



Voyager en plaisance à la voile

Deuxième volet : Construire

Plaidoyer pour une plaisance simple.

Raisonnement tout personnel vers des solutions accessibles.

[Dans un article daté du mois de décembre 2012](#), j'avais livré sur Internet, comme on jette une bouteille à la mer, mon analyse et quelques réflexions personnelles relatives à l'activité sociale et économique de la voile de plaisance en France depuis son changement total de paradigme après la seconde guerre mondiale. Il m'avait valu l'étonnement, l'honneur et le plaisir inespérés de réactions favorables de la part de lecteurs qu'il avait touché.

Pour en résumer l'essentiel, il s'agissait pour moi de regretter « l'époque de la « démocratisation de la plaisance » et des écoles de voile subventionnées où se développait l'espoir de temps nouveaux et fraternels dans une société que ne dominerait pas l'argent ». Elle coïncida avec ma jeunesse.

Je décrivais ensuite, telles qu'elles m'apparaissaient, les évolutions jusqu'à nos jours de l'activité qui nous passionne ; techniquement assez positives mais économiquement, politiquement et socialement déplorables ; car ayant pour effet de revenir à une plaisance élitiste, réservée à une aristocratie financière, comme au XIXème siècle et jusqu'aux guerres mondiales mais par d'autres voies qu'alors.

Si l'Histoire bégaye, elle ne se répète pas, aussi les causes de ces élitismes sont en effet bien différentes. Pour le dernier qui nous frappe aujourd'hui je crois que son origine fondamentale est à rechercher dans la *hausse formidable du cours de la valeur « Liberté » sur le Marché*.

Le Marché, qu'il faut désormais écrire avec un grand « M », désigne on le sait l'ensemble des mécanismes économiques naturels et sauvages qui président à nos vies. Il y aurait à dire... Mais bon, les lois de la vie n'ont pas été écrites par les humains et leurs idéologies qui dans l'Histoire ont prétendu les modifier ont toutes conduit à des massacres ...

Le régulateur du Marché dont on a quand même fini par ressentir les excès sur le plan humain était l'Etat. Aujourd'hui davantage occupé à perpétuer et nourrir ses rouages au détriment des contribuables qu'à jouer ses rôles traditionnels, il est en train de céder l'exploitation des peuples au Marché mondialisé, au libre-échange qui rêve de ne rencontrer face à lui que des individus déstructurés et donc fragiles. Pour nous il ne représente plus qu'une grosse barricade de règlementations et de dépenses afférentes qu'il s'agit d'escalader ou de contourner (pavillon de complaisance par exemple).

Pour en revenir donc au Marché, qu'est-ce qu'une valeur, une richesse, pour lui ? Quelque chose de matériel ou non qui fait l'objet d'une demande. Plus la demande est forte plus la valeur est juteuse. Ainsi le diamant sans acheteur ne resterait que le vulgaire caillou qu'il est. Ainsi, le cours de la valeur « Liberté » monte par la confrontation d'une part d'un environnement social dominé par les effets de la surpopulation et d'autre part de la survivance d'individus préservés aspirant de plus en plus fortement à y échapper.

La *surpopulation*, est à l'origine de tous les aspects négatifs des sociétés de notre époque, c'est le dénominateur commun de tous les problèmes. Dans un monde surpeuplé les ressources deviennent rares donc plus chères, il est nécessaire de travailler davantage pour les obtenir, de produire davantage et de partager pour que tous soient a minima satisfaits. Il en va de même pour l'espace. Le prix de son usage s'élève et comme on s'encombre mutuellement sur des territoires inextensibles il faut réglementer, interdire, policer, taxer, contraindre, etc. ; autrement dit restreindre la liberté de chacun. *Plus on est nombreux, moins chacun est libre*. Réfléchissez-y ; vous trouverez profusion de concrétisations de cette idée simple mais capitale dans nos vies.

Il en résulte une aspiration plus forte que jamais à la Liberté pour les individus restés conscients, observant le monde tel qu'il est aujourd'hui, rescapés de tous les laminoirs sociaux, qui refusent de n'être que des acteurs lobotomisés d'un marché tout puissant exploitant leur travail et organisant leurs réflexes de consommation. Un voilier de plaisance est un objet matériel très privilégié pour inspirer à ceux-là un fort sentiment d'atteindre sur la mer, au moins pour un temps, cette liberté tant recherchée, de retrouver un peu d'air libre.

Donc, « Ils en veulent, on va le vendre cher ... », tous les éléments qui entrent dans la conception, construction, fonctionnement, entretien d'un voilier voient se déclinier sur eux une fraction de cette avidité du Marché.

Alors, comment ruser, biaiser, avec principalement le Marché et accessoirement l'Etat pour trouver des marges dans lesquelles échapper à leurs contraintes et parvenir pour un prix et des efforts acceptables à posséder un voilier ? Sur le plan architectural, j'ai tracé des pistes dans mon premier article. Il me reste ici à en tracer de nouvelles, plus concrètes, dans le stade des réalisations.

Ce volet s'intéressera en effet à la construction dite « amateur ». La voie de l'achat d'une unité d'occasion est certes également très féconde, mais elle n'est faite presque que de cas particuliers, d'opportunités extraordinaires et non reproductibles à propos desquelles il est donc impossible de généraliser dans un tel article. Ainsi mon propre voilier avait été acquis neuf sorti de chantier en copropriété par deux amis. Peu après, l'un décède, l'autre ne peut supporter seul la dépense. Le bateau est mis en dépôt-vente dans un chantier nautique où il reste immobile pendant quatre ans, sans voir d'acheteur. Celui-ci arrive enfin, discute, examine : le moteur est bloqué. Il sera remplacé avant la vente effectuée à un prix intéressant. Les années passent, je connais de longue date le couple d'acheteurs, célèbres sur le port pour leur extrême passion de la propriété et de l'entretien. Qui plus est, ils ne sortent qu'à un mille du port et exclusivement au moteur. Leur pancarte « A vendre » n'aura guère attendue, je saute sur l'occasion, nous traitons à un prix honnête pour les deux parties et je ne le regrette pas depuis. Les voiles étaient encore dans leur sac en plastique d'origine, le gréement n'avait jamais servi, tout était impeccable... Expérience non reproductible à volonté même si chacun peut trouver des opportunités similaires, il faut chercher encore et encore.

Evoquons donc la construction « amateur » qui vise à combler le désir d'obtenir à bon compte un voilier neuf qu'on a conçu et dont on connaît tout. Précisons d'emblée que le contenu de cet article se veut évolutif. J'espère l'enrichir périodiquement d'informations techniques à mesure que je les obtiendrai où que des lecteurs intéressés à y contribuer m'en feront part.

Les plans, nous en avons parlé dans le premier volet ; voyons à présent le choix du matériau. Et là comme on dit dans la littérature : « C'est la bouteille à l'encre », signifiant qu'on va pouvoir user des litres de ce liquide sur ce sujet (l'expression est d'avant l'informatique...). Je ne le ferai pas ; il suffit de mentionner qu'ils sont tous chers, longs et souvent difficiles à mettre en œuvre. Le bois d'arbre fuit et pourrit, le contreplaqué aussi (par les tranches surtout), l'acier rouille, l'aluminium coûte le plus cher, est sensible à la « fatigue » au sens mécanique du terme et à l'électrolyse, le « plastique » est sournoisement attaqué par l'osmose (parce que l'emploi par les chantiers de résines époxydes rendrait les bateaux encore plus coûteux...), que reste-t-il de conforme à l'esprit que nous défendons ? Précisément un matériau disparu que je vais tenter de réhabiliter comme j'ai voulu dans l'article précédent rappeler l'attention sur les avantages du doris et des voiliers à bouchains vifs : le ferrociment.

A ce stade, exclamation de certains lecteurs qui arrêteront d'ailleurs là leur lecture. Ce matériau a très mauvaise réputation... Reprenons l'histoire pour ceux qui suivent.

Il faut citer le pionnier Joseph Lambot qui construisit en 1848 deux dinghies en « ferciment » à Miraval, petit village français de 44 habitants, situé dans le département de l'Aude et plus connu pour son vin rosé. Il déposa un brevet sur sa méthode en 1855.

Depuis les coques en ferrociment parsèment l'histoire, y compris la grande puisque les ports artificiels construits très rapidement par les alliés lors du débarquement du 6 juin 1944 en Normandie l'ont été en coulant sur place des pontons en ferrociment remorqués à cette fin.

La grande période du ferrociment dans la construction de voiliers de plaisance commence elle vers 1968 et s'étend sur la décennie 70, ne débordant que peu dans le début des années 80. Fol espoir, on allait avoir des grands voiliers pour presque rien. L'époque croyait au collectif et on vit fleurir un peu partout des chantiers plus ou moins improvisés où la chaleur humaine était moins rare que les compétences... (Lire [ici un article](#) sur l'expérience de Cogolin). Des monstres furent produit dont on eut parfois bien du mal à se débarrasser. J'ai ainsi connu de près (cimentage) une coque de goélette de 24 mètres qu'il fallut couler dans une fosse au large de Concarneau et une coque fleurie qui ne flottera jamais accueille les automobilistes au bord de la route à l'entrée d'Arcachon. Ces échecs cuisants ont complètement occultés de belles réussites qui naviguent toujours après plusieurs tours du monde et paraissent comme neuves.

Les techniques de l'époque doivent être rappelées tout d'abord afin de mieux mettre en évidence l'intérêt de celles d'aujourd'hui, qui naturellement constitueront la solution préconisée.
--

L'origine :

Comme l'indique Nicolas Claris dans l'article évoqué plus haut « le point de départ de cette épopée a sans doute bien été l'interview de Robert Griffith dans " Les Cahiers du Yachting " d'avril 1967 ». Je me souviens aussi que cet article m'a fait rêver à l'époque. J'ai pieusement conservé à travers toutes les maisons qu'il m'a fallu quitter un autre article à ce sujet paru dans le numéro 83 de « Neptune-Nautisme » de décembre 1969. Je viens de le scanner et beaucoup seront touchés de [le retrouver ici](#). Avec son épouse Nancy, leur fils et quelques amis les Griffiths' reconstruisirent en Nouvelle-Zélande « [Awahnee II](#) », un plan Uffa Fox de 53 pieds, à l'identique du premier qu'ils avaient perdu précédemment dans un naufrage en Polynésie. La vie de ces gens est par ailleurs extraordinaire. La famille partit vivre sur mer en 1959 et vécut des aventures continues dont trois tours du monde, le dernier accompli autour de l'Antarctique. En 1972 Bob Griffith reçut la prestigieuse médaille « Blue water » du Cruising Club of America. Pour les anglophones, Nancy Griffith raconte cette vie de liberté dans une [série de films](#) disponibles sur Youtube.

..



Leur technique sera utilisée dans les premiers temps de cet engouement pour le ferrociment. Les couples sont tout d'abord formés sur un plan en grandeur en cintrant des tuyaux d'acier galvanisé, genre tuyauterie d'eau ou de chauffage central... Ils sont ensuite immobilisés par des ligatures sur une structure longitudinale du même métal. On complète le squelette ainsi dressé quille en bas par un maillage complémentaire plus resserré de fers ronds verticaux et longitudinaux formant treillis rectangulaire. On applique alors et compacte ensuite sur cet ensemble, toujours par des ligatures, quatre couches intérieures et quatre couches extérieures de grillage « de poulailler » à mailles hexagonales. Les couples et tuyaux divers sont ensuite remplis autant que faire se peut par un béton assez liquide pour espérer qu'il s'infiltre. On passe alors à la journée essentielle du cimentage. C'est là que tout se joue... Il faut avoir réuni beaucoup de main d'œuvre dont quelques maçons compétents et soigneusement organisé le travail. Certains sont affectés à préparer le béton, d'autres à le transporter aux suivants qui, à partir de l'intérieur de la coque, le font pénétrer dans l'armature jusqu'à ce qu'il la traverse. Il est alors lissé par les maçons à l'extérieur qui prennent soin de laisser l'épaisseur nécessaire et suffisante au-dessus du métal. Tout ce travail doit être mené *en continu* ; cela représente une très longue journée d'efforts importants... Commence dès le lendemain la cure de séchage qui dure 28 jours selon les règles en vigueur dans la construction immobilière.

Peu à peu, devant son succès chez les amateurs, le ferrociment a commencé à intéresser quelques chantiers navals professionnels dans le monde et en France. Les plus connus restent [Windboats](#) of Wroxham qui construisaient (entre 1974 et 1983) au Royaume Uni particulièrement selon les plans de Peter Ibold (Endurance 35) et le Chantier Naval de Saint Jean d'Angle (Grisbi 36) en Charente-Maritime. Ils firent évoluer la technique vers une construction sur moule, supprimant la lourde structure de tuyaux de chauffage. Leurs réalisations naviguent toujours, ont fait leurs preuves mais pâtissent sur le marché de l'occasion et auprès des compagnies d'assurances de la mauvaise réputation enracinée dans l'opinion par les nombreux désastres construits un peu partout. Le matériau continue à séduire d'assez rares amateurs dans le monde anglo-saxon. Le site <http://www.ferrocement.org/> reste la vitrine des pionniers du domaine comme Hartley et Samson.

Et maintenant ?

D'anciens souvenirs (plus de 40 ans...) me revenant autour de ma réflexion sur le thème « naviguer quand même... », c'est-à-dire pour un coût raisonnablement compatible avec le revenu moyen dans notre pays, je me suis intéressé à nouveau à ce matériau, probablement le plus économique de tous. Et j'ai brusquement découvert grâce à Internet qu'il avait considérablement évolué sous l'effet de la recherche fondamentale et appliquée ainsi que du marché de la construction d'ouvrages d'art. Je vais m'efforcer, en non spécialiste, de décrire à présent à partir d'informations glanées sur le net ce qu'on appelle de nos jours le « Béton fibré à Ultra-Hautes Performances » (BFUHP) qui présente d'extraordinaires caractéristiques physiques (cf. le célèbre MUCEM à Marseille).

On sait que le béton est un matériau de construction composite fabriqué à partir de granulats naturels (sable, gravillons) agglomérés par un ciment. De façon intrinsèque, le béton de ciment possède une bonne résistance à la compression, mais une faible résistance à la traction. La bonne idée que l'on doit à Joseph Lambot déjà cité et à Joseph Monier a consisté au XIXème siècle à y incorporer des armatures en acier destinées à s'opposer aux efforts de traction et à les reprendre.

Concernant le ciment, limitons nous à savoir qu'il est une poudre minérale fine obtenue au terme d'un processus de fabrication très précis. Mélangée à de l'eau, cette poudre forme une pâte qui se fige et durcit, même sous l'eau, et présente alors une résistance importante.

Les spectaculaires progrès accomplis par l'industrie du béton depuis les réalisations de voiliers en ferrociment de nos années hippies et plus précisément depuis les années 90 l'ont été dans trois directions : les granulats, l'incorporation de fibres, la limitation de l'eau.

- Les granulats : Dans le béton traditionnels, ils sont grossiers constitués de sable et de graviers plus ou moins calibrés. Leur assemblage dans le ciment laisse de nombreux vides propices à la rétention d'eau et à une fissuration. En prévoyant plusieurs classes de granulats (4 en général) bien calibrés on prévoit leur meilleur encastrement les uns dans les autres et dans la masse et donc une diminution des vides et de la porosité du matériau fini.
- Les fibres : Elles constituent un réseau de mini-armatures réparties dans la masse ; elles améliorent de manière importante la résistance du béton à la compression et aussi à la traction. On voit utiliser des fibres polymères et minérales mais surtout dans le cas qui nous intéresse des fibres métalliques. Cette innovation peut permettre dans certains cas de supprimer totalement les armatures traditionnelles en fers à béton.

- Le ciment a besoin d'une hydratation pour « prendre ». C'est traditionnellement l'apport d'eau qui amorce une chaîne complexe de réactions chimiques aboutissant au durcissement final du ciment. Cependant cette eau présente des effets néfastes sur le béton durci aussi la remplace-t-on au maximum par des superplastifiants. Il faut évoquer également des gammes importantes (SIKA) d'additifs aux divers effets.

Une très abondante littérature technique est disponible sur Internet, à tel point que l'on s'y perd et que l'on manque rapidement des connaissances scientifiques nécessaires pour l'assimiler. Quelques extraits suivent ci-dessous. Il faut élaguer, aller à l'essentiel et rester concret.

<http://www.bfuhp.fr/>

« Les **BÉTONS FIBRES À ULTRA HAUTES PERFORMANCES** (BFUP), derniers nés de cette génération de bétons, sont des matériaux à matrice cimentaire, renforcés par des fibres. Leurs formulations font appel à des adjuvants superplastifiants et des compositions granulaires spécifiques ainsi qu'à des fibres (fibres métalliques, polymères ou minérales). La présence de fibres, les performances en traction et leur comportement ductile permettent de s'affranchir dans certains cas des armatures passives. Ces bétons offrent des performances exceptionnelles :

- une très grande ouvrabilité ;
- des résistances caractéristiques à la compression à 28 jours très élevées comprises entre 130 et 250 MPa, ainsi qu'à la traction (valeur comprise entre 5 et 12 MPa) ;
- de hautes résistances à court terme (24 heures) ;
- des résistances mécaniques au jeune âge très élevées ;
- une compacité très importante ;
- une durabilité exceptionnelle (ce qui permet de les utiliser dans des environnements très agressifs) ;
- une ductilité (déformabilité sous charge sans rupture fragile) importante ;
- une ténacité (résistance à la microfissuration) élevée ;
- un retrait et un fluage très faible ;
- une dureté de surface très importante ;
- une grande résistance à l'abrasion et aux chocs,
- une faible perméabilité ;
- des aspects de parements particulièrement esthétiques et une texture de parement très fine ;
- une optimisation des frais de maintenance et d'entretien des ouvrages ;
- de nouvelles perspectives constructives.

PRINCIPE DE FORMULATION DES NOUVEAUX BÉTONS

La démarche s'appuie sur deux principes essentiels:

- diminuer la porosité du matériau ;
- optimiser le squelette granulaire.

> Diminuer la porosité du matériau

- Réduction de l'eau excédentaire en n'utilisant dans le mélange que l'eau nécessaire à l'hydratation du ciment. Dans les bétons traditionnels, une grande partie de l'eau ne sert qu'à assurer une bonne ouvrabilité du béton frais et donc une bonne mise en place dans les coffrages. Cette eau libre dans le béton durci s'évapore ensuite en générant de la porosité et en contribuant aux déformations différées de retrait et de fluage.
- Fluidification du mélange en défloculant les grains de ciment (plongés dans l'eau les grains de ciment ont tendance à s'agglomérer).
- L'utilisation de superplastifiants permet d'éviter la floculation des grains de ciment et donc de réduire l'eau nécessaire pour le gâchage.

> Optimiser le squelette granulaire

- Détermination de la distribution de la taille des grains, en tenant compte de leur forme et de leur résistance.
- Introduction des ultrafines (fumée de silice : coproduit principalement de l'industrie du silicium et du ferrosilicium) qui comblent les micros vides inter-granulaires, améliorent la rhéologie à l'état frais et accroissent la résistance mécanique du béton, ainsi que sa durabilité, grâce à leurs propriétés pouzzolaniques (la fumée de silice réagit avec la chaux pour former de nouveaux composés qui densifient la matrice cimentaire).
- Sélection de chaque classe granulaire (4 à 5 échelles de grains) afin d'obtenir un mélange à très haute compacité (granularité comprenant notamment des éléments fins pour remplir les espaces entre les plus gros granulats).

Fabrication et conditionnement :

Les BFUP sont, en général, manufacturés en sacs ou en Big Bag (de 500 kg ou 1 tonne) sous la forme de pré-mélange à sec de poudres et de fibres (les fibres et les divers adjuvants peuvent être conditionnés séparément). Le processus industriel de conditionnement bénéficie de procédures qualité garantissant la régularité et l'homogénéité des formulations et des performances.

La fabrication des BFUP nécessite une grande précision du dosage et de la régularité des constituants, des contrôles rigoureux et une méthodologie parfaitement respectée. Une maîtrise parfaite de la quantité d'eau et du rapport eau/ciment est indispensable. Pour certains BFUP, les fibres sont incorporées en cours de malaxage. La fabrication nécessite en général des malaxeurs à fort gradient de cisaillement et possédant un grand pouvoir dispersant et une procédure de malaxage spécifique.

Les BFUP peuvent être adaptés à toutes les techniques de mise en oeuvre. Ils sont en général autoplaçants, leur mise en place dans les coffrages, à la benne avec une manchette ou par pompage ne nécessite donc pas de vibration. Comme pour tous les bétons, des précautions particulières doivent être prises pour l'utilisation des BFUP à des températures basses ou à l'inverse élevées. La cure doit être systématique et particulièrement soignée afin d'éviter la dessiccation du béton. Le caractère autoplaçant des BFUP permet le coulage des pièces à géométrie complexe ou de parois de faible épaisseur.

La masse volumique des BFUP est de l'ordre de 2400 à 2600 kg/m³.

Le marché du béton :

On trouve donc sur le marché spécialisé des « Premix » de BFUHP prêts à l'emploi (sauf les fibres parfois) mis au point par les grandes entreprises du domaine comme Lafarge, Holcim ou SIKA.

- Ductal® : Bouygues, Lafarge, Rhodia,
- BSI®/Ceracem : EiffageTP, SIKA,
- BCV : Vinci Construction, Vicat,
- CemtecMultiscale® : LCPC

Inconvénient majeur : ils sont très chers (plus de 80€ le sac de 25 kg). Probablement faut-il rémunérer des brevets et amortir de coûteuses recherches. L'approche et les objectifs défendus dans

mes propos commandent évidemment de trouver une voie de contournement à cet obstacle rédhibitoire du prix. Elle consistera tout simplement à préparer soit même le Premix. Cela nécessite de se procurer une « recette », ses ingrédients et un mode opératoire convenable.

Composition des BFUHP :

Le document le plus complet et précis que j'ai pu trouver sur Internet à ces égards est disponible sur le forum TECHNI.CH et concerne la rénovation d'un ouvrage d'art sur la route reliant Aigle aux Diablerets en Suisse... Par quels détours passe notre passion pour les voiliers !

La formule indiquée dans cette expérience présente un coût de revient-matériaux impossible de 35,64 Francs suisses au kilo, soit environ 30 euros/kg, soit près de 100.000€ pour une coque de 3 tonnes. Il conviendrait de trouver des alternatives sur la plupart des postes, à commencer par les fibres (synthétiques et acier) sans perdre le bénéfice des principes mis en évidence par la recherche scientifique et appliquée.

☞ Ce point est celui qui devra faire l'objet de plus d'approfondissements, d'imagination et être enrichi en informations.

- Ainsi les fibres métalliques nécessaires pourraient être obtenues en tronçonnant des câbles ou haubans réformés. Les brins décomposés présenteraient les avantages d'être en inox et d'être torsadés donc de meilleure tenue dans le béton fini...
- Ainsi la « fumée de silice » est un sous-produit de la métallurgie et de la production de silicium qu'il est peut-être possible de se procurer selon un circuit commercial plus court...

Imaginons à présent un mode opératoire pour la construction d'une coque de grand doris :

Avant d'envisager l'adaptation de ce matériau à nos projets de construction, considérons que « les formules types de BFUHP conduisent à des bétons, généralement, de consistance fluide ce qui permet un remplissage aisé des coffrages et des moules. » Cela signifie qu'un moule est indispensable et que de plus il devrait être double afin de constituer au final un coffrage mince. En conséquence :

- Il faut intégrer le coût de ce moule dans le projet.
- Pour limiter ce coût et respecter l'objectif de rapidité de construction il faut rester dans des formes simples (doris).

On entrevoit à ce stade que le procédé pourrait être appliqué à un plan inspiré des « Sailing Dories » de Jay Benford :

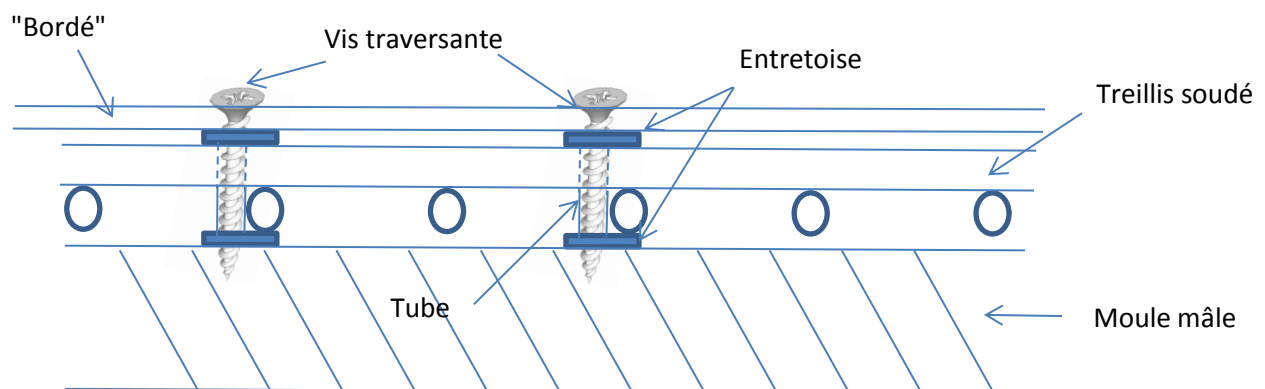
- Les surfaces sont planes, le moule mâle est donc simple à construire.
- Il peut rester bon marché par l'emploi de matériaux comme les panneaux d'OSB et le bois de charpente.

Continuons la réflexion : Faut-il conserver une armature traditionnelle en fers à béton ? Par prudence, en considération de la taille d'un « Badger » par exemple (la masse volumique du BFUHP ne conviendrait guère à de plus petites unités) et dans l'incapacité de faire des calculs fins de résistance des matériaux, cela semble préférable. Dès lors remarquons comme la simplicité des formes sera précieuse ici encore : On pourra employer du treillis soudé acquis tout fait dans le commerce (c'est bon marché). Une nappe sur le fond, une de chaque côté, des doublantes en fer rond ligaturées pour les solidariser... On comprend le gain considérable de temps par rapport à une confection sur mesure de cette armature à partir de fers ronds ligaturés en place.

Ensuite, par rapport à la méthode ancienne des constructions ferrociment, il est évident que l'on va se passer des couches de grillage hexagonal façon poulailler ; les fibres métalliques que contiendra le BFUHP le remplaceront avantageusement. Le travail d'armature se limitera donc au traitement du treillis soudé comme décrit ci-dessus.

Pour s'assurer de laisser une épaisseur suffisante de béton par-dessus l'armature on pourra se dispenser de faire appel à une main d'œuvre qualifiée en fixant des entretoises calibrées sur le moule mâle à intervalles réguliers. Elles laisseront bien sur des petits vides qui devront ultérieurement être colmatés au mastic époxy.

Comment constituer ensuite le coffrage extérieur après coulage du béton malléable sur et dans l'armature ? On procèdera au cimentage, coque à l'envers en commençant par le bas, avec un excédent léger par tranches d'environ 30 cm de haut et sur toute la longueur. On posera ensuite par-dessus cette partie fraîche une sorte de « bordé » large aussi d'environ 30 cm en matériau de coffrage non-adhérent qui sera vissé à travers le béton frais sur le moule mâle. La vis sera incluse à l'intérieur d'un petit tube en plastique permettant de l'enlever après durcissement du béton. Là encore une entretoise (traversée par la vis) garantira que l'on laisse assez de béton par-dessus l'armature du côté externe de la coque comme on l'aura fait du côté interne. Tous les petits vides laissés par ces dispositifs devront aussi être ultérieurement colmatés au mastic époxy. Ce « bordé » étant ainsi placé en compression, l'excès de béton s'échappera par le bord resté libre ; son but étant de garantir un remplissage parfait de cette portion du coffrage. Tout ceci mérite à l'évidence un schéma (excusez la maladresse des dessins).



On pourra continuer ainsi de proche en proche, par bandes successives, à cimenter toute la coque, flancs et sole, fermant le coffrage à mesure de l'avance du travail.

L'organisation :

Il faut ici rappeler un inconvénient du matériau : la nécessité de procéder au cimentage en continu, en une seule fois. Des solutions existent pour répartir sur plusieurs jours ce travail, elles font appel à des sortes de collages à base de résines époxydes ; mais il ne paraît jamais bien souhaitable d'y avoir recours. Dès lors, il faut faire appel à une main d'œuvre relativement nombreuse pour une longue et lourde journée de travail. C'est là qu'il faut poser la problématique humaine du projet.

Dans la philosophie posée à l'origine, il n'est pas question de faire appel à une main d'œuvre professionnelle rémunérée. On y perdrait tous les avantages de la démarche. On est donc conduit naturellement à envisager une organisation associative. En réunissant dans une association loi 1901 des personnes désireuses d'entrer en possession d'un voilier par cette voie et adhérentes à ce projet particulier, il s'agirait de **construire collectivement la coque de chacun** ; à charge pour lui de se terminer ensuite un beau voilier indestructible pour aller loin.

Les associations présentent bien des avantages évidents mais aussi des défauts que connaissent bien tous ceux qui en ont l'expérience. Pour éviter les défections, abandons, problèmes financiers, demandes bloquantes d'adaptations particulières, discussions interminables, conflits de personnes, déséquilibres des efforts des uns et des autres, etc. l'objet social de l'association devrait se limiter à la production de coques nues.

Ce principe n'empêcherait pas bien sûr de développer au-delà, sur site ou/et par internet, des assistances et collaborations complémentaires et amicales, globales ou particulières, dans la finition des voiliers jusqu'à ce qu'ils naviguent et après. Mais il semble préférable par expérience de sérier les sujets.

« Le diable se cache dans les détails » nous dit la sagesse populaire. Et il est vrai qu'après avoir ainsi tracé à grands traits des perspectives il en resterait de nombreux à évoquer :

- Les plans : Si comme on l'a vu il reste souhaitable d'adopter la forme simple du doris, ses plans doivent être repensés en fonction du matériau BFUHP, en particulier de sa densité. Celle-ci commandera assurément que les superstructures soient réalisées dans un autre matériau plus léger, contreplaqué ou sandwich polyester. Des compétences techniques sont à réunir en architecture navale, gréement (jonque), mécanique et motorisation... Les détails les plus précis devront y apparaître ; le béton est très difficile à percer lorsqu'on a oublié de prévoir des fixations de béquilles par exemple...
- Les aspects réglementaires de la construction individuelle sont à étudier. Ils font l'objet de la [division 240](#) extrêmement détaillée. Ses dispositions peuvent constituer une aide à la conception et doivent impérativement être respectées si l'on envisage d'obtenir le moment venu le droit d'immatriculer le voilier et de le faire naviguer sous pavillon français. Il faut cependant envisager dès à présent cette immatriculation sous un pavillon dit « de complaisance » (Belge par exemple) pour le motif suivant. En France, le navire doit être classé officiellement dans une catégorie de conception A ou B déterminant sa « capacité à affronter le vent et les vagues ». Pour cela, « ...vous devez faire appel à un organisme technique, appelé organisme notifié, pour vérifier la flottabilité, la stabilité et le franc-bord minimal. L'organisme choisi vérifie puis établit les documents d'examen correspondants, que vous présenterez à l'autorité compétente pour mettre à jour la situation administrative du bateau. La liste à jour des organismes notifiés est disponible sur le site www.mer.gouv.fr ». Faut-il préciser que

l'organisme en question se fera payer chèrement la rente qu'a créée ainsi pour lui l'Etat ? Car il faut noter que la fonction décrite était assurée gratuitement jusqu'à une époque pas si lointaine par les fonctionnaires d'Etat spécialisés. Ils existent toujours, leur nombre a même augmenté, mais probablement débordés par d'autres tâches, ils n'accomplissent plus celles-ci. Vous êtes donc censés continuer à payer les impôts afférents mais ne plus avoir le service, qu'il vous faudrait payer en plus au secteur privé... On comprend le succès grandissant du pavillon belge qui bien qu'européen ignore encore ces tracasseries stériles mais coûteuses.

- Le site : Il est nécessaire de trouver un emplacement disposant de commodités adaptées à la construction d'un voilier. Espace, eau, électricité, abri, moyens de levage, stockage protégé des outils et fournitures, proximité de la mer ou d'une rivière y conduisant... Bien des éléments sont à considérer. Dans l'optique d'un chantier associatif, il faudrait en outre pouvoir stocker les coques pendant la durée de leurs finitions.
- Les matières premières, fournitures et outillages : Il faut rechercher les fournisseurs, trouver les meilleurs prix, choisir et mutualiser les outillages, gérer les livraisons, stocker tout cela en sécurité...
- L'association : Elle doit être constituée et gérée. En particulier la cohésion et la communication interne entre membres doivent être soignées. J'oublie sans doute bien des points à ajouter à cette liste...

En conclusion, provisoire, on entrevoit combien un tel projet pourrait être enthousiasmant mais aussi combien il nécessiterait des compétences, de l'organisation, du travail, du sérieux, de la persévérance. Il pourrait avantageusement être conduit dans un cadre associatif qui, s'il était bien délimité, animé par des membres motivés, de parole et sincères, partageant des valeurs, pourrait aussi aboutir à constituer dans la durée une société humaine agréable à vivre dans la liberté à terre et sur mer, dans la bonne humeur et l'entraide.

Si vous découvrez par hasard ce texte et qu'il vous a intéressé, faisons connaissance... Qui sait ? Nous pourrions être à l'origine d'une aventure qui resterait, comme certaines qui ont été évoquées plus haut, dans l'histoire de la plaisance...

Charles CLINKEMAILLIE

Août 2014

charles.clinkemallie@gmail.com

Liens (liste non exhaustive...) :

Bétons fibrés à ultra-hautes performances – [Recommandations provisoires du SETRA](#)

Bétons fibrés à ultra-hautes performances – brochure [HOLCIM](#)

SIKA – [Bréviaire du béton](#)

[Collection technique CIMBETON](#) - formulation, fabrication et mise en œuvre

Lafarge – [Formation « Ciment »](#) ALEXANDER PISCH BLANDINE ALBERT Octobre 2009

[Thèse de l'université Laval \(Canada\)](#)

[Thèse Dario Redaelli](#) COMPORTEMENT ET MODÉLISATION DES ÉLÉMENTS DE STRUCTURES EN BÉTON FIBRÉ À ULTRA-HAUTES PERFORMANCES AVEC ARMATURES PASSIVES

[Brochures sur le Ductal de Lafarge](#)

[Ductal EVALUATION TECHNIQUE du CSTB](#)

[Rapport du CETMEF \(Organisme public\)](#) Septembre 2011 Quai de Kergroise à Lorient

[Les granulats pour béton](#) par <http://www.infociments.fr/>

[Projet SARRAT](#) : Projet de construction d'un voilier en béton fibré. Découvert par hasard sur le web et peu documenté.

[Article de la revue suisse Espazium](#) Janvier 2012