

# CARTOGRAPHIE MARINE ET INFORMATIQUE

## Les systèmes informatiques pour la rédaction des cartes marines (papier et électronique)

par *Éric Le Guen*

Service hydrographique et océanographique de la Marine  
13 rue du Chatellier CS 92803 29228 BREST CEDEX

Courriel : [eric.le.guen@shom.fr](mailto:eric.le.guen@shom.fr)  
Web : [www.shom.fr](http://www.shom.fr)

---

*Le SHOM produit des cartes marines papier et électronique pour assurer la sécurité des navigateurs. Dès l'apparition des calculateurs et des outils informatiques, ces moyens furent utilisés dans le processus de rédaction des documents nautiques. Dans un premier temps, il s'agissait d'assister la rédaction des cartes marines papier, mais l'arrivée de la carte électronique de navigation a nécessité l'adaptation de cet outil de production vecteur. Aujourd'hui, un système d'édition raster complète efficacement cet ensemble et permet de progresser vers le « tout numérique ». Mais le SHOM ne compte pas en rester là et les systèmes de rédaction du futur sont déjà en cours d'étude et de réalisation.*

## 1 Le SHOM et la carte marine

### 1.1 Le SHOM

Le SHOM, Service hydrographique et océanographique de la Marine, est l'héritier du premier service hydrographique officiel du monde. Il a pour vocation de garantir la qualité et la disponibilité de l'information décrivant l'environnement physique maritime, côtier et océanique, en coordonnant son recueil, son archivage et sa diffusion, pour satisfaire au moindre coût les besoins publics, militaires et civils. Établissement public et administratif (EPA) depuis 2007, le SHOM assure une mission de service hydrographique national, une mission de service de la défense et une mission de soutien des politiques publiques de l'État. Parmi ses principales activités, citons l'établissement et l'entretien de la documentation nautique générale (cartes et ouvrages nautiques entre autres), l'exécution de travaux à la mer, la réalisation des études hydrographiques et océanographiques nécessaires à l'exercice de ses missions.

### 1.2 La carte marine papier

La carte marine papier est une synthèse graphique des renseignements nécessaires au navigateur pour situer son navire à tout instant, déterminer sa future route en toute sécurité et repérer les zones à éviter. Le portefeuille de cartes marines imprimées du SHOM se compose d'environ 1100 cartes cou-

vrant en particulier les espaces maritimes français et les zones dont la responsabilité cartographique est confiée à la France (zones de l'ex-Union française). Ce portefeuille – 616 cartes originales, 176 cartes de compilation et 314 cartes reproduites en fac-similé – est mis à jour par de nouvelles publications, éditions ou par avis aux navigateurs.

### 1.3 Les phases d'élaboration des cartes marines papier

Le département de cartographie – un peu moins de 60 personnes – est chargé de l'entretien du portefeuille de cartes marines papier mais aussi de la constitution de celui des cartes marines électronique (ENC) (voir plus loin). Le processus de réalisation des cartes marines papier (fig. 1) peut se schématiser en trois étapes. Il débute par une phase de documentation où le cartographe va rechercher les informations, numériques ou analogiques, relatives à la zone à cartographier (levés hydrographiques, cartes topographiques, cartes marines ...). Des choix cartographiques sont alors définis. Puis, vient la phase dite de préparation pendant laquelle une maquette de la future carte est réalisée par compilation et généralisation des documents. Enfin, cette maquette, une fois contrôlée et validée, est mise au propre lors de la phase de rédaction qui permet d'obtenir, après contrôles, les éléments d'impression de la carte marine (pour l'impression offset ou pour l'impression à la demande).

## 1.4 La rédaction des cartes marines avant les systèmes informatiques

La carte marine n'a jamais cessé d'évoluer en fonction des besoins des navigateurs. Les nouvelles techniques dans les domaines de l'hydrographie, de la cartographie et de l'imprimerie ont accompagné ce changement au fil du temps. Du XVIII<sup>e</sup> siècle jusqu'aux années 1950, les cartes marines sont monochromes, avec une représentation de la bathymétrie à densité variable mais relativement faible et une topographie simplifiée. La rédaction s'effectue alors par gravure à l'envers en taille douce sur une plaque de cuivre – la matrice. L'impression, un tirage direct à partir des planches gravées, est adaptée à une production limitée et le peu de mises à jour ne compromet pas la pérennité des matrices. Pour les corriger, la gravure est effacée localement par grattage d'où un léger creusement du support qui est ensuite re-plané par martelage au dos. Ce procédé rapide fournit un résultat de bonne qualité mais les matrices se dégradent progressivement au fur et à mesure des corrections.

Des années 1950 aux années 1970, les informations bathymétriques se densifient, entraînant une augmentation du nombre des corrections. Parallèlement, les techniques de rédaction et de reproduction évoluent : développement de la photographie, apparition de la couche à tracer, des supports plastiques de grande stabilité (astralon) et de la photocomposition, utilisation des trames... Les matrices cuivre sont alors progressivement abandonnées au profit de l'impression offset permettant des tirages plus importants d'une part et l'utilisation de la couleur d'autre part.

La mise en place de spécifications précises pour la présentation des cartes marines – la version française fut adoptée dans les années 1970 et la version internationale en 1982 – a standardisé la représentation des objets des cartes qui pouvaient dès lors être manipulés par des logiciels et dessinés par des traceurs. Il s'agit plus, à cette époque, d'une assistance au cartographe dans son travail de rédaction et de dessin que d'une automatisation de la cartographie (généralisation, sélections automatiques...).

## 2 Les premiers systèmes : de CARTAS au PCI

Dans les années 1960, le Service hydrographique de la Marine acquiert ses premiers ordinateurs et franchit un pas vers l'automatisation des procédures d'élaboration des cartes marines. Une table traçante Graphomat permet de tracer sur une couche à graver le gabarit d'une carte marine (carroyage des

méridiens et parallèles, graduations) et d'éviter ainsi au cartographe un travail manuel long et fastidieux. Elle est remplacée en 1973 par une table traçante Kongsberg (fig. 2) aux performances bien supérieures.

### 2.1 Le système CARTAS

À la même époque est lancé un marché d'étude et de faisabilité d'un ambitieux système d'acquisition et de manipulation d'informations cartographiques baptisé CARTAS pour CARTographie ASSistée par ordinateur. En 1974, la société TITN livre un appareil prototype composé d'une console graphique et d'un système optique couplé à un ordinateur (fig. 3 et 4). Le cartographe dispose d'un outil interactif pour le suivi de la numérisation (manuelle ou semi-automatique) des courbes tracées sur un document graphique, à partir d'une photographie en négatif de ce dernier. Une carte marine prototype numérisée (sondes, courbes bathymétriques, trait de côte) est ainsi réalisée en 1976.

Une seconde version du système CARTAS, plus efficace pour les travaux de mise à jour des fichiers, est livrée en 1980. Une table BENSON 6201 est ajoutée pour la numérisation des documents au format A0. La table traçante Kongsberg est remplacée par un traceur à tête photo-cathodique après qu'une bibliothèque de symboles et de caractères a été créée. Si ce système a permis, entre autres, la numérisation du trait de côte de la France au 1 : 25 000, il est resté à l'état de prototype et n'a que peu contribué à la production des documents du service. Abandonné en 1984, le système CARTAS a permis au SHOM d'acquérir l'expérience et le savoir-faire dans le domaine de la gestion des informations géographiques numériques. Cette compétence servira à la conception du futur poste cartographique. L'idée de « cartographie assistée » se développe et, avec les progrès des matériels informatiques, le SHOM amorce une approche moderne des travaux cartographiques.

### 2.2 Le poste cartographique

Pour la conception de son nouveau système, le SHOM privilégie la restitution (le dessin) des données afin d'automatiser la mise au net des maquettes des cartes. La maquette, établie à l'aide de méthodes traditionnelles, est essentiellement dessinée avant d'être numérisée par un cartographe. Les fichiers, restitués par le système, permettent la réalisation des planches d'impression de la carte.

La première version du poste cartographique est mise en service en 1985, en même temps que l'adoption de la norme internationale pour l'ensemble

de la production cartographique. Le système se compose de postes autonomes, construits autour d'un micro-ordinateur (BULL DPS8), équipés d'un écran graphique, d'une table de numérisation manuelle grand format (BENSON 6311). Une table à dessiner de précision (BENSON 2532) restitue sur film les caractères et les symboles grâce à sa tête cathodique. Les logiciels de restitution graphique mis au point utilisent la bibliothèque de symboles et de caractères dérivée de celle du système CARTAS. Le SHOM a ainsi pu diminuer significativement le temps de rédaction d'une carte marine (de 600 heures avant 1985 à 450 heures environ en 1987) grâce à ce système d'une part, mais aussi grâce à l'adoption de la norme internationale d'autre part.

Après quelque temps d'utilisation, le système a montré ses limites en n'offrant pas la convivialité liée à un affichage de la saisie effectuée. Il faut attendre le résultat du tracé de contrôle pour s'assurer de la bonne exécution du travail et procéder éventuellement à des corrections. La maquette de la carte doit être précise et la disposition de la lettre, par exemple, au plus proche du résultat souhaité. De plus, les outils de manipulation et de correction des éléments sont peu performants, le système souffre de lenteurs et les logiciels de restitution contiennent des anomalies. C'est pourquoi cette première version du poste cartographique n'a été utilisée qu'en complément des techniques traditionnelles de rédaction des cartes (gravure sur couche, collage de lettres...).

## 2.3 Le poste cartographique interactif

En 1988, l'ajout à ce système d'une console graphique interactive permettant de visualiser le contenu des fichiers en temps réel a créé le premier poste cartographique interactif ou PCI (fig. 7), aussitôt adopté pour corriger les fichiers numérisés par l'ancien système. Le SHOM s'est alors équipé d'une dizaine d'ensembles PCI composés de :

- Une unité centrale CELI LOGO 6300-2 (mémoire vive 8Mo, lecteur de disquettes 5<sup>1</sup>/<sub>4</sub> de 650Ko, disque dur 318Mo, programmation en fortran et en C) permettant le dialogue avec l'ordinateur principal et le pilotage de trois consoles graphiques.
- Une console graphique CELI LOGO 308 (mémoire locale de 4Mo, écran alphanumérique, écran graphique, clavier, tablette 12 pouces avec curseur 16 touches) pour l'affichage et la manipulation des données. La tablette est utilisée pour la gestion des menus, la désignation des symboles et des courbes et la manipulation des données.

- Une table à numériser BENSON 6301 (1300 x 870 mm, précision 0,1 mm, curseur 16 touches) servant à la numérisation de la maquette.
- Un ensemble mobilier UNIC KALI RD assurant l'ergonomie du poste de travail. Les différents écrans et périphériques peuvent être réglés en hauteur et orientés dans n'importe quelle direction.
- Des logiciels implantés, soit sur l'ordinateur principal (calculs géographiques ou en projection, extraction géographique des données, conversions pour les traceurs), soit sur l'unité centrale du PCI (numérisation et manipulation des éléments, correction des déformations, gestion de l'affichage).

L'utilisation du système PCI ne requiert pas de compétence particulière en informatique : le vocabulaire utilisé est celui de la cartographie marine. C'est pourquoi il est rapidement adopté par les cartographes chargés de la rédaction des cartes marines. Les postes PCI sont utilisés dans la phase de préparation pour la sélection des éléments issus des bases de données (amers, balisage, épaves, zones réglementées, trait de côte...) afin de préparer le travail de réalisation de la maquette de la carte. Puis, lorsque cette dernière est validée, la rédaction de la carte avec les PCI consiste en la numérisation des données (sondes, symboles, courbes et lettre) et en leur mise en forme. Enfin, après les contrôles, les PCI permettent facilement la correction des données. Pour optimiser et accélérer la numérisation des préparations – des courbes notamment – le SHOM a fait l'acquisition du logiciel Vtrak de la société Laser-Scan. Ce logiciel a permis la vectorisation semi-automatique des courbes par capture à partir de l'image scannée du document (le cartographe devant renseigner la direction à suivre lorsque l'image de la courbe était interrompue ou qu'il y avait une intersection). Le système PCI est resté en service jusqu'en fin 2001 pour la rédaction des cartes marines papier.

## 3 La carte marine électronique : le PCI seconde génération

### 3.1 La carte marine électronique

Pour répondre aux nouveaux besoins des navigateurs les services hydrographiques proposent la carte numérique vectorielle. Ces ENC (Electronic Nautical Chart), utilisées sur un système embarqué de navigation électronique certifié ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), ont été reconnues par l'OMI (Organisation maritime interna-

tionale) en 1995 comme l'équivalent légal des cartes marines papier. C'est dans ce contexte que le SHOM a débuté en 1998 la constitution de son portefeuille d'ENC, portefeuille qui compte aujourd'hui plus de 270 références. Comme son homologue des cartes marines papier, il est entretenu par édition ou messages de mise à jour (équivalent de l'avis aux navigateurs).

La réalisation des ENC comporte deux phases principales à savoir une préparation du codage à partir de la carte marine papier puis la rédaction, soit à partir des données numériques ayant servi à la rédaction de la carte marine papier ou soit après leur numérisation si elles ne sont pas disponibles. Avec les ENC, apparaissent des difficultés qui n'existent pas pour les cartes marines papier : il s'agit cette fois de fournir non plus une image graphique des informations utiles au navigateur, mais bien un lot de données numériques avec des critères différents. Il est désormais nécessaire de maintenir la cohérence des informations entre elles (relations topologiques) et par ailleurs de s'assurer que l'application des messages de mise à jour ne corrompe pas les données.

### 3.2 PCI2 prototype

Le SHOM a décidé que le contenu des ENC devait être dérivé de celui des cartes marines papier. En effet, puisque les informations de la carte marine papier répondent aux besoins des navigateurs en terme de sécurité de la navigation, transposer ces informations dans les ENC devrait satisfaire aux mêmes exigences avec les ECDIS. Il apparaît dès lors évident d'utiliser le même système pour la réalisation des deux produits. C'est ainsi qu'est conçue la seconde version du poste cartographique interactif, ou PCI2. La difficulté, cette fois, est de bien cerner le nouveau concept des ENC et de spécifier correctement le besoin.

Le système, développé conjointement entre Matra System et Information et le SHOM entre 1994 et 1996, s'appuie sur le SIG de GDS (Graphic Data System) installé sur un serveur SUN fonctionnant sous SOLARIS. Chaque opérateur dispose d'une station de travail SUN SS10. Les concepts du PCI (menus, bibliothèque, gestes opérateurs, organisation) ont été transposés et étendus aux spécificités des ENC (maintien des relations topologiques, conception objets/attributs, export de fichiers numériques et non plus d'images graphiques). La table à numériser devait être remplacée par une numérisation à l'écran à partir de l'image de la maquette. Mais en 1997, l'accent est rapidement mis sur la production des premières ENC, alors que le système PCI est encore en activité pour la production des cartes marines papier.

Ce système PCI2, prototype, a permis la rédaction des premières ENC publiées par le SHOM et d'acquérir ainsi une expérience dans ce nouveau domaine. Dans le but de l'améliorer pour la rédaction des ENC – d'y inclure entre autres les outils pour la création des messages de mise à jour – et de remplacer les PCI désormais à bout de souffle, le SHOM décide en 1999 de le faire évoluer et d'en faire une version industrielle : le PCI2 opérationnel. La solution retenue passe par l'abandon des logiciels GDS au profit des logiciels de la société CARIS : ainsi est né PCI2\_CARIS.

### 3.3 PCI2 opérationnel

PCI2\_CARIS, version opérationnelle du système PCI2 prototype, se base sur la suite progicielle de la société CARIS ([www.caris.com](http://www.caris.com)) : l'éditeur GIS (Geographic Information System) pour la rédaction des cartes papier et HOM (Hydrographic Object Manager) pour les ENC. Ce système (fig. 5, 6 et 8), mis progressivement en service en 2000 et 2001, fonctionne sur des PC standard – Windows NT, microprocesseur 400 MHz, écran cathodique de 21 pouces pour les premiers – et a régulièrement suivi l'évolution du matériel informatique. Un important travail de paramétrage des logiciels CARIS est réalisé, notamment par l'intégration de la bibliothèque utilisée par les PCI et PCI2 prototype afin d'assurer l'homogénéité de la présentation des cartes du portefeuille.

Comme ses prédécesseurs, PCI2\_CARIS apporte son lot d'évolutions. La numérisation est désormais réalisée d'après la maquette scannée et affichée en fond d'écran ce qui rend le travail plus confortable et plus aisé à contrôler. Les lignes sont connectées entre elles et les relations topologiques (liens entre les courbes, les surfaces...) sont calculées pour créer les polygones correspondant aux zones de profondeur. La génération des films des teintes pour la carte papier devient automatique et les surfaces peuvent être directement utilisées pour la rédaction de l'ENC. Un « tronc commun » regroupant en une seule étape la partie du travail de rédaction commune aux deux produits est mis en place. Plus largement, des interfaces avec les bases de données du SHOM – générale (BDGS) et bathymétrique (BDDBS) – étendent le système aux phases de préparation et amorcent le passage vers le « tout numérique ». Enfin, bien que le système s'appuie sur un socle de progiciels « sur étagère », le SHOM a dû développer des outils complémentaires – de contrôle essentiellement – pour assister le cartographe, notamment pour la production des ENC.

Lors de la mise en place de ce nouveau système, le principal challenge fut, non pas de familiariser les opérateurs à cette nouvelle forme de cartographie numérique, mais de leur faire adopter les nouveaux concepts liés à la structuration des données (notions de topologie) et de penser désormais objet plutôt que dessin. Les cartographes du SHOM s'y sont adaptés sans difficulté particulière.

Tous les systèmes précédemment décrits gèrent des données de type vecteur adaptées à la carte marine papier ou électronique. Mais les techniques graphiques traditionnelles non numériques sont encore largement utilisées : rédaction des cartes marines n'existant pas au format vecteur (dont les cartes reproduites en fac-similé, les cartes anciennes), production et mise à jour des films servant à l'impression offset... Le SHOM décide alors, fin 2001, d'étudier la réalisation d'un système d'édition raster des cartes.

## 4 La rédaction en mode raster : EDIACARA

Le système de rédaction des cartes marines en mode raster se nomme EDIACARA pour EDItion des CARtes RAster. L'objectif d'un tel système est de constituer et d'entretenir, cette fois en numérique, les matrices d'impression des cartes papier, d'autant plus que les fabricants de films ont programmé la disparition de ces supports. C'est ainsi qu'est mis en service en 2006 le système EDIACARA, en complément de PCI2\_CARIS spécialisé dans la gestion des données vecteur. Mais pour qu'un tel système puisse entrer en production, le SHOM a lancé une vaste opération de numérisation des matrices des cartes marines. Pour cela il fait l'acquisition d'un scanner à plat de grand format ESKOScan 3648 (fig. 9). Les matrices (une par couleur d'impression) des 1100 cartes du portefeuille sont scannées à une résolution de 1000 dpi. Puis, chaque image est rectifiée par rapport au gabarit théorique – à chaque intersection de méridien et de parallèle – afin de corriger les déformations apparues au fur et à mesure des manipulations des films, des mises à jour par opérations photographiques, des imprécisions des traceurs... Elles sont enfin géo-référencées ce qui permet, par recomposition numérique, de régénérer une image au format GéoTiff conforme à la carte marine imprimée (pour l'affichage en fond d'écran et la consultation). Ces matrices numériques sont stockées dans la base de données des matrices raster (BDMR).

Le système EDIACARA s'appuie essentiellement sur le package DryFilmUpdate du logiciel

LorikSoftware de la société Lorientaise (www.lorientaise.com) et fonctionne sur des PC standard. Le suivi du processus de modification des films est assuré avec une solution construite autour du logiciel de gestion de versions Subversion (svn). Tout comme pour PCI2\_CARIS, le SHOM a complété cette solution par des outils de contrôle numériques (par exemple la recherche de différences entre deux versions raster d'une carte). Ces outils s'ajoutent aux contrôles réalisés graphiquement jusqu'à présent. Les logiciels permettent d'éditer les images des matrices raster afin de les mettre à jour des avis aux navigateurs en vue d'un tirage de la carte. Si, début 2009, ces fichiers étaient encore flashés sur un film avant d'être reproduits sur les « zinc » servant à l'impression offset, ils sont désormais directement flashés sur la plaque d'impression grâce au procédé Computer To Plate (CTP).

Parallèlement, les cartes les moins vendues (entre 50 et 100 exemplaires par an), celles dont la mise à jour du stock et l'impression offset sont lourdes et coûteuses, seront imprimées à la demande au fur et à mesure des commandes sur des traceurs grand format à jet d'encre. La difficulté est de trouver un papier et une encre qui offrent un résultat similaire à celui de l'offset de telle sorte que la carte marine puisse être utilisée par les navigateurs dans les mêmes conditions (écriture au crayon, résistance au gommage, utilisation en mer sur la table à carte...). Afin d'être en mesure d'assurer ce service d'impression à la demande, la mise à jour des matrices par le système EDIACARA devra désormais être réalisée au rythme hebdomadaire du groupe d'avis aux navigateurs (GAN).

Le système EDIACARA est aussi pleinement utilisé pour la réalisation d'éditions sommaires de cartes marines comme l'adoption pour le portefeuille du système géodésique WGS84. Il s'agit ici globalement de remplacer le gabarit (carroyage géographique) de la carte sans en modifier les dimensions. Les logiciels permettent de gommer l'ancien carroyage, d'ajouter le nouveau et de réaliser les quelques mises à jour mineures complémentaires.

Enfin, ce système est aussi utilisé pour la rédaction des cartes en fac-similé à partir des fichiers numériques (repromats) fournis par le service hydrographique producteur de la carte originale. Le travail de rédaction consiste alors en la francisation d'une partie des informations (titre, notas, toponymes...).

Le département de cartographie met aujourd'hui en œuvre un système vecteur – PCI2\_CARIS – et un système raster – EDIACARA – qui ne sont pas concurrents, bien au contraire. PCI2\_CARIS manipule

le les données vecteur pour la rédaction des ENC et les gros chantiers des cartes marines papier tandis qu'EDIACARA tient à jour les images raster des cartes marines pour lesquelles le SHOM ne dispose pas systématiquement des données vecteur correspondantes. PCI2\_CARIS et EDIACARA sont alors complémentaires.

## 5 Et demain ?

La phase de rédaction des cartes marines, papier et électronique, va certainement encore évoluer dans le futur. Les logiciels, en constante progression du fait des avancées des techniques informatiques, permettent aujourd'hui de traiter des volumes croissants de données. Ils sont devenus, grâce à la normalisation du contenu et de la présentation des produits, plus internationaux. Tous les services hydrographiques ont désormais des besoins communs, ce qui permet aux éditeurs de logiciels de fournir aux cartographes des outils spécialisés et adaptés.

Aujourd'hui, la tendance est de regrouper toutes les informations source dans des bases de données, puis d'en dériver les produits que sont les cartes marine papier et les ENC. Les modifications des objets de la base source se répercutent sur les produits afin de les tenir à jour. Les logiciels de cartographie marine ont adopté ce principe qui privilégie la structuration de la donnée et sa complétude afin de réduire le processus de rédaction des produits. Cela devrait permettre de tendre vers la simultanéité de la production de la carte marine papier et de son ENC correspondante. Le SHOM s'engage actuellement dans cette voie en souhaitant se doter d'une véritable infrastructure géo-spatiale pour ses données hydrographiques. Ce système global de gestion de l'information, de la donnée recueillie à l'archivage en base de données, s'appuiera sur les logiciels HPD - Hydrographic Production Database ([www.caris.com/products/hpd](http://www.caris.com/products/hpd)) – de la société CARIS et produira de la donnée prête pour la rédaction de ses produits nautiques.

## Conclusion

Le SHOM s'est trouvé confronté à un afflux croissant de données en amont de son activité de réalisation de produits et en aval à une demande de plus en plus exigeante et variée des utilisateurs de ses produits. Il a dû s'adapter en conséquence pour exploiter et traiter les données en augmentant la qualité et la quantité de sa production d'une part, et en diminuant les délais de production d'autre part. Pour cela, il s'est engagé dans la voie de l'automatisation de son processus de cartographie (exploitation et restitution des données). Les outils informatiques au service de la cartographie marine ont beaucoup apporté pour la rédaction de cartes marines, ils ont permis de gagner du temps, mais ils ont aussi fait évoluer le métier de cartographe. Auparavant spécialiste des arts graphiques, celui-ci est devenu un spécialiste en traitement de données géographiques numériques. Le SHOM a réussi, avec un effectif relativement stable de cartographes, à poursuivre l'entretien et la modernisation de son portefeuille de cartes marines papier et à constituer le portefeuille d'ENC français.

Cet article s'est concentré sur une des trois phases d'élaboration des cartes marines à savoir celle de rédaction. Cela ne veut pas dire pour autant que les autres phases, la documentation et la préparation, ne disposent pas de leurs propres systèmes informatiques. Par exemple, le système PCI2\_CARIS est aussi utilisé par les cartographes lors de la phase de préparation pour interroger les bases de données et sélectionner l'information pertinente à représenter sur le document final (fig. 8). Le travail de rédaction consiste alors en une mise en forme de ces données. Cela fera le sujet d'un prochain article.

## Bibliographie

**Milard François**, 1982, « Automatisation et cartographie marine », *Actes du 107e Congrès national des sociétés savantes – Section de Géographie*, Brest.

**Roubertou André**, 1987, « Rédaction et impression des cartes marines anciennes et actuelles », *Bulletin du Comité français de cartographie*, n°113.

**Souquière Patrick et Fichant Jacques**, 1989, « Cartographie assistée par ordinateur : une solution provisoire mais prometteuse », *Revue hydrographique internationale*, vol. LXVI – n°2.

**Le Lann Gilbert et Fichant Jacques**, 1991, « Genèse et réalisation d'un outil graphique interactif s'appuyant sur une base de données relationnelle », *Revue hydrographique internationale*, vol. LXVIII – n°1.

**Roudaut Paul**, 1992, « Cartographie assistée par ordinateur appliquée à la carte marine », 2<sup>e</sup> Forum international de l'instrumentation et de l'information géographiques, FI3G, Strasbourg.

**Bessero Gilles**, 1997, « Cartographie marine et navigation électronique : du portulan à la carte électronique », *Revue Navigation*, Vol. 45 – n°177.

**Bouet-Leboeuf Jean-Louis**, 2003, « ECDIS : la carte électronique de navigation : exemple d'application aux côtes méditerranéennes », *Le monde des cartes : Formation des cartographes*, n°177-178.

**Bouet-Leboeuf Jean-Louis**, 2005, « Carte marine : 40 ans d'évolution de la carte nationale à la carte internationale numérique : une révolution », *Le monde des cartes : Cartographeur le mer*, n°184.

2007, « Service hydrographique et océanographique de la marine », *Le monde des cartes : Rapport cartographique national 2003-2007*, n°192.

**Guillam Yves**, 2008, « La dimension internationale de l'hydrographie, de la cartographie marine et de l'océanographie », *Le monde des cartes*, n°196.

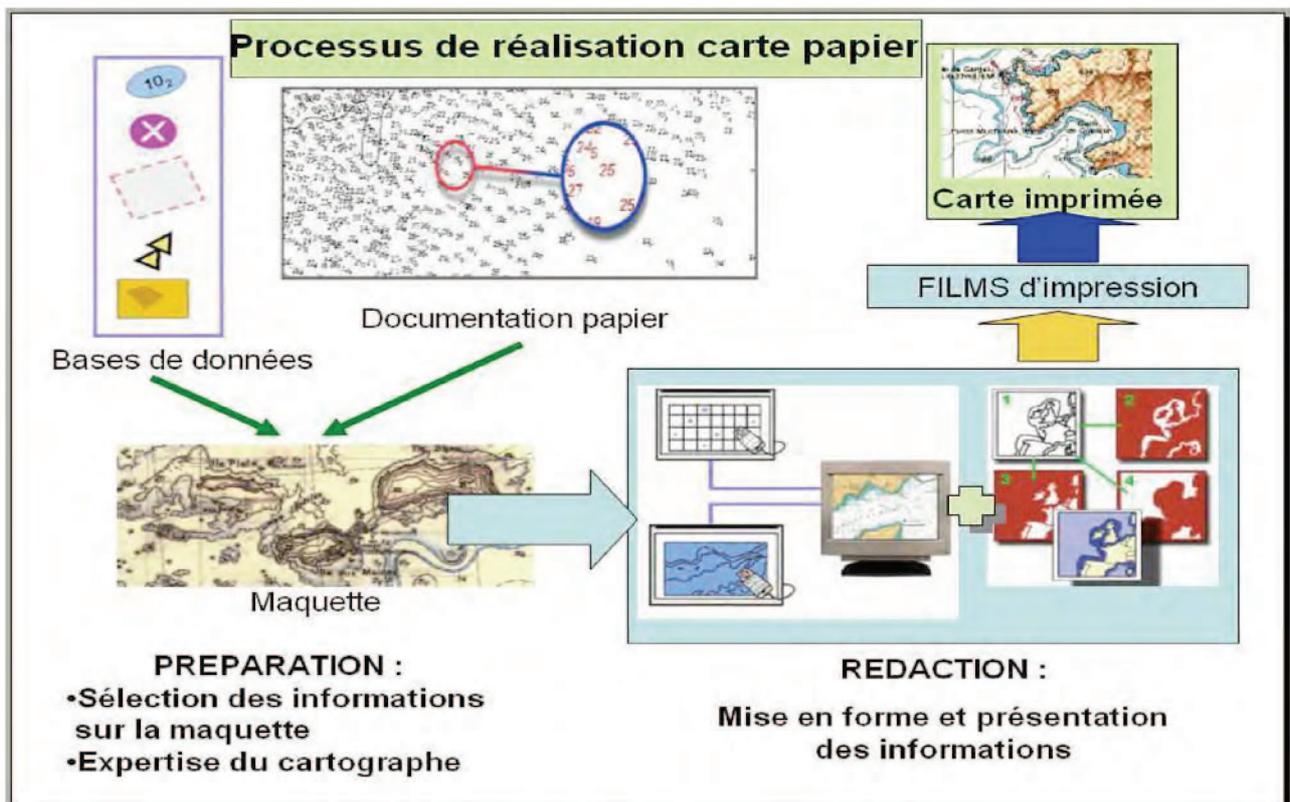


Figure 1 : Processus de réalisation des cartes papier

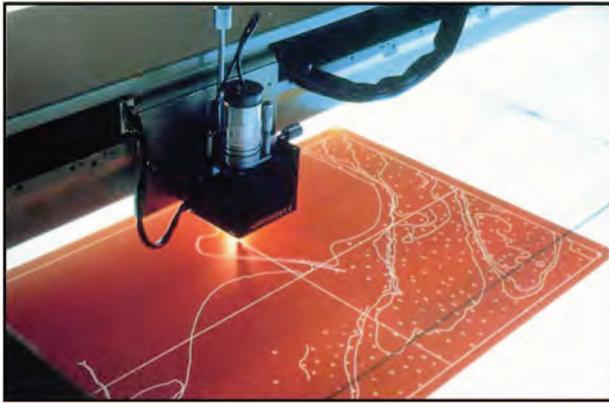


Figure 2 : Table traçante Kongsberg



Figure 3 : Poste CARTAS

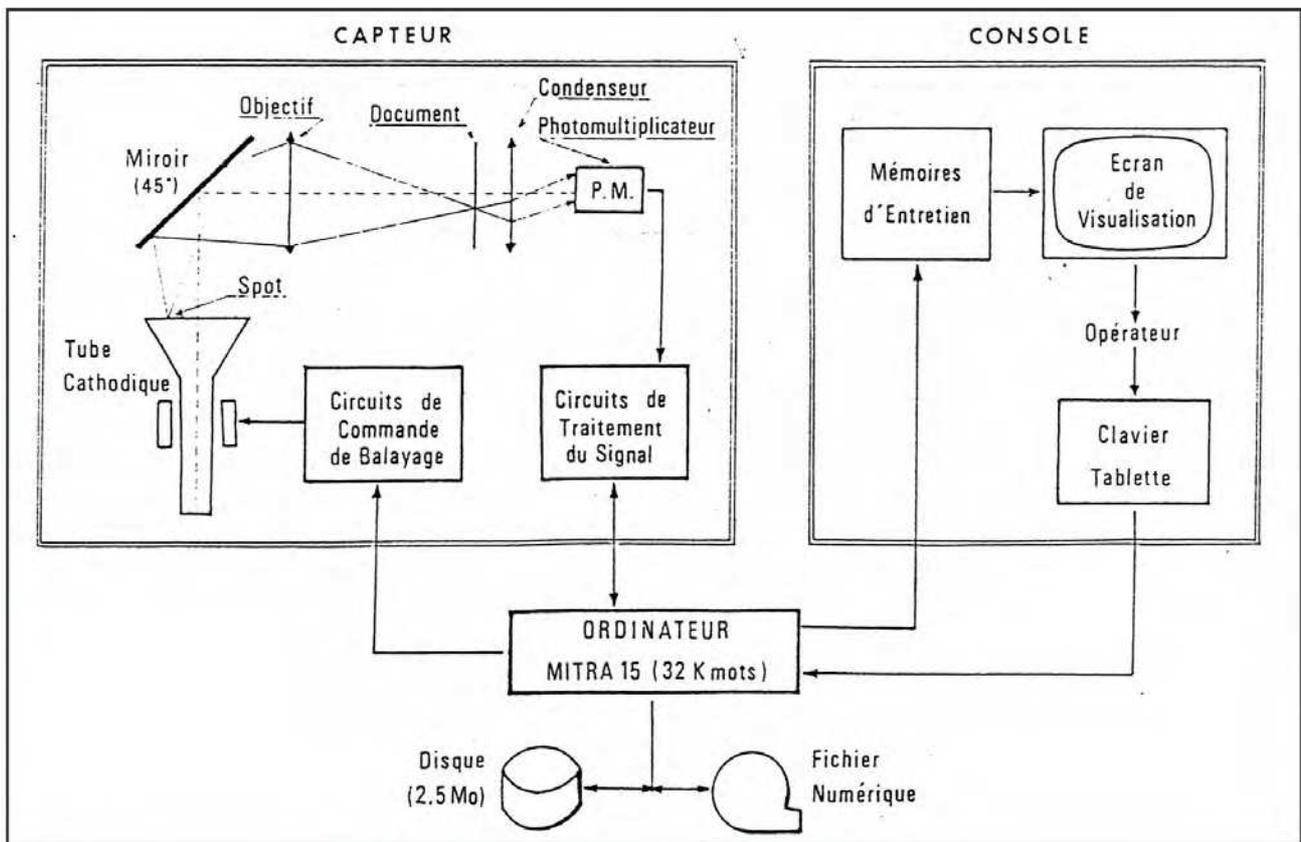


Figure 4 : Schéma d'ensemble du système CARTAS



Figure 5 : Poste PCI2\_CARIS pour la rédaction des cartes papier



Figure 6 : Poste PCI2\_CARIS pour la rédaction des ENC

**POSTE CARTOGRAPHIQUE INTERACTIF**

**TABLE À NUMÉRISER**  
BENSON 6301  
(1300 x 870 mm)

**UNITÉ CENTRALE**  
CELI LOGO 6300-2  
Écran alphanumérique - Clavier

**MOBILIER**  
UNIC KALI RD

**ÉCRAN GRAPHIQUE**  
CELI LOGO 308  
1280 x 960 points  
Clavier - Tablette 12"  
Écran alphanumérique

Cet ensemble est utilisé pour la constitution de fichiers permettant l'obtention des films de tirage de la carte (noir et magenta) à l'aide d'un traceur (phototraceur à laser par exemple).

Les éléments sont intégrés dans les fichiers

- 1 - par sélection à partir de fichiers thématiques (amers, épaves, balisage, câbles ...)
- 2 - par numérisation à partir de la maquette (préparation) de la carte

**SÉLECTION DE FICHIERS**

**MAQUETTE**

**NUMÉRISATION**

**CARTE**

Figure 7 : Poste PCI

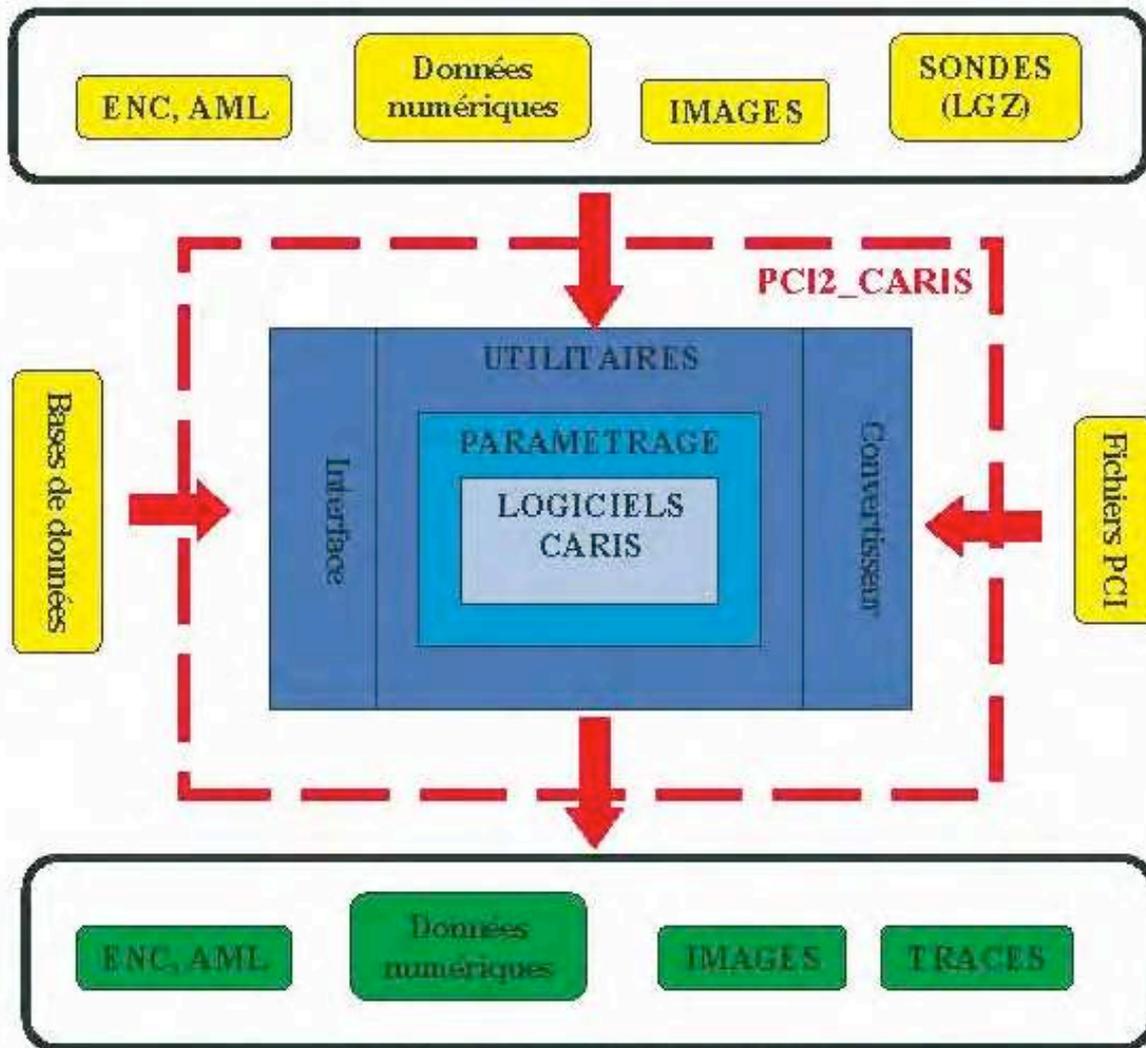


Figure 8 : Couches logicielles de PCI2\_CARIS



Figure 9 : Scanner A0 ESKOscan 3648