

LA CARTOGRAPHIE MARINE A L'ERE NUMERIQUE : DE LA NORMALISATION A LA CO-PRODUCTION

BESSERO G.

Ministère de la défense, PARIS, FRANCE

Jusqu'au 17^{ème} siècle, les cartes marines furent publiées par des entrepreneurs individuels. Mais la seule initiative privée ne pouvait durablement satisfaire les besoins des États soucieux de développer leurs marines, pour défendre leurs intérêts commerciaux et stratégiques, et de disposer librement à cet effet de documents de qualité, nécessitant des opérations de levés hydrographiques onéreuses. C'est en France que fut créé en 1720 le premier service hydrographique national, dont l'actuel Service hydrographique et océanographique de la marine (SHOM) est l'héritier. La production des cartes marines devenait ainsi une activité régaliennne. Parallèlement, avec les premiers levés hydrographiques systématiques de la fin du 17^{ème} siècle et les voyages d'exploration scientifique du 18^{ème} siècle, les cartes marines cessaient d'être des œuvres d'art, si ce n'est d'imagination, pour devenir une représentation fidèle du monde réel, basée sur une acquisition organisée des connaissances suivant les techniques conçues par les hydrographes de l'époque, notamment le Français Beautemps-Beaupré (1766-1854), surnommé le Père de l'hydrographie.

Avec le développement de la navigation commerciale, les grandes nations maritimes constatèrent dès la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, que l'entretien d'une collection de cartes marines couvrant l'ensemble des océans devenait une tâche de plus en plus ardue en raison de la croissance continue du volume d'informations à traiter. La nécessité d'une coopération internationale en la matière s'imposa progressivement.

A partir de l'adoption du méridien origine internationale en 1884, les cartes marines firent d'abord l'objet d'une normalisation internationale de plus en plus étendue, dont la mise au point constitua l'un des volets importants de l'activité du bureau hydrographique international (BHI) créé à Monaco en 1921. Celui-ci est devenu en 1970 l'organe permanent de l'organisation hydrographique internationale (OHI) qui regroupe aujourd'hui la plupart des États qui se sont dotés d'un service hydrographique national. C'est dans ce cadre que des spécifications internationales détaillées ont été adoptées en 1982 pour la conception et l'élaboration des cartes marines. Parallèlement, les services hydrographiques entreprirent, toujours dans le cadre de l'OHI, la définition et la réalisation de schémas cartographiques internationaux pour couvrir les besoins de la navigation internationale par un ensemble optimisé de cartes dites internationales dont la production est répartie entre les services concernés. Les principes des cartes internationales furent adoptés dès 1967 et un portefeuille de cartes à petite échelle (1/10 000 000 et 1/3 500 000) fut réalisé en 15 ans, de 1972 à 1987. La définition et la réalisation de portefeuilles régionaux à moyenne et grande échelle débutèrent en 1982 et se poursuivent encore aujourd'hui, sous l'égide de seize commissions à caractère régional. La France coordonne les portefeuilles relatifs à l'Atlantique oriental d'une part et à la Méditerranée d'autre part ; elle participe à la réalisation des portefeuilles relatifs à six autres régions.

La production des cartes marines n'est pas restée à l'écart des progrès de l'informatique et de l'électronique. Ces progrès ont d'abord permis dans le courant des années 1970 d'automatiser l'élaboration des cartes puis de constituer des bases de données numériques gérées et exploitées dans ce qu'on appelle un système d'information géographique. Le concept de carte marine électronique est apparu au début des années 1980, lorsque les fabricants d'équipements de navigation furent conduits à imaginer un système superposant sur un écran vidéo la position fournie par un appareil de localisation radioélectrique et un extrait de carte marine préalablement numérisé. Les services hydrographiques officiels reconnurent très vite l'intérêt de la carte électronique pour rendre la navigation maritime plus sûre et plus efficace et ils se préoccupèrent de jouer un rôle moteur dans son développement. Initiée au Canada en 1982, la réflexion se traduisit naturellement par la création de groupes de travail chargés de réfléchir sur le sujet et de proposer les actions jugées nécessaires, par des expérimentations (notamment le North Sea Project auquel la France participa en 1988) et par l'apparition du sigle « ECDIS » (Electronic Chart Display and Information System - système de visualisation de cartes électroniques et d'information). Il s'ensuivit un long travail de mise au point de normes et de spécifications internationales dont les principales étapes furent :

- 1987 : publication de la première édition des spécifications de l'OHI pour le contenu cartographique et les modalités d'affichage pour les ECDIS (S-52) ;
- 1989 : publication de la norme de fonctionnement provisoire de l'organisation maritime internationale (OMI) pour les ECDIS ;

- 1992 : publication de la première édition des spécifications de l'OHI pour l'échange des données hydrographiques numériques (S-57, future S-101) ;
- 1995 : résolution de l'OMI adoptant la norme de fonctionnement pour les ECDIS,
- 1996 : adoption de la première édition de la spécification de produit de l'OHI pour les cartes électroniques de navigation (ENC) (S-57 - appendice B1)
- 1998 : publication de la première édition de la publication (6)1174 de la commission électrotechnique internationale (CEI), relative aux exigences d'exploitation et de fonctionnement, méthodes d'essai et résultats d'essai exigés ;
- 2002 : entrée en vigueur du chapitre V révisé de la convention internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS - Safety of Life At Sea) qui autorise dans certaines conditions l'emploi de l'ECDIS en lieu et place de la carte marine imprimée ;
- 2006 : adoption par le comité de la sécurité maritime de l'OMI des amendements au code des navires à grande vitesse (NGV) introduisant la prescription d'emport obligatoire de l'ECDIS sur les NGV neufs à partir de 2008 et sur tous les NGV en service à partir de 2010 ;
- 2009 : adoption par le comité de la sécurité maritime de l'OMI des amendements au Chapitre V de la convention SOLAS introduisant la prescription d'emport obligatoire de l'ECDIS sur tous les navires effectuant des voyages internationaux avec une période d'implémentation progressive qui commencera en 2012 et se terminera en 2018.

Parallèlement, un cadre général pour la production et la distribution des cartes électroniques de navigation (ENC) conditionnant l'emploi des ECDIS fut adopté par l'OHI en 1994. Il définit le schéma d'une base de données mondiale pour les cartes électroniques de navigation (WEND - Worldwide Electronic Navigational chart Database) qui distingue d'une part la constitution et la tenue à jour des bases de données nationales, du ressort des États, et d'autre part la production et la diffusion de bases de données régionales (intégrant les bases nationales), confiées à des centres régionaux de coordination des cartes électroniques de navigation (RENC - Regional Electronic Navigational chart coordinating Centre) desservant un réseau de distributeurs agréés.

Principes WEND de l'OHI

Principes de la base de données mondiale pour les cartes électroniques de navigation (WEND)
Résolution de l'OHI n° 1/997 telle qu'amendée

1. L'objectif du WEND est d'assurer un niveau mondial cohérent d'ENC officielles, de grande qualité et à jour, par le biais de services intégrés à l'appui des prescriptions relatives à l'emport de cartes contenues dans le Chapitre V de la Convention SOLAS, et des exigences relatives aux normes de fonctionnement de l'OMI pour les ECDIS.
2. Fourniture de services
 - a) Les États membres doivent s'efforcer de faire en sorte que les navigateurs peuvent, partout dans le monde, obtenir des ENC complètement à jour, pour toutes les routes de navigation et pour tous les ports, à travers le monde.
 - b) Les États membres doivent s'efforcer de faire en sorte que leurs données ENC sont disponibles pour les utilisateurs à travers des services intégrés, chacun d'entre eux étant accessible pour tout utilisateur d'ECDIS (c'est-à-dire en fournissant des données au format S-57), en plus de toute distribution nationale ou fourniture de SENC spécifique au système.
 - c) Les États membres sont encouragés à distribuer leurs ENC via un RENC afin de mettre en commun leur expérience et de réduire les dépenses, ainsi que d'assurer une standardisation, une uniformité, une fiabilité et une mise à disposition des ENC les plus grandes possible.
 - d) Les États membres doivent s'efforcer d'obtenir une harmonisation entre RENC, conforme aux normes relatives aux données et aux pratiques courantes en matière de services, afin de fournir des services d'ENC intégrés aux utilisateurs.
 - e) Les méthodes à adopter doivent prévoir que les données portent la marque d'approbation du SH producteur.
 - f) Lorsqu'un mécanisme de chiffrement est utilisé pour protéger les données, le non-respect des obligations contractuelles par l'utilisateur ne devrait pas aboutir à la cessation complète du service, ceci afin de ne pas mettre en péril la sécurité des navires.
 - g) Afin de promouvoir l'utilisation des ENC dans les ECDIS, les États membres doivent s'efforcer de parvenir à la plus grande convivialité possible de leurs services, et faciliter des

services intégrés pour le navigateur.

3. Droits et responsabilités

a) La Règle 9 du Chapitre V de la Convention SOLAS demande aux gouvernements contractants d'assurer la mise à disposition des données hydrographiques dans une forme appropriée afin de satisfaire aux besoins de la sécurité de la navigation. Lorsque l'emport des ECDIS sera rendu obligatoire, il deviendra impératif de s'assurer que ces données, ainsi que décidé par l'OMI, seront disponibles dans une forme appropriée pour l'utilisation dans les ECDIS.

b) Il est prévu que, pour les eaux relevant de leur juridiction nationale, les États membres auront mis en place des systèmes de fourniture éprouvés pour les ENC et pour leur mise à jour, à l'échéance la plus rapprochée de celle pour l'emport obligatoire des ECDIS.

c) Aux dates établies par l'OMI, les États membres s'efforceront de :

i) fournir la couverture nécessaire en ENC, ou

ii) déléguer à d'autres États la responsabilité de produire la couverture ENC nécessaire.

L'OHI traitera de la couverture globale sur une base régionale, par le biais des Commissions hydrographiques régionales.

d) Le système de cartes INT constitue une base utile pour la sélection initiale des zones en vue de la production des ENC.

e) Les États membres sont invités à coopérer à la saisie et à la gestion des données.

f) Les responsabilités pour la fourniture des données numériques en dehors des zones relevant de juridictions nationales doivent être établies (voir directives en Annexe).

g) En ce qui concerne la mise à jour, il convient de trouver des solutions efficaces, du point de vue technique et économique, et conformes aux normes pertinentes de l'OHI. La tenue à jour des ENC devrait être au moins aussi fréquente que celle assurée par le pays pour la correction des cartes papier.

h) L'État membre qui est à l'origine des données est également responsable de leur validation en termes de contenu, de conformité aux normes et de cohérence aux limites entre cellules.

i) Un État membre responsable de l'intégration ultérieure des données d'un pays dans un service plus large est responsable de la validation des résultats de cette intégration.

j) Les SH nationaux qui fournissent les données sources doivent communiquer au pays producteur les informations de tenue à jour, en temps opportun.

k) Les États membres devront œuvrer ensemble à ce que le Dispositif de l'OHI pour la protection des données (S-63) soit utilisé pour la distribution des ENC aux utilisateurs finaux, dans le but d'assurer l'intégrité des données, de protéger les droits d'auteur nationaux en matière de données ENC, de prémunir le navigateur contre les produits falsifiés et d'assurer la traçabilité.

l) Lors de la production des ENC, les États membres doivent tenir pleinement compte des droits des propriétaires des données sources et, si la couverture en cartes papier a été publiée par un autre État membre, des droits de cet État.

m) Les États membres doivent savoir que leur responsabilité juridique pour les ENC peut être invoquée.

4 Gestion des normes et de la qualité

a) Un système de gestion de la qualité doit être envisagé afin d'assurer des services ENC de grande qualité. Lors de sa mise en œuvre, celui-ci doit être certifié par un organe pertinent comme conforme à une norme reconnue appropriée ; il s'agit normalement de la norme ISO 9001:2000.

b) Il doit y avoir conformité avec toutes les normes pertinentes de l'OHI et de l'OMI.

5 Assistance et formation

a) Il est vivement recommandé aux SH des États membres de fournir, sur demande, une formation et des conseils aux SH qui en ont besoin pour développer leurs propres dispositions nationales en matière d'ENC.

Annexe

Directives pour l'établissement de limites en matière de production des ENC

1. Il convient d'éviter toute duplication d'ENC. Il ne doit y avoir qu'un seul pays producteur

d'ENC dans une zone donnée.

2. Un pays est normalement le pays producteur d'ENC pour les eaux qui relèvent de sa juridiction nationale.

3. La responsabilité liée à la production des ENC peut être déléguée, en totalité ou en partie, par un pays à un autre pays, lequel devient alors le pays producteur dans la zone concernée.

4. Lorsque les limites des eaux relevant de la juridiction nationale entre deux pays limitrophes ne sont pas établies ou s'il est plus approprié d'établir des limites autres que les frontières nationales établies, les pays producteurs doivent définir les frontières pour la production des ENC dans le cadre d'un accord technique. Ces limites doivent être établies à des fins cartographiques uniquement et ne doivent pas être interprétées comme ayant une signification ou un statut du point de vue des frontières politiques ou d'une nature juridictionnelle autre.

5. Dans les eaux internationales, le pays producteur de cartes INT est supposé être le producteur des ENC correspondantes. Lorsque les limites vers le large des eaux relevant de la juridiction nationale n'ont pas encore été établies, la clause « d » s'applique.

6. Dans les zones où les cartes papier INT se chevauchent, les pays producteurs voisins doivent convenir d'une limite commune pour la production des ENC, dans les zones de chevauchement. Les frontières cartographiques doivent être les plus simples possible ; par exemple : une succession de segments droits et de points tournants correspondant à des méridiens, à des parallèles, ou à des limites de cartes. Lorsque différents pays producteurs sont responsables de la couverture INT de la même zone à différentes échelles, ces pays doivent convenir d'une série de frontières appropriées afin d'assurer à l'utilisateur le service le plus cohérent possible.

7. Dans les zones relevant de la juridiction nationale pour lesquelles il n'existe aucun pays reconnu en tant que producteur d'ENC, la Commission hydrographique régionale (ou un organe similaire) devrait déterminer quel est le pays producteur d'ENC. Les ENC produites dans le cadre de ces accords doivent être proposées en vue d'un transfert à l'État côtier, au cas où l'État côtier développerait, par la suite, la capacité de tenue à jour des ENC. Ce type de transfert doit respecter les droits moraux de l'État côtier ainsi que les droits commerciaux du pays producteur.

8. Lorsque les limites de production sont les limites officielles des eaux relevant de la juridiction nationale, les droits commerciaux appartiennent au pays producteur d'ENC.

9. Lorsque les limites de production sont les frontières cartographiques, par opposition aux frontières nationales, les droits commerciaux appartiennent normalement au pays producteur d'ENC mais peuvent éventuellement inclure le paiement de droits d'auteur au pays concerné, par le biais d'un accord technique (voir clause d).

Dans la pratique seuls deux centres de coordination ont été constitués à ce jour. La France coopère avec le centre Primar, piloté par la Norvège, qui réunit treize membres. Le second centre, IC-ENC (International Center for ENC), est piloté par le Royaume-Uni et regroupe, avec un centre satellite opéré par l'Australie, 28 membres. Les deux centres échangent leurs données de manière à permettre aux navigateurs d'accéder à l'ensemble des ENC disponibles par un guichet unique. La couverture actuellement disponible comprend plus de 10 000 ENC.

Les cartes électroniques ne sont pas obtenues par simple scannage des cartes papier. Pour que les automatismes associés à un ECDIS puissent fonctionner (gestion des alarmes, sélection des informations affichées, etc.), il faut disposer de véritables bases de données structurées sous forme vectorielle. Leur constitution et surtout leur validation représentent un travail considérable qui doit être mené en phase avec la généralisation de l'obligation d'emport des ECDIS. Cette obligation suppose que les navigateurs puissent, partout dans le monde, obtenir des ENC à jour, pour toutes les routes de navigation et pour tous les ports, à travers le monde. Inversement, il ne doit y avoir qu'une seule ENC couvrant une zone donnée pour chaque gamme d'échelle utile. Si l'atteinte de ces objectifs relève pour les espaces maritimes sous juridiction nationale de la responsabilité des États côtiers, conformément à la convention des Nations unies sur le droit de la mer et à la convention SOLAS, il s'agit aussi d'un enjeu de coordination interrégionale au sein de l'OHI. Cette coordination concerne trois axes principaux :

- le traitement des zones internationales,

- le traitement des zones sous juridiction nationale pour lesquelles l'État côtier ne dispose pas de capacité de production des ENC,

- le traitement des zones où les limites des eaux relevant de la juridiction nationale des États riverains ne sont pas établies.

Les actions correspondantes sont menées sous l'égide du comité de coordination inter-régional de l'OHI, qui réunit notamment les présidents des commissions hydrographiques régionales.

Le cas des zones internationales est relativement simple : comme pour les cartes papier, la production des ENC est partagée entre les services hydrographiques volontaires, sur la base des schémas cartographiques internationaux. La quasi-totalité de la couverture de ces zones, généralement à petite échelle, est actuellement disponible.

S'agissant des zones sous juridiction nationale pour lesquelles l'Etat côtier ne dispose pas de capacité de production des ENC, le schéma recommandé par l'OHI est que la production soit assurée dans un premier temps par des États tiers, toujours sur la base des schémas cartographiques internationaux, et que parallèlement soit mis en place un processus de développement des capacités permettant à terme à l'Etat côtier de prendre la relève. L'ampleur de l'effort n'est pas négligeable puisque sur les 169 États membres de l'OMI, moins d'une cinquantaine ont acquis à ce jour la capacité de produire et de diffuser des ENC pour satisfaire l'obligation de fourniture de « services hydrographiques » imposée aux États contractants par la convention SOLAS. Parmi la dizaine d'États, dont la France, qui assument provisoirement la production d'ENC au profit d'États tiers il convient de souligner le rôle majeur du Royaume-Uni qui a entrepris en 2008 de combler les principales lacunes de couverture en s'appuyant sur sa collection mondiale de cartes papier. Grâce à son effort, plus de 80 % de la couverture cartographique existante des zones côtières est actuellement disponible sous forme d'ENC. Seuls quelques États supplémentaires paraissant en mesure d'assumer leur production nationale d'ici 2012, les actions de développement des capacités menées sous l'égide de l'OHI doivent s'attacher en priorité à mettre en place et consolider les procédures et circuits nationaux de collecte et de transmission aux producteurs des informations nautiques permettant à minima de tenir à jour les ENC issues des cartes papier existantes.

Le traitement des zones où les limites des eaux relevant de la juridiction nationale des États riverains ne sont pas établies est beaucoup plus délicat. Dans la plupart des cas, il est vain d'espérer que des accords de délimitation puissent être négociés rapidement entre les États concernés, compte tenu de la sensibilité de ces questions, qu'il s'agisse du bassin méditerranéen ou de l'Asie orientale pour ne citer que deux exemples. Il est alors tentant pour les protagonistes de produire et diffuser indépendamment les uns des autres des ENC couvrant largement les espaces qu'ils revendiquent. Il en résulte des chevauchements contraires aux principes WEND et de nature à gêner le navigateur, le comportement des systèmes ECDIS étant imprévisible dans de telles configurations. Ces situations ne peuvent être réglées dans des délais compatibles avec les échéances d'obligation d'emport des ECDIS que par le recours à la co-production, sur la base d'accords strictement techniques qui ne préjugent pas des revendications des États riverains. On ne peut que saluer à ce propos la démarche entreprise sous l'égide de la commission hydrographique de l'Asie orientale qui a permis de réaliser collectivement la couverture à petite échelle de la mer de Chine méridionale. Le comité de coordination inter-régional de l'OHI doit encourager les autres commissions régionales à s'inspirer de ce modèle pour résoudre les situations analogues auxquelles elles sont confrontées.