une masse à la hauteur de cette violence récurrente, et fréquente. La réponse des constructeurs de digues, de ports et des quais est d'abord de briser, puis de tenir bon par le poids et la massivité de façon à protéger le bateau et, au delà, la ville, derrière la digue. L'héritage fluvial est une des filles de cette culture, de cette pratique, et c'est une chance, car la prise en compte des forces naturelles, comme les crues des fleuves, a permis aux barrages et aux systèmes hydrauliques de tenir pendant les plus grandes montées des eaux.

En quelque sorte, le fluvial a hérité, dès les premiers temps, de la préoccupation des ingénieurs maritimes, dont les ouvrages étaient conçus pour résister aux pires moments des forces naturelles et des marées.

La deuxième raison est plus générale à la culture de la construction en France, pays de maçons, habitués à la taille des pierres, aux fondations, à ce qui tient plus qu'à ce qui flotte : un radier est toujours plus suspect qu'un pieu foré, un lest moins sécurisant qu'un ancrage, et on laisse très souvent de côté des solutions légères parce qu'elles ne sont pas calculées suivant les mêmes critères, suivant les mêmes règles de construction, suivant le même cadre normatif. Ceci pose parfois des problèmes de responsabilité, donc d'assurances ou de garanties. Il y a pourtant des exemples nombreux, y compris dans le bâtiment, où la légèreté, l'économie de matière peut être une réponse intéressante, alternative, économique, efficace et pérenne.

D'autre pays, peut être parce qu'ils sont plus éloignés de la mer, ont des pratiques sensiblement différentes de l'amarrage, alors qu'ils sont plus lourdement exposés en terme de crue, de trafic, de tonnages transportés, et de courant : nous y reviendrons plus loin avec l'exemple du Danube, à Budapest.

Mais, dans le souci d'assurer la sécurité du navire, la réponse normale à la prévention du risque est d'augmenter l'appui du bateau sur le dur. Le quai, protégé par la digue, mais aussi le pieu planté profond, ou assemblé en tripode pour offrir une meilleure stabilité face aux éléments ou au courant, voire à la vague.

Il y a une logique toute terrestre à penser la sécurité du bateau en terme de fondations, comme s'il s'agissait d'une construction.

C'est d'ailleurs assez pratique et sûre de s'amarrer sur un quai en pierre, et, à défaut, sur un Duc d'Albe, à condition toutefois de ne pas trop regarder à la dépense, ni à l'esthétique, surtout lorsque l'on se trouve dans le paysage champêtre du bord de la rivière.

Visuellement, ce qui passe facilement dans un port à marées, par exemple à Londres, ou dans un port de mer, quand les bassins se remplissent et se vident toutes les six heures est évidemment plus difficile à expliquer à un élu local sur la Marne, même s'il est rompu à l'exercice du PPRI, et si, par nature et de par sa fonction, il est attaché à la sécurité de ses administrés.

Le problème essentiel des Ducs d'Albe c'est que les Mairies sont réticentes à les voir fleurir sur



leurs berges, surtout quand elles sont nouvellement ouvertes à la résidence des bateaux, pour des raisons esthétiques tout à fait compréhensibles et légitimes.

Fort heureusement, il existe des solutions alternatives éprouvées qui peuvent remplacer le duc d'Albe, en offrant la même sécurité et une meilleure pérennité.

L'expérience des autres ports, et des autres pays, était à ce stade d'un intérêt particulier : après tout, comment nos voisins s'arrangeaient-ils de conditions souvent analogues, et n'y avait-il pas, à quelques pas de la France, des expériences éprouvées d'amarrage avec des méthodes alternatives.

Ce voyage européen (qu'il a suffi de faire sur internet), nous a permis de constater que les modes d'amarrages ne sont pas universels, et qu'il existe sur des fleuves beaucoup plus grands que la Seine, des dispositifs légers, utilisés depuis des siècles par des bateaux très lourds, transportant quotidiennement des centaines de passagers, jaugeant plusieurs milliers de tonnes, résistant à des crues dépassant largement en hauteur et en débit celles de la Seine : c'est le cas du Danube, plus particulièrement à Budapest, et un chapitre de cette étude lui sera consacré.

C'est à la faveur de celle-ci que nous avons découvert que le principe d'amarrage des bateaux que notre agence avait proposé et expérimenté dès 1989 était utilisé de manière systématique sur le Danube.

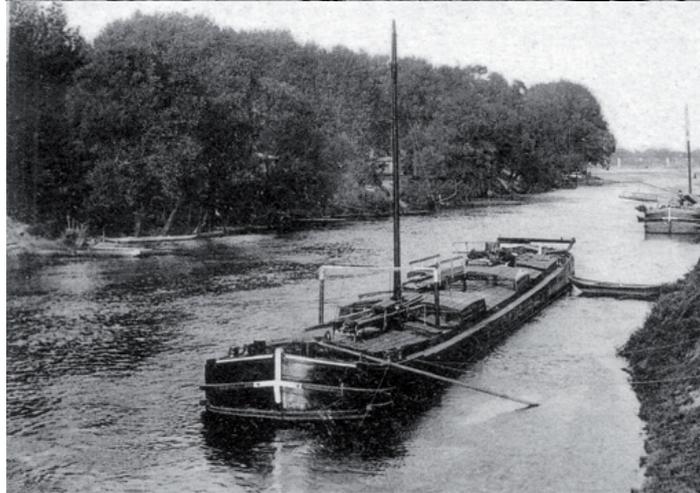
Nous ne le savions pas, mais les plans que nous avons soumis au SNS (Service de la Navigation de la Seine) à cette époque utilisaient un principe tout à fait identique. Réalisé il y a plus de 20 ans en plein Paris, en face de la Tour Eiffel, pour amarrer un bateau logement, ce système fonctionne depuis sans problème, malgré le trafic important et les mouvements d'eau très violents que provoquent dans cette partie de Paris les bateaux à passagers et leurs girations devant le pont de Bir Hakeim.

Un autre bateau utilise ce principe d'appui sur un seul point depuis plus de 15 ans au Pont Sully.

Ces expériences, confirmées abondamment dans d'autres pays, donnent à réfléchir sur le sujet, et montrent que des solutions légères peuvent être pérennes et efficaces.

Le souci de la sécurité, notamment vis à vis d'une crue importante, a guidé cette recherche, et, finalement, l'ancre et quelques points d'appui sur la berge suffisent à assurer la sécurité d'un bateau, dans toutes les conditions, à condition d'avoir un minimum de compétence et de savoir faire.

Le principe de base consiste à maintenir le bateau à sa place, en utilisant trois amarres et un seul flotteur tenant à l'écart de la berge le bateau.



L'ANCRE EST LA PREMIERE SECURITE DU BATEAU

Les bateaux logements sont généralement d'anciens bateaux de transport fluvial, reconvertis en habitation. A ce titre, ils ont hérité de techniques et des organes d'amarrage bien spécifiques qui se trouvaient sur ces bateaux quand ils étaient encore en service: les bollards, toujours placés aux mêmes endroits sur les anciennes péniches, et les ancres.

Ces organes ont une origine, et leur disposition régulière répond à une fonction, (amarrer, étaler pour les bollards) et à la sécurité du bateau (stopper et tenir le bateau en cas d'avarie de moteur, pour les ancres). Leurs évolutions et celles des accessoires qui les accompagnent (cordages, câbles, chaînes et type d'ancres) n'est pas sans points communs avec l'histoire maritime, aussi ancienne et sans doute plus dangereuse, et il y a des relations plus étroites qu'on ne le pense entre l'histoire des marins du grand large et celle des marins d'eau douce.

L'amarrage forain du batelier se fait souvent dans les arbres du canal ou de la rivière, même si c'est interdit, puisque nombre d'écluses de canal, sont dépourvues du moindre bollard.

Il existe même sur les péniches une ancre d'à terre" qui peut palier l'absence de pieux et permettre de sécuriser un amarrage forain pour la nuit. Il est vrai qu'il vaut mieux ne l'utiliser que si l'on est vraiment sûr de la tranquillité du bief.

La question de l'appui normal du bateau sur la berge devient critique quand le niveau de l'eau monte et que le quai est inondé et qu'il n'est plus possible d'intervenir sur les amarres à terre.

Le marinier avisé a évidemment anticipé le danger et, avant qu'il ne soit trop tard a mouillé une ancre au large, la portant à une distance suffisante pour tenir dans la crue la plus haute.

Pour ceux qui ne veulent pas remonter l'ancre à chaque déplacement – ce qui est effectivement long et pénible – il est toujours possible de substituer à l'ancre embarquée une ancre mouillée à la même distance, avec le même poids de chaîne, et ne la solliciter qu'au moment de la crue, en remontant la chaîne sur le flanc du bateau.

Il faut évidemment utiliser une ancre adaptée au poids du bateau : en général celle qui se trouve à bord, avec sa chaîne et son treuil, avait été calculée pour le bateau chargé; elle est donc largement suffisante pour assurer sa sécurité en toutes circonstances.

On compte en règle générale 350kg pour un 38 mètres et 50 mètres de chaîne mouillée au large de manière à travailler en équilibre avec l'amarre amont restée à terre.

Le principe de l'ancre est que celle-ci ne doit jamais travailler : c'est la chaîne qui, par son poids, permet de stabiliser le bateau. Il faut donc une longueur de chaîne suffisante pour que l'ancre ne dérape pas, et surtout calculer cette longueur en fonction de la plus grande crue. L'expérience prouve que la sécurité est atteinte avec une longueur de chaîne au moins égale à 5 fois la hauteur



d'eau (il faut naturellement compter cette hauteur en ajoutant à la hauteur d'eau normale, la hauteur de la crue centennale)

Cette ancre doit être amarrée "au large" c'est-à-dire le plus souvent dans le chenal, ce qui ne gêne en rien la navigation puisqu'elle repose au fond de la rivière. La plupart des bateaux amarrés à Paris contre des quais régulièrement inondés ont pris cette précaution depuis plusieurs dizaines d'années sans qu'un quelconque incident sur la navigation n'ait été signalé.

Quand le niveau de l'eau monte, et inonde la berge, le bateau peut ainsi rester dans le lit du fleuve, en équilibrant ses amarres avec la chaîne d'ancre. Il peut rester écarté de la berge, et ne risque pas de s'y poser en cas de décrue brutale et inopinée.

Il est même inutile de reprendre de la chaîne quand le niveau de l'eau monte, puisque la montée des eaux tend progressivement la chaîne au fur et à mesure de la crue... naturellement ceci est vrai à condition d'avoir correctement mouillé, en prenant garde que la chaîne repose bien à plat sur le fond, et non en paquets !

Cette mise en sécurité du bateau permet d'envisager différents modèles d'appui: quais droits inondables, perrés en pente, berge vive, où chaque dispositif de mise à l'écart de la berge trouvera sa place que ce soit par des pontons, des petits pieux, des systèmes flottants, etc...

Mais le complément direct et historique de l'ancre est l'écoire qui permet au bateau de rester à distance de la berge.

Les mariniers ont une grande expérience de ces écoires, dont la fourche forgée est assez symbolique de la pratique fluviale.

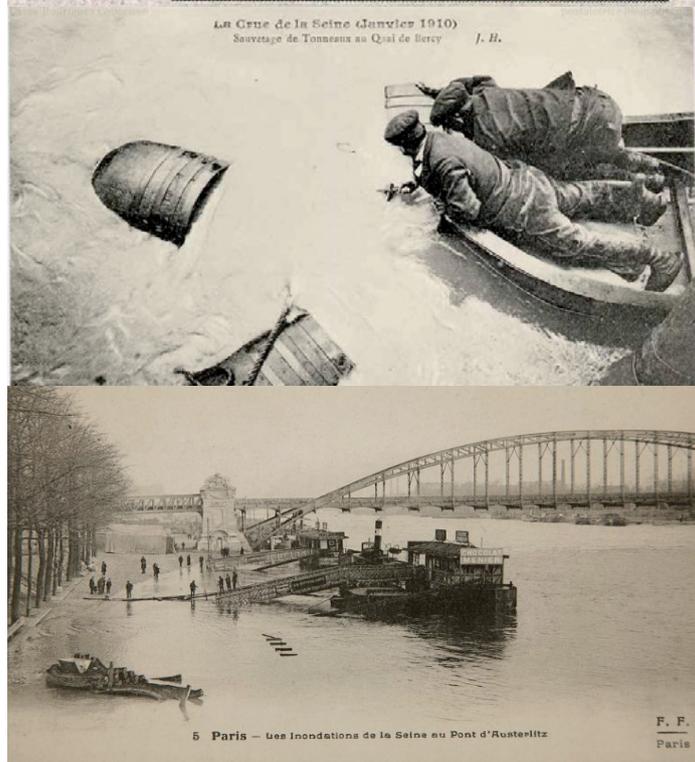
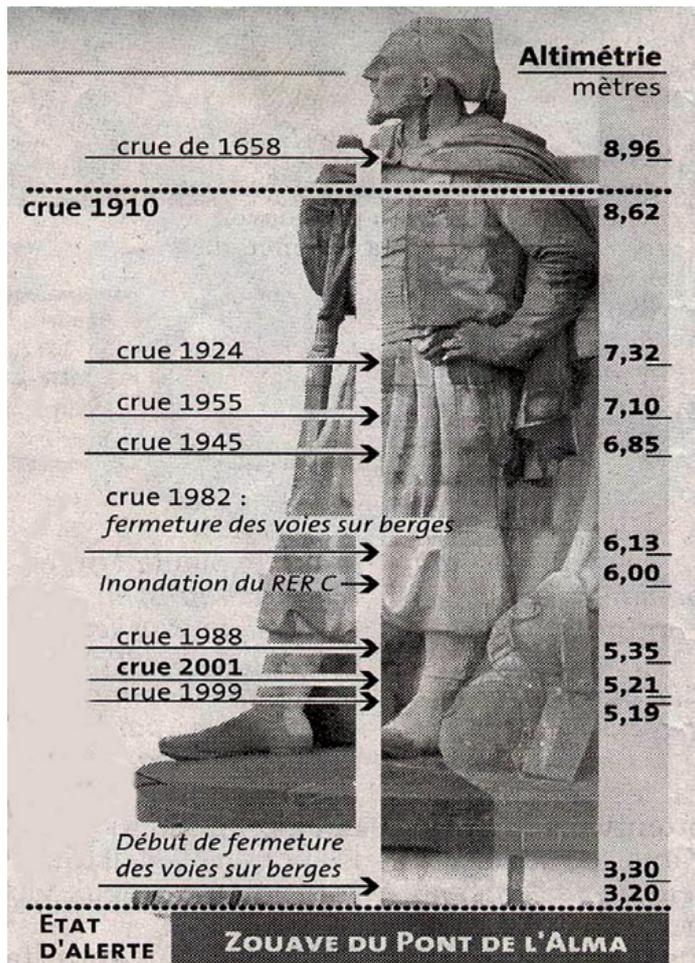
A l'origine simple perche en bois, qui suffisait à maintenir un bateau, même chargé, sur un canal du temps du halage, ces écoires doivent maintenant résister au passage de bateaux lourdement motorisés et déplaçant souvent beaucoup d'eau, tant en canal qu'en rivière.

C'est sur ce principe que la plupart des bateaux logements s'amarre sur les berges non équipées de quai, ou lorsque le quai est en pente.

En Seine, et plus généralement partout où la navigation est active, les perches ont été remplacées par des poteaux télégraphiques ou des tubes métalliques munis d'amortisseurs pour éviter les chocs que le battillage et les vagues des bateaux de passage provoquent.

Les conditions de navigation professionnelle d'aujourd'hui imposent des systèmes beaucoup plus résistants que par le passé tant la motorisation et la vitesse sont maintenant importantes, notamment en Seine : plusieurs milliers de tonnes lancées à plus de 15 Km/h, ça déplace de l'eau !

Mais avec une ancre correctement mise en place, et à condition de surveiller sérieusement la distance à la berge, il est tout à fait possible de se tenir assez éloigné de celle-ci pour limiter la hauteur des pieux : il suffit de veiller à les planter à la hauteur des PHEN (Plus Hautes Eaux Navigables), les risques de turbulences fortes s'arrêtant avec la navigation.



LA CRUE CENTENNALE : VRAI-FAUX PROBLEME

Le PPRI (Plan de prévention des Risques d'Inondation) fixe depuis quelques années la constructibilité des terrains et leur usage vis à vis des risques de crue le long des cours d'eau.

C'est évidemment une précaution nécessaire pour des maisons, pour l'habitation, mais la question de l'inondabilité d'un fleuve, ou plus précisément d'un bateau a-t-elle réellement le même sens que pour une maison ou faut il le regarder différemment ?

Plus précisément quel risque faut il traiter quand on vit sur l'eau et que la crue arrive : le courant augmente, les berges deviennent difficilement accessibles, mais le bateau, tant qu'il peut monter et qu'il est bien amarré, est en sécurité.

Mieux vaut qu'il ne soit pas sous un pont, mais le stationnement y est interdit ; mieux vaut que les amarres soient réglées régulièrement en fonction de la hauteur d'eau, donc que l'anticipation de son capitaine ait été à la hauteur de la crue ; mieux vaut également que la vigilance soit de mise. Mais si tout est organisé et surveillé, il y a finalement moins de risque sur un bateau lors d'une grande crue, qu'à terre : au moins la cave n'est pas inondée, et on aura eu le temps de se préparer aux difficultés d'accès.

Certes à un certain niveau d'eau, les passerelles seront noyées, les conditions d'accès par la barque plus sportives, mais le bateau, lui, s'il est surveillé, s'en sortira sans problème.

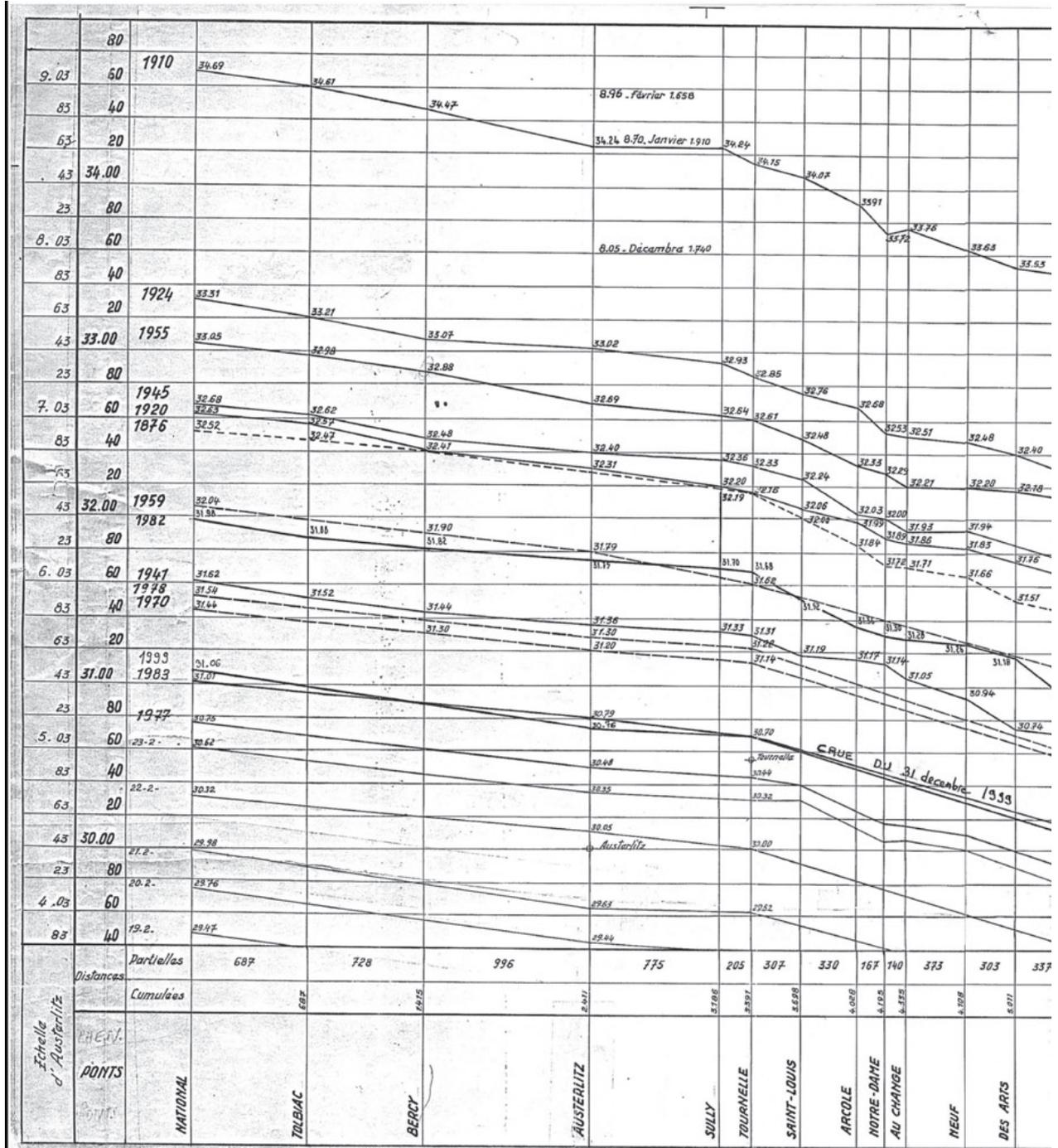
C'est plutôt la décrue qui est risquée, si le bateau se retrouve sur le quai, appuyé de tout son poids sur un pieu, ou sur un roc mal venu.

Parer le danger c'est donc se tenir à l'écart de la berge, ou du quai, que ce soit dans un grande, moyenne ou une petite crue...

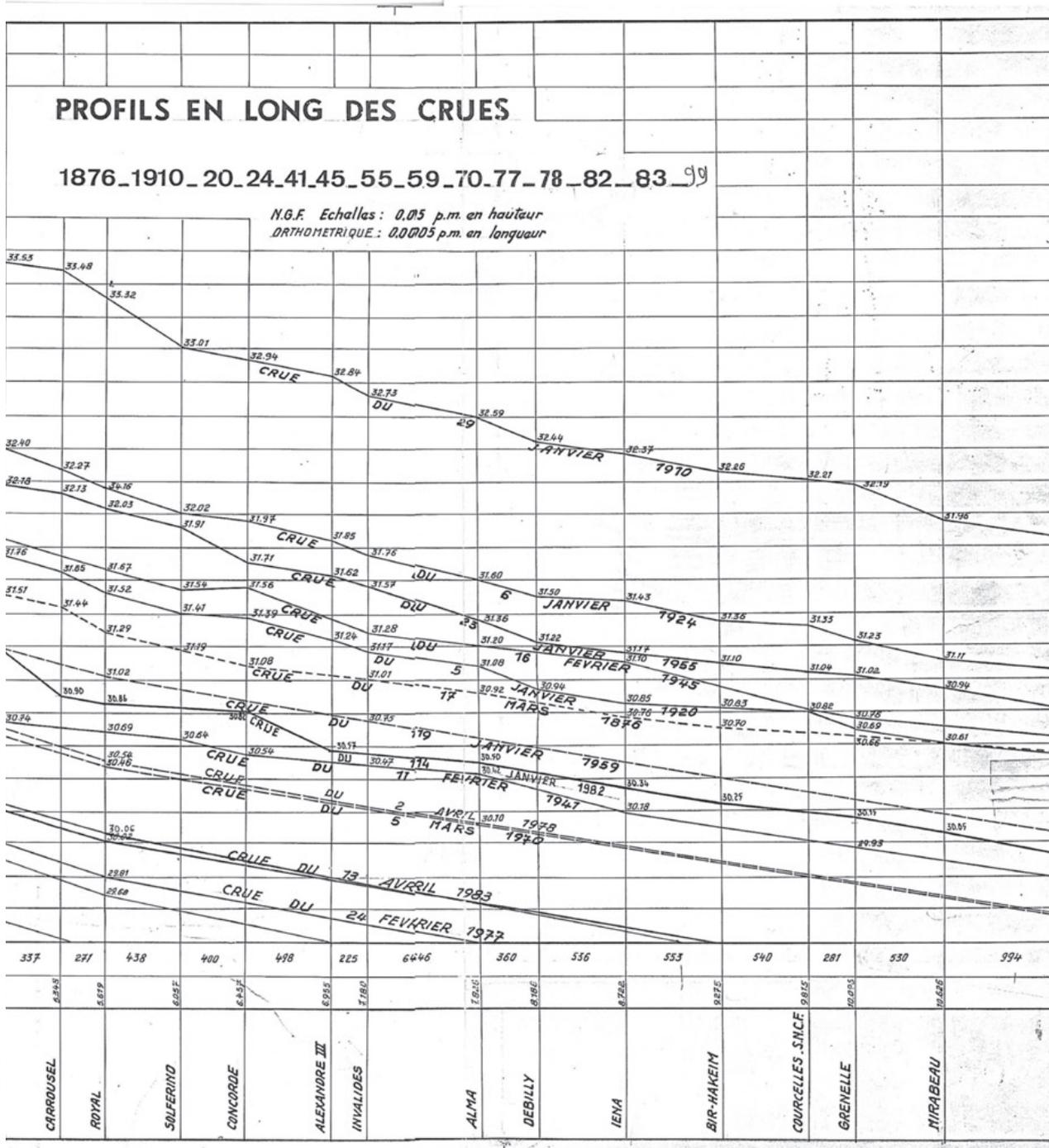
Et puis si l'on prévoit un système efficace jusqu'à la crue centennale (une chance sur cent de la vivre chaque année), il est aussi envisageable statistiquement de vivre une crue encore plus forte que celle de 1910, certes avec une probabilité encore plus faible, mais positive...

Pour être clair : un Duc d'Albe de 12 m de haut à l'entrée de Paris a une chance sur cent d'être utile sur sa pleine hauteur chaque année, mais ne sert à rien dans 99 des autres cas.

Gérer la montée des eaux est une préoccupation normale pour qui choisit de vivre sur l'eau, mais il faut au cas par cas peser les avantages et les inconvénients de chaque système avant de décider lequel mettre en place.



Abaque des crues dans Paris avec le profil du plan d'eau à chaque pont et les hauteurs d'eau correspondantes. Ce document s'arrête à la dernière crue un peu importante qui a eu lieu pendant l'hiver 1999/2000





L'EXEMPLE DU DANUBE A BUDAPEST

Nous avons cherché à savoir comment se résolvait ces questions d'amarrage et de crue sur les grands fleuves européens, et après quelques clics sur internet, nous avons vu que sur le Danube, il y avait peu de pieux, et que les systèmes flottants permettant de tenir à l'écart des berges les bateaux étaient quasi systématiques.

La visite sur place s'imposait. Nous l'avons faite, et rapporté quelques images.

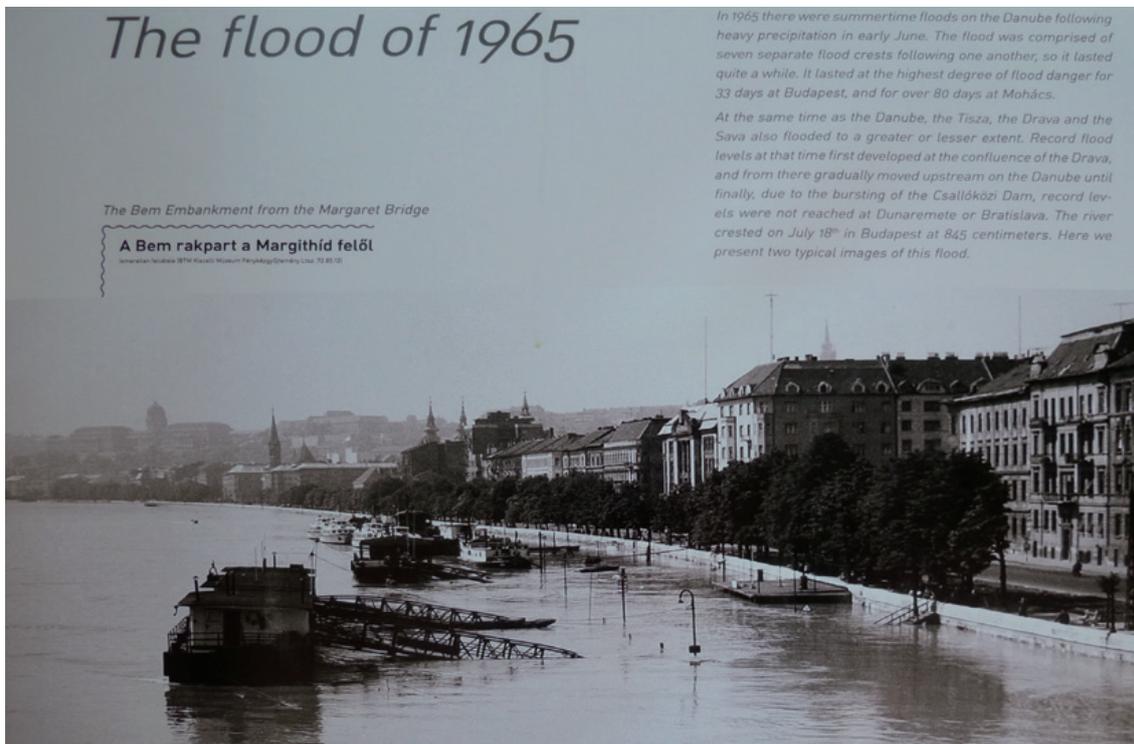
A Budapest le Danube est très large, les bateaux imposants, les quais hauts à cause de crues importantes et régulières.

En 2006 le fleuve est monté au mois d'avril de près de 9 mètres, à peu près comme en 1965, et pourtant, on chercherait vainement dans toute la ville un seul pieu planté dans le fleuve: tout l'amarrage se fait en appui sur un seul flotteur, uniquement avec des câbles d'acier, à partir des bollards du quai, ou même en simple appui sur celui-ci.

Ce n'est pas tout : il y gèle aussi, et il arrive que le fleuve se glace, ce qui provoque des difficultés supplémentaires que l'on ne voit pas sur la Seine à cette échelle, lors de la débâcle.

Lorsque le niveau monte, les pontons flottants restent en place, le dispositif, en général assez rustique, permettant, par son simple débattement de gérer une hauteur d'eau importante : comme le couronnement des quais est presque à 6 ou 7 mètres au dessus du niveau d'étiage, et que le fleuve est large, les écoires qui tiennent les flotteurs sont assez longues pour assurer un éloignement suffisant quand le quai est submergé. Certaines d'entre elles font 12 à 15 mètres de long comme les passerelles.

Ce système est très ancien; il n'a pas changé depuis plusieurs siècles...









Le Rival, stationné en face de la Tour Eiffel a été installé sur ce système de flotteur en 1991 suivant les plans reproduits dans les pages suivantes.

UN EXEMPLE FONCTIONNEL EN FACE DE LA TOUR EIFFEL

A Paris, nous avons dessiné et installé un dispositif flottant pour le Rival, en face de la Tour Eiffel, il y a 20 ans.

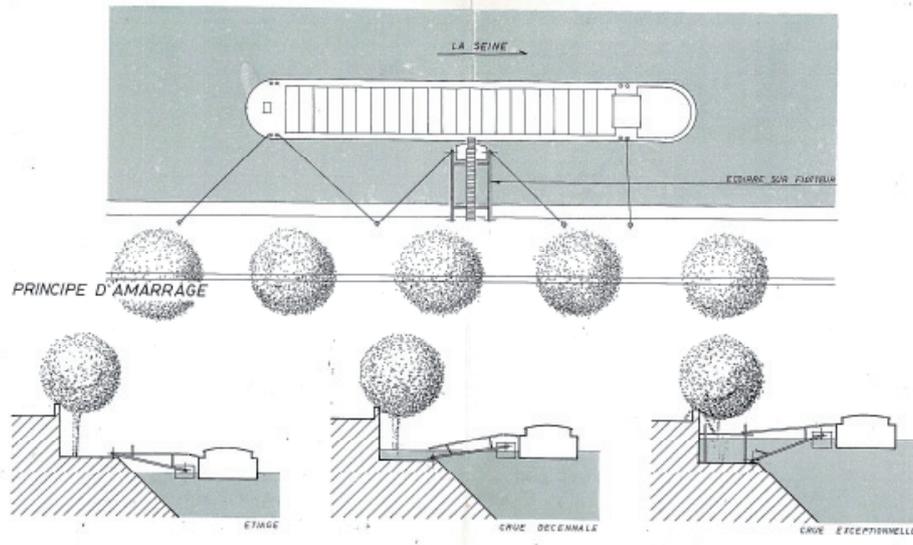
Deux raisons nous ont poussé à l'époque à proposer ce système :

D'abord, s'il existait de nombreux flotteurs articulés de la même manière, ils étaient toujours par paire, ce qui en double évidemment le prix.

Ensuite, étant de ceux qui naviguent, nous savions qu'il était beaucoup plus facile de s'amarrer contre un seul flotteur : quand on arrive, il suffit de pointer le nez vers la berge en s'appuyant contre le flotteur doucement, de s'amarrer en triangle, avec les cordes qui sont restées sur le flotteur, puis de ramener le bateau parallèle à la berge en s'aidant du moteur et en réglant le triangle formé des deux amarres avant. Dès lors une simple garde à l'arrière assure la stabilité de l'ensemble.

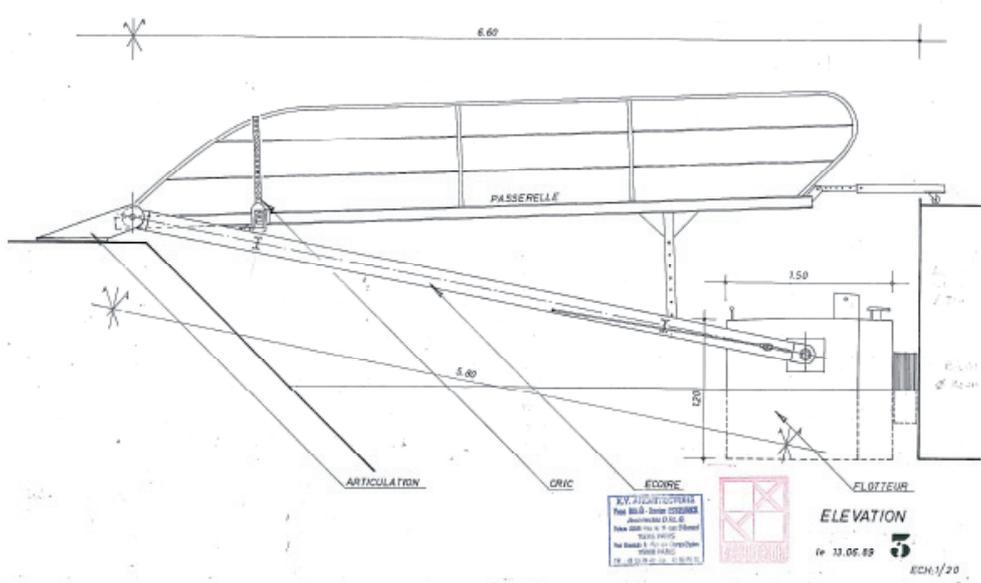
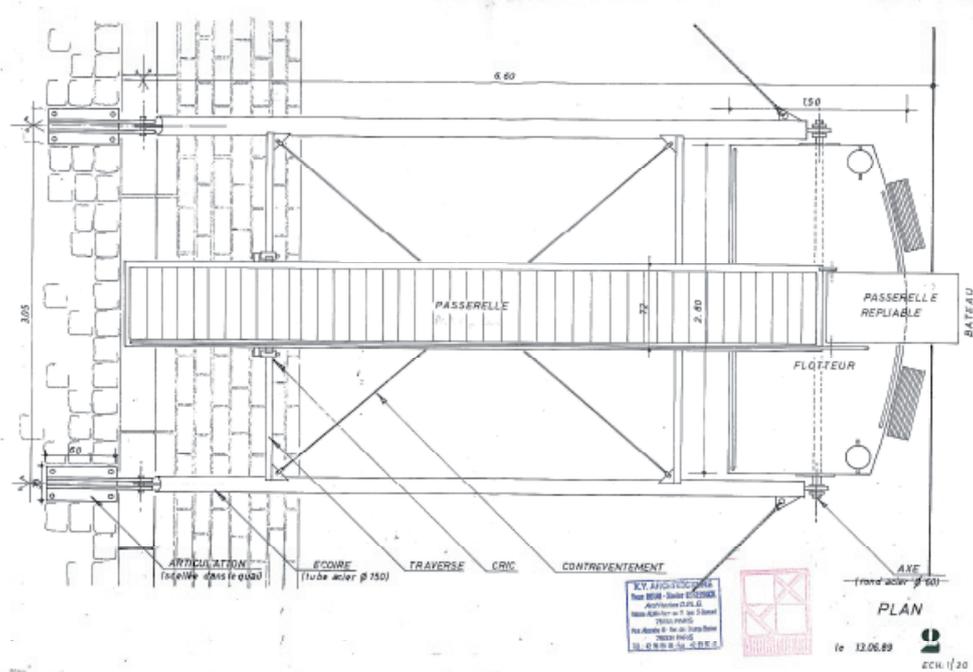
Naturellement le flotteur sert uniquement de point d'appui et ne doit jamais être sollicité pour l'amarrage du bateau, sous peine de provoquer des forces de torsion importantes sur les bras,





K.V. ARCHITECTURE
 Franck BÉGIN - Jeanne GÉTISSIER
 Architectes G.S.T. 22
 10000 Québec - 11, rue St-Joseph
 Téléphone: (514) 683-1111
 Fax: (514) 683-1112
 12.06.89

ÉCH. 1/20



non prises en compte dans la conception du dispositif.

Voici ci-contre et ci-dessous les plans que nous avons faits à l'époque (en 1989).

En résumé, les principes en sont les suivants :

1 - Un seul point d'appui est nécessaire pour maintenir le bateau en position. Ce point d'appui doit se trouver entre le milieu du bateau et le tiers avant.

2 - Le flotteur ne doit pas servir à l'amarrage, mais seulement à tenir le bateau à l'écart de la berge, sinon les forces appliquées nécessiteraient un échantillonnage beaucoup plus important des pièces le composant.

3 - La rigidité du système d'écoire flottante est assurée par une croix de Saint André fixée entre les deux bras.

4 - Les amarres sont fixées à terre: deux en triangle à l'avant, une en garde à l'arrière.

5 - Il suffit donc de 4 bollards sur la berge pour assurer l'amarrage de l'ensemble. Pour une bonne géométrie en cas de montée des eaux, il est préférable que ces 4 points soient sur une ligne horizontale parallèle au bateau.

6 - Le flotteur peut recevoir un système de passerelle, éventuellement réglable en hauteur pour permettre l'accès à pied, jusqu'au moment où la berge est inondée.

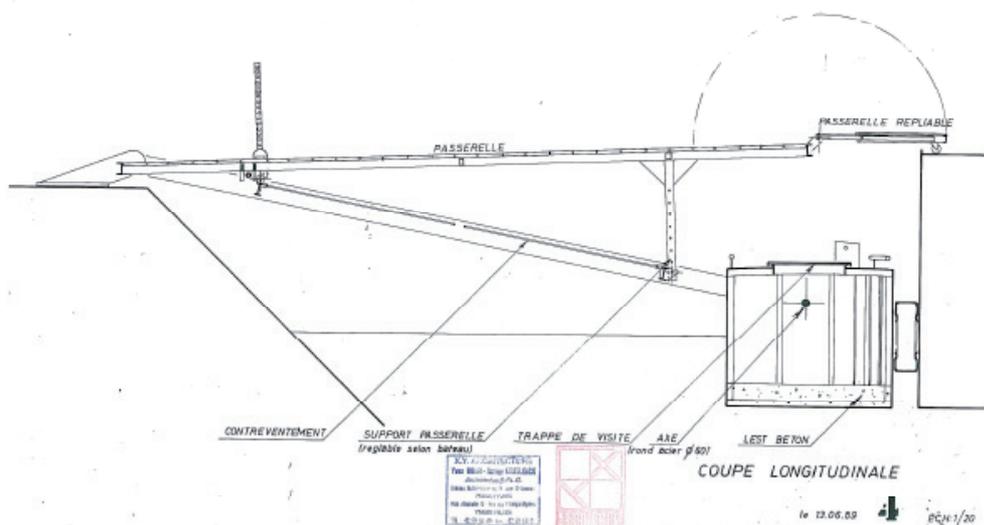
7 - La longueur du dispositif est calculée de manière à être hors crue centennale.

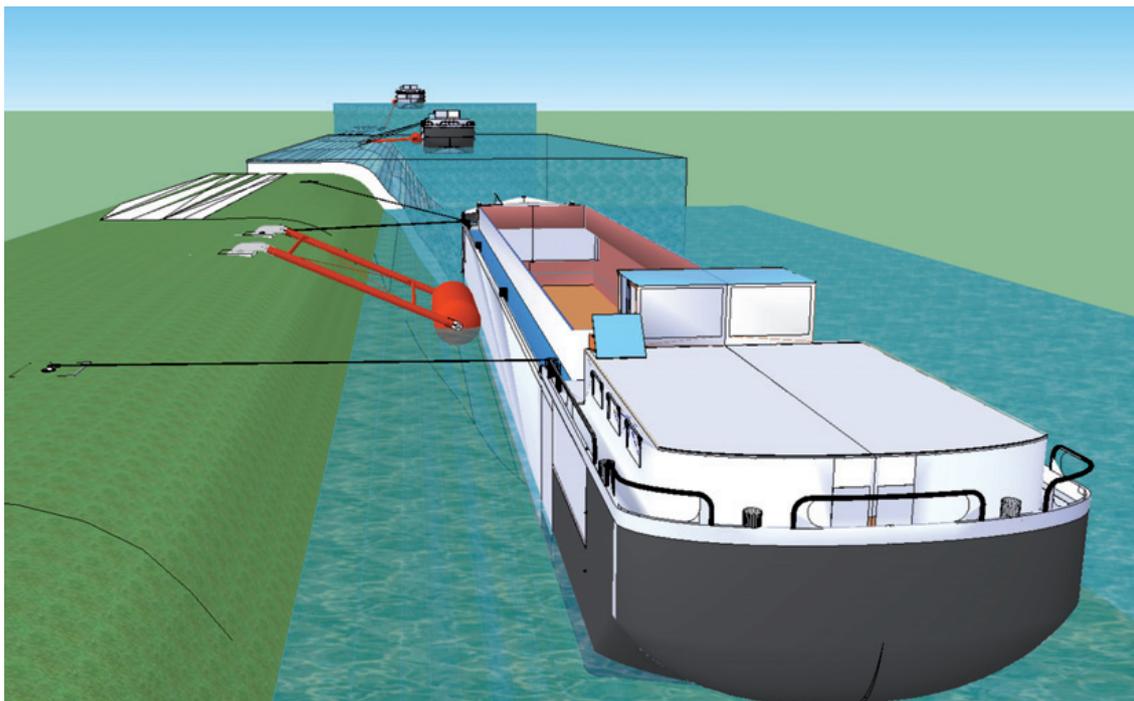
8 - Une amélioration importante du système est proposée à la faveur de cette étude : le flotteur parallélépipédique est remplacé par un cylindre, élément industriel classique (genre citerne à combustible) percé de part en part par un tube étanche soudé sur les extrémités du cylindre et ce tube reçoit un axe relié aux bras articulés. Le cylindre étant libre autour de cet axe peut ainsi tourner autour afin d'être nettoyé et caréné à la demande sans démontage ni remorquage en chantier ou sur la berge.

9 - Comme sur le dispositif d'origine, à partir de ce principe, on peut équiper le flotteur d'une passerelle permettant d'accéder au bateau en toute sécurité, celle-ci ne nécessitant qu'un réglage mineur en cas de montée des eaux.

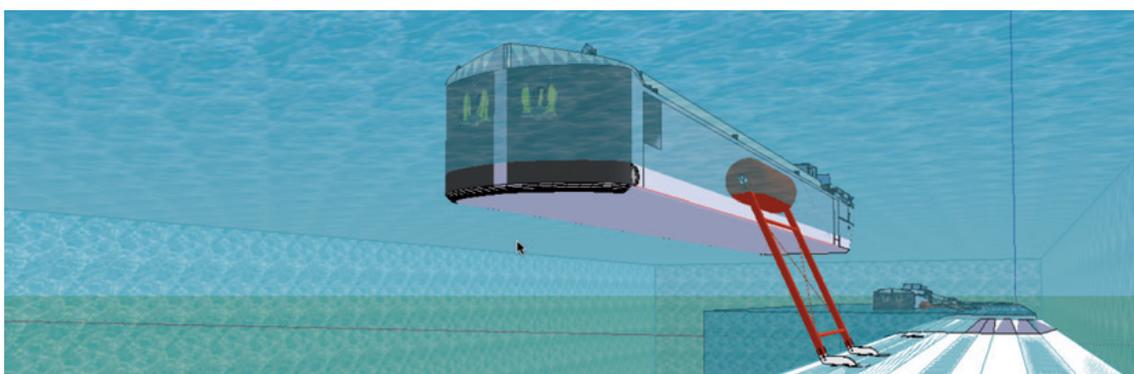
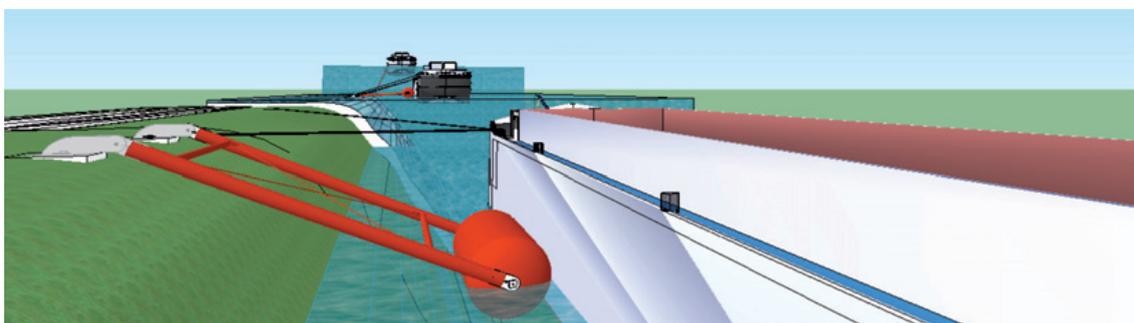
Suivant cet ensemble de principes de base, nous avons confié au bureau d'études BIEF le soin de vérifier par le calcul les caractéristiques et échantillonnages précis des différentes pièces composant cette écoire flottante et l'ensemble des notes de calcul qu'ils ont élaborées se trouvent dans ce dossier.

Naturellement ceci ne constitue que l'ossature de base, le dispositif pouvant, à partir de ce squelette, être amélioré en fonction des besoins de chacun et des nécessités locales de l'amarrage du bateau.





Au premier plan, le niveau de la rivière est normal; au deuxième plan, la berge est inondée, et au lointain, la crue est à 8m de hauteur, comme à Paris en 1910.

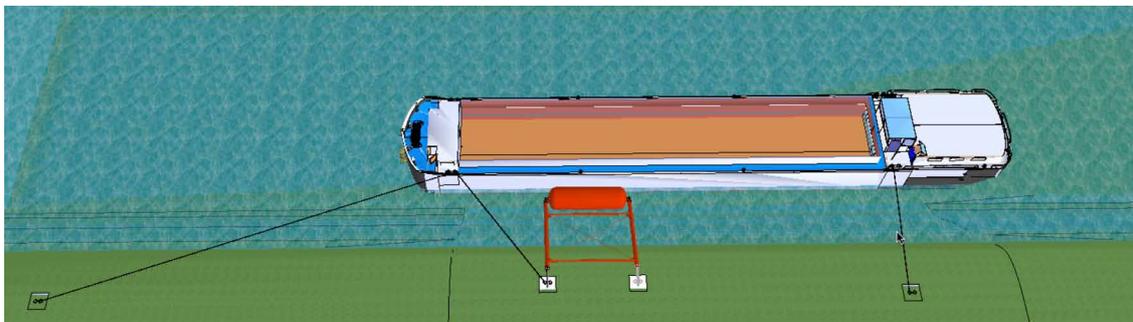


Une vue exceptionnelle: vue sous marine pendant la crue centennale...

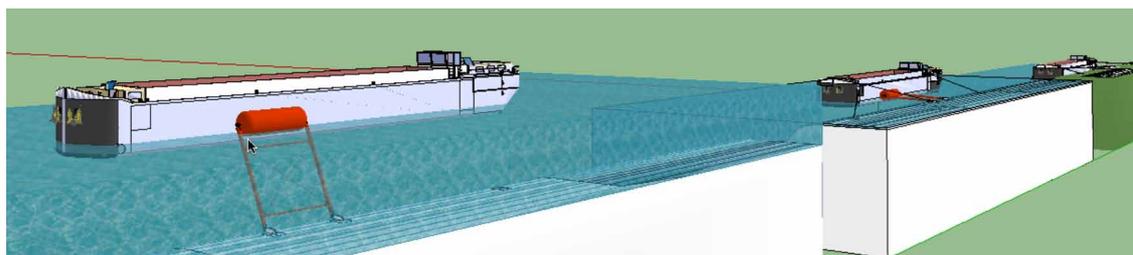
SIMULATION 3D DU DISPOSITIF D'ÉCOIRE FLOTTANTE

Le système d'écoire flottante soumis à BIEF a été modélisé en 3D de manière à permettre une visualisation du dispositif quand le niveau du fleuve monte.

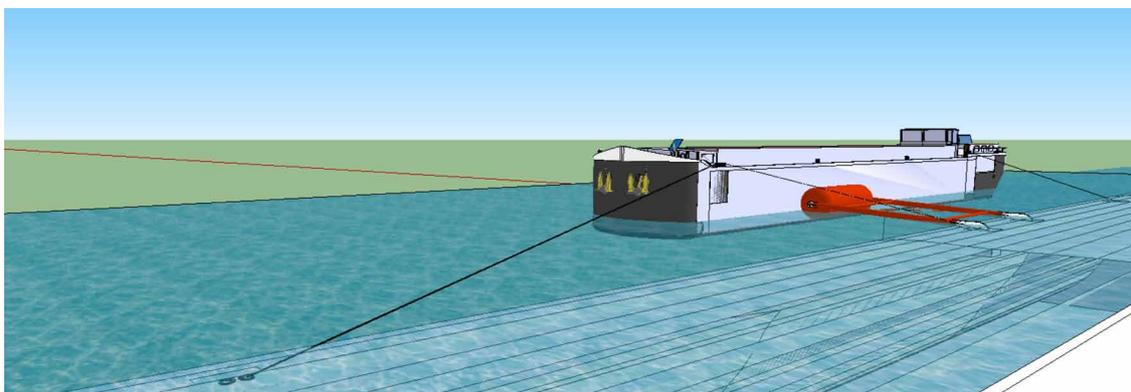
Des extraits de ces vues sont présentés ci dessous et ci-contre.



Vue en plan d'un 38 mètre contre le flotteur avec un triangle avant d'amarrage et une garde à l'arrière. L'ancre n'est pas figurée, mais elle est indispensable aux figures suivantes



Cette image présente en premier plan le bateau soumis à une crue centennale: les bras articulés doivent être calculés pour que leur longueur permette le débattement du dispositif sans monter à la verticale. Même dans ce cas, l'ancre permettrait de maintenir le navire à distance de la rive



La berge est inondée, les bras du flotteur sont horizontaux, mais l'accès du bateau se fera en barque ou en bottes...