



Navire de commerce sans équipage, dit-on.

Bernard Dujardin, Francis Faye

Ingénieurs EN

Le navire sans équipage de commerce dont la Revue Maritime a entretenu ses lecteurs à trois reprises depuis 2012 (n° 493, 500 et 516), prend progressivement place à côté de ses déclinaisons navales (USV - unmanned surface vessels). L'éveil de la France maritime à la réalité du navire sans équipage en 2019 permet d'en préciser aujourd'hui le concept technique.

L'histoire récente du navire de commerce sans équipage remonte à 2004. L'University College London publie la première étude sur la possibilité d'un navire de commerce inhabité¹. En 2005, la marine israélienne travaille à une surveillance navale, sans risque pour ses marins, avec des unités d'intervention robotisées. Les patrouilleurs Rafael *Protector*, à 3 millions d'euros l'unité, sont déployés au large de Gaza depuis 2007.



1. R. Bucknall et P. Freire : « The unmanned cargo ships » University College London (Proceedings of Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part B: Journal of Marine Design and Operations) 2004

2. La Baille n°293 de septembre 2006 « Le navire sans pilote » : http://www.ifmer.org/assets/documents/files/lu_presseludanslaresse_baille_septe2006.pdf

En 2006, une première réflexion émerge à l'École nationale supérieure des techniques avancées (ENSTA)². Dans le milieu maritime et l'administration (encart 1), le concept est accueilli avec ce scepticisme qui, en son temps, accueille le conteneur de Malcom McLean. Il faut protéger l'emploi maritime, même si dans la marine marchande française, il a tendance à fondre en dépit du monopole des navires à équipage. Le développement du concept de navire inhabité se poursuit à l'ENSTA ParisTech et dans le silence des bureaux d'études.

Mutatis mutandis ? Non, l'espoir n'est pas perdu !

Le chapitre 4³ du rapport public annuel 2020 de la Cour des comptes publié le 25 février 2020 illustre la problématique nationale de la navigation sans pilote qu'elle soit aérienne ou maritime. En voici quelques morceaux choisis⁴.

Les drones militaires aériens : une rupture stratégique mal conduite

La France a tardé, malgré la solidité de son industrie d'armement, à s'équiper, du fait de projets ponctuels, conduits sans vision stratégique cohérente sur le long terme. (p 159)
L'exemple israélien illustre le fait qu'un écosystème d'innovation performant, une volonté politique constante, alliée à une stratégie industrielle inscrite dans la durée, sont des facteurs déterminants de l'appropriation efficace de beaucoup d'avancées technologiques. (p 161)

Un retard déjà important et difficile à combler (p 166)

Plusieurs explications d'ordre opérationnel ont été mises en avant par le ministère des armées pour justifier les retards pris à se doter de cette capacité : besoin de valider des solutions techniques, délais nécessaires à l'acquisition des compétences par les industriels français et européens et à l'élaboration de doctrines d'emploi adaptées.

Au-delà des explications avancées par les armées, des causes plus profondes et cumulatives sont tout autant à mettre en avant dans les retards et les surcoûts occasionnés :

- des résistances d'ordre culturel, en particulier au sein de l'armée de l'air, dans la mesure où les drones bousculent les équilibres actuels qui placent le pilote au cœur du dispositif aérien ;
- l'urgence opérationnelle qui a poussé à l'acquisition de matériels américains de l'US Air Force, en l'absence de solution nationale ou européenne ;
- des divergences de besoins opérationnels entre armées, notamment l'armée de l'air et l'armée de terre, qui conditionnent le partage des responsabilités en matière de moyens aériens ;
- un manque de constance et de cohérence dans les choix industriels, capacitaires et diplomatiques des pouvoirs publics, qu'illustrent les nombreux revirements de l'État dans ses tentatives pour faire émerger une filière de drones MALE nationale ou européenne ;
- des rivalités entre industriels, qui ont abouti à une forte concurrence intra-européenne qui s'est révélée dommageable ;
- l'absence de vision stratégique et de planification de moyen terme, qui a retardé les possibilités de mises en commun de matériels ou les voies d'optimisation et de mise en cohérence de la politique d'acquisitions.

3. <https://www.ccomptes.fr/system/files/2020-02/20200225-05-TomeI-drones-militaires-aeriens.pdf>

4. L'usage des minuscules de la Cour des comptes est conservé. (NdR)



Problématique de la Marine nationale

Un intérêt évident pour la marine nationale mais une montée en puissance différée *(p 165)*

Si la marine est équipée depuis longtemps de drones sous-marins dédiés à la lutte anti-mines, en matière de drones aériens⁵, les besoins sont portés par la surveillance maritime de la deuxième plus vaste zone économique exclusive (ZEE) au monde, après celle des États-Unis⁶. Ainsi, l'aboutissement du programme qui doit permettre à la marine de se doter d'un système de drones tactiques à décollage et atterrissage vertical, a été plusieurs fois retardé et les premières livraisons ne sont plus attendues avant 2028. Des expérimentations conduites au début des années 2010 ont pourtant prouvé l'intérêt de cet équipement pour renforcer les capacités de surveillance de la marine.

La coopération sur les drones dans le cadre des accords de Lancaster House *(p 174)*

Seul le projet de coopération franco-britannique en matière de lutte contre les mines navales s'est poursuivi, avec comme perspective le renouvellement des capacités de chacun des deux pays, suivant un calendrier qui s'échelonne, pour la France, de 2022 à 2029 selon le ministère des armées.

Extrait de la réponse de la Ministre des armées (p 180)

Dans ce contexte, il convient de rappeler que le système de « drone armé » représentera pour les armées une capacité d'action complémentaire des autres systèmes d'armes, notamment aériens. Ils seront donc mis en œuvre par des équipages des forces, experts et qualifiés, suivant des processus opérationnels et décisionnels déjà éprouvés. La place de l'homme y restera ainsi centrale et permettra de garantir son utilisation opérationnelle dans des conditions de sécurité et de responsabilité pleinement maîtrisées.

Il faut attendre le 16 octobre 2019 pour voir la communauté maritime française s'intéresser publiquement au navire sans équipage : une convention de partenariat est signée entre d'une part, le Groupement des industries de construction et activités navales (GICAN) et le Cluster maritime français et, d'autre part, le Centre national d'études spatiales (CNES). Puis, les 9 et 10 décembre, les Académies de l'Air et de l'Espace, et de la Marine s'exercent à plancher sur le sujet des aéronefs et nefs sans équipage lors d'un colloque, malheureusement perturbé par des transports pilotés défaillants en raison d'une grève de futurs retraités. Début 2020, la France n'est toujours pas représentée à l'*International Network for Autonomous Ships*.

5. La société d'études et de conseil AÉRO avait réalisé en 1997/1998 pour la Direction générale de l'Armement au profit de la Marine nationale une étude prospective pour explorer tous les types de drones aéronavals embarqués dont les drones de combat, sur tout type de bâtiments de guerre. (NdR)

6. Selon le chef d'état-major de la marine, « un drone par bateau et par sémaphore, dans les dix ans qui viennent, permettrait de multiplier par dix la surface couverte par la surveillance maritime ».

Cet objet flottant non identifié, qu'est-ce ?



Premier NCT commercial : la coque a été lancée par Vard en Roumanie en février 2020.

Un navire fantôme, un navire autonome, un navire téléguidé sans équipage ? Fantôme, laissons cela aux amateurs de fantômes. Autonome, la question se pose pour un navire qui appareille d'un port, exécute en mer une mission civile ou militaire, puis rejoint un port. Quelle décision peut prendre un navire aussi « artificiellement intelligent » qu'il soit en l'absence d'un être humain dans la boucle, quand il se voit menacé d'être abordé par un navire en avarie de barre conduit par un capitaine éméché dans le rail encombré du Pas-de-Calais ? L'éviter en passant sur un chalutier en action de pêche ? Cette question ne peut être tranchée par le droit de la responsabilité. Un navire de surface ne peut pas être autonome. La corvette ACTUV⁷ Sea Hunter développée par la Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), actuellement en expérimentation de lutte anti-sous-marine à l'Office of Naval Research, est qualifiée d'autonome. Son concepteur Scott Littlefield est conscient de ses limites : « *One of the things that that essentially requires and that we've been focused on in the DARPA program is providing ACTUV with a high degree of autonomy. We didn't want to simply build a remote control boat; we actually wanted something that could behave appropriately and do complicated missions under what we call sparse supervisory control. That means that there's still a human being in control but the human being is not joy-sticking the vessel around.* » Que signifie un haut degré d'autonomie dès lors qu'un conducteur de navire est nécessaire dans la boucle ? Y aurait-il un bas degré d'autonomie ?

Dans un espace à trois dimensions, tel l'exosphère ou les abysses, le véhicule inhabité, satellite ou sous-marin, est capable de répondre à une mission en

7. *Anti-Submarine Warfare (ASW) Continuous Trail Unmanned Vessel.*



totale autonomie. Dans un espace à deux dimensions, il lui faut un site propre aménagé, inenvisageable en mer ; exemples : télécabines en montagne, métros automatiques en ville. Le concept de navire sans équipage se réduit à celui d'un navire sans équipage embarqué, ce qui n'empêche pas ce navire, conduit de loin, à posséder une capacité d'autonomie subsidiaire (*restricted autonomy*) dans des circonstances de crise identifiées, capacité endogène de conduite et de réaction à son environnement. L'étude sur le navire du futur, navire conduit de terre, du 11 janvier 2012, destinée à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie⁸, le définit comme un navire conduit de terre (NCT) ou *shore controlled and monitored vessel* (SCMV)⁹.

Une rupture attendue

Le cours d'économie de la mer de l'ENSTA invite les étudiants de troisième année à plancher sur les ruptures qui jalonnent l'histoire de l'industrie navale depuis l'aube des temps. Le génie maritime est la première high-tech au sens des arts premiers. Evgueni Zamiatine, ingénieur en construction navale de l'Institut polytechnique de Saint-Petersbourg écrit en 1922¹⁰ : « *Le monde se développe uniquement en fonction des hérésies, en fonction de ceux qui rejettent le présent, apparemment inébranlable et infaillible. Seuls les hérétiques découvrent des horizons nouveaux dans les sciences.* » Le navire conduit de terre est une évolution irrépensible de l'art naval. Ce navire du futur ne remplace pas les autres navires¹¹. Il complète la panoplie des véhicules marins, comme aux tournants du XX^e siècle, le sous-marin et du XXI^e siècle, le sous-marin autonome récupérable. Une compagnie d'assurances remarque récemment¹² : « *Autonomous ships are predicted to reduce human error, a major driver of accidents, but crews are likely to have an important role on board vessels for the foreseeable future.* »

Une distinction est à faire entre le militaire et le civil. Le drone naval est un système d'armes chargé de missions à haut risque. La torpille, sous-marin

8. Classifiée.

9. Revue Maritime n°493 mai 2012 - F. Faye et B. Dujardin : « Finalité du navire du futur » - http://www.ifmer.org/assets/documents/files/revues_maritime/493/7.Finalite-du-navire-du-futur.pdf

Revue Maritime n°500 août 2014 - F. Faye : « De nouvelles conditions de travail pour le navire du futur » - http://www.ifmer.org/assets/documents/files/revues_maritime/500/5-Faye-Innovation-Navire-du-futur-NCT.pdf

10. Biographie de Julius Robert von Mayer – citation de la préface de G. Semprun à « Nous autres » de Evgueni Zamiatine. Gallimard 1971.

11. À la différence des énergies décarbonées qui doivent impérativement se substituer aux énergies fossiles.

12. Rapport d'Allianz Global Corporate & Specialty : « Safety and shipping review 2019 An annual review of trends and developments in shipping losses and safety. »

autonome suicide, illustre un risque au sommet de la hiérarchie des hauts risques. Le *Protector* est sacrificable à distance, avec une charge explosive, en cas de capture par l'ennemi. Le navire inhabité *Of-Course-I-Still-Love-You* de récupération du premier étage du lanceur Falcon 9 de SpaceX, opérationnel en 2016, bien que civil, relève de la problématique du drone : maintenir l'homme à distance, loin des segments dangereux d'une boucle.

La justification du NCT de commerce est économique. La question posée à l'ENSTA est claire. Son coût de possession peut-il être inférieur à celui d'un cargo de même charge marchande et sous quelles conditions ? Une analyse de risques aussi complète que possible est la réponse. Elle exclut les activités maritimes qui ne satisfont pas aux critères de la navigation sans équipage, à commencer par le transport de passagers, ferrys et paquebots de croisière. Elle s'intéresse aussi bien au long cours qu'à « l'autoroute de la mer » dont l'absence de développement est en partie liée à la question de l'homme dans la boucle. Le NCT éco-fluvio-maritime est décrit en février 2015 dans la *Revue Maritime*¹³.

Les grandes lignes du NCT ont été exposées en deux étapes, ses caractéristiques sociales, en mars 2014, à Malmö et sa fiabilité, en octobre 2016, à Nantes. Préciser l'enjeu vise à approfondir la primauté de la sécurité et l'objectif de productivité.

Vers une plus grande sécurité maritime

Le NCT doit s'insérer sans condition dans le trafic maritime. Il est exclu qu'il navigue sans respecter les conventions de l'Organisation Maritime Internationale (OMI). Qui dit NCT dit conducteur de navire. Les conditions de travail du « navigant » désormais « sédentaire » sont améliorées. Son mode de veille et sa formation sont à aménager.

Le facteur « technologies de l'information et de la communication » (TIC) du NCT est névralgique. Son système de contrôle et d'acquisition de données en temps réel (SCADA - *supervisory control and data acquisition*) exige une discipline rigoureuse en cybersécurité et cybersûreté. L'industrie maritime distingue, comme les autres industries, le système d'information (IT - *information technology* -) du système opérationnel (OT - *operational technology*). Le tableau ci-après est adapté de la publication spéciale 800-82 du *National Institute of Standards and Technology* (NIST) de mai 2015.

Une critique du navire sans équipage, couramment entendue chez les navigants expérimentés, serait l'impossibilité de prendre en compte exhaustivement les aléas des traversées maritimes. En conséquence, la permanence du facteur humain resterait indispensable à bord de toute embarcation. Si c'était le

13. http://www.ifmer.org/assets/documents/files/revues_maritime/500/6-multimodal-sans-pilote-Dujardin.pdf



cas, l'accident maritime par erreur du pilote n'existerait pas et le navigateur solitaire serait interdit de solitude.

	IT Système d'information du shipping	OT Système opérationnel de conduite du NCT
Spécifications des performances	Temps différé Traitement logique Intervention en urgence non critique Contrôle d'accès restreint par mesure de sûreté	Temps réel Temps de réaction vital Résistance en urgence absolue à toute interférence humaine ou autre interaction Accès à l'OT strictement contrôlé sans gêner la conduite du navire de terre.
Disponibilité et fiabilité requises	Plantage informatique et redémarrage acceptés Points de reprise avec mémoire <i>back-up</i> Défaut de disponibilité tolérable, selon exigences opérationnelles des fonctions	Redémarrage exceptionnellement acceptable en raison des exigences opérationnelles Disponibilité nécessitant deux OT de sauvegarde en redondance triple (<i>fail safe</i>) à bord et dans les centraux navigation
Communications durcies	Réseau internet avec pare-feu Détection d'intrusion réseaux par NIDS (<i>Network Intrusion Detection System</i>)	Réseau intranet en boucle, fermé au tiers Détection d'intrusion hôte par HIDS (<i>Host-based Intrusion Detection System</i>)
Gestion de risques	Gestion de données Confidentialité et intégrité intangibles des données Tolérance flexible aux pannes Impacts des risques : retard du dédouanement du navire, du chargement / déchargement et des opérations commerciales et administratives	Maîtrise de la route du NCT Priorités à la sécurité du NCT, puis à la protection du système Tolérance aux pannes dans tous les modes y compris les modes dégradés Impacts des risques : non-conformité réglementaire ; dommages au navire, à la cargaison, aux tiers et à l'environnement
Fonctionnement du système	Système d'exploitation (<i>operating system</i> - OS) du marché Mises à niveau simplifiées avec des outils automatisés d'actualisation	Système d'exploitation (OS) propriétaire, avec cyber-protection intégrée Algorithmes de contrôle spécialisés et utilisation possible de logiciels adaptés
Contraintes de ressources	Système avec ressources pour prendre en charge des applications tierces telles que les modules de cybersécurité	Système conçu pour gérer un processus opérationnel de conduite du navire, résilient en cybersécurité et en cybersûreté

La sécurité stricto sensu -prévention des accidents de navigation- se distingue de la sûreté -prévention des agressions en mer. Au titre du projet européen de recherche Human Sea du 7^e Programme-cadre de recherche et de développe-

ment technologique, l'Université de Nantes a organisé les 3 et 4 octobre 2016 la conférence internationale « *Economic challenge and new maritime risks management: What blue growth ?*¹⁴ ». Une synthèse des travaux relatifs au NCT entrepris sur ce thème a été présentée : « Le principe des organisations à haute fiabilité et sûreté appliqué au navire de commerce du futur conduit de terre. »¹⁵. Cette étude aboutit d'une part, à appliquer les dispositions d'une organisation à haute fiabilité (HRO - *highly reliability organization*) à la sécurité, et, d'autre part, à conceptualiser une organisation à haute sûreté (HSO - *highly security organization*). Le risque zéro n'existe pas. En temps de paix, la priorité est à la sécurité sur la sûreté. En temps de guerre, la priorité est inversée.

Une organisation à haute fiabilité (HRO)

La navigation sous HRO obéit aux règles du code international de gestion de la sécurité (code ISM - *international safety management*). La sauvegarde de la conduite du navire en modes dégradés s'applique au NCT. La « résilience augmentée » (*increased resilience*) répond à deux situations : *primo*, celle qui fait l'objet d'un scénario préventif et pour laquelle des dispositions palliatives sont mises en œuvre selon des procédures préétablies ; *secundo*, celle plus rare, pour laquelle des dispositions palliatives sont à élaborer et à mettre en œuvre dans l'urgence, à partir des données fournies par le NCT au central navigation.

Le système opérationnel (OT) de conduite est répliqué en miroir du central navigation (ROC - *remote operating centre*) au NCT avec copie au central *back-up*¹⁶. Son socle est le système d'information géographique (SIG) du fond de cartes vectorisées *electronic chart display information system* (ECDIS), alimenté en temps réel :

- de vecteurs issus des ordres de route,
- des systèmes de localisation satellitaire,
- de l'*automatic identification system* (AIS),
- de la centrale à inertie,
- du calculateur d'estime,
- des senseurs optroniques de veille,
- des points manuels par relèvements du chef de quart.

14. Actes publiés sous le titre : « *Challenge économique et maîtrise des nouveaux risques maritimes : quelle croissance bleue ?* » par le Centre de droit maritime et océanique de l'Université de Nantes – 2017.

15. Chapitre 15 du livre cité dans la note précédente. Le diaporama de la présentation est accessible à : http://le-mont-saint-michel.be/Century_Flyer/doc/assets3/player/KeynoteDHTMLPlayer.html#0

16. Le central back up n'assure pas la conduite courante du navire. Il centralise les remontées d'information en provenance des centraux navigation pour gérer la maintenance conditionnelle pendant les escales. Il dispose de moyens prioritaires pour prendre le contrôle du NCT dans certains cas critiques.



Six modes de conduite dégradés sont identifiés. Tous maintiennent l'AIS blindé actif. L'avant-dernier concerne la rupture de toutes les liaisons terre navire. Celle-ci déclenche le régime d'autonomie dans l'attente de dépannage. L'intelligence artificielle (IA) détermine le mode de navigation : cape courante manœuvrante ou vitesse ralentie sur la route programmée. Le dernier mode dégradé traite un black-out survenant en dépit de la résilience : arrêt des moyens de propulsion, de gouverne et de génération électrique. Non maître de sa manœuvre au sens de ColRegs¹⁷, le NCT ne relève pas pour autant du Système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSM), en l'absence de victimes potentielles. Le central navigation fournit toute information en sa possession aux autorités maritimes responsables de la zone *search and rescue* (SAR) et contracte avec un armement de remorquage hauturier.

Le NCT navigue dans un environnement cognitif profondément différent de celui du navire à équipage. Certes, l'accident dépend toujours du facteur humain :

- Que le chef de quart s'endorme sur une passerelle ou dans un central navigation à terre, le péril est le même. Mais, le risque dans un bureau à terre est quasi-nul : absence de stress du « navigant » et... de mal de mer ; surveillance effective de l'alcoolémie et d'autres addictions ; rythme de vie circadien ; remplacement au pied levé d'un chef de quart malade ; permanence d'un superviseur au central navigation ; dispositif de veille automatique¹⁸ vérifiant en temps réel que le chef de quart est présent à son poste et conscient.
- Que le chef de quart ait une conversation privée au téléphone, sur une passerelle ou dans un central navigation à terre, le péril est le même. En mer, le « portable à la barre » est rare. La collision du ferry *Ulysse*, le 7 octobre 2018, avec le porte-conteneurs *Virginia* à l'ancre au large du cap Corse fait exception. L'officier de quart « utilisait son téléphone pour chatter »¹⁹. Dans un central navigation, au contraire, le risque est élevé. Son règlement intérieur prohibe, en conséquence, les téléphones personnels et autres gadgets électroniques.
- Le risque d'une mauvaise compréhension des communications internes d'un équipage multinational disparaît. Le central navigation, en charge de conduire concomitamment plusieurs NCT, réunit une équipe composée d'autant de chefs de quart et d'un superviseur, faisant office de capitaine. La HRO recommande une autorité hiérarchique d'intensité

17. *Convention Collision Regulations de l'OMI. Les signaux ColRegs propres à cette situation s'activent automatiquement, alimentés par des batteries de secours.*

18. *Via l'IA et non par pédale « d'homme mort », modèle trains à grande vitesse.*

19. *Rapport d'enquête du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer - juillet 2019 : http://www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/beamer-fr_csl_virginia_-_ulyse_fr-en_2018.pdf*

limitée (*low authority gradient*) et un processus de décision par confrontation de points de vue²⁰. Les relations sociales de cette équipe diffèrent de celles d'un équipage qui vit plusieurs jours de suite dans un espace clos.

Moins l'homme, maillon d'une chaîne décisionnelle, travaille dans les conditions du cycle circadien propre à la survie de l'espèce, plus le risque est élevé. Comme exposé à l'Université maritime mondiale de Malmö, le 31 mars 2014²¹, cette déficience disparaît avec le NCT : le chef de quart, relevé toutes les 8 heures, travaille aux heures de bureau. Les 3 relèves quotidiennes (voir note 5) se font d'un central navigation à l'autre, situé sur des méridiens espacés de 120°. Avec le NCT, la spécificité du conducteur de navire est affirmée. Le personnel de quart est libéré des tâches commerciales et d'entretien. Les opérations portuaires sont confiées aux agents de la compagnie. La maintenance conditionnelle est internalisée ou externalisée. Les intervenants sont des spécialistes ad hoc. La conduite du navire de terre diminue la criticité du risque maritime²².

La veille au central navigation s'effectue *via* l'intranet de l'OT de conduite, avec vue grand-angle sur mer affichée en vidéo, et alidade de relèvement par souris pointeuse. Son cœur est l'écran ECDIS à la fois, table à cartes et avertisseur des dangers hydrographiques et des navires identifiés AIS ou non, des déviations par rapport à la route ordonnée, et des signaux spots détectés par l'optronique pour identification. S'y ajoutent l'écran météo et les tableaux de surveillance des organes mécaniques (gestion d'une surchauffe ou d'une baisse de régime moteur, avarie de barre...), des matériels électroniques et physiques de conduite de navire, des alarmes sinistres et du système de gestion de la stabilité (LCS - *loading computer system*). L'ergonomie des alertes optiques et sonores est cruciale.

Faut-il au préalable s'assurer que la sécurité repose sur une liste de techniques spécifiques connues et, en particulier, sur les redondances systématisées : double système de propulsion et de gouverne ; double système de veille ; double système télé-opéré de lutte contre les incendies et d'assèchement en cas de voie d'eau ; double coque ; triple système des organes de contrôle (principes du *fail safe* de l'aéronautique et de tolérance de pannes - *fault-tolerant system*) protégés par des alimentations sans interruption (ASI) ; trois liaisons terre navire isolées les unes des autres y compris leurs sources d'énergie, chacune avec un double aérien²³, combinées à deux intranets dont une sauvegarde. Le bloc énergie propulsion

20. *Le superviseur n'est pas seul maître à bord après Dieu.*

21. « *Towards an equality between women and men in ocean navigation working conditions* ». Communication : http://le-mont-saint-michel.be/Century_Flyer/doc/PAPER-Women_at_sea.pdf
Diaporama : http://le-mont-saint-michel.be/Century_Flyer/doc/WMU_SCMV.html

22. *Le pire scénario de la matrice de criticité du NCT calcule un facteur de criticité 15 % inférieur à celui d'un navire à équipage.*

23. *Le volume des communications hertziennes spatiales terre navire nécessite de disposer de larges bandes passantes du type Inmarsat fleet broadband.*



dispose d'une motorisation électrique à deux lignes d'arbres ou de préférence, à *pods*, alimentée par des groupes électrogènes en conteneurs, avec branchements des fluides prépositionnés. La redondance est assurée par leur répartition entre l'avant et l'arrière du navire et la fiabilité commerciale exigée par leur nombre. Une certification « compartiments moteurs sans personnel de quart » (UMS - *unmanned machinery space*) est obligatoire. La maintenance conditionnelle par échange standard est facilitée et un éventuel passage de l'électrogénération par voie thermique à la pile à hydrogène possible. La soute est également conteneurisée pour changer de carburant, passer du gazole au gaz naturel ou à l'hydrogène.

L'absence de personnel embarqué, en mesure de traiter les incidents de navigation, est à prendre en compte par application du principe *fail safe*. Les incidents qui peuvent provoquer des dommages matériels, et parfois humains chez des tiers, sont des événements tantôt intrinsèques, tantôt extrinsèques dont la cause est ou non endogène au NCT :

- Événements intrinsèques : Les incidents récurrents sont les pannes traitées en modes dégradés avec le concours des redondances associées.

Le principal sinistre à contenir est le départ de feu. Prévenir le risque incendie conduit, dès qu'une élévation suspecte de température est détectée, au niveau d'un moteur, d'un générateur, d'un circuit ou d'un stockage de carburant, d'un boîtier électrique ou d'une baie électronique, à mettre l'élément concerné hors circuit temporairement ou jusqu'au prochain port et à user des redondances. Le principal danger vient plus de la cargaison que du navire. D'après l'*International Cargo Handling Coordination Association*, environ 22 % des six millions de conteneurs transportant des marchandises dangereuses, ne sont pas correctement chargés ou sont mal identifiés, ce qui peut avoir des conséquences d'autant plus désastreuses que le navire est de grande taille. En 2018, 174 incendies et explosions sur des navires de charge ont été signalés (voir note 8). Le pont supérieur est équipé de rampes d'arrosage et les cales et volumes fonctionnels à risque d'incendie d'installations fixes de détection et d'extinction automatisées. La neige carbonique à haute efficacité extinctive est autorisée dès lors que le risque physiologique est absent.

L'arrimage et le saisissage inadéquats des cargaisons présentent une menace élevée par mauvais temps. Comme sur tout navire à équipage, la gîte se corrige avec les ballasts. Pour les porte-conteneurs, la prévention repose sur des rails verticaux en abord, afin de parer un éventuel glissement des boîtes les plus élevées à la mer.

Le risque de rupture de la structure (cas *Erika*) est pris en charge par des jauges de contrainte et un accéléromètre 3D évaluant l'effort sur la poutre, automatisant une réduction de vitesse en urgence et donnant

des indications précises au chef de quart, pour l'aider à adapter la route à l'état de la mer.

Enfin, cas improbable mais possible, le NCT fait face à un danger identifié par ses senseurs sans réaction du central navigation. Un moment pied-de-pilote avant le point de non-retour, déterminé par l'IA, le NCT alerte le central *back-up*, déclenche le régime d'autonomie et modifie sa route pour éviter l'accident puis navigue en avant-dernier mode dégradé.

- Événements extrinsèques : Le premier risque est la voie d'eau par dommage structurel sous l'effet d'une grosse mer, de la rencontre avec un cétacé ou un objet flottant entre deux eaux, voire d'une collision avec un navire. Il est inenvisageable de gérer ce sinistre avec des procédés « robotiques » d'aveuglement. La menace est à prévenir dès la conception par un compartimentage serré, complété par un double réseau d'assèchement.

Le positionnement, par les systèmes satellitaires de géolocalisation mondiale, défaillirait-il pour une raison ou une autre (pannes des constellations, brouillage ou cryptage des signaux...), la centrale à inertie (gyrolaser) apte à conserver une estime²⁴ précise à 95 % au bout d'une semaine prend le relais.

Le NCT, bien qu'inhabité, comme tout objet flottant en mer, est un obstacle à la navigation. La règle 5 des ColRegs précise : « Tout navire doit en permanence assurer une veille visuelle et auditive... » La capacité de veille du NCT collecte un flux continu de données transmis au central navigation pour :

- informer le chef de quart par vidéo diurne / nocturne et imagerie radar de la situation surface en continu sur 360° ;
- alimenter le moteur d'inférence d'assistance à la décision (*decision-making aids*) qui interprète les signaux faibles au regard des risques potentiels.

Les performances intégrées des senseurs optroniques²⁵ et acoustiques omnidirectionnels du système de veille, supérieures à celles de veilleurs en passerelle, diminuent les risques et facilitent la tâche du chef de quart.

Une sécurité optimale n'empêche pas une collision fatale ou un échouement. L'erreur est humaine. La perte totale du NCT n'est pas « corps et biens », seulement « biens ». La question de la sauvegarde de la vie humaine en mer ne se pose pas pour le personnel. Le risque de l'homme à la mer qui obsède tout navigateur, disparaît. Solidarité maritime et Convention des Nations unies sur le droit de la mer²⁶ obligent les navires croisant à proximité d'un accident, à porter secours.

24. Cette estime est recalée en vue des côtes par un point manuel à trois relèvements sur image optique et/ou radar des amers remarquables du littoral. L'authentification des amers est validée par le chef de quart, non par l'IA.

25. Imagerie optique, infra-rouge et électromagnétique.

26. Article 98 - Obligation de prêter assistance.



L'assistance réciproque commande aux navires de veiller les fréquences de détresse. À la demande du navire en difficulté ou à celle du *Maritime Rescue Coordination Centre* (MRCC) de la zone SAR, le NCT se déroute. Le chef de quart dispose au central navigation d'un pupitre SMDSM et à bord du NCT, d'une drome de sauvetage²⁷ éjectable, sur le modèle d'une chaîne SAR aéroportée. Cette procédure s'applique à un groupe d'immigrants sur une embarcation de fortune qui se placerait volontairement en situation de détresse à la vue d'un NCT.

Le NCT ne peut pas être le vecteur d'une pandémie. La quarantaine n'est pas nécessaire. En cas de cargaison contaminée, les opérations de désinfection et de désinsectisation sont entreprises sans risque rémanent pour des navigateurs.

Une organisation à haute sûreté (HSO)

L'époque est à la résurgence de la piraterie, à la métastase du terrorisme sur mer et à l'émergence de la criminalité numérique. Ces fléaux sont une préoccupation majeure de la communauté maritime. Sept principes propres à la HSO sont formalisés. Ils se plient aux exigences du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires (ISPS - *international ship and port facility security*). L'agent de sûreté du NCT (SSO - *ship security officer*) est le chef de quart.

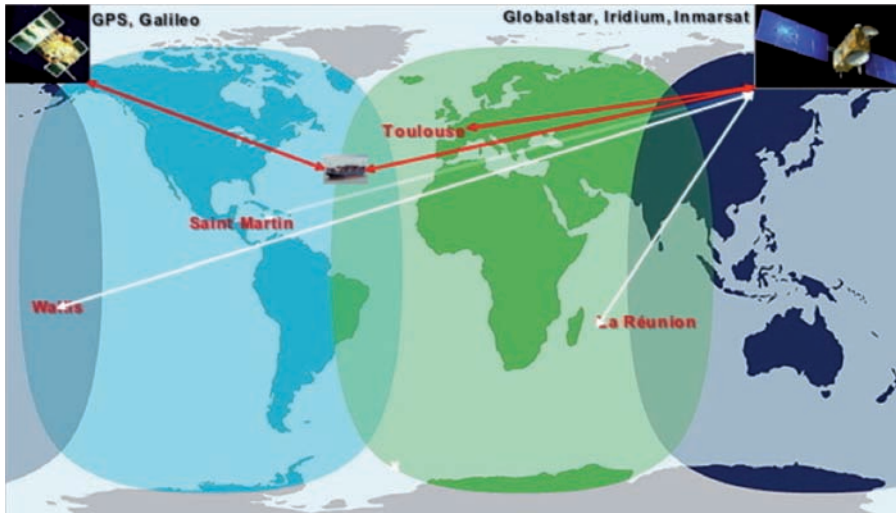
La prise d'otages est le facteur le plus stimulant des agressions de navires. Le chantage à la rançon ou au diktat politique n'a plus lieu d'être avec le NCT : son personnel est à l'abri à terre. Le risque de mutinerie s'évapore également²⁸. Ni le système embarqué d'alerte discrète (SSAS - *ship security alert system*), ni les milices privées ne sont nécessaires. La prise de contrôle du navire est rendue difficile. La sécurisation de l'OT de conduite du navire élève des barrières successives pour prévenir les intrusions. Les œuvres vives sont conçues pour empêcher une neutralisation du système de propulsion et de gouverne. Si tant est qu'une ingérence survienne, elle est détectée en temps réel. Une intervention musclée de forces de police maritime n'est pas handicapée par un bouclier d'innocents derrière lesquels les assaillants se mettraient à l'abri. Le NCT n'a pas besoin d'autoprotection. Il porte en lui-même sa propre autodissuasion.

La question du passager clandestin se pose, bien qu'il ne soit pas une menace. Sur un navire dénué d'espace vie, il est certes difficile de se dissimuler avant l'appareillage sur un pont surveillé par l'optronique jusqu'au départ de l'équipe de lamanage et du pilote. Néanmoins, ce cas est pris en considération avec une armoire de secours accessible contenant des denrées de première nécessité et une réserve d'eau douce.

27. Qui, en première approche, serait placée sur un rail de mise à l'eau en poupe du navire.

28. Bien entendu, le droit de grève s'exerce dans les conditions de la loi du pays où se situe le central navigation (voir encart « Droit et NCT »). Il inclut obligatoirement un service minimum.

La cybersécurité *fail secure* répond aux directives sur la gestion des cyber-risques maritimes de l'OMI, aux recommandations du « cadre pour l'amélioration de la cybersécurité dans les infrastructures critiques » du NIST et aux « lignes directrices de cybersécurité à bord des navires (version 3) » dressées par la communauté maritime à l'initiative du *Baltic and International Maritime Council* (BIMCO). Les télécommunications sont sensibles aux interceptions actives ou passives et au brouillage. Les liaisons terre-navire du réseau intranet de contrôle et de conduite du NCT sont durcies pour résister aux agressions sans ralentir le débit des transmissions.



Répartition mondiale de centraux navigation pour une conduite de navire 24/24.

La principale avancée de l'analyse de risques porte sur l'environnement intolérant à l'indiscrétion (*indiscretion-intolerant system*) de la chaîne de responsabilités. Un profil cadre de NCT (*SCMV cybersecurity framework profile*) est défini qui garantit sa robustesse sans pénaliser la productivité. À titre d'exemple, l'interconnexion des points de contrôle des navires²⁹, avec les chantiers navals ou intégrateurs d'équipements complexes via l'internet des objets (IoT - *internet of things*), est impossible sur un NCT. Cette fonction est confiée à un *edge computing* inséré dans l'intranet. Le central *back-up* reçoit et filtre les données, les transmet via un « sas » de transfert vers l'internet, isolé par des « cloisons étanches » de l'intranet. Les mises à jour des bases de données ECDIS et du LCS (plans de chargement) passent par le même canal sécurisé du central *back-up* après être filtrées. L'innocuité des paquets d'octets reçus est vérifiée avant d'être injectés dans l'OT de conduite.

Dans les centraux navigation, les ordinateurs des systèmes d'information connectés à l'internet, sont isolés de l'intranet. Ils affichent les corrections proposées, issues des données extraites des points de contrôle, et les fichiers météo-

29. Initiée aux Ateliers et chantiers du Havre pour la série des Wind dès 1986.



rologiques et échangent les communications opérationnelles et commerciales avec le siège de l'armement et les agents portuaires.

La technologie logicielle de l'OT de conduite est calquée sur celle d'un vaisseau spatial inhabité. Les conclusions de l'analyse de risques déterminent les spécifications de protection du traitement informatique et des transmissions terre navire. Les déterminants discrets du *fail secure* se déclinent sur une check-list de mesures de sens commun³⁰ complétées de dispositions spécifiques. Celles-ci sont, en partie, héritées de sources protégées. Des retours d'expérience³¹ et des jeux de scénarios à entrées multiples simulent les menaces et leurs contre-mesures. Compte tenu de la capacité inventive des cent milliards de neurones de sept milliards d'humains, le NCT ne se protège que des atteintes probables à la sûreté. Reste en conséquence à faire preuve d'initiative face à des incidents stochastiques et... à assurer le navire en cas de conséquences dramatiques.

La sûreté portuaire du NCT relève de dispositions comparables à celles des navires à équipage, allers et venues de navigants en moins. La police d'accès à bord d'intervenants extérieurs (pilote, lamaneurs, autorités policière, douanière et sanitaire, administration portuaire, entreprises de manutention, de maintenance et de *bunkering*...) est organisée par l'agent de la compagnie responsable de la sécurité et de la sûreté du navire au port. L'optronique est conçue de manière à assurer une capacité de surveillance jour et nuit des superstructures du navire et rend compte tant à l'agent local de la compagnie, qu'au central *back-up*.

Les trois centraux navigation, d'où est conduite une flotte de NCT, sont des infrastructures critiques à protéger d'une intrusion. En cas d'échec toujours possible, l'IDS (*intrusion detection system*) coupe immédiatement les communications opérationnelles du central navigation et bascule la conduite sur le central *back-up*, rempart de sauvegarde qui prend alors le contrôle des NCT concernés. Celui-ci héberge l'agent de sûreté de la compagnie (CSO - *company security officer*) du code ISPS, également personne désignée à terre chargée de veiller à l'application du système de gestion de la sécurité du code ISM.

À chaque relève de quart, le central navigation prenant est authentifié par le NCT, avec le concours du central navigation quittant. Le transfert de responsabilité repose sur un protocole juridique et technique sécurisé qui utilise notamment la reconnaissance faciale.

Vers une plus grande productivité du shipping

Le différentiel économique du NCT³² s'établit sur le coût de possession pendant sa durée de vie, comprenant les coûts d'investissement (*capital expenditure capex*) et de fonctionnement (*operational expenditure opex*). La

30. Exemple de sens commun, les protocoles de communication en couches supérieures de l'OT de conduite obéissent à des « normes » propres ni publiques ni publiées.

31. Telle l'interception d'un drone RQ-170 Sentinel, le 4 décembre 2011 par les Pasdarans.

32. La Jaune et la Rouge n°644 d'avril 2009 « Travailleurs de la mer au XXI^e siècle » :

http://www.ifmer.org/assets/documents/files/lu_presse/9998JRDUjardin42009.PDF

jaugage exprimée en tonneau de jauge brute (tjb³³) détermine la charge marchande pour chaque catégorie de fret. La productibilité commerciale n'est pas en jeu. Les NCT remplacent des navires à équipage sur des créneaux identifiés du transport maritime, en premier lieu, les navires de ligne (conteneurisés ou non) et les vraquiers, sans modifier la nature de l'offre commerciale à la différence de la rupture que le conteneur avait occasionnée.

La charge marchande ou capacité commerciale d'un NCT – sans espaces vie et travail, ni salle de machine – est supérieure à celle d'un navire à équipage de même jauge brute. Cette supériorité décroît en valeur relative avec le tonnage. Le tableau ci-dessous donne le différentiel de charge pour trois tailles de porte-conteneurs. Les conteneurs du service énergie occupent des *slots* aménagés, situés dans les tranches avant et arrière du NCT, les conteneurs soutes, moins mobiles en cale, séparés des conteneurs électrogènes en pontée, par un conteneur extincteur (neige carbonique).

Navires d'égale jauge brute	Porte-conteneurs	Navire à équipage	Navire conduit de terre	Δ en %
<i>Feedermax</i>	2 500 EVP	30 000 tjb	25 000 tjb	120 %
<i>Post-panamax</i>	6 000 EVP	60 000 tjb	52 000 tjb	115 %
<i>Ultra large container vessel</i>	20 000 EVP	190 000 tjb	164 000 tjb	110 %

Le coût d'investissement (capex)

Le capex d'un NCT se compare à celui d'un navire à équipage d'égale jauge brute. Si le NCT fait l'économie des espaces vie et travail et de la salle machine, des coûts supplémentaires s'ajoutent : d'une part, les tantièmes des trois centraux navigation dont la durée de vie est supérieure à celle du NCT (ligne passerelle du tableau ci-dessous) ; d'autre part, les surcoûts, de l'OT de conduite, des émetteurs-récepteurs terre navire, de la mâturation complexe et des redondances, excepté pour le bloc énergie. En l'état actuel de la technologie, pour une construction à l'unité, le capex du NCT serait supérieur de 5 à 10 % à celui d'un navire à équipage de même taille (50 000 tjb dans le tableau ci-dessous), offrant une charge marchande plus élevée de 15 %. Pour une série de 30 unités, il est inférieur de 7 à 10 % en raison des plus longues séries d'équipements redondants, par application des lois de Wright / Crawford³⁴. La conjecture de Moore sur la déflation historique des TIC n'est pas considérée. L'investissement

33. Plus expressif que l'unité internationale innommée UMS (Universal Measurement System).

34. Les lois d'apprentissage constatent que la répétition des mêmes tâches conduit à les exécuter en moins de temps. Hypothèse de Wright : le nombre d'heures de travail nécessaire par unité de production décroît d'un pourcentage constant à chaque doublement de la production. S'il est de 15 %, le ratio d'apprentissage est de 85 %, taux retenu par la National Aeronautics and Space Agency pour la construction navale. Voir le calculateur en ligne à : http://le-mont-saint-michel.be/Century_Flyer/Century_Flyer.html



logiciel pour la première unité vaut pour la série. Son capex, exclu de l'équation, est pris en compte avec son MCO dans les opex.

	Navire à équipage	Navire conduit de terre	Δ à l'unité	Δ en série
Navires d'égale jauge brute				
Double coque	Oui	Oui	1	1
Option 1 Ligne d'arbre	Une	Deux	2	1,7
Gouvernail	Un	Deux	2	1,7
Option 2 Pod	Deux	Deux	1,1	1,1
Énergie crête disponible: 37 MW	2 groupes électrogènes, 1 groupe propulsion	8 à 16 groupes électrogènes	0,8 à 1,2	0,6 à 0,9
Mât radar/optronique	Une	Deux	2,5	2,1
Assistance à la conduite	Deux	Trois	2,7	2,5
Passerelle	Intégrée à bord	¾ central navigation	0,5	0,4
Liaison terre navire	Occasionnelle	Permanente triplée	3	2,3
Espace vie	Oui	Non	0,1	0,1

Les coûts de fonctionnement (opex)

La méthodologie utilisée pour l'étude des opex part de la tonne/mille transportable par classe de navires et nature de charge. Seuls, les taux de fret et les chiffres d'affaires sont, en partie, connus. Les dépenses de personnels varient fortement avec leur nationalité et la gestion du *safe manning* par l'État du pavillon. Le coût de la soute est particulièrement volatil. L'analyse a été conduite par réduction itérative des incertitudes, avec des assumptions de probabilité à partir de données shipping collectées, de 2014 à 2018. Avec toutes les précautions d'usage, le tableau ci-dessous décompose les coûts de fonctionnement d'un NCT de 43 000 tjb (32 MW) et d'un porte-conteneurs à équipage de 50 000 tjb (37 MW), d'une même charge marchande de 5 000 EVP (équivalent vingt pieds) construits en séries de 30 unités :

Coûts annuels de navires d'égale charge marchande, relatif et proportionnels	Navire conduit de terre Navire à équipage	Navire conduit de terre	Navire à équipage
Personnel	1/3	11	33
Soute	9/10	43	45
Logiciel (amortissement et MCO)	4/1	1	0
Télécommunications	2/1	4	2
Cybersécurité	2/0	1	0
Maintien en condition opérationnelle (MCO)	12/10	16	14
Assurance et franchises	1/1	4	4
Frais portuaires	1/1	17	17
Frais divers et administratifs	1/1	3	3
Total	0,8/1	100 %	118 %

La contraction du personnel de conduite a pour corollaire de gonfler les frais externalisés d'entretien et de maintenance conditionnelle. Leur enveloppe physique ne comprend pas d'espaces vie et travail, mais s'accroît des équipements TIC supplémentaires de conduite embarquée et des redondances. La modélisation de la maintenance conditionnelle reste à corrélérer avec des références à venir. Si l'économie des échanges standard pour remise en condition des baies électroniques est connue, il n'en est pas de même de celle des conteneurs électrogènes, qui dépend du nombre et de la puissance des groupes. Le NCT a besoin de moins d'énergie qu'un navire à équipage pour une même capacité marchande. De ce fait, le coût de la soute est moindre et la gestion du *slow steaming* plus flexible.

Le coût par unité du logiciel de l'OT de conduite est calculé en divisant par la série (30) l'amortissement de l'investissement et son MCO. Le coût de possession du logiciel est évalué à 5,5 fois l'opex annuel d'un NCT. Le coût de la cybersécurité est surestimé pour assumer l'éventuel choc d'une « attaque » privant l'armement de l'usage commercial de son navire, pendant deux mois sur sa durée de vie.

Les frais portuaires d'un NCT sont pour les droits de port, inférieurs à ceux d'un navire de même charge marchande, mais grevés de services complémentaires (vigiles, lamaneurs...).

Le personnel de conduite des centraux navigation est un facteur de contraction des dépenses, alors que simultanément, les exigences environnementales sont un facteur d'inflation du coût des soutes. Au 1^{er} janvier 2020, la teneur limite en soufre du diesel marin est réduite à 5‰ (fioul à très faible teneur en soufre) et à 1‰ (gazole bleu) dans les *emission control areas* (ECA). Le risque que les armateurs sacrifient certaines dépenses de personnel, est crédible (voir note 8). Le NCT apporte une réponse au transfert de charges sans sacrifier la sécurité. La productivité d'un NCT du scénario retenu ci-dessus est supérieure d'au moins 15 % à celle d'un navire à équipage. Cette supériorité diminue avec la taille du navire sans jamais s'annuler.



Un nouvel avenir pour l'industrie maritime nationale

La libre immatriculation des navires, « ce fruit inattendu de la décolonisation qualifié par les nostalgiques de registres de complaisance », a conduit au dépérissement des flottes nationales et à la conduite de navires confiée à des équipages multinationaux. Le NCT signera le recul de cette pratique. Le



pavillon français en tirera avantage. Avec la libre circulation en Union européenne et la mondialisation, de 4^e mondial en 1964, il se classe en 2018, au 30^e rang des 35 premiers pavillons avec 574 475 tjb. La flotte contrôlée par des intérêts français (29^e rang) est de 13 234 262 tjb. En pourcentage de pavillons étrangers, l'armement français se situe au 20^e rang³⁵. La flotte externalisée représente 22 fois la flotte sous pavillon tricolore. Combien d'emplois nationaux en moins du fait que 342 sur 435 navires de la flotte contrôlée sont immatriculés à l'étranger ? Au moins trois mille. Si la flotte française se « repavillonnait » sous forme de NCT, mille emplois maritimes qualifiés seraient récupérés. L'attractivité du pavillon français s'enrichirait de la capacité du pays à disposer autour du monde des ressources territoriales et techniques pour y établir les centraux navigation des armements (voir note 5).

Le gisement d'emplois fait appel à des chefs de quart et capitaines qualifiés « officier polyvalent », comme sur les navires à grande vitesse. La fonction « machine » est exercée du central navigation. L'École nationale supérieure maritime a la capacité de répondre aux besoins spécifiques en compétences. L'expérience à acquérir dépend aussi bien d'un temps de navigation à la mer que d'un temps de conduite d'un NCT dans un central navigation. La conduite de terre initiera un cercle vertueux qui redonnera au pavillon français l'attractivité d'un modèle associant sécurité et compétitivité.

Tout accroissement substantiel de la flotte aura des effets d'entraînement dans d'autres secteurs, assurance, courtage, classification, banque... et, l'espoir est permis, dans celui de la construction navale, chantiers et équipementiers. Faut-il encore qu'un site portuaire soit en mesure d'accueillir un chantier naval pour construire des navires marchands en série sur terre-plein. L'étude NCT a établi le cahier des charges de cette industrie capable de créer deux milliers d'emplois directs. Il semble illusoire de vouloir viser une ingénierie navale française de deux cents ingénieurs et techniciens qualifiés, chargée d'exporter un savoir-faire non démontré. La clientèle ne suivrait pas.

L'accident de navigation qu'il soit causé par l'erreur ou la préméditation, relèvera toujours du facteur humain. Tendre vers l'inaccessible risque zéro est l'objectif. Les check-lists des plans de voyage³⁶ types du NCT une fois établies, les travaux portent sur l'analyse du système d'exploitation (*operating system*) propriétaire nécessaire au système de conduite (OT - *operational technology*) d'un NCT qualifié zero trust. Les spécifications fixent des procédures aussi robustes que possible.

L'actualisation des conventions de l'OMI, en vue d'insérer le navire de commerce sans équipage dans la circulation maritime, a été lancée en juin 2018

35. *Review of Maritime Transport 2019 (Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement).*

36. *Convention Safety of Life at Sea : SOLAS V règle 34 « sécurité de la navigation et prévention des situations dangereuses. »*

par le Comité de sécurité maritime pour aboutir en avril 2020³⁷. Il s'agit d'adapter le « certificat de personnel minimal de sécurité » (*minimum safe Manning certificate*) délivré par l'État du pavillon au « navire téléguidé sans marins à bord » (*remotely controlled ship without seafarers on board*³⁸), autrement dit au NCT / SCMV.

Le NCT reste à ce jour un navire du futur. Le 3 décembre 2018, le ferry *Falco*, équipé d'une technologie *Rolls-Royce ship intelligence*, effectue un aller entre Parainen et Nauvo (Finlande) en mode autonome et un retour en mode NCT. Le groupe d'ingénierie britannique prévoit que l'autoguidage des navires sera mûre d'ici 2025. Le consortium Dutch Joint Industry Project Autonomous Shipping dont le Bureau Veritas est membre, engage une première expérimentation de conduite autonome sur le *SeaZip 3* les 19 et 20 mars 2019. Début décembre 2018, la Chine inaugure le site d'essai de 225 milles marins carrés de Wanshan,



Central-navigation avec vidéo panoramique Rolls Royce.

37. Réunion retardée en raison de la pandémie covid19.

38. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MSC-99-MASS-scoping.aspx>



réservé aux navires sans pilote autour de l'île de Xiao Wanshan et le 15 décembre 2019, le *Jin Dou Yun O Hao*, premier cargo autonome chinois transportant « un » EVP, achève un premier voyage entre Zhuhai et Hong-Kong. IBM annonce que pour le 400^e anniversaire de la traversée des Pères pèlerins, le *Mayflower Autonomous Ship* appareillera sans migrant à bord de Plymouth (UK) pour Plymouth (USA), en septembre 2020. Début 2019, le gouvernement japonais apporte son soutien au projet de navire autonome du zaibatsu Mitsui dont l'objectif est un NCT opérationnel en 2025. Le chantier naval norvégien Vard lance en début d'année un porte-conteneurs autonome électrique (sur batterie) d'une centaine d'EVP pour Yara Birkeland, subventionné à 53 % par le gouvernement norvégien.

Face à cette effervescence mondiale, l'éveil de la communauté maritime française à cette avancée technologique est à saluer. Sera-t-il suffisant pour faire naître chez le législateur, un droit adapté (encart 2) et chez l'État stratège, l'ambition d'une politique de flotte de commerce et de construction navale basée sur la rupture du NCT, attendue en ce premier tiers du XXI^e siècle ?

Droit et NCT³⁹

L'article L5522-2 du code des transports précise que : « Tout navire doit avoir à bord un effectif de marins suffisant en nombre et en niveau de qualification professionnelle pour garantir la sécurité du navire... »

Le droit de grève ne peut s'exercer qu'au port. Une action collective de cessation d'activité en mer est requalifiée par l'article L5531-6 du code des transports d'insubordination. Elle est lourdement sanctionnée, jusqu'à vingt ans de réclusion criminelle. Ces dispositions sont propres à la navigation maritime pour des raisons évidentes de sécurité.

Le NCT ne peut pas naviguer sous pavillon français sans un aménagement préalable substantiel de la législation. Bien que l'article L5000-1 stipule : « Est considérée comme maritime pour l'application du présent code la navigation de surface ou sous-marine pratiquée en mer... », l'industrie parapétrolière française et Ifremer conçoivent et arment des sous-marins autonomes civils de travail maritime sans problème dès lors qu'il n'existe pas de registre pour ces navires. Une approche juridique qui consiste à ne pas enregistrer les NCT n'est pas recevable pour le transport maritime international. Les règles de l'OMI exigent que tout navire soit inscrit sur un registre public, caractérisant le port d'attache et le pavillon, et identifié par une immatriculation internationale immuable pendant toute sa durée de vie.

La sécurité du NCT impose que les conducteurs de navire d'un central navigation ne puissent faire grève tant que le ou les navires qu'ils conduisent, n'ont pas terminé leur voyage. Un encadrement du droit de grève par un service minimum est à mettre en place.

39. Voir également : « Innovation technologique et droit maritime : le navire sans équipage » par Amélie Alonzo – La Revue maritime n°516 – mars 2020.