

Réflexions autour des aides à la navigation sur un canot à voiles qui vogue au loin¹

Kousk Eol – Décembre 2020

Cet article s'adresse à tous ceux qui voyagent sur leur voilier, qui doivent donc pouvoir s'appuyer sur des aides à la navigation tout en tenant compte des contraintes que pose le milieu particulier, souvent très éprouvant au moins pour l'électronique, d'un voilier de grande croisière : énergie, espace, hostilité de l'environnement, etc.

Ce sujet est souvent traité, de façon trop fragmentaire, sur les réseaux dit sociaux, avec des points de vue irrévocablement tranchés, donc indiscutables, donnant parfois l'impression de vouloir à tout prix montrer sa maîtrise des plus récentes technologies.

Loin de moi l'idée de tomber dans un ultracrepidarianisme un peu péremptoire², voire de donner des leçons. Le but de cet article est, plutôt que de distiller des conseils, de partager une expérience accumulée au gré de longues et souvent lointaines navigations, dans des conditions extrêmement variées : plus de 80 000 milles sur de nombreuses mers du globe, en près de 50 ans, dont un tour du monde par le cap Horn et le cap de Bonne Espérance³, ainsi que plusieurs traversées de l'Atlantique. Et d'exposer une solution qui fonctionne, une parmi beaucoup d'autres, dans le but de se poser les bonnes questions pour élaborer sa propre solution.

Un constat essentiel est qu'il n'existe pas de solution idéale pour s'équiper. Comme souvent, il s'agira de faire le meilleur compromis en fonction de ses projets et de ses contraintes :

- Où vais-je naviguer ? Avec quel programme : régates, croisières ? Quelques jours ou quelques mois ? Près de chez moi ou sur des mers lointaines ?
- Vais-je trouver de quoi réparer facilement ?
- Quel budget puis-je me permettre d'investir ?
- De quelle énergie je dispose ?

Un point qui me paraît très important est que l'on doit absolument se sentir à l'aise avec la solution choisie, et la maîtriser complètement, afin de toujours pouvoir prendre une décision critique sans perte de temps inutile, parfois dangereuse. Un corollaire est d'adopter chaque fois le point de vue d'Einstein, grand marin qui devait s'équiper de rasoirs de chez Ockham : « Il faut toujours faire le plus simple possible, mais pas plus simple... ». En croisière lointaine, on ne bénéficie que très rarement du support que l'on peut avoir en course au large, qui permet de mettre en œuvre des solutions plus sophistiquées, mais plus difficiles à maîtriser, et plus onéreuses.

Quels problèmes veut-on résoudre ?

Lorsque l'on entreprend un périple en voilier qui sort un peu de l'ordinaire, on se trouve vite confronté aux problèmes suivants :

1 Oui, d'accord : ça fait un peu pompeux. Et alors ?

2 L'ultracrepidarianisme est en général très péremptoire : excusez le pléonasme.

3 Voir le blog kouskeol.fr pour plus de détail sur ce tour du monde.

- Quelle route choisir ? Par où passer ? Comme planifier cette route ? Le choix des cartes est important, et recevoir une météo adaptée est crucial. La connaissance de son bateau est la base pour un routage effectif : vitesse à différentes allures (pas besoin en croisière de polaires très détaillées), comportement selon les conditions, etc.
- Comment vérifier qu'on est bien sur cette route, et qu'on avance bien ? La technique a évolué : il n'est pas question ici de (re)faire un manuel sur l'utilisation du sextant. GPS, loch, girouette/anémomètre (et sondeur) sont la base. Même s'il est toujours bon d'avoir à bord cartes papier, jumelles et compas de relèvement, l'électronique est devenue incontournable.

Que faire si un équipement, logiciel ou matériel, devient défectueux ? Un corollaire là aussi, sous forme d'euphémisme : le dernier matériel ou logiciel à la mode n'est pas forcément le meilleur candidat.

Le choix du matériel

La première décision est de choisir le bateau, évidemment. Puis de faire un premier état des lieux de son équipement. Puis enfin de compléter cet équipement : c'est rare de disposer du premier coup de tout ce dont on a besoin. Pour cette phase, on peut évidemment procéder par étape, en définissant des priorités, souvent fixées par des impératifs de temps et de budget. Ceci vaut pour les bateaux neufs comme pour les bateaux d'occasion.

La visite de salons nautiques, et en particulier des stands des équipementiers, en font rêver plus d'un... La réalité augmentée et des embryons d'intelligence artificielles proposent maintenant des écrans magnifiques, où il n'est même plus nécessaire de regarder autour de soi : quelle horreur ! Savoir à peu près se positionner sans instruments autres qu'un compas, une carte papier et ses yeux reste, et restera, la base de toute navigation un peu sérieuse.

Pratiquement toutes les marques d'équipements de navigation (loch, sondeur, anémomètre, GPS...) se sont maintenant alignées sur des standards de communication « ouverts », comme NMEA 183 ou plus récemment NMEA 2000, qui permettent non seulement de les interconnecter, mais aussi de récupérer facilement les données de navigation pour les traiter ou les afficher.

Les équipementiers électroniques/informatiques sont confrontés à un phénomène qui existe depuis longtemps dans l'industrie informatique : les logiciels libres. Leur niveau de fonctionnalités et de qualité est devenu tel qu'il concurrence sérieusement les solutions commerciales intégrées, propriétaires, qui tentent toujours désespérément de surfer sur la vague du « C'est cher parce que c'est étudié pour l'environnement des bateaux. Et que les propriétaires ont quand même des sous à dépenser. ».

Ces logiciels libres tournent pour la plupart sur PC ou Mac, quelques-uns sur tablettes, Android ou Apple. La liste commence à être longue. Ne seront cités ici que ceux que nous utilisons régulièrement, pour notre plus grande satisfaction.

Pour Kousk Eol, nous avons choisi d'utiliser une solution basée sur PC, avec un équipement secondaire sur tablette Android, solution beaucoup moins onéreuse que sur Apple.

PC

Il existe des versions de PC dites durcies, résistantes aux chocs et à l'humidité. Elles sont en général chères et s'appuient sur des PC souvent dépassés technologiquement : le cycle de vie des PC est très court ! À mon humble avis, ces solutions sont à réserver à des applications très spécifiques, en général industrielles. Avec un minimum de précautions, on arrive à protéger son PC. Sur Kousk Eol, le choix a été d'un PC portable d'entrée de gamme : autour de 250 €. Même si l'on en prend un deuxième de rechange (ce qui est fortement recommandé), on reste largement en dessous du coût d'un PC durci.

Pourquoi un PC d'entrée de gamme ? Le PC de navigation doit servir exclusivement à la navigation, pas à stocker des photos, ni voir des films ou écrire ses exploits, encore moins à jouer. Et les logiciels de navigation choisis se contentent de ressources de base, en termes de mémoire, de carte graphique comme de puissance CPU. De plus, les PC de base actuels bénéficient tous une électronique de qualité.

Depuis deux ans, nous utilisons même un mini PC (autour de 100 €, directement alimenté en 12V, avec Windows 10) avec un téléviseur de caravane comme écran (payé 75 € à la FNAC). Il fait tout à fait le job, mais ceci est vraiment un minimum côté performance.

Instruments de navigation

Une norme est en train de s'imposer, finalement, pour interconnecter tous les instruments : NMEA 2000. Il me semble important de privilégier les fabricants adoptant cette norme, plutôt que des solutions propriétaires, qui lient au fabricant, même si la solution semble attractive.

Lors de l'achat d'un voilier d'occasion, il faut souvent faire avec ce que le précédent propriétaire a installé, quitte à faire évoluer progressivement.

À bord de Kousk Eol, l'instrumentation installée lors de l'achat du bateau était Raymarine, avec le bus *Seatalk*, version propriétaire de NMEA 183. Devant changer certains instruments arrivés en bout de course, nous avons progressivement migré vers *Seatalk NG*, qui est du NMEA 2000 avec un câblage particulier, pour lequel il existe des connecteurs d'adaptation simples.

Connexion vers l'informatique

Sur Kousk Eol, l'interfaçage des instruments vers le PC de navigation se fait de deux manières différentes et complémentaires :

- Via une passerelle câblée *Seatalk NG/NMEA 2000* vers USB : Actisense NGW-1, qui convertit *NMEA 2000* vers *NMEA 183*, compris par la majorité des logiciels libres, au contraire de *NMEA 2000*, pour des problèmes de licence. C'est la connexion privilégiée pour le PC de navigation.
- Via une passerelle WiFi, permettant de connecter PC ou tablette : NavLink 2, connectée directement au bus *NMEA 2000*, qu'elle convertit en *NMEA 183*. Cette connexion sans fil permet d'avoir toutes les données de navigation sur une tablette par exemple, dans le cockpit. Elle permet aussi la connexion simultanée au PC, en cas de défaillance de la solution câblée.

Une tablette est un excellent outil de navigation complémentaire. Nous utilisons depuis de nombreuses années une tablette Samsung sous Android avec une totale satisfaction : le GPS intégré

en fait un instrument autonome pour suivre sa route, en particulier pour avoir un outil près du barreur dans les situations délicates (Approche d'un mouillage compliqué, entrée dans une passe, etc.). Il existe d'excellentes pochettes étanches pour une utilisation en extérieur. La passerelle WiFi permet en plus de récupérer et afficher toutes les autres données : profondeur, anémomètre...

Il existe des passerelles logicielles transformant le PC de navigation en point d'accès WiFi, comme *Connectify*, permettant de connecter tablette ou smartphone.

GPS

Le GPS est devenu depuis longtemps un instrument incontournable de la navigation, permettant de connaître sa position n'importe où autour du monde. Les GPS modernes supportent les trois systèmes de positionnements : le GPS américain, le Galileo européen et le Glonass russe. Le Beidou chinois apparaîtra probablement rapidement.

Petite confusion souvent commise : ne pas confondre réseau GSM (téléphonie) et GPS : le réseau GSM s'appuie sur des antennes terrestres à portée limitée (quelques kilomètres pour le mieux), alors que le GPS s'appuie sur une constellation de satellites rendant la réception possible en n'importe quel point de la terre, indépendamment de l'abonnement GSM. Le GPS de votre smartphone sera toujours utilisable, même si vous ne pouvez utiliser la fonction téléphone par manque de réseau.

Comme Kousk Eol est équipé d'un transpondeur AIS, lui-même pourvu de son propre GPS (obligatoire), ce dernier sert aussi de secours au GPS principal. En général, on ne manque pas de GPS sur un voilier moderne : deux GPS fixes (base plus AIS), tablette, ainsi que tous les smartphones qui ne manquent pas d'être à bord. Il serait assez extraordinaire qu'ils tombent tous en panne, au même moment !

En dix ans de navigation sur Kousk Eol, dans un grand nombre de mers autour du globe, notre sextant n'a jamais servi... Sauf une fois, pour vérifier qu'il était bien réglé et que nous savions toujours l'utiliser !

Dès qu'on utilise un GPS, sur terre comme sur mer, il est important de vérifier si les cartes du bord, papier ou électronique, ont été établies selon le système géodésique international WGS 84. Dans certaines régions, souvent peu fréquentées, ce n'est pas le cas pour de nombreuses cartes (Comme les fameuses CM93, mais aussi les cartes récentes de Navionics), et la position reportée par le GPS se trouve erronée, décalée parfois de deux ou trois milles... Donc, le fait d'avoir un équipement de navigation électronique ne dispense pas de se servir de ses yeux, de son compas et de cartes papier ! Heureusement, la forme des côtes et les sondes des cartes restent correctes.



Exemple de décalage: trace enregistrée en Patagonie.

Il est à noter qu'OpenCPN permet de corriger ces décalages, une fois qu'on les a identifiés..

AIS

L'utilisation de l'AIS s'est largement répandue, du fait de l'apport incontestable au niveau de la sécurité, pour prévenir les collisions. Tous les navires commerciaux émettent leur position.

L'équipement de base est le récepteur AIS. Certaines VHF offrent cette option. Et la plupart des logiciels de navigation permettent de reporter les cibles détectées sur une carte en temps réel.

Un transpondeur AIS permet d'émettre sa position et offre donc une sécurité accrue, les autres navires pouvant vous « voir ». Sur Kousk Eol, nous avons opté pour un EM Track B100 qui donne toute satisfaction. Nous l'avons équipé d'un « antena splitter » pour utiliser l'antenne de la VHF.

Radar

Sur Kousk Eol, nous avons un radar : en dix ans, ce dernier n'a servi que deux fois, en Patagonie, pour permettre d'avancer par brouillard, parce que les cartes n'étaient pas compatibles WGS 84 et que l'on ne pouvait se fier au GPS. C'est un instrument qui fonctionne très bien, une fois qu'on l'a bien en main. Mais c'est un gros consommateur d'électrons...

Le choix des logiciels pour la navigation

Nous avons décidé sur Kousk Eol de limiter le nombre de logiciels d'aide à la navigation pour garder un environnement complet mais simple, et d'utiliser des logiciels les moins gourmands possible en ressource de PC. Ce qui permet de dédier à la navigation un PC de base et peu coûteux. La qualité de ces derniers n'est plus depuis déjà quelque temps un problème. Par contre, il nous semble important que seuls les logiciels sélectionnés pour la navigation tournent sur le PC dédié à la navigation.

Si ce PC sert à récupérer les fichiers *grib*, il faudra prendre les précautions d'usage avant de se connecter, pour par exemple éviter les virus. Seule cette récupération sera autorisée, avec connexion

aux sites bien identifiés, et après avoir bloqué toute mise à jour logicielle, bien trop lourdes pour une utilisation par communication satellite de base, comme Iridium..

Interdisez absolument l'installation de logiciels par d'autres que vous ! « Oui mais c'est juste pour regarder un film ou des photos... » : ben non, pas sur le PC de navigation. Non. Le PC de navigation est un instrument critique du bord ! Et méfiez-vous comme de la peste des équipiers qui vous soutiennent qu'ils sont des experts en informatique et qu'ils vont optimiser votre installation ! Si cette dernière fonctionne, n'y touchez plus ! C'est vous qui la connaissez, et surtout ses caractéristiques particulières, telle que la connexion aux instruments de bord, qui est loin d'être standard (drivers, câblage). Comme votre PC est isolé, vous n'avez probablement pas non plus besoin de la mise à jour la plus récente de Windows. Et réfléchissez avant d'installer la dernière version de vos logiciels préférés : testez les avant sur le PC de secours. Privilégiez les logiciels simples, éprouvés, ergonomiques, et offrant les fonctionnalités dont vous allez vraiment vous servir. Testez les logiciels complexes que vous ne maîtrisez pas complètement, ou qui requièrent beaucoup de ressources PC, lors des sorties courtes, dans des endroits que vous connaissez.

Si votre installation doit vraiment vous aider à naviguer, loin et longtemps, ne cherchez pas la trop grande sophistication : si vous ne naviguez pas en solitaire, il est souhaitable qu'au moins un autre équipier puisse maîtriser l'utilisation de l'installation. Gardez aussi en tête qu'il faudra peut-être réparer un jour⁴. Donc faites simple !

OpenCPN

Pour la navigation proprement dite, le choix s'est porté rapidement sur OpenCPN, logiciel libre que nous utilisons depuis plus de dix ans avec beaucoup de satisfaction. Les premières versions imposaient d'utiliser les fameuses cartes CM93, qu'on trouvait à l'époque sur tout ponton un peu convivial. Les dernières versions d'OpenCPN permettent d'utiliser quasiment tous les formats de cartes électroniques, en s'acquittant de l'abonnement qui va bien. Les cartes CM 93 ne sont plus mises à jour depuis plusieurs années (dernière version circulant : 2015), mais la forme des côtes ne changeant pas trop souvent, elles sont encore tout à fait utilisables. Il faut faire attention dans les zones plus fréquentées, où des changements de signalisation, d'entrées de ports... peuvent évoluer.

Nous avons aussi l'application et les cartes Navionics (payantes) sur notre tablette (et smartphone), pour justement avoir des informations à jour, et pour comparer en cas de doute.

OpenCPN est assez simple à utiliser, et très complet. Il permet de préparer sa route, d'importer des fichiers grib (par exemple avec l'excellent XyGrib), de faire du routage (par exemple avec qtVLM, autre logiciel libre), d'enregistrer sa trace GPS⁵, d'afficher les cibles AIS, etc.

Nous avons fait le tour du monde avec les CM93, sans gros problèmes. Nous avons eu un petit souci dans les canaux de Patagonie, où certaines mosaïques de cartes n'étaient pas au standard WGS 84 : le point GPS se trouvait décalé parfois de plus de deux milles⁶. Un peu embêtant dans des canaux qui ne font que quelques centaines de mètres de large très souvent... Et nous avons eu exactement le même problème avec les cartes Navionics. Heureusement, les cartes sont correctes :

4 Doux euphémisme : si vous naviguez vraiment, vous aurez à intervenir sur votre installation à un moment ou à un autre.

5 Cette trace peut être « rejouée » sur Google Earth ou Google Maps en convertissant les fichiers *.gpx* en fichiers *.kml*. Il existe des convertisseurs sur le WEB.

6 OpenCPN permet de corriger ce décalage une fois qu'il a été identifié.

forme de la côte, profondeurs... Comme il n'est pas recommandé de naviguer de nuit dans les canaux, le problème a facilement été géré⁷.

Nous enregistrons notre trace systématiquement : cette habitude simplifie la tenue du livre de bord, et peut, le cas échéant, servir de preuve en cas de fortune de mer. Cette fonction est très simple à mettre en œuvre sur OpenCPN.

XyGrib

XyGrib⁸ est aussi un logiciel libre qui permet d'importer gratuitement divers modèles de météorologie, selon le lieu de navigation, comme *Arome* (Météofrance) pour les côtes françaises, ou *GFS* (NOAA américain), voire *Arpege*.

Le modèle GFS fonctionne très bien, avec une couverture mondiale. C'est la base pour entreprendre une traversée, où les prédictions sont tout à fait fiables. Sa faiblesse réside principalement sur les prédictions le long des côtes, souvent erronée. C'est un modèle global, qui ne traite pas de façon optimale les flux perturbés par la forme des côtes, comme le fait un modèle comme *Arome*. Mais malgré tout, ces prédictions, même si elles peuvent manquer de précision, permettent de savoir si l'on court à la catastrophe ou non. Le GFS a un peu plus de mal en Méditerranée. Mais gardez toujours en tête que si une grosse perturbation est annoncée, elle se produira, même si les vents n'ont pas exactement la même force, ni les vagues la même hauteur !

Heureusement, en général de nos jours, les pays ayant une tradition maritime ont un service météo fiable très fiable, et que l'on a intérêt à consulter ! C'est le cas le long de la côte est d'Afrique du Sud, avec le redoutable courant des Aiguilles s'opposant aux dépressions remontant de l'Antartique. C'est aussi le cas aux Fidji, en Amérique du Sud, en Australie, en Nouvelle-Zélande...

Arome, pour les côtes françaises métropolitaines, sera supérieur au *GFS*, ou même à *Arpege*, mais la prévision est limitée à 48 heures.

Selon les moyens de communication dont l'on dispose, on téléchargera des fichiers plus ou moins « lourds » : durée de la prédiction, taille de la maille et de la zone des informations, quantité d'information souhaitée (vent, rafales, pluies, nébulosité, vagues, etc.). L'arrivée de moyens comme *Iridium Go* simplifie largement ces choix (avec un coût bien entendu) : *Iridium Go* permet le paiement d'un forfait mensuel, mais ne limite pas la quantité de données. Malgré tout la vitesse de transmission reste toujours très lente : très bien pour la météo ou des e-mails, certainement pas pour une session Skype avec les proches restés à terre ou regarder un film en streaming !

Une bonne pratique est de charger le maximum d'informations avant le départ, quand on bénéficie d'une bonne connexion Internet. Puis d'ajuster en fonction du moyen de communication dont on dispose en cours de navigation. Un logiciel comme XyGrib permet de prédire la taille du fichier grib à recevoir, et donc la durée de téléchargement.

Les fichiers grib peuvent ensuite être chargés dans OpenCPN, et permettent ainsi de faire du routage.

7 Pour l'anecdote, si vous enregistrez votre trace et la « rejouez » sur Google Maps ou Google Earth, tout retombe dans l'ordre, Google étant passé au WGS 84.

8 XyGrib est une évolution de ZyGrib, apportant nombre d'améliorations.

qtVLM

Encore un logiciel libre. QtVLM est un excellent logiciel, qui permet plus que du routage, sa force à l'origine. Il s'intègre assez bien avec OpenCPN. Nous ne l'utilisons que sporadiquement : il est intéressant de faire son routage à partir des données brutes. Comme nous ne sommes pas en régate (en principe), nous ne cherchons pas à pinailler sur les isochrones et autres brachistochrones... Faire son routage « à l'ancienne » est un très bon exercice pour maîtriser la météo !

Production électrique

Tout ce petit monde devient rapidement gourmand en électrons...

Il existe plusieurs moyens de produire de l'électricité à bord, en navigation :

- L'alternateur du moteur du voilier.
- L'éolienne.
- Les panneaux solaires.
- L'hydrogénérateur.
- La pile à combustible.
- Le générateur.

L'alternateur sera en général utilisé en dernier recours, lorsque les autres moyens ne fonctionnent plus : manque de vent, ciel trop nuageux (ou nuit), au mouillage, à sec de méthanol. Évidemment, dès que l'on est au moteur, les batteries se rechargent.

Il est important de faire un bilan électrique (en Ah) sur son voilier avant de s'équiper, d'identifier les principaux consommateurs : le frigo et le pilote en général, le dessalinisateur, puis toute l'électronique (y compris le ou les Pcs), etc. L'éclairage à LED fait largement chuter la consommation, pour devenir quasiment négligeable. Quant au guindeau, en général il est utilisé avec le moteur du bateau en marche.

Ensuite, il faut définir son programme : si l'on va naviguer dans le grand Nord, il est probable que les panneaux solaires seront de peu d'utilité. Si l'on prévoit de passer son temps dans des mouillages, sans faire de grandes traversées, l'hydrogénérateur sera décevant. La pile à combustible nécessite un carburant spécial, souvent du méthanol très pur, difficile à trouver et à stocker.

Écoutez d'une oreille très critique les vendeurs qui vous vantent les qualités de leurs solutions, qui pour preuve sont utilisées lors des courses océaniques : les superbes voiliers qui font ces courses sont par principe toujours en mouvement (donc l'hydrogénérateur devient une excellente option), et naviguent souvent pendant de courtes durées, avec de bons sponsors (et la pile à combustible devient alors une option intéressante).

Pour beaucoup de programmes de croisière, on trouve du soleil ou du vent : une grande majorité de voiliers de voyages s'équipent classiquement de panneaux et d'éolienne. La technologie a fait des progrès et les puissances fournies ainsi que le rendement des contrôleurs/chargeurs (MPPT en particulier) permettent des solutions tout à fait satisfaisantes.

Les batteries

On n'y échappe pas : ce sont elles qui stockent l'énergie électrique produite. On aura à bord deux type de batteries, en général au plomb :

- Pour démarrer le moteur. Ce sont des batteries qui supportent un courant très élevé pendant un temps court. Elles sont identiques aux batteries de voiture. Une capacité de 80 AH est relativement courante.
- Pour toutes les autres servitudes. Ces batteries sont dites « à décharge lente ». Leur capacité sera fonction du bilan électrique estimé et de l'autonomie recherchée. Sur Kousk Eol, nous avons une capacité de 400 Ah, ce qui a nécessité l'installation de trois batteries en parallèle. Il existe plusieurs technologies pour ces batteries à décharge lente : AGM et gel (moins utilisé) en particulier.

Les batteries au lithium-ion ou LiFePO4 sont prometteuses, mais encore très chères.

Il convient de surveiller de près le niveau de charge des batteries du bord, et d'éviter à tout prix que la tension à leurs bornes ne descende en dessous de 12 V, au risque de les faire vieillir rapidement.

Lorsque l'on installe des batteries en parallèle, il faut s'assurer qu'elles sont du même modèle, et qu'elles sont neuves : une « vieille » batterie, avec un courant de fuite non négligeable, déchargera une batterie neuve branchée en parallèle.

Un voltmètre avec un affichage très lisible sera un bon investissement, pour surveiller l'état de charge des batteries : leur durée de vie diminue fortement si on les décharge trop.

Panneaux solaires

La technologie a bien évolué ces dernières années. On arrive pratiquement à 300 à 400 W/m² avec des panneaux rigides. Ces derniers sont à privilégier par rapport aux panneaux souples : pour un meilleur rendement, les panneaux doivent être bien ventilés, et les panneaux souples sont en général posés directement sur un support (Pont, taud, ...). Bien sûr, il faudra alors mettre en place un portique.

Il existe plusieurs options pour les portiques :

- Portiques « standards » et adaptables, qui se fixent en général sur le balcon arrière.
- Portiques sur mesure, qu'on fait réaliser par un atelier de soudure inox. L'avantage est que l'on peut obtenir un portique bien intégré au bateau, et souvent plus rigide. Le nôtre a été réalisé à partir d'un modèle en tubes de PVC monté et collé sur place, pour vérifier l'encombrement, qui a servi de gabarit. Le portique est fixé à plat pont contre le balcon arrière : nous avons fait ce choix, au cas où nous décidions un jour de le retirer. Il est extrêmement solide, et est même devenu un élément de sécurité. Il est fixe, panneaux à l'horizontale non-orientables : c'est un compromis pour la solidité. Il est assez haut pour permettre de tenir debout sur la banquette arrière, et une petite extension en toile permet d'avoir une « casquette » qui protège bien le barreur du soleil en navigation.

Il est conseillé de soigner la fixation des panneaux au portique. Ces derniers sont souvent sur une structure en alliage d'aluminium : il faut penser à mettre de la pâte isolante avant de visser sur le portique en inox si l'on veut pouvoir démonter. De la même façon, il faut protéger les fils électriques venant des panneaux, qui passeront sous le pont où se trouvera de préférence le ou les

contrôleurs. Dans notre cas, nous avons installé deux panneaux de 170 W chacun, avec chacun leur contrôleur MPPT, montés en parallèle : pas de perte de charge en cas de défaillance de l'un des deux.

Un chargeur MPPT a un fonctionnement similaire à une alimentation à découpage. Il commencera à fournir un courant de charge même avec une tension basse, la tension de sortie étant quasiment indépendante de la tension d'entrée.

Petite anecdote : sur les routes d'ouest au portant dans les alizés, avec un portique fixe, les voiles masquent le soleil l'après-midi, diminuant la charge... Et comme le vent apparent est alors plus faible, l'éolienne a du mal à prendre totalement le relai. Le moteur est alors appelé au secours périodiquement une ou deux heures pour compenser.

Une anecdote de plus : ne pas sous-estimer les utilisations « secondaires » du portique. Support de hamac et d'annexe, sécurité pour soulager une vessie un peu tendue par-dessus bord, protection pour le barreur, etc.

Éolienne

Nous avons installé une *Air X 400*, qui tourne depuis dix ans sans défaillir, fixée sur un mât, sur le portique des panneaux. Il est difficile d'atteindre les 400 W promis par la brochure, mais lorsque le vent apparent souffle, nous obtenons facilement quinze à vingt ampères de courant de charge. Elle est fiable, et les modèles plus récents sont équipés de contrôleur MPPT, ce qui permet de démarrer la charge avec des vents plus faibles.

Le couple éolienne-panneaux a très bien fonctionné lors de notre tour du monde entre autres, ce qui fait que nous utilisons peu le moteur pour recharger.



Le portique, avec l'éolienne et la protection du barreur.

Hydrogénérateur, pile à combustible, générateur

Nous n'avons opté pour aucune de ces solutions.

L'hydrogénérateur fonctionne très bien, avec un excellent rendement, pourvu que l'on soit en mouvement... Mais son coût est relativement prohibitif.

La pile à combustible, prometteuse, dépend pour son fonctionnement d'un « carburant » (Méthanol très pur) qui est à la fois difficile à trouver dans le monde (à part l'Europe occidentale), et qui peut être dangereux si mal stocké.

Le générateur à moteur thermique est une technologie éprouvée, qui fonctionne bien, avec deux inconvénients majeurs : souvent bruyant, et nécessitant un volume relativement important pour l'installer à bord.

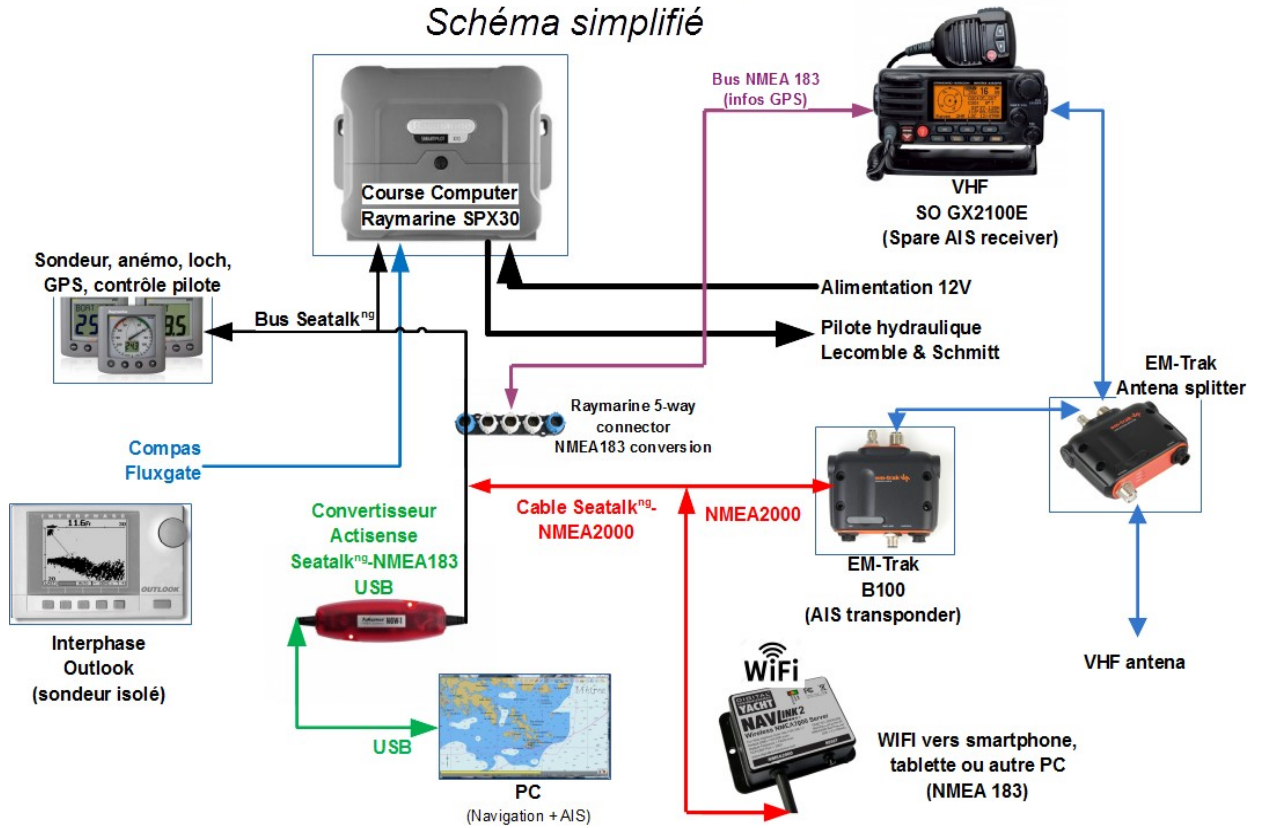
Conclusion

La règle de base, essentielle, est :

Analysez bien vos besoins, et installez la solution la plus simple et éprouvée possible qui satisfait à vos besoins !

Ceci contribuera grandement à des navigations sereines !

Kousk Eol – Électronique Schéma simplifié



Kousk Eol - Schéma électrique simplifié

