

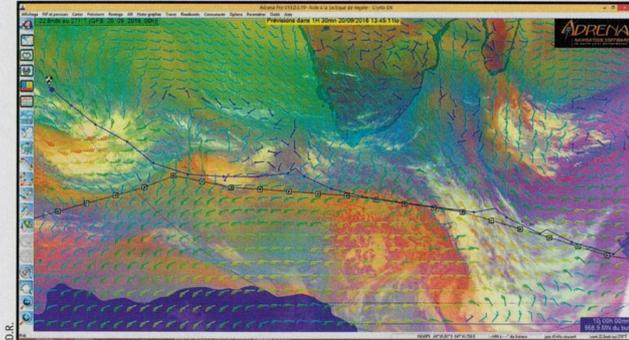


Trompeuse. A première vue, la table à cartes d'un monocoque IMOCA (ici, PRB) est toute simple. Mais cette apparence rustique dissimule une vraie débauche de capteurs ultrasensibles et de logiciels sophistiqués.

Un monocoque 60 pieds est «bouffé» d'électronique et d'informatique. Chaque jour, les skippers passent de longues heures à la table à cartes, à élaborer une stratégie météo, à travailler sur leur trajectoire avec l'aide d'un logiciel de routage. En permanence, la centrale de navigation calcule le vent réel et le pilote barre; là encore, des logiciels sont à l'œuvre, dont les algorithmes intègrent de plus en plus de données issues de capteurs de plus en plus précis.

Il y a tout d'abord le logiciel du pilote automatique qui barre le bateau sur la plus grande partie du parcours. Ensuite, il y a le logiciel de la centrale de navigation, qui est essentiellement chargé de calculer le vent réel et qui fournit au pilote automatique cette donnée cruciale. Et enfin, le logiciel de routage – en l'occurrence Adrena, qui est de très loin le plus utilisé puisqu'il équipe la totalité de la flotte! (Certains concurrents utilisent aussi MaxSea ou Expedition en parallèle.) Un logiciel, ce sont des algorithmes c'est-à-dire des «moulinettes» mathématiques dans lesquelles on introduit des données pour obtenir, à la sortie, d'autres données directement utilisables (consignes de barre, direction et vitesse du vent réel, trajectoire optimale).

Quelles sont ces données de base qui alimentent les algorithmes? Pour les logiciels de routage, ce sont bien sûr celles des fichiers météo. Pour les logiciels du pilote et de la centrale de navigation, ce sont des données récoltées par divers capteurs électroniques installés sur le bateau. Commençons par les données de base: le compas fluxgate, ou le magnétomètre trois axes, indique le cap magnétique; la girouette-anémomètre indique la direction et la vitesse du vent apparent; le speedomètre indique la vitesse sur l'eau, et le GPS la vitesse sur le fond. Avec une «centrale inertielle» constituée d'un gyromètre trois axes et d'un accéléromètre trois axes, on a en outre les «vitesses angulaires» (lacet, roulis et



Routage. Le logiciel Adrena, utilisé par tous les concurrents de ce Vendée Globe, est le principal outil permettant d'optimiser la trajectoire du bateau en fonction des conditions météo. Sur l'image ci-contre, une image satellite s'affiche sur la carte.

tangage) et les accélérations linéaires sur les trois axes, ainsi que la gîte et l'assiette – la centrale inertielle calcule la gîte et l'assiette par intégration mathématique des données de roulis et de tangage, en prenant comme référence le plan (horizontal) perpendiculaire à l'accélération de la pesanteur. Et enfin, avec certains capteurs très évolués, on a même un cap géographique – et non pas magnétique – d'une grande précision. (Voir notre article consacré au pilote du maxi-trimaran Sodebo, page 136.)

Ces dernières années, concernant le calcul du vent réel et le pilotage automatique, l'enjeu principal a été de savoir comment le bateau bougeait et non plus seulement où il allait, et d'intégrer dans les algorithmes ces données, à savoir les vitesses angulaires et les accélérations, mais aussi la gîte et l'assiette. Le cap demeure cependant un point important, d'autant que, dans le Grand Sud, un compas magnétique est fortement perturbé. Pendant longtemps, les solitaires du Vendée Globe ont équipé leur bateau du capteur «GyroTrac» de KVH (vendu par B&G sous l'appellation «Halcyon»). Doté d'un gyromètre trois axes, ce compas fluxgate (magnétique) très précis était capable de fonctionner correctement sous toutes les latitudes. Il est encore présent sur de nombreux 60 pieds. Mais aujourd'hui, on fait encore mieux : il existe des capteurs qui donnent directement le cap géographique. Ainsi

on n'est plus gêné par les aléas liés au magnétisme terrestre. Dans un sens, ce n'est pas très nouveau : le compas «gyroscopique», qui utilise le principe du gyroscope (roue tournant à grande vitesse sur un axe lui-même monté sur des cardans) et indique le Nord géographique en exploitant l'effet de la rotation de la Terre sur elle-même, est utilisé sur les grands navires depuis plus d'un siècle. Mais c'est un appareil assez lourd, qui doit préchauffer longtemps, consomme beaucoup d'énergie, exige pas mal de maintenance et n'est pas du tout adapté à un voilier de course.

LE CAP GÉOGRAPHIQUE, UNE DONNÉE TRÈS UTILE

Aujourd'hui, il existe deux types de capteurs plus légers qui permettent d'obtenir le cap géographique. Il y a tout d'abord les centrales inertielles dotées de gyromètres à fibre optique. Comme un compas gyroscopique, ces gyromètres sont capables de détecter la rotation de la Terre sur elle-même et donc d'indiquer un cap géographique. A la différence d'un compas gyroscopique, ils sont compacts, légers, peu gourmands, et ils sont dépourvus de toute pièce mobile, donc fiables et sans entretien. Environ une demi-douzaine de 60 pieds sont équipés d'un capteur de ce type. A priori, c'est ce qui se fait de mieux. Mais cela a un coût certain : 45 000 euros pour le modèle «de base» de chez iXblue, une centrale baptisée «Quadrans», et 65 000 euros pour la «Octans». La Quadrans fournit un cap géographique précis à 0,2 degré et l'Octans un cap précis à 0,1 degré... «A la limite, on n'a pas vraiment besoin d'une telle précision sur un bateau», note Hugo Kerhascoët, ingénieur chez NKE,



Précise et chère. Cette centrale iXblue «Quadrans» indique le cap géographique. Mais elle coûte près de 50 000 euros...

qui développe le logiciel du pilote cessor HR. L'intérêt de tels capteurs surtout d'avoir un cap géographique, donc d'échapper à tous les problèmes de déclinaison et de déviation.»

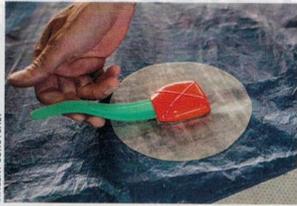
Pour le cap géographique, NKE pose aujourd'hui un compas satellite plus abordable. Cet appareil est constitué de deux antennes GPS, éloignées l'une de l'autre de quelques dizaines de centimètres, et d'un calculateur central «3D Fusion» dotée de gyromètres. L'ensemble revient à 13 000 euros environ. A défaut de centrale inertielle à fibre optique ou de compas satellite, certains 60 pieds sont équipés de centrales inertielles de type M (microsystème électromécanique) technologie moins coûteuse. Mais ce type de capteur il faut se contenter d'un cap magnétique relevé par des géomètres trois axes.

DES PILOTES CAPABLES DE RÉAGIR DANS LES RIS

Avec tout ça, un pilote de 2016 t-il mieux qu'un pilote de 2012 ? aucun doute. «Il s'agit toujours de rapprocher le plus possible de ce que fait un skipper», note Paul Fraisse, directeur de NKE. Cette année, on a même un mode «rafale» pour que le pilote, à la risée arrive, soit capable d'abattre le bateau au portant, ou de lofer si l'on n'a pas à une allure serrée. L'idée, c'est que les coureurs ne soient plus obligés de quitter le chariot avant d'aller dormir... le bateau reste plus proche de sa cible. Notre concurrent B&G avait une fonction du même genre, il fallait qu'on l'intègre... Mais nous avons développé aussi une fonction supplémentaire mode «surf». Il s'agit d'un mode vent pour lequel on peut paramétrer une dans laquelle le pilote peut «jouer» ment, en suivant le vent apparent.»

Des développements spécifiques ils ont été consacrés aux foilers ? C'est peu tôt. Chez NKE, on travaille sur ce sujet, mais les 60 pieds actuels ne sont pas directement concernés. «En fait, c'est Paul Fraisse, une fois que le bateau a décollé, ce n'est pas forcément plus

«L'IDÉE, C'EST QUE LES COUREURS NE SOIENT PLUS OBLIGÉS DE LARGUER LE CHARIOT AVANT D'ALLER DORMIR...»



VINCENT CURTICCHET

Un penon électronique. Michel Desjoyeux et ses disciples en ont rêvé... ils l'ont fait.

pliqué; à la limite, c'est même plus facile, parce que la barre est plus légère. Le problème, ce sont les phases de transition, dans lesquelles un pilote a du mal à rester en vol alors qu'un barreur y arrive... Sous pilote, ce sera difficile d'obtenir un résultat correct sans asservir le foil, ce qui pour l'instant est interdit par la jauge.»

ROUTAGE : INTÉGRER LES CHANGEMENTS DE VOILE

Le logiciel Adrena est devenu incontournable pour le routage. Parmi les innombrables outils inclus dans ce programme, on trouve une impressionnante batterie d'alarmes que les skippers peuvent paramétrer à loisir. Un exemple: on peut faire sonner une alarme chaque fois que la vitesse du bateau passe en dessous d'un certain pourcentage de la vitesse cible prévue par la polaire. Adrena intègre aussi des outils très pointus pour le choix des différentes configurations de voilure. Chaque voile a sa propre polaire et le routage indique, tout au long de la trajectoire calculée, quelle est la

voile à utiliser. Les coureurs du Vendée Globe sont équipés de la version «Pro Large» du logiciel et bénéficient toujours, en avant-première, des développements qui seront intégrés à la version suivante. «Cette année, précise Ronan Quin-Huard, chargé du support technique, il s'agit d'inclure au routage la possibilité de prendre en compte la perte de performance liée aux changements de voile. Le logiciel peut ainsi proposer une route encore plus optimisée, et qui réduit le nombre de manœuvres.»

On peut imaginer que les «portes» à franchir dans les mers du Sud, lors de la dernière édition du Vendée Globe, ou la nouvelle «zone d'exclusion» qui sera imposée cette année, ont donné du fil à retordre au développeur Michel Rodet, le grand manitou d'Adrena. «En fait, précise Ronan Quin-Huard, tous les outils étaient déjà disponibles dans le logiciel pour gérer ces contraintes. Les skippers ont l'habitude de devoir éviter des zones d'exclusions comme les DST (dispositif de séparation du trafic, ndlr).» En revanche, pour l'instant, l'arrivée des foilers n'a pas provoqué de bouleversement dans le domaine du routage. «L'arrivée des foils est en train de modifier les performances des bateaux dans des conditions assez précises, note Ronan. Pour le moment, les polaires des 60 pieds ont été modifiées, mais l'algorithme de routage est resté à peu près le même.»

Du côté des fournisseurs d'électronique et de logiciel de routage, on a vite fait le tour. Tous les concurrents utilisent Adrena pour le routage, et côté centrale de navigation et pilote, il n'y a guère que B&G et NKE (Raymarine est beaucoup moins présent). Le match est toujours serré. Chez NKE, on affirme avoir placé des pilotes sur onze bateaux de la

ET LES ORDINATEURS ?

Pour utiliser leur(s) logiciel(s) de navigation, et aussi pour se connecter à la terre et à Internet, les skippers ont bien sûr besoin de processeurs, de mémoire vive, d'espace de stockage et de divers écrans. Mais un logiciel de navigation n'a rien d'un jeu vidéo et ne requiert pas une énorme mémoire vive ou un processeur ayant une fréquence très élevée. L'essentiel, c'est la fiabilité... et aussi une certaine sobriété en termes de consommation électrique. En général, les équipes font appel à des spécialistes de l'informatique embarquée, qui installent au moins deux ordinateurs marinisés (dont un de secours) avec des configurations identiques. La connexion Internet à «haut débit» (en mer, le haut débit commence à 128 Kbps...) est assurée via les réseaux satellitaires Inmarsat (avec une antenne Fleet) ou Iridium (avec une antenne Open Port). A noter enfin que les tablettes tactiles sont très utilisées pour garder un œil sur la carte à l'extérieur.

flotte du Vendée Globe et des cap (girouette-anémomètre, speedor GPS, centrale inertielle et autres) s moins la moitié... Le prix d'un système NKE complet (centrale de navig et pilote), avec le calculateur ha gamme «Processor HR» et les différents capteurs: pas loin de 50 000 euros les coureurs prennent deux lignes com ils en ont pour 90 000 euros à peu nous précise Paul Fraisse. On note fin que certains bateaux, dont Ph encore Maître CoQ, sont équipés calculateur «Bravo» - la Rolls des traies de navigation.

Matassage express. Sur S'Michel-Virbac, la table à cartes peut être basculée d'un bord sur l'autre.

PROMETTEURS LES PENONS ÉLECTRONIQUES !

L'équipe de Mer Agitée (l'écurie course au large de Michel Desjoyeux VV n° 540 et voilesvoiliers.com) a développé des penons électroniques qui semblent promis à un bel avenir. C'est un penon en silicone qui est connecté à une petite jauge de mesure de la force et de la direction du vent. Il sera équipé aussi, assure Dimitri V de Mer Agitée, mais ce sera pour après le Vendée Globe; la raison est que nous venons juste de finir le logiciel de monitoring, terme, on imagine bien que les données du penon électronique pourront être intégrées à des algorithmes de pilotage. Le développement dans ce domaine a déjà commencé. «Les tests du mode électronique sur le pilote HR de NKE sont très prometteurs, précise Dimitri. Nous avons réussi à faire barrer le pilote si Figaro, dans des conditions de vent très variables, le résultat est bluffant ! Il nous reste à encore des tests en navigation pour valider le tout.» Encore une affaire qui doit être suivie de près.



ARNAUD PIHÉZ/S'MICHEL-VIRBAC