

Météorologie marine

Données et outils à disposition des navigateurs

Dominique Hausser

Ces trois ou quatre dernières décennies, les connaissances en climatologie et en météorologie s'accumulent à grande vitesse et surtout les données mises à disposition de tous par les grandes structures météorologiques est en croissance « plus » qu'exponentielle.

Le but de cet article n'est en aucun cas un cours sur la météorologie, un cours sur le routage météorologique ou un guide pour interpréter les données météorologiques, encore moins un outil d'aide à la décision de la meilleure route à prendre.

Il essaie simplement de faire un point de situation sur les données et les outils qui me semblent pertinents, de bonne qualité, accessibles à toutes et tous tant techniquement que financièrement.

Introduction

Ce qui me faisait envie et ce qui me fait toujours envie, c'est l'océan, le plaisir de ces paysages loin de toute terre qui change à chaque seconde, de forme et de couleur, sans parler des surprises animales qui peuvent apparaître à tout instant.

Alors, dès l'instant où l'on part pour des traversées de plusieurs jours ; avec notre petit Flot18 (un peu moins de 8 mètres à la ligne de flottaison et un tirant d'eau faible – donc beaucoup de dérive) la vitesse moyenne était faible et il n'y avait pas besoin d'aller loin pour que cela prenne du temps.

Dès lors, la météorologie avait toute son importance. Nous étions curieux et nous voulions savoir à quelle sauce nous allions être mangé.

C'était difficile, car la qualité des prévisions météorologiques n'étaient pas ce quelles sont aujourd'hui ; sa fiabilité était largement dépendante de la région, car les données récoltées par les services météo étaient variable tant quantitativement que qualitativement. Une prévision fiable pour les 48 heures à venir, c'était déjà bien.

La réception des bulletins étaient une gageure. Même à proximité des côtes et selon les zones de navigation, on n'obtenait pas toujours ce qui aurait pu nous aider à réfléchir. Au large, il y avait les grandes ondes et le bulletin du large pour le Nord Atlantique diffusé deux fois par jour par une radio publique ; on pouvait espérer d'autres sources, mais il fallait chercher (sans internet...), il fallait avoir les fréquences des radios qui variaient selon les positions et les heures de la journée, sans parler des « parasites » qui rendaient plus souvent que souhaité la réception inaudible.

Une fois les bulletins récupérés, le travail de routage démarrait pour ne pas se retrouver au mauvais endroit au mauvais moment. Ce qui impliquait de dessiner la position des systèmes, de position force et direction du vent dans les différents secteurs (ce qui impliquait de connaître la position des zones utilisées par les différents émetteurs de bulletins). Avec plusieurs sources cela compliquait encore la tâche, car les zones ne se recoupaient évidemment pas et la probabilité que la situation et la prévision était non nulle ; il serait ici trop long d'expliquer les raisons de ces différences.

Il y avait bien sûr les « Pilots Charts » qui fournissaient des informations fort utiles, mais dans les faits de nature probabiliste, ce qui signifiait qu'il était impossible de déduire qu'elle serait la situation effective au moment et à l'endroit présent. Il n'était donc pas rare d'avoir un vent à 180° de la direction la plus « fréquente » et de force complètement différente de la plus « probable ».

L'observation du ciel était (et l'est toujours) absolument indispensable pour se faire une idée de la situation locale. Mon livre de chevet pour l'observation des nuages était l'atlas international des nuages^{1,2}

Notre « bible »³ pour nous aider dans notre travail d'interprétation a été pendant des années le remarquable ouvrage de René Mayençon, Météorologie marine publié en 1982 et réédité en 1992⁴.

Puis Jean-Yves Bernot a publié successivement 2 ouvrages⁵ qui sont les références toujours actuelles en matière de météorologie marine. Malgré le fait d'avoir pris le temps d'améliorer mes connaissances entre 1982 et 2004 en lisant tous les ouvrages, articles et autres documents concernant la météorologie marine, il m'a fallu m'accrocher à leur lecture.

Plus je naviguais, plus je réalisais que les données météorologiques m'aidaient à choisir la meilleure route possible⁶. Les données étaient les mêmes, l'analyse aboutissait au même résultat de l'évolution de la situation météorologique ; le choix de la route était largement dépendant du programme de navigation (régates ou croisières pour rester dans une catégorisation générale).

Ces dernières années, le nombre et la qualité des données recueillies a littéralement explosé. Les sources se sont également multipliées : des données terrestres, des données marines, des données au sol, des données en l'air, des données satellitaires... sont partagées et utilisées quotidiennement par les prévisionnistes du monde entier.

1 https://cloudatlas.wmo.int/docs/wmo_407_en-v2.pdf

2 Pour son histoire : <https://cloudatlas.wmo.int/history-of-the-ICA.html> et https://fr.wikipedia.org/wiki/Atlas_international_des_nuages

3 Terme qu'utilise aussi Jean-Yves Bernot, auteur des « bibles » actuelles ; pour les références, voir la note 5.

4 Voir cette recension : http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/53562/meteo_1993_2_100.pdf.

5 Jean-Yves Bernot : Météo et stratégie : Croisière et course au large, Paris, Voiles Gallimard, 2004 (2e édition 2010), 624 p.

Jean-Yves Bernot : Météo locale : Croisière et régate, Paris, Voiles Gallimard, 2007, 592 p.

6 Je ne suis pas le seul. Je vous invite à lire le texte de Frédéric d'Allest à ce propos : Choisir sa route au large en fonction de la météo (http://artimon1.free.fr/Choisir_sa_route_au_large_en_fonction_de_la_meteo.htm)

Avec l'augmentation de la puissance de calcul des ordinateurs, les modèles numériques météorologiques ont pris une importance de plus en plus grande, permettant d'augmenter considérablement le nombre de paramètres utilisés, d'utiliser des modèles de plus en plus sophistiqués prenant en considération la morphologie du terrain et de sortir des résultats nettement plus rapidement (de plusieurs semaines parfois à quelques heures actuellement).

Longtemps réservé à la navigation militaire et commerciale, l'accès aux technologies permettant la réception des données numériques s'est étendue aux « petits bateaux ». Dans un premier temps, ce sont presque exclusivement les voiliers de course qui sont équipés et je suivais avec envie l'évolution de ces équipements lors des grandes courses au large. Depuis quelques années, l'accès aux données numériques devient presque « facile » à bord d'un bateau de plaisance, non seulement en termes de technologies, mais également en termes de prix.

« Le routage météorologique embarqué appliqué aux voiliers de course ou de croisière est une pratique récente liée à l'émergence de l'informatique. On l'a vu naître dans les années 1980, se développer auprès des coureurs océaniques dans les années 1990 et se généraliser pour le grand public dans les années 2000. »⁷ Disons que dans les années 2000, nous n'étions encore pas très nombreux à s'être lancé dans l'utilisation de l'informatique pour élaborer notre propre prévision.

La décision prise par l'Union européenne de mettre gratuitement les données produites par les structures publiques à disposition de tous (opendata) a très largement contribué à l'accélération à l'accès à de nombreuses données diffusées de manière brute ou déjà retravaillée pour des objectifs spécifiques par des sources en régulière augmentation.

Il n'y a dès lors plus aucune raison de s'en priver et de largement s'appuyer sur le routage de notre embarcation pour assurer la sécurité de l'équipage et du bateau⁸ en complément des bulletins de prévisions météorologiques émis par les institutions officielles ou reconnues.

Les données météorologiques

Le portail « météo » proposé sur le site Wikipédia⁹ fournit de nombreuses informations et liens sur ce qu'est la météorologie. La prévision numérique du temps (PNT)¹⁰ est une application de la météorologie¹¹ et de l'informatique ; elle repose sur le choix d'équations primitives atmosphériques¹² offrant une proche approximation du

7 Jean-Yves Bernot, p 13 ; Les routages en course et en croisière. Paris, Voiles et voiliers, 2014, 207p.

8 Voir à ce sujet « Bonnes pratiques pour assurer la sécurité météo en haute mer », un document publié en 2016 par la commission « sécurité en haute mer » de l'association « Sail the World » (<http://stw.fr/fr/blogs/securite-haute-mer/2016-04-08-securite-meteo-haute-mer-bonnes-pratiques>)

9 Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Portail:Météorologie>

10 Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Prévision_numérique_du_temps

11 Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorologie>

12 Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Équations_primitives_atmosphériques

comportement de l'atmosphère réelle. En météorologie opérationnelle, la PNT est en outre utilisée pour faire des prévisions dont les résultats numériques bruts subiront diverses formes de post-traitements pour les rendre utilisables. Les résultats seront traités par d'autres logiciels ou interprétés par des météorologues pour satisfaire les besoins spécifiques des utilisateurs, dans notre cas, la météorologie maritime¹³.

Les courants, la houle et les vagues sont des paramètres clés pour la navigation, car ce sont eux qui déterminent principalement l'état de la mer¹⁴.

Comme marin, nous nous intéressons avant tout à l'impact que va avoir le vent¹⁵ et l'état de la mer sur notre navigation présente et à venir. Ce qui va déterminer le choix des données auxquelles nous souhaitons avoir accès.

Les **prévisions du temps expertisées**, c'est-à-dire préparées par des météorologues prévisionnistes professionnels, offrent une synthèse analytique de données multiples. Il faut comprendre la terminologie utilisée, mais ne nécessite pas de hautes compétences de prévisionnistes pour les utiliser et prendre les décisions adéquates en fonction des objectifs recherchés.

Tous les services météorologiques des États fournissent des bulletins expertisés et très souvent même des bulletins spécialisés pour la navigation côtière et hauturière.

Modèles atmosphériques

Parmi les différents modèles atmosphériques¹⁶ utilisés par les services météorologiques, les principaux utilisés pour la prévision maritime sont les suivants :

Niveau planétaire

- **GFS** Global Forecast System¹⁷ – développé par National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA¹⁸.
- **GEM** Global Environmental Multiscale Model¹⁹ – développé par Meteorological Service of Canada²⁰.
- **IFS** Integrated Forecast System²¹ (appelé aux États-Unis, le modèle européen) développé par European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF²².

13 Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorologie_maritime

14 Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/État_de_la_mer

15 Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vent>

16 Voir une liste des différents modèles atmosphériques : https://en.wikipedia.org/wiki/Atmospheric_model#Domains

17 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Forecast_System

18 Voir <https://en.wikipedia.org/wiki/NOAA>, pour plus de détails sur les modèles développés, voir <http://www.emc.ncep.noaa.gov/home.php>, la page du National Weather Service's National Centers For Environmental Prediction's Environmental Modeling Center

19 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Environmental_Multiscale_Model

20 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Meteorological_Service_of_Canada

21 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_Forecast_System

22 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/European_Centre_for_Medium-Range_Weather_Forecasts

- **UM** Unified Model²³ développé par UK Met Office²⁴.
- **ICON**²⁵ développé par German Weather Service²⁶.
- **ARPEGE**²⁷ développé par Météo-France²⁸.

Niveau régional

- **WRF** Weather Research and Forecasting²⁹ développé par USA National Centers for Environmental Prediction (NCEP)³⁰ et USA National Center for Atmospheric Research (NCAR)³¹ est utilisé avec plusieurs configurations, en particulier **WRF-NMM** WRF Nonhydrostatic Mesoscale Model³², utilisé prioritairement pour la prévision et **WRF-ARW** Advanced Research WRF, considéré comme un outil tant pour la prévision que pour la recherche atmosphérique.
- **HARMONIE**^{33,34}, est développé par le consortium européen des modèles numériques de temps HIRLAM³⁵.
- **AROME**³⁶ est un modèle à petite échelle développé par Météo-France et le consortium ALADIN³⁷.
- **COSMO**³⁸ est un modèle à petite échelle développé par le consortium COSMO³⁹.

Modèles océaniques

Le Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center (FNMOC)⁴⁰ développe et produit un modèle numérique de vagues⁴¹, **WW3** Wavewatch III ; il a également travaillé sur le **WAM** aujourd'hui intégré dans IFS.

Le consortium MyOcean⁴², regroupant un grand nombre d'institutions et soutenu par des fonds de l'Union européenne, pilote en particulier les centres de production de type MFC

23 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Unified_Model

24 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Met_Office

25 Voir

https://www.dwd.de/EN/research/weatherforecasting/num_modelling/01_num_weather_prediction_modells/icon_description.html

26 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/German_Weather_Service

27 Voir <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article121>

28 Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/Météo-France>

29 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Weather_Research_and_Forecasting_model

30 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/National_Centers_for_Environmental_Prediction

31 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/National_Center_for_Atmospheric_Research

32 Ce modèle est aussi nommé NAM, WRF, ou NMM

33 Voir <http://hirlam.org/index.php/hirlam-programme-53/general-model-description/49-mesoscale-model-harmonie>

34 Ce modèle est aussi connu sous le nom HARMONIE-AROME, à ne pas confondre avec le modèle AROME utilisé par Météo-France

35 Voir <http://hirlam.org/index.php/hirlam-programme-53>

36 Voir <http://www.umr-cnrm.fr/spip.php?article120>

37 Voir <http://www.umr-cnrm.fr/aladin/spip.php?rubrique7>

38 Voir <http://cosmo-model.cscs.ch/content/model/general/default.htm>

39 Voir <http://cosmo-model.cscs.ch>

40 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Fleet_Numerical_Meteorology_and_Oceanography_Center

41 Voir https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_wave_model

42 Voir <https://fr.wikipedia.org/wiki/MyOcean>

(Monitoring and Forecasting Centers) qui correspondent aux 6 « bassins » européens, plus l'océan global. Ils sont au nombre de 7 :

- **Global MFC** (Mercator Ocean)
- **Arctic MFC** (NERSC)
- **Baltic MFC** (DMI)
- **North West Shelves MFC** (UK Met Office)
- **Iberian, Biscay, Ireland MFC** (Mercator Ocean)
- **Med MFC** (INGV)
- **Black Sea MFC** (MHI)

Où peut-on trouver ses données et sous quelles formes ?

Les bulletins de prévisions du temps expertisées sont disponibles sur tous les sites d'instituts météorologiques nationaux ; en faire la liste reviendrait à couvrir l'ensemble des États se trouvant au bord d'un plan d'eau marin (océan et mer).

De nombreux sites permettent de visualiser le résultat des simulations des différents modèles. A nouveau la plupart des sites des instituts météorologiques nationaux publient ces données sous forme de cartes animées.

Il y a cependant quelques sites⁴³ qui fournissent des données nombreuses et détaillées pour une couverture globale (planétaire) ou régionale :

- **Wetterzentale**⁴⁴ qui met librement[[[License: Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.-><https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>]]] à disposition des cartes détaillées de toutes les régions du globe pour les modèles numériques de temps utilisés quotidiennement par les services météorologiques.
- **Meteoblue**⁴⁵ offre la comparaison pour une localisation donnée de plusieurs modèles et de plusieurs variante de ces modèles sous forme de graphes, l'exemple proposé⁴⁶ met en évidence les différences pour une localisation au nord de Cowes dans le Solent.
- **Windy**⁴⁷ permet de visualiser de nombreuses données provenant de plusieurs modèles : pour la météorologie au niveau planétaire, GFS-22km et IFS-9km (désigné par ECMWF sur la carte), au niveau européen NEMS-4km et ICON-7km⁴⁸ et au niveau étatsunien NAM Hawaï-3km, NAM Alaska-6km et NAM CONUS-5km

43 La liste est loin d'être exhaustive ; les sites mentionnés sont ceux que j'utilise régulièrement

44 Voir <http://www.wetterzentrale.de/en/default.php>

45 Voir <https://meteoblue.ch>. Ce site offre une grande variété de données de qualité. Une partie de l'offre est payante.

46 Voir <https://www.meteoblue.com/fr/meteo/prevision/multimodel/50.781N-1.291E>

47 Voir <https://windy.com>

48 Concernant les modèles et les sources des modèles voir <https://community.windy.com/topic/12/what-source-of-weather-data-windy-use> et concernant les modèles et les structures (framework) de modélisation voir http://www.nomads.ncep.noaa.gov/txt_descriptions/NEMS_NMM_doc.shtml

et pour l'océanographie les modèles WW3 et les modèles MyOcean (désigné par ECMWF WAM sur la carte).

- **Yr**⁴⁹ permet de visualiser des données du modèle HIRLAM pour l'Europe du Nord et GFS pour le niveau planétaire.
- **OpenSkiron**⁵⁰ permet de visualiser des données du modèle openWRF pour la Méditerranée.

Enfin à l'aide d'outils (voir le point suivant pour une description de ces outils) de lecture de fichiers grib et de visualiseur de modèles numériques du temps, il est possible de travailler sans avoir de connexion internet à haut débit et à des coûts raisonnables ; ce qui est le cas en navigation hors de portée des émetteurs internet (câble, wifi, GSM).

Pour ne pas produire une liste rapidement dépassée, j'invite le lecteur à se référer à la liste disponible sur **OpenGribs**⁵¹.

Les outils

Ils se regroupent en 2 catégories, les outils de visualisation et les outils de routages.

Il existe peu d'outils développés strictement sous une licence libre telle que GNU GPL ; certains outils sont disponibles gratuitement sous forme « bridée » et sur certaines plateformes seulement ; leur coût est en général modeste, raison pour laquelle je mentionne ceux qui me semble malgré tout être utiles dans certaines circonstances.

Outils de visualisation

- **XyGrib**⁵² *libre et gratuit* (OS Windows, OS Mac, OS Linux), un clone de zyGrib, démarré en avril 2018 par l'équipe OpenGribs, afin de développer plusieurs améliorations requises par les utilisateurs de zyGrib ; permettra entre autre l'accès à la volée à plusieurs sources de données basées sur différents modèles ; de nouvelles données seront incluses et l'application sera également disponible sur les OS Android et iPad.
- **zyGrib**⁵³ *libre et gratuit* (OS Windows, OS Mac, OS Linux) démarré vers 2002, n'a plus évolué depuis 2016 application de visualisation à la volée des nombreuses données des modèles GFS et WW3.
- **SailGrib**⁵⁴ *gratuit bridé / payant* (OS Android) application de visualisation à la volée de données en provenance de quelques sources pour la version gratuite et de nombreuses sources pour la version payante.

49 Voir <https://www.yr.no/kart/?spr=eng>

50 Voir <http://openskiron.org/en/charts>

51 Voir <https://opengribs.org/fr/gribs-fr>

52 Voir <https://opengribs.org>

53 Voir <http://zygrib.org>

54 Voir <http://www.sailgrib.com>

- **uGrib**⁵⁵ *gratuit* (OS Windows) *historique*, application de visualisation de quelques données du modèle GFS.

Outils de routage

- **OpenCPN**⁵⁶ *libre et gratuit* (OS Windows, OS Mac, OS Linux, OS Android, Raspberry Pi) application de navigation avec une extension de visualisation de données météo et une extension de routage.
- **qtVlm**⁵⁷ *gratuit sur les PC, payant sur les smartphones et tablettes* (OS Windows, OS Mac, OS Linux, OS Android, iPad) application de routage et application de navigation.
- **SailGrib WR**⁵⁸ *gratuit bridé / payant* (OS Android) application de routage, intégration navigation, plus de 400 polaires disponibles.

Conclusion

Il est certain que l'évolution dans les domaines météorologique et océanique ainsi que l'amélioration de la prévision du temps va se poursuivre ces prochaines années. Mon sentiment est que cela va aller beaucoup plus vite que ce que l'on imagine.

Ce papier deviendra probablement rapidement dépassé. Alors n'hésitez pas à en produire de nouvelles versions.

Dans l'intervalle, si vous avez des suggestions, des corrections, des compléments, n'hésitez pas à me le faire savoir par mail à ycg (at) hausser (dot) ch.

55 Voir <http://62.148.188.51>

56 Voir <http://opencpn.org>

57 Voir <https://www.meltemus.com>

58 Voir <http://www.sailgrib.com>