

La « e-navigation »¹ : le futur de la navigation maritime

Yves Desnoës

Président de l'Institut français de Navigation (IFN)

Le concept d'*e-navigation* est la réponse des organismes internationaux qui réglementent la navigation maritime aux pressions conjointes des sociétés humaines, qui demandent plus de sécurité, et des techniques qui poussent inéluctablement les progrès, notamment en matière d'information et de communication ; les soucis sur la préservation de l'environnement contribuent également à cette dynamique.

Il ne faut pas chercher de signification précise au « e » d'*e-navigation* : il est de même nature que ceux que l'on rencontre de plus en plus fréquemment, comme *e-business*, *e-learning*, *e-mail*... Il traduit à l'évidence une vision de modernité assistée par des systèmes d'information en réseau de portée mondiale.

On entend parfois dire que *e-navigation* existe déjà, car il existe de nombreux systèmes assurant déjà des fonctions automatisées et interconnectées. Il semble préférable pour la clarté des exposés et des discussions de laisser la propriété du terme aux organismes officiels qui l'ont défini les premiers, l'Organisation Maritime Internationale (OMI) et l'Association Internationale de Signalisation Maritime (AISM). Dans cette acception, *e-navigation* pourra être considérée comme réelle seulement le jour où une réglementation suffisante en couvrira les principaux aspects, notamment les

¹ Les guillemets indiquent que le terme employé ici, prononcé i-navigation, est le terme anglais ; bien que le préfixe « e » dans le sens utilisé ici soit déconseillé par les autorités françaises compétentes, le terme *e-navigation* a été retenu tel quel pour se conformer à l'usage le plus répandu et faciliter la lecture des documents en anglais dont beaucoup ne sont pas traduits. L'OMI emploie en français « navigation électronique » qui semble moins parlant dans le contexte moderne.

moyens d'améliorer sécurité, sûreté,² aide à la décision et interopérabilité pour un coût raisonnable, voire à coût plus bas (en particulier pour des systèmes neufs) et où une architecture système en décrit l'organisation.

Des navires plus intelligents et plus sûrs

On entend par là que la navigation devra être plus automatisée pour mieux aider le navigateur à prendre des décisions adaptées et le soulager d'actions pouvant détourner son attention dans des phases critiques. Cela requiert une synthèse informatique de beaucoup d'éléments, dont certains provenant de terre.

L'intelligence est certes nécessaire pour améliorer la sécurité, mais elle doit aussi améliorer la productivité à bord des navires, ou à tout le moins éviter de la dégrader. L'un des enjeux est d'absorber des flux d'information de plus en plus fournis sans opérateur supplémentaire tout en utilisant cette information pour améliorer sécurité et sûreté.

Les informations à synthétiser sont d'abord celles des différents capteurs dits de navigation : positionnement, vitesse, cap, radar, AIS³, dispositifs optiques (aide à la veille notamment), sondeur... Par intégration (on dit aussi hybridation) de ces capteurs en relation avec les informations connues sur l'environnement (bathymétrie, topographie, balisage, météorologie, marée, courant, information nautique...), on doit aboutir à ce que l'OMI dénomme « positionnement électronique à haute intégrité ».

Comme il n'y a le plus souvent qu'un officier de quart pour tout le navire, il faudra aussi synthétiser toutes les autres informations de conduite du navire, en cohérence avec la navigation : machines, carburants, électricité, circuits « incendie », étanchéité...

L'ensemble de ces informations devra être présenté dans des vues faciles à lire et les éléments les plus pertinents mis en relief de manière ergonomique ; des alarmes faciles à mémoriser attireront l'attention sur les points nécessitant des actions urgentes, pour lesquelles des décisions seront proposées ; l'exécution des décisions sera facilitée par des commandes automatisées facilement accessibles dont le résultat sera affiché par le système ; des terminaux de télécommunication géreront les échanges avec les autres navires et avec la terre de la manière la plus transparente et la plus automatisée possible...

Toutes les fonctions décrites dans les paragraphes précédents sont celles d'un système de gestion de navire intégré (*ship management system* - SMS)⁴ dont certains aspects ont déjà donné lieu à des documents normatifs de l'OMI, notamment IBS (passerelle intégrée), INS (système de navigation intégrée), BES (équipements et systèmes de passerelle). En résumant ce qui précède, on peut dire que des progrès sont attendus principalement en fiabilité, disponibilité, facilité d'utilisation (donc automatisation et interopérabilité) et protection contre les agressions éventuelles.

2 Attention à ne pas confondre avec la « sûreté de fonctionnement » au sens de la RG Aéro 00040, qui regroupe fiabilité, disponibilité, maintenabilité et sécurité. En anglais on parle de RAMS : *reliability, availability, maintainability, security*.

3 *Automatic Identification System*.

4 La terminologie à ce niveau n'est pas encore stabilisée ; nous faisons ici un choix délibéré pour faciliter l'exposé sans rentrer dans la problématique associée.

Des centres à terre mieux informés et d'accès plus aisé

Ce sont principalement les VTS (*vessel traffic services*), dont les fonctions sont assurées en France par les CROSS (centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage) et par les systèmes de surveillance/contrôle des grands ports, et aussi les centres opérationnels des diverses autorités et entités intervenant dans le trafic maritime, en France : préfet maritime, services portuaires, douane, armateurs...

L'information centralisée sur le navire servira aussi à alimenter ces systèmes. Les informations devront être plus fiables, donc plus utiles et posant moins de problèmes aux opérateurs. Les informations communiquées par les centres aux navires devront aussi être plus fiables, plus « temps réel » et bien protégées.

Pour simplifier les tâches des navires, on essaie de faire aboutir dans *l'e-navigation* un concept de « guichet unique » (*single window*) à terre assurant le recueil de toutes les informations en provenance des navires et les répartissant ensuite entre organismes demandeurs à terre.

Les informations s'enrichiront au fil du temps et il est espéré que l'automatisation permettra de les intégrer sans surcharge. Comme à bord, des aides à l'exploitation de l'information, à la décision et à la conduite des actions devront être développées ; les équipements et systèmes de télécommunications seront aussi plus transparents et plus automatisés.

La mise en réseau des centres à terre devrait aussi apporter des progrès significatifs. Elle sera facilitée par la standardisation des informations. Cette démarche est déjà traitée en France par le système SPATIONAV et il existe différentes initiatives européennes en cours (BLUE MASS MED en Méditerranée, MARSUNO en Mer du Nord).

Comment y arriver techniquement ?

Les techniques de base existantes sont suffisantes pour atteindre les objectifs décrits ci-dessus, ce qui renforce les attentes. Mais ce ne sera pas facile : il faut intégrer des informations et des systèmes sur toute la planète, dans un contexte extrêmement varié ; on peut dire qu'il n'y a pas aujourd'hui deux pays qui aient la même organisation interne pour assurer leur souveraineté sur les zones maritimes de leurs juridictions, gérer les trafics maritimes et assurer la protection des personnes et de l'environnement. À cela s'ajoute la variété des fournisseurs de produits et de services.

En schématisant, on peut dire que ce qui manque au dispositif actuel, c'est surtout une meilleure définition d'architecture système supportée par une méthodologie d'ingénierie rigoureuse. Que le lecteur veuille bien nous excuser de rentrer dans ce domaine plutôt abstrait, et souvent trompeur car il emploie dans un sens technique précis des termes connus mais de signification plus générale dans d'autres domaines. Mais c'est une zone de passage obligé qui révèle (et impose) des contraintes sur le possible. On a trop tendance à croire que l'informatique peut faire tout ce que l'on imagine, mais des échecs nombreux (bien que peu médiatisés) nous rappellent que la faisabilité des exigences doit toujours être démontrée avant de lancer des développements coûteux.

L'ingénierie de systèmes est entendue ici comme l'ensemble des méthodes et règles qu'utilisent les ingénieurs pour concevoir et développer les systèmes complexes. On signale ci-dessous les points qui paraissent les plus sensibles au stade actuel pour l'organisation des travaux de conception de *l'e-navigation*.

Un système au sens de l'ingénierie (le formalisme commence ici, mais nous ne rentrons pas dans les subtilités) doit être conçu, développé et géré par une équipe étroitement coordonnée. Comme il est irréaliste d'envisager un seul SMS (*ship management system*, voir plus haut) et un seul système « terre » sur toute la planète, *l'e-navigation* doit être conçue comme un ensemble de systèmes interopérables, ce qui limite techniquement ses capacités ; en particulier, les interactions entre systèmes seront moins riches que ce que l'on peut obtenir dans un système intégré, sans que cela puisse être quantifié a priori. On voit assez bien ce qu'est un système SMS, mais les systèmes « terre » présentent une variabilité beaucoup plus grande résultant des structures et règlements propres à chaque pays. Dans ce large éventail, il faudra définir les interfaces et les interactions entre systèmes dans tous leurs détails, et ce ne sera pas une mince affaire vu le nombre de pays et de partenaires.

Pour rentrer dans tous ces détails, il manque actuellement une définition précise du « périmètre » des fonctions et de l'information que l'on veut inclure dans *l'e-navigation*. Ce manque est reconnu par l'OMI. Les zones qui paraissent les plus floues à l'IFN sont les interfaces avec les systèmes de sûreté extérieurs aux navires commerciaux (lutte contre la piraterie en particulier) et celles entre autorités publiques et compagnies maritimes.

Pour développer des systèmes complexes, il faut aussi fixer de nombreuses exigences dites « non fonctionnelles », comme par exemple celles qui permettent d'assurer sécurité et sûreté conformément aux objectifs fixés. Ces exigences doivent être vérifiables dans des processus généralement qualifiés de certification. Le dispositif de l'OMI est très fourni pour les équipements mais au mieux dans les limbes pour ce qui concerne les aspects « système », dont notamment les logiciels.

Le processus de conception devrait faire intervenir des représentants de tous les types d'organismes utilisateurs (y compris les compagnies maritimes) et leurs retours d'expérience. On est encore loin d'une telle organisation. La stratégie de migration devra être particulièrement soignée, en cohérence avec les exigences résultant de l'ingénierie ; en particulier, la formation des utilisateurs devra recevoir une attention particulière, notamment dans la phase de transition.

Même si beaucoup de choses existent déjà qui préfigurent *l'e-navigation*, faire converger tout cela vers des intégrations cohérentes sera extrêmement complexe, compte tenu notamment du grand nombre de partenaires et de la couverture planétaire. Il est illusoire d'espérer y arriver d'un seul coup, et il faut donc définir des « incréments » de capacités qui devraient être compatibles (ce que les informaticiens appellent « compatibilité ascendante »), car il faut des années pour changer les équipements de toute la flotte mondiale. Il y aura probablement beaucoup de points communs entre ces incréments et les versions multiples destinées aux différentes classes d'utilisateurs (objectif de *scalability* qu'on peut traduire par « possibilité d'adaptation à des échelles

différentes » - sous-entendu, à coûts également adaptés).

Au-delà de l'ingénierie de système, il faudra aussi de l'algorithmie car l'intégration de capteurs multiples, en relation avec des bases de données d'environnement, n'a pas encore été poussée, pour les applications civiles, au niveau requis par *l'e-navigation* (niveau qui reste à préciser, mais on sait qu'il faut faire mieux que maintenant). Les militaires ont de l'avance dans ce domaine, mais avec des objectifs particuliers et des coûts moins contraints. On sait maintenant que le LORAN C est abandonné par les États-Unis et qu'il faut donc chercher des procédés autres, qui amèneront probablement à utiliser des capteurs actuellement peu employés pour la navigation (centrales inertielle par exemple, dont les coûts semblent baisser à performance égale), ou pas encore utilisés automatiquement pour la navigation (par exemple, sondeurs, et pourquoi pas optique ?).

En dernier lieu, les considérations coût/efficacité sont particulièrement importantes pour le monde économique, et l'OMI y est très sensible. L'ingénierie devra en tenir compte.

L'impératif de la normalisation

L'*e-navigation* sera mise en place par des normes et des règlements sans lesquelles elle ne pourrait exister telle que nous l'avons décrite.

Les équipements des navires sont déjà largement réglementés dans un dispositif assez complexe faisant intervenir notamment des « normes d'essai », arrêtées par :

- l'Organisation maritime internationale (OMI),
- l'Organisation internationale de normalisation (ISO),
- la Commission électrotechnique internationale (CEI),
- le Comité européen de normalisation (CEN),
- le Comité européen de normalisation électrotechnique (CENELEC) et
- l'Institut européen de normalisation des télécommunications (ETSI),

dans leurs versions actualisées et élaborées conformément aux conventions.

Ces normes évoluent régulièrement pour tenir compte des problèmes nouveaux et de l'évolution des techniques.

Comme on l'a dit au paragraphe précédent, les aspects « systèmes » et « logiciels » doivent être réglementés et il est urgent que l'OMI s'approprie les notions correspondantes, de manière à édicter pour ces aspects des règlements adaptés au monde maritime (il en existe des généraux dans le corpus de la CEI, dont il faut tenir compte) et éviter de se voir imposer dans la hâte après une catastrophe un dispositif mal adapté issu d'un autre milieu (on peut penser en particulier à l'aéronautique qui est en avance dans ce domaine mais probablement trop exigeante, donc génératrice de solutions trop chères, pour les besoins réels du monde maritime). On devra notamment inclure dans le dispositif des exigences sur la sûreté de fonctionnement.

La normalisation devra aussi couvrir la définition des contenus et des interfaces des systèmes (interfaces entre eux et avec le monde extérieur), y compris ce que nous avons appelé plus haut périmètres. On peut penser que les grandes fonctions seront définies par des normes. Les informations devront être également normalisées dans

leurs définitions et leurs formats d'échange. L'ouverture aux grands standards de télécommunications et d'informatique devra être maximale. Tout cela devra être défini pour chaque incrément, ainsi que les capteurs pouvant ou devant être utilisés. L'une des difficultés sera probablement de définir ce que doit être le dispositif normatif « juste nécessaire » et de s'y tenir.

La symbologie devrait recevoir une attention particulière en raison de la mobilité des navigateurs et opérateurs et des besoins de formation. La symbologie de présentation des cartes électroniques est déjà normalisée depuis plusieurs années par l'OHI (Organisation hydrographique internationale) à laquelle se réfère l'OMI.

L'interopérabilité avec des systèmes extérieurs préexistants devra aussi être particulièrement soignée, notamment pour éviter les transcodages coûteux en performances et en fiabilité. Par exemple, certains systèmes utilisent déjà des normes EDI-FACT et les données hydrographiques sont déjà normalisées.

L'organisme le plus actif dans la conception et la normalisation de *l'e-navigation* est l'AIMS qui ne figure pas dans le dispositif décrit en tête de paragraphe : cette association prépare des normes qui doivent être intégrées dans ce dispositif pour être applicables. L'AIMS travaille actuellement sur un modèle de données maritimes, indispensable pour l'interopérabilité, sur la définition de « services » compatibles avec ceux de l'AIS (compatibilité « ascendante »), sur un format d'échange, sur un plan mondial de radiocommunications maritimes ; étant donné son domaine de compétence, l'AIMS ne peut faire progresser les aspects proprement « bord », qui sont fondamentaux, mais les travaux sur tout ce qui contribue aux échanges et à l'interopérabilité touchent l'ensemble de *l'e-navigation* y compris les systèmes des navires.

L'AIMS travaille sur un plan de radiocommunications mondial et sur un plan de radionavigation mondial. En ce qui concerne les communications, il y aura toujours des moyens de radiocommunication spécifiquement maritimes (avec les normes correspondantes), mais les communications « tous usagers » seront aussi certainement employées, dans des proportions que l'on évalue mal aujourd'hui...

Conclusion

Les techniques de base sont prêtes mais un gros travail de conception et de normalisation est nécessaire pour améliorer significativement la navigation maritime. C'est un enjeu majeur pour l'environnement et pour la sécurité des personnes, et notre pays possède de nombreuses compétences utiles dans ce domaine. La présence dans les instances internationales est assurée principalement par la direction des affaires maritimes (DAM) du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer.. L'IFN est associé aux réflexions et anime un comité *e-navigation* regroupant des représentants du Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, du Centre d'études techniques maritimes et fluviales et de l'industrie. Les enjeux industriels, de portée mondiale, sont également importants, car une grande partie de l'intelligence des navires sera centralisée dans *l'e-navigation*. La problématique est de dimension planétaire, les solutions le seront également ; les ambitions doivent donc se situer à ce niveau.