

**HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN**

**FACULTÉ DES SCIENCES**

**Comment la pandémie de COVID-19 a  
accélééré la transformation numérique des  
navires et modifié la perception des besoins  
en internet.**

Tanguy Buchner

Mémoire présenté pour l'obtention  
du titre de  
Master en Sciences Nautiques

Promoteur: Ludwina Van Son

année académique: 2020 – 2021

## Avant-propos

Maintenant que le temps approche pour moi d'embarquer, je me suis demandé comment je vais supporter de longs embarquements sans avoir le même accès facile à mes contacts et à mes divertissements et quel effet l'internet ou son manque allait avoir sur la vie a bord. J'avais envie de savoir entre autres si l'internet rapide à bord était pour demain et si une grande partie des connaissances que j'accumule actuellement ne risquent pas de devenir inutiles si l'automatisation des navires s'accélère. Ces nombreuses interrogations ont été un moteur pour ces recherches et le Covid-19 m'en a laissé le temps.

Je remercie Ludwina Van Son de son aide bienveillante.

Je tiens aussi à remercier aussi toutes les personnes qui m'ont soutenu durant ces études et en particulier l'officier Vincent Boël, Capitaine Albrecht Buchner et Sonia Romano.

## RESUME

Ce mémoire étudie l'impact de la crise du COVID-19 sur l'évolution de la digitalisation des navires en général et porte une attention particulière au changement apporté dans l'importance d'offrir un accès internet satisfaisant à bord. A partir de toutes les sources d'information récentes disponibles, il analyse l'évolution des motivations qui poussent à la transformation numérique des navires et les tendances qui en ressortent. Les conclusions de cette étude sont que la Pandémie a globalement accéléré la transformation numérique des navires, en forçant la mise en place de nouvelles pratiques. Elle met en évidence l'utilité des technologies numériques pour la résilience de l'industrie maritime face à la crise. La tendance va vers une intégration croissante du navire dans une chaîne logistique transparente où l'analyse et le partage des données du navire prédominent. L'empathie pour les marins qui ont été très touchés par les conséquences de la Pandémie s'est traduite globalement par un soutien des Compagnies au bien être des marins dont l'accès internet fait partie. Globalement, La pandémie accélère la transition numérique des navires et initie un changement dans les mentalités.

## ABSTRACT

This thesis studies the impact of the COVID-19 crisis on the evolution of the digitalization of ships, and on the change of mindset in regards to the importance of providing satisfactory internet access on board. All the recent information sources available were used to understand the change in motivations behind the digital transformation of ships and the resulting trends. This study shows that the Pandemic has globally accelerated the digital transformation of ships, forcing the implementation of new practices. It also highlighted the usefulness of digital technologies to face the crisis in the maritime industry. The trend shows an increasing integration of the ship in a transparent logistics chain, where the analysis and the sharing of data of the ship is predominant. The empathy for the seafarers, who have been greatly affected by the consequences of the Pandemic, has been met by the support of Companies for the welfare of seafarers, of which internet access is a part. It concludes that globally, the pandemic has accelerated the digital transition of ships and initiated a change in mentality.

# TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos .....	I
RESUME .....	II
ABSTRACT .....	III
LISTE DES FIGURES .....	VII
LISTE DES TABLEAUX .....	IX
LISTE EXPLICATIVE .....	X
INTRODUCTION .....	1
1 LA CONNEXION INTERNET MARITIME .....	2
1.1 Contexte historique .....	2
1.2 Fonctionnement de l'internet à terre .....	3
1.2.1 Le réseau câblé .....	3
1.2.2 Le réseau cellulaire .....	5
1.3 La connexion internet en mer .....	6
1.3.1 A proximité des côtes .....	6
1.3.2 En mer : l'internet par satellite .....	7
1.4 Principaux acteurs des offres actuelles pour les navires .....	15
1.4.1 De l'exploitant à l'opérateur virtuel de réseau satellite .....	15
1.4.2 Les principaux exploitants de réseaux satellites .....	15
1.4.3 Les principaux fournisseurs du VSAT maritime .....	20
1.5 Les tendances pour le futur .....	22

1.6	Besoins courants en internet .....	25
2	DIGITALISATION A BORD ET IMPACT DU COVID.....	29
2.1	Formation des marins.....	29
2.2	Télémédecine .....	32
2.3	Audit à distance et certifications.....	34
2.4	Audit à distance dans le cas des litiges .....	38
2.5	Communications internet entre la Compagnie et l'équipage.....	39
2.6	E-connaissance et blockchain.....	40
2.7	Maintenance et assistance à distance .....	42
2.8	Pour la navigation .....	46
2.9	IoT et gestion de la flotte .....	48
2.10	Entre optimisation de la flotte et big data .....	53
2.11	La croisière, un cas à part.....	56
3	L'INTERNET POUR LES MARINS, CE QU'A CHANGÉ LA PANDÉMIE DE COVID-19 .....	59
3.1	Comment les marins utilisent-ils l'internet ? .....	59
3.1.1	Ce que peuvent faire les marins avec l'internet.....	59
3.1.2	La façon dont les marins se connectent.....	60
3.1.3	L'importance de l'internet pour les marins .....	61
3.1.4	Une image du quotidien à bord avant la pandémie de COVID-19.....	62
3.1.5	Témoignages récents d'officiers à bord de navires marchands en 2021 .....	64
3.1.6	Les problèmes liés à la connectivité des marins.....	65
3.2	Ce que la pandémie de Covid-19 a changé dans la perception de l'utilité de l'internet pour les marins.....	68
3.2.1	L'Internet et les marins, évolution récente et effet de la pandémie de Covid-19.	68
3.2.2	Regard des armateurs et de l'industrie maritime sur l'internet pour les marins, évolution récente et effet du Covid .....	73

3.2.3	Conclusion.....	76
4	LES EFFETS DE LA CRISE DU COVID-19 SUR LE MARCHÉ DE L'INTERNET ET LES TENDANCES QUI EN RESSORTENT.....	77
4.1	La consommation en général .....	77
4.2	Effet du <i>layup</i> et de la baisse de revenu dans certains secteurs .....	78
5	LES CHANGEMENTS DANS LA PERCEPTION DE L'UTILITÉ DE LA CONNECTIVITÉ, LES INVESTISSEMENTS FUTURS ET LES TENDANCES.....	81
5.1	Tendances avant la crise du Covid-19 .....	81
5.2	Tendances au début de la crise du Covid-19 .....	84
5.3	Confirmation d'une digitalisation accrue pendant la pandémie .....	86
5.4	Digitalisation, un moyen pour la décarbonisation .....	89
5.5	Une vue globale dans un monde global : Avis de Futurenautics dans la façon d'aborder la digitalisation comme un renouveau .....	91
	CONCLUSION .....	93
	BIBLIOGRAPHIE .....	94
	ANNEXES .....	109

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 Réseau des câbles sous-marins en avril 2021 .....	4
Figure 2 Fréquences utilisées pour les communications satellite.....	6
Figure 3 Fréquences utilisées pour les communications satellite.....	9
Figure 4 Architecture d'un système de communication par satellite .....	14
Figure 5 Feuille de route des lancements satellites d'Inmarsat .....	16
Figure 6 Réseau Iridium LEO .....	17
Figure 7 Réseau satellite de la compagnie SES composé de satellites GEO et MEO.....	18
Figure 8 Réseau et couverture d'Eutelsat.....	19
Figure 9 Parts de marché dans le VSAT maritime basées sur le revenu de 2019. ....	20
Figure 10 Offres commerciales de Marlink proposant l'accès à différents réseaux satellites .....	21
Figure 11 Infrastructure terrestre de Global Eagle utilisant différents réseaux satellites....	21
Figure 12 Exemple d'architecture hybride d'un réseau de communication maritime à large bande.....	24
Figure 13 Audit effectué par RINA à l'aide d'un drone pour une certification intermédiaire .....	37
Figure 14 Principe de la condition-based maintenance .....	46
Figure 15 Présentation du Furuno Envision AR.....	48
Figure 16 Schéma du système de gestion de la flotte dans Fleet Connect .....	50
Figure 17 L'échange de données dans le JIT port of call .....	52
Figure 18 Solution de rentabilisation des voyages par la plateforme de VesselBot.....	56
Figure 19 Océan Médaille de Princess Cruise qui permet aux passagers d'accéder à différentes fonctions sans contact et d'être localisés .....	58
Figure 20 Questionnaire auprès des marins au sujet des services les plus importants qu'une Compagnie peut offrir. ....	61
Figure 21 La réalité virtuelle permettant l'apport d'informations utiles dans le champ visuel.....	82

Figure 22	Résultat d'une étude de TSW sur l'importance ressentie de certains thèmes majeurs au sein de la marine marchande. ....	88
Figure 23	Infographie du projet Ecoprodiggi montrant l'intérêt de la surveillance des performances du navire grâce à la digitalisation .....	90
Figure 24	Infographie du projet Ecoprodiggi montrant l'intérêt des technologies digitales pour améliorer le processus de chargement.....	91

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Quantité approximative de méga octets nécessaires à l'utilisation de différents médias.....	25
Tableau 2 Besoins estimés en Mbps en fonction des usages en 2020.....	26
Tableau 3 Réponse des officiers au questionnaire.....	64
Tableau 4 Questionnaire demandant de quantifier l'impact de différentes propositions sur la vie sociale à bord.....	66
Tableau 5 Evolution du « Happiness Index » et des autres indices en relation avec la connectivité.....	68
Tableau 6 Pourcentage de Fréquence des communications des marins avec la famille au cours des sept derniers jours.....	71
Tableau 7 Questionnaire auprès des marins sur la restriction de l'utilisation de l'internet par les Compagnies.....	73
Tableau 8 Questionnaire auprès de 18 compagnies sur leurs inquiétudes concernant la mise à disposition d'un accès internet libre aux marins.....	74
Tableau 9 Pourcentage de Compagnies qui ont mis des employés en chômage temporaire en janvier 2021 d'après l'association des armateurs norvégiens.....	79
Tableau 10 Les besoins en compétences dans les compagnies dans les dix années à venir d'après la Norwegian Shipowners' Association. ....	87

## LISTE EXPLICATIVE

Big data : Données informatiques provenant de diverses sources ; elles sont volumineuses, nombreuses et lourdes et nécessitent des capacités informatiques, plus grandes pour être analysées que les données classiques. Elles sont utilisées pour chercher des tendances, et des associations difficiles à retrouver dans l'analyse de données habituelles.

Carte SIM : c'est une carte électronique vendue par l'opérateur de téléphonie mobile pour permettre à l'abonné de se connecter au réseau.

Connaissance : Bill of Lading en anglais, document de transport maritime attestant le contrat de transport, le reçu des marchandises et la propriété des marchandises. Il permet d'obtenir la livraison des marchandises en fin de transport.

Gateway : dispositif qui permet de relier des réseaux différents. Dans le cas des connexions satellites, il fait un lien entre le réseau satellite et l'internet terrestre.

GSM, Global System for Mobile communication, est un standard de communication pour le réseau cellulaire deuxième génération, 2G.

HTS, VHTS : satellites de haute et très haute capacité.

IoT : l'internet of things est la connexion des machines à l'internet par laquelle elles peuvent transmettre des informations ou recevoir des commandes.

IP : Protocol Internet ; une adresse IP est un identifiant d'un périphérique qui permet l'acheminement des données vers le bon destinataire.

IUT : l'International Telecommunication Union est l'organisme responsable de la télécommunication des Nations Unies qui, entre autres, autorise les normes de communication internationales.

JIT (Just in Time) : Stratégie de gestion de la chaîne logistique qui consiste à livrer la marchandise au moment requis pour éviter l'entreposer.

Lay-up d'un navire : sortie temporaire du circuit commercial généralement par manque de cargo ou lorsque le prix du fret n'est pas intéressant pour l'armateur.

LEOS : les Low earth Orbital Satellite sont les satellites qui évoluent sur une orbite basse, généralement moins de 2000 km d'altitude. Cela permet de réduire la latence des transmissions ainsi que d'avoir des grandes bandes de fréquence mais le satellite n'est vu que très peu de temps par l'observateur terrestre.

LES : la Land Earth Station est une station à un endroit fixe sur la terre qui permet la liaison entre le réseau satellite et le réseau mobile.

LTE : est un standard de télécommunication cellulaire développé par le 3GPP ; il comprend une partie de la 4G et la 5G.

Mbps : Méga bytes par seconde, unité de mesure du débit de data.

Mo : Méga octets, unité de la quantité de data transportée

Go : un Giga octets est équivalent à 1000 Mo et mesure la quantité de data transportée.

M2M : Machine to Machine est un des protocoles réseau utilisés pour la transmission des données dans l'IOT.

NCS : les Network Coordination Stations dans le réseau Inmarsat sont des stations terrestres permettant le contrôle du réseau.

NOC : les Network Operations Center dans le réseau Inmarsat sont des installations terrestres responsables de la performance du réseau.

Phased array : Antennes actives commandées électroniquement pour ajuster le signal.

Port of Call : Arrêt rapide d'un navire dans un port au cours de son voyage pour charger et décharger. Ce port n'est pas sa destination finale.

Port state control : inspection des navires étrangers afin de vérifier qu'ils respectent bien les règles internationales.

Roaming : en téléphonie mobile, c'est la transmission de l'appel par un autre opérateur que celui auquel est lié l'abonnement ; cela concerne habituellement la possibilité de téléphoner de l'étranger.

SSB : Single Side Band ou BLU bande latérale unique. C'est un mode de transmission où l'information n'est contenue que dans une partie de la bande de fréquence

VDR : le Voyage Data Recorder est l'équivalent pour la marine de la boîte noire de l'aviation. C'est un système d'enregistrement des données obligatoires pour les navires SOLAS de plus de 3000 t ou passagers qui a pour but de faciliter les enquêtes après des incidents.

Vetting : Inspection d'un navire dans le but d'être accepté par une compagnie pour effectuer une mission

VOIP : le Voice Over Internet Protocol permet de transmettre la voix par internet ce qui permet d'avoir des conversations. Il est souvent utilisé comme terme générique pour désigner le transport de voix sur internet bien qu'il existe d'autres techniques différentes.

VSAT : le Very Small Aperture Terminal est un émetteur récepteur satellite terrestre dont le diamètre est inférieur à 3,8m. Il est utilisé avec des satellites géostationnaires.

3GPP : 3rd Generation Partnership Project, est une coopération entre différents organismes pour définir des normes de communication pour les réseaux cellulaires, ce qui a permis l'apparition des réseaux mobiles 3ème génération puis 4eme génération appelés respectivement 3G et 4G.

## INTRODUCTION

La digitalisation des navires progresse régulièrement ces dernières années bien que l'industrie maritime soit généralement considérée comme en retard dans ce domaine par rapport à d'autres secteurs industriels. Dernièrement, l'amélioration de la capacité des satellites et une baisse du prix des échanges de données ont poussé les propriétaires de navires vers la transformation digitale et leur ont donné un accès plus facile aux nouvelles technologies comme l'*internet of things*, les *big data*, les systèmes autonomes, les visioconférences. La transformation digitale est un terme imprécis qui recouvre aussi bien l'installation d'une connexion internet pour la communication à bord que l'équipement d'un *smart ship*. L'évolution ne se fait pas au même rythme pour tous et la digitalisation a besoin de prouver son bénéfice pour convaincre les plus réticents. Le monde maritime, habitué à une évolution cyclique émaillée de crises a dû faire face à un séisme inhabituel avec la crise du Covid-19. Il a dû montrer sa résilience et sa capacité à se réinventer dans les secteurs particulièrement touchés comme la croisière. Cette pandémie a obligé le secteur maritime à développer des solutions d'urgence pour continuer à fonctionner, donnant entre autres une place nouvelle aux solutions digitales de communication. L'objet de ce mémoire est de déterminer l'impact que cette pandémie a pu avoir sur le niveau de digitalisation des navires, comment il a changé les habitudes et les perceptions de l'utilité des techniques numériques, et si certaines tendances se dégagent pour le futur. Une attention particulière est portée à l'effet de la pandémie sur la perception de l'importance de l'accès à l'internet et aux communications à bord. Pour cela nous nous sommes basés sur l'étude de rapports récents, d'articles de revues spécialisées, de webinar et de vidéoconférences et de quelques études universitaires. Nous avons aussi interrogé quelques marins et intervenants de l'industrie maritime afin d'illustrer nos propos.

Nous avons tout d'abord étudié les possibilités de connexion des navires, puis les changements apportés par la pandémie sur certains thèmes spécifiques. Ensuite, nous avons essayé de dégager l'influence de la pandémie sur le niveau de digitalisation à partir de différents points de vue : celui des marins, celui du marché de l'internet et celui des Compagnies.

# 1 LA CONNEXION INTERNET MARITIME

## 1.1 Contexte historique

### Les communications radio longues distance, moteur de la croissance

Le développement des possibilités de communications internationales a été un facteur indispensable de croissance de la marine marchande. Le premier câble sous marin transatlantique réellement utilisable date de 1865 ; trente ans plus tard, un réseau câblé sous marin reliait les grandes villes. D'après Stopford ce réseau de communication câblé a transformé la marine marchande, autorisant pour la première fois à planifier le transport. (Stopford, 2008, p. 27). À la même époque, fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, les premières communications radio longues distances sans télégraphe sans fil (TSF) sont expérimentées par Guglielmo Marconi. Les transmissions radio sont rapidement adoptées par la marine marchande. Le premier SOS ou plus exactement son équivalent CQD est envoyé en morse par radio en 1909 par un navire en détresse. Si, en 1912, le navire qui se trouvait à dix nautiques du Titanic avait été en veille radio, il aurait pu entendre son SOS et sauver de nombreuses vies.

### Les débuts du satellite et de l'internet

Le spectre des fréquences utilisées se diversifie avec les Hautes fréquences puis la VHF au moment de la deuxième guerre mondiale (Arlomaritime, 2015). Les communications maritimes ont suivi les progrès rapides des télécommunications. En 1957, un satellite russe est équipé d'un émetteur radio. L'internet fait ses débuts en 1983. Ces deux nouvelles technologies ont complètement changé les possibilités de communication en mer. En 1979 Inmarsat développe son premier réseau « ship to shore Satellite communication ». La mise en place par l'IMO en 1999 du Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) qui combine des communications terrestres, maritimes et satellites a été un pas très important. Les communications téléphoniques avec la terre qui au départ étaient transférées par radio BLU aux navires en mer ont progressivement été remplacées par les communications VoIP grâce aux satellites. Les fax puis les e-mails ont en grande partie remplacé les telex.

Dans les années 1980 l'Angleterre a commencé à utiliser dans ses ports l'Electronic Data Interchange (EDI) pour remplacer les formulaires papier de déclaration des douanes, permettant ainsi de fluidifier le trafic maritime. Dix ans plus tard, la digitalisation des *vetting of vessels* et les e-procurement ont commencé à être utilisés. Depuis les années 2000, les ports se digitalisent de plus en plus avec, par exemple, la mise en place pour les

ports européens d'un système de traçage et de prévention des navires basé sur la plateforme safetynet en relation avec la base de données Thetis utilisée dans le cadre des *ports state contrôle*. Certains ports comme Anvers, Rotterdam et Singapour sont des *smart ports* avec d'impressionnants systèmes de surveillance automatisés prenant en compte de multiples paramètres permettant une fluidification des flux et une meilleure gestion de la chaîne logistique (Port of Antwerp, 2021).

### Une augmentation rapide des besoins en capacité satellite

Cependant, la digitalisation est freinée par la quantité d'internet disponible à bord. Par exemple, en 2000, Fleet broad band d'Inmarsat, leur tout nouveau service, offrait 9Kbit (Inmarsat, 2021b). Les quantités disponibles ont rapidement augmenté, mais la réalité du quotidien de la plupart des navires montre que l'internet en haute mer est loin d'être comparable aux standards à terre. Lennart Bayer, Sector Development Manager à Inmarsat, dans une interview donnée pour ce mémoire estime qu'il y a un retard permanent de 5 ans entre les capacités de l'internet en mer et celles dont on dispose à terre. Il pense qu'un accès internet de qualité et de prix équivalent en mer et à terre est loin d'être envisageable dans le futur. L'internet en haute mer dépend exclusivement des satellites ; la capacité des satellites augmente, leur taille diminue, ils deviennent moins chers à produire, l'accès aux plateformes de lancement est plus facile et moins cher qu'avant, cependant il s'agit d'investissements énormes se chiffrant en milliards de dollars pour les satellites récents d'Inmarsat a ajouté Dana Jongsen, Business Development Manager à Inmarsat, dans la même interview.

## 1.2 Fonctionnement de l'internet à terre

Pour comprendre les possibilités de connexion des navires il est utile de comprendre comment se font habituellement les connexions à terre et en quoi elles diffèrent des possibilités en haute mer.

### 1.2.1 Le réseau câblé

L'internet à terre utilise des réseaux complètement câblés, que ce soit par fibre optique ou câble en cuivre, associés plus rarement, par endroit, à des connexions aériennes de courte portée en onde courte, le plus souvent wifi. Cet immense réseau interconnecté dont les

câbles sous-marins font partie, est le principal support de l'internet. Ils acheminent 98% du trafic internet. Il y en a plus de 448 sur plus de 1,3 millions de km et ces chiffres augmentent constamment. Les GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft) sont les principaux investisseurs actuellement pour les câbles. Ces câbles peuvent être complètement privés et ont une durée de vie moyenne de 25 ans. Les plus puissants devraient permettre prochainement de transférer plusieurs centaines de Tétra bits par seconde (Services Mobiles, 2020) (Charnay, 2018). Au total, une multitude d'opérateurs exploitent les différentes parties de ce gigantesque réseau dont ils sont parfois propriétaires. Chaque pays fixe les règles concernant la partie de son réseau mais dans le respect de celles de l'ITU (*International Telecommunication Union*). L'ITU est l'agence des Nations Unies responsable des technologies de l'information et de la communication. Créée en 1865 cette ancienne organisation intergouvernementale a accompagné toute l'évolution des télécommunications et elle a fourni un cadre commun à tous afin qu'ils puissent communiquer.

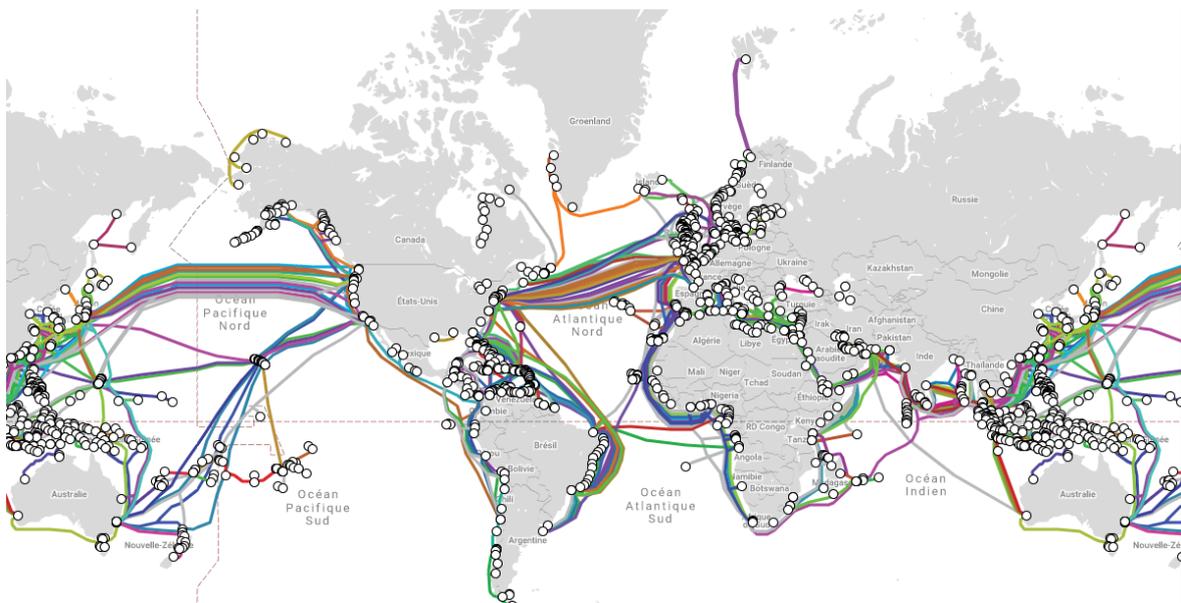


Figure 1 Réseau des câbles sous-marins en avril 2021

Source : Reproduit à partir de Submarine Cable Map de TeleGeography (TeleGeography, 2021)

## 1.2.2 Le réseau cellulaire

Le réseau téléphonique cellulaire est la principale alternative terrestre à ce type de réseau complètement câblé qui est généralement utilisé pour une connexion internet à partir d'un point fixe.

Le réseau cellulaire est composé de téléphones cellulaires qui sont des récepteurs-émetteurs. Ceux-ci communiquent par ondes radio avec des antennes terrestres qui sont elles-mêmes reliées physiquement à un central. Ce réseau a été développé dans les années 1990 avec notamment le système européen GSM de 2ème génération, appelé 2G. Cette architecture a été reprise avec la norme UMTS, 3G, définie par le 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Le 3GPP fondé en 1998 réunit les acteurs majeurs régionaux et nationaux afin d'élaborer et harmoniser les nouvelles normes de télécommunications mobiles avec une attention particulière à la compatibilité des standards nouveaux et anciens (3GPP, 2021). En 2008 est apparue la norme LTE communément appelée 4G. Le dernier standard est la 5G qui est en cours d'implantation dans plusieurs pays. Les standards appelés 3G, 4G et 5G regroupent en fait chacun plusieurs standards de communication traduisant l'évolution permanente de ces normes. Pour la 5G, un travail très novateur a été fait par les régulateurs dès le départ pour qu'elle puisse être exploitée non seulement par les réseaux terrestres mais aussi par les réseaux satellites, ce qui ouvre de nouvelles perspectives (Orange Hello Futur, 2019).

Cette évolution des différents formats de communication cellulaire cherche à offrir sur une antenne un accès à toujours plus d'utilisateurs et plus de débit par utilisateur. L'utilisation de ces différents réseaux cellulaires n'est possible que grâce à l'implantation de multiples antennes terrestres dont la portée ainsi que le nombre d'utilisateurs qu'elles peuvent prendre en charge sont limités. Une bonne couverture implique une grande concentration d'antennes dans les endroits très peuplés ainsi qu'un maillage suffisant des régions moins peuplées. Les communications entre l'antenne et le téléphone cellulaire se font par ondes radio sur des fréquences attribuées en fonction des normes des pays et des opérateurs. Excepté pour la 5G qui utilise en partie des ondes millimétriques, les fréquences du réseau cellulaire se situent généralement entre 400MHz et 3000MHz. La portée de la 5G est plus limitée et demande de ce fait plus d'antennes pour couvrir la même surface ainsi que plus d'énergie de la part des téléphones récepteurs, provoquant un usage accru des batteries.



Figure 2 Fréquences utilisées pour les communications satellite

Source :Reproduit à partir du site de 3rd Generation Partnership Project (3GPP, 2021)

### 1.3 La connexion internet en mer

Dans un monde idéal, le marin souhaiterait trouver à bord le même environnement numérique que celui auquel il a accès à terre. Cependant l'accès à l'internet en mer n'est pas uniquement lié à la bonne volonté de l'armateur mais il est soumis à des contraintes techniques différentes de celles rencontrées à terre.

#### 1.3.1 A proximité des côtes

Les marins, lorsqu'ils sont au port ou très près des côtes, essaient souvent de se connecter au réseau cellulaire local. Le roaming étant souvent à un prix exorbitant, l'achat d'une carte Sim locale est souvent une solution économique qui permet un accès internet satisfaisant d'autant plus que le téléphone en partage de connexion permet de connecter un ordinateur. Il existe de nombreuses cartes du type « Global Sim Card » permettant de garder un seul numéro et de ne pas avoir à courir acheter une carte Sim à chaque port. Cependant les tarifs restent chers et le nombre de gigabytes proposé par mois faible en comparaison de ce qui est proposé sur les différents réseaux nationaux.

Dans la marine marchande, les marins utilisent la plupart du temps la connexion installée sur le navire. La plupart des fournisseurs de service internet maritime offrent la possibilité d'avoir une connexion LTE près des côtes. L'interface de connexion choisit et propose la solution la plus économique en fonction de la situation et les opérateurs ont des accords pour l'utilisation des réseaux LTE locaux. Cette solution peut être choisie pour fournir toute la connexion internet nécessaire au fonctionnement du navire lorsqu'il est suffisamment près des côtes. Plusieurs fournisseurs proposent des solutions hybrides LTE et satellite : Inmarsat par exemple propose un service Fleet LTE en mer du nord et dans le golfe de Mexico ; un relai par satellite est aussitôt proposé quand le navire est trop loin des côtes et qu'il souscrit au Fleet Xpress. Marlink propose un « hybride network » permettant de combiner des communications satellites sur différentes bandes de fréquence (L, Ku, Ka), l'accès au réseau terrestre LTE, fibre (Marlink, 2021a).

### **1.3.2 En mer : l'internet par satellite**

En haute mer la liaison du navire par satellite est la seule solution qui puisse apporter une communication internet suffisante. La liaison satellite est composée de plusieurs segments : le segment spatial avec le satellite, le segment terrestre qui gère le satellite et dirige la communication et le segment utilisateur composé d'un récepteur-émetteur.

#### **1.3.2.1 Côté utilisateur**

Le navire communique à l'aide d'une antenne émettrice-réceptrice, avec un satellite. Cette communication se fait par ondes radio. Le satellite qui reçoit une demande du navire la transmet à un récepteur terrestre qui l'envoie ensuite au réseau internet terrestre. La réponse en retour suit le chemin inverse du réseau internet terrestre vers le satellite puis vers le navire. Cette configuration est la plus ancienne. Actuellement les satellites communiquent parfois entre eux et l'architecture des communications peut former une sorte de réseau.

Il s'agit d'une technique très complexe en permanente évolution. Les antennes doivent être proportionnées au signal qu'elles veulent recevoir. Elles doivent être d'autant plus grandes que le signal est faible. A terre les antennes satellites paraboliques sont orientées précisément vers le satellite qu'elles souhaitent recevoir. En mer, les mouvements constants et les changements de cap obligent à utiliser des technologies spécifiques. Les antennes satellite stabilisées se recalent par rapport au Nord vrai et orientent l'antenne en

permanence vers le satellite à l'aide de moteurs et de senseurs. Les VSAT (*verysmall aperture terminal*), sont des antennes de petit diamètre orientées vers des satellites géostationnaires ou géosynchrones. Les plus récentes peuvent fonctionner avec plusieurs bandes de fréquence.

Au mouvement du bateau qui rend la visée vers le satellite complexe s'ajoutent les spécificités de la mer qui compliquent la communication satellite : les ondes de marées, la hauteur de l'antenne qui varie avec les vagues, les conditions atmosphériques de température et humidité, la présence d'une forte évaporation rendent les conditions très variables ce qui est source d'atténuation voire de perte du signal (Wei et al., 2021, p. 2). Ces problèmes peuvent être au moins partiellement compensés par différentes techniques dont le « spot beam » : le satellite envoie un faisceau de taille restreinte vers l'utilisateur. Cela permet d'avoir plus d'énergie concentrée sur un endroit et plus de flux de données. Le fournisseur peut de plus utiliser la même fréquence simultanément à un autre endroit ce qui augmente sa capacité totale (Bliley Technologies, 2017).

Les antennes utilisées à bord sont généralement des antennes paraboliques mais les antennes plates qui étaient utilisées dans le domaine militaire commencent à arriver dans la marine marchande bien que la technique soit encore compliquée à adapter aux contraintes du navire. Elles sont composées de multiples mini antennes contrôlables électroniquement avec la technique « phased array ». Elles permettent de suivre plusieurs satellites à la fois. D'autres technologies comme le « optical beam forming » sont à l'étude.

### **1.3.2.2 Les fréquences de transmission**

Les ondes radio qui sont des signaux électromagnétiques permettent le transport de l'information vers et depuis le satellite. Les fréquences hautes permettant le transport de plus d'informations.

Les hautes fréquences requièrent plus d'énergie pour être émises. En contrepartie, elles nécessitent des antennes plus petites. Elles transportent un débit d'information plus important mais subissent plus d'atténuation du signal. L'énergie que le satellite est capable de fournir grâce à ses panneaux solaires et ses batteries impose une limite dans le choix de la fréquence utilisable.

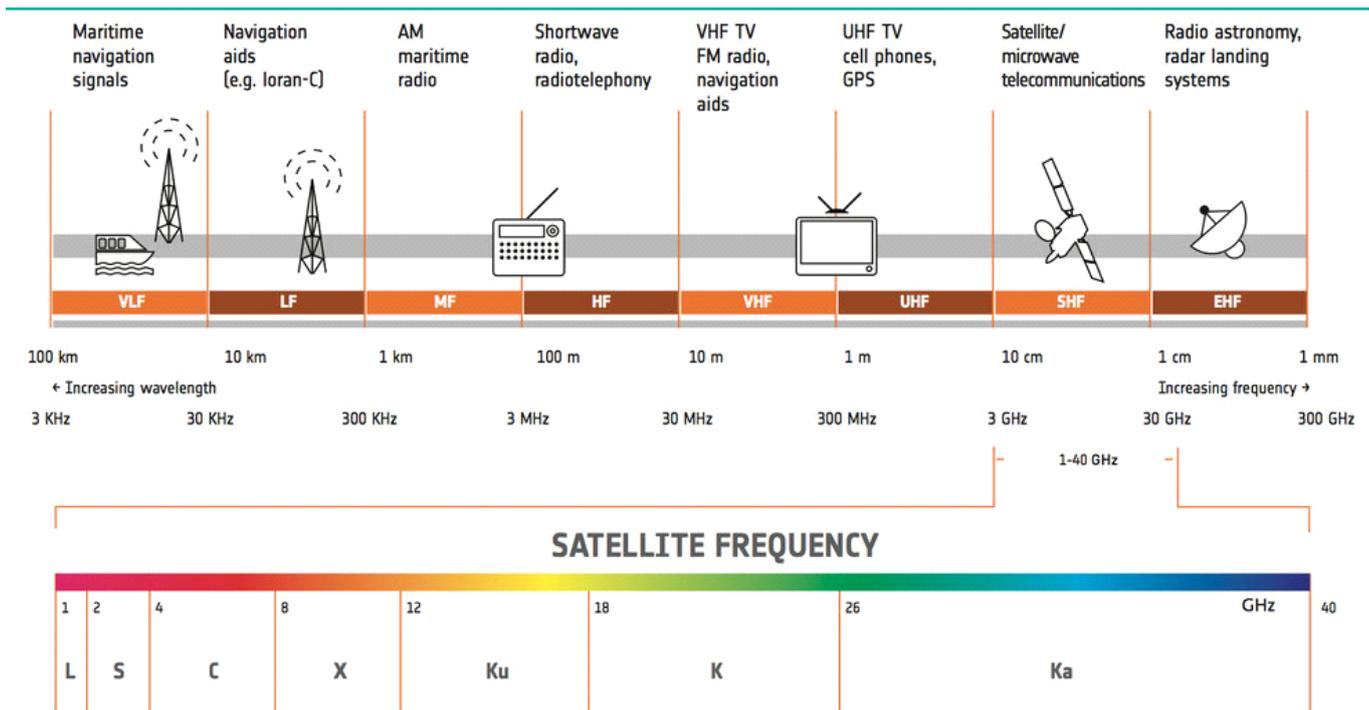


Figure 3 Fréquences utilisées pour les communications satellite

Source : Reproduit à partir de «Finnish Investigation of New Frequencies for Broadband Satellites » de Gannon,P. (juillet 2018) Businesscom Network (Gannon, 2018)

Les ondes utilisées pour les communications satellite en mer ont été au départ les ondes L puis les ondes C (4-8GHz) et actuellement les ondes Ku (12-18GHz) et Ka (27-40GHz).

### La bande L

La bande L (1-2GHz) relativement étroite et encombrée est utilisée aussi, entre autres pour les GPS et l'armée. L'avantage de cette fréquence est qu'elle est peu sensible aux perturbations atmosphériques et demande un pointage moins précis de l'antenne vers le satellite. L'équipement nécessaire pour la réception est moins cher. Cependant le peu de bande passante actuellement disponible oblige les fournisseurs d'internet par satellite à se tourner vers d'autres fréquences.

### La bande C

La bande C est utilisée pour des connexions internet continues à bord. Elle pose parfois des problèmes d'interférence avec les communications terrestres entraînant l'obligation par

endroit d'éteindre cet équipement lorsque le navire s'approche de la côte. La bande C est très utilisée pour la transmission de la télévision par satellite. Elle est moins sensible aux conditions météorologiques que la bande Ku, demande moins de puissance d'émission mais des antennes plus grandes.

### La bande Ku

La bande Ku (*kurtzunten*), est la bande sous la bande K. Cette bande K se situe au niveau du pic de résonance de la vapeur d'eau, ce qui la rend inutilisable pour traverser la couche atmosphérique. La bande Ku est très utilisée pour les systèmes VSAT des navires. Elle a l'avantage d'avoir plus de bande passante disponible et d'être, de ce fait, moins chère. Le désavantage de cette fréquence est qu'elle nécessite un pointage précis de l'antenne vers le satellite et que la transmission est très perturbée par la pluie.

### La bande Ka

La bande Ka, (*kurtzabove*), donc au-dessus de la bande K inutilisable, a une grande bande passante disponible et permet de hauts débits. Elle est considérée comme la bande d'avenir. Elle a cependant l'inconvénient d'être sensible aux perturbations atmosphériques, de demander une grande puissance d'émission et un pointage précis de l'antenne.

Certains satellites fonctionnent avec plusieurs types de bandes et certains équipements à bord peuvent recevoir plusieurs types de fréquences, ce qui permet de « stabiliser » les transmissions.

### Les bandes Q et V

Depuis quelques années les bandes Q et V, de fréquence encore plus haute que la bande Ka sont utilisables par les satellites de télécommunication. Elles permettent d'utiliser des antennes plus petites par contre elles sont encore plus sensibles aux atténuations causées par les précipitations. Ces fréquences de très grande capacité seront surtout utilisées pour les réseaux LEO (ANFR, 2020).

L'International Telecommunication Union, ITU, est le responsable mondial de la gestion des fréquences ainsi que de l'attribution des bandes et des positions sur l'orbite des satellites.

### 1.3.2.3 Les orbites

On distingue les satellites en fonction de leur orbite autour de la terre.

#### GEO

Le réseau GEO compose des satellites géostationnaires qui sont situés à 36 000 km de l'équateur et tournent en même temps que la terre ce qui leur permet d'avoir une position fixe vue de la terre. Ils ont de ce fait une zone de couverture précise qui exclut les latitudes polaires. Ce sont les satellites les plus utilisés pour l'internet par satellite à bord. Ils ont comme principal inconvénient, d'avoir une absence de couverture des hautes latitudes, ainsi qu'un temps de latence important lors de la transmission. En effet, le signal radio doit effectuer au moins 2 fois 36000km, ce qui impose entre la question et la réponse une différence minimum de 300ms. Cette latence est particulièrement gênante lors des visioconférences, de la téléphonie VoIP (voix par internet) ou du jeu en ligne. Lors de la consultation de pages web il y a aussi un temps d'attente mais celui-ci peut être compensé par des systèmes de chargement de page en amont et par un haut débit.

#### HEO

En haute altitude comme le réseau GEO, on trouve plus récemment le réseau HEO, (*highly elliptical orbit*), dont l'orbite décalé permet de couvrir plus longtemps certaines parties du globe. L'intérêt dans la communication maritime est la possibilité de couvrir les pôles avec des satellites HEO, ce qui n'est pas possible avec des satellites des constellations GEO.

#### LEO

Les satellites en orbite basse LEOS (*low earth orbital satellite*) de 200 à 2000km de la terre n'ont pas ce problème de latence car le trajet de l'onde est plus court, de l'ordre de 10ms. En revanche, ils nécessitent un nombre important de satellites dans la constellation ainsi qu'une bonne communication entre eux pour que l'utilisateur n'ait pas de « trous » dans sa communication. Le passage du satellite au-dessus de l'utilisateur ne dure que quelques minutes.

#### MEO

Les constellations MEO sont un intermédiaire entre les altitudes LEO et GEO.

### 1.3.2.4 Le satellite de télécommunication à large bande

#### Des réseaux de satellites

Le satellite artificiel de télécommunication est une sorte de relai entre un émetteur et un récepteur distants. Ils servent dans le domaine civil principalement pour la télévision, le téléphone et l'internet. Ils peuvent être institutionnels ou privés. Leur position dans l'espace leur permet de couvrir une grande surface terrestre. Au départ chaque satellite travaillait sous forme de relai dans sa zone de visibilité pour diffuser des appels téléphoniques ou de la télévision ; Il fallait donc avoir un satellite commun pour établir une connexion. Ce système a évolué vers des grands ensembles ou les satellites coopèrent au sein d'une constellation permettant ainsi des mises en relation très distantes. Les satellites communiquent entre eux par Inter-Satellite Links (ISL), par onde hertzienne ou plus récemment par un faisceau optique à l'aide de terminaux laser. Cette possibilité de communication est possible entre satellites d'une même orbite ou sur des orbites d'altitudes différentes. C'est Iridium qui a été le premier à utiliser la communication entre ses satellites. Ces ILS ont ouvert la porte à de nombreuses possibilités : ils permettent de faire des constellations qui communiquent entre différentes altitudes MEO et GEO par exemple alliant ainsi leurs avantages. Ils permettent aussi d'utiliser les basses couches pour une connexion internet continue. Le nombre de satellites par constellation augmente surtout dans les orbites basses. Par exemple, SpaceX prévoit à terme une constellation de 12000 satellites ce qui soulève le problème de la pollution spatiale.

#### Diminution de la taille et du coût des satellites

La taille des satellites et avec elle leur coût a beaucoup diminué ces dernières années. Si certains satellites lancés en haute altitude restent grands et chers, 4 à 6 tonnes et 200 millions d'euros environ, d'autres comme ceux des méga-constellations pèsent autour de 250kg et coûtent moins de 1 million d'euros. Les satellites de Starlink seraient encore moins chers et sont lancés par groupes de 60 ou plus (B. Wang, 2019). Il existe aussi des très petits satellites, les cubsats et les microsats, mais ils ne sont pas utilisés pour l'internet maritime. Cette miniaturisation a été permise entre autres par les progrès dans leur motorisation. Une partie importante du coût concerne le lancement qui peut atteindre un tiers du coût total du satellite ; un lancement d'un gros satellite par la fusée Ariane 5 est d'environ 100 millions d'USD. Les possibilités de lancement se sont multipliées

récemment et sont devenues moins coûteuses avec la forte concurrence du lanceur Falcon 9 de spaceX.

### Augmentation des capacités et de l'adaptabilité

La capacité des satellites a augmenté de façon très importante : les satellites HTS (*High-throughput satellite*) peuvent découper leur couverture en petits faisceaux ce qui permet d'apporter plus de puissance vers l'utilisateur et d'utiliser la même fréquence pour un autre faisceau à un autre endroit ; la nouvelle génération VHTS (*Very High-throughput satellite*) a une architecture entièrement numérique qui lui permet de former ses faisceaux en fonction des besoins et de réutiliser les fréquences de multiples fois. Une composante dynamique a été introduite dans les dernières générations pour obtenir une flexibilité permettant d'adapter la constellation au fil du temps. Un exemple de cette évolution : les satellites de communication géostationnaires OneSat construits par Airbus space. Une fois placés en orbite, ils sont reconfigurables ; ils peuvent ajuster leur couverture, leur fréquence et leur capacité.

Il est prévu d'aller vers des satellites adaptables qui seraient pilotés par des logiciels situés dans le Cloud. Ils pourraient même être réparables et rechargés en carburant augmentant ainsi leur durée de vie qui est d'environ 15 ans actuellement. La diminution de la taille des satellites, de leur prix ainsi que du coût de lancement a eu un impact important sur les développements récents. Ils sont aussi de plus en plus intégrés dans un ensemble communiquant et viendront probablement d'ici peu en support de l'internet terrestre lors du déploiement de la 5G (Ruiz-de-Azua, Calveras, & Camps, 2021).

### 1.3.2.5 Le segment terrestre

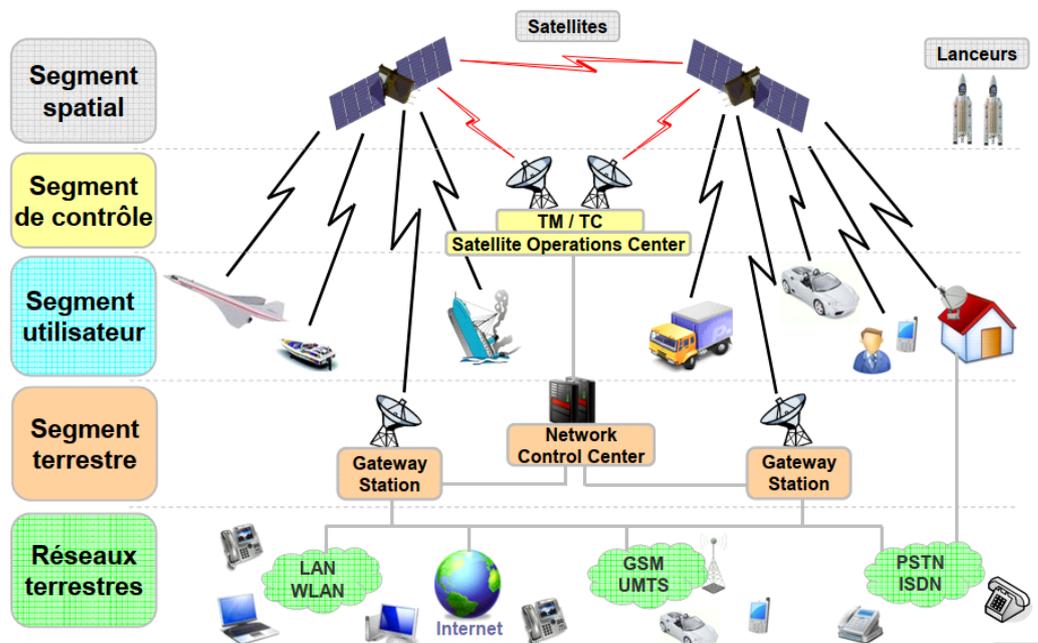


Figure 4 Architecture d'un système de communication par satellite

Source : Reproduit à partir de « Introduction aux télécommunications par satellites » par Lepage, A.C. (2018) Télécom ParisTech (Lepage & Telecom ParisTech, 2018)

La qualité du réseau terrestre est un point important pour la performance des communications par satellite. C'est l'ensemble des équipements fixes ou mobiles sur terre. Pour effectuer une recherche internet il faut pouvoir l'adresser à un serveur. Une communication demandera une mise en contact des deux intervenants. Le satellite doit donc envoyer la demande émanant du navire vers les structures internet terrestres. Le lien entre le satellite et la terre est assuré par un *satellite operation center* qui contrôle le système de communication ainsi que le fonctionnement du ou des satellites. En outre, des téléports appelés aussi *gateways* ou *hub*, reçoivent à terre les signaux radio du satellite et les transforment en un protocole internet (IP) qui peut transiter dans le réseau internet. Ce sont des équipements relativement simples composés d'une antenne.

Certains fournisseurs d'internet par satellite opèrent eux mêmes tous les segments ; ils sont propriétaires des satellites et des installations terrestres. De plus en plus différents opérateurs se partagent les étapes de la transmission : un propriétaire de satellite peut louer une partie de ses capacités à un autre exploitant. De même, le segment terrestre peut être partagé ou sous traité pour une partie ou la totalité du chemin de la transmission. Les

opérateurs de réseaux virtuels ne possèdent pas d'infrastructure et parfois ils n'ont même pas loué de capacité de satellite ; ils ont des contrats avec d'autres opérateurs et revendent sous leur nom des services qu'ils achètent.

## 1.4 Principaux acteurs des offres actuelles pour les navires

### 1.4.1 De l'exploitant à l'opérateur virtuel de réseau satellite

Le marché de fournisseur d'internet pour les navires est un marché assez complexe et changeant : les propriétaires de constellation satellite peuvent exploiter eux mêmes la connexion satellite ou vendre de la capacité en partie ou en totalité. Il en est de même pour l'infrastructure terrestre : elle peut être exploitée par le propriétaire de la constellation ou partiellement louée. Mais des opérateurs qui achètent des capacités de satellite peuvent avoir leur propre infrastructure terrestre communicante avec plusieurs types de satellites différents. Les fournisseurs d'internet maritime interviennent dans la chaîne de communication à tous les niveaux : ils peuvent être de simple revendeurs d'offres clé en main faites par d'autres ou exploiter une partie plus ou moins importante de cette chaîne de transmission avec une valeur ajoutée aussi plus ou moins importante pour le client. On parle d'opérateur virtuel de réseau satellite les opérateurs qui grâce à une interface *cloud* proposent en leur nom une connexion satellite; ils utilisent l'infrastructure terrestre et le réseau satellite d'autres exploitants. Pour comprendre à quoi correspondent les offres actuelles pour les navires il est important de comprendre ce qui se cache derrière celles-ci. Les offres sont conçues pour couvrir tous les besoins spécifiques de la marine marchande. L'offre uniquement satellite, est de plus en plus fréquemment combinée à la possibilité d'avoir un accès LTE près des côtes, appelée solution hybride. Des solutions adaptées pour l'IoT, la cyber sécurité, la communication avec la flotte, la télémédecine, les divertissements et autres sont proposées.

### 1.4.2 Les principaux exploitants de réseaux satellites

#### Inmarsat opérateur maritime historique

INMARSAT est un des plus anciens opérateurs de réseau satellite du monde maritime et le seul au départ à avoir été agréé pour certaines applications de sécurité GMDSS. Il est composé d'un réseau de satellites géostationnaires dont certains communiquent en bande

L, d'autres en bande Ka et les plus récents sur ces 2 bandes. Son activité est à 40% dédiée à la connexion maritime. Il propose des solutions clés en main avec l'équipement à bord du navire, un solide service après-vente et différentes gammes de services et de débit. Son principal inconvénient reste, en dehors du coût, la latence due à l'éloignement du satellite bien que des solutions techniques permettent d'en atténuer l'effet. Il couvre actuellement le monde entier sauf les zones polaires mais prévoit d'y pallier bientôt grâce à l'envoi de 2 satellites en HEO en 2022.

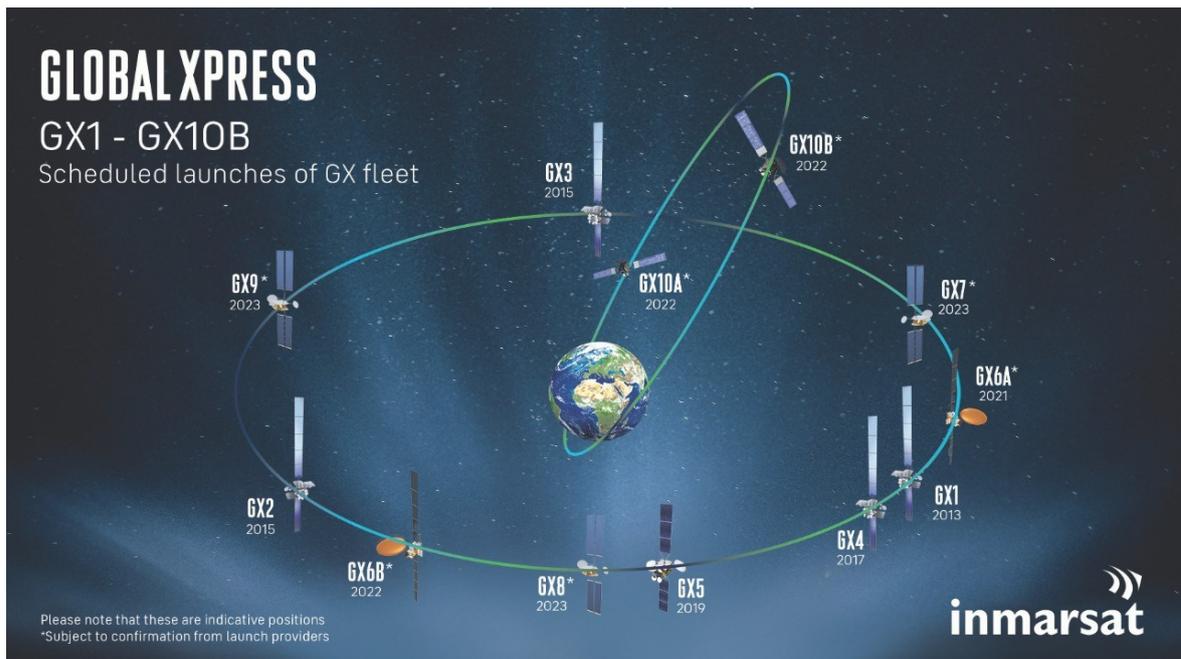


Figure 5 Feuille de route des lancements satellites d'Inmarsat

Source :Reproduit à partir de « our roadmap » du site d'Inmarsat (Inmarsat, 2021a)

Son offre la plus performante pour le monde maritime est le FleetXpress qui est une offre hybride mélangeant le système GlobalXpress en bande Ka et le système FleetBroadband en bande L. Cette offre utilisée par plus de 10 000 navires comprend différentes applications comme Fleet Data pour l'exploitation des données numériques du navire et de l'IoT ou fleetConnect pour la gestion de la flotte. Certaines de ces applications ont des bandes passantes dédiées afin que l'utilisation de l'une d'elle ne puisse pas gêner l'autre. Ainsi par exemple les communications personnelles de l'équipage ne peuvent pas gêner la capacité d'internet nécessaire au fonctionnement du navire. Inmarsat gère lui-même son réseau satellite et son réseau terrestre. Il a récemment amélioré son réseau terrestre avec le développement d'un global software-defined network (SDN) et l'utilisation de Networks Function Virtualisation (NFV). Inmarsat exploite son réseau lui-même et, de plus, revend

une partie de celui-ci à des fournisseurs d'internet qui le proposent ensuite au client avec une valeur ajoutée.

### Iridium le premier à couvrir les pôles

IRIDIUM est le compétiteur historique d'Inmarsat sur le marché du satellite maritime. Il a eu en 2018 l'accord pour un usage GMDSS qui est devenu fonctionnel en 2020. Il est le seul avec Inmarsat à être agréé GMDSS. Il utilise un réseau de 66 satellites qui communiquent entre eux sur des orbites basses (LEO) à 780km de la terre. Il offre une couverture mondiale, pôles inclus, en bande L donc peu sensible aux intempéries et peu de latence. Son offre la plus performante en débit est de 0,7Mbps (depuis peu 1,4Mbps annoncés) par son réseau de satellites Iridium Next qui supporte le système Iridium Certus. Il supporte aussi l'IoT.

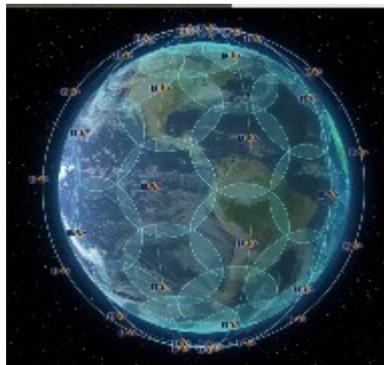


Figure 6 Réseau Iridium LEO

Source : Reproduit à partir du site web d'Iridium présentant leur réseau satellite (Iridium, 2021)

### SES combine un réseau GEO et MEO

SES possède une constellation de satellites géostationnaires, une constellation MEO appelée O3B pour « other 3 billions » et une infrastructure terrestre. Cette constellation MEO O3B qui a moins de latence que les satellites géostationnaires, fournit entre autres la connectivité de navires de Royal Caribbean. Avec une vingtaine de satellites MEO, O3b devient O3b mPower. SES vend ses services à des fournisseurs d'internet par satellite.

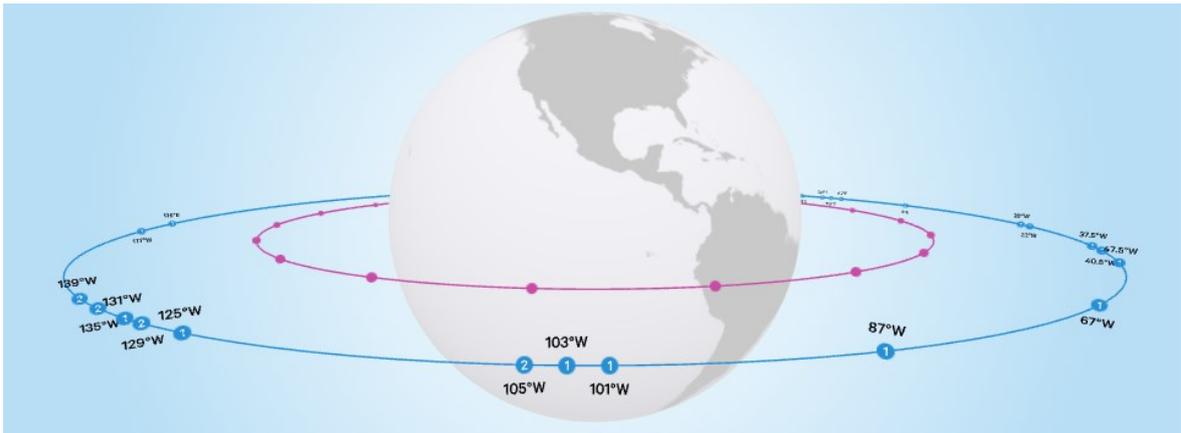


Figure 7 Réseau satellite de la compagnie SES composé de satellites GEO et MEO

Source : Reproduit à partir du site web « our coverage » de SES (2021)

### Beaucoup d'autres grands opérateurs de satellite de communication

La diffusion de la télévision par satellite ainsi que d'autres utilisations terrestres ont favorisé le développement d'opérateurs de satellite ; Maintenant ils offrent aussi des possibilités de connection en mer.

THURAYA possède quelques satellites géostationnaires surtout en bande L avec une vitesse maximum de 0,4Mbps

INTELSAT est un des plus grands opérateurs mondiaux de satellites géostationnaires. Avec plus de 50 satellites en bande Ku, il propose des offres pour la marine marchande et loue ses capacités à des fournisseurs.

EUTELSAT propose grâce à ses satellites géostationnaires une couverture maritime partielle sous forme d'offre directe notamment Global Acces ou par le biais de partenaires. La vitesse est de 2Mbps

TELESAT, parallèlement à son réseau GEO a développé un réseau LEO appelé Lightspeed qui comptera près de 300 satellites et devrait être opérationnel en 2023.

Il existe de nombreux autres fournisseurs de satellites de communication surtout pour le VSAT en Ka (satellite géostationnaire avec une petite antenne réceptrice). C'est un marché très concurrentiel souvent dédié au départ à la transmission télévisée. La couverture est souvent régionale, ce qui implique de se connecter à différents satellites lors de grands trajets.

Par exemple, le Norvégien TELENOR avec son service Anker Ka propose une couverture allant de la Méditerranée jusqu'à Svalbard avec des débits descendants de 150/50Mbps et un débit minimum assuré de 24/5 Mbps (Telenor, 2018).

#### MARITIME MULTI-REGIONAL COVERAGE

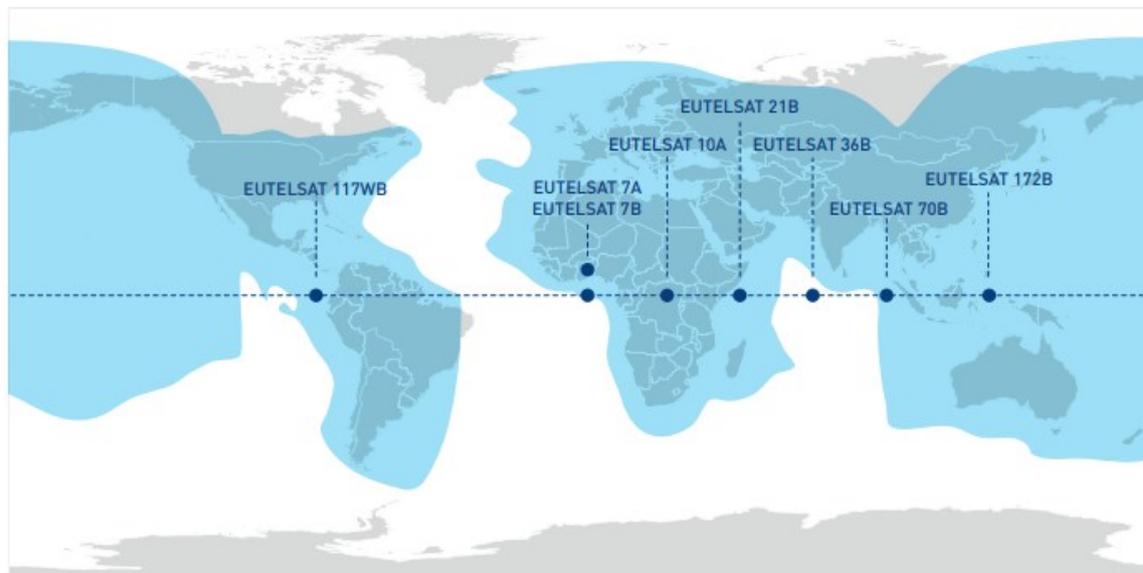


Figure 8 Réseau et couverture d'Eutelsat

Source : Reproduit à partir de «Global and regional connectivity solutions », la brochure d'Eutelsat Maritime solution (Eutelsat, 2021)

### Les services hybrides

De nombreux prestataires proposent des services hybrides qui profitent du réseau le moins cher. Ces offres qui combinent l'utilisation de plusieurs systèmes sur différents types de bandes permettent avec une antenne, un modem et un logiciel compatible permet d'avoir une connexion au réseau offrant le meilleur rapport qualité prix au moment où l'on se connecte. Il est ainsi possible d'être envoyé sur le réseau 4G puis un peu plus tard sur une liaison satellite en bande L ou Ka par exemple. Les offres sont nombreuses, proposant des vitesses très variables souvent hautes mais le débit garanti est souvent beaucoup plus bas. La gestion du chemin de la connexion est faite par le central du prestataire. Ils proposent aussi une gestion des priorités à bord pour que les activités de loisirs ne puissent pas gêner l'utilisation internet nécessaire au fonctionnement du navire. Parfois deux systèmes complètement indépendants sont installés à bord dont l'un réservé à l'équipage. Une connexion de télévision par internet est aussi possible.

L'installation d'un équipement internet à bord est beaucoup plus chère que celle d'une installation terrestre du fait de la mobilité et des mouvements du bateau qui imposent une

technologie importante. L'achat de l'équipement est un investissement qu'il faut renouveler plusieurs fois tout au long de la vie du navire. À ceci s'ajoutent des coûts mensuels de services et de consommation de données. L'investissement dans les réseaux satellites est très coûteux et bien que le VSAT se soit beaucoup développé, l'internet maritime reste un marché encore peu concurrentiel ce qui explique des prix très élevés.

Actuellement l'accès internet à bord reste très cher et n'est pas comparable en vitesse à ce que l'on peut avoir à terre.

### 1.4.3 Les principaux fournisseurs de VSAT maritime

Il existe d'autre part des sociétés qui se proposent de faire le lien entre ces différents prestataires et d'installer des solutions clés en main les plus adaptées et flexibles.

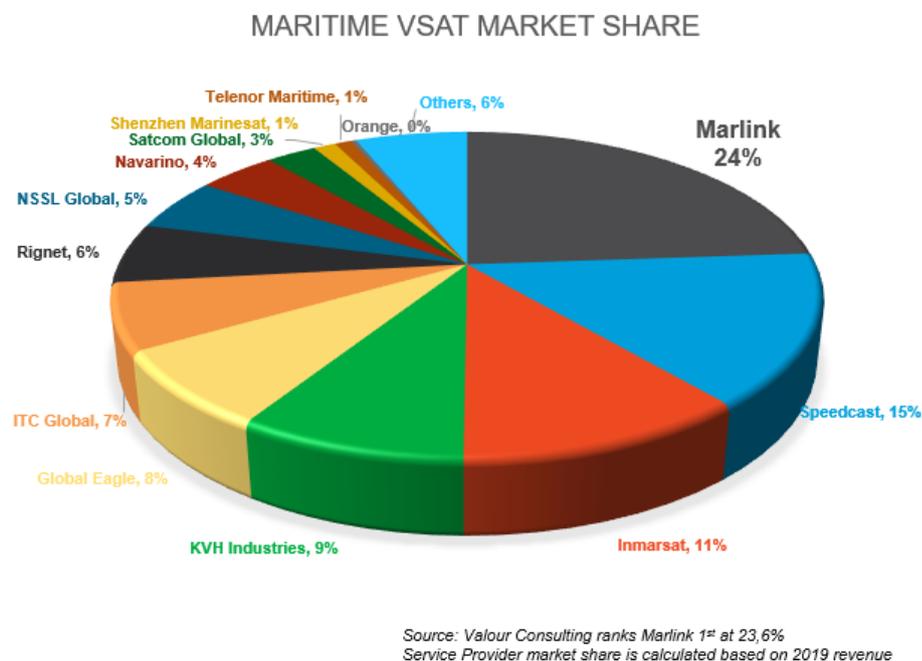


Figure 9 Parts de marché dans le VSAT maritime basées sur le revenu de 2019.

Source : Reproduit à partir de « Confirmed Maritime Connectivity World Leader », publication du groupe Marlink basée sur le rapport de ValorConsultancy sur la connectivité maritime, «The Future of Maritime Connectivity - 2020 edition»

(Marlink, 2020)

MARLINK est la branche maritime du groupe Vizada qui exploite une infrastructure terrestre composée de « land earth stations » et de points d'accès internet (points of presence). Ils utilisent les satellites de plusieurs fournisseurs de réseau satellite comme

Inmarsat, Iridium, Thuraya, Eutelsat, Intelsat, Loral, et SES. Sous le nom de Sealink, ils proposent des solutions de connections hybrides et optimisées pour les navires.

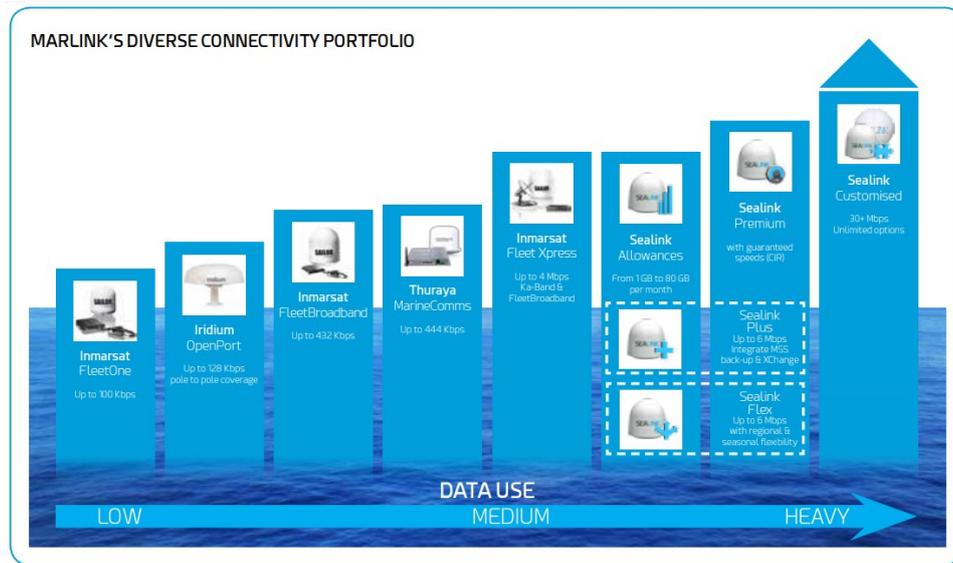


Figure 10 Offres commerciales de Marlink proposant l'accès à différents réseaux satellites

Source : Reproduit à partir de la brochure « Smart & sophisticated connectivity solutions for yachting », (2016), Marlink (Marlink, 2016)

SPEEDCAST et GLOBAL EAGLE comme Marlink achètent des capacités satellitaires et grâce à une infrastructure terrestre proposent à leurs clients des solutions optimisées avec une valeur ajoutée.

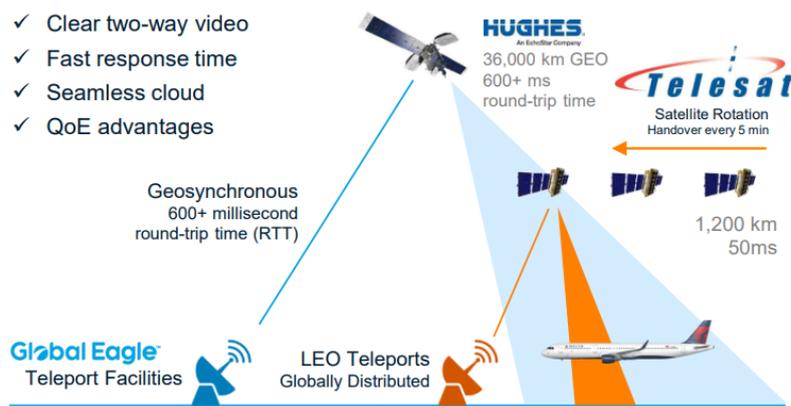


Figure 11 Infrastructure terrestre de Global Eagle utilisant différents réseaux satellites

Source : Reproduit à partir d'une presentation de Global Eagle par Keppke, K. pour Satcom Vision 2018 (Keppke, 2017)

## 1.5 Les tendances pour le futur

La digitalisation des navires est liée à l'offre de connexion internet, notamment sa capacité en termes de quantité et de vitesse et à son prix. L'évolution de cette offre conditionnera la digitalisation future des navires. Le besoin en connexion avec plus de vitesse et plus de données augmente dans le monde maritime comme ailleurs. L'un des moteurs pour l'investissement dans les capacités internet satellite mobile est la demande de connexion dans l'aviation civile mais celle-ci a subi une brutale récession avec le Covid.

### Les grandes constellations LEO

Les constellations LEO suscitent depuis quelques années beaucoup d'espoir et de controverse. Il y a environ 6000 satellites actuellement en orbite autour de la terre mais ce nombre va changer rapidement avec le développement de méga constellations en basse couche. Certains y voient un nouvel eldorado qui permettra de fournir de l'internet très rapide, sans latence, à bas prix, sur toute la surface de la terre mettant finalement à égalité l'internet terrestre et maritime. Pour la couverture continentale, les constellations LEO permettraient de se débarrasser du besoin d'implantation massive d'antennes, et permettre d'offrir partout une connexion rapide et peu coûteuse. D'autres pensent que ces promesses vont être difficiles à tenir en raison de l'importance et la complexité du réseau satellite et de l'infrastructure terrestre nécessaires ainsi que la nécessité pour les utilisateurs d'avoir des antennes réceptrices plus complexes donc plus chères. Les communications inter satellites aussi sont plus complexes pour compenser l'effet de leur défilement rapide sur la terre. Plusieurs projets sont en cours de développement :

Le plus médiatisé est le réseau Starlink de SpaceX (Elon Musk) qui compte aujourd'hui plus de 1100 satellites sur les 12000 prévus. L'entreprise a offert ses premiers services aux USA ou elle annonce 10 000 utilisateurs. La capacité annoncée à terme est proche de celle de la fibre. La connexion de l'utilisateur se fait au moyen d'un petit terminal utilisateur. Les bandes de fréquence prévues sont la bande V pour les satellites les plus bas à 350 km de la terre et les fréquences Ku et Ka pour les autres. Starlink a demandé en mars 2021 l'autorisation à la US Federal Communications Commission (FCC) de pouvoir déployer des terminaux sur des navires (Smart Maritime Network, 2021)

La compagnie concurrente One web, détenue par le gouvernement anglais et l'indien Bharti a prévu d'avoir une constellation de 650 satellites fabriqués par Arianespace et lancés par la fusée russe Soyouz. Elle doit être opérationnelle en 2022. Des projets similaires sont aussi en cours de développement comme le projet Kuiper d'Amazon et

Lightspeed de Telesat. Le gouvernement européen a annoncé qu'il pense aussi lancer un projet de constellation LEO.

## La 5G

La 5G est une technologie qui va aussi probablement changer les possibilités offertes à la marine marchande. Ce nouveau standard 5G développé par la 3GPP va permettre de développer des réseaux de télécommunications intégrant dans un même ensemble les parties terrestres et satellites. Cela concerne non seulement les constellations LEO et MEO qui ont moins de latence mais aussi les satellites géostationnaires dit Antonio Franchi de l'European Space Agency (ESA Space Solutions, 2020, sect. 1h02min). Les solutions hybrides accessibles le long des côtes devraient bien sûr bénéficier de la 5G. En mer la 5G sera peut-être utilisée par les constellations LEO avec des relais en plus basse altitude. La 5G devrait offrir des applications intéressantes pour la marine marchande : elle devrait permettre sous forme d'un équivalent de réseau privé, de connecter un très grand nombre d'IoT dans un espace restreint. En effet le traçage des conteneurs et aussi de leur contenu ainsi que des paramètres du navire pourrait aboutir à 100 000 appareils connectés à bord. La 5G pourrait aussi servir à moderniser le system GMDSS mais il est peu probable qu'elle puisse améliorer la communication de l'équipage, déclare Telecom26 (Morgan, 2020)(Steve Harris, 2021)

## Les réseaux du futur

Il est toujours difficile de prévoir parmi les innovations celles qui vont façonner le futur mais certaines grandes tendances ressortent néanmoins clairement : les satellites deviennent plus petits, moins chers, offrent plus de connectivité et communiquent plus entre eux. Avec la fabrication à la chaîne de satellites pour les orbites basses, les capacités et l'expérience des fabricants s'améliorent. Surtout, plus important, on va vers des satellites plus flexibles dont une partie de la programmation est sur le Cloud. Cela permet une adaptabilité en fonction des besoins momentanés et aussi en fonction de l'évolution technique. Ils pourront s'adapter dans des configurations de constellation différentes. La durée de vie des satellites devrait être accrue grâce à des possibilités de réparation et de recharge en carburant en vol. La disponibilité des plateformes de lancement augmente et le prix par kilo de charge utile diminue. Les infrastructures terrestres supportant les connexions satellites gagnent en flexibilité avec des smart et intelligente networks qui pourront être optimisés par l'intelligence artificielle. Flexibilité, adaptabilité et

interopérabilité caractériseront les réseaux du futur qui vont former une grande architecture reliant des satellites sur des orbites différents et seront probablement pleinement intégrés au réseau terrestre mobile. (Marisa Torrieri, 2021)(Ruiz-de-Azua et al., 2021).

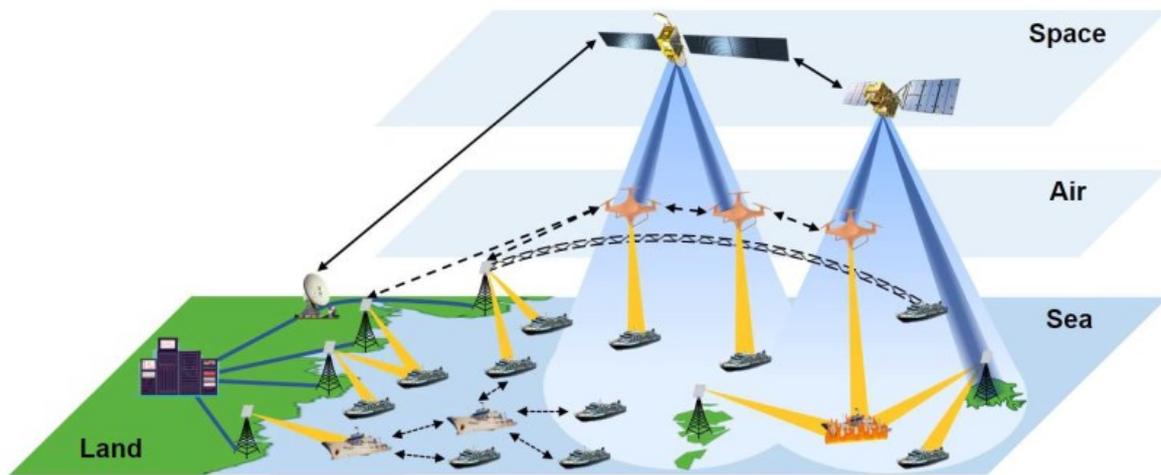


Figure 12 Exemple d'architecture hybride d'un réseau de communication maritime à large bande.

Source : Reproduit à partir de « Hybrid Satellite-Terrestrial Communication Networks for the Maritime Internet of Things : Key Technologies, Opportunities, and Challenges » par Wei,T. et al.(2021) Cornell University. (Wei et al., 2021, p. 18)

Certains évoquent des réseaux de communication maritime avec une architecture intégrant non seulement les satellites et le réseau mobile terrestre mais aussi des drones, des ballons stratosphériques et les navires.(Wei et al., 2021)(Orange, 2019)

Pour l'utilisateur, il y aura probablement une interface unique avec un passage inaperçu entre les différentes solutions réseau. D'un avis relativement unanime, l'IoT va devenir de plus en plus présent à bord, supporté par la technologie 5G. Par contre bien que les prix de la connexion internet ait sensiblement diminué, l'importance des investissements nécessaires dans le satellitaire rendent peu probable l'apparition rapide d'un internet bon marché dans le domaine maritime. Pour la haute mer, la vitesse de connexion va surement augmenter mais ce ne sera probablement pas comparable à l'augmentation qui va avoir lieu parallèlement à terre.

## 1.6 Besoins courants en internet

En partant de l'idée que dans un monde idéal, le marin souhaite avoir le même accès internet en mer qu'à terre, il est utile d'avoir une idée des besoins habituels en quantité et en débit.

Consultation page web	12-15Mo/heure
E-mail avec pièce jointe	0,5 -1 Mo
E-mail sans pièce jointe	0,01Mo
Appel vocal WhatsApp, Facebook Messenger, Google Hangouts: variable en fonction de la qualité qui est un paramètre non contrôlable	24 Mo/heure De 12-35 Mo/heure
Appel vidéo FaceTime, WhatsApp, Google Duo, Facebook Messenger, Skype	192 - 1800 Mo/heure
Tchat, messagerie instantanée	2 Mo/heure
Consultation de Facebook ou d'Instagram	100 Mo/heure
Publication d'une photo	1-4 Mo
Publication d'une vidéo ou story sur Facebook ou d'Instagram	8 Mo
Musique en streaming	45 Mo/heure
Streaming vidéo YouTube, Netflix	250-1000Mo/heure

Tableau 1 Quantité approximative de méga octets nécessaires à l'utilisation de différents médias

Sources : propre tableau basé à partir des données des différents media et des fournisseurs d'accès.

Il s'agit d'une estimation approximative car la consommation est souvent liée à la qualité qui dépend automatiquement de la capacité du réseau. Selon la FCC (*Federal Communications Commission des Etats unis*), pour le consommateur, le premier critère de performance de l'internet est la vitesse de chargement (débit ascendant et descendant). Mais la latence et la perte de données (*packet loss*) peuvent aussi influencer la qualité globale de l'internet.(Federal Communications Commission, 2021)

## Le débit

L'usage que l'on peut faire d'une connexion internet dépend essentiellement du débit disponible et de la latence. Le débit montant est celui nécessaire à l'envoi d'informations alors que le débit descendant permet de recevoir des informations. La latence correspond grossièrement au temps entre la demande et la réponse. Le débit nécessaire va dépendre du type d'utilisation plus ou moins gourmande en débit ainsi que du nombre de personnes connectées à la fois.

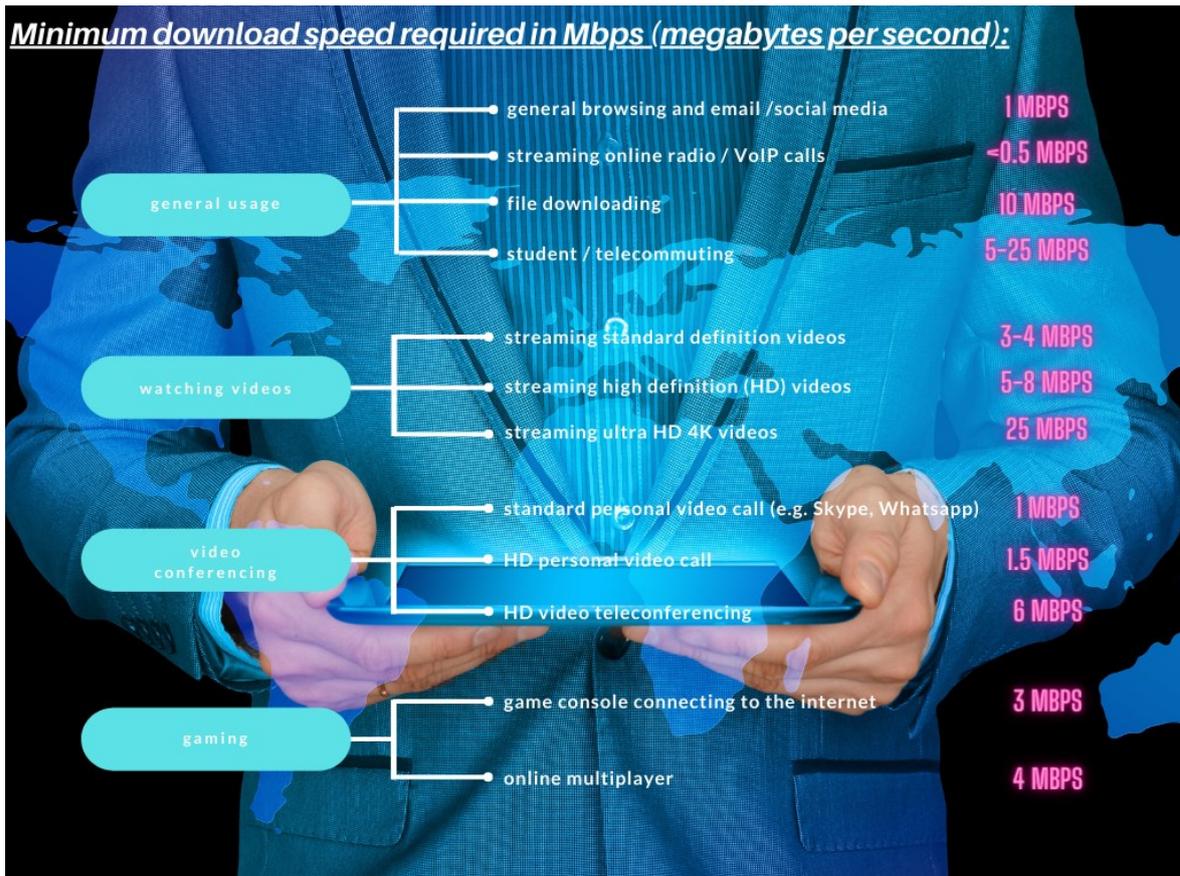


Tableau 2 Besoins estimés en Mbps en fonction des usages en 2020

Source : propre tableau a partir de celui de la Federal Communications Commission (FCC) des Etats-Unis (Shaw, 2020)

La Federal Communications Commission (FCC ) des Etats-Unis a donné en février 2020 une estimation des besoins en Mbps en fonction des usages (Shaw, 2020)

## La latence

La latence a une part incompressible due à la distance que l'information doit parcourir. La vitesse de la lumière étant la vitesse maximum, les communications par satellites ne peuvent pas diminuer ce temps. La latence est aussi due à une part variable liée entre autres

au nombre d'équipements que l'information doit traverser, le débit du transit, la congestion du réseau qui oblige à mettre des paquets d'informations en attente, le blocage de certains pare-feux. Les utilisateurs mesurent classiquement le Ping, temps mis par un petit paquet d'informations test pour faire l'aller-retour entre l'utilisateur et un destinataire choisi (Dobbin, 2020; Grech, 2018). Des latences élevées peuvent affecter la qualité perçue de certains services interactifs tels que les appels téléphoniques sur Internet, le chat vidéo et la vidéoconférence ou les jeux multi-joueurs en ligne alors que pour d'autres applications, l'expérience utilisateur n'est pas nécessairement affectée par des latences élevées. Par exemple lors du visionnage d'un film en streaming, les données peuvent être mises en cache avant l'affichage et l'expérience utilisateur est moins affectée par des latences relativement élevées (Federal Communications Commission, 2021).

### Qu'est-ce qu'une connexion satisfaisante ?

Les propos d'une ancienne étudiante de l'Académie Maritime d'Anvers qui a travaillé ces derniers mois sur plusieurs tankers de la même compagnie illustrent bien les problèmes rencontrés par les marins pour avoir une bonne connexion. Elle décrit la présence de deux fournisseurs d'internet à bord : un système Inmarsat utilisé pour les besoins du navire et un système fourni par Skyfile réservé aux usages privés de l'équipage. Sur le premier tanker, la compagnie a payé par personne et par semaine 25\$ pour 5 Go. Cela était ressenti comme insuffisant, permettant uniquement le minimum comme des mails, quelques appels et consultations web et chat. Le visionnage de film ou de vidéo étaient inenvisageable. Lors de l'embarquement suivant, la compagnie a payé par personne et par semaine 200\$ pour des data illimités. Cela a été ressenti comme plus confortable mais néanmoins très vite surchargé en dehors des heures de travail à cause du nombre de personnes connectées en même temps. Cette connexion permet les messages vocaux, les appels WhatsApp, l'envoi de photos mais pas de vidéo. Près des côtes européennes cette officier utilise surtout sa connexion téléphonique mobile personnelle pour l'internet car elle la trouve beaucoup plus confortable. On voit donc bien que cette offre très généreuse de data illimité pour l'équipage est bridée par un débit insuffisant qui limite l'utilisation que les marins peuvent en faire. Cette offre n'est pas comparable à ce qu'ils pourraient avoir à terre.

Les prévisions de Cisco annoncent que les vitesses de l'internet fixe vont doubler passant de 45,9Mbps en 2018 à 110,4Mbps en 2023. La vitesse des connections cellulaires vont

passer de 13,2Mbps en 2018 à 43,9Mbps et la 5G permettra d'atteindre des vitesses de 575Mbps en 2023. (Cisco, 2020).

## 2 DIGITALISATION A BORD ET IMPACT DU COVID

Le niveau de digitalisation d'un navire est difficile à quantifier. S'agit-il du nombre d'applications digitales à bord ou de la bande passante en haute mer ? Et même ainsi la quantification est imprécise car une application digitale n'est pas équivalente à une autre et la bande passante n'est pas toujours constante et ne sert à rien si elle n'est pas utilisée. Tous les navires avec l'obligation d'avoir un ECDIS à bord et de fournir un accès internet aux marins, ont un certain niveau minimum de connectivité mais celle-ci peut varier selon que le navire est près des côtes ou en haute mer. Il nous a donc paru plus simple pour cerner l'état de la digitalisation à bord et l'effet du Covid sur celle-ci d'analyser quelques applications digitales majeures de la marine marchande.

### 2.1 Formation des marins

La formation des marins est pour une partie obligatoire donc cruciale pour ceux-ci car elle conditionne leur accès à l'emploi. D'autre part, La formation des équipages et le maintien de leurs certificats sont très coûteux pour les Compagnies maritimes. L'offre de formation en ligne était déjà bien développée avant le début de la pandémie mais la plupart des formations certifiantes étaient en présentiel.

#### Le marché de la formation transformé par la pandémie

Le Covid avec les restrictions de déplacement a grandement perturbé les systèmes existants. Même s'ils étaient déjà en place avant, la pandémie de Covid a entraîné une augmentation de demande d'entraînement en ligne. Les CBT (*Computer Based Training*) sont beaucoup utilisés pour tous les sujets qui demandent une certaine connaissance théorique. Richard Turner, PDG de Tapiit Live, une société de formation à distance, va même jusqu'à dire qu'il ne pense pas que la formation des équipages va pouvoir retourner à son mode de fonctionnement d'avant Covid. La pandémie a profondément modifié le marché de la formation ; 50% des Compagnies proposant des formations en présentiel ont fermé depuis Mars 2020, dit-il. La formation en ligne comprend le *e-learning* « mais ce sont surtout les cours en visioconférence au moyen d'une plateforme de streaming qui ont eu du succès. Cette nouvelle forme très prometteuse plaît car elle permet une formation à

distance interactive. Il est possible de poser des questions au professeur, d'avoir de réelles discussions, parfois de retrouver des collègues amis (Love, 2021). Les investissements et les associations récentes dans cette branche sont le signe d'un marché en expansion. Par exemple Ocean Technologies dont dépend l'Oceanlearning Platforms est associé à la société Maritime Training Services (MTS). Mr Manish Singh de MTS annonce que la société va investir dans de nouvelles technologies d'apprentissage en ligne comme la « *gamification* », le « *micro-learning* », la réalité virtuelle et augmentée ainsi que dans les animations 3D et le contenu vidéo (Wingrove, 2020a).

### Les avantages de la formation à distance

La formation à distance a des avantages indéniables pour les Compagnies maritimes : cela leur coûte beaucoup moins cher. Ils ne doivent pas payer pour le déplacement ni pour le logement des marins en formation. Cela est particulièrement pertinent actuellement avec les restrictions de déplacement et les risques de contamination. Mais on peut supposer que cela restera un avantage important dans le futur. De plus, ces formations à distances coûtent beaucoup moins cher car elles ne nécessitent que peu d'intervenants. Néanmoins Richard Turner pense que certaines choses nécessiteront toujours d'être apprises dans une salle de classe en présentiel.

En même temps qu'une offre de formation standardisée, l'accès à des simulateurs basés sur des plateformes dans le Cloud permet la prise en main sécurisée et l'entraînement sur de nouveaux logiciels de navigation. Cela permet l'accès à la formation à tout moment et à l'endroit souhaité sans avoir besoin de charger de logiciel lourd. C'est un avantage important pour la familiarisation avec les nouveaux équipements. "Cloud simulation represents an additional, complementary tool that fits well into our overall training strategy for our crew pool of more than 29,000 seafarers. Future officers will be working on more sophisticated navigation equipment, and regular training on simulators will become the norm, similar to the airline industry" déclare le Capt. Pradeep Chawla, responsable de la formation chez Anglo-Eastern (Hellenic Shipping News, 2021).

La pandémie a dévoilé un nouvel avantage de la formation à distance comme moyen de promouvoir rapidement des consignes de sécurité. L'Organisation Mondiale de la Santé a mis à disposition gratuitement un support d'apprentissage sur les mesures de santé publique applicables à bord. Ce type de formation a aussi été développé par Safebridge,

société de formation. Celle-ci a offert gratuitement cette formation ainsi que l'accès à d'autres formations au début de la pandémie.

### **Le problème des certifications STCW**

Un point important pour l'évolution de la formation à distance pour les marins est la possibilité de délivrer des formations agréées STCW et des certificats de compétence STCW électronique à partir de formation en ligne. Cela nécessite d'être plus encadré de la part de l'IMO et des États pavillon, dit dans un webinar Mme Doumbia-Henry présidente de la World Maritime University pour éviter que les marins soient la proie d'offres commerciales inadaptées. Actuellement la Convention STCW autorise l'apprentissage à distance et l'e-learning s'ils sont autorisés par un État membre de la Convention STCW et correspondent aux mêmes exigences de la Convention en ce qui concerne les formations en présentiel ; de plus, la Convention stipule que dans ce cas la Compagnie doit fournir un environnement adapté et un temps suffisant pour cet apprentissage. Un projet d'amendement de la Convention et de recommandations pour autoriser la délivrance de certificats de compétence électronique et de documents est en cours, ajoute-t-elle (Robban Assafina, 2020, sect. 22:00).

### **Un changement durable**

Le fondateur de Danica, Henrik Jensen, pense que la formation des marins va continuer à se faire majoritairement en ligne après la fin de la pandémie : « The Covid-19 coronavirus outbreak has forced us all to implement distance learning and, as a result, the maritime training sector has taken a big step forward in embracing the digital evolution which, in all probability, they should have taken five years ago » (DigitalShip, 2020a).

La pandémie a définitivement provoqué un séisme dans le monde de la formation professionnelle continue des marins. Il est peu probable qu'on observe un retour massif au cours en présentiel tant les solutions en lignes présentent d'avantages économiques et pratiques. Même d'un point de vue écologique, la baisse des déplacements pour assister à une formation présente un avantage. Ce changement n'en est qu'à ses débuts et aura sûrement besoin d'évoluer pour correspondre exactement aux besoins. Pour l'instant le manque de connectivité en haute mer limite les formations à distance basées sur les simulateurs Cloud ou sous forme de visioconférence. Les formations à distance se font surtout à domicile ou au port actuellement. On peut cependant espérer qu'avec davantage

de connectivité, la possibilité d'avoir accès à un simulateur à la demande va permettre au marin de se familiariser plus facilement avec les nouvelles applications dont il a besoin.

## 2.2 Télémédecine

La télémédecine a sûrement été à la fois le pilier et le grand bénéficiaire de la pandémie. Cela est vrai partout mais encore plus dans le monde maritime où les marins sont souvent dans l'impossibilité d'aller à terre ou de rentrer chez eux. Cette pandémie nous a fait entrer dans une nouvelle période où la santé est au centre de tous nos soucis. Le moindre symptôme qui serait passé inaperçu auparavant devient source d'inquiétude en temps de pandémie. Nous sommes dans une période où tout le monde devient hypocondriaque et où le fait de ne pas savoir d'où viennent les symptômes peut être une source de stress important "From a crewmember's perspective, one of the biggest concerns of an illness is the uncertainty of what it is and what it could lead to. Alleviating these worries will be a plus for crew wellbeing" (Valour Consultancy, 2020).

### L'assistance médicale bien développée avant la pandémie

Avant le début de la pandémie la télémédecine était déjà bien implantée. Il y avait déjà de nombreuses offres d'assistance et de suivi médical basées sur des visioconférences permettant un accès à des consultations médicales en ligne pour assurer les consultations d'urgence ou même pour un suivi régulier par un médecin traitant. Ce sont habituellement des solutions d'accès à des plateformes de télémédecine auxquelles souscrit la Compagnie. Cependant, d'après Nanda Kumar Krishnan, PDG de Evitalz, l'appel verbal d'une TMAS est le premier moyen utilisé par les marins en cas de problème de santé (SAFETY4SEA, 2019). Les TMAS (*telemedical maritime assistance*) existent depuis très longtemps. Elles sont gérées par les États pavillon dans le cadre des MRCC et offrent une assistance pour les situations médicales d'urgence ou pour une consultation. Il y en a environ quinze dans le monde ; elles sont accessibles gratuitement et par de multiples moyens mais d'après la consultation de leur site web, le principal moyen utilisé est le téléphone ou le mail. Une étude réalisée juste avant le début de la pandémie conclut : « Email and telephone were the principal means of TMAS doctors to provide medical advice as well as assistance for patients at sea. Despite the potential offered by technological progress, there are still many limitations to the provision of adequate medical care at sea. The modernisation of

telemedicine services will help decrease the gap in healthcare delivery at sea.”(Sagaro & Amenta, 2020).

D’après Peter Hult, PDG de Vikland, c’est l’apparition des smartphones auxquels on peut attacher des capteurs de santé ainsi que des capacités *plug and play* qui a donné une autre envergure à la télémédecine (Informa Engage, Inmarsat, & Lloyd’s list, 2020, p. 25). Les navires qui ont opté pour une large bande passante peuvent bénéficier de consultations relativement élaborées même en mer. Par exemple, le fournisseur d’internet Marlink propose un kit (Marlink onboardtelemed kit) permettant de transmettre des données lors de la téléconsultation. Le médecin traitant peut y accéder via une plateforme web et avoir ainsi accès à l’électrocardiogramme, la tension artérielle, le taux de sucre et d’oxygène dans le sang, ausculter à distance à l’aide d’un stéthoscope connecté et même voir les images d’un otoscope ou d’un dermatoscope et d’un scanner à ultra-sons (Marlink, 2021b). Le scanner peut être particulièrement utile pour aider à faire un diagnostic plus précis de Covid à distance comme l’a prouvé l’expérience en Espagne et en Afrique (DigiGone, 2020). Des tests rapides sanguins de l’infarctus, la malaria et la dengue ainsi que d’autres constantes sanguines comme les taux d’hémoglobine et de cholestérol sont proposés par Evitalz. Une meilleure détection des urgences graves à évacuer à terre permet d’économiser des déroutements inutiles. On peut aussi citer VikandHealthnet proposé par Inmarsat qui offre sur une bande passante dédiée, une hotline pour l’urgence et un programme de suivi régulier de l’équipage, aussi bien physique que mental ; une Covid-19 hotline est proposée sans surcoût (Informa Engage et al., 2020, p. 3).

### La télémédecine mise en avant par la pandémie

L’adhésion à la télémédecine a été propulsée par le Covid-19. Dans cet article récent « The Straight Time » analyse les Compagnies qui ont vu une grande évolution durant cette pandémie de Covid. L’une d’entre elle est Speedoc, une application de télémédecine qui dessert entre autres le monde maritime. Dans cet article la cofondatrice, Ms Serene Cai, explique qu’ils sont passés de 12 à plus de 60 employés à plein temps en moins d’un an et dit : "Over the past year, many seafarers were unable to come ashore due to Covid-19 restrictions and that's when telemedicine came into play. We were able to treat seafarers and also certify them fit to fly via telemedicine" (Ang, 2021). Le TMAS Italien rapporte aussi une augmentation de 40% des consultations à distance (Seafarers’Trust, 2020).

La pandémie a souligné l’importance de la santé à bord. La télémédecine à bord a sûrement un grand avenir. Elle dépend néanmoins des possibilités de connexion en mer bien que la

société Evitalz dit qu'une très faible bande passante de 2,5kbps est suffisante pour son transfert des données vitales (SAFETY4SEA, 2019, sect. 9:35). Une étude italienne a prouvé le bénéfice de la télémédecine en visioconférence grâce à un accès internet haut débit, dans le suivi médical à bord et les visites pré-embauches (Sagaro, Di Canio, Talevi, & Amenta, 2021). Il est probable que la télémédecine devienne de plus en plus utilisée dans le domaine de la prévention. Il est difficile d'établir si les avantages de la télémédecine sont suffisants pour pousser les gestionnaires des navires à investir dans une connexion apte à supporter les téléconsultations par visioconférence.

## 2.3 Audit à distance et certifications

### Les audits à distance avant la pandémie

Depuis plusieurs années des sociétés de classification ont développé les inspections à distance pour certains audits. Une vidéo promotionnelle de DNV, société de classification datant de 2018 montre l'intérêt de la digitalisation dans leur travail. En même temps que la possibilité de définir, grâce à des programmes intelligents, le moment et le lieu le plus intéressant pour réserver l'audit ou de faire de la simulation sur ordinateur pour trouver le plan de construction optimum, ils sont capables, pour des navires bien équipés en IoT, de créer un jumeau digital du navire permettant une visualisation détaillée des caractéristiques du navire. Cela permet d'optimiser le fonctionnement du navire, de suivre la maintenance et de déceler les points faibles. DNV présente aussi son application qui supporte des certificats électroniques et un service d'assistance technique. Ils évoquent même la possibilité de faire des « *annual survey* » à l'aide de drones que l'auditeur piloterait de son bureau. Pour pouvoir faire cette « VR survey » un drone autonome scannerait l'intérieur du navire pour en faire un duplicat virtuel. Il y aurait un système de localisation pour le drone afin que la position soit bien localisée sur le duplicat virtuel. L'auditeur, à l'aide de lunettes de réalité virtuelle pourrait se déplacer dans cet espace virtuel, afficher les informations complémentaires ou reprendre des photos à l'aide du drone (DNV - Maritime, 2018). Néanmoins, juste avant le début de la pandémie, ce niveau de technologie était très loin d'être d'usage courant.

### Une solution pratique pendant la pandémie

Depuis le début de la pandémie, ces techniques d'audit à distance deviennent fréquentes. Un mécanicien interrogé pour ce mémoire écrit "Now things that can be done and checked through a video call or a few emails are done this way! whereas before some people would

still insist to come onboard to check! Only the most important parts will be checked in person and the industry is slowly adapting to this as crew and companies are more and more reluctant on having visitors” (questionnaire en annexe)

Les sociétés de classification font un travail fondamental pour la sécurité des navires. Les audits ont des schémas bien rodés et le Harmonized System of Survey and Certification (HSSC) permet de contrôler toute la flotte mondiale. La pandémie a grandement perturbé le rythme des audits habituels. Les auditeurs n’ont pas pu se déplacer de la même façon, les navires ont dû changer leur route ou se sont vu refuser l’accès à certains ports. Des navires se sont retrouvés à l’expiration de leur certificat sans avoir les moyens de le renouveler, ce qui implique un arrêt coûteux des opérations. Les sociétés de classification ont fait de leur mieux pour s’adapter rapidement et trouver des solutions. L’audit à distance est bien sûr dans ce cas une solution très pratique.

### L’adoption par les Etats pavillon poussée par la pandémie

Les sociétés de classification effectuent habituellement une part de leurs inspections en tant que « *recognised organisation (RO)* » ; elles ont donc besoin de l’accord de l’État pavillon pour faire une inspection à distance en leur nom ou pour délivrer une certification électronique. L’OMI a publié des recommandations aux États pavillon sur les conditions d’une extension de la validité des certificats qui préconise surtout le cas par cas afin de ne pas donner de certifications au détriment de la sécurité. Les sociétés de classification ont collaboré avec les États pavillon pour utiliser tous les moyens permettant de garantir la sécurité des navires.

Sur leur site web Lloyd’s Register (LR) annonce qu’en 2020 un tiers de leurs 30 000 audits ont été faits à distance. En mars 2020 ils annonçaient un cinquième des 30000 audits effectués à distance et une augmentation de 25% de ceux-ci au mois de mars, date du début des restrictions de déplacements dues à la pandémie. C’est une augmentation considérable (Lloyd’s Register, 2021). LR utilise tous les moyens disponibles pour les audits à distance. Ils proposent une application, LR remote, qui permet à l’équipage de télétransmettre des vidéos ou de les diffuser en direct à l’auditeur et aux personnes impliquées comme le représentant de l’État pavillon. Nick Brown, directeur de la partie maritime chez LR, dit : “Classification Societies are collectively witnessing accelerated demand for remote surveys, transitioning the way we all provide our services”. LR annonce qu’ils collaborent activement avec les États pavillon, les régulateurs et les partenaires industriels pour fournir un cadre cohérent aux audits à distance (Lloyd’s Register, 2020).

## Des audits intermédiaire et annuel à distance

Dans un article d'août 2020, DNV atteste d'une augmentation de 33% de leurs audits à distance. Au printemps 2020 DNV GL, conjointement avec les autorités du registre de l'île de Man, a expérimenté une « *annual survey* » à distance et la délivrance d'un certificat électronique. Il s'agissait d'un navire jeune et en bonne condition de la Compagnie Berg Bulk qu'ils connaissaient bien. Ils ont procédé avec 4 caméras placées à différents endroits du bateau et à l'aide d'un enregistrement vidéo pour la salle des machines. Les supports de communication ont été OnsiteConnect et Team. Certaines parties du navire n'avaient pas suffisamment de connectivité et l'équipage a dû s'arranger à l'aide d'un routeur portable. L'audit a pris plus de temps que normal mais l'expérience a été concluante pour Toby Brooks responsable du registre des navires de l'île de Man, mais il n'envisage actuellement cette solution que comme solution de secours : « informal inspections are very different from official surveys. This was an opportunity to apply the technology at the formal level [...] If the ship is older, the survey scope and demands increase. You would need to see inside tanks, using drones to measure thickness, inspect corrosion, and so on ». DNV GL estime qu'une « *annual survey* » à distance demande d'avoir une connexion internet suffisante au moins équivalente à la 3G ou un bon Wi-Fi. À la suite de cet audit en ligne, la Compagnie Berg Bulk dit envisager de former l'équipage à la technologie à distance et d'améliorer la capacité internet à bord du navire pour permettre une diffusion en direct dans l'ensemble du bateau. Ils pensent qu'une meilleure connexion internet faciliterait le travail avec les sociétés de classification et les États pavillon et présenterait aussi un intérêt pour la Compagnie : la diffusion en direct va améliorer la qualité de leurs rapports internes (DNV GL, 2020).

Cette tendance est confirmée par d'autres sources. ABS rapporte une augmentation de 300% des audits à distance depuis le début de la pandémie dont des IHM Inventory of Hazardous Materials, approuvés par un État pavillon. Torsten Pedersen de Seaspan, client d'ABS, dit: "COVID-19 has provided the maritime industry with unprecedented challenges. But it has also forced the industry to embrace the opportunities arising from digitization and technology. Ultimately these initiatives will be crucial for sustainable shipping in the future"(Hellenic Shipping News, 2020). ABS a étendu ses audits à distance pour les *dry docks* et le renouvellement des licences radio. En réponse à la crise Covid-19, le registre Lybien, Liberian International Ship&CorporateRegistry (LISCR), a autorisé RINA, société de classification, à procéder à des audits à distance(Hakirevic, 2020). RINA

a procédé à un premier audit d'*intermediate survey* au nom de la classe et de l'État pavillon sur un vraquier en ESP code (Enhanced Survey Programme) du groupe Amico. Les *close-up surveys* des soutes de balast et de cargo ont été réalisées au moyen d'un drone (RINA, 2020). Le Bureau Verita (BV) a ouvert en 2020 plusieurs sites d'audit à distance, Remote Survey Center (RSC), ouverts en permanence. Ils ont aussi renforcé leur partenariat avec SightCall, pour implanter la réalité augmentée et l'intelligence artificielle comme support des audits. BV dit s'appuyer sur les technologies de jumeau numérique 3D, les drones, les caméras et lunettes avec réalité augmentée (Bureau Veritas, 2021). BV a déjà réalisé en mars 2020 une *close-up survey* à l'aide d'un drone capable de faire des mesures d'épaisseur des taules mais ce n'était pas un audit à distance ; par contre, en automne 2020 la coque d'un navire de Corsicalinea a pu être inspectée à distance grâce à un drone sous-marin géré à partir du siège de BV à Paris.



Figure 13 Audit effectué par RINA à l'aide d'un drone pour une certification intermédiaire

Source : Reproduit à partir de «RINA performs world first statutory and class surveys through live streaming remote technologies »,sur le site web de Rina, (juin 2020), (RINA, 2020)

## Une évolution des règles des registres est nécessaire

On peut en conclure que la crise du Covid a très clairement poussé à expérimenter l'audit à distance comme solution de secours. L'adoption de cette pratique ne dépend pas uniquement de la volonté des armateurs et une évolution des règles des registres est nécessaire mais ce changement a été initié et les accords se multiplient. Dans un futur proche, l'audit à distance ne remplacera probablement pas complètement l'audit traditionnel mais peut être un complément utile. On peut penser que, comme la Compagnie Berg Bulk, les armateurs y voient à terme un avantage suffisant pour considérer l'augmentation de leur connectivité à bord.

“While the pandemic has accelerated demand, the advantages for operators are such that this was always destined to become a routine operation and we are well past that tipping point now. Whatever the trajectory of the pandemic, I am confident use of remote survey will continue to grow in the industry, especially as ABS rolls out future services enabled by advances in technology.” Tony Nassif, chef des opérations chez ABS (Hellenic Shipping News, 2020).

### 2.4 Audit à distance dans le cas des litiges

Nous nous sommes demandé comment d'autres secteurs d'audit maritime ont fait face à la difficulté des déplacements à bord et si cela avait amené à développer des solutions numériques. Ne trouvant que très peu d'indices à ce sujet, nous avons interrogé un ancien élève de l'Académie Maritime d'Anvers qui est *Marine surveyor* chez CL SURVEYS, une société d'expertise. Il explique qu'au départ de la pandémie, ils ont parfois eu recours à la visio-expertise mais que rapidement ils ont pu rentrer dans le terminal et monter à bord. Dans un contexte de litige, l'expertise se fait en présence de plusieurs parties et le faire à distance lui paraît peu adapté. De plus, souligne-t-il, la personne qui montre les dégâts peut en cacher une partie ou dissimuler des informations qui permettraient de comprendre comment le dommage a eu lieu. Habituellement la déclaration des dégâts est transmise en route par le capitaine et la Compagnie s'occupe des communications relatives au problème. L'expertise se fait une fois le bateau arrivé au port. Il ne voit pas la connectivité à bord comme un facteur limitant dans sa pratique et ne pense pas que la possibilité de faire des expertises de dommages à distance soit un motif qui puisse pousser les armateurs à investir dans la digitalisation.

## 2.5 Communications internet entre la Compagnie et l'équipage

Une communication régulière entre le gestionnaire du navire et le capitaine est habituelle et nécessaire. Elle est souvent faite simplement par mail quand le navire dispose de peu d'internet. La pandémie a fortement augmenté cette nécessité. Beaucoup de problèmes pratiques se sont posés auxquels il a fallu trouver des solutions. Dans un contexte changeant et incertain, l'information et la communication sont devenues essentielles. Dans une interview donnée pour cette étude, Lennart Bayer d'Inmarsat confirme qu'il y a eu au début de la pandémie une importante augmentation du besoin de *team calls* avec les navires et que les superintendants souhaitent pouvoir communiquer avec leur capitaine par Skype ce qui est compliqué avec la connectivité restreinte à bord. Il y a eu une prise de conscience du besoin de connectivité ; cela devient une nécessité alors qu'auparavant c'était considéré seulement comme un coût supplémentaire ; à notre avis la pandémie a été un catalyseur aussi bien pour la quantité de trafic que pour la prise de conscience et l'attention que la connectivité a provoquées, explique-t-il.

La visioconférence a pris une place centrale à cause de la pandémie. Elle est rentrée dans les habitudes et remplace les réunions d'entreprises traditionnelles dans la majorité des cas. Cette évolution n'épargne pas le monde maritime. Par exemple Jay K. Pillai, PDG de Passific Basin, a envoyé à l'équipage de ses 116 vraquiers une vidéo d'entreprise pour les informer des efforts de l'entreprise pour faire face aux problèmes liés à la pandémie. "We have seen hundreds of vessels opt for more bandwidth during the pandemic because communication is such a critical factor at this challenging time." dit Mark Woodhead de KVH(KVH Industries, 2020). Pareillement la société de gestion de navires Wilhelmsen dit sur son site « We have heightened our communication frequency with our vessels through port updates and safety bulletins. It is essential to keep the crew updated on the latest progress of the outbreak situation and measures for protection." (Wilhelmsen, 2020).

Dans le cas de la communication entre le navire et la Compagnie, la pandémie a eu clairement un effet accélérateur momentané et probablement durable. Il est peu probable que le gestionnaire du navire, après avoir augmenté la bande passante pour communiquer par visioconférence avec le capitaine, retourne quelques mois plus tard à une communication par mail. Les communications en visio sont souvent plus directes, rapides et informatives qu'une communication écrite. Or les informations provenant du navire sont essentielles pour la Compagnie.

## 2.6 E-connaissance et blockchain

La technologie de la blockchain est apparue en 2008 avec le « Bitcoin » pour permettre les transactions de cette crypto monnaie. La blockchain n'a pas de définition précise mais on peut l'expliquer simplement comme une série de blocks dont chacun contient en mémoire la confirmation d'une transaction. Ces blocks sont interconnectés et protégés par encryptage. Chaque nouvelle transaction fait l'objet d'un block qui est soit validé par l'ensemble des blocks (proof of work) ou par seulement certains nœuds choisis (Proof of stake) (F. Wang, 2021). La formation d'un nouveau block est faite par un processus de minage qui est un travail de vérification et d'intégration du block dans la chaîne. Un block ne peut pas être modifié et tous les blocks sont accessibles aux participants de la chaîne (Bonneaud, 2019).

Le connaissement est le document central du shipping car il sert à la fois de reçu pour le cargo embarqué, de titre de propriété légal et négociable, et de preuve de contrat. Il est habituellement envoyé par courrier, séparément du cargo. Ce document ancien, remanié au fil du temps, qui se réfère le plus souvent aux règles de La Haye-Visby et leur implémentation dans les différentes lois nationales, est d'un avis unanime obsolète mais difficile à remplacer.

Les premiers e-connaissances sont apparus dans les années 1990 mais, depuis, seulement 0,1% des connaissements sont émis sous forme électronique et cela uniquement dans le cadre de plateformes privées ou d'accords limités. L'absence de reconnaissance légale du e-connaissance, son format particulier qui en fait un titre de propriété négociable, ainsi que les différents systèmes informatiques utilisés par les différentes parties sont autant d'obstacles à son adoption (Maritime and Port Authority of Singapore, 2021a).

### Le besoin de e-connaissance durant la pandémie et les obstacles législatifs

La pandémie avec la restriction des contacts personnels, la perturbation des délais, la fluctuation des demandes a accru le besoin d'un connaissement dématérialisé et d'un suivi plus facile de la chaîne des transferts. La digitalisation du navire n'est pas le point central de cette chaîne mais elle est néanmoins un point important puisque la signature du connaissement reste l'apanage du capitaine. De plus, l'intégration croissante du navire dans une chaîne logistique multimodale pousse le shipping à opter pour un suivi par IOT de la cargaison à bord ainsi qu'à des procédures sans papier qui peuvent être suivies par tous les acteurs de la chaîne. C'est particulièrement d'actualité dans le domaine des

conteneurs. “Digitising documentation, starting with the bill of lading, is key to the simplification and digitization of global trade” dit Thomas Bagge, CEO de la Digital Container Shipping Association (DSCA) (Ledger Insights, 2020). À cause de la pandémie, des cargos sont bloqués au port en attendant l’arrivée des papiers nécessaires qui a été retardée par les perturbations du trafic aérien (« DCSA-Ebook-Covid-and-the-case-for-digital-standards.pdf », s. d., p. 3).

Une étude de la National University of Singapore, rapporte que les technologies numériques ont été particulièrement bien accueillies dans le monde maritime cette année à cause de la crise du Covid et qu’elles apparaissent comme une solution évidente pour diminuer les interactions personnelles mais que l’e-connaissance se heurte toujours au problème d’une législation qui n’a pas évolué à son sujet. En effet le connaissance est aussi un titre de propriété négociable ce qui complique sa dématérialisation. Cependant l’étude rapporte que les ports indiens et israéliens ont essayé cette année un système de blockchain connaissances. Cosco, Compagnie d’État chinois, a construit, en collaboration avec Alibaba, sa propre plateforme de suivi de colis sous forme de blockchain. La conclusion de cette étude est que suite au Covid-19 le besoin de dématérialiser le connaissance s’est accru, qu’une demande pour l’évolution de la législation à ce sujet est très forte, et que l’obstacle législatif pourra probablement être contourné grâce au blockchain et à des mécanismes d’auto-régulation du monde maritime. (F. Wang, 2021) La Digital Container Shipping Association considère aussi la blockchain comme une solution d’avenir pour un e-connaissance.

L’important problème de la dématérialisation du connaissance n’a donc pas encore été réglé mais il ressort que la pandémie en a accéléré le besoin et que de plus en plus de Compagnies se tournent vers une solution digitale alternative sans attendre l’évolution législative.

### **Des initiatives favorisées par la crise du Covid-19**

Les ports de Singapour et Rotterdam ont expérimenté avec succès en janvier 2021 un suivi d’expédition entre le Vietnam et Rotterdam au moyen d’un e-connaissance. Le gain de temps est important de six à dix jours en temps normal contre moins de 24h pour la forme numérisée. Le port de Singapour met en place un projet visant à soutenir le e-connaissance et à démontrer les économies et la réduction du risque de fraude que cela apporte (Maritime and Port Authority of Singapore, 2021b).

La Digital Container Shipping Association (DCSA), récente association qui comprend dans ses membres les plus grandes Compagnies de shipping, est en train de développer un standard électronique pour le connaissance basé sur des logiciels open source. Elle estime que l'industrie du shipping économiserait 4 billions de dollars par an si 50 % des connaissances étaient sous forme électronique. Il faut que ce standard commun soit accepté par les banques, les législateurs et les assureurs y verront une alternative viable au papier. Le Covid-19 aide à briser les réticences à ce sujet (Ledger Insights, 2020).

IBM, en association avec Maersk, a créé en 2018 la plateforme Tradelens qui propose pour les containers un support de suivi logistique de toute la chaîne ainsi qu'un connaissance dématérialisé basé sur la blockchain. Tradelens a vu le nombre de ses clients augmenter avec la crise du Covid et dit que la Covid19 a accéléré la digitalisation du shipping : la pandémie a fait réaliser aux clients qu'il y avait de nombreux problèmes dans leur chaîne d'approvisionnement dit le CEO de Tracelets (Carlsen, 2021).

Le Global Shipping Business Network (GSBN), vu comme un concurrent de Tradelens, basé à Hong Kong, permet avec son système « Cargo release » basé sur la blockchain de délivrer sans contact la cargaison ce qui offre beaucoup d'intérêt dans un contexte de pandémie (A.D. & Journal de la Marine Marchande, 2021). Ils ont aussi obtenu différents accords dont celui de la Bank of China et sont soutenus par Cosco et Hapag-Lloyd (Ledger Insights, 2021).

## 2.7 Maintenance et assistance à distance

La maintenance à distance s'implante doucement depuis plusieurs années dans la marine marchande mais n'était pas la norme. La restriction des déplacements lors de la pandémie a mis en lumière l'intérêt de cette solution. La maintenance à distance recouvre plusieurs parties comme la surveillance à distance de capteurs, leur analyse dans un but prédictif ou préventif, l'assistance et l'intervention à distance. En premier lieu la maintenance à distance concerne la partie machinerie mais comme nous allons le voir, elle s'ouvre à d'autres domaines.

### L'assistance technique guidée

Un système qui est couramment utilisé et dont l'application ne nécessite pas trop de changement à bord des navires est l'assistance technique guidée lors d'un problème. On

peut s’imaginer que lorsque tout va bien à bord du navire les officiers au pont et aux machines n’ont pas besoin d’aide extérieure. Néanmoins, lorsqu’ils se trouvent face à une difficulté qu’ils n’arrivent pas à résoudre et que le temps leur est compté, il est crucial qu’ils puissent contacter facilement une assistance à terre. Avant le début de la pandémie, si le problème était complexe, le navire contactait la Compagnie qui organisait la venue d’un technicien spécialisé à bord dans le prochain port. Même si cela se pratique encore maintenant, c’est devenu beaucoup plus compliqué ; il y a les risques d’infection à bord, source d’un réel risque financier pour l’armateur. De plus, les restrictions de voyage et les quarantaines compliquent les déplacements des techniciens qui viennent généralement de l’étranger, ce qui entraîne un délai et un surcoût. C’est pourquoi, pendant cette pandémie, beaucoup de Compagnies sont allés chercher des solutions d’assistance technique à distance. Pour répondre à ce problème, le fournisseur d’internet Marlink a collaboré avec Apizee, une plateforme de communication française pour mettre en place une assistance à distance. La particularité d’Apizee est d’offrir un support et un environnement sécurisé pour l’assistance sous formes multiples : le chat, l’échange de données en temps réel ou l’interaction vidéo en temps réel avec le technicien. Le support peut se faire tout simplement à partir d’un appareil mobile, tablette, smartphone ou ordinateur. Cette solution demande une connexion internet de haut débit supportée par les réseaux terrestres près des côtes. Pour pouvoir l’utiliser en mer Marlink propose une connexion satellite avec transmission en duplex. “Enhancing our customers access to video reflects the new reality that remote working is here to stay for many more businesses and organisations, whether they have remote employees or teams connecting from home.” dit Alexandre de Luca, président Enterprise chez Marlink. Michel L’Hostis directeur général de Apizee souligne aussi que les vidéos en temps réel offrent aux Compagnies la possibilité d’avoir une meilleure coopération avec leurs employés et une information plus pertinente des performances de leur bien grâce à l’avis à distance d’experts qui peuvent guider les techniciens dans le diagnostic et la réparation (Apizee, 2021; DigitalShip, 2021).

L’une des techniques souvent mises en avant par les Compagnies d’assistance technique est l’utilisation de la réalité augmentée ou de la réalité virtuelle. Ces techniques permettent au technicien sur place d’être guidé par un expert à distance d’une façon très concrète. Par exemple, à l’aide du casque de réalité virtuelle ou d’un dessin sur l’image l’expert peut montrer précisément la pièce à manipuler et la manœuvre. Ces techniques demandent un internet rapide et stable ce qui n’est pas toujours le cas à bord. Pour l’instant, le plus

souvent, un moyen plus simple est utilisé qui consiste à ce que l'officier prenne des photos de la partie défectueuse et l'envoie, en général par mail, aux experts.

### La maintenance des machines à distance

Le monitoring à base de capteurs et d'IoT est une solution très intéressante pour le shipping car elle demande moins de bande passante, et devient de plus en plus facile à mettre en place avec le développement de capteurs intelligents sur batterie et surtout cela permet d'intervenir avant la panne qui est source de perte de temps, donc d'argent. Cela va dans le sens d'une maintenance prédictive qui peut dans certains cas être couplée avec des *continuous survey* des machineries. Les données des capteurs sont envoyées directement à terre pour surveillance et analyse. La Compagnie Finlandaise Wärtsilä est l'un des leaders dans ce domaine. Son service Expert Insight utilise l'intelligence artificielle et les diagnostics avancés pour détecter les dysfonctionnements. Ils proposent ensuite un contact avec un service expert pour résoudre le problème. D'après Wärtsilä, le service Expert Insight permet de réduire de 50% la maintenance non planifiée et de 5% la consommation de carburant. Cela permet de détecter les anomalies à l'avance et de pouvoir agir avant que la pièce ou partie du moteur ne se casse. La fiabilité et la sécurité sont accrues et le travail des officiers mécaniciens est allégé, ce qui leur permet de se concentrer sur d'autres tâches (Ship Technology, 2021). Cependant, le passage à ce genre de maintenance ne semble pas massivement demandé bien que Wärtsilä annonce récemment des renouvellements et de nouveaux contrats de maintenance à long terme avec 5 navires de Minerva Gas et 16 de Golar. "Wärtsilä's digital remote support capabilities have proved to be of great value for us, saving both time and costs by often eliminating the need to have service people sent on board in person." dit Øistein Dahl, directeur de Golar Management (Riviera News, 2021). En mai 2020 d'après l'étude d'Inmarsat, 33% des armateurs disent avoir une solution digitale pour surveiller et analyser les performances du moteur pour l'ensemble de leur flotte et 61% d'entre eux l'ont pour au moins un navire de leur flotte. Cela ne donne pas d'information sur le niveau de la digitalisation, la quantité de capteurs ni le type d'analyse. Il ressort par contre de cette étude que c'est un sujet qui intéresse de plus en plus les armateurs car seulement 2% répondent qu'ils n'ont aucun intérêt dans ce domaine actuellement (Informa Engage et al., 2020, p. 22).

La pandémie semble donc avoir eu un effet plutôt positif aussi bien sur l'adoption de l'assistance à distance que de la maintenance et l'analyse des performances moteur grâce à l'IoT.

## Maintenance des logiciels

Une évolution similaire est constatée dans la maintenance des logiciels et des systèmes informatiques à bord. La société Kongsberg a mis en place un service d'assistance à distance pour ses clients au début de la pandémie (DigitalShip, 2020b). Marlink a développé l'IT Link un système de maintenance à distance de l'équipement informatique qui permet de faire des diagnostics et les mises à jour. Cela permet aussi les mises à niveau de sécurité rendues obligatoires par l'amendement IMO Cyber 2021. Les grosses Compagnies de shipping ont souvent un service informatique mais les petites Compagnies sont rarement équipées pour assurer une maintenance complexe. La compatibilité des différents systèmes informatiques est aussi un problème auquel essaient de répondre les fournisseurs en offrant des plateformes supportant les différentes applications comme la future plateforme BridgeLink de Marlink. Elle promet d'offrir un service clé en main, sécurisé, compatible avec tous les équipements et permettant une maintenance intelligente de l'électronique du pont (Wingrove, 2020b).

## Condition based maintenances

À la frontière entre l'audit à distance et la maintenance à distance on peut citer les arrangements d'audit des *condition based maintenances* (CMB) des machines. Cette procédure existe depuis plusieurs années. Elle s'appuie sur l'IoT et les capteurs de la machine et un système de *condition monitoring* (CM) approuvé par la classe. C'est une méthode prédictive qui vise à intervenir avant la survenue de panne. Un audit annuel est fait par la société de classification. Les auditeurs ont accès à l'historique des données et au journal des interventions et sont ainsi en mesure de vérifier l'efficacité de la procédure et peuvent aussi effectuer quelques contrôles ponctuels. La société Propulsionanalytics développe actuellement un système d'analyse basé sur l'intelligence artificielle qui devrait être certifié par DNV. Elle prévoit que le taux d'adhésion de la flotte mondiale à cette solution va passer de 2% actuellement à 10% dans dix ans (Barret, 2021).

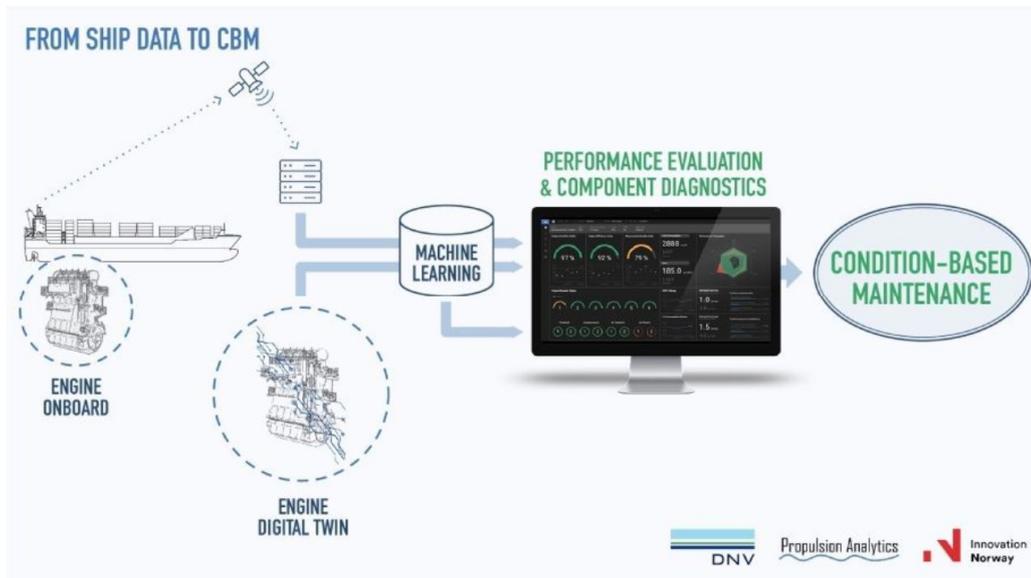


Figure 14 Principe de la condition-based maintenance

Source : Reproduit à partir de « Propulsion Analytics and DNV join forces on Condition Based Maintenance ship application » par Barret, T. (avril 2021). DNV. (Barret, 2021)

## 2.8 Pour la navigation

La passerelle comporte beaucoup d'appareils électroniques plus ou moins connectés entre eux qui sont des aides à la navigation. Il y a déjà un système d'enregistrement obligatoire le VDR (voyage data recorder). L'intérêt de coupler l'internet à cet environnement électronique va de la possibilité de faire des mises à jour de logiciels et de transmettre de l'information à l'automatisation complète en passant par les systèmes d'assistance à la navigation. Les possibilités sont larges. Nous ne parlerons pas des navires autonomes ni des manœuvres semi-autonomes qui nécessitent une motorisation adéquate et l'utilisation du DP (dynamic positioning) car cela sort du cadre de ce mémoire centré uniquement sur les applications digitales.

Il est difficile d'un premier abord de voir comment la pandémie peut avoir un impact sur ce sujet spécifique. Cependant on peut supposer que les techniques émergentes de semi-automatisation pour certains passages difficiles et l'amarrage, les systèmes anti collision gérés par intelligence artificielle, l'aide à la veille par détection électronique des cibles et affichage par réalité augmentée comme dans le projet OpenBridge vont être un argument pour la digitalisation dans le futur (Ocean Industries Concept Lab AHO, 2020). Actuellement l'intérêt vise principalement à trouver la meilleure route, la plus économique et la plus sûre, sécuriser la navigation et transmettre les données de navigation du navire

pour permettre à la Compagnie un meilleur suivi et d'adapter ses décisions. Sur ce dernier point la digitalisation de la partie navigation s'intègre dans la gestion de la flotte.

Le rapport d'Inmarsat dont les données datent du début de la pandémie, mai 2020, révèle qu'environ 40% des armateurs ont sur l'ensemble de leur flotte un système d'optimisation de la route et de *voyage planning* et seulement 21% ont un système de navigation assistée. 18% des répondants n'ont pas de système de mise à jour de l'Ecdis sur leurs navires (Informa Engage et al., 2020, p. 21).

L'aide à la veille n'est pas encore très répandue. On peut citer le Furuno ENVISION AR qui permet, à l'aide d'une caméra et de la réalité augmentée d'avoir une vue du navire avec un affichage des informations des navires cibles et des colorations pour les profondeurs.

Il existe différents logiciels d'aide au *voyage planning*, à l'optimisation de la route, à l'actualisation des cartes et des données du voyage. Les données de navigation peuvent être transmises à terre à la Compagnie. Ces systèmes sont souvent intégrés dans une solution plus complète de suivi de la flotte.

L'ECDIS est d'une certaine façon l'élément central qui regroupe le plus de données. Se connecter présente de nombreux avantages. Cela simplifie la maintenance grâce aux mises à jour du logiciel et l'intervention à distance sur celui-ci. Il existe différentes solutions qui peuvent venir en complément pour aider au *voyage planning* qui est ainsi plus sûr et grandement simplifié : le calcul de la route peut se faire à partir de données de navigation et de météorologie actualisées. La route peut être optimisée en fonction des spécificités du navire et à partir de l'analyse de données antérieures du navire, de la flotte ou des autres navires. C'est un gain de temps important pour l'équipage et une sécurité supplémentaire. Les échanges avec le port et l'organisation de l'arrivée sont améliorés avec la possibilité d'échanger directement des données et de recevoir des RTA (*requested time of arrival*) actualisés permettant le JIT (*just in time*).

Le partage des données de l'Ecdis avec la Compagnie permet à celle-ci une compréhension plus pertinente de ce que fait le navire. Il existe un système de Wärtsilä qui permet à la Compagnie de voir en direct l'Ecdis de chacun de leurs navires. D'autres moyens sont utilisables pour la Compagnie pour avoir des informations de navigation du navire, déjà tout simplement par le traçage AIS, mais l'accès à l'Ecdis offre à la compagnie plus de proximité avec le navire ainsi que la possibilité de mieux intervenir dans les

décisions. L'analyse à terre des voyages permet d'améliorer les performances et la sécurité ; la Compagnie reçoit des alertes quand un navire sort de sécurité trop longtemps ; les situations à risques peuvent être analysées dans un but de prévention et de formation ; la Compagnie peut voir la façon dont les voyages sont préparés puis exécutés. C'est une application de la Wärtsilä Voyage's Fleet Operations Solution (FOS)(Bhattar, 2020)(Wärtsilä, 2021).



Figure 15 Présentation du Furuno Envision AR

Source : image extraite d'une vidéo produite par MOL Mitsui O.S.K. Lines qui a installé ce système sur sa flotte. (MOL Mitsui O.S.K. Lines Channel, 2019).

## 2.9 IoT et gestion de la flotte

L'IoT qui est en plein développement sur les navires permet à la fois de recueillir des données machines, de faire communiquer les machines entre elles (M2M), de communiquer avec les machines et de gérer leur fonctionnement avec pour but d'améliorer l'efficacité, la sécurité et les prises de décision. La transmission de ces données par satellite peut permettre une analyse en temps réel de la part de la Compagnie ainsi que leur exploitation sous forme de *big data*. Les supports possibles de la transmission à bord pour l'IOT sont très variés et peuvent se faire entre autres par Bluetooth, wifi, réseau cellulaire ou en filaire.

## L'IoT un outil utile de gestion de la flotte

La surveillance des données de la flotte et leur analyse sont des outils qui peuvent être très utiles aux armateurs et aux affréteurs. Elles leur permettent d'avoir une vue d'ensemble de leur flotte et de voir où se trouvent les navires, s'ils suivent la route prévue, ainsi que leur consommation quotidienne de carburant. Dans un article Bernhard Schulte de Shipmanagement dit avoir sauvé 5 millions de dollars en 2020 seulement en gérant l'état des coques et la consommation d'huile des cylindres (Wingrove, 2021a). Dans un marché très compétitif où toutes les économies comptent, il est crucial de savoir de combien de pièces de rechange exactement on dispose à bord, si un des navires consomme anormalement trop, quelle est la performance du moteur, où économiser, où se trouvent les navires, comment adapter la route au mieux, s'il est judicieux de la modifier en fonction des dernières informations, si les documents à bord sont en règle... Les données que le navire envoie à terre sont précieuses pour le suivi de la flotte et les prises de décisions. Les contrats d'affrètement établissent des limites de délai de transport et de route empruntée qui sont souvent l'objet de réclamations. Le suivi détaillé du navire permet à l'armateur de voir au fur et à mesure si le contrat est respecté et éventuellement de se justifier.

Cependant pour que toutes ces différentes données puissent être envoyées vers la Compagnie ou dans le Cloud il faut que les navires soient équipés d'une connexion internet suffisante et stable. Il existe de nombreuses applications différentes proposant un support pour récupérer les données provenant du navire ou pour les analyser. Certaines Compagnies proposant des systèmes de gestion et d'analyse de la flotte établissent un partenariat avec des fournisseurs d'internet maritime : par exemple la société de logiciel Brightree s'est associée à Inmarsat pour proposer, dans le cadre de Fleet Connect, l'application Dandelion qui permet une surveillance du moteur en temps réel ainsi que de surveiller la consommation de fuel et les opérations de bunker.

## REMOTE DIGITAL FLEET MANAGEMENT SYSTEM DIAGRAM

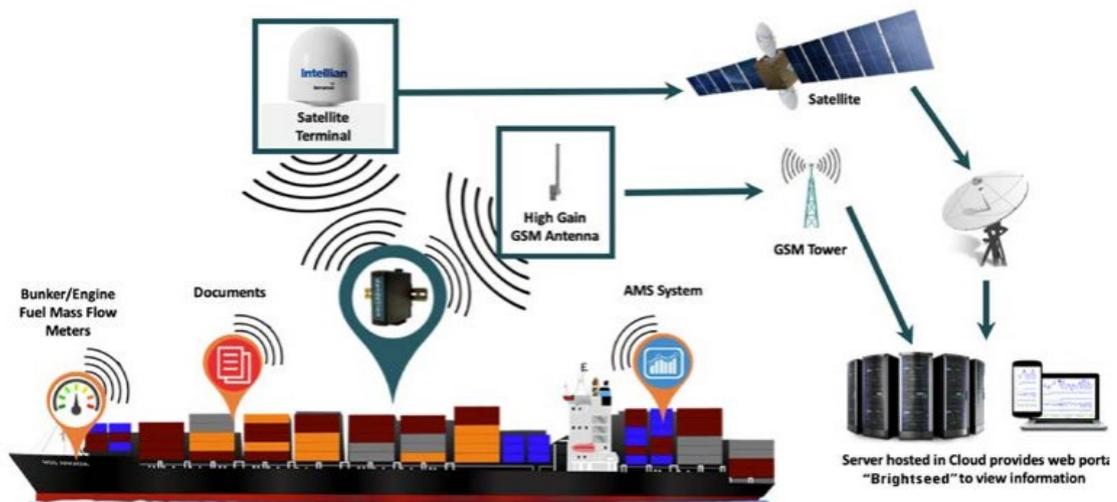


Figure 16 Schéma du système de gestion de la flotte dans Fleet Connect

Source : Reproduit à partir de «Brightree signs up as new Inmarsat Fleet Connect dedicated bandwidth application provider». (mars 2021).Inmarsat. (Inmarsat, 2021b) .

### Des solutions « clé en main »

Fleet data d'Inmarsat permet de récupérer les données à partir des équipements du navire et de les envoyer par une bande passante dédiée vers un Cloud puis vers le gestionnaire du navire. Plusieurs supports sont disponibles pour fournir des analyses à partir de ces données. Cela permet de suivre les performances du navire, de la coque, de l'hélice, de suivre sa consommation et les émissions, mais aussi d'avoir accès à des services de prévision météo capables de calculer la meilleure fenêtre d'arrivée au port en fonction des conditions et des réglementations locales. Les analyses de performance globale des navires de la flotte permettent de guider les choix de gestion de la flotte. Une analyse prédictive de la performance des moteurs par intelligence artificielle est aussi possible. D'autres fournisseurs proposent un environnement équivalent qui réceptionne les données du navire avec plus ou moins de possibilités d'exploitation de celles-ci selon les cas ; on peut citer ITLink de Marlink. D'autres applications d'exploitation de données sont complètement indépendantes du fournisseur d'internet. Par exemple Kongsberg propose dans son K-Fleet entre autres un *logbook* électronique, des outils de gestion des stocks, du budget et de la maintenance planifiée, surveillance du navire et de ses performances. Wärtsilä Fleet Operations Solution fournit un système très complet de suivi du navire avec la possibilité de suivre les alarmes et le trajet détaillé, ainsi qu'entre autre un système de maintenance

proactive des machines et de la coque, des contacts automatiques avec les ports (Wärtsilä, 2020). Les sociétés de classification, elles aussi, proposent des outils de gestion de la flotte comme le Cloud Fleet Manager de Lloyd's Register en partenariat avec Hanseaticsoft. Celui-ci offre des outils de gestion des contrats d'affrètement avec calcul automatisé des temps de voyage et autres. Il est couplé entre autres à un module Cloud ship manager qui s'utilise à bord et un module OperationCloud qui permet le suivi des contrats d'affrètement, le partage d'informations et l'organisation avec les agents.

### Un intérêt croissant des armateurs pour l'IoT

On voit dans le rapport d'Inmarsat de mai 2020 que plus de 50% des armateurs interrogés ont déjà un système de suivi et analyse de la performance des opérations, de la consommation de fuel et des émissions sur une partie de leur flotte. Mais moins de 44% ont ces solutions sur l'ensemble de leur flotte. Les armateurs sont visiblement intéressés par ce type de solution car 40% d'entre eux environ prévoient un déploiement additionnel dans ce domaine dans l'année à venir. La digitalisation doit venir de l'intérieur dit Odjfell une société norvégienne de shipping. Cette société a mis en place une équipe technique chargée de créer des solutions digitales qui soient parfaitement adaptées aux besoins de leur flotte et qui leur apporte un réel bénéfice en pratique. La coopération entre l'équipe technique et l'équipage permet de trouver des solutions parfaitement adaptées et bien acceptées par un équipage formé à ces techniques. « If the alternative is one IT person deciding on the company's digital development, then I doubt it will be more effective in the long run. You need to understand the operation to see what needs to be done. When decisions are made in an internal team, employees also gain ownership of the solutions »dit Torbjørn Lussand, VP Corporate IT in Odjfell SE (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 24).

### Le cas des porte-conteneurs

La pandémie a créé une très forte augmentation du marché des lignes des porte-conteneurs et une forte augmentation des taux de fret. Le confinement a provoqué un changement d'habitude des consommateurs qui se sont tournés massivement vers le commerce électronique, provoquant une demande accrue de transport de produits manufacturés selon un rapport de l'UNCAD (United Nations Conference on Trade and Development)(UNCTAD, 2021). L'IoT pour les « Smart containers » permet aux Compagnies de suivre de bout en bout le trajet du conteneur, et de gérer la qualité des

contenus périssables. Les propriétaires de conteneurs veulent savoir exactement où sont leurs conteneurs et sous quelles conditions ils sont transportés (température, humidité...). Le suivi est un atout particulièrement précieux en temps de pandémie où l'organisation est perturbée et difficile. La DSCA vient de mettre en place un standard pour l'IoT des *Smart containers* qui soit accessible au client pour un suivi en direct de ses biens. Cette digitalisation pourrait permettre « *Just in Time (JIT) port call* » : les porte-conteneurs pourraient adapter leur vitesse à la disponibilité du port et de la suite du transport de la chaîne logistique. L'économie de carburant et son impact écologique serait importante. Une partie « *Remote container monitoring* » fournira à l'équipage à bord les moyens de suivre l'état des conteneurs, surtout ceux qui sont réfrigérés (DSCA, 2020a).

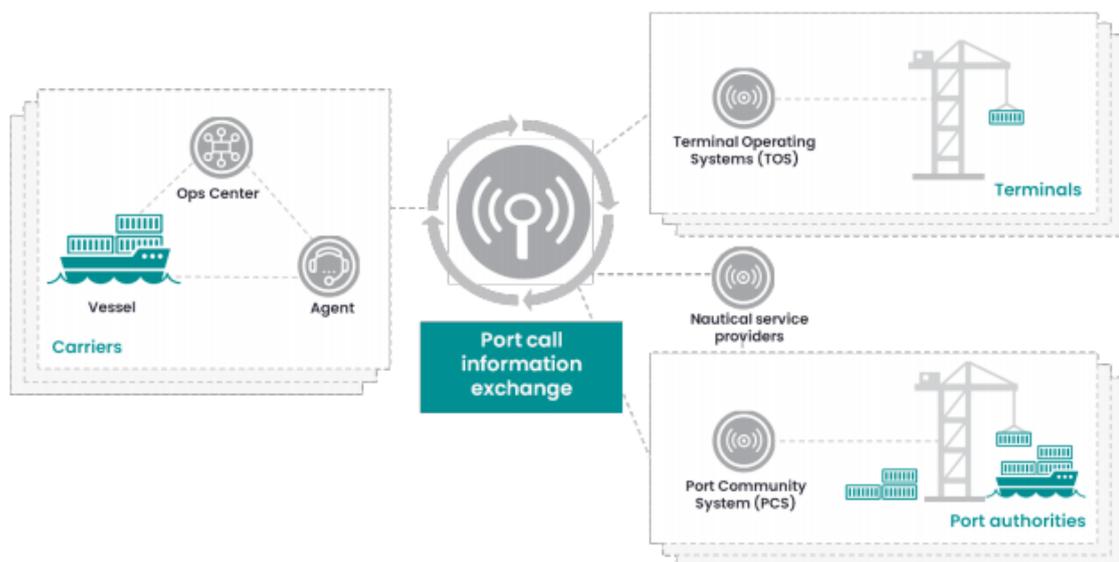


Figure 17 L'échange de données dans le JIT port of call

Source : Reproduit à partir de « Standards for a just-in-time port call ». (octobre 2020).

DSCA  
(DSCA, 2020b)

L'essai fait au port de Rotterdam sur 26 navires en décembre 2020 a montré une économie de carburant de 9% environ (Safety4sea, 2020). D'un autre côté le JIT a aussi montré ses limites lors de la pandémie, dit Paul Jennings, PDG du North of England P&I : C'est bien quand tout marche mais quand la chaîne d'approvisionnement s'arrête tout est bloqué. Il est possible que nous allions d'un système de globalisation vers un système de localisation où au lieu de transporter des produits on transporte des matières premières qui seront transformées sur place ajoute-t-il (Splash, 2020a).

## La particularité des navires de pêche

Les navires de pêche sont obligés d'avoir un VMS, Vessel Monitoring system, à bord. Cela permet le contrôle du respect des zones de pêche et des prises autorisées par les autorités. Les pêcheurs sont obligés d'émettre constamment leur position mais aussi la quantité de poissons qu'ils ont pêchés. La transmission se fait souvent par internet mais pas uniquement. Les informations transmises et le type de transmission utilisés sont sous la régulation des États. Le VMS est un moyen de lutter contre les activités illégales en mer. De plus en plus d'autres types de navires adoptent cette solution pour éviter d'être impliqués dans des activités illégales. Un rapport a récemment été publié qui analyse les prévisions du marché du VMS jusqu'en 2027, l'Impact du COVID-19 et l'analyse globale par type de navire et par application. Ce rapport évalue le marché de la surveillance de flotte à 457,29 millions de dollars en 2019 et prévoit une croissance de 12,8% par an. Contrairement à ce que l'on aurait pu penser, il trouve que le marché du VMS a négativement été impacté par la crise de Covid. Comme les gouvernements ont dû mettre en place des mesures restrictives de déplacement pour faire face au Covid cela a entraîné une baisse de production et de transport des biens. Les navires de pêche, quand à eux, ont parfois dû travailler alors qu'ils nécessitent beaucoup de main d'œuvre. Comparé à 2017 l'industrie des navires a été réduite de plus de 69% lors des confinements, l'industrie de la pêche de 84% et celle du transport de passagers de 78% (Research and Markets, 2021)(ReportLinker, 2020).

## 2.10 Entre optimisation de la flotte et big data

### La valeur commerciale des données

Les données fournies par le navire sur la consommation de fuel, sa performance, sa vitesse, sa route, son état sont devenues des données cruciales dans le shipping. Bien sûr, elles servent à la Compagnie à économiser du carburant, trouver les meilleures routes, adapter la vitesse ou assurer une meilleure maintenance. Mais surtout elles ont une valeur commerciale. Ces données sont scrutées par les affréteurs. Ce sont ces chiffres qui permettent aux armateurs d'obtenir ou non un bon prix, de faire la différence avec leurs navires. Avec la standardisation des constructions les *sisterships* sont fréquents et ces données font toute la différence explique Imtiaz Shaikh, propriétaire armateur. Elles permettent aussi à l'armateur d'affiner ses stratégies, de décider si l'un de ses navires est

plus intéressant à mettre en *voyage charter* ou en *time charter* par exemple ; elles permettent de garder un journal très détaillé de chaque navire permettant de se justifier en cas de réclamation en fin de contrat d'affrètement. Plus on peut récupérer d'informations d'un navire mieux c'est. Cependant il est peu intéressant d'investir dans beaucoup d'IoT pour un navire qu'on ne garde que deux ou trois ans (Informa Engage et al., 2020, p. 12). Avec la crise du Covid, la communauté du shipping n'a plus les moyens d'expérimenter de nouvelles solutions. Les investissements vont vers des solutions qui apportent un ROI (*return on investissement*) rapide comme ceux en relation avec l'efficacité et le Cloud dit Jenna Brown, PDG de Shipamax, une société récente d'automatisation des données (Splash, 2020b, sect. 20:47).

### De nouvelles places d'échange

Des plateformes d'analyse de données où les armateurs partagent leurs données avec les affréteurs et les agents se multiplient. Ce niveau de transparence et de coopération est une approche nouvelle pour le shipping. Les données étaient là, mais la possibilité de les exploiter de façon systématique, d'en sortir les tendances et de les suivre en temps réel modifie complètement les habitudes commerciales. Le shipping a toujours été un marché de négoce volatile où les gains se font par ceux qui savent prévoir les tendances. Aussi bien les armateurs que les affréteurs ont besoin des informations les plus précises possibles pour affûter leur stratégie. Autrefois, le Lloyd's coffee House a été un catalyseur de l'expansion de la marine marchande en offrant un espace pour l'échange de renseignements fiables et la mise en relation commerciale. Les armateurs inscrivaient les renseignements sur un tableau. D'une façon assez similaire, il semble que les plateformes en ligne d'analyse de données et d'échange commercial sont en train de prendre une place cruciale dans le fonctionnement du shipping.

Dans une interview, Tabitha Logan, responsable de l'affrètement chez Asia Maritim Pacific, un armateur spécialisé dans le vrac explique que certains armateurs développent leur propre plate-forme, d'autres s'adressent à des *start ups*, d'autres encore rejoignent des plateformes qui proposent des solutions organisées réunissant de nombreux acteurs et fournissant des analyses à base d'intelligence artificielle et de *big data*. Les armateurs attentistes risquent de se retrouver très pénalisés dit-elle car l'accès aux données offre un avantage commercial. T. Logan pense que l'accès à l'ensemble des données du navire en temps réel ainsi qu'à toutes les données techniques et opérationnelles permet de prendre des décisions plus judicieuses pour l'affrètement (Splash, 2020b, sect. 2:0).

Il existe de nombreuses plates-formes de support d'analyse. Certaines comme Ship Next se présentent comme des places de marché donnant accès à des analyses de données en temps réel sur la disponibilité des navires ainsi que des mises en relation optimisées. D'autres plateformes comme VesselBot basées sur l'AI et les *big data* proposent entre autres une optimisation du voyage à partir de l'IOT du navire et de données externes dont la météo et le prix du carburant, une place de marché en ligne pour l'affrètement, ainsi qu'une analyse des données de la flotte et des marchés.

La pandémie a accru le besoin pour ce type de support confirme Leif Arne Strømme de G2Ocean, une société de shipping qui propose une plateforme de solutions numériques très axée sur la transparence envers le client (Informa Engage et al., 2020, p. 26).

### Les Big data

Le shipping produit beaucoup de données, c'est-à-dire d'informations. Ces données ont des origines diverses et multiples : l'IoT à bord des navires si la Compagnie montre ses données, le traçage AIS des navires, l'observation satellite, les informations données par les ports, les informations en lignes sur les contrats... Ces données, grâce à la puissance informatique, peuvent être regroupées, mises en valeur et clarifiées pour permettre de les analyser plus facilement. On peut y coupler d'autres données comme par exemple, la météo, l'historique du navire, ses données de maintenance pour prédire certaines situations futures. C'est l'analyse de données. D'une certaine façon en y passant beaucoup de temps, l'analyse de ces données aurait pu être faite à la main en recoupant patiemment tous les éléments. La différence entre une solution d'analyse de données et les *big data* est dans la prise en compte de multiples données à partir de supports très variés comme des photos de documents, des enregistrements audios. Prises séparément, ces données n'auraient pas forcément un apport informatif ou un lien évident avec le sujet étudié. C'est la puissance de calcul souvent aidée de l'intelligence artificielle qui, en interrogeant cette énorme masse de données de façon flexible et rapide, permet d'en sortir une information ayant un intérêt commercial.

### Les plateformes facteur de résilience pendant la crise

Les plateformes utilisent habituellement le Cloud, ce qui permet entre autres de ne pas charger les utilisateurs avec des logiciels lourds et de réunir simplement des utilisateurs distants. Les progrès récents de la connectivité en mer ont permis l'essor de ces plateformes. La pandémie a accéléré cette tendance, portée par le besoin d'information

dans un contexte très incertain ainsi que par le besoin de performance et d'avantage commercial dans un contexte économiquement difficile. Lasse Kristoffern, PDG de Torvald Klaveness, une société de shipping qui propose parallèlement des solutions digitales, dit lors d'une interview sur l'effet de la pandémie de Covid « Whenthishingshappenwe tend to overestimate how fast change has come but underestimate the implications of the change itself ». Il pense que les effets à long terme vont être profonds mais qu'on ne va pas voir de changement immédiat très important. Les gens sont devenus plus familiers des supports en ligne comme les vidéoconférences. Certains de nos clients qui utilisent notre plateforme en ligne disent qu'ils ne savent pas comment ils auraient pu faire sans celle-ci pendant la crise ajoute t'il (Splash, 2020c). Une initiative intéressante est la Maritime Connectivity Platform, reconnue par l'IMO ; elle cherche à offrir un support sécurisé et une norme commune aux échanges électroniques d'informations entre les différents acteurs maritimes.

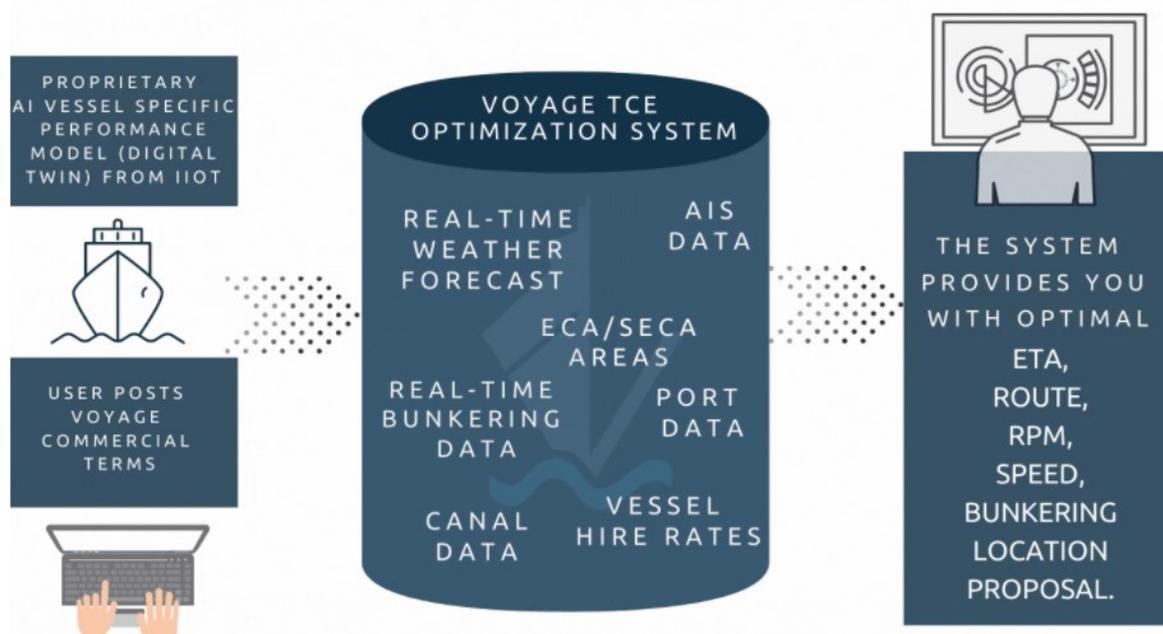


Figure 18 Solution de rentabilisation des voyages par la plateforme de VesselBot

Source : Reproduit à partir de du site internet de VesselBot. (Vesselbot, 2021).

## 2.11 La croisière, un cas à part

La pandémie a frappé très durement le secteur de la croisière. Celui-ci qui était florissant et qui avait déjà un haut niveau de digitalisation s'est retrouvé brutalement à l'arrêt. La médiatisation des clusters de COVID-19 à bord de ces grands navires avec la diffusion de témoignages de passagers désespérés confinés à bord a beaucoup nui à l'image des bateaux

de croisière. De plus, les nouvelles normes sanitaires et de distanciation qui vont surement perdurer après l'épidémie obligent à revoir complètement le mode de fonctionnement de ces navires. Le secteur s'organise pour une reprise et voit la digitalisation comme un atout.

MSC Cruises, qui avait pu reprendre des clients à bord de ses navires en août dernier, affirme que la digitalisation les a beaucoup aidés en leur permettant de réduire les contacts physiques avec les surfaces ainsi que les interactions entre les personnes. Cela permet également un traçage efficace en cas de contamination par la COVID-19 à bord. Grâce à un système de bracelets électroniques ils peuvent rapidement localiser toutes les personnes qui ont été en contact avec la personne contaminée durant les jours précédents (Jainchil, 2020).

Avant l'épidémie du COVID-19, le groupe Royal Caribbean avait déjà commencé à travailler sur une technologie « Muster 2.0 » qui leur permettait de gérer les foules et d'éviter les phénomènes de masse lors des exercices d'urgence (*emergency drill*). Avec ce système, lors d'une situation d'urgence, toutes les informations telles que la façon d'enfiler son gilet de sauvetage ou se rendre sur le navire, sont envoyées directement sur le portable des passagers ; d'autres informations comme la direction à prendre sont aussi affichées sur les différents téléviseurs présents à bord du navire. Ce système, prévu au départ pour éviter de regrouper tous les passagers au même endroit, s'est avéré très utile en temps de Covid pour réduire les contacts (Jainchil, 2020b). Richard Fain, PDG de Royal Caribbean, dit : "the many technological advances make the cruise experience so much better independent of Covid, but with Covid they really come back and help us."

Jan Swartz, président du groupe Holland America, explique comment ils ont mis à profit la pause forcée imposée par le Covid pour s'adapter à cette nouvelle situation. Les attentes du consommateur ont énormément changé. "So the need for touchless services are perfectly supported by Medallion Class cruising, with touchless embarkation onto the ship and easy cabin door entry. And MedallionPay allows for touchless payment of any service or product you buy onboard the ship." dit-il (Jainchil, 2020).

La plupart des applications digitales qui étaient offertes comme une valorisation de l'expérience des passagers servent de support au nouveau type de fonctionnement imposé par le Covid : les bracelets électroniques permettent d'ouvrir les portes sans contact. L'enregistrement en ligne suivi d'un embarquement automatisé utilisant la reconnaissance

faciale évite les interactions et le maniement de papiers. Il y a des contrôles systématiques de température à distance. Les assistants personnels intelligents basés sur l'intelligence artificielle permettent de faire des commandes, d'avoir des informations ou de commander l'éclairage et la température de la cabine. Les menus au restaurant sont sans contact, affichables sur un smartphone personnel. Des files d'attente virtuelles évitent la concentration de personnes dans certaines zones comme le buffet, ou permettent de contrôler le nombre de personnes dans un magasin (Coulter, 2020).

On peut donc en conclure que les navires de croisière vont augmenter leur niveau de digitalisation suite à la pandémie. D'autant plus que pour reconquérir les clients, les Compagnies devront offrir avec un environnement sécurisé, une possibilité de communication toujours plus importante car de moins en moins de gens acceptent de se passer de leurs moyens de communication. Cependant dans un premier temps la pandémie a quasiment stoppé la consommation d'internet qui était très importante dans ce secteur. C'est un manque à gagner substantiel pour les fournisseurs d'internet par satellite ; il faut espérer que cela n'aura pas d'incidence sur leur développement futur car la digitalisation des navires est conditionnée par la disponibilité de l'internet en mer en quantité et qualité suffisantes.

La CLIA (Cruise Lines International Association) a décidé de mettre en place de nouvelles recommandations pour garantir la sécurité des passagers comme par exemple la recommandation 45 qui dit que les navires de croisière « doivent employer une variété de méthodes pour tracer le contact des passagers » ou comme la recommandation 21 qui dit qu'ils « doivent utiliser différentes solutions pour permettre facilement l'enregistrement en ligne et ainsi réduire la congestion lors de l'embarquement des passagers ». Ces nouvelles règles sont en faveur de l'utilisation de solutions numériques.



Figure 19 Océan Médaille de Princess Cruise qui permet aux passagers d'accéder à différentes fonctions sans contact et d'être localisés

Source : Reproduit à partir du site web de Princess Cruise (Princess Cruise, 2021).

## 3 L'INTERNET POUR LES MARINS, CE QU'A CHANGÉ LA PANDÉMIE DE COVID-19

### 3.1 Comment les marins utilisent-ils l'internet ?

#### 3.1.1 Ce que peuvent faire les marins avec l'internet.

Que ce soit par e-mail, téléphone VoIP, consultation web, messagerie instantanée comme WhatsApp, Twitter, réseaux sociaux comme Facebook, l'accès internet pour l'usage personnel est un point essentiel. Il permet de maintenir un lien avec les proches, mais pas uniquement. Le divertissement à bord est un point important. Les fournisseurs d'accès proposent de plus en plus des accès soit à certains bouquets de chaînes de télévision en ligne soit à des contenus d'informations et de divertissements qui peuvent être choisis et chargés en amont comme le système Xchange Media de Marlink. Les marins peuvent ensuite visualiser le contenu sur leurs appareils personnels. La plupart des banques et administrations obligent à passer par des demandes, formulaires ou validation en ligne. L'accès internet est indispensable pour toutes ces tâches. Pouvoir le faire à bord évite au marin lorsqu'il est à terre de passer des heures à rattraper le retard dans ses démarches. La vidéo conférence permet un accès à des consultations médicales en ligne qui permettent un suivi régulier par un médecin traitant au lieu de consultations visant à résoudre ponctuellement des problèmes. Un suivi psychologique est possible de la même façon. Les temps au port sont souvent courts et les temps libres précieux pour les marins. Avec un accès internet ils peuvent réserver leur avion, connaître les horaires des transports locaux, réserver un hôtel, bref, faire tout ce que nous considérons comme normal dans la vie courante à terre.

Beaucoup d'informations sont disponibles sur les améliorations que l'internet peut apporter sur le travail à bord. Des applications aux allures futuristes sont déjà étudiées sous forme de prototypes. Par contre, on trouve peu d'informations sur ce que cette évolution apporte comme confort dans le quotidien du marin. Étonnamment, la formation professionnelle en ligne ne semble pas apporter une grande satisfaction ni un changement radical dans la vie du marin à bord. 43% des marins interrogés ont suivi une formation en ligne ce qui était moins que les deux années précédentes et ils auraient majoritairement préféré suivre une formation dans un centre d'entraînement (Futureautics Maritime, 2018, p. 33) (The

Mission to seafarers, 2019a, p. 7). Plus de 50% des marins interrogés en 2018 ont vu l'une de leurs tâches automatisée et 98% d'entre eux en était satisfaits (Futureautics Maritime, 2018, p. 8). Les tâches administratives prennent de plus en plus de temps, empiétant sur les temps de repos et poussant les officiers à les exécuter durant leur garde (The Mission to seafarers, 2019a, p. 7). Il n'est pas noté d'effet positif ni négatif de l'internet à bord à ce sujet dans les études, ce qui est surprenant car il semble facile grâce aux connexions internet de simplifier ces procédures ou d'en transférer une partie à l'équipe à terre.

### **3.1.2 La façon dont les marins se connectent**

Il est intéressant de noter un changement rapide ces cinq dernières années dans la façon dont les marins communiquent avec leur famille. L'internet est le moyen de connexion le plus utilisé comparé aux e-mails et téléphone par satellite (Futureautics Maritime, 2018, p. 25). La baisse de la fréquentation des installations portuaires dédiées aux marins est attribuée à une diminution des besoins de connexion à terre (Futureautics Maritime, 2018, p. 17). La plupart des marins utilisent l'internet surtout quand ils sont dans leur cabine (Futureautics Maritime, 2018, p. 11). Ils utilisent de préférence un smartphone pour se connecter plutôt qu'un ordinateur portable (Futureautics Maritime, 2018, p. 25). L'organisation The Mission to Seafarers questionne les marins sur leur satisfaction dans différents domaines de leur vie. Les réponses quantifiées permettent d'établir le Seafarer Happiness Index (SHI). L'organisation reçoit aussi beaucoup de réponses sous forme de commentaires dont elle fait une synthèse. Ces informations procurent un témoignage sur l'évolution de la vie des marins ces dernières années. Dans son rapport du premier trimestre 2018, The Mission to Seafarers indique que bien que les appels vidéo soient populaires, WhatsApp est de façon croissante le moyen de communication préféré des marins. Un an plus tard, il note que les appels téléphoniques sont encore utilisés mais de façon moins fréquente et que beaucoup de marins disent préférer garder leur quantité allouée d'internet pour des messages et des activités en ligne. Il est intéressant d'observer que The Mission to Seafarers a étudié dans ses premiers rapports la connectivité uniquement comme moyen de communiquer avec les proches. Ce n'est qu'au deuxième trimestre 2020 qu'il est fait état de l'utilité de l'internet pour les démarches administratives. Dans son dernier rapport du premier trimestre 2021, la connectivité est analysée dans le même chapitre que les installations de loisirs, sous l'étiquette du bien être.

Cela témoigne de la place grandissante de l'internet dans le quotidien des marins ainsi que d'une connectivité croissante.

### 3.1.3 L'importance de l'internet pour les marins

Les études sont toutes concordantes pour affirmer que la qualité de la connexion internet est un point critique dans le choix d'un travail sur un navire (Bjerg Jensen & Swift, 2018; DigitalShip, 2019; Futurenautics Maritime, 2018; Nautilus International, 2017; The Mission to seafarers, 2019a). Une connexion internet est d'une grande importance pour les marins. Elle est considérée comme un besoin essentiel voire un droit fondamental. Ce point de vue est soutenu par la Maritime Labour Convention entrée en vigueur en 2013, bien que le texte ne soit pas très contraignant : « un accès raisonnable à des communications téléphoniques avec la terre ainsi qu'à des services de messagerie électronique et à Internet, s'il y a lieu, le cas échéant pour un tarif raisonnable. » (Convention du travail maritime, 2006, annexe B3.1.11).

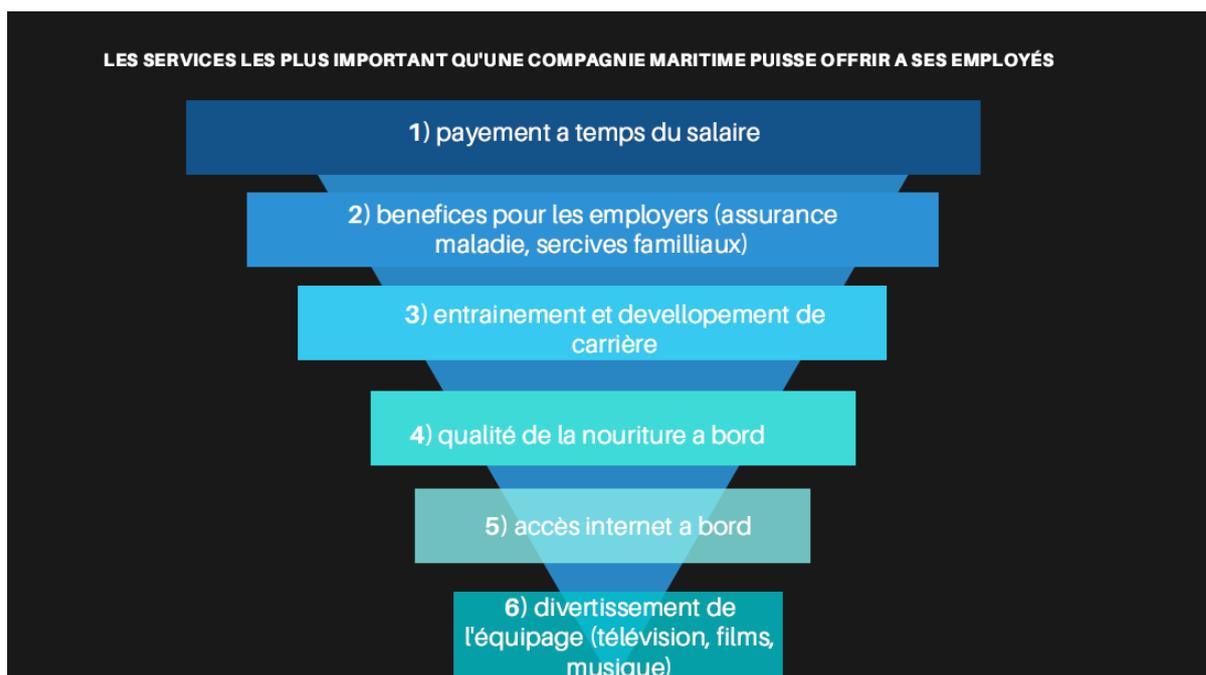


Figure 20 Questionnaire auprès des marins au sujet des services les plus importants qu'une Compagnie peut offrir.

Source : adapté de « Crew connectivity 2018 survey report » par Futurenautics (Futurenautics Maritime, 2018, p. 11).

Pourtant quand les marins classent les services qu'ils attendent de leur employeur par ordre d'importance, il ressort que d'autres points encore plus vitaux pour eux sont prioritaires (FutureNautics Maritime, 2018, p. 21). On peut craindre à la lecture de ces résultats que les marins vivent dans un grand climat d'insécurité et se sentent très vulnérables si leur premier souci est d'être payé régulièrement pour le travail fourni ou s'ils ont un risque de ne pas avoir de couverture pour leur frais de santé.

Ces résultats pourraient être biaisés si le questionnaire imposait un classement de propositions : si on doit classer par ordre d'importance avoir un logement et avoir du chauffage, il est évident que le logement vient en premier bien qu'avoir du chauffage est considéré comme une nécessité. Néanmoins il ressort d'autres études que la difficulté à obtenir son salaire et recouvrer les frais de santé est un souci croissant (The Mission to seafarers, 2019a, p. 6). En 2019, selon une vaste étude faite par une agence d'emploi des gens de la mer en Allemagne, seulement 15% des 10000 marins interrogés ont une assurance santé incluse dans leur salaire ; 15% n'ont pas reçu leur salaire à temps et 9% ont souffert d'un manque de nourriture et de boisson (DigitalShip, 2019).

On peut espérer que l'internet, en facilitant l'échange d'informations entre marins et l'accès plus facile au marché de l'emploi, pourrait tendre à faire diminuer cette insécurité.

### **3.1.4 Une image du quotidien à bord avant la pandémie de COVID-19**

Une étude menée en 2018 a comparé l'effet de la connectivité à bord de 2 navires (Bjerg Jensen & Swift, 2018). Bien que cette étude soit relativement anecdotique car elle ne concerne que 43 marins, elle est particulièrement intéressante par son approche originale qui permet une analyse fine des subtilités que recouvre le concept « connectivité à bord ». Les chercheurs ont embarqué pendant 10 jours sur deux porte-conteneurs relativement similaires par le type de navire et leur route. L'un avec un accès wifi gratuit de 50MB par semaine et par personne à bord et l'autre sans wifi. Les deux équipages avaient accès aux e-mails à volonté.

La connexion wifi a été considérée comme insuffisante et permettant uniquement de communiquer de façon rationnée par message textes comme WhatsApp. L'équipage sans wifi avait des attentes irréelles de ce qu'ils pourraient obtenir avec le wifi à bord.

Une connectivité limitée est considérée comme mieux que rien mais engendre une grande frustration. L'impossibilité d'accéder aux médias qui leur sont familiers comme Facebook ou Instagram aussi. Lorsque l'accès internet dépend de leur téléphone mobile, les marins ont passé beaucoup de temps et d'énergie à surveiller l'approche de zones où il pourrait y avoir une réception et ceci a empiété sur leur temps de travail et de repos. "The only thing that is more important than connectivity is food." a dit l'un des participants. Tous ces efforts pour saisir les opportunités de connexion pour rester en contact avec les proches et la gestion permanente du nombre de data sont source de stress pour l'équipage. Les changements de route perturbent les moments de contact prévus avec la famille et fait rater des moments essentiels comme l'appel pour l'anniversaire d'un enfant.

Les marins, dans cette étude, téléphonent peu car il faut acheter des cartes Sim ce qui est considéré par certains comme trop cher et que cela ne répond pas vraiment à leur besoin qui est orienté vers d'autres médias sociaux. Quand ils le font, les appels sont très brefs. De même les e-mails n'étaient quasiment pas utilisés : il leur était reproché leur temps de transfert lent empêchant une forme de conversation et le fait que ce soit l'adresse de la Compagnie, leur donnant l'impression d'être surveillés.

« For most participants, therefore, the most important aspect of digital connectivity was the speed and immediacy that it enabled. This allowed them to communicate with people back home in a less disruptive manner”.

Malgré des lieux de vie vastes et bien équipés pour le divertissement (télévision avec jeux vidéo, karaoké, ping pong, salle de gym) les marins disent s'ennuyer au bout d'un moment et l'internet leur apporte de nouveaux sujets d'intérêt et d'ouverture alimentant les discussions et la socialisation à bord.

Le nombre restreint de data les rend précieux. Les participants disent passer beaucoup de temps et d'énergie à surveiller leur consommation pour qu'elle dure la semaine et préférer donner à un ami le reste plutôt que de le « perdre ». Cette forme d'échange est ressentie comme un moyen de cohésion sociale à bord et beaucoup d'entraide se forme autour de la recherche des meilleurs moyens de se connecter et des applications à utiliser.

Il ressort de cette étude qu'une communication satisfaisante par internet avec la famille est considérée comme indispensable et que les marins vont tout faire pour y arriver, même au détriment de leur travail ou de leurs heures de repos. Cette lutte est étonnamment un

moteur de lien social à bord. La connectivité est vue comme une source d'égalité sociale à bord. Le contact avec les proches passe avant les contacts sociaux à bord. La possibilité de contact visuel surtout avec les enfants est très importante. L'accès au web est facteur de sociabilisation à bord en apportant de nouveaux sujets de conversation.

Cette étude dépeint deux équipages déjà partiellement connectés par le biais de leur téléphone portable ou des infrastructures à terre. Ils sont cependant insuffisamment connectés et mettent beaucoup d'énergie et de temps au détriment des autres activités à améliorer cette connexion. Le wifi rationné à bord de l'un des deux navires lève un peu le stress lié à cette quête permanente mais il n'est pas suffisant pour satisfaire l'équipage.

### 3.1.5 Témoignages récents d'officiers à bord de navires marchands en 2021

Il ne s'agit pas d'un échantillon suffisant ni représentatif mais il donne une idée du quotidien de jeunes officiers européens, tous habitués à avoir un accès internet facile et suffisant chez eux et qui sont confrontés depuis quelques années à un accès internet beaucoup plus restreint.



Tableau 3 Réponse des officiers au questionnaire

Source : questionnaire Google form pour ce mémoire mis en annexe.

Ils ont tous accès à l'internet mais sont globalement moyennement satisfaits de leur connexion. Aucun ne peut visionner un film Netflix ou une vidéo Youtube. L'un a des

difficultés pour ouvrir les pages web et un autre n'a accès qu'aux textes et aux images. En majorité, ils se plaignent du temps passé à rechercher de la connectivité. Chacun a une formule d'accès internet différente. Ils ont tous un accès avec une partie gratuite et limitée. Certains ont en plus la possibilité d'augmenter cette limite à leur frais. Le seul qui dit ne pas avoir de limite dit aussi devoir payer en plus ; il doit donc s'agir d'une erreur dans la réponse. La limite est parfois assez basse : une heure par jour, 300Mo /mois ou plus généreuse de 150Mo/j avec une limite de temps de 6h/jour. Ceux qui disent avoir un internet plus rapide entre 1 et 20Mbps disent aussi devoir payer en plus pour leur accès : 40USD pour 800Mb et 12 euros par heure supplémentaire.

Ils souhaitent à l'unanimité avoir plus d'internet et se sentent quasiment tous isolés à cause du manque de connectivité. Celui qui ne se sent pas isolé est celui qui a un internet très lent mais qui lui permet néanmoins de faire des appels WhatsApp. Or, il semble avoir accès à un internet illimité pendant ses temps de travail. La plupart dit aussi avoir besoin de plus d'internet depuis le début de la pandémie.

Les Compagnies n'ont pas systématiquement augmenté la quantité d'internet disponible pour l'équipage en raison de la crise Covid mais certaines l'ont fait. La plus généreuse offre est de 900Mo supplémentaires par mois. Il est intéressant de noter que le seul répondant qui est sur un navire de croisière dit que la Compagnie a baissé la quantité d'internet à bord en raison de l'absence de passagers. Les deux qui ont l'internet le plus lent disent que la Compagnie paye « beaucoup pour un accès illimité pour le travail » et 3000\$/mois pour 512kbps.

Les tâches qui ont été digitalisées suite au Covid sont des audits faits par Zoom et des certificats. Cependant, la majorité des officiers n'ont pas observé de changement. Ils souhaiteraient que les inspections de *vetting*, les papiers du *Port call* et le routage soient digitalisés afin de faciliter le travail. Ils pensent que ces tâches seraient plus faciles et plus rapides à faire.

### **3.1.6 Les problèmes liés à la connectivité des marins**

#### **3.1.6.1 Sociabilisation à bord et internet**

Le Navire est à la fois un lieu de travail et un lieu de vie. Une des particularités du quotidien du marin est cette vie collective qui a souvent été connue pour sa solidarité. 53%

des marins interrogés notent une baisse des interactions sociales à bord, un chiffre en hausse par rapport aux années précédentes (Futurenavics Maritime, 2018, p. 26). Les réponses de cette étude ne sont pas suffisamment précises pour conclure à l'influence de la connectivité dans la baisse des interactions sociales à bord. Cette baisse est nettement confirmée par le Happiness index de 2019 (The Mission to seafarers, 2019a, p. 8) sans que cela soit attribué à la connectivité. Une analyse plus fine est permise par les résultats du questionnaire du Nautilus survey de 2017 qui a demandé de quantifier le retentissement de plusieurs aspects sur la vie sociale à bord. Chaque proposition était indépendante (Nautilus International, 2017, p. 9).

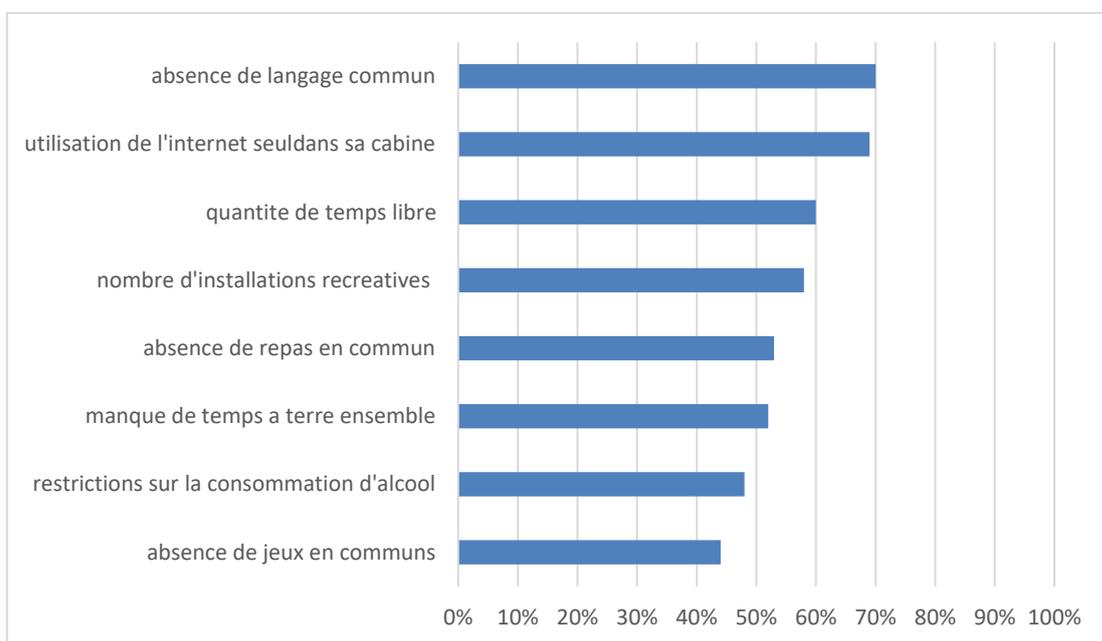


Tableau 4 Questionnaire demandant de quantifier l'impact de différentes propositions sur la vie sociale à bord

Source : adapté de « An investigation into connectivity at sea » page 9, par Nautilus. (juin 2017). (Nautilus International, 2017).

Lorsqu'on met en parallèle les variations des taux de satisfaction de la connectivité et de l'interaction avec l'équipage issus des rapports de The Mission to Seafarers, on retrouve une faible corrélation négative : A partir des données des rapports Happiness Index de la Mission to Seafarers, nous avons effectuée un test de corrélation de Pearson entre les indices de satisfaction de la connectivité et ceux de l'interaction avec l'équipage. Le

résultat de - 0,232756441 indique un lien faible en sens inverse entre les deux taux : quand l'un des taux croît, l'autre diminue.

Dans une étude sur l'effet du Covid sur les marins, 72% des marins déclarent pouvoir compter sur le soutien d'un membre de l'équipage en cas de besoin mais seulement 55,7% disent avoir une personne à bord à qui parler de problèmes privés. Cela montre une bonne solidarité mais malgré tout un certain isolement qui explique le besoin de pouvoir parler aux proches (Pauksztat, Grech, Kitada, & Jensen, 2020, p. 16).

On peut en conclure que les marins interrogés sont globalement d'accord avec le fait qu'il existe une diminution des liens sociaux à bord et que la connectivité à bord est vue comme l'une des causes majeures. Cependant, ces résultats sont à nuancer car il s'agit uniquement des causes supposées à un fait constaté. De plus, d'autres causes n'ont pas été proposées comme la diminution de l'effectif d'équipage à bord ; en effet avec un équipage réduit et les rotations des quarts, il y a toujours une partie de l'équipage qui dort, l'autre qui travaille et peu de personnes disponibles pour la sociabilisation. La disposition des installations du navire avec peut-être plus d'espaces individuels pourrait aussi être en cause.

### **3.1.6.2 Inconvénients de la digitalisation dans le travail des marins au quotidien**

Une des plaintes récurrentes est la surcharge de travail administratif. Cela est sûrement en partie dû à l'augmentation des règles et contrôles. On pourrait penser que la digitalisation simplifie cet aspect du travail, mais on observe plutôt un effet contraire. Il existe un sentiment de pression de la part de la Compagnie et des administrations qui ne tiennent pas compte des décalages horaires et attendent des réponses immédiates. Être joignable s'accompagne d'un nombre énorme d'e-mails à traiter et de rapports à fournir. Ce travail est ressenti comme inutile, épuisant et empiétant sur les heures de repos. Certains regrettent le temps où ils étaient isolés mais tranquilles en mer (The Mission to seafarers, 2020a).

Les formations en ligne ne font pas l'unanimité. Il leur est reproché d'être davantage des formalités pour être en règle qu'un réel apprentissage efficace. La formation se fait souvent à terre lorsque le marin est chez lui au détriment du temps passé en famille si longtemps attendu (The Mission to seafarers, 2020b).

## 3.2 Ce que la pandémie de Covid-19 a changé dans la perception de l'utilité de l'internet pour les marins

### 3.2.1 L'Internet et les marins, évolution récente et effet de la pandémie de Covid-19.

#### Évolution du Seafarers' Happiness Index

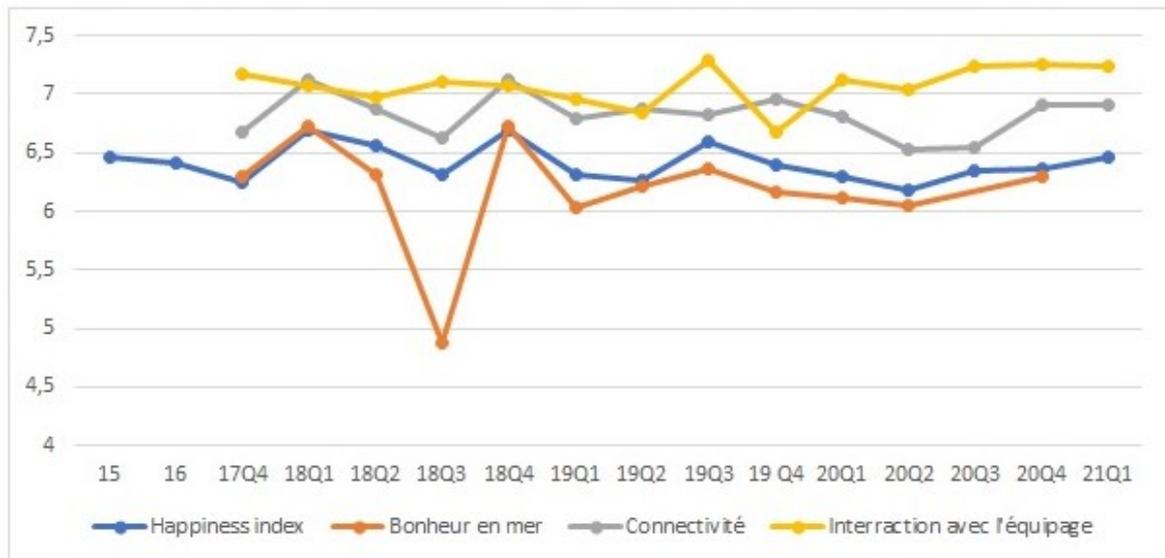


Tableau 5 Evolution du « Happiness Index » et des autres indices en relation avec la connectivité.

Source : Propre tableau à partir des données des rapports « Seafarer's Happiness index » de The Mission to Seafarers (Happy at Sea, 2021).

Pour saisir l'évolution du sentiment des marins vis-à-vis de la connectivité, nous avons repris les rapports de « Seafarers Happiness Index » et essayé d'en comprendre l'évolution. Nous avons observé l'évolution de l'index et des taux de satisfaction des marins mais cela ne nous a pas suffi à obtenir une indication claire. Il existe une corrélation positive forte (coefficient de corrélation de Pearson au dessus de 0,5) entre l'Happiness Index et le taux de satisfaction au sujet de la connectivité. Le coefficient de corrélation de Pearson  $r=+0,75227129$  d'après nos propres calculs à partir de notre tableau. Par contre, il est surprenant d'observer que le taux de satisfaction de la connectivité en 2018 est proche de celui de fin 2020 alors que les possibilités de connexion ont visiblement augmenté. C'est probablement dû au fait que les besoins changent en même temps que la disponibilité.

## Les commentaires du Seafarers Happiness Index au fil des ans

Nous avons parallèlement étudié les commentaires qui dessinent une histoire plus cohérente. Le premier rapport de 2017 décrit une grande frustration devant le manque d'internet, retrouvée dans la plupart des réponses : « From answer after answer, it is clear that seafarers crave the connection that online access brings ». Cela entraîne un sentiment d'injustice. Les Compagnies sont tenues pour responsables de ce problème et les législations sont déclarées être insuffisantes. Des tensions à bord sont rapportées quand le capitaine décide de limiter l'accès internet. Les marins ont le sentiment qu'ils pourraient avoir une vie meilleure avec un accès internet correct. C'est le sujet qui les affecte le plus. (The Mission to seafarers, 2018a). En 2018, le besoin d'internet s'étend aussi aux plus âgés. Les marins demandent une meilleure connexion internet qui soit plus rapide mais aussi moins chère alors qu'avant ils demandaient juste d'avoir accès à une connexion. Il y a une grande diversité de qualité de connexion avec un accès plus ou moins bon et des parties payantes à des prix assez variables. Il y a un fort mécontentement des marins qui n'ont pas d'accès internet et une demande pour plus de la part de ceux qui en ont un peu. Même ceux qui ont une connexion gratuite en demandent plus. La comparaison se fait avec la connectivité à terre. Ils parlent de l'importance et du réconfort qu'apporte le contact non seulement avec la famille mais aussi avec un réseau d'amis (Happy at Sea, 2018), (The Mission to seafarers, 2018b), (The Mission to seafarers, 2018c). En 2019, les trois premiers trimestres sont dans la lignée de 2018 avec la demande d'une connexion suffisante. Les marins attendent de pouvoir communiquer au moins quelques minutes par jour avec leurs proches. L'internet est considéré comme un besoin essentiel. "There is frustration, incredulity and resignation to the fact that contact with home is too expensive, connections are too slow or poor, and the matter is not given enough attention by companies." (The Mission to seafarers, 2019b, p. 6). À partir du dernier trimestre 2019, le ton change: « Seafarers who commented said that "communication facilities have greatly improved over time", though this was tempered with the view that there is still huge scope for improvement." Bien qu'ils comprennent que la vie en mer comporte des contraintes, ceux qui ont un accès internet mauvais ou trop cher deviennent de plus en plus mécontents. Début 2020 marque l'avènement de la pandémie et de conditions de travail difficiles et inhabituelles pour les marins. Cependant l'amélioration des connexions internet persiste et les marins en sont très reconnaissants aux Compagnies qui ont fourni une connexion de meilleure qualité, moins chère ou gratuite. Cela est vu comme un point crucial dans ces

temps difficiles. « Quotes abound, such as “The one good thing that has happened since Covid is that our company has now improved satellite wi-fi, and we are able to access it free or at good prices. »(The Mission to seafarers, 2020c). La demande en internet change et les marins veulent surtout une meilleure qualité avec des prix bas. Le manque constant d'accès de qualité oblige les marins à diminuer leur temps de repos pour profiter des moments où ils ont accès à une bonne connexion, au port ou près des côtes. L'importance de pouvoir faire des démarches en ligne pendant la pandémie a été signalée. Le premier trimestre 2021 a confirmé l'amélioration de la connectivité et l'effort fait par les Compagnies. Les marins le ressentent comme un facteur utile pour lutter contre le stress. Une mauvaise connexion semble impacter l'ensemble des taux de satisfaction du questionnaire. D'après les commentaires de the Mission to sefarers, on voit une nette amélioration des connexions internet à usage personnel du marin associée à une plus grande satisfaction. Cette amélioration a visiblement été potentialisée par la pandémie mais elle était déjà amorcée quelques mois auparavant. On voit aussi au travers de cette recherche comment le rapport des marins à l'internet change en peu de temps passant d'une demande de connexion à une demande d'internet haut débit permanent. Le mode de relation avec les proches a changé : au début il s'agissait de prendre des nouvelles puis avoir des nouvelles quotidiennes est devenu la norme et maintenant il est attendu de rester en contact permanent avec ses proches. Il est difficile de savoir si the Mission to seafarer est une source objective malgré tous ses efforts en ce sens. Les chiffres des taux de satisfaction correspondent mal avec le progrès constaté. Cela est peut-être dû au biais de l'interprétation ou au fait que le niveau maximum d'un taux de satisfaction dépend de l'attente que la personne a sur le sujet. Or cette attente fluctue en même temps que les possibilités offertes.

### Une étude sur l'effet de la pandémie sur les marins

Une étude de la World Maritime University, faite entre juillet et septembre 2020 sur 671 marins, examine l'impact de la pandémie COVID-19 sur le travail et la vie à bord des marins. L'échantillon composé en majorité d'officiers sur des navires nord-européens n'est pas représentatif de l'ensemble des marins.

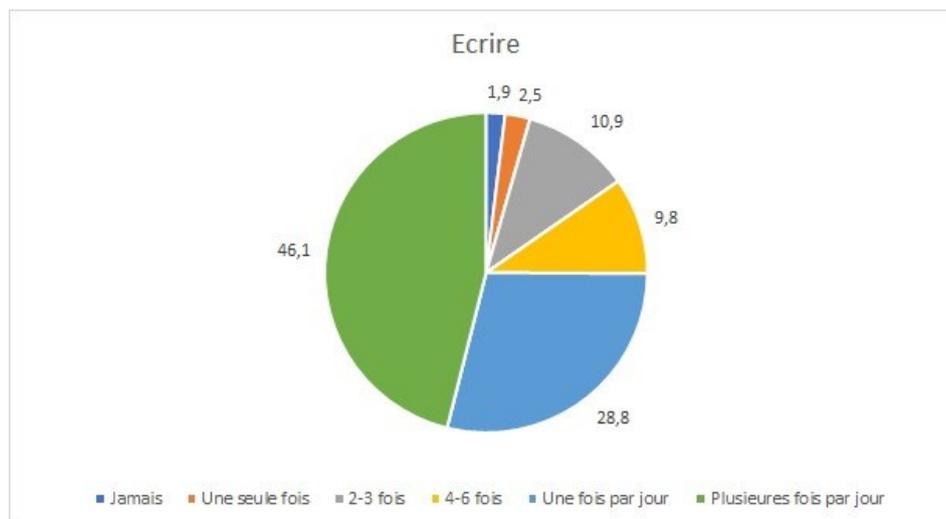


Tableau 6 Pourcentage de Fréquence des communications des marins avec la famille au cours des sept derniers jours.

Source : Propre tableau à partir des données de l'étude « Seafarers' experiences during the COVID-19 pandemic, Report » par Pauksztat, B. et al. (2020). World Maritime University. (Pauksztat et al., 2020, p. 16).

L'étude retrouve que la plupart des marins avaient au moins un accès internet limité et gratuit à bord. Concernant les soucis engendrés par la situation à la maison, pour certains le problème est que les moyens de communication sont chers, lents et peu disponibles. Le principal support vient de la Compagnie maritime et des proches. Le support fourni par la Compagnie concerne à 85,7% l'information et les conseils médicaux. Il n'est pas fait mention de l'internet. La communication avec les proches se fait soit par écrit sous forme

d'e-mails, SMS ou chat, soit par oral par téléphone, WhatsApp ou Skype. 46% des répondants communiquent plusieurs fois par jour par écrit avec leurs proches et 24,1% plusieurs fois par jour par oral.

À la question ouverte de savoir à quel sujet ils souhaiteraient plus de soutien, 9,4% ont répondu qu'ils désirent un meilleur internet pour maintenir le contact avec les proches, rester informés et se divertir à bord. Il est intéressant de noter dans cette étude qu'elle confirme la tendance à établir un lien permanent avec les proches sous forme de multiples communications par jour, ainsi que l'utilisation de l'internet dans un but plus large, moins centré uniquement sur les communications. Le taux de satisfaction avec la communication internet semble assez haut car seuls 9,4% des répondants mettent l'amélioration de leur connexion comme premier souhait (Pauksztat et al., 2020).

### En 2019 juste avant le début de la pandémie

A titre comparatif, peu avant le début de la pandémie, une étude de 2019 faite par l'université de Cardiff sur la santé mentale et le bien être d'un panel de 1507 marins retrouve que 85,5% ont au moins la possibilité de communiquer par e-mail, 70,8% ont accès à l'internet et 33,5% à la télévision par satellite. Une grande majorité des marins considèrent l'internet comme la chose la plus importante pour améliorer la vie à bord et 85,7% combattent la solitude grâce aux communications avec les proches via internet. Le contact fréquent avec les proches grâce à l'internet permet d'atténuer le sentiment de décalage lors du retour à la maison et de rester informé des changements au quotidien. L'absence d'internet est associée à un sentiment d'exclusion du reste du monde (Sampson & Ellis, 2019).

### Conclusion

Ces trois sources sont concordantes et vont dans le sens d'une augmentation croissante de la place que prend l'internet dans la vie quotidienne du marin, avec un besoin de communication de plus en plus fréquent avec les proches et l'utilisation accrue de l'internet comme support d'information, de démarches et de divertissement. L'accès à la connectivité a commencé à s'améliorer et à correspondre davantage à l'attente des marins dès fin 2019 et cette tendance a été potentialisée par la pandémie.

### 3.2.2 Regard des armateurs et de l'industrie maritime sur l'internet pour les marins, évolution récente et effet du Covid

La connexion internet disponible pour les marins à bord dépend en grande partie des investissements que l'armateur est disposé à faire pour celle-ci. Sans être pour autant indifférent au sort de ses marins, l'armateur a des choix économiques à faire. Pour cerner l'évolution des motivations des gestionnaires de navires à ce sujet, nous nous basons sur quelques rapports de ces cinq dernières années.

#### En 2017

En 2017, un rapport de Nautilus, interrogeant 2000 de ses membres, montre que si 88% ont un accès internet à bord, seuls 57% peuvent utiliser un e-mail personnel et 34% les réseaux sociaux. La connexion internet des marins est souvent volontairement restreinte par la Compagnie avec par exemple 40% qui interdisent les appels vidéo (Nautilus International, 2017, p. 13). Les raisons invoquées par les Compagnies pour cette restriction sont de façon surprenante dues à un manque de confiance en la capacité du marin à faire un bon usage de l'internet et à gérer la limite entre son temps libre et son temps de travail. Cela est d'autant plus étonnant que ces marins sont des professionnels qualifiés auxquels on confie la responsabilité de valeurs importantes dans des conditions difficiles. Avec un recul de presque cinq ans, ces positions paraissent très datées.

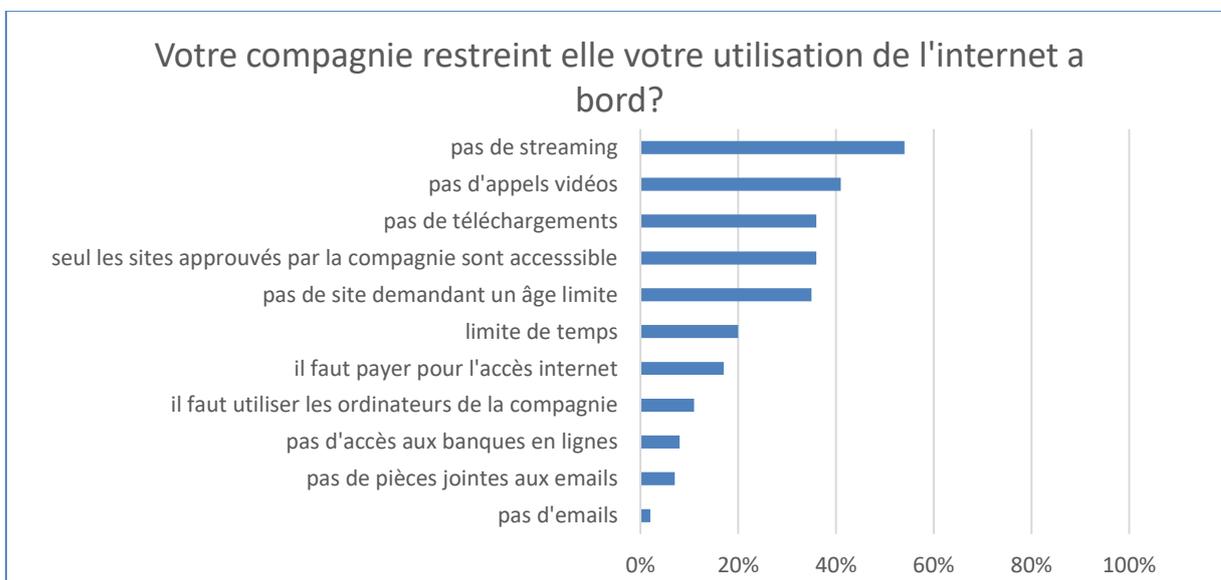


Tableau 7 Questionnaire auprès des marins sur la restriction de l'utilisation de l'internet par les Compagnies.

Source : adapté de « An investigation into connectivity at sea », par Nautilus. (juin 2017). (Nautilus International, 2017).

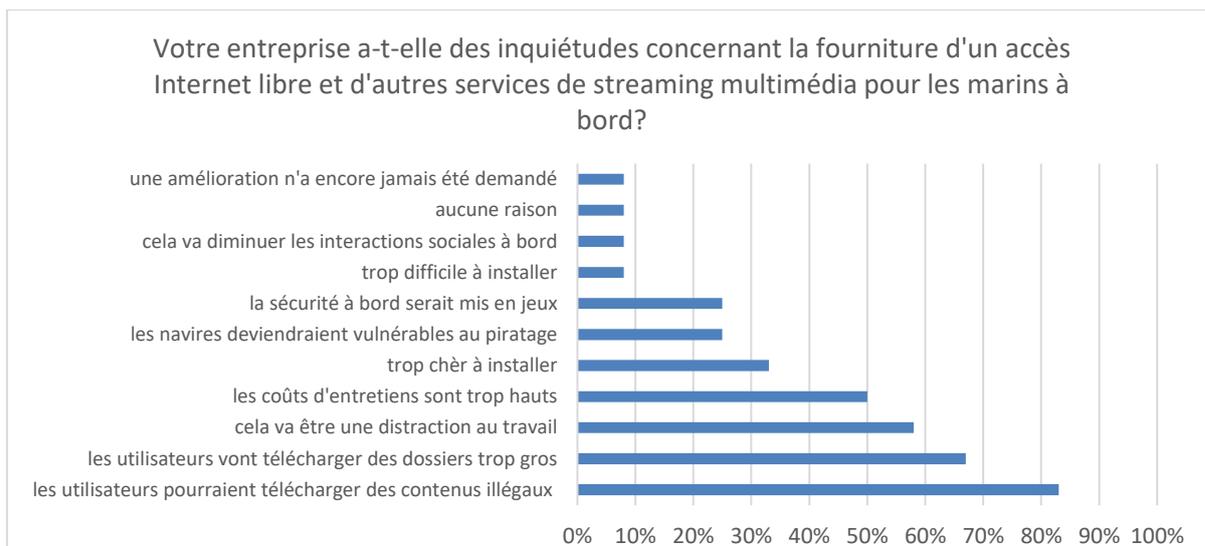


Tableau 8 Questionnaire auprès de 18 compagnies sur leurs inquiétudes concernant la mise à disposition d'un accès internet libre aux marins

Source : adapté de « An investigation into connectivity at sea », par Nautilus. (juin 2017). (Nautilus International, 2017).

### Risque de cyber-attaque

Parmi les problèmes invoqués par les compagnies, le risque de cyber-attaque est un argument sérieux bien que les brèches ne soient pas forcément dues aux connexions des marins ; l'IOT est aussi une porte d'entrée. En 2017, seulement un petit nombre de marins recevaient une formation succincte en cyber sécurité, dispensée en majorité par des agences de recrutement. La formation portait surtout sur les procédures de mise à jour et le changement des mots de passe (Futurenavics Maritime, 2018). Depuis début 2021 l'IMO oblige les gestionnaires de navires à évaluer leur cyber risque et à prendre des mesures adaptées. La cyber sécurité est un risque important et grandissant que la marine commerciale va devoir affronter.

### Distraction de l'équipage durant le travail

L'internet apparait comme une possible distraction lors du travail. Effectivement, si l'officier de garde regarde son portable au lieu de regarder dehors, la sécurité du navire est en jeu. Cependant, comme nous l'avons vu, les marins sont quasiment tous équipés de *smartphones* et vont être d'autant plus susceptibles d'essayer de se connecter lors des temps de travail que l'accès internet est restreint et que les occasions d'attraper un signal sont limitées. La limitation de l'accès à l'internet ne répond donc pas à ce réel problème de sécurité. La certitude d'avoir des temps communication lors des heures de repos aide

surement le marin à laisser pour quelques heures son portable de côté. L'échouage du MV Wakashio, il y a peu illustre ce problème. Selon les autorités panaméennes, le navire se serait rapproché du rivage pour capter le réseau cellulaire et l'équipage aurait été distrait par une fête d'anniversaire (Autoridad Marítima de Panamá, 2020). Cette version est contestée et la Compagnie affirme qu'elle a fourni un accès internet gratuit et illimité à l'équipage. Une enquête est en cours. Quelle qu'en soit la conclusion, cela souligne que le détournement du navire pour rechercher la connectivité se pratique de temps en temps et qu'un internet illimité ne signifie pas un internet suffisant.

### Surconsommation de l'équipage

La crainte que les marins téléchargent des fichiers trop importants comme des films repose sur deux aspects : le coût d'un grand nombre de datas et le partage du flux de connexion à bord. Sur ces deux points des réponses ont été apportées depuis. Les fournisseurs d'internet proposent maintenant de multiples moyens pour partager le flux à bord et établir des priorités. Ces solutions sont faciles et flexibles. Le risque d'une consommation excessive a été contré par l'apparition en 2017 d'une consommation internet limitée avec une partie supplémentaire payante et à la demande pour l'équipage.

### Ce que la pandémie a changé

En mai 2020, les Compagnies interrogées dans le rapport d'Inmarsat ne considèrent pas le bien être de l'équipage comme une motivation majeure pour investir dans la digitalisation. Pour 16% le bien être des marins est cité comme motivation et seulement pour 4% elle est la principale motivation. Dans les applications digitales concernant l'équipage, ce sont les solutions pour la formation et l'organisation qui sont les plus déployées. Les médias et les loisirs en ligne ne sont déployés sur l'ensemble de la flotte que chez 42% des répondants. Les applications de santé et de sécurité sont un peu en retrait (Informa Engage et al., 2020). Ces réponses sont en décalage avec les nombreux remerciements et messages de soutien que les Compagnies ont envoyés à leurs marins. De même les applications concernant le bien être des marins génèrent quatre fois moins de financement que celles concernant la performance (Chubb, s. d.). Il semble néanmoins que les actes aient suivi les paroles car on note, dans le dernier rapport Happiness Index for seafarers Q1 2021, une amélioration de tout ce qui concerne le bien être à bord tel que la nourriture, l'équipement de loisir, la connectivité. Le Covid a entraîné une médiatisation des conditions de vie des marins et certaines Compagnies affichent ouvertement leur volonté de fournir une bonne connexion

aux marins : “Our goal was to install VSAT to support digitalised operations and provide fast communications for crew,” dit récemment Laurenz Held de Held Shipping. Il pense avoir un bénéfice de cette installation qui va lui permettre une meilleure communication entre les équipes à terre et à bord, un meilleur suivi avec ses clients et une maintenance facilitée avec l’IoT de la machinerie (Wingrove, 2021b). On peut conclure en citant K D Adamson de Futureonautics en 2015: « Crew have quite rightly been vocal about their desire for communications on board, and like any weary parent, ship operators have given in. But what they're beginning to see is that crew have done them, and the industry, a massive favour. Because having made the investment in these IP satellite systems, many of these enterprises are now discovering they have access to digital products and services, and methods of digital operation, that they wouldn't have had otherwise. »(Futureonautics Maritime, 2015, p. 3).

### 3.2.3 Conclusion

Il ressort clairement de cette étude que les marins souhaitent globalement plus d’accès à l’internet. Ils considèrent de plus en plus l’accès internet comme un minimum dont ils ne veulent pas se passer, d’autant plus qu’il devient le principal support de communication avec la famille et les amis à terre. L’internet est un outil indispensable dans le quotidien des marins comme dans celui du reste de la population. La question ne se pose plus de savoir s'ils peuvent y avoir accès mais plutôt de savoir pourquoi ils en sont privés en mer et souvent même à quai. Cette place centrale qu’a prise l’internet dans le quotidien des marins est accompagnée d’une baisse des interactions sociales dont la cause paraît multifactorielle. L’analyse des raisons qui freinent le déploiement de système internet à bord démontre qu’il s’agit d’une vraie transformation sociale de part et d’autre qui bouscule les habitudes et dépasse les problèmes de technique et de coût. L’évolution vers plus de connectivité à bord paraît incontournable ; ce lien accru apportera probablement plus de coopération entre les équipes à terre et les équipages navigants ainsi qu’une meilleure intégration dans une chaîne logistique globale. Bien qu’il apporte de belles innovations techniques, ce changement s’implante très lentement. Il doit probablement prendre le temps de démontrer un réel bénéfice pour prendre pleinement sa place. L’utilité qu’a démontrée l’internet lors de cette épidémie de COVID-19 devrait l’y aider.

## 4 LES EFFETS DE LA CRISE DU COVID-19 SUR LE MARCHÉ DE L'INTERNET ET LES TENDANCES QUI EN RESSORTENT

### 4.1 La consommation en général

D'après une étude Russe, la Covid-19 a favorisé la digitalisation de toutes les infrastructures de transport (Medyakova, Kislitskaya, Kudinova, & Gerba, 2020).

D'après Inmarsat, la consommation de data des bateaux a doublé en 2020. Le taux de téléchargement moyen par navire est passé de 4GB en mai 2020 à 8GB en décembre 2020. « Covid-19 has brought a major spike in data demand for crew connectivity » dit Ronald Spithout, President, Inmarsat Maritime (Inmarsat, 2021c). Cependant cela est à mettre en perspective avec une autre déclaration d'Inmarsat disant que la consommation de données augmente également régulièrement, doublant à peu près chaque année. « Data consumption has also been increasing steadily, roughly doubling every year. » (Inmarsat, 2021b). Le volume du trafic des données est en constante augmentation ces dernières années mais les avis sont tous concordant pour signaler une amplification due à la crise Covid-19.

Tabitha Logan, responsable de l'affrètement chez Asia Maritim Pacific, pense que, d'un avis unanime, dans l'industrie du transport maritime une accélération de la digitalisation a été constatée (Splash, 2020b, sect. 1:43). « Fortunately, the pandemic also highlighted the urgency of digitalisation, and the importance of cross-industry collaboration to fast-track acceptance and adoption of digital standards. » dit le Thomas Bagge, CEO de Digital Container Shipping Association DCSA (DSCA, 2021a).

« Since COVID-19, we're seeing a real acceleration in digitalisation by about four or five years, » reports Mark Warner, Senior Director, Inmarsat Maritime (Smart, 2018).

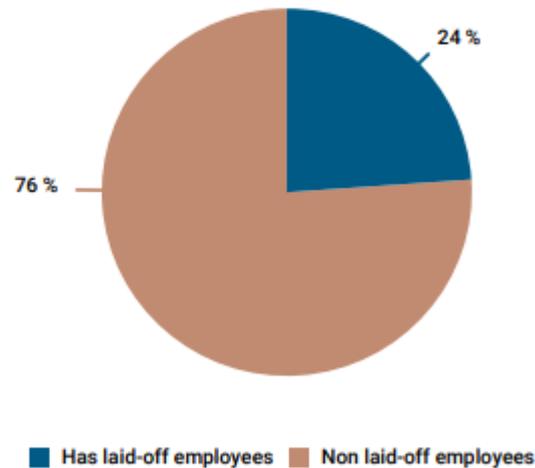
## 4.2 Effet du *layup* et de la baisse de revenu dans certains secteurs

L'augmentation du flux de données et de connexions internet est évidente pour les navires qui ont pu garder leur activité, par contre une partie sinistrée de la marine marchande a vu sa consommation d'internet diminuer.

La Norwegian Shipowner's association dit, dans son rapport de 2021, avoir 200 navires en *layup* et une forte baisse de revenu dans le domaine de l'offshore et des bateaux de passagers due à l'effet associé de la pandémie et de la chute du prix du pétrole.

« While demand for tonnage fell by 1.8 per cent in 2020 due to the corona pandemic, the fleet expanded by 2.9 per cent, leading to a reduction in utilization of ship capacity from 87.8 to 83.8 per cent » (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 8). Cela correspond aux autres rapports de la situation de la flotte mondiale. Le transport en général a relativement bien affronté la pandémie avec même certains secteurs comme le *liner container* qui ont vu une importante augmentation des prix du fret et de la valeur de vente des navires. Cependant le nombre de navires en *layup* est très important ce qui influe forcément sur le flux de data d'origine maritime et le nombre de contrats qu'ont les opérateurs d'internet en mer. L'évolution des capacités de l'internet en mer est liée aux investissements faits par les opérateurs d'internet comme Inmarsat. Même si Inmarsat a constaté une augmentation importante et constante de l'échange de données, ils disent aussi avoir eu une grande baisse sur certains secteurs comme la croisière et l'offshore (interview Inmarsat en annexe). La digitalisation des navires est liée à la bonne santé de toute la filière : des armateurs prêts à investir dans une amélioration de leur flotte et des fournisseurs avec des revenus suffisamment stables et suffisants pour faire des investissements qui se chiffrent en milliards dans des nouveaux satellites et aussi dans l'équipement terrestre associé. La pandémie a entraîné une baisse de l'économie mondiale ce qui n'est jamais une bonne chose pour l'investissement et l'innovation. D'un autre côté, certains secteurs savent qu'ils vont être obligés de se renouveler et ce renouvellement passe parfois par la digitalisation comme dans le secteur de la croisière où de nombreuses solutions pour gérer le flux des passagers et leur santé sont explorées.

### Percentage of companies stating they have employees laid off in January 2021



Source: BDO AS / Norwegian Shipowners' Association

Tableau 9 Pourcentage de Compagnies qui ont mis des employés en chômage temporaire en janvier 2021 d'après l'association des armateurs norvégiens.

Source : Reproduit à partir de « Maritime Outlook 2021 », page 50, par la Norwegian Shipowners' Association. (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 50).

« The high degree of private ownership means that these companies dare to have longer time horizons than the next quarterly or annual report. This enables Norwegian shipowners to make investments that may not be profitable in the short term, but which are of great importance in the long term. » dit Harald Solberg CEO de la Norwegian Shipowners' Association (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 7). Cela soulève un point important pour la digitalisation des navires : lorsque les budgets sont vus à très court terme la digitalisation ne peut trouver sa place que si elle apporte un bénéfice direct.

PWC, une société d'audit spécialisée dans la finance, prévoit en mai 2020 un possible effet à long terme de la pandémie avec une baisse mondiale d'échange de marchandises et matières premières impactant les possibilités de financement des Compagnies maritimes, provoquant plus de *layup* et une baisse des nouvelles constructions. (PWC Spotlight, 2020, p. 1). On peut imaginer que cela aurait bien sûr un effet négatif sur les investissements dans la digitalisation. Cependant une crise peut aussi avoir l'effet contraire : Inmarsat rapporte que la crise financière de 2008 a eu un effet positif sur la digitalisation des navires ; à ce moment-là il y a eu beaucoup de navires sur le marché et,

par ailleurs, une demande en baisse. Pour faire la différence et attirer de nouveaux contrats, la tendance a été aux navires technologiques et écologiques pouvant répondre aux objectifs futurs de décarbonisation et des *class society* (Inmarsat, 2021b).

## 5 LES CHANGEMENTS DANS LA PERCEPTION DE L'UTILITÉ DE LA CONNECTIVITÉ, LES INVESTISSEMENTS FUTURS ET LES TENDANCES

La digitalisation des navires progresse inexorablement depuis plusieurs années malgré une certaine réticence d'une partie des Compagnies maritimes qui n'y voient pas un bénéfice suffisant. C'est dans ce contexte d'évolution que l'impact de la crise Covid est analysé

### 5.1 Tendances avant la crise du Covid-19

L'étude « Global marine technologie trends 2030 », qui a été réalisée en 2015 par Lloyd's Register, QinetiQ et l'Université de Southampton (Shenoi et al., 2015), prédit une transformation importante soutenue par la 5G, le wifi et l'amélioration des liaisons satellites. Les communications vidéo, audio et 3D en direct devraient devenir très courantes. La surveillance à distance devrait remplacer les relevés à bord. Les contrôles réglementaires vont être réalisés à distance. Le « temps réel » va prendre de l'importance avec une gestion des navires à distance et un suivi permanent permettant au consommateur de suivre la chaîne d'approvisionnement. La communication entre le navire et la terre devrait devenir plus fluide, les évacuations sanitaires facilitées et les marins plus heureux. Il ressort aussi de ce rapport l'importance grandissante à venir de la communication en temps réel, de l'automatisation, d'un suivi détaillé du navire dans le cadre d'une chaîne logistique globale et de l'extrême importance de l'analyse des données aussi bien au niveau de la Compagnie que pour l'exploitation des *big data*.

#### Big data

Les *big data* et l'analyse de données comme par exemple l'analyse lors des accidents peuvent permettre d'améliorer la sécurité. L'utilisation d'algorithmes va permettre de trouver des corrélations inattendues, d'accroître la performance des opérations. L'analyse des données océanographiques peut contribuer à la sécurité des routes maritimes. Les capteurs sont déjà très présents mais leur augmentation pour la récupération de données

complexes du navire ainsi que leur association à une intelligence artificielle pourront permettre un fonctionnement plus efficace du navire.

D'après A. Belokas, lors de son intervention à la conférence Smart for Sea de 2018 (Smart, 2018), une conférence annuelle qui essaie de faire le point sur les tendances de l'évolution digitale dans la marine marchande, l'accroissement de la connectivité va favoriser l'importance des big data, des blockchains et de la réalité virtuelle. On sait néanmoins qu'il est toujours très difficile de prédire les évolutions futures et que les nouvelles technologies mettent du temps avant de toucher une majorité d'utilisateurs.

On peut cependant citer quelques innovations spécifiques qui vont probablement être utilisées dans le futur.

### Réalité virtuelle et commandes vocales

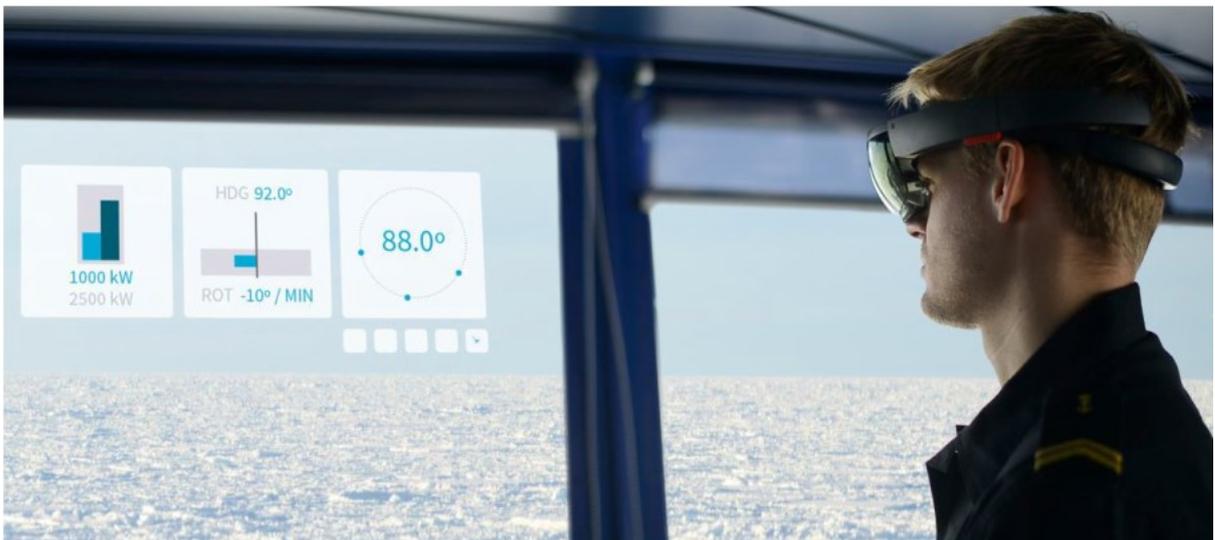


Figure 21 La réalité virtuelle permettant l'apport d'informations utiles dans le champ visuel

Source : Reproduit à partir de « Serendipity in the field » par Frydenberg, S. et al. (avril 2019). (Frydenberg, Eikenes, & Nordby, 2019).

Parmi celles-ci, l'accès à la réalité augmentée sur le pont sous forme de lunettes ou de vitre connectées ressemble à un film de science-fiction. C'est pourtant un apport sérieusement envisageable pour la sécurité de la navigation. Cela permettrait d'inscrire dans le champ visuel de l'officier à la passerelle, des obstacles mal visibles, des informations météorologiques ou océanographiques comme la formation de glaces. On peut imaginer aussi qu'il sera possible de visualiser les zones de navigation, les trajectoires des autres

navires. C'est une des composantes du projet SEDNA (SEDNA, s. d.), où dans sa partie « Safearctic bridge », ce dispositif est utilisé. Des tests y sont réalisés sur simulateur grâce à la réalité virtuelle puis à bord à l'aide de lunettes holographiques pour évaluer l'apport de la réalité virtuelle dans la navigation arctique.

Pour les ingénieurs aussi la réalité augmentée va offrir une aide importante. La visualisation par exemple d'un plan 3D pendant la réparation d'une machine facilite la compréhension. Wärtsilä teste une solution d'assistance à distance à l'aide de la réalité augmentée (Wärtsilä Corporation, 2018). Le technicien expert peut, à distance, envoyer directement des informations sur les lunettes de l'ingénieur qui est sur place et celui-ci bénéficie de l'image vidéo que l'ingénieur a dans son champ visuel.

L'apparition de commandes vocales déjà utilisées dans l'aviation devrait permettre des processus d'inspection complètement guidés par la voix et un accès à une documentation « main libre ».

### **Multiplication des capteurs à bord**

L'étude « Global marine technologie trends 2030 », qui a été réalisée en 2015 (Shenoi et al., 2015), prévoit la multiplication des capteurs à bord. Grâce à des connexions internet rapides, ceux-ci devraient permettre de simplifier la maintenance, d'accélérer l'automatisation et de fournir des données permettant d'avoir des navires plus efficaces et plus écologiques en même temps que plus sûrs. Par exemple, un capteur sans fil peut réduire la nécessité d'inspections régulières dans des espaces clos potentiellement dangereux. Il est cependant intéressant de noter que dans l'étude d'Inmarsat « Industrial IoT on land and at sea » faite en 2018, il ressort que 43% des Compagnies sondées voient l'amélioration de la santé et de la sécurité comme une raison d'utiliser l'IoT (Bourne & Inmarsat research programme, 2018).

### **Automatisation**

Plusieurs essais pilotes de navires autonomes ou télécommandés ont été faits récemment par exemple en Chine (Safety4sea, 2019), ou en Finlande (Hamon, 2019). Si la couverture internet des océans devient fiable et rapide on peut imaginer que ce type de navire se multiplie. Même si la généralisation des navires autonomes est peu probable dans un futur proche l'évolution vers une automatisation partielle des navires va avoir un impact sur l'offre d'emploi des marins ainsi que sur les qualifications requises.

## Formation

La formation professionnelle devrait, d'après Wärtsilä(Lipsith, 2020), bénéficier de formes plus attractives et interactives comme la réalité virtuelle, le jeu et aussi offrir plus de souplesse en autorisant une partie de la formation à distance.

## 5.2 Tendances au début de la crise du Covid-19

L'étude commandée par Inmarsat, « Digitalisation uncovered : what's next for shipping », apporte un éclairage particulièrement intéressant car elle a été faite entre avril et mai 2020, au début de la crise de la Covid. Elle donne un instantané de l'opinion des Compagnies à ce moment charnière. On peut supposer qu'à ce moment les Compagnies n'ont pas encore eu le temps d'implanter massivement des changements dans le niveau de leur digitalisation, mais que les premiers mois de la crise ont pu influencer sur la façon de concevoir la digitalisation.

### Des investissements prudents dans la digitalisation

D'après les résultats de cette étude les propriétaires/gestionnaires de navires envisagent définitivement d'augmenter la digitalisation à bord de leurs navires : 16% ont plus de 10 solutions digitales par navires et 12% de plus prévoient d'en avoir plus de 10 dans les 2 ans à venir. Néanmoins sur ce même graphique on voit que 40 à 50% des répondants prévoient d'augmenter leur niveau de digitalisation à bord dans les 2 ans et seuls 25% prévoient de rester avec moins de 5 solutions digitales à bord. On peut considérer plus de 30 applications à bord comme un haut niveau de digitalisation que 10% souhaitent atteindre dans les 2 ans. Cette tendance se retrouve dans les prévisions d'investissement majoritairement modérée à un an pour les solutions digitales, moins de 500 000 USD pour la flotte et une majorité d'investissements inférieurs à 1 million d'USD à 2 ans. Ces chiffres sont difficiles à interpréter précisément sans connaître la taille de la flotte et sans pouvoir les mettre en rapport avec les coûts opérationnels. Dans l'interview donnée pour ce mémoire, Inmarsat estime que la digitalisation représente actuellement en moyenne 0,3% des coûts opérationnels, ce qui montre bien que la connectivité à bord dépend en fait vraiment des priorités des gestionnaires et des propriétaires. Les super intendants ont souvent des budgets très serrés et voient le poste des communications satellites comme un poste dont ils peuvent réduire le coût facilement, disent-ils.

Cette remarque met en relief un autre point que relève l'étude d'Inmarsat : le manque d'évidence que cela soit un investissement rentable financièrement est vu comme le premier obstacle à la digitalisation par 22% des 186 personnes qui ont répondu, alors que l'IoT et les capteurs à bord sont vus comme la principale source de bénéfice par 29%. La première motivation pour adopter des solutions digitales est très clairement la réduction attendue des coûts opérationnels et l'augmentation de l'efficacité opérationnelle, avec une attente très majoritaire d'une réduction de plus de 5% des frais opérationnels. 43% des personnes interrogées espèrent même une réduction des coûts opérationnels de plus de 10%, allant jusqu'à 30% pour certains.

### Les communications ne sont pas la priorité

Étonnamment les domaines où une application digitale est en cours de déploiement au moment de l'étude ne concernent pas majoritairement l'équipage alors qu'au moment de cette étude, en pleine première vague de Covid, les problèmes avec l'équipage semblaient prédominants. On entendait des appels désespérés de marins dans l'impossibilité de rentrer chez eux, en manque de contact avec leurs proches. Des nouvelles procédures de communication avaient dû être installées en urgence à tous les niveaux et une nette augmentation des visioconférences a été constatée. Même au niveau du *management* où le passage au télétravail a probablement été important on note que dans le déploiement de solutions digitales, au maximum 19% concernent l'équipage et les intentions futures ne concernent pratiquement plus ce domaine. Au moment de l'étude le déploiement de la digitalisation concerne surtout la navigation et les performances de la flotte ; les prévisions de déploiement futures concernent surtout le domaine des opérations de la flotte sauf pour les bateaux de pêche qui montrent une discrète priorité pour l'équipage. Dans les motivations pour l'adoption de solutions digitales seuls 4% des répondants mettent le bien être de l'équipage en motivation première et 55% des répondants ne l'incluent pas dans leurs cinq motivations principales. Ces réponses sont probablement à pondérer par un autre questionnaire qui décrit le rôle des répondants : ils s'occupent à 29% des opérations et à 3% de l'équipage. Les résultats de cette étude donnent l'impression que la tendance des Compagnies va bien vers une digitalisation accrue, motivée par l'espoir d'un gain important sur les coûts opérationnels bien que près d'un quart ait encore des doutes à ce sujet. Les problèmes qu'ont eus beaucoup de marins au cours de la première vague ne se traduisent pas de façon très visible comme source de motivation vers une digitalisation accrue. De même, la pandémie ne semble pas avoir provoqué un séisme majeur dans les

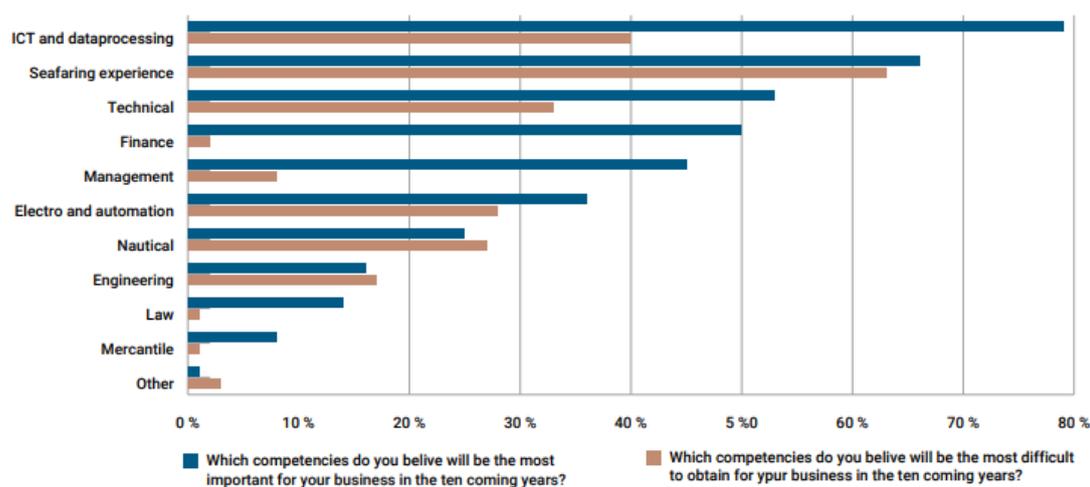
stratégies de déploiement de la digitalisation. Il est possible qu'en mai 2020 tout le monde n'ait pas encore pris la mesure de l'impact à long terme de la crise Covid et qu'elle ait encore été perçue comme un perturbateur temporaire plutôt qu'un phénomène long auquel il faille s'adapter.

SahIrani de Fleet Management, une société spécialisée dans la gestion de flottes rapporte qu'un tiers de sa flotte a une mauvaise connectivité avec certains propriétaires qui se satisfont d'une connexion juste suffisante pour des e-mails. Il a du mal à faire passer le message de l'intérêt d'internet pour mieux gérer le navire, dit-il. Une partie des propriétaires de navires les plus progressistes ont des capteurs à bord et essaient des nouvelles technologies mais la majorité observe et n'implante sur ses navires que les solutions digitales vraiment nécessaires. (Informa Engage et al., 2020, p. 8). Cette vue moins optimiste de l'état de la digitalisation de la marine marchande juste au début de la Covid-19 est informative car elle a probablement moins de biais que les informations fournies par les questionnaires qui, à priori, sélectionnent les personnes qui ont déjà un intérêt pour ce sujet.

### **5.3 Confirmation d'une digitalisation accrue pendant la pandémie**

L'utilisation de l'internet a augmenté dans le monde avec la pandémie. Par exemple, Open Vault note une augmentation de 98% de l'internet domestique (Daniel Frankel, 2020). La population mondiale dépend plus que jamais de l'internet. Cette évolution se confirme aussi dans le monde maritime. On observe une digitalisation accrue malgré la conjoncture économique

### The need for competence in shipping companies the ten coming years



Source: BDO AS / Norwegian Shipowners' Association

Tableau 10 Les besoins en compétences dans les compagnies dans les dix années à venir d'après la Norwegian Shipowners' Association.

Source : Tableau extrait du Norwegian Shipowners' Association's Maritime Outlook Report for 2021 (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 69).

La Norwegian Shipowners' Association, dans son rapport Maritime Outlook 2021, fait le point sur les conséquences des perturbations récentes, pandémie et chute des prix du pétrole dans la marine marchande norvégienne dont une partie importante est axée sur l'offshore pétrolier. Ils rapportent une digitalisation accrue des navires due à la pandémie : "For many companies, the corona pandemic has contributed to a rapid digitalisation of their business, and many more than in previous surveys now report that they require this expertise." (Norwegian Shipowners' Association, 2021, p. 69). Les prévisions du besoin en main d'œuvre qualifiée dans le domaine de l'analyse de données et de l'informatique traduisent une volonté des Compagnies maritimes d'accroître ce domaine.

### La digitalisation facilite la résilience

Une étude détaillée de Michael Herson de TWS, société de conseil en stratégie, publiée dans le journal en ligne Riviera explique que la crise de la Covid19 a accéléré le passage à la digitalisation. Celle-ci est perçue comme un facteur clé qui a permis la résilience pendant la pandémie. Cette adoption forcée des applications digitales est perçue comme un effet positif dans les divers secteurs de la marine marchande. Cette digitalisation devrait pousser les ports à développer l'échange de données digitalisées entre le port et les navires pour éviter les interactions personnelles, dit-il. Actuellement, seuls 49 ports sur les 174 de

l'IMO ont des procédures digitalisées ; les autres utilisent encore le papier. D'après Navtor, une société qui propose des solutions digitales pour la navigation, il y a une demande de la part des grandes Compagnies pour plus de digitalisation afin d'avoir des chaînes d'approvisionnement plus efficaces, rapporte-t-il. Ben van Scherpenzeel, président de l'International Taskforce Port Call Optimisation, confirme aussi l'effet positif de la pandémie sur la prise de conscience du besoin de digitaliser tout ce qui peut l'être et particulièrement des procédures comme celles des douanes et de l'immigration (Herson, 2020).

### Thought leaders articulate the main disrupters

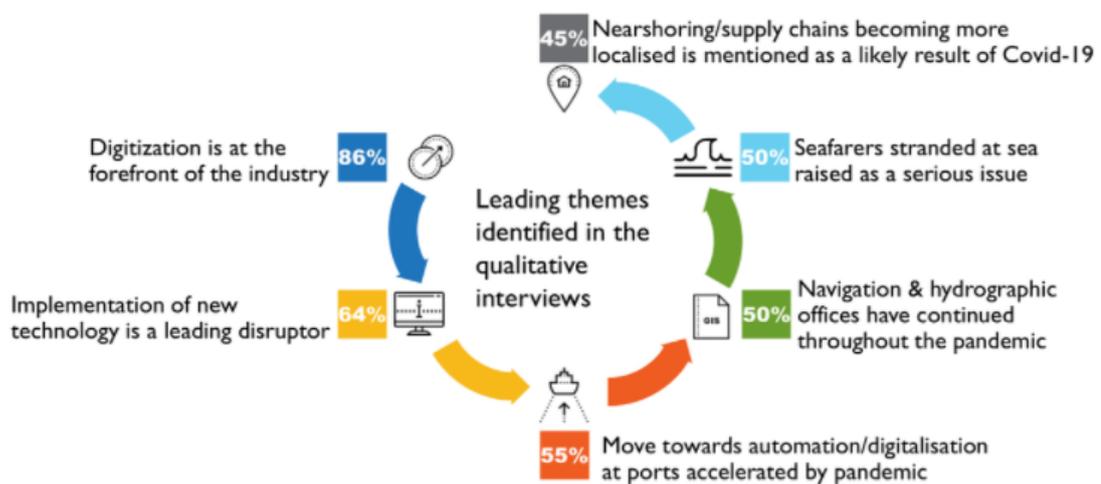


Figure 22 Résultat d'une étude de TSW sur l'importance ressentie de certains thèmes majeurs au sein de la marine marchande.

Source: Reproduit à partir de « Covid-19: shipping disruptor is an accelerator of change » par Michael Herson. (septembre 2020). Riviera. (Herson, 2020).

### Un changement inéluctable

Dans l'étude d'Inmarsat Digitalisation uncovered, faite au cours du premier trimestre de 2020, on observe que la première motivation des armateurs pour embrasser la digitalisation est la réduction des coûts.

D'après Inmarsat, il n'est plus possible de stopper la digitalisation maritime. « The move from Class Societies to support remote surveys, wider adoption of telemedicine and shipyards building in smart capability to newbuildings are also transformative » disent-ils (Inmarsat, 2021c). Cette opinion est confirmée par la Digital Container Shipping Association (DCSA) : «As highlighted by the pandemic, the need to

replace antiquated shipping processes with efficient, digital processes is more urgent than ever. “ (DSCA, 2021b, p. 10).

L'étude montre que la digitalisation, en facilitant la collaboration et la coordination entre les différentes parties, a été un facteur de résilience dans la marine marchande durant la pandémie. Par exemple, l'échange de données et la numérisation ont permis de maximiser l'utilisation des porte-conteneurs ULCS. Ils prédisent un renforcement probable de la transformation digitale des porte-conteneurs dans le *liner shipping* (Notteboom, Pallis, & Rodrigue, 2021, p. 15,26).

## 5.4 Digitalisation, un moyen pour la décarbonisation

En 2018 l'IMO a fixé pour objectif une diminution de 50% des gaz à effet de serre produits par la flotte mondiale d'ici 2050 en prenant pour base les émissions de 2008. Le but étant une décarbonisation complète des émissions d'ici 2100. D'ici 2030 les émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des navires devront être réduites de 40%.

En stimulant la digitalisation, la pandémie favorise la décarbonisation. La digitalisation est un moyen de diminuer la consommation de carburant, de rentabiliser les temps d'escale, de développer le just in time. Pour pouvoir diminuer son empreinte carbone, le navire doit pouvoir contrôler les données opérationnelles. L'exploitation de ces informations permet d'établir les stratégies qui vont permettre de réduire les émissions de carbone ainsi que d'optimiser le fonctionnement. Le navire devient un producteur et transmetteur de données et la digitalisation en est le support indispensable. La gestion des déchets, et de la pollution, l'efficacité énergétique, ont en commun qu'ils ont besoin de la digitalisation du navire pour s'améliorer (Watson, 2021). La pandémie a aussi accéléré l'envie d'aller vers une marine marchande plus écologique.

La digitalisation et l'écologie peuvent aller de pair comme le montre l'étude Ecoprodidgi. En partenariat avec des entreprises ils ont démontré l'intérêt de la digitalisation dans un but écologique lors du chargement du cargo et de l'évaluation des performances (Aro, Gorm Malý Rytter, & Itälinna, 2020).



Figure 23 Infographie du projet Ecoprodigi montrant l'intérêt de la surveillance des performances du navire grâce à la digitalisation

Source : Reproduit à partir de l'infographie « digital performance Monitoring » du site Ecoprodigi ; cette infographie est en complément de l'étude « Maritime industry processes in the Baltic sea region » par Aro, E. et a.l (fevrier 2020). Ecoprodigiproject (ECOPRODIGI, 2020)

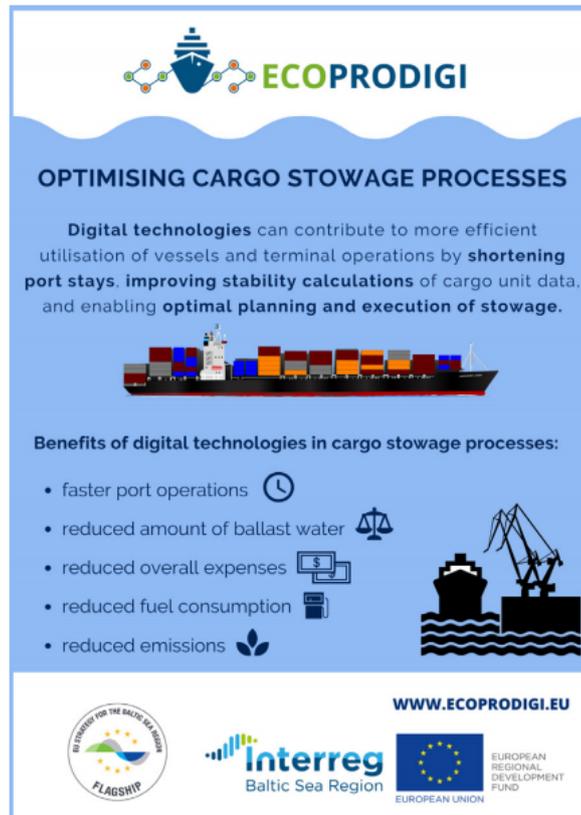


Figure 24 Infographie du projet Ecoprodiggi montrant l'intérêt des technologies digitales pour améliorer le processus de chargement.

Source : Reproduit à partir de l'infographie « Optimising cargo stowage processes » du site web Ecoprodiggi ; cette infographie est en complément de l'étude « Maritime industry processes in the Baltic sea region » par Aro, E. et a.l (février 2020). Ecoprodigiproject (ECOPRODIGI, 2020).

## 5.5 Une vue globale dans un monde global : Avis de Futureautics dans la façon d'aborder la digitalisation comme un renouveau

KD. Adamson de Futureautics, une société d'analyse et conseil, donne dans une interview une analyse de la digitalisation de la marine marchande. Celle-ci est en retard dans la digitalisation car elle est trop cloisonnée dans son fonctionnement. Ce n'est pas un problème de technologie mais de culture dit-elle. Jusqu'à présent on a surtout digitalisé des procédures existantes alors qu'il faut réinventer le travail. La marine marchande a besoin de comprendre que la chaîne d'opérations toute entière doit être optimisée. Il faut un

fonctionnement flexible, réactif, transparent et en équipe et utiliser la digitalisation pour le faire, alors que la marine marchande, actuellement, se digitalise en renforçant le cloisonnement ce qui n'est pas profitable. La crise Covid devrait être le catalyseur d'un changement d'approche dans la digitalisation, l'occasion de repenser les choses. Il est nécessaire d'établir un bon fonctionnement au niveau de son écosystème de travail pour pouvoir aborder un écosystème plus grand, comme tout un secteur industriel. Elle souligne aussi, alors que la digitalisation s'est concentrée sur la rationalisation et l'efficacité, l'importance d'une digitalisation résiliente et de son interopérabilité entre les différents acteurs. Les plateformes digitales vont devenir la porte d'accès incontournable à des marchés et des organisations dans le futur prédit-elle. (Splash, 2020b, sect. 13:20). Sur le site de la plateforme Shipamax spécialisée dans l'automatisation de données pour la marine marchande, ils écrivent : « Our Vision is to enable the free flow of global trade information within and between organizations » ; cela implique un changement total de mentalité. Depuis toujours, posséder l'information que les autres n'avaient pas était un avantage commercial. "The secret of business is to know something that nobody else knows." Disait Aristote Onassis. Maintenant les données sont accessibles à tous et la différence se fait sur la capacité d'analyse et de performances. Il y a une demande croissante de la part des armateurs et affréteurs pour plus de transparence, remarque Leigh Jaffe de Nautilus Labs qui a développé une plateforme conjointe avec Inmarsat pour la gestion de la flotte. Les nombreuses données provenant des capteurs du navire sont une aide précieuse à la décision (Informa Engage et al., 2020, p. 32).

## CONCLUSION

Déterminer l'influence d'un événement récent est toujours difficile. D'après Bill Gate, on surestime toujours le changement à venir dans les deux ans, et on sous-estime le changement des dix prochaines années. Cependant, il ressort de cette recherche quelques effets et tendances assez clairs pour la digitalisation des navires. Tout d'abord, la transformation digitale est conditionnée par les possibilités de communication en mer et son prix. Sur ce point l'effet de la pandémie est difficile à déterminer. D'une part, il y a eu une perte de revenu pour les fournisseurs d'internet par satellite liée à la chute de certains secteurs très consommateurs comme la croisière et il n'est pas certain qu'elle ait été compensée par l'augmentation de la consommation dans d'autres secteurs maritimes. Par contre le marché de l'internet à terre a bénéficié de la pandémie et les développements vont probablement permettre un accès plus facile le long des côtes par LTE et 5G. Les navires passant en moyenne 60% de leur temps en zone côtière, on peut supposer qu'ils auront une meilleure couverture pendant ce temps. La pandémie, accompagnée de beaucoup d'incertitude et de désorganisation, a mis en exergue les besoins de la marine marchande en termes de flexibilité, d'optimisation et d'intégration dans une chaîne logistique plus large. L'exploitation des données du navire, la transparence et le partage des informations semblent être les moyens d'y arriver. La pandémie semble aussi avoir été le moteur d'une coopération entre différents acteurs pour changer les règles et développer de nouvelles pratiques numériques comme les audits en ligne. Bien sûr, l'utilisation de la visioconférence comme moyen de communication avec le navire a été propulsée par la crise de COVID-19 comme partout ailleurs. Il est heureux de voir l'effet positif qu'a eu malgré tout la pandémie sur l'accès des marins à des communications en ligne plus proches de leur attente. Il reste cependant encore beaucoup d'efforts à faire à ce sujet pour que les marins se sentent moins injustement coupés du reste du monde et considérés à leur juste valeur. Le paysage qui se dessine dans le mémoire est celui d'une marine marchande prise dans une vague de transformation digitale rapide et incontournable dans laquelle la pandémie a définitivement eu un effet catalyseur.

## BIBLIOGRAPHIE

3GPP. (2021). About 3GPP Home. Consulté le à l'adresse <https://www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp>

A.D., & Journal de la Marine Marchande. (2021, 18 mars). TradeLens a un concurrent asiatique. *Journal de la Marine Marchande*. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://www.journalmarinemarchande.eu/filinfo/tradelens-a-un-concurrent-asiatique>

ANFR. (2020, 11 décembre). Les bandes dédiées à la connectivité par satellite (KU, KA et la Q/V). Consulté le 11 mai 2021, à l'adresse <https://www.anfr.fr/fr/l-anfr/quest-ce-que-le-spectre/les-bandes-dediees-a-la-connectivite-par-satellite-ku-ka-et-la-qv/>

Ang, P. (2021). Covid-19 pandemic a shot in the arm for digital health service Speedoc. *The Straits Times*. Text, . Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://www.straitstimes.com/business/companies-markets/covid-19-pandemic-a-shot-in-the-arm-for-digital-health-service-speedoc>

Apizee. (2021, 24 mars). La visio-assistance accessible par communication satellite avec Marlink. *Apizee*. Consulté à l'adresse <https://www.apizee.com/fr/apizee-et-marlink-sassocient-pour-proposer-la-visio-assistance-par-communication-satellite/>

Arlomaritime. (2015). History of Marine radio – Arlo Maritime AS. Consulté à l'adresse <http://www.arlomaritime.com/history-of-marine-radio/>

Aro, E., Gorm Malý Rytter, N., & Itälinna, T. (2020). *Synthesis of eco-inefficiencies and the potential of digital technologies for solving them* (p. 50).

Autoridad Marítima de Panamá. (2020). Delegación panameña de expertos en accidentes marítimos asiste en investigaciones sobre el accidente de la embarcación Wakashio en Isla Mauricio | Autoridad Maritima De Panama. Consulté le 10 mai 2021, à l'adresse <https://amp.gob.pa/notas-de-prensa/delegacion-panamena-de-expertos-en-accidentes-maritimos-asiste-en-investigaciones-sobre-el-accidente-de-la-embarcacion-wakashio-en-isla-mauricio/>

Barret, T. (2021). Propulsion Analytics and DNV join forces on Condition Based Maintenance ship application. *DNV*. Consulté le 16 avril 2021, à l'adresse

<https://www.dnv.com/news/propulsion-analytics-and-dnv-join-forces-on-condition-based-maintenance-ship-application-199552>

Bhattar, P. (2020). 7 ways to make a ship smarter, leaner and safer with a connected ECDIS. *Wartsila.com*. Consulté le 5 mai 2021, à l'adresse <https://www.wartsila.com/insights/article/7-ways-to-make-a-ship-smarter-leaner-and-safer-with-a-connected-eedis>

Bjerg Jensen, R., & Swift, O. (2018). Navigating everyday connectivities at sea.

Bliley Technologies. (2017). Spot Beams vs. Wide Beams for Satellite Communications. Consulté le 19 avril 2021, à l'adresse <https://blog.bliley.com/spot-beams-wide-beams-satellite-communications>

Bonneaud, A. (2019, 2 mai). Blockchain : Fonctionnement du minage en 7 étapes. *Blog de la Transformation Digitale*. Consulté à l'adresse <http://www.ab-consulting.fr/blog/blockchain/minage-7-etapes>

Bourne, V., & Inmarsat research programme. (2018). Industrial IoT on land and at sea. Consulté à l'adresse <https://research.inmarsat.com/maritime/>

Bureau Veritas. (2021). Digital Classification. *Marine & Offshore*. Consulté le 4 mai 2021, à l'adresse <https://marine-offshore.bureauveritas.com/digital-classification>

Carlsen, C. (2021, 18 janvier). Coronavirus crisis gives boost to Tradelens. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://shippingwatch.com/suppliers/article12695211.ece>

Charnay, A. (2018). Plongée au coeur d'Internet : Cinq chiffres pour tout savoir des câbles sous-marins. *01net*. Consulté le à l'adresse <https://www.01net.com/actualites/plongee-au-coeur-d-internet-cinq-chiffres-pour-tout-savoir-des-cables-sous-marins-1588422.html>

Chubb, N. (s. d.). *Welfare 2.0*. Thetius , Inmarsat.

Cisco. (2020). Cisco Annual Internet Report—Cisco Annual Internet Report (2018–2023) White Paper. *Cisco*. Consulté le 19 avril 2021, à l'adresse <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.html>

Coulter, A. (2020). Why Germ-Zapping Robots and AI Technology Could Be the Future For Cruise Ships. *Cruise critic*. Consulté le 29 avril 2021, à l'adresse <https://www.cruisecritic.co.uk/articles.cfm?ID=5379>

Daniel Frankel. (2020, 17 mars). Residential Internet Usage Surges 98% Amid COVID-19-related Social Distancing. *NextTV*. Consulté le 19 avril 2021, à l'adresse <https://www.nexttv.com/news/internet-traffic-surges-98-amid-covid-19-related-social-distancing>

DCSA-Ebook-Covid-and-the-case-for-digital-standards.pdf. (s. d.). Consulté à l'adresse <https://dcsa.org/wp-content/uploads/2020/09/DCSA-Ebook-Covid-and-the-case-for-digital-standards.pdf>

DigiGone. (2020, 28 juillet). How Telemedicine Can Keep Seafarers Healthy and Ports Open. Consulté le 2 mai 2021, à l'adresse <http://www.digigone.com/how-telemedicine-can-keep-seafarers-healthy-and-ports-open>

DigitalShip. (2019). Danica MD warns shipping companies to offer internet at sea or risk losing crew. Consulté le 10 mai 2020, à l'adresse <https://thedigitalship.com/news/item/6291-danica-md-warns-shipping-companies-to-offer-internet-at-sea-or-risk-losing-crew>

DigitalShip. (2020a). Crew training will move online post pandemic predicts crew manager. Consulté le 5 mai 2021, à l'adresse <https://thedigitalship.com/component/k2/item/6632-crew-training-will-move-online-post-pandemic-predicts-crew-manager>

DigitalShip. (2020b). KONGSBERG offers Remote Services through Vessel Insight. Consulté le 5 mai 2021, à l'adresse <https://thedigitalship.com/component/k2/item/6505-kongsberg-offers-remote-services-through-vessel-insight>

DigitalShip. (2021). Marlink partners with Apizee to deliver real-time video services. Consulté le 28 avril 2021, à l'adresse <https://thedigitalship.com/news/maritime-satellite-communications/item/7212-marlink-partners-with-apizee-to-deliver-real-time-video-services>

DNV - Maritime. (2018). *360 VR 3D - Maritime Digital Journey – Focus on Cruise*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=CyuK-Yq4aic>

DNV GL. (2020). DNV GL rolls out remote surveys for all vessels. *DNV*. Consulté le 16 avril 2021, à l'adresse <https://www.dnv.com/news/dnv-gl-rolls-out-remote-surveys-for-all-vessels-142769>

Dobbin, J. (2020). Lag ! Top 5 Reasons your Ping is so High | HP® Tech Takes. Consulté le à l'adresse <https://store.hp.com/us/en/tech-takes/5-reasons-your-ping-is-so-high>

DSCA. (2020a). E-Book : Covid and the case for digital standards.

DSCA. (2020b). Standards for just in time port call.

DSCA. (2021a). *DSCA Newsletter a quarterly publication about standardisation for container shipping February 2021*. Consulté à l'adresse <https://dcsa.org/wp-content/uploads/2021/03/202102-Newsletter-Issue-5.pdf>

DSCA. (2021b février). E-book :Creating visibility to improve reliability in container shipping. *Digital Container Shipping Association (DSCA)*. Consulté le 28 avril 2021, b à l'adresse <https://go.dcsa.org/ebook-visibility>

ECOPRODIGI. (2020). Ecoprodig Publications. *ECOPRODIGI*. Consulté à l'adresse <https://ecoprodig.eu/publications>

ESA Space Solutions. (2020). *Towards Space and 5G: Convergence in Logistics and Transport Webinar*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=ZQaNUFx2ZUQ>

Eutelsat. (2021). On-board connectivity for the maritime industry. Consulté le 26 avril 2021, à l'adresse <https://www.eutelsat.com/files/PDF/brochures/Eutelsat-Maritime-Solutions.pdf>

Federal Communications Commission. (2021, 4 janvier). Measuring Fixed Broadband—Tenth Report. *Federal Communications Commission*. Consulté le 22 avril 2021, à l'adresse <https://www.fcc.gov/reports-research/reports/measuring-broadband-america/measuring-fixed-broadband-tenth-report>

Frydenberg, S., Eikenes, J. O., & Nordby, K. (2019). Serendipity in the Field. Facilitating serendipity in design-driven field studies on ship bridges. *The Design Journal*, 22(sup1), 1899-1912. Taylor & Francis.

Futureautics Maritime. (2015). Crew Connectivity Survey Report 2015. Consulté à l'adresse <http://www.crewconnectivity.com/>

Futureautics Maritime. (2018). Crew Connectivity Survey Report 2018. Consulté à l'adresse <http://www.crewconnectivity.com/>

Gannon, P. (2018). Finnish Investigation of New Frequencies for Broadband Satellites. *BusinessCom Networks*. Consulté à l'adresse <https://www.bcsatellite.net/blog/finnish-investigation-of-new-frequencies-for-broadband-satellites/>

Grech, M. (2018). Acceptable Jitter & Latency for VoIP : Everything You Need to Know | GetVoIP. Consulté le à l'adresse <https://getvoip.com/blog/2018/12/20/acceptable-jitter-latency/>

Hakirevic, N. (2020, 7 avril). Shipping industry sees growth in remote surveys in times of coronavirus crisis. *Offshore Energy*. Consulté le 4 mai 2021, à l'adresse <https://www.offshore-energy.biz/shipping-industry-sees-growth-in-remote-surveys-in-times-of-coronavirus-crisis/>

Hamon, G. (2019). Rolls-Royce commence à tester son ferry autonome en Finlande—Actu-Transport-Logistique.fr. Consulté le 11 mai 2020, à l'adresse <https://www.actu-transport-logistique.fr/maritime/rolls-royce-commence-a-tester-son-ferry-autonome-en-finlande-512876.php>

Happy at Sea. (2018). How is your Connectivity? *Happy at Sea*. Consulté à l'adresse <https://www.happyatsea.org/news/article/blog-post-six/>

Happy at Sea. (2021). Archive. *Happy at Sea*. Consulté à l'adresse <https://www.happyatsea.org/archive/>

Hellenic Shipping News. (2020). ABS Reaches an IHM Century with Seaspan : Remote Survey Demand Surges Around 300 percent as COVID-19 Drives Evolution of Maritime | Hellenic Shipping News Worldwide. *Hellenic Shipping News*. Consulté le 16 avril 2021, à l'adresse <https://www.hellenicshippingnews.com/abs-reaches-an-ihm-century-with-seaspan-remote-survey-demand-surges-around-300-percent-as-covid-19-drives-evolution-of-maritime/>

Hellenic Shipping News. (2021). Simplifying the life of seafarers | Hellenic Shipping News Worldwide. Consulté le 19 avril 2021, à l'adresse <https://www.hellenicshippingnews.com/simplifying-the-life-of-seafarers/>

Herson, M. (2020, 25 septembre). Covid-19 : Shipping disruptor is an accelerator of change. *Riviera*. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/covid-19-shipping-disruptor-is-an-accelerator-of-change-61080>

Informa Engage, Inmarsat, & Lloyd's list. (2020). *Digitalisation\_Uncovered\_What\_s\_Next\_for\_Shipping.pdf*.

Inmarsat. (2021a). Roadmap. *Inmarsat Corporate Website*. Consulté le 26 avril 2021, a à l'adresse <https://www.inmarsat.com/en/about/technology/our-roadmap.html>

Inmarsat. (2021b). Brightree signs up as new Inmarsat Fleet Connect dedicated bandwidth application provider. *Inmarsat Corporate Website*. Consulté le 5 mai 2021, b à l'adresse <https://www.inmarsat.com/en/news/latest-news/maritime/2021/brightree-signs-up-as-new-inmarsat-fleet-connect-dedicated-bandw.html>

Inmarsat. (2021c janvier). Inmarsat passes 10,000-Vessel Fleet Xpress installation milestone as data demand accelerates Maritime Digitalisation. *Inmarsat Corporate Website*. Consulté le 21 avril 2021, c à l'adresse <https://www.inmarsat.com/en/news/latest-news/maritime/2021/inmarsat-passes-10-000-vessel-fleet-xpress-installation-mileston.html>

Inmarsat. (2021b). The rising tide of maritime digitalisation. *Inmarsat Corporate Website*. Consulté le 21 avril 2021, à l'adresse <https://www.inmarsat.com/en/insights/maritime/2021/the-rising-tide-of-maritime-digitalisation.html>

Iridium. (2021). Iridium Satellite Communications. *Iridium Satellite Communications*. Consulté le 10 mai 2020, à l'adresse <https://www.iridium.com/>

Jainchil, J. (2020). Cruise line contactless technology : Once a novelty, now a Covid-era necessity. *Travelweekly*. Consulté le 29 avril 2021, à l'adresse <https://www.travelweekly.com/Cruise-Travel/Cruise-lines-contactless-technology-Once-novelty-now-Covid-era-necessity>

Jainchil, J. (2020b). Royal Caribbean resumes cruising with Singapore departure. Consulté le 29 avril 2021, à l'adresse <https://www.travelweekly.com/Cruise-Travel/Royal-Caribbean-resumes-cruising-with-Singapore-departure>

Keppke, K. (2017). Satcom Vision Ankara, Turkey 29 November 2018, 10.

KVH Industries. (2020, 26 août). KVH YOURlink Helps Ship Operator Communicate with Crew During COVID-19. *GlobeNewswire News Room*. Consulté le 6 mai 2021, à l'adresse <https://www.globenewswire.com/fr/news-release/2020/08/26/2083778/12808/en/KVH-YOURlink-Helps-Ship-Operator-Communicate-with-Crew-During-COVID-19.html>

Ledger Insights. (2020, 21 mai). DCSA sees \$4 billion savings from electronic bills of lading. Promotes standards, blockchain. *Ledger Insights—Enterprise blockchain*. Consulté le 23 avril 2021, à l'adresse <https://www.ledgerinsights.com/dcsa-electronic-bills-of-lading-shipping-standards-blockchain/>

Ledger Insights, L. (2021, 17 mars). COSCO, Hapag-Lloyd back GSBN blockchain shipping network, now incorporated. *Ledger Insights—Enterprise blockchain*. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://ledgerinsights.com/cosco-hapag-lloyd-back-gsbn-blockchain-shipping-network-incorporates/>

Lepage, A. & Telecom ParisTech. (2018). Introduction aux telecommunications par satellites. Consulté à l'adresse [https://space-school.sciencesconf.org/data/program/Telecommunication\\_Lepage\\_28juin\\_1.pdf](https://space-school.sciencesconf.org/data/program/Telecommunication_Lepage_28juin_1.pdf)

Lipsith, G. (2020). The smart way to train tomorrow's seafarers. *Twentyfour7*. Consulté le 11 mai 2020, à l'adresse <https://www.wartsila.com/twentyfour7/innovation/the-smart-way-to-train-tomorrow-s-seafarers>

Lloyd's Register. (2020). LR unveils global team of remote survey champions. *Lloyd's Register news*. Consulté le 3 mai 2021, à l'adresse <https://www.lr.org/en-gb/latest-news/lr-unveils-global-team-of-remote-survey-champions/>

Lloyd's Register. (2021). LR remote survey. *Lloyd's Register*. Consulté le 17 avril 2021, à l'adresse <https://www.lr.org/en/remote-surveys/>

Love, A. (2021). How are maritime careers expected to change after Covid-19? *Ship Technology*. Consulté le 18 avril 2021, à l'adresse <https://www.ship-technology.com/features/how-are-maritime-careers-expected-to-change-after-covid-19/>

Marisa Torrieri. (2021 avril). Maritime End Users Discuss Satellite Connectivity for a Post-COVID World | Via Satellite. *ViaSatellite*. Consulté le 26 avril 2021, à l'adresse <http://interactive.satellitetoday.com/via/april-2021/maritime-end-users-discuss-satellite-connectivity-for-a-post-covid-world/>

Maritime and Port Authority of Singapore. (2021a). Electronic Bills of Lading. Consulté le 23 avril 2021, a à l'adresse <https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/maritime-companies/research-development/mint-fund-call-for-proposals/electronic-bills-of-lading>

Maritime and Port Authority of Singapore. (2021b). Maritime Innovation in Singapore Receives Boost. Consulté le 23 avril 2021, b à l'adresse <https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-centre/news-releases/detail/0089937b-6453-446b-93c0-d660172d3d3b>

Marlink. (2016). Marlink Yachting Brochure 2016 Online.pdf. Consulté à l'adresse [https://marlink.com/wp-content/uploads/2017/08/Marlink\\_YachtingBrochure\\_07\\_11\\_16\\_Online.pdf](https://marlink.com/wp-content/uploads/2017/08/Marlink_YachtingBrochure_07_11_16_Online.pdf)

Marlink. (2020 mai). Confirmed Maritime Connectivity World Leader. *Marlink*. Consulté le 26 avril 2021, à l'adresse <https://marlink.com/no1/>

Marlink. (2021a). Hybrid Networks. *Marlink*. Consulté le 19 avril 2021, a à l'adresse <https://marlink.com/solutions/hybrid-networks/>

Marlink. (2021b). Telemed. *Marlink*. Consulté le 2 mai 2021, b à l'adresse <https://marlink.com/solutions/telemed/>

Medyakova, E. M., Kislitskaya, N. A., Kudinova, S. G., & Gerba, V. A. (2020). COVID-19 as a trigger for global transport infrastructure digitalization. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*, 918, 012227. doi:10.1088/1757-899X/918/1/012227

MOL Mitsui O.S.K. Lines Channel. (2019). *AR voyage information display system*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=Ioepw3am-KY&t=68s>

Morgan, C. (2020, 8 janvier). What does the 5G network mean for satellite communications? *X2nSat*. Consulté le 18 avril 2021, à l'adresse <https://x2n.com/blog/what-does-the-5g-network-mean-for-satellite-communications/>

Nautilus International. (2017). An investigation into connectivity at sea , Nautilus white paper. Consulté à l'adresse <https://www.nautilusint.org/en/news-insight/resources/nautilus-reports/connectivity-at-sea-whitepaper/>

Norwegian Shipowners' Association. (2021). Norwegian Shipowners' Association's Maritime Outlook Report for 2021. *Norges Rederiforbund*. Consulté le 21 avril 2021, à l'adresse <https://rederi.no/en/rapporter/>

Notteboom, T., Pallis, T., & Rodrigue, J.-P. (2021). Disruptions and resilience in global container shipping and ports : The COVID-19 pandemic versus the 2008–2009 financial crisis. *Maritime Economics & Logistics*. doi:10.1057/s41278-020-00180-5

Ocean Industries Concept Lab AHO. (2020). *Augmented Reality for Ship Navigation*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=I79Y2hiT8hQ>

Orange. (2019, 13 novembre). Le haut débit en mer, ce sera (bientôt) possible grâce à la 5G - Hello Future Orange. *Hello Future*. Consulté le 7 avril 2021, à l'adresse <https://hellofuture.orange.com/fr/le-haut-debit-en-mer-ce-sera-bientot-possible-grace-a-la-5g/>

Orange Hello Futur. (2019, 13 novembre). Broadband at sea will (soon) be possible thanks to 5G - Hello Future Orange. *Hello Future*. Consulté le 18 avril 2021, à l'adresse <https://hellofuture.orange.com/en/broadband-at-sea-will-soon-be-possible-thanks-to-5g/>

Paukzstat, B., Grech, M., Kitada, M., & Jensen, R. B. (2020). Seafarers' experiences during the COVID-19 pandemic, Report. World Maritime University.

Port of Antwerp. (2021). Port du futur. Consulté le 22 avril 2021, à l'adresse <https://www.portofantwerp.com/en/smart-port>

Princess Cruise. (2021). Ocean Medallion. *Www.princesscruises.de*. Text, . Consulté le 13 mai 2021, à l'adresse <https://www.princesscruises.de/fr/vacances-avec-princess/ocean-medallion>

PWC Spotlight. (2020). *A Shipping Industry Focus on COVID-19 Accounting Considerations under IFRS*. Consulté à l'adresse <https://www.pwc.com/gr/en/ifrs-services/assets/In-the-Spotlight-A-Shipping-Industry-focus-on-COVID-19-Accounting-Considerations-under-IFRS.pdf>

ReportLinker. (2020, 26 novembre). Europe Vessel Monitoring System Market Forecast to 2027—COVID-19 Impact and Regional Analysis By Application and Vessel Type. *GlobeNewswire News Room*. Consulté le 6 mai 2021, à l'adresse <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/11/26/2134561/0/en/Europe-Vessel-Monitoring-System-Market-Forecast-to-2027-COVID-19-Impact-and-Regional-Analysis-By-Application-and-Vessel-Type.html>

Research and Markets. (2021). Global Vessel Monitoring System Software Market Forecast to 2027—COVID-19 Impact and Analysis. *Cision PR Newswire*. Consulté le 25 avril 2021, à l'adresse <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-vessel-monitoring-system-software-market-forecast-to-2027---covid-19-impact-and-analysis-301220047.html>

RINA. (2020). RINA performs world first statutory and class surveys through live streaming remote technologies—RINA.org. *RINA*. Consulté le 4 mai 2021, à l'adresse <https://www.rina.org/en/media/press/2020/06/10/first-remote-surveys>

Riviera News. (2021). Wärtsilä extends maintenance agreement with Golar Management. *Riviera*. Consulté le 28 avril 2021, à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/waumlrtsilauml-extends-long-term-maintenance-agreement-with-golar-management-63014>

Robban Assafina. (2020). *Maritime Distance Learning Reality and Challenges*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=sRJdKOiBaGg>

Ruiz-de-Azua, J. A., Calveras, A., & Camps, A. (2021). From Monolithic Satellites to the Internet of Satellites Paradigm: When Space, Air, and Ground Networks Become Interconnected. *IntechOpen*. doi:10.5772/intechopen.97200

SAFETY4SEA. (2019). *Maritime telehealth and its benefits for people onboard*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=0rerwRTlr-0>

Safety4sea. (2019). China successfully tests first autonomous cargo ship. *SAFETY4SEA*. Consulté à l'adresse <https://safety4sea.com/china-successfully-tests-first-autonomous-cargo-ship/>

Safety4sea. (2020, 16 décembre). Just-In-Time arrival trial showed 8-9% in fuel savings. *SAFETY4SEA*. Consulté à l'adresse <https://safety4sea.com/just-in-time-arrival-trial-showed-8-9-in-fuel-savings/>

Sagaro, G. G., & Amenta, F. (2020). Past, present, and future perspectives of telemedical assistance at sea : A systematic review. *International Maritime Health*, 71(2), 97-104. doi:10.5603/IMH.2020.0018

Sagaro, G. G., Di Canio, M., Talevi, E., & Amenta, F. (2021). Telemedicine for Pre-Employment Medical Examinations and Follow-Up Visits on Board Ships : A Narrative Review on the Feasibility. *Healthcare*, 9(1), 69. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. doi:10.3390/healthcare9010069

Sampson, H., & Ellis, N. (2019). *Seafarers' mental health and wellbeing* | IOSH. School of Social Sciences,Cardif Universty. Consulté à l'adresse <https://iosh.com/seafarerswellbeing>

Seafarers' Trust. (2020). Italian Telemedicine Service doubles support to seafarers during pandemic | Seafarers' Trust. Consulté le 22 avril 2021, à l'adresse <https://seafarerstrust.org/news-and-press-releases/news/italian-telemedicine-service-doubles-support-seafarers-during-pandemic>

SEDNA. (s. d.). SEDNA Project. Consulté le 11 mai 2020, à l'adresse <https://www.sedna-project.eu/>

Services Mobiles. (2020, 29 juillet). 98% du trafic Internet international est acheminé dans le monde par des câbles sous-marins. *Servicesmobiles.fr*. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://www.servicesmobiles.fr/98-du-traffic-internet-international-est-achemine-dans-le-monde-par-des-cables-sous-marins-62963>

Shaw, K. (2020). What Is a Good Internet Speed? *US News & World Report*. Consulté le à l'adresse [//www.usnews.com/360-reviews/internet-providers/what-is-a-good-internet-speed](https://www.usnews.com/360-reviews/internet-providers/what-is-a-good-internet-speed)

Shenoi, R. A., Bowker, J. A., Dzielendziak, A. S., Lidtke, A. K., Zhu, G., Cheng, F., Argyos, D., et al. (2015). *Global Marine Technology Trends 2030*. University of Southampton.

Ship Technology. (2021). Wartsila secures optimised maintenance contract for five vessels. *Ship-technology*. Consulté le 28 avril 2021, à l'adresse <http://www.ship-technology.com/news/wartsila-optimised-maintenance-contract-five-vessels/>

Smart. (2018, 18 mai). Technologies that will have big impact on the future of shipping. *SAFETY4SEA*. Consulté à l'adresse <https://safety4sea.com/cm-technologies-that-will-have-big-impact-on-the-future-of-shipping/>

Smart Maritime Network. (2021). Smart Maritime Network. *Smart Maritime Network*. Consulté à l'adresse <https://smartmaritimenetwork.com/about/>

Splash. (2020a). *How P&I Clubs are handling the pandemic*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=e8cbIcL0IfU&list=PLcaINm8aqbF1SSXHy4oZkJIetbwbI45kE&index=5>

Splash. (2020b). *The future of chartering*. Tech leader serie. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=n67sY7qtF68>

Splash. (2020c). *Klaveness CEO Lasse Kristoffersen talks digital and life after Covid-19*. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=cbyP9LEw9Ms&list=PLcaINm8aqbF1SSXHy4oZkJIetbwbI45kE&index=3>

Steve Harris. (2021, 5 février). 5G could enable all manner of use cases in maritime. *Orange Business Services*. Consulté le 27 avril 2021, à l'adresse <https://www.orange-business.com/en/blogs/ship-ahoy-all-sea-5g>

Stopford, M. (2008). *Maritime Economics 3e*. Routledge.

TeleGeography. (2021). Submarine Cable Map. <https://www.submarinecablemap.com/>. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://www.submarinecablemap.com/>

Telenor. (2018, 31 octobre). Anker—Our New Maritime Solution Q&A. *Telenor Satellite*. Consulté à l'adresse <https://www.telenorsat.com/anker-our-new-maritime-solution/>

The Mission to seafarers. (2018a). Happiness Index Q4 2017.

The Mission to seafarers. (2018b). Seafarers Happiness Index Q2 2018.

The Mission to seafarers. (2018c). Seafarers Happiness Index Q1 2018.

The Mission to seafarers. (2019a). Seafarers Happiness index Q4 2019. Consulté à l'adresse [https://www.happyatsea.org/wp-content/uploads/SHI\\_Q4\\_2019.pdf](https://www.happyatsea.org/wp-content/uploads/SHI_Q4_2019.pdf)

The Mission to seafarers. (2019b). Seafarers Happiness index Q3 2019.

The Mission to seafarers. (2020a). Seafarers Happiness index Q1 2020.

The Mission to seafarers. (2020b). Q1 2020 : Frustration About Training. *Happy at Sea*. Consulté à l'adresse <https://www.happyatsea.org/news/article/q1-2020-frustration-about-training/>

The Mission to seafarers. (2020c). How happy about contact with family when at sea? Q4 2020. *Happy at Sea*. Consulté à l'adresse <https://www.happyatsea.org/news/article/how-happy-about-contact-with-family-when-at-sea-q4-2020/>

UNCTAD. (2021). Shipping during COVID-19 : Why container freight rates have surged | UNCTAD. *Unctad.org*. Consulté le 24 avril 2021, à l'adresse <https://unctad.org/news/shipping-during-covid-19-why-container-freight-rates-have-surged>

Valour Consultancy. (2020). Telemedicine services at sea will become a must after Covid-19 – Valour Consultancy. Consulté à l'adresse <https://valourconsultancy.com/telemedicine-services-at-sea-will-become-a-must-after-covid-19/>

Vesselbot. (2021). Voyage TCE Optimization System – VesselBot. Consulté le 1 mai 2021, à l'adresse <https://www.vesselbot.com/voyage-tce-optimization-system>

Wang, B. (2019). SpaceX Starlink Satellites Could Cost \$250,000 Each and Falcon 9 Costs Less than \$30 Million | NextBigFuture.com. Consulté à l'adresse <https://www.nextbigfuture.com/2019/12/spacex-starlink-satellites-cost-well-below-500000-each-and-falcon-9-launches-less-than-30-million.html>

Wang, F. (2021). *Blockchain Bills of Lading and Their Future Regulation*. Rochester, NY, Social Science Research Network. doi:10.2139/ssrn.3817112

Wärtsilä. (2020). Wärtsilä Fleet Operations solution. *Wartsila.com*. Consulté le 5 mai 2021, à l'adresse <https://www.wartsila.com/marine/voyage/fleet-operations-solution>

Wärtsilä. (2021). Zeaborn Ship Management plots path to smarter, safer navigation. *Wartsila.com*. Consulté le 5 mai 2021, à l'adresse <https://www.wartsila.com/insights/article/zeaborn-ship-management-plots-path-to-smarter-safer-navigation>

Wärtsilä Corporation. (2018). Augmented reality creates a new dimension in marine maintenance services. *Wartsila.com*. Consulté le 11 mai 2020, à l'adresse <https://www.wartsila.com/media/news/31-07-2018-augmented-reality-creates-a-new-dimension-in-marine-maintenance-services>

Watson, R. T. (2021). FOUNDATIONS OF MARITIME INFORMATICS, 16.

Wei, T., Feng, W., Chen, Y., Wang, C.-X., Ge, N., & Lu, J. (2021). Hybrid Satellite-Terrestrial Communication Networks for the Maritime Internet of Things: Key Technologies, Opportunities, and Challenges. *ArXiv:1903.11814 [cs]*. Consulté à l'adresse <http://arxiv.org/abs/1903.11814>

Wilhelmsen. (2020, 5 août). Ship management during COVID-19 pandemic. *Wilhelmsen insights*, Wilhelmsen. Consulté le 6 mai 2021, à l'adresse <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/industry-perspectives/2020/ship-management-during-covid-19-pandemic/>

Wingrove, M. (2020a). Shipping adapts to coronavirus restrictions. *Riviera*. Consulté le 3 mai 2021, a à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/shipping-adapts-to-coronavirusnbsprestrictionsnbsp-59160>

Wingrove, M. (2020b). Coronavirus drives owners to remote IT management. *Riviera*. Consulté le 3 mai 2021, b à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/coronavirus-drives-owners-to-remote-it-managementnbsp-59046>

Wingrove, M. (2021a). IoT and remote monitoring optimises container shipping. *Riviera*. Consulté le 24 avril 2021, a à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/iot-and-remote-monitoring-optimises-container-shipping-65097>

Wingrove, M. (2021b). Held Shipping deploys VSAT for crew connectivity. *Riviera*. Consulté le 12 avril 2021, b à l'adresse <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/held-shipping-deploys-vsats-for-crew-connectivity-64627>

## ANNEXES

Transcription de l'Interview avec Lennart Bayer et Dana Jongens d'Inmarsat le 19 avril 2021 à 14h :

Lennart Bayer : Sector Development Manager

Dana Jongens : Business Development Manager

L'interview est en anglais et par visio conférence ; Ce texte traduit les passages les plus importants.

1) Est-ce que l'accroissement du flux de connectivité observé par Inmarsat au cours de la première vague s'est confirmé ensuite ?

Lennart Bayer : Il y a eu une grande augmentation au début de la pandémie due au besoin de *team calls* avec les navires ce qui est compliqué avec la connectivité à bord. Maintenant, les superintendants souhaitent pouvoir communiquer par Skype avec leur capitaine. On observe le même phénomène pour les *remote surveys* qui sont devenues standard. Les navires de pêche ( ? ) font des *remote surveys*, ce qui consomme beaucoup de *data*. La demande de *data* continue à augmenter bien que l'on soit vers la fin de la pandémie. Je ne peux pas savoir si c'est dû à l'augmentation des *teams calls* mais il y a une augmentation générale de la consommation tout comme on le voit à terre.

Dana Jongens : Dans la croisière et les *ferries* on observe une très forte décroissance des communications

Lennart Bayer : Dana fait *la* croisière, les *ferries* et les yachts ; moi je fais les navires marchands. Il y a aussi les *offshore supply vessels*. À cause du bas prix de l'huile, les navires sont mis en *lay up* et les contrats sont suspendus ou repoussés. On a des problèmes avec ça. On a quand même une large flotte opérationnelle qui produit un nombre important de *data*, même plus qu'un navire de marine marchande. C'est l'inconvénient de certains secteurs qui sont plus impactés par la pandémie que la marine marchande dont certains

secteurs vont particulièrement bien comme le marché du conteneur qui a vu une augmentation importante du prix de vente et du prix du fret.

2) L'augmentation est-elle due aux communications du management ou à la communication des marins ?

Lennart Bayer : La MLC oblige à fournir un internet suffisant aux marins mais elle ne précise pas combien. Ce qu'on a observé est que les gestionnaires de navires et responsables des opérations commencent à mettre des budgets disponibles. On a proposé, pendant la Covid une promotion pour augmenter temporairement la bande passante (bandwidth upgrade) et on a observé que les clients l'ont utilisée mais ne sont pas revenu à leur offre antérieure à la fin de l'offre. Cela veut dire que quand le budget est prévu, que les clients ont essayé et sont satisfaits, ils continuent à l'utiliser. Ça participe beaucoup à l'augmentation continue des flux de *data*. Je pense que ce n'est que le début et j'espère que la Covid 19 a centré l'attention sur les marins et les fait considérer comme des travailleurs essentiels. Les opérateurs ne peuvent pas fonctionner sans les marins. J'espère qu'ils dégageront des budgets pour le bien être de l'équipage.

3) Avez-vous vu une augmentation des nouveaux contrats ?

Lennart Bayer : On a vu une augmentation des *upgrades* des contrats, typiquement ils s'engagent pour 3 ans. On a vu avec la Covid une prise de conscience du besoin de connectivité ; ça devient une nécessité alors qu'avant c'était un coût supplémentaire (*cost driver*). On voit maintenant qu'il y a la possibilité d'augmenter la bande passante et de penser au bien être de l'équipage.

Dana Jongens : À Inmarsat, si on imagine la connectivité totale du navire sous forme d'un tuyau, on a à l'intérieur des tuyaux pour chaque usage : opération et navigation, connectivité de l'équipage, *data analysis*. C'est important pour nous d'offrir des canaux dédiés car on ne peut pas prendre le risque que certaines activités impactent les autres.

Lennart Bayer : Avec la communication illimitée de l'équipage ça commence à affecter les *business performances*. Du coup on a développé ce concept car les clients sont prêts à payer s'ils voient un impact sur leur rendement et leur productivité.

4) Il y a toujours une grande différence entre ce qui pourrait être fait et la connectivité effective des marins qui se battent avec très peu d'internet....

Lennart Bayer : C'est vrai, on voit toujours beaucoup de potentiel. Le budget du navire joue un rôle. On ne peut pas comparer un vraquier de chine à budget très serré avec un *offshore operator* qui a beaucoup plus de budget. Le niveau d'adoption digitale du client joue aussi un rôle. Ce sont ces paramètres qui déterminent le budget. On a commencé à proposer une solution économique pour les propriétaires qui ne veulent pas vraiment d'internet mais veulent faire quelque chose pour le bien être de l'équipage : Fleet hotspot ; c'est comme un wifi d'hôtel ou vous vous connectez et ensuite les marins peuvent acheter des crédits avec leur carte de crédit et le propriétaire peut aussi leur en donner. On pense que c'est une solution qui a un grand potentiel car une large partie de l'industrie maritime est assez conservatrice et fonctionne avec des budgets relativement serrés.

Dana Jongens : Beaucoup de gens espèrent trouver en mer la même connectivité qu'à terre. Mais en mer vous dépendez des connections par satellite. Inmarsat investit énormément, ce sont des milliards d'investissement pour les satellites ; Ça ne justifie pas que la connexion soit tellement chère. Le prix de la connectivité correspond à 0,3% des coûts opérationnels. Donc la connectivité à bord dépend en fait vraiment des priorités du *manager* et de l'*opérateurs*.

Lennart Bayer : Beaucoup de superintendants pensent petit et économisent chaque centime. Ils travaillent pour un *ship manager* et sont mal payés pour gérer ce bateau et essaient de tout coincer dans le budget que le *manager* a mis à disposition. Les communications satellites sont un poste qu'ils pensent pouvoir réduire. Les coûts de fuel et d'équipage sont beaucoup plus importants. On ne peut pas les comparer.

5) Une connectivité comparable en mer et à terre est elle envisageable dans un futur proche ?

Lennart Bayer : Je pense que c'est un joli rêve à cause des différentes dynamiques à terre et en mer. On est toujours 5 ans en retard en mer par rapport à sur terre. Cependant la technologie évolue rapidement : la technologie et les possibilités des satellites, des plateformes de lancement. La technologie et la baisse des prix qui permettent de faire des satellites plus petits. Les satellites ont plus de capacité. On voit beaucoup d'innovations des différents intervenants dans le secteur du satellite.

Dana Jongens : Beaucoup de fournisseur de connectivité combinent les différentes technologies satellite et LTE terrestres. Et près des côtes on peut obtenir à certains endroits une connectivité proche de celle à terre. C'est bien pour Inmarsat car ça permet de collaborer avec différents opérateurs dans cette approche hybride.

6) A titre comparatif quelle a été l'augmentation du volume des connexions en 2019 ?

Lennart Bayer : Je n'ai pas de chiffre sous la main

7) Est-ce qu'il y a un effet d'accélération de la digitalisation ( *driver* ) du a la crise Covid ?

Lennart Bayer : Pour nous il y a définitivement un effet de *driver* aussi bien pour la quantité de trafic que pour la prise de conscience et l'attention que la connectivité a provoquées auprès des clients et des membres de l'équipage.

Dana Jongens : Un autre angle que tu peux utiliser : la *Cruise line international association* ; Ils développent un *health cockpit* pour surveiller la santé des passagers et leur traçage à bord. Ils développent des applications pour faire tout sans contact (ouvrir la cabine, commander les interrupteurs...). Ils essaient de le faire plus spécialement pour le domaine sanitaire. J'ai aussi vu sur Stena line (?) qu'ils gèrent par scanner et ont des compteurs automatiques du nombre de personne dans un endroit comme un magasin. Je ne sais pas si ces applications ont besoin de connectivité. Il y a aussi un *Passenger space ratio* qui est aussi utilisé par les ferries.

7) Est-ce qu'Inmarsat a dû revoir les stratégies d'implémentation a cause de la pandémie ? :

Lennart Bayer : Il y une équipe chargée d'optimiser en permanence les connexions et de faire face aux pics. Les investissements ... (il décrit la feuille de route d'Inmarsat qui est sur le site)

Dana Jongens : Elle explique que le réseau Xpress va être complété jusqu'en 2023 avec de plus grandes capacités, donc que c'est un réseau robuste. Qu'il va aussi être complété par 2 satellites en orbites décalés pour couvrir les zones polaires. Elle explique la technique de 1 seul envoi vers le Cloud pour ensuite distribuer les *data* aux différents points d'intérêt ; ça permet de limiter le transport de data.

Lennart Bayer : La capacité du satellite qu'on va lancer cette année et de celui qu'on va lancer l'année prochaine est équivalente à celle de 3 satellites précédents. Les coûts diminuent, les capacités augmentent ; la façon dont le *network* peut être géré est plus flexible car c'est défini par des logiciels donc c'est plus facile de diriger la capacité là où elle est nécessaire. Donc les innovations sont au niveau du satellite, du *network* et du navire.

8) La 5G va-t-elle changer quelque chose pour Inmarsat ?

Lennart Bayer : Partenariat avec *templenet* (?) pour LTE dans le nord et golfe de Mexico. Bien sûr, la 5G va avoir un impact sur ce secteur. Ça va éviter aux clients de se tourner vers le LTE uniquement.

## Transcription de l'interview d'un Marine surveyor chez CL SURVEYS :

Les réponses ont été données par oral en anglais, enregistrées puis retranscrites et traduites.

1. Depuis le début de la pandémie, as-tu dû adapter la façon dont tu traites les cas des expertises maritimes pour réclamation (marine claims) ?

Au départ des problèmes pour s'adapter, quelques Visio-expertises. C'était inhabituel. Maintenant on fait très peu de Visio et il n'y a plus de problème pour entrer dans le terminal ou monter à bord

2. Est-ce que les inspections peuvent être faites en visio lorsque les navires sont en mer ?

Pour les claims, le claim est transmis en route par le capitaine et il y a toujours au moins assez d'internet pour des mails au minimum. Les communications sont souvent gérées par les compagnies maritimes. Nous on intervient quand le navire arrive dans le port. Je n'ai jamais été limité par l'internet à bord pour faire mon travail.

3. Penses-tu que les inspections à distances vont devenir la nouvelle norme ?

Ça peut être l'avenir, mais je ne l'ai jamais fait. Il faut réunir beaucoup de partis ou leurs représentants. (Charter party and P&I, intérêt marchandise et leur assurance, des inspecteurs qui ont assisté au chargement ou à l'inspection des calles...)

Une Visio-expertise n'est pas toujours la meilleure idée car la personne qui montre les dégâts peut en cacher une partie ou des informations qui permettent de comprendre comment le dommage a eu lieu. Pour avoir une Visio-expertise de qualité il faut une partie tierce. La Visio-expertise est peut-être l'avenir : j'ai entendu que les conteneurs sont inspectés par des drones mais dans ce cas il n'y a pas de dommage.

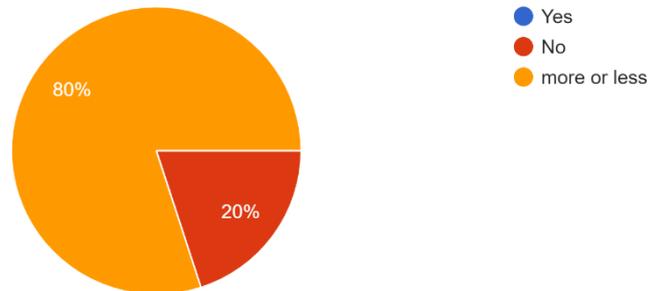
4. Est-ce que certains navires sont prêts à investir dans une meilleure connexion pour faciliter les audits et les expertises (claims) ?

Pas tous les navires. Ce n'est pas le sujet le plus important. Ils vont investir en premier lieu pour la communication de la compagnie avec les navires, en deuxième pour l'équipage à bord mais la Visio-expertise n'est pas un moteur.

## Questionnaire : Réponses de 5 officiers de ponts :

Are you satisfied of your internet connection on board?

5 réponses



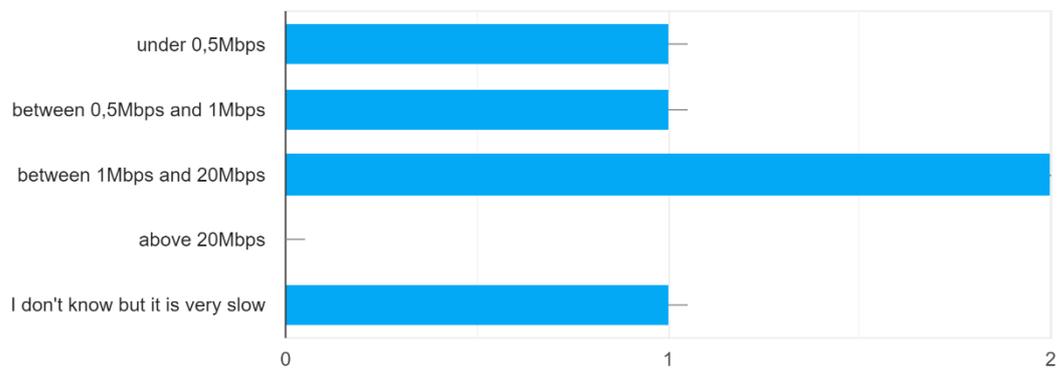
Which internet provider is your company using?

4 réponses



What is your internet speed? (download/upload)

5 réponses



What does this internet speed enables you to do (streaming services, whatsapp calls, facetime...)

5 réponses

call on whatsapp, messenger but no youtube either open web page is difficult.

Whatsapp message

Whatsapp video call

Text and images only

Do you spend a lot of time looking for connectivity?

5 réponses

yes, the internet disconnect every 2h

Je perds beaucoup de temps à essayer d'utiliser internet

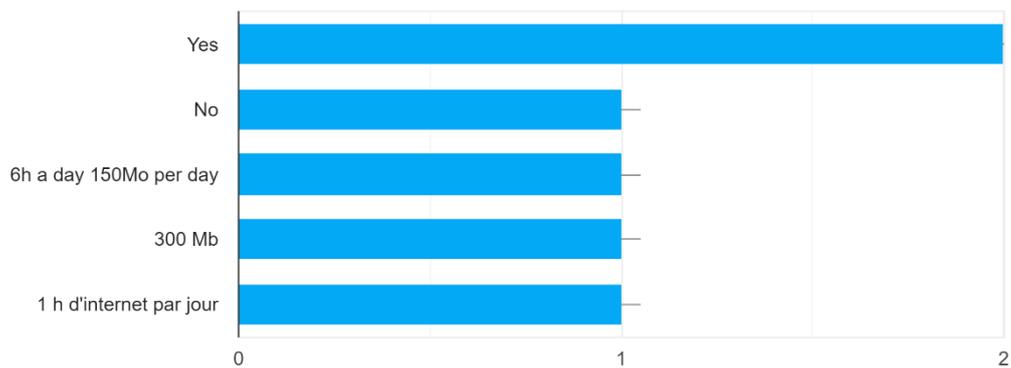
No

Yes, 20'/day

yes

Do you have a data cap (limit of data per day or month)?

5 réponses



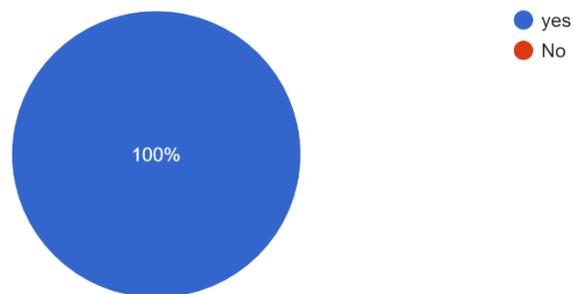
How much data are you using a month?

5 réponses

a lot
Maybe 1 or 3 Go
2Gb
200 Mb
Non Applicable

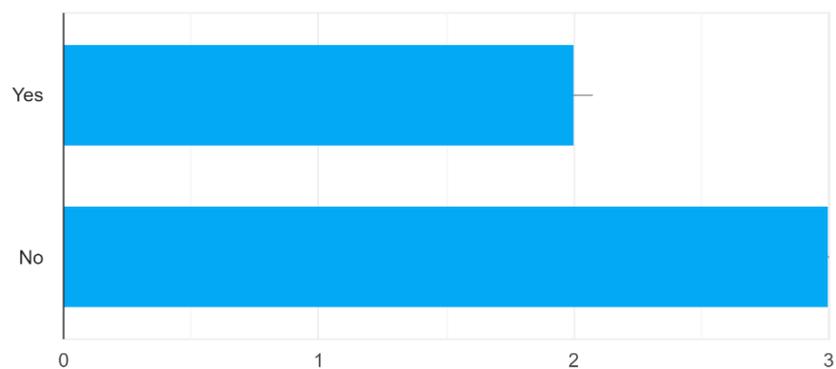
Would you need more data?

5 réponses



Are you paying extra for your internet usage?

5 réponses



If yes how much extra are you paying per month?

2 réponses

40 USD FOR 800mb

12 euros par heure supplémentaire d'internet chez Ponant

Do you know how much your company is paying monthly for internet on board for you?

4 réponses

they are paying a lot to get unlimited internet onboard for work

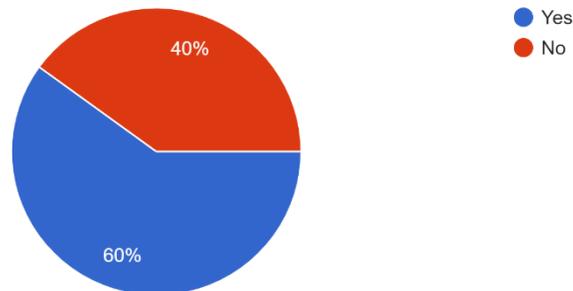
3000\$ per month for a 512kbps bandwidth

No

/

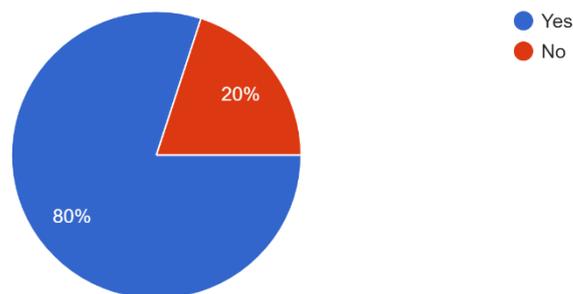
Is the internet equally shared between the different crew members?

5 réponses



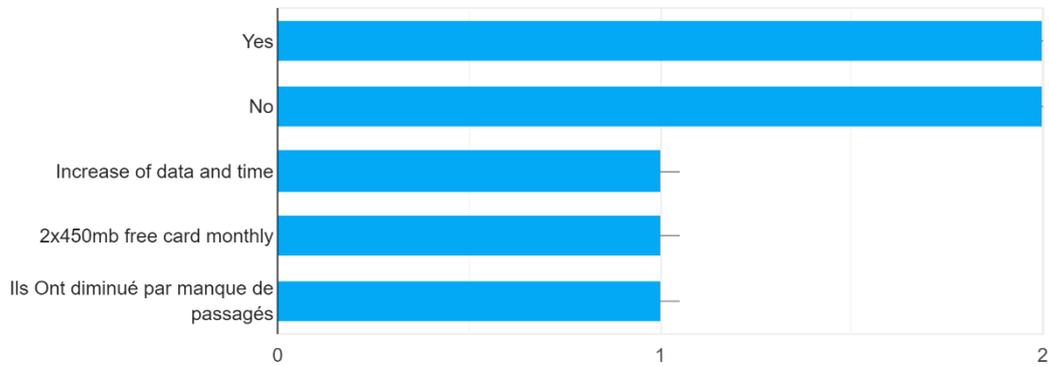
Do you feel more isolated from the land due to a lack of internet?

5 réponses



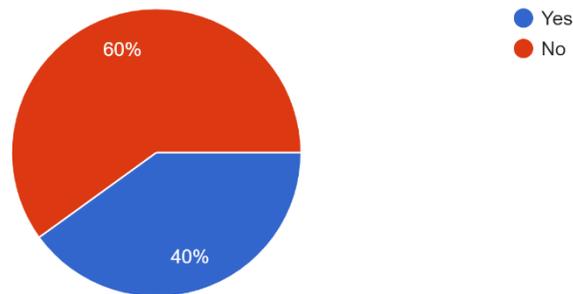
Has your company increased the internet speed or data since the beginning of the covid 19 pandemic?

5 réponses



Do you need more internet since the beginning of the pandemic?

5 réponses



If yes for what have you been using more internet?

2 réponses

for calls, for checking information relating to work online. and when you are lazy at work

Whatsapp, Mutlimedia , Info, Paiement

Have you witnessed certain task being digitalized during the covid 19 pandemic?

5 réponses

yes, audits are now done by zoom

Certificates

No

On board, no change is needed.

Non, le bateau vit en vase clos, activité normale

Which task would you like to see being digitalized?

3 réponses

vetting inspections

Port call papers

The routage

Which advantage or disadvantage do you see to the digitalization of tasks?

4 réponses

it is shit, because onboard the server is on windows 7 and the compagnie is asking ou to work like if you have windows 10 but it is not possible because windows 7 as lot of lag, and bugs

Takes less time

Less of paper

More easy and quick.

## Questionnaire : Réponse de l'officier mécanicien :

With the difficulty of in-person interactions, have you noticed the emergence of new practices for technical assistance and surveys? Which ones?

Une réponse

Yes, a good example would be class surveyors, sometimes they need to come onboard a few times in order to share their expectations and check how things are going.

Same thing for superintendents.

Having the possibility to communicate faster and more efficiently without risking bringing covid onboard is very important.

Just one crew member getting covid can turn into a crisis and stuck the ship, crew, and company.

Now things that can be done and checked through a video call or a few emails are done this way ! Whereas before some people would still insist to come onboard to check !

Only the most important parts will be checked in person and the industry is slowly adapting to this as crews and companies are more and more reluctant on having visitors.

---

If so, do you think they are effective and will continue to be used after the pandemic?

Une réponse

Yes, this kind of improvements, or changes, can be cheaper so will probably keep going after the pandemic.

---

Technical support and online surveys require a good internet connection. Is this currently feasible at sea on your vessel?

Une réponse

It was possible on my last vessel. However it was brand new and fully equipped. I'm on an older vessel now and there's is no way to get internet when we're underway.

---

Is the capacity of your internet on board a limiting factor for doing more procedures online?

Une réponse

At sea yes.

---

Does your vessel use the IOT to monitor and improve performance?

Une réponse

No.

---

If so has the pandemic started a change in this area?

Une réponse

No

---