

ÉTUDE STATISTIQUE (CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET VOILES) DE LA VOLVO OCEAN RACE 2014-2015: CAS PRATIQUE DE L'ÉTAPE 1

SACRE B.⁽¹⁾, DUMARD C.⁽¹⁾, OXLEY W.⁽²⁾, PILATE J.⁽³⁾, SERGENT G.⁽³⁾, BIBOT G.⁽¹⁾, CLERBAUX N.⁽⁴⁾

(1) *Great-Circle, 3 place de la gare, 1330 Rixensart, Belgique [bernard@greatcircle.be]*

(2) *Team Alvimedica*

(3) *North Sails, Allée Loic Caradec, 56000 Vannes, France [julien.pilate@northsails.com]*

(4) *Institut Royal Météorologique de Belgique, 3 Avenue Circulaire, 1180 Uccle, Belgique [nicolas.clerbaux@oma.be]*

Résumé – Cette étude a été réalisée dans le cadre de la Volvo Ocean Race 2014-2015. L'objectif de cette étude est de déterminer les conditions météorologiques statistiques ainsi que les voiles les plus utilisées. Les données utilisées sont, d'une part, les caractéristiques du bateau, et, d'autre part, les conditions météorologiques passées. La méthode mise en place consiste ici à faire cheminer un bateau de J-15 à J+15 (J étant le jour du départ de l'étape) sur les années 2000 à 2012 au moyen de la méthode des isochrones. Les résultats sont ensuite agrégés pour obtenir les statistiques voulues. Au niveau de l'étape 1, le temps de parcours médian est de 567 heures, avec une incertitude de 39 heures, dans des conditions principalement en vent arrière (71,9% du temps), sur des vitesses de vent de l'ordre de 10 à 15 nœuds (33,6% du temps). Les voiles les plus utilisées sont l'A3 (31,07%), le MH0 (24,6%) et le FR0 (17,39%).

Mots-clés : Volvo Ocean Race, voile, méthode des isochrones, conditions météorologiques.

Abstract – *Statistical study (weather conditions and sails) for Volvo Ocean Race 2014-2015: case study for leg1.* This study has been elaborated during the Volvo Ocean Race 2014-2015. The goal of this study consists in assessing the weather conditions and sails use. The input data are double, the boat configuration and past weather conditions. The methodology is to simulate a boat J-15 to J+15 (J being the start day) between years 2000 and 2012 and route the boat with the isochrones method. Following this, all results are aggregated to produce elementary statistical figures. For leg 1, median passage time is 567 hours with an uncertainty of 39 hours, mostly in downwind conditions (71,9%) with wind speed between 10 and 15 knots (33,6%). The main sails are A3 (31,07%), MH0 (24,6%) and FR0 (17,39%).

Keywords : Volvo Ocean Race, sail, isochrones method, weather conditions.

Introduction

La Volvo Ocean Race est une des plus célèbres courses en équipage en monocoque par étape dans le monde de la voile de compétition. La première édition s'est déroulée en 1973-1974. Elle s'appelait alors la Whitbread Round the World Race. Cette course a lieu tous les trois ans. Comme son nom l'indique, le principe est de faire le tour du monde par étape. Chaque étape rapporte des points qui seront au final comptabilisés pour déterminer le vainqueur général de la course. Pour l'édition 2014-2015, les organisateurs ont décidé de modifier le règlement pour que tous les bateaux soient exactement les mêmes. Chaque équipage a donc un bateau de 65 pieds (le « VOR65 ») avec les mêmes voiles et les mêmes configurations techniques. Au total, sept équipages se sont présentés sur la ligne de départ à Alicante en octobre 2014. Les étapes sont les suivantes : Alicante – Cape Town, Cape Town – Abu Dhabi, Abu Dhabi – Sanya, Sanya – Auckland, Auckland – Itajai, Itajai – Newport, Newport – Lisbonne, Lisbonne – Lorient et Lorient – La Haye – Gothenburg. Des informations supplémentaires sur cette course peuvent être trouvées sur le site internet de la course : <http://www.volvoceanrace.com>.

La présente étude a été réalisée pour l'équipe Alvimedica dont le skipper est Charlie Enright et le navigateur Will Oxley. Leurs besoins étaient, d'une part, d'analyser en détails les particularités météorologiques des différentes étapes et, d'autre part, d'avoir des données statistiques fiables sur l'utilisation des différentes voiles. Nous ne détaillons ici que les résultats partiels de l'étape 1.

La structure est la suivante. Tout d'abord, nous expliquons les données nécessaires aux simulations, aussi bien la partie météorologique, que la partie propre à la configuration du bateau. Ensuite, nous détaillons la méthodologie mise en place et les résultats obtenus. Nous

terminons par une conclusion sur le système mis en place et sur ses perspectives d'utilisation dans le milieu de la voile.

1. Données

Les données essentielles pour notre étude sont de deux types. Tout d'abord, tout ce qui se rapporte à la configuration même du bateau. Ensuite, les variables météorologiques pour faire avancer notre bateau (« le VOR65 ») sur les océans.

Au niveau du VOR65, nous avons besoin d'informations concernant la vitesse du bateau en fonction des conditions météorologiques. Dans le milieu de la voile, cette information est appelée « polaire » du bateau, ou encore le « Velocity Prediction Program » (VPP). Elle est calculée au moyen de simulations numériques réalisées par les architectes et les ingénieurs responsables du dessin des voiles. Des détails sur la façon de calculer numériquement les polaires peuvent être trouvés dans les ouvrages de références de Fossati (2010), Garrett (1996) et Larsson et Eliasson (2007). La polaire est très souvent corrigée au fur et à mesure des entraînements en conditions réelles. En pratique, elle est présentée comme un tableau à double entrée avec l'angle du vent par rapport à l'axe du bateau et la vitesse du vent réel. Les cellules du tableau étant les vitesses prévues du VOR65.

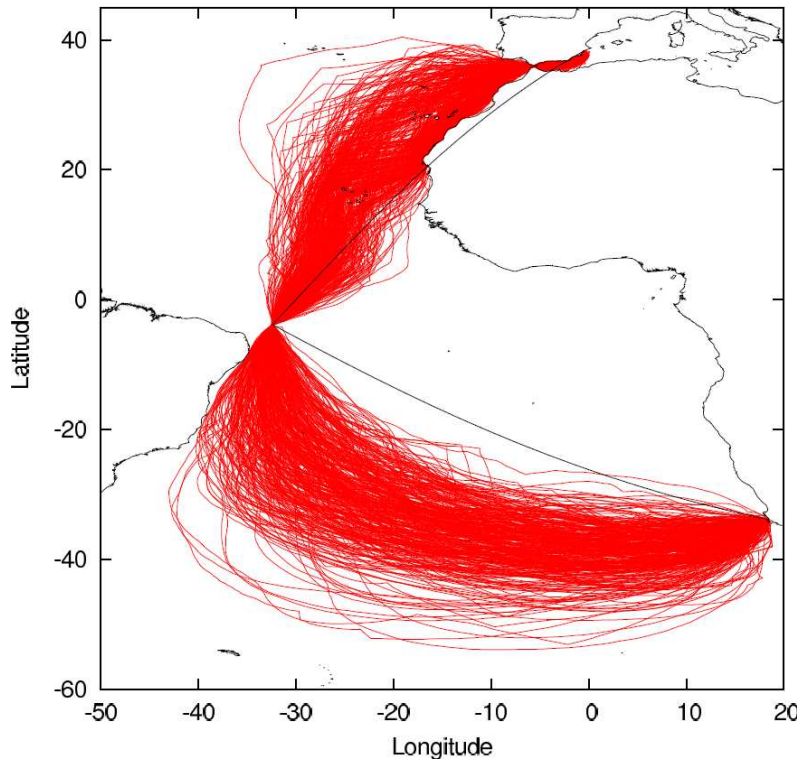


Figure 1. En rouge, les routes simulées. En noir, l'orthodromie.

Nous avons aussi besoin de savoir quelles voiles sont utilisées et dans quelles conditions météorologiques elles le sont. Cette information se présente aussi sous forme d'un tableau (« sailchart ») à double entrée avec pour chaque condition de vent (vitesse et direction) une voile associée. Là aussi ce tableau est calculé théoriquement par les ingénieurs « voiles », et est corrigé sur base de l'expérience de l'utilisation des différentes voiles. Il faut noter que les différentes voiles se différencient les unes des autres en fonction de leur forme, de leur superficie, de leur matériau. Par exemple, on préférera une voile avec une grande superficie, dans un matériau léger pour des vents de portant (le vent vient de 90 degrés à 180 degrés par rapport à l'axe du bateau). Dans des conditions plus difficiles, avec un vent de près (c'est-à-

dire un vent qui vient de 0 degré à 90 degrés par rapport à l'axe du bateau), on préférera plutôt une voile avec une superficie nettement plus faible, dans un matériau plus solide. Au total, la direction de course de la Volvo Ocean Race oblige les équipages à avoir un maximum de 8 voiles à bord.

Enfin, nous avons besoin de données météorologiques à deux dimensions pour faire avancer notre bateau. Nous utilisons le vent à 10 mètres (vitesse et direction) et la hauteur des vagues. Ces vagues sont utilisés uniquement pour définir des zones où le bateau ne peut pas aller pour ne pas l'endommager. L'impact des vagues sur la vitesse du bateau n'est pas connu de l'équipe Alvamedica. En accord avec cette équipe, les effets de courant ont été négligés car ils ont un effet marginal sur le temps de parcours. Nous avons décidé d'utiliser les analyses du modèle IFS (Persson, 2013) du centre européen (ECMWF – European Center for Medium-Range Weather Forecasts) à une résolution de 0.25 degré du 1 janvier 2000 au 31 décembre 2012. La résolution temporelle est de 6 heures. Afin d'avoir une résolution temporelle de 3h, nous utilisons les prévisions du même modèle IFS pour les heures 3, 9, 15 et 21. C'est ainsi que, pour chaque jour, pour l'heure 0, nous utilisons l'analyse, puis nous utilisons les prévisions pour l'heure 3, l'analyse pour l'heure 6, la prévision pour l'heure 9, l'analyse pour l'heure 12, la prévision pour l'heure 15, l'analyse pour l'heure 18 et la prévision pour l'heure 21. Nous faisons ce choix afin d'avoir une bonne résolution temporelle et spatiale pour nos simulations. En effet, une résolution spatiale trop grossière et un pas de temps trop grand biaisent les résultats.

2. Méthodologie

La méthodologie mise en place pour l'étude consiste à faire cheminer un bateau d'un point de départ au point d'arrivée au moyen de la méthode des isochrones (James, 1957). Cette méthode consiste à calculer des lignes d'égale durée au moyen de la polaire de vitesse. En d'autres mots, on peut dire qu'on calcule un ensemble de points qu'on peut atteindre dans un temps déterminé en fonction des conditions météorologiques. Typiquement, on calcule un isochrone toutes les 90 minutes simulées. Dès qu'un isochrone a atteint l'arrivée, on détermine la route en remontant d'isochrone en isochrone. Enfin, on détermine la voile utilisée sur chaque point de la route au moyen du sailchart, ainsi que les quelques statistiques de navigation comme le nombre de changement de bord (changer le côté du bateau qui reçoit le vent).

Les simulations commencent 15 jours avant la date de départ et se terminent 15 jours après pour tenir compte des différentes conditions synoptiques que l'on peut rencontrer à cette période de l'année. Le départ est donné tous les jours de cet intervalle à 12 heures UTC. On simule sur les années 2000 à 2012. Pour l'étape 1 de la course, nous avons donc simulé un départ du 1^{er} octobre jusqu'au 31 octobre de chaque année en partant de l'année 2000 et en finissant en 2012. Le nombre de routes simulées est de 403. Elles sont présentées à la figure 1. Le temps de calcul est de 1 heure.

Le point de départ est fixé à 38.3366°N – 0.472°W (Alicante) et l'arrivée à 33.904°S – 18.4306°E (Cape Town). Nous ajoutons un point de passage obligatoire, imposé par la course, au large de Fernando De Noronha.

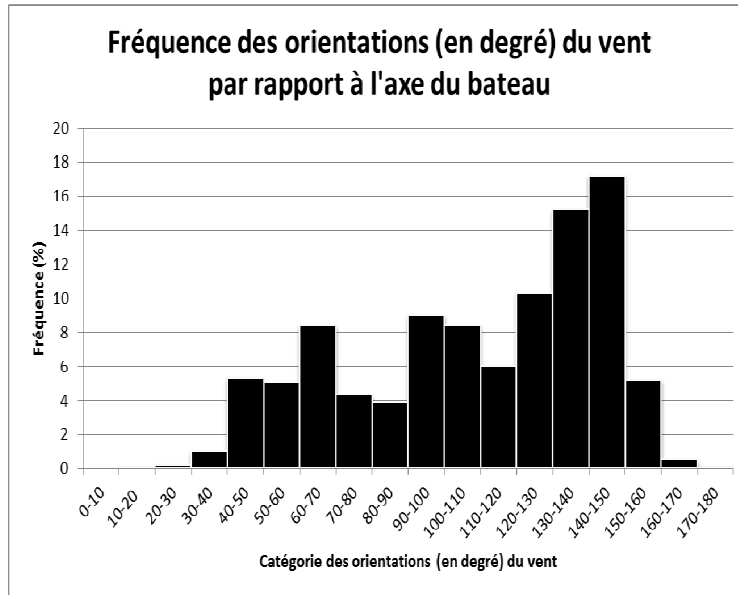


Figure 2. Fréquence des différents angles de vent par rapport à l'axe du bateau.

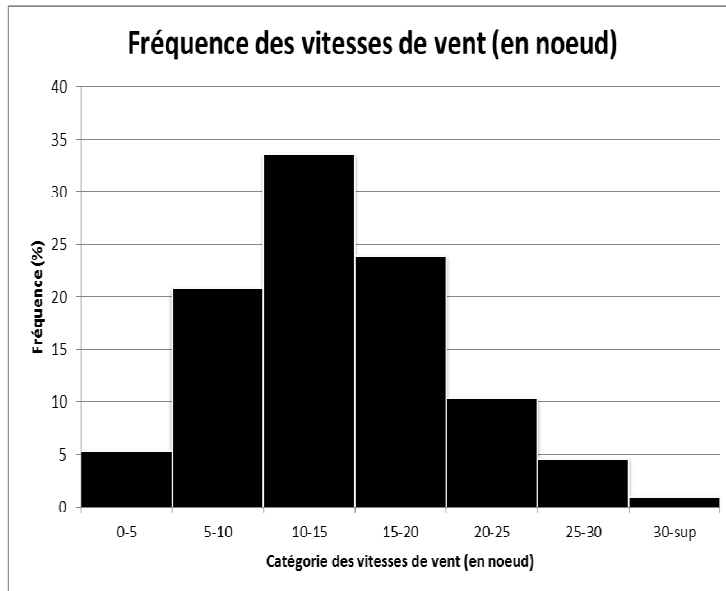


Figure 3. Fréquence des vitesses (en noeud) du vent.

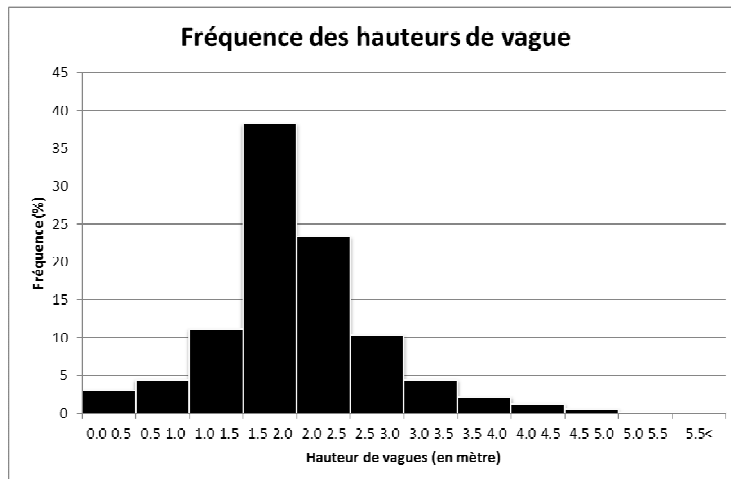


Figure 4. Fréquence des hauteurs (en mètre) de vague.

3. Résultats

Cette première étape peut être divisée en différents segments correspondant à différentes conditions météorologiques. Le départ jusque Gibraltar se fait très régulièrement dans du vent instable, tantôt fort, tantôt faible avec des orages souvent violents. La sortie de la Méditerranée peut être délicate avec un effet venturi à Gibraltar. Ensuite, c'est une longue glisse dans les alizés en évitant les pièges des dévents des îles Canaries et des îles du Cap-Vert. Les sommets de ces îles vont faire obstacle au flux synoptique et créer une zone avec moins de vent en aval (« le dévent ») du sommet, par rapport au flux. Le VOR65 arrive ensuite dans la zone délicate de la convergence intertropicale où les systèmes convectifs nombreux et actifs provoquent des variations de vent importantes. Après cet obstacle, la route directe est barrée par l'anticyclone de Sainte-Hélène. L'objectif dans cette zone est de contourner l'anticyclone et d'aller chercher les dépressions (et les fronts associés) dans la partie ouest du bassin Atlantique sud. Enfin, il faut être vigilant à l'arrivée avec un dévent très important à Cape Town dû au sommet « Table Mountain ». Ces informations climatologiques ont été tirées des « Atlas of Pilot Charts » (National Geospatial-Intelligence Agency, 2002).

Les résultats nous montrent que le temps médian sur cette étape est de 567 heures avec un écart-type de 39 heures. La distance parcourue médiane est de 7681 miles nautiques (écart-type de 370 miles) pour une vitesse de 13,67 nœuds (écart-type de 1 nœud). Au niveau des conditions météorologiques, comme prévu, les résultats nous montrent qu'on est principalement dans une étape avec du vent portant. L'estimation en fonction des simulations nous donne un pourcentage de 71,9% du temps au portant, sur des vitesses de l'ordre de 10 à 15 nœuds (33,6%). Les vents inférieurs à 5 nœuds sont présents moins de 6% du temps, tandis que les vents supérieurs à 30 nœuds ne représentent que moins de 2% du total. Les détails se trouvent sur les figures 2 et 3. Les VOR65 atteignent leur vitesse maximale dans des vents entre 25 et 30 nœuds dont la direction du vent par rapport à l'axe du bateau est entre 130 et 150 degrés.

Au niveau de l'état de la mer, le bateau était principalement dans des hauteurs de vague entre 1,5 mètres et 3 mètres, avec un pic à 38,3% pour les hauteurs entre 1,5 mètres et 2 mètres (voir la figure 4).

Ces conditions météorologiques et d'état de la mer se reflètent dans les principales voiles utilisées. C'est ainsi que la voile de portant spinnaker A3 est utilisée durant 31,07% du temps. La voile intermédiaire (entre le portant et le près) FR0 est utilisée pendant 17,39% du temps alors que la voile de près MH0 est utilisée à 24,6% du temps. Les autres voiles sont utilisées dans des proportions plus faibles. Concernant les statistiques de navigation, l'étape 1 est simulée avec 70,7% en bâbord amure, c'est-à-dire un vent qui vient de la gauche par rapport à l'axe du bateau. Le nombre de virement de bord (changement de bord par vent debout) moyen est de 5 et le nombre d'empannage (changement de bord au vent arrière) moyen est de 9.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en évidence, avec des données chiffrées, les conditions moyennes de course de l'étape 1 de la Volvo Ocean Race sur base de la période 2000-2012. Ceci permet de déduire les conditions probables pour l'édition 2014-2015. Cependant, nous simulons des routes idéales alors que les bateaux peuvent dévier des trajectoires optimales pour suivre les autres équipes selon leur choix tactique (par exemple, se rapprocher ou non d'un autre concurrent).

Ces résultats encourageants ouvrent de nouvelles perspectives dans le monde de la voile de compétition. La rapidité des simulations ainsi que l'analyse statistiques des routes

permettent maintenant de réaliser un grand nombre de simulations pour déterminer le bon choix de voiles, plutôt que de procéder par essais et erreurs. Enfin, ce système permet d'objectiver les conditions météorologiques et d'état de la mer rencontrées lors de courses off-shore.

Ce système pourrait être utilisé aussi bien du côté des équipes (choix de voiles, probabilité de battre des records, compréhension de la météo sur le parcours), que du côté des organisateurs. En effet, les organisateurs de course ont ainsi à leur disposition un outil rapide qui leur permet d'objectiver un parcours d'un point de vue météorologique afin de minimiser le risque pour la sécurité des coureurs, mais aussi un bon moyen de définir des durées statistiques sur des tracés. Les organisateurs de la Volvo Ocean Race ont d'ailleurs utilisé ce système pour définir les durées par étapes de l'édition 2014-2015.

Références bibliographiques

Fossati F., 2010 : *Aero-hydrodynamics and the performance of sailing Yachts: the science behind sailboats and their design*, McGraw-Hill, 354p.

Garrett R., 1996 : *The symmetry of sailing: The physics of sailing for yachtman*, Sheridan House, 280p.

Larsson L., Eliasson R., 2007 : *Principles of yacht design*, McGraw-Hill, 368p.

National Geospatial Intelligence Agency, 2002: *Atlas of Pilot Charts*, 106.

Persson A., 2013 : *User guide to ECMWF forecast products*, disponible sur <http://www.ecmwf.int>

James R.W., 1957 : *Application of wave forecasts to marine navigation*, 92p.

Volvo Ocean Race, <http://www.volvoceanrace.com>, consulté en Avril 2015.