

LA CARTOGRAPHIE MARINE : UN DES FONDEMENTS DE LA SECURITE DE LA NAVIGATION ET DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Présentation de l'ingénieur général Yves Desnoës
Directeur du service hydrographique et océanographique de la marine (France)

La cartographie marine est indispensable à toute activité maritime, parmi lesquelles la navigation et la protection de l'environnement sont particulièrement critiques pour la gouvernance des océans, et nous en verrons des exemples en examinant les principaux produits cartographiques. Après avoir décrit l'état du domaine et son évolution, je vous présenterai ma vision des exigences que nous devrions nous fixer pour le futur et des recommandations qui pourraient aider à les satisfaire.

1/ Le produit traditionnel : la carte de navigation sur papier {vue 1}

Vous voyez ici une carte marine traditionnelle destinée à la navigation, et vous savez combien la navigation est indispensable au fonctionnement des économies. Les remarques pertinentes pour mon exposé sont les suivantes :

- on essaie de n'y représenter que l'information utile et nécessaire pour naviguer en sécurité ; la description est donc simplifiée au maximum pour ne pas gêner le navigateur en lui présentant des informations superflues,
- la carte est tenue à jour manuellement par le navigateur lui-même, avec tous les risques d'erreur ou d'omission que cela implique,
- la position prévue ou observée du navire est reportée manuellement,
- la tâche critique de détection des dangers futurs en fonction de la route du navire est entièrement confiée au navigateur.

2/ Nous évoluons inéluctablement vers le « tout numérique »

Le besoin de numérique suit l'évolution générale de la société et comprend trois composantes majeures :

- la recherche de gains de productivité
- l'amélioration de la sécurité
- les représentations et les modélisations nécessaires pour la maîtrise de l'environnement, en particulier dans les SIG (systèmes d'information géographique).

Comme les prix des systèmes permettant de traiter et d'afficher l'information numérique sont de plus en plus bas, la demande est de plus en plus forte.

Il y a trois principaux types de produits cartographiques numériques, que je vais vous décrire.

2.1/ Les cartes en mode « image » (« raster »)

Elles sont identiques aux cartes papier et donc relativement faciles à produire à partir de celles-ci. Elles permettent notamment d'automatiser les mises à jour et de reporter automatiquement la position du navire, mais elles ne permettent pas d'accéder à l'information géoréférencée (c'est-à-dire avec sa position) pour s'en servir et ne permettent donc aucune intelligence au système qui ne pourra pas, par exemple, détecter une situation dangereuse et avertir le navigateur. Elles ne permettent pas non plus d'utiliser l'information contenue sur la carte pour d'autres applications que leur présentation à l'utilisateur.

2.2/ Les cartes en mode vecteur

Ce sont de véritables bases de données qui ne souffrent pas des limitations que je viens d'évoquer et qui présentent de multiples avantages : {vue 2} elles permettent de n'afficher que l'information utile à un instant donné, ce qui soulage le navigateur et augmente sa sécurité ; {vue 3} elles permettent d'adapter la présentation à l'environnement, selon l'éclairage par exemple; {vue 4} elles permettent d'accéder facilement à des informations détaillées sur les objets représentés ; {vue 5} elles permettent d'aider le navigateur à tracer une route sûre et à détecter en temps réel des obstacles qu'il n'aurait pas remarqués ; elles permettent enfin d'accéder à l'information quantifiée et positionnée qui peut servir à d'autres systèmes d'information que ceux utilisés pour la navigation.

2.3 Les « modèles numériques de terrain » bathymétriques haute résolution

Les informations de la carte marine accessibles en mode vecteur sont insuffisantes pour de nombreuses applications pour deux raisons : d'une part, comme déjà dit, elles sont simplifiées pour ne retenir que l'information utile pour la sécurité de la navigation, et d'autre part la sécurité implique que les points représentés soient surtout des points hauts, ce qui déforme la topographie du fond de la mer. Cela est gênant pour des modèles physiques, de courant par exemple {vue 6}, ou pour l'ingénierie de travaux maritimes. On établit donc des grilles de points très serrées où l'on donne la profondeur pour chaque point {vue 7}.

3/ Etat de l'information hydrographique

Ce terme désigne l'information nécessaire à l'établissement des cartes et documents nautiques utilisés pour naviguer en sécurité. Cette connaissance est longue à acquérir car les océans sont vastes et opaques, ce qui fait que, hors des faibles profondeurs qui ne couvrent qu'une toute petite partie de leur surface, il faut effectuer les mesures depuis des navires relativement lents.

Il y a beaucoup à faire dans de nombreuses parties du monde. Même dans les pays développés, l'information hydrographique est loin d'être totale. Dans les autres, l'information est souvent très fragmentaire, voire complètement dépassée. Car tout évolue, du fait de l'activité humaine bien sûr, mais aussi de la nature elle-même. Et les exigences augmentent également, comme par exemple le besoin de faire passer des navires de fort tirant d'eau dans des zones explorées pour la

navigation de navires de tirants d'eau plus faibles, ou comme les progrès en gestion du littoral qui ne peuvent être valorisés sans données de précision, comme je l'ai évoqué précédemment.

Les statistiques sont difficiles à interpréter, car elles sont établies par l'OHI dont seulement 74 pays sont membres, et encore l'information fournie par tous ces membres est-elle de qualité inégale. On peut estimer, très grossièrement, que dans les pays développés l'information hydrographique pour les besoins de la navigation est en général à jour dans plus de 50 % des zones côtières, ce qui comprend toutes celles qui sont utiles pour la navigation, alors que dans les autres pays elle est le plus souvent inférieure à 50% là où elle a été évaluée, ce qui représente moins de la moitié de ces pays. Dans beaucoup de ceux-ci, l'information a de plus tendance à se dégrader en dehors des principaux ports.

Le développement des capacités hydrographiques, qui vous a été présenté par l'amiral Barbor, est donc absolument fondamental.

4/ Les trois exigences fondamentales : couverture, accessibilité, sécurité (« safety »)

Pour de multiples raisons, qu'il serait trop long d'exposer ici, l'activité hydrographique n'est pas globalement rentable en tant que telle. Même si quelques pays arrivent à rentabiliser la production de cartes, et encore en bénéficiant de contributions d'autres pays moyennant des redevances très modestes, aucun n'arrive à rentabiliser les levés eux-mêmes par la vente de cartes et documents nautiques. Comme en outre les états sont les seuls à pouvoir assumer les conséquences catastrophiques de certaines erreurs, il s'agit essentiellement d'un service public.

4.1/ Couverture

Nous avons vu que la couverture pour les besoins de la navigation est nettement insuffisante dans la plupart des zones côtières des pays en voie de développement, et que l'information a tendance à s'y dégrader.

Il faudrait donc inciter les donateurs, les institutions internationales concernées et les pays développés à joindre leurs efforts pour redresser la tendance en bâtissant un ensemble de programmes de coopération visant à assurer sur le long terme la couverture hydrographique totale des zones côtières de la planète accessibles à la navigation et de celles où l'environnement marin doit être surveillé. L'organisme le mieux placé pour coordonner ces efforts est l'organisation hydrographique internationale (OHI), dont le rôle devrait être mieux reconnu, en particulier dans l'attribution de financements, et renforcé.

Pour les modèles numériques haute résolution dont nous avons parlé, une prise de conscience globale serait utile, y compris dans les pays développés, car le besoin apparaît de manière assez diffuse et l'identification de sa globalité n'est pas évidente, même au niveau national. Les ressources étant partout limitées, il importe de ne pas les disperser, et donc de rechercher la synergie maximale avec les travaux hydrographiques destinés à la navigation.

Il devrait être recommandé de confier la responsabilité des modèles numériques bathymétriques haute résolution aux organismes nationaux chargés de l'hydrographie, en coopération avec les partenaires nationaux et internationaux concernés.

4.2/ Accessibilité

L'accessibilité aux données numériques ne pose pas de réel problème, car l'on trouve les ordinateurs nécessaires à très bon marché. De plus, la reproduction de données numériques ne coûte presque rien. L'accessibilité à l'information devrait donc être améliorée par la numérisation, à condition que les utilisateurs potentiels soient suffisamment formés et que les données soient normalisées pour pouvoir être utilisées par les principaux systèmes disponibles sur le marché. Les cartes marines officielles pour la navigation sont déjà normalisées par l'OHI. En ce qui concerne la formation nécessaire pour les traitements élémentaires applicables aux principaux types d'information cartographique, le développement de capacités devrait y pourvoir.

Il faudrait recommander aux organisations internationales concernées de produire et d'entretenir les normes nécessaires pour l'accès de tous à l'information cartographique marine.

Le développement de capacités devrait contenir la formation nécessaire pour les traitements élémentaires applicables aux principaux types d'information cartographique.

4.3/ Sécurité (au sens de « sûreté de fonctionnement », « safety » en anglais)

La sécurité de la navigation doit être maximisée pour assurer la protection des personnes et de l'environnement. Comme nous l'avons vu, les cartes numériques en mode vecteur permettent d'améliorer significativement la sécurité de la navigation, à condition qu'elles soient bien utilisées.

Là où pour le papier il suffit de transporter un objet, la carte, il faut maintenant transférer des informations numériques dans une chaîne de systèmes qui relie le producteur au navigateur. C'est beaucoup plus complexe, et même si l'accès à des informations numériques permet d'aider le navigateur et de lui signaler automatiquement des dangers, la complexité introduit des risques nouveaux, quasiment impossibles à quantifier a priori, mais d'autant plus importants que l'un des moteurs de l'automatisation est la recherche de gains de productivité, qui se traduit souvent par une charge supérieure des personnes responsables de la sécurité. La sécurité de ces chaînes de systèmes ne peut être assurée que par un dispositif de normalisation et de certification international, qui doit être exhaustif, car une chaîne n'est jamais plus solide que son maillon le plus faible, et amélioré en permanence pour tenir compte des progrès techniques et des anomalies observées.

Je ferai à ce sujet trois remarques :

- seuls les états peuvent assumer in fine les conséquences de certains accidents, conséquences financières entre autres, et seuls les états ont le pouvoir d'imposer des normes internationales ; c'est donc à eux qu'incombe la responsabilité de la normalisation, et celle-ci ne peut être produite que par des organisations internationales, où l'OMI et l'OHI occupent un place prépondérante pour la cartographie et pour son utilisation ;
- les limites entre les compétences respectives de l'OMI et de l'OHI pour la normalisation des systèmes de la chaîne que j'ai citée précédemment ne sont pas précisément définies, ce qui présente deux risques : le risque de laisser des trous dans le dispositif et le risque de produire des incohérences ;
- même si les développements de logiciels peuvent coûter cher, les matériels employés pour la cartographie marine et pour son utilisation en navigation sont bon marché ; on peut donc à terme amortir des développements coûteux de logiciels sur des séries importantes où leur reproduction ne coûte pratiquement rien, et les matériels peuvent facilement être fiabilisés par redondance ; remarquons au passage que lorsque nous parlons ici de développements coûteux, il s'agit de coûts très largement inférieurs aux coûts de certaines catastrophes maritimes ; il faut donc se fixer des objectifs de sécurité ambitieux mais réalistes, incitatifs pour l'industrie sans pousser au gigantisme, et dont l'introduction soit synchronisée avec celle des développements industriels, et tout cela nécessite une bonne coopération entre les organismes normalisateurs et l'industrie ; dans ce processus, nous en sommes encore au tout début, et l'on peut donc certainement identifier des risques relativement faciles à corriger, surtout si l'on tient compte du savoir-faire général en qualité et en sûreté de fonctionnement des systèmes.

Il devrait être recommandé à l'OMI et à l'OHI :

- de se concerter étroitement pour établir une définition précise de leurs responsabilités respectives en ce qui concerne la normalisation des systèmes utilisés pour la distribution et la diffusion, ainsi que pour l'utilisation en navigation, des cartes électroniques, et plus généralement des documents nautiques, nécessaires à la sécurité de la navigation ;
- de promouvoir des normes exigeantes en ce qui concerne la sécurité des systèmes, en s'inspirant du savoir-faire général en la matière et en concertation étroite avec l'industrie.

Comme vous le voyez, les tâches qui nous incombent sont lourdes et critiques pour une gestion des océans en toute sécurité. Les importants défis qui se dressent devant nous ne pourront être relevés que par une coopération accrue de tous les pays concernés et par un renforcement du rôle des organismes internationaux compétents. Le soutien actif des Nations unies est très important pour progresser dans cette direction.