

**Innovations et transformation de la main-d'œuvre  
maritime et portuaire : occasions et défis  
d'adaptation au Québec**

**Vicky Adam  
Claude Comtois  
Brian Slack**

**Décembre 2021**

**Bureau de Montréal**  
Université de Montréal  
C.P. 6 128, succ. Centre-Ville  
Montréal (Québec) H3C 3J7  
Tél : 1 514 343-7575  
Télécopie : 1 514 343-7121

**Bureau de Québec**  
Université Laval  
2325, rue de la Terrasse  
Pavillon Palasis-Prince, local 2415  
Québec (Québec) G1V 0A6  
Tél : 1 418 656-2073  
Télécopie : 1 418 656-2624

# Innovations et transformation de la main-d'œuvre maritime et portuaire : occasions et défis d'adaptation au Québec<sup>†</sup>

Vicky Adam<sup>1,2</sup>, Claude Comtois<sup>2,3,\*</sup>, Brian Slack<sup>2,4</sup>

1. Port Trois-Rivières, Québec, Canada
2. Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport (CIRRELT)
3. Département de géographie, Université de Montréal
4. Département de géographie, d'urbanisme et d'environnement, Université Concordia

**Résumé.** Les actions et visions politiques qui sous-tendent les plans de développement de l'industrie maritime et portuaire impulsent des évolutions majeures de nombreux modèles de gestion et d'opération de la navigation maritime commerciale et des ports et redéfinissent les conditions et méthodes de travail. Les impacts consécutifs à cette conjoncture soulèvent la nécessité de réformer la législation du travail tant dans le milieu portuaire que celui du transport maritime et de chercher des compromis entre la protection des modalités et conditions d'emploi et le rendement concurrentiel de la main-d'œuvre.

L'étude des conditions d'emploi dans le secteur maritime et portuaire soulève plusieurs questions importantes. Comment les emplois générés par les activités du transport maritime et portuaire au Québec évoluent-ils? Comment les entreprises et institutions réalisent-elles le recrutement et la formation de la main-d'œuvre maritime et portuaire? Comment les innovations technologiques redéfinissent-elles le milieu de travail dans l'industrie? Comment l'industrie peut-elle répondre aux futurs besoins en termes de compétence?

L'étude porte initialement les données d'emploi de ce secteur industriel au Québec. Intervient ensuite un examen des meilleures pratiques à l'échelle internationale sur le plan de l'embauche, de la formation et de la rétention de la main-d'œuvre. S'ensuit une présentation des technologies disruptives, de leur applicabilité et de leur impact sur la situation actuelle du marché du travail de l'industrie maritime et portuaire. Enfin, dans une perspective d'avenir, l'étude s'emploie à recenser les expériences et approches suggérées par les parties prenantes de l'industrie maritime et portuaire.

**Mots-clés :** Port, transport maritime, ressources humaines, innovations, automatisation, formation, compétence

<sup>†</sup> Cette recherche a été réalisée dans le cadre des activités d'Odyssée Saint-Laurent, programme de recherche du Réseau Québec Maritime (RQM).

Results and views expressed in this publication are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of CIRRELT.

Les résultats et opinions contenus dans cette publication ne reflètent pas nécessairement la position du CIRRELT et n'engagent pas sa responsabilité.

---

\*Auteur correspondant : [claudio.comtois@umontreal.ca](mailto:claudio.comtois@umontreal.ca)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada, 2021

© Adam, Comtois, Slack et CIRRELT, 2021

## TABLE DES MATIÈRES

<b>CONTENU</b>	<b>PAGE</b>
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES FIGURES.....	6
1. INTRODUCTION .....	7
2. PORTRAIT DES EMPLOIS MARITIMES ET PORTUAIRES.....	9
2.1. Objectif .....	9
2.2. Méthodologie .....	9
2.3. Données .....	10
2.4. Personnel navigant.....	10
2.4.1. Conditions réglementaires.....	10
2.4.2. Personnel navigant au Québec .....	11
2.4.3. Conditions démographiques.....	13
2.5. Débardeurs.....	15
2.6. Autres groupes professionnels .....	18
2.7. Emplois directs, indirects, induits et structurants .....	19
3. DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL DE LA MAIN-D'ŒUVRE DE L'INDUSTRIE MARITIME ET PORTUAIRE.....	23
3.1. Objectif .....	23
3.2. Méthodologie .....	23
3.3. Données .....	23
3.4. Pratiques de l'industrie du transport maritime en matière de main-d'œuvre .....	25
3.4.1. Recrutement.....	25
3.4.2. Formation .....	26
3.4.3. Rétention .....	27
3.5. Pratiques de l'industrie portuaire en matière de main-d'œuvre.....	28
3.5.1. Recrutement.....	28
3.5.2. Formation .....	29
3.5.3. Rétention .....	30
3.6. Conditions au Québec .....	31
3.6.1. Personnel navigant.....	31
3.6.2. Personnel portuaire .....	33
3.7. Facteurs de changement.....	34

4. IMPACT DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES SUR LA MAIN-D'ŒUVRE DE L'INDUSTRIE MARITIME ET PORTUAIRE .....	35
4.1. Objectif .....	35
4.2. Méthodologie .....	35
4.3. Données .....	35
4.4. Marché de la robotisation .....	35
4.5. Innovations en transport maritime et portuaire.....	37
4.5.1. Chaîne de blocs .....	38
4.5.2. Intelligence artificielle .....	39
4.5.3. Internet physique .....	41
4.5.4. Navire autonome .....	43
4.5.5. Pilotage à distance .....	45
4.5.6. Terminal automatisé .....	46
4.6. Vers de nouveaux besoins en compétences .....	52
4.7. Vers un nouvel environnement de travail.....	55
4.8. Vers un nouvel environnement de formation .....	58
4.9. État de l'environnement maritime et portuaire au Québec.....	59
5. NOUVELLE RÉALITÉ ET NOUVEAUX PROFILS D'EMPLOI .....	62
5.1. Objectif .....	62
5.2. Méthodologie .....	62
5.3. Données .....	62
5.4. Situation actuelle du marché du travail pour l'industrie maritime et portuaire au Québec.....	63
5.5. Stratégies d'orientation en matière de ressources humaines .....	65
5.5.1. Vision multidisciplinaire .....	67
5.5.2. Insertion en milieu de travail.....	67
5.5.2. Culture entrepreneuriale.....	68
6. CONCLUSION .....	71
ANNEXE .....	72
RÉFÉRENCES .....	77

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de pilotes de l'Administration de Pilotage des Laurentides, 2008-2019.....	12
Tableau 2. Nombre de pilotes de l'Administration de Pilotage des Grands Lacs, 2008-2019.....	12
Tableau 3. Évolution du nombre de finissants aux programmes de formation d'officiers au Québec, 2011-2020 .....	12
Tableau 4. Structure démographique des officiers et des matelots au Québec et à l'international, 2015-2016.....	13
Tableau 5. Structure démographique des officiers de pont et de machine au Québec, 2016 .....	14
Tableau 6. Estimation du nombre de débardeurs dans les ports au Québec, 2018 .....	16
Tableau 7. Structure démographique des débardeurs au Québec, 2013-2018 ..	17
Tableau 8. Structure démographique des débardeurs selon le genre au Québec 2016-2018.....	17
Tableau 9. Productivité des débardeurs au port de Montréal, 2007-2020 .....	18
Tableau 10. Emplois générés par secteur économique des ports du Saint-Laurent, 2019.....	20
Tableau 11. Emplois générés par type de fret des ports du Saint-Laurent .....	21
Tableau 12. Impact économique des activités portuaires au Québec par produit manutentionné, 2019 .....	22
Tableau 13. Constats, enjeux et stratégies pour la main-d'œuvre du secteur portuaire au Québec .....	32
Tableau 14. Constats, enjeux et stratégies pour la main-d'œuvre du secteur du transport maritime au Québec.....	33
Tableau 15. Robotique de service professionnel, 2019 .....	37
Tableau 16. Innovations dans le domaine de l'industrie maritime et portuaire....	38
Tableau 17. Applications des composantes d'automatisation de terminaux portuaires.....	47
Tableau 18. Terminaux à conteneurs automatisés, 2019 .....	49
Tableau 19. Opérateurs de terminaux automatisés à conteneurs, 2019.....	51
Tableau 20. Changement des compétences de la main-d'œuvre horizon 2030 .	53
Tableau 21. Transformation de la main-d'œuvre maritime et portuaire .....	54
Tableau 22. Principales causes des conflits de travail portuaire, 2015-2021.....	57
Tableau 23. Force-Faiblesse-Opportunités-Menaces des technologies disruptives pour la main-d'œuvre de l'industrie maritime et portuaire au Québec .....	64
Tableau 24. Stratégies d'orientation en matière de ressources humaines.....	66

## LISTE DES FIGURES

Figure 1. Évolution du personnel navigant au Québec, 2016-2018 .....	11
Figure 2. Stock de robots industriels opérationnel, 2010-2019 .....	36
Figure 3. Automatisation de terminaux à conteneurs, 2019.....	48
Figure 4. Distribution internationale de conflits de travail portuaire, 2015-2021 ...	56
Figure 5. Stratégie de maillage pour les compagnies et les établissements d'enseignement de l'industrie maritime et portuaire .....	70

## 1. INTRODUCTION

À la lumière des changements de possibilités commerciales mondiales et continentales, les gouvernements fédéral et provinciaux sont en voie d'effectuer un examen des politiques publiques canadiennes concernant le transport maritime et portuaire. De nombreuses initiatives sont prises pour soutenir les services de transport maritime et améliorer les perspectives de développement des systèmes portuaires.

Le 12 mars 2018, le gouvernement du Canada a lancé *l'Examen de la modernisation des ports de Transports Canada* avec pour objectif d'optimiser leur capacité à favoriser une croissance économique durable par l'entremise d'opérations innovatrices dont les nouvelles technologies, l'automatisation et la connectivité numérique (Transports Canada, 2018). Cette démarche fait suite aux engagements effectués dans le cadre du *Plan stratégique Transports 2030* du gouvernement, qui cherche à améliorer la capacité du Canada à acheminer des produits sur le marché. Ce plan vise également à faire croître l'économie canadienne, notamment par l'amélioration des infrastructures portuaires afin d'édifier des corridors maritimes parmi les meilleurs au monde sur le plan de la compétitivité, de la sécurité et de l'écologie (Transports Canada, 2019).

En 2019, le ministère des Transports a mené une série d'activités de concertation et de consultation afin d'élaborer une nouvelle vision du développement maritime pour le Québec dans le but de succéder à la *Stratégie maritime*. La nouvelle stratégie maritime baptisée *Avantage Saint-Laurent* et présentée en juin 2021 propose des investissements de 926,9 millions \$ à l'horizon 2025 de la part du gouvernement du Québec et de ses partenaires. Le plan se décline en trois grands axes de réalisation : 1) la modernisation des infrastructures et des équipements portuaires du Saint-Laurent (300 millions \$); 2) une nouvelle navigation efficace et respectueuse de tous les écosystèmes (232,6 millions \$); et 3) un soutien aux communautés maritimes afin d'offrir des possibilités de développement durable (394 millions \$) (ministère des Transports, 2021).

Ces initiatives pour valoriser le transport maritime et portuaire mettent l'accent sur les investissements dans l'innovation, l'optimisation des opérations et les infrastructures intelligentes. Ces actions gouvernementales rejoignent les analyses menées par le Conseil des académies canadiennes, selon lesquelles les progrès technologiques devraient entraîner une hausse des activités maritimes au Canada (CAC, 2017).

Les actions et visions politiques qui sous-tendent les plans de développement de l'industrie maritime et portuaire impulsent des évolutions majeures de nombreux modèles de gestion et d'opération de la navigation maritime commerciale et des ports et redéfinissent les conditions et méthodes de travail. Les impacts consécutifs à cette conjoncture soulèvent la nécessité de réformer la législation du travail tant dans le milieu portuaire que celui du transport maritime et de chercher des

compromis entre la protection des modalités et conditions d'emploi et le rendement concurrentiel de la main-d'œuvre.

Alors que les relations de travail et, plus largement, la modernisation du marché du travail sont des phénomènes mondiaux, cette étude a pour objectif de présenter les enjeux d'avenir de la main-d'œuvre maritime et portuaire au Québec. Ces enjeux ont été soulevés par le Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie maritime (CSMOIM) dans la mise en œuvre de projets visant le développement des ressources humaines et des compétences des métiers et des professions en lien avec l'évolution de l'industrie maritime et portuaire au Québec (CSMOIM, 2020).

L'étude des conditions d'emploi dans le secteur maritime et portuaire soulève plusieurs questions importantes.

- Comment les emplois générés par les activités du transport maritime et portuaire au Québec évoluent-ils?
- Comment les entreprises et institutions réalisent-elles le recrutement et la formation de la main-d'œuvre maritime et portuaire?
- Comment les innovations technologiques redéfinissent-elles le milieu de travail dans l'industrie?
- Comment l'industrie peut-elle répondre aux futurs besoins en termes de compétence?

Plusieurs études sur le travail dans l'industrie maritime et portuaire permettent de traiter de ces questions. L'attention se porte dès lors initialement sur l'utilisation de ces sources pour établir et interpréter les données d'emploi de ce secteur industriel au Québec. Intervient ensuite un examen des meilleures pratiques à l'échelle internationale sur le plan de l'embauche, de la formation et de la rétention de la main-d'œuvre. S'ensuit une présentation des technologies disruptives, de leur applicabilité et de leur impact sur la situation actuelle du marché du travail de l'industrie maritime et portuaire. Enfin, dans une perspective d'avenir, l'étude s'emploie à recenser les expériences et approches suggérées par les parties prenantes de l'industrie maritime et portuaire.



## **2. PORTRAIT DES EMPLOIS MARITIMES ET PORTUAIRES**

L'environnement de travail de l'industrie maritime et portuaire est unique. Un suivi est donc important pour comprendre à fond l'évolution de l'industrie et être en mesure d'évaluer et d'ajuster sa situation.

La demande pour la prestation de services de manutention du cargo suit l'irrégularité du transport maritime et peut être instable, ce qui entraîne une préoccupation légitime quant à la sécurité d'emploi dans l'industrie.

Les opérations périodiques de l'industrie du transport maritime et des ports impliquent l'embauche de main-d'œuvre fondée sur la répartition des demandes de services, une embauche qu'exploitent soit une association d'employeurs (exploitants de terminaux, association de pilotes, etc.) soit les syndicats eux-mêmes. Certains transporteurs et exploitants maintiennent un noyau restreint d'employés permanents avec des effectifs occasionnels parmi un bassin limité de travailleurs qualifiés.

Les groupes socioprofessionnels actifs dans l'industrie maritime couvrent plusieurs domaines. Il devient important de quantifier le personnel maritime et portuaire pour de multiples raisons : rendement du travail, perception des coûts, création de valeur ajoutée, versements sous forme d'impôts sur les salaires et traitements, pratiques de gestion des ressources humaines, comparaisons entre concurrents, retombées économiques, etc.

### **2.1. Objectif**

L'objectif de ce chapitre consiste à offrir une appréciation statistique de la main-d'œuvre dans l'industrie maritime et portuaire au Québec.

### **2.2. Méthodologie**

Atteindre cet objectif comporte trois volets :

1. Caractériser l'évolution des emplois du personnel navigant;
2. Dresser un portrait démographique des débardeurs;
3. Évaluer les retombées des activités portuaires au Québec en termes d'emploi.

## 2.3. Données

Les statistiques sur les emplois maritimes et portuaires ont été obtenues auprès de Statistique Canada, d'Emploi Québec et de l'Institut maritime du Québec. Des données complémentaires ont été colligées à partir de rapports de consultants et de rapports annuels d'entreprises.

## 2.4. Personnel navigant

### 2.4.1. Conditions réglementaires

Les effectifs maritimes regroupent le personnel navigant sur le pont et dans la salle des machines pour les services de transport océanique, côtier et fluvial. Les équipages des navires sont rarement recrutés dans les ports fréquentés. Selon les études du Baltic and International Maritime Conference (BIMCO, 2005, 2010, 2015, 2021), l'origine de ces effectifs est très dispersée. Une part substantielle de l'offre de services de marins et d'officiers provient des pays d'Extrême Orient, d'Europe de l'Est et du sous-continent Indien.

La typologie des emplois à bord des navires enregistrés sous pavillon canadien est établie en fonction du « Règlement sur le personnel maritime DORS/2007-115 » de la *Loi sur la marine marchande du Canada* (modifiée le 26 février 2015) et du code de la « Convention internationale sur les normes de formation des gens en mer, de délivrance des brevets et de veille » (STCW) amendé en 2010. En outre, les équipages à bord de tout bâtiment canadien doivent satisfaire aux exigences prévues aux règles d'affectation de travail et normes de sécurité prescrites dans le document qui précise les effectifs minimaux de sécurité de l'Organisation maritime internationale (OMI) pour l'organisation du travail en fonction des heures de travail et de repos. Cela comprend une formation reconnue par la Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille (Convention STCW). Par ailleurs, les équipages de navires-citernes doivent avoir des compétences pour la manutention de produits dangereux et détenir une formation particulière menant aux brevets correspondants. Ainsi, les effectifs minimaux dépendent de plusieurs facteurs – taille et type de navires, puissance de propulsion, zone de navigation, produits transportés, etc. – ce qui permet d'assurer diverses fonctions à la passerelle, à la salle des machines, aux activités de communication, aux manœuvres et aux situations d'urgence.

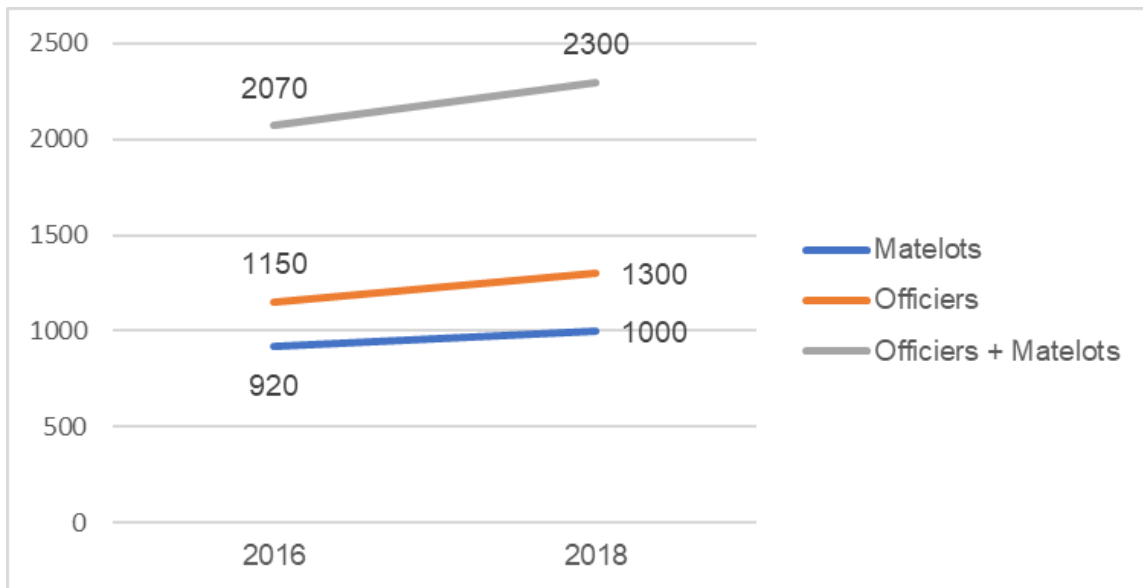
Divers règlements visent à conserver un recrutement national. La presque totalité des équipages des navires battant pavillon canadien demeure composée de Canadiens. La proportion du personnel navigant québécois représente par ailleurs une part importante de la main-d'œuvre canadienne. Les données du recensement canadien de 2016 révèlent à ce titre que les officiers québécois représentent environ 16 % des officiers canadiens. Quant à eux, les matelots québécois comptent pour environ 21 % des matelots canadiens.

## 2.4.2. Personnel navigant au Québec

La Figure 1 montre l'évolution de la main-d'œuvre navigante pour la période 2016-2018. Selon ces données, le personnel navigant au Québec totalise 2 300 personnes dont 1 300 officiers et 1 000 matelots en 2018. Les officiers (de pont et de salle des machines) représentent environ 56 % et les matelots 44 % du personnel navigant à bord des navires. Les femmes ne représentent que 2,3 % des capitaines et moins de 1 % des chefs mécaniciens (IMQ, 2020). Au Québec, les femmes représentent 7 % de l'ensemble des officiers, c'est-à-dire 10 % des officiers de pont, 2 % des officiers de salle des machines et 8 % de l'ensemble des matelots (Emploi Québec, 2018). Le degré de participation des femmes parmi le personnel navigant au Québec est supérieur à l'ensemble de l'industrie maritime canadienne où la participation des femmes est d'environ 7 % tant chez les officiers que chez les matelots.

Une analyse plus approfondie des effectifs du personnel navigant suggère que le nombre d'officiers augmente plus rapidement que celui des matelots, avec des taux de croissance annuels moyens de 6,32 % et de 4,26 % respectivement. Cette tendance s'affirme à l'examen du personnel navigant de l'Administration de pilotage des Laurentides (APL), de l'Administration de pilotage des Grands Lacs (APGL) et de la Garde côtière canadienne (GCC).

Figure 1. Évolution du personnel navigant au Québec, 2016-2018



Sources : Statistique Canada, 2016; Information sur le marché du travail, Emploi Québec, 2018

Le Tableau 1 permet d'observer la variation du nombre de pilotes de l'Administration de pilotage des Laurentides (APL). Le nombre de pilotes devrait se maintenir en raison de la présence d'une relève qui affiche un taux de croissance annuel moyen de 9,78 % pour la période 2008-2019. Cette situation est analogue à celle des employés de l'Administration de pilotage des Grands Lacs

(APGL) où le nombre d'effectifs est relativement stable depuis 2008 tandis que les retraites sont compensées par l'arrivée d'apprentis (Tableau 2).

Tableau 1. Nombre de pilotes de l'Administration de pilotage des Laurentides, 2008-2019

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pilotes	181	175	184	177	179	180	176	174	169	173	174	180
Apprentis	4	0	0	8	8	8	11	10	16	19	17	14
Total	185	175	184	185	187	188	187	184	185	192	191	194

Source : Rapports annuels, Administration de pilotage des Laurentides, 2008-2019

Tableau 2. Nombre de pilotes de l'Administration de pilotage des Grands Lacs, 2008-2019

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pilotes	62	57	57	57	56	56	56	53	51	54	55	59
Apprentis	0	0	0	0	0	0		4	8	7	8	8
Total	62	57	57	57	56	56	56	57	59	61	63	67

Source : Rapports annuels, Administration de pilotage des Grands Lacs, 2008-2019

En 2020, selon les données recueillies auprès de la Garde côtière canadienne (GCC), la proportion de personnel navigant est de 51 % pour les officiers et de 49 % pour les matelots. Les officiers de pont sont par ailleurs plus nombreux (60 %) que les officiers mécaniciens (40 %) à bord des navires de la Garde côtière canadienne. Ce pourcentage est d'ailleurs plus prononcé au Québec où le ratio est de 62 %-38 %.

Selon les données de l'Institut maritime du Québec (IMQ), seul centre de formation des officiers au Québec, la répartition annuelle du nombre de finissants est variable entre ceux inscrits dans les programmes techniques de génie mécanique et de navigation (Tableau 3).

Tableau 3. Évolution du nombre de finissants aux programmes de formation d'officiers au Québec, 2011-2020

Programme	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Technique de génie mécanique de marine	7	13	18	19	14	23	33	33	19	17
Technique de navigation	28	32	25	32	29	25	39	34	23	38

Source : Institut maritime du Québec, 2020

### 2.4.3. Conditions démographiques

Un élément critique concernant les caractéristiques du personnel navigant porte sur les conditions démographiques qui doivent garantir la pérennité de l'industrie. Le Tableau 4 présente la structure démographique selon l'âge du personnel navigant au Québec par rapport à la situation mondiale.

Si la proportion d'officiers est similaire chez les jeunes de 20 à 25 ans, celle des 26 à 30 ans est beaucoup plus faible au Québec ( $\approx 10\%$ ) que dans le monde ( $\approx 24\%$ ). Or, pour ce qui est des autres groupes d'âge, le pourcentage des officiers de 50 ans et plus est beaucoup plus élevé au Québec qu'à l'échelle mondiale puisque 16 % des officiers du monde auraient 51 ans et plus, tandis que le groupe des 55 ans et plus serait d'environ 28 % au Québec.

Tableau 4. Structure démographique des officiers et des matelots à l'international et au Québec, 2015-2016

International		Québec	
Rang	%	%	Rang
<b>Officiers</b>		<b>Officiers</b>	
Moins de 20 ans	0	0	Moins de 20 ans
De 20 à 25 ans	6,7	5,22	De 20 à 24 ans
De 26 à 30 ans	24,4	9,57	De 25 à 29 ans
De 31 à 40 ans	31,2	11,30	De 30 à 34 ans
		23,04	De 35 à 44 ans
De 41 à 50 ans	22,2	23,48	De 45 à 54 ans
De 51 à 60 ans	14,4	24,78	55 à 64 ans
61 ans et plus	1,3	2,61	65 ans et plus
<b>Matelots</b>		<b>Matelots</b>	
Moins de 20 ans	0,6	2,72	Moins de 20 ans
De 20 à 25 ans	11,5	9,78	De 20 à 24 ans
De 26 à 30 ans	22,3	6,52	De 25 à 29 ans
De 31 à 40 ans	30,7	8,15	De 30 à 34 ans
		16,30	De 35 à 44 ans
De 41 à 50 ans	23,8	22,83	De 45 à 54 ans
De 51 à 60 ans	10,4	29,35	55 à 64 ans
61 ans et plus	0,7	4,35	65 ans et plus

Sources : Baltic and International Maritime Conference, 2015; Statistique Canada, 2016.

Du côté des matelots, la situation semble être la même avec une proportion plus élevée chez les jeunes de 25 ans et moins. Le groupe des 26 à 30 ans est beaucoup plus faible au Québec ( $\approx 7\%$ ) que dans le monde ( $\approx 22\%$ ). Le pourcentage des officiers de 50 ans et plus est beaucoup plus élevé au Québec qu'à l'échelle mondiale puisqu'environ  $11\%$  des officiers du monde ont 51 ans et plus et que le groupe des 55 ans et plus est d'environ  $34\%$  au Québec.

Près du tiers du personnel navigant a plus de 50 ans, par rapport à celle de la population active (15 ans et plus) totale qui est d'environ  $18\%$  (Statistique Canada, 2016). La population navigante québécoise est non seulement vieillissante par rapport à celle du monde mais aussi à l'ensemble des professions du Québec.

Aussi, la moyenne d'âge du personnel navigant, tous types d'emplois confondus, est supérieure à 40 ans à bord des navires de la Garde côtière canadienne. Plus précisément, la moyenne d'âge des officiers de pont est de 41 ans, celle des officiers mécaniciens, de 40 ans et celle des matelots, de 43 ans.

Selon les enquêtes de Statistique Canada en 2016,  $55\%$  des officiers de pont et  $44\%$  des officiers mécaniciens du personnel navigant au Québec avaient 45 ans et plus (Tableau 5). Ce constat est confirmé par une enquête menée en 2019 selon laquelle la moyenne d'âge de la main-d'œuvre navigante du Québec est de 44 ans tant pour le personnel de pont que pour celui de la salle des machines (Ad hoc recherche, 2020).

Tableau 5. Structure démographique des officiers de pont et de machine au Québec, 2016

Âge	Officiers de pont (%)	Officiers mécaniciens (%)
15 - 24	3	8
25 - 44	42	48
45 -64	52	42
65 et +	3	2
Total	100	100

Source : Statistique Canada, 2016

Le facteur démographique du vieillissement de la population aura d'importantes répercussions sur le besoin de personnel navigant. L'Institut de la statistique du Québec (2021) prévoit que la population passera de 8,6 millions en 2020 à 9 millions à l'horizon 2027. La croissance démographique va ralentir tandis que le taux d'accroissement annuel passera de  $0,8\%$  en 2013 à moins de  $0,2\%$  dans les années 2050. La part des personnes de 65 ans et plus devrait représenter  $27,4\%$  de la population du Québec en 2066. Les analyses suggèrent qu'il pourrait y avoir environ 50 000 travailleurs de plus pour 778 000 retraités de plus en 2041 (Institut de la statistique du Québec, 2021, p. 16). Dans son rapport sur l'examen de la Loi sur les transports au Canada, la Commission Emerson a souligné qu'à

l'horizon 2050, près de 25 % des Canadiens seront âgés de 65 ans ou plus et donc en âge de prendre leur retraite (Commission Emerson, T.2, 2015b, p. 90). Ce vieillissement de la population qui touche toutes les sphères de la main-d'œuvre accentuera inévitablement le manque d'officiers, allant peut-être jusqu'à confirmer la pénurie imminente dont il est question depuis plusieurs années à l'échelle internationale (Leggate, 2004).

La variabilité et la quantité de finissants aux programmes de formation d'officiers au Québec ne permet d'ailleurs pas de combler ce manque. L'observation du cas particulier des pilotes québécois confirme que les enjeux ne se limitent pas au recrutement et à la formation, mais concerne aussi la rétention du personnel navigant. L'analyse de l'évolution du nombre de pilotes depuis 2010 révèle une augmentation des apprentis-pilotes, mais une baisse proportionnelle du nombre de pilotes. Si l'arrivée de nouveaux pilotes apparaît positive pour les administrations de pilotage, cette augmentation du nombre de pilotes s'avère plutôt critique pour les compagnies de transport maritime qui perdent leurs officiers supérieurs (capitaines et premier officiers) qui choisissent de devenir pilotes.

Ce manque de main-d'œuvre se fait d'ailleurs déjà sentir dans l'industrie maritime québécoise. Les sites d'emplois en font la démonstration en affichant l'urgence des nombreux postes d'officiers de pont et d'officiers mécaniciens à combler. Cette pénurie a été confirmée à l'été 2019 lorsque le Groupe Desgagnés, suivant la mise en service de deux nouveaux navires, a été obligé pendant deux mois de les exploiter en alternance parce que le transporteur n'arrivait pas à trouver suffisamment d'officiers dotés des brevets requis. Des dizaines de postes sont toujours affichés sur le site du Groupe Canada Steamship Lines (CSL) et sur celui du Groupe Desgagnés.

## **2.5. Débardeurs**

Outre les effectifs maritimes qui regroupent le personnel navigant, l'industrie dénombre une grande diversité d'acteurs dans les ports. Les infrastructures et le déploiement des équipements permettant de faciliter les échanges de marchandises ou le transfert de passagers de façon sécuritaire entre le navire et la terre nécessitent une population active pour faire fonctionner ces ensembles. Le système Saint-Laurent compte 20 ports commerciaux et 14 infrastructures portuaires (terminal maritime, quai, port de pêche). Ces 34 infrastructures manutentionnent plus de 100 millions de tonnes de fret annuellement tandis que le nombre de croisiéristes en escale atteint environ 250 000 passagers. Les arrimeurs, débardeurs et manutentionnaires qui ont un rapport direct avec les installations portuaires dont les services aux navires, les activités de manutention du cargo maritime, les opérations de transfert de marchandises des navires aux terminaux et les services d'entreposage, forment le groupe le plus nombreux.

L'évaluation du nombre de débardeurs au Québec demeure un exercice statistique difficile. Premièrement, on trouve une différenciation entre les débardeurs

professionnels qui ont une priorité d'embauche et les occasionnels qui répondent aux besoins des pointes de trafic. Deuxièmement, la profession est regroupée en syndicats dont la compétence des membres est requise par des entreprises patronales qui regroupent propriétaires et exploitants de navires, manutentionnaires et opérateurs de terminaux dans l'application des procédures de déploiement de la main-d'œuvre dans plusieurs ports. Troisièmement, certains armements ou opérateurs de terminaux privés embauchent leur propre main-d'œuvre sans recourir à celle des compagnies de débardeurs.

Selon les données les plus récentes, le nombre de débardeurs au Québec a crû de 1 310 effectifs en 2016 à 1 600 en 2020, soit un taux de croissance annuel moyen de 7 % (Statistique Canada, 2016; Emploi Québec, 2018). Un portrait de la répartition des débardeurs par port suggère qu'environ 70 % des effectifs travaillent au port de Montréal (Tableau 6).

Tableau 6. Estimation du nombre de débardeurs dans les ports au Québec, 2020

Région	Nombre	%	Ports correspondants
Montréal et Montérégie	1 150	71,9	Montréal, Contrecoeur, Côte-Sainte-Catherine, Valleyfield, Sorel-Tracy
Côte-Nord	150	9,4	Sept-Îles, Baie-Comeau, Port-Cartier, Havre-Saint-Pierre, Forestville
Capitale-Nationale	100	6,3	Québec, Pointe-au-Pic
Mauricie et Centre du Québec	100	6,3	Bécancour, Trois-Rivières
Bas-Saint-Laurent	50	3,1	Gros-Cacouna, Matane, Rimouski
Saguenay-Lac-St-Jean, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	50	3,1	Port Saguenay, Port-Alfred, Chandler, Gaspé
Total	1 600	100,0	

Sources : Emploi Québec, 2018; SCFP, 2019; Administration portuaire de Montréal, 2020a

Sur le plan démographique, à l'instar du personnel navigant, le Tableau 7 démontre que le vieillissement des débardeurs professionnels est un phénomène important. Déjà en 2013, les débardeurs actifs dans l'industrie portuaire du Québec affichaient une proportion plus grande d'employés âgés de plus de 45 ans que la moyenne québécoise. Le taux de croissance des débardeurs de 45 ans et plus est plus élevé que pour l'ensemble de la population active au Québec. En 2013, les travailleurs québécois de 45 ans et plus représentaient environ 40 % de la population active, comparativement à 44 %, pour les débardeurs. En 2013, alors que les travailleurs âgés de plus de 45 ans représentaient 44 % de la population active, la proportion de débardeurs du même groupe d'âge atteignait 58 %. Selon les plus récentes projections démographiques, cette proportion devrait continuer de s'accroître et se distancera de plus en plus de celle des travailleurs âgés de 25 à 44 ans au cours de la prochaine décennie.



Tableau 7. Structure démographique des débardeurs au Québec, 2013-2018 (%)

Âge	2013	2018
15 - 24	5,4	7,0
25 - 44	50,6	35,0
45 et +	44,0	58,0
Total	100,0	100,0

Sources : Zins Beauchesne et associé, 2013; Emploi Québec, 2018

Le métier est très physique et repose sur l'utilisation d'engins de portage. En outre, le milieu de travail n'est pas sans risque pour la sécurité et la santé en raison de l'enchaînement des opérations dans le transbordement de charges volumineuses et lourdes

Une analyse démographique des débardeurs selon le genre révèle que les effectifs féminins sont significativement moins nombreux que ceux des hommes. Au Tableau 8, les hommes occupent 93 % des emplois des manutentionnaires et les femmes, 7 % en 2018. Ce rapport n'a pas changé malgré une augmentation du nombre de débardeurs. La proportion de femmes et d'hommes à l'emploi dans la profession devrait se maintenir malgré le fait que le rapport de masculinité est estimé à 98,6 hommes pour 100 femmes pour l'ensemble de la population canadienne en 2018.

Tableau 8. Structure démographique des débardeurs selon le genre au Québec, 2016-2018

Débardeurs	2016				2018			
	Homme		Femme		Homme		Femme	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
	1 215	93	95	7	1 395	93	105	7

Sources : Statistique Canada, 2016; Emploi Québec, 2018

En 2020, sur les quelque 1 600 débardeurs à l'emploi au Québec, 1 125 travaillent au port de Montréal. Ces débardeurs syndiqués affiliés au Syndicat canadien de la fonction publique (SCFP) sont embauchés par l'Association des employeurs maritimes (AEM) pour répondre aux besoins des propriétaires, exploitants ou agents de navires qui font escale au port de Montréal et aux compagnies qui assurent l'exploitation des terminaux du port de Montréal dont Arrimage Cerescorp Inc., Compagnie d'arrimage Empire Ltée, Logistec arrimage Inc., Société Terminaux Montréal Gateway, Termont Montréal Inc., Viterra Inc. et Terminal maritime Contrecœur.

Au Tableau 9, la moyenne des commandes pour la main-d'œuvre du lundi au vendredi est plus importante que celles de la fin de semaine. En ce qui concerne les heures de débarbage, après un déclin relatif entre 2006 et 2013, les heures de travail tendent en général vers la hausse depuis 2014. Les pénuries de main-d'œuvre sont rares et semblent comblées par le travail volontaire. Le volume de tonnage manutentionné par les débardeurs s'est accru de 12 186 000 tonnes en 2006 à 14 433 000 tonnes en 2017 – un taux de croissance annuel moyen de 1,5 %. Mais l'analyse des coûts de production par rapport aux heures travaillées suggère une augmentation de productivité moindre que l'accélération de la croissance de la rémunération moyenne par heure travaillée, qui a crû de 18 % entre 2006 et 2017.

Tableau 9. Productivité des débardeurs au port de Montréal, 2007-2020

Année	Nombre	Moyenne quotidienne (semaine)	Moyenne quotidienne (fin de semaine)	Tonnes manutentionnées (000)	Heures travaillées (000)	Coût (000 \$)
2020	1 125	--	--		--	--
2019	1 115	--	--		--	--
2018	--	--	--		--	--
2017	--	621	313	14 433	1 889	145 917
2016	--	579	253	13 458	1 747	133 081
2015	--	603	352	13 522	1 841	139 879
2014	--	588	321	13 050	1 700	129 534
2013	--	514	272	12 268	1 521	114 914
2012	--	523	257	12 215	1 547	115 160
2011	--	538	271	12 877	1 636	117 966
2010	--	521	273	12 413	1 585	114 093
2009	--	500	220	11 699	1 549	110 078
2008	--	611	372	13 875	1 913	132 124
2007	--	592	398	13 044	1 905	131 048
2006				12 186	1 967	123 458

Sources : AEM, 2010-2017; SFCP, 2019; Administration portuaire de Montréal, 2020a

## 2.6. Autres groupes professionnels

Derrière les entreprises engagées dans les activités maritimes et portuaires composées du personnel navigant et des manutentionnaires, trois autres groupes d'acteurs ont une spécialisation qui relève de fonctions portuaires :

1. Les employés des entreprises ferroviaires, les transporteurs routiers et le personnel des services logistiques qui travaillent sur le terrain portuaire.
2. Le personnel du tertiaire portuaire dont le travail est fondé sur un ensemble d'information et de compétences pour gérer l'ensemble des constituantes du port dans le but d'offrir des services qui répondent aux besoins des navires et des marchandises. Cette prestation des services dépend de plusieurs fonctions administratives : traitement de l'information, contrôle des navires, contrôle environnemental, contrôles sanitaires, immigration et douanes, services de sécurité et de surveillance, expansion commerciale, gestion immobilière,

gestion des ressources humaines, veille stratégique, etc.

3. Les employés liés à une vaste gamme de services auxiliaires d'un port dont les activités de construction, d'entretien et de réparation des infrastructures, les opérations de dragage et le fonctionnement d'utilité publique.

## **2.7. Emplois directs, indirects, induits et structurants**

Un port est un important générateur d'emplois directs, indirects, induits et structurants.

Les emplois directs concernent les effectifs des opérations portuaires liées aux services aux navires et à la marchandise, les activités logistiques et de transport terrestre. Ces emplois englobent les pilotes, débardeurs, transitaires, consignataires, courtiers, exploitants de terminaux et compagnies de transport.

Les activités portuaires sont également responsables d'effets indirects importants sur la création d'emplois à travers les liens et interactions des entreprises portuaires dans l'achat de biens et services (entretien, consultation, finance, assurance, juridique, etc.).

Les emplois induits proviennent de la portion de revenus des personnes qui travaillent directement dans les secteurs d'activités portuaires qui, par l'achat de biens et services, permettent de créer d'autres emplois dans divers secteurs de l'économie (commerce, santé, éducation, etc.).

Les emplois structurants s'adressent aux effectifs des industries localisées sur ou hors du territoire portuaire qui dépendent de l'efficacité des opérations de manutention du fret (pétrochimie, minoterie, sidérurgie) et de la compétitivité du système portuaire.

Plusieurs études mesuré les retombées économiques sur le plan des emplois des activités maritimes et portuaires au Québec (Secor, 2008; Conseillers ADEC, 2012; KPMG, 2013, 2015; DAA, 2014; E&B Data, 2018). Les méthodes utilisées combinent des enquêtes par sondage et l'application de multiplicateurs d'effet économique. Les multiplicateurs sont dérivés de modèles économiques/statistiques/comptables de l'économie générale dont les processus d'analyse d'entrées/sorties de Statistique Canada et de l'Institut de la statistique du Québec. Ces modèles se déclinent sous plusieurs formes et diffèrent en termes de définition et d'application. Force est de reconnaître que les retombées économiques des activités du transport maritime et portuaire au Québec sur le plan de la création d'emplois directs et indirects sont importantes et estimées à près de 24 000 emplois équivalent temps plein.

Les emplois dans le système portuaire du Saint-Laurent peuvent être classés par type d'industrie (Tableau 10). Les emplois des services maritimes directement

reliés aux ports comptent pour 16 662 années-personnes, près de 70 % du total. Le secteur maritime concerne généralement tous les participants des activités de transport en lien avec la navigation océanique et fluviale, y compris le transbordement de marchandises générales, de vrac sec et liquide, de conteneurs et de services rouliers. Ce secteur est donc lié directement à une communauté d'entreprises et de services publics qui rassemble divers intervenants qui gravitent autour des administrations portuaires. Les armateurs et les agences maritimes qui déterminent les ports d'escale et les transitaires qui demandent à acheminer des marchandises d'une origine à une destination sont les sources des emplois maritimes dans les ports du Saint-Laurent. Les principales parties prenantes en exploitation sur les terrains administrés par les administrations portuaires comprennent les employés des exploitants de terminaux, les manutentionnaires, les services de remorquage, la Garde côtière canadienne et les corporations de pilotage présentes sur le Saint-Laurent.

Tableau 10. Emplois générés par secteur économique des ports du Saint-Laurent, 2019

<b>Secteur économique</b>	<b>Distribution</b>	<b>Emplois</b>
	<b>%</b>	<b>Équivalents temps plein</b>
Services maritimes	69,9	16 662
Transport terrestre	13,8	3 290
Transport routier	11,5	2 741
Transport ferroviaire	2,3	548
Secteur des banques et de l'assurance	7,1	1 692
Administrations portuaires et agences gouvernementales	5,4	1 287
Chargeurs/consignataires	3,8	906
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>23 837</b>

Source : Calcul des auteurs à partir d'études comparatives de modèles de retombées économiques; Ad hoc recherche, 2020

Le secteur maritime en lien avec le transport de vrac sec et liquide, de marchandises générales, de fret roulier et conteneurisé génère également des emplois dans les secteurs économiques portuaires laurentiens. Les échanges de flux de fret intercontinental affectent également les services de transport terrestre qui sont fondamentaux à l'approvisionnement et à la distribution de produits à l'ensemble du Québec. Les transporteurs ferroviaires et routiers actifs dans des corridors de transport de l'axe laurentien facilitent le commerce et le transport maritime. Dans les ports du Saint-Laurent, le secteur du transport terrestre compte pour 13,8 % des emplois. Les emplois dans les industries routières et ferroviaires directement liés aux activités portuaires sont estimés à 2 741 années-personnes et 548 années-personnes respectivement.

Le secteur des banques et de l'assurance compte pour approximativement 7 % (1 692 années-personnes). Les emplois dans les agences gouvernementales (inspection, sécurité, douanes, etc.) et les administrations portuaires représentent 5,4 %, soit environ 1 287 années-personnes. Les bureaux du gouvernement

fédéral en lien avec les activités portuaires comprennent l'Agence de revenu du Canada, Environnement et Changement climatique Canada, Pêches et Océans Canada, Transports Canada, Services publics et Approvisionnement Canada. Les administrations portuaires génèrent également des emplois auprès de firmes logistiques, cabinets d'avocats, firmes de génie-conseil, universités et collèges. Environ 3,8 % (906 années-personnes) peuvent être attribués aux chargeurs et consignataires.

Un autre aperçu concernant les impacts en termes d'emplois peut être acquis en examinant le ratio de l'emploi par type de fret manutentionné dans les ports du Québec (Tableau 11). La stabilité ou la croissance du nombre d'emplois dans l'industrie maritime au Québec doit être rattachée à un portefeuille de transactions commerciales. Les emplois prédominent dans les secteurs des marchandises générales, des conteneurs et du vrac sec qui comptent pour plus de 90 % des emplois portuaires. Il est important de souligner que les 2 000 emplois directement liés à la manutention de produits pétroliers et chimiques dans les ports du Québec pourraient être sérieusement affectés par un fléchissement de la demande d'hydrocarbures dans un contexte de transition énergétique fondée sur la carboneutralité des économies.

Tableau 11. Emplois générés par type de fret des ports du Saint-Laurent, 2019

Type de fret	Distribution %	Emploi Équivalent temps plein
Vrac liquide	9,8	2 336
Vrac sec	27,5	6 555
Conteneur	25,7	6 126
Marchandises générales, roulier	37,0	8 820
Total	100,0	23 837

Source : Calcul des auteurs à partir d'études comparatives de modèles de retombées économiques; Ad hoc recherche, 2020

Le commerce maritime des ports du Saint-Laurent est mesuré en unités de volume sans assigner de valeur au fret. Or, l'analyse des données d'exportation et d'importation des ports du Saint-Laurent au cours de la dernière décennie illustre d'importantes différences sur le plan du commerce international en termes de volume ou de valeur. Le commerce portuaire des vracs sec et liquide qui compte pour près de 80 % du volume (Tableau 12) génère une part de marché de transport de 37 % (Tableau 11). Mais la part des produits manufacturés (roulier, conteneur, marchandises générales) d'environ 20 % génère 62 % du marché lié au transport. Ce sont ces marchés dont le développement est le plus exposé aux nouvelles technologies dont découlent la croissance et l'emploi dans l'industrie maritime et portuaire.

Tableau 12. Impact économique portuaire au Québec par produit manutentionné, 2019

Type de fret	Total		Impact \$/tonne	Contribution au PNB	
	Tonne	%		Total (\$)	%
Vrac liquide	25 038 000	20,40	2,69	67 352 220	3,64
Vrac sec	71 798 000	58,50	6,19	444 429 620	24,01
Conteneur	14 717 000	11,99	38,8	571 019 600	30,85
Marchandises générales, roulier	11 179 000	9,11	68,7	767 997 300	41,50
Total	122 732 000	100,00		1 850 798 740	100,00

Source : Calcul des auteurs à partir d'études comparatives de modèles de retombées économiques; CPCS, 2019

Le portrait des emplois maritimes et portuaires et des retombées économiques de l'industrie au Québec révèle quelques constats :

- L'industrie maritime et portuaire est une importante source d'emplois;
- Il y a une forte concentration de débardeurs dans la région de Montréal;
- Le poids des trafics de fret n'est pas proportionnel à leur importance sur le plan des emplois générés;
- La main-d'œuvre est dotée de plusieurs compétences précises attestées par un diplôme nécessaire à l'emploi;
- Le marché de l'emploi dans l'industrie maritime et portuaire fait l'objet d'une profonde transformation en raison du vieillissement démographique;
- Les femmes demeurent sous-représentées.

### **3. DÉVELOPPEMENT TECHNIQUE ET PROFESSIONNEL DE LA MAIN-D'ŒUVRE DE L'INDUSTRIE MARITIME ET PORTUAIRE**

Le capital humain continue d'être reconnu comme l'un des éléments les plus précieux des actifs et des opérations de l'industrie maritime et portuaire. Le travail mène à la prospérité vis-à-vis la concurrence internationale. En effet, il a une incidence sur la qualité, la fiabilité et la flexibilité des services maritimes et portuaires.

#### **3.1. Objectif**

Ce chapitre rend compte des conditions de formation et de l'organisation des carrières dans l'industrie maritime et portuaire.

#### **3.2. Méthodologie**

Cet examen comporte trois étapes méthodologiques :

1. À l'international, recenser les meilleures pratiques qui visent à favoriser le recrutement, la formation et la rétention de la main-d'œuvre maritime et portuaire;
2. Présenter un portrait des conditions existantes au Québec;
3. Identifier les facteurs de changement les plus significatifs.

#### **3.3. Données**

Les principales sources d'information associées à la main-d'œuvre maritime permettant de documenter les meilleures pratiques à l'international sont fondées sur onze sources d'information :

1. Une analyse statistique sur le taux de roulement du personnel maritime auprès de 52 transporteurs maritimes à l'international (BIMCO, 2015);
2. Une étude historique sur les déséquilibres de genre dans l'industrie maritime (MacNeil & Ghosh, 2017);
3. Une étude de cas auprès d'officiers et de gestionnaires du transporteur maritime VOSCO sur les conditions de recrutement, de formation et de rétention (Nguyen *et al*, 2014);
4. Des enquêtes par questionnaires et entrevues en profondeur auprès de cadets en formation sur la gestion des carrières en mer (Albert *et al*, 2016; Ruggunan & Kanengoni, 2017);
5. Une revue de la littérature sur la rétention du personnel navigant (Ceasar *et al*, 2015);
6. Une consultation en ligne auprès de plus de 500 officiers à l'international sur l'impact des technologies de l'information et des télécommunications sur la rétention du personnel maritime (Papachristou, 2015);
7. Une observation participante à bord d'un navire sur les conditions de travail du personnel féminin en République de Chine (Guo, 2018);

8. Une évaluation de six programmes en ligne de certification du personnel maritime (Gekara *et al*, 2011);
9. Des entrevues en profondeur auprès de plus de 1 000 officiers de la marine marchande de 52 pays sur la formation du personnel maritime en milieu de travail (Tang, 2009; Tang & Sampson, 2011; Tang & Sampson, 2018);
10. Une étude sur l'aide à la décision dans la constitution d'équipages (Alapetite & Kozine, 2017);
11. Une étude de cas comparant les politiques maritimes des Philippines, de la Pologne, de l'Allemagne et du Brésil et leurs impacts sur la main-d'œuvre (Lobrigo & Pawlik, 2015).

Les principales sources d'information associées à la main-d'œuvre portuaire qui permettent de documenter les meilleures pratiques à l'international sont au nombre de treize :

1. Une enquête auprès de représentants de 161 navires pour évaluer la performance de chargement et déchargements des terminaux de vrac utilisés dans le monde (BIMCO, 2019);
2. Une étude de cas sur l'impact des transformations ayant cours dans les ports de la côte est des États-Unis depuis la fin des années 90 sur le travail des débardeurs (Laventhal *et al*, 2010);
3. Une étude de modélisation par régressions pour établir les relations existantes entre l'intégration d'un port dans la chaîne d'approvisionnement de conteneurs et les pratiques de ressources humaines (recrutement et participation des employés) ainsi que la performance (Mira *et al*, 2019);
4. Un rapport annuel de la CNUCED sur le transport maritime dont une section est précisément dédiée aux tendances de développement des ports (UNCTAD, 2019);
5. Des enquêtes approfondies (collecte de statistiques, entretiens et atelier) concernant l'impact des changements technologiques et de l'automatisation sur les emplois de l'industrie portuaire et l'identification de nouveaux besoins en compétences (Esser *et al*, 2020; Keefe, 2015; Gekara & Nguyen, 2018);
6. Une étude du système d'éducation finlandais quant aux formations liées au travail dans les ports (Hinkka *et al*, 2016).
7. Des études sur l'aide à la décision pour la planification et l'optimisation des ressources humaines nécessaires en milieu portuaire (Di Francesco *et al*, 2015; Fancello *et al*, 2011);
8. Une analyse SWOT sur la mise en œuvre de *Port Community Systems* (Keceli, 2011);
9. Une revue de la littérature sur les modèles de relations inter-organisationnelles dans les ports (De Martino *et al*, 2013);
10. Des études pour évaluer les initiatives en matière d'innovation et en définir les impacts sur la main-d'œuvre qui travaille dans des terminaux à conteneurs d'Europe (Notteboom & Vetellaro, 2019; Vaggelas & Leotta, 2019);



11. Des analyses comparatives des compétences requises pour s'adapter aux transformations dans divers ports d'Asie (Thai, 2012; Thai *et al*, 2016);
12. Une enquête effectuée dans les terminaux de Brisbane, Sydney et Melbourne pour comprendre comment les rôles et compétences ont été redéfinis pour répondre aux changements technologiques (Gekara & Nguyen, 2018);
13. Une étude des cas d'automatisation des terminaux des ports de Bayonne (NJ), Virginie (VA) et Los Angeles (CA) (Keefe, 2015).

### **3.4. Pratiques de l'industrie du transport maritime en matière de main-d'œuvre**

Les besoins en personnel navigant des transporteurs maritimes touchent l'embauche, la formation professionnelle et les perspectives de carrière.

#### **3.4.1. Recrutement**

Selon l'étude comparative à l'échelle internationale, les politiques d'embauche varient considérablement selon les États. Plusieurs pays ont instauré une politique d'embauche d'équipages nationaux obligatoire. Cette politique peut toutefois être contournée par la liberté d'opter pour un pavillon étranger (Lobrigo *et al*, 2015). Par exemple, le Brésil accorde des permis de travail aux étrangers pour parer à la pénurie de main-d'œuvre et favoriser l'expansion du transport par cabotage.

Dans un contexte de manque de main-d'œuvre, le recrutement du personnel s'avère un enjeu important pour les transporteurs maritimes à court, moyen ou long terme, afin d'assurer l'exploitation journalière des navires, livrer la marchandise selon les termes du contrat (délai, etc.) et pour assurer la relève des employés qui gravissent les échelons de la hiérarchie ou partent à la retraite.

Une synthèse des politiques adoptées par les transporteurs maritimes pour répondre aux difficultés que provoque le vieillissement et la pénurie de main-d'œuvre dans l'industrie du transport maritime fait apparaître cinq pratiques exemplaires.

1. Octroyer des subventions à l'embauche du personnel maritime par le développement de programmes de coopération et d'échange entre les parties prenantes de l'industrie et les établissements de formation.
2. Offrir une plus grande flexibilité dans l'évaluation des matières en lien avec l'obtention d'une certification pour officiers par l'utilisation de logiciels d'évaluation des compétences.
3. Augmenter le degré de participation du personnel féminin par l'établissement de politiques claires à l'embauche, l'égalité des conditions d'emploi et l'équité salariale.

4. Garantir la compétitivité du marché de l'emploi dans l'industrie par l'octroi d'indemnités additionnelles dont des régimes médicaux, le remboursement des formations d'officiers et les primes à l'efficacité.
5. Offrir un portefeuille de possibilités de carrières dans l'industrie par une meilleure gestion des relations intra et inter-entreprises.

### 3.4.2. Formation

En ce qui concerne la formation autre que celle dédiée aux futurs officiers, l'offre de programmes de formation du personnel navigant est diversifiée. L'enseignement en transport maritime à l'international couvre plusieurs champs d'études et de spécialisations (Annexe 1).

Pour les futurs officiers, tous les pays signataires de la Convention de Manille 2010, la formation certifiée doit être conforme aux exigences de la STCW. Chaque pays possède sa liste d'établissements reconnus par la STCW, qui offre des programmes de formation et c'est cette reconnaissance qui permet aux autorités gouvernementales nationales d'offrir un certificat valide à l'international.

Mais dans un contexte de pénurie de main-d'œuvre, la formation du personnel navigant devient problématique. Par exemple, le gouvernement canadien exige que les officiers soient titulaires d'un brevet émis par Transports Canada pour exercer leur profession dans la marine marchande canadienne. Conformément à la Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada (modifiée le 26 février 2015), cela s'applique à tout équipage de navires canadiens, où qu'ils soient dans le monde. Ainsi, pour exercer à bord d'un navire canadien, un officier étranger, même s'il a un brevet de chef mécanicien, par exemple, doit recevoir sa certification de Transports Canada en démontrant sa capacité d'accomplir les tâches et devoirs et d'assumer les responsabilités qui correspondent aux exigences canadiennes.

Dans le but de répondre aux besoins d'une main-d'œuvre qualifiée pour les transporteurs conformément aux exigences de la STCW, les meilleures pratiques des établissements portent sur trois mesures principales.

1. Accroître l'éventail des compétences attendues des programmes de formation par la présentation des nouveaux profils d'emplois recherchés dans l'industrie maritime.
2. Adapter les programmes de formation aux besoins réels du secteur maritime en élaborant des programmes de stages en entreprise et de commandites des études du personnel navigant.
3. Développer des compétences informatiques et technologies numériques par une combinaison d'enseignement formel (donné à terre), de formations à

bord (données par des experts ou collègues qualifiés) et de mentorat à bord des navires.

### 3.4.3. Rétention

Le manque de personnel maritime est partiellement lié à des enjeux de rétention de la main-d'œuvre. Un nombre important de cadets abandonnent leur programme de formation avant d'obtenir leur brevet d'officier, citant des difficultés d'apprentissage et la vie en mer. L'analyse comparative à l'international révèle cinq pratiques que les transporteurs maritimes mettent en œuvre pour répondre au taux de roulement élevé du personnel de l'industrie.

1. Offrir des possibilités de progression de carrière par l'accès des officiers maritimes à des fonctions de gestion (à terre) dans l'industrie.
2. Accroître la sécurité du personnel en mer par une meilleure allocation des ressources humaines, maximisant ainsi la performance des équipages et la conformité aux réglementations.
3. Améliorer les conditions de vie des équipages par la mise en place à bord des navires de systèmes de communication (internet, cellulaire, télévision par satellite) et la présence d'équipements pour le conditionnement physique.
4. Varier les responsabilités dans les entreprises par une distribution des fonctions durant les temps d'affectation en mer et à terre.
5. Accroître la persévérance du personnel par la mise en œuvre de diverses formes de soutien notamment celles liées aux apprentissages durant le programme de formation.

### 3.5. Pratiques de l'industrie portuaire en matière de main-d'œuvre

Le vaste portefeuille des services offerts dans les ports (services aux navires, entreposage, transfert, etc.) fait de ceux-ci des systèmes de transport complexes qui requièrent une main-d'œuvre diversifiée. L'analyse des meilleures pratiques à l'international indique que l'industrie portuaire affiche plusieurs mesures préventives visant à mobiliser un nombre suffisant de travailleurs.

#### 3.5.1. Recrutement

Dans un contexte de vieillissement démographique où la recherche de gains de productivité demeure un enjeu important, la principale difficulté est de recruter une main-d'œuvre qualifiée capable d'acquérir des compétences en même temps que se transforment les ports.

Le recrutement de gestionnaires est un enjeu très important dans le développement d'un système portuaire. Une administration portuaire a besoin de gestionnaires dotés des connaissances et compétences liées aux affaires portuaires et logistiques. Mais une administration qui souhaite développer une communauté portuaire cherche aussi des gestionnaires compétents en partenariat, relations d'affaires et politiques d'acceptabilité sociale.

Dans un marché du travail polarisé où s'opposent les emplois à compétences de haut et de faible niveaux, et dans lequel certains types d'emplois disparaissent, les administrations portuaires et les exploitants de terminaux se retrouvent à rivaliser entre eux pour répondre aux besoins constants en main-d'œuvre. Cinq pratiques de recrutement se démarquent à l'international :

1. Réaffecter des travailleurs vers de nouvelles tâches ou embaucher des travailleurs peu formés en les informant des possibilités de carrières et de formations accessibles selon leur profil et en fonction des besoins du port.
2. Recruter des travailleurs d'autres industries qui utilisent des technologies similaires.
3. Améliorer les communications en créant des réseaux de communication efficaces.
4. Améliorer les pratiques de ressources humaines en augmentant la participation des employés.
5. Adapter la structure et la culture organisationnelle de l'entreprise en offrant des horaires de travail plus flexibles, par du télétravail, des emplois à temps partiel ou en modifiant l'horizon de planification des quarts de travail.

### 3.5.2. Formation

En réponse aux transformations des conditions de travail dans le secteur portuaire, les formations s'adaptent pour permettre à la main-d'œuvre de s'approprier les nouvelles compétences requises (Gekara *et al*, 2018). Les formations en immersion professionnelle sont utilisées pour l'apprentissage de la mise en marche des nouveaux équipements et, de leur entretien, et pour comprendre le fonctionnement des outils de diagnostic qui permettent de les réparer. La formation des travailleurs de concert avec les administrations portuaires considère la nature changeante des emplois en milieu portuaire et les compétences requises pour faire face à cette nouvelle réalité.

Les administrations portuaires et les exploitants des terminaux redéfinissent les compétences critiques dont le personnel doit être doté en fonction des changements technologiques qu'ils souhaitent mettre en place. Il en résulte un développement de cours de formation conçue sur mesure afin de suivre les innovations de pointe. La numérisation et l'automatisation qui entraînent une diminution du nombre d'employés requièrent toutefois du personnel capable de s'acquitter des tâches multiples et des opérations polyvalentes. Par ailleurs, dans un contexte d'occasions de carrières émergentes, les ingénieurs en logiciels et matériels informatiques de même que les programmeurs peuvent devenir des professions du milieu portuaire.

Les exploitants de terminaux ont du mal à recruter une main-d'œuvre qualifiée pour travailler avec les nouvelles technologies. Aussi, tout comme les établissements d'enseignement, ils adaptent leur pratique en matière de formation sous huit volets :

1. Diversifier les programmes de formation technique en les rendant multidisciplinaires et centrés sur l'apprentissage de compétences technologiques et appliquées.
2. Permettre à la main-d'œuvre de s'adapter aux nouveaux processus opérationnels qu'engendre la mise en place d'innovations technologiques dans les terminaux. Comment? En offrant de la formation sur les lieux de travail ou en offrant des conditions favorables à ces apprentissages (permettre de les acquérir pendant les heures de travail et rembourser les frais associés).
3. Adapter les programmes de formation en TIC afin de former une main-d'œuvre qualifiée pour travailler à tous les niveaux de la chaîne de transport en offrant un enseignement axé sur la logistique du transport.

4. Bonifier les programmes d'enseignement pour y inclure le développement de compétences non techniques en favorisant le travail d'équipe, le travail par projet, la réflexion analytique, mais aussi l'amélioration des compétences linguistiques et de communication.
5. Établir des partenariats entreprises-établissements d'enseignement par la mise en place de visites d'établissements, de stages et de formation en milieu de travail afin d'offrir des applications concrètes au milieu du travail.
6. Favoriser l'apprentissage intergénérationnel par la mise en place de réseaux de partage des connaissances en TIC, par exemple, que possède la nouvelle génération et l'expérience de la génération en place.
7. Établir des programmes de formation continue en fonction des besoins des entreprises et mis en place par les établissements d'enseignement.
8. Adapter l'enseignement des programmes aux innovations technologiques de l'industrie en alternant pour les enseignants les périodes d'enseignement et de travail.

### 3.5.3. Rétention

L'industrie portuaire met également en œuvre une série de mesure pour retenir les salariés dans les organisations. Réussir à attirer et conserver le personnel est un enjeu de taille. Six pratiques de gestion qui favorisent cette rétention sont identifiées à l'international :

1. Maintenir la réputation du port où l'image interne est concomitante à sa représentation externe entretient le sentiment d'appartenance.
2. Développer un leadership qui accompagne l'intégration du personnel portuaire.
3. Assurer la satisfaction de certains besoins personnels tels que l'équilibre vie professionnelle - vie privée.
4. Planifier le développement d'une carrière et des compétences professionnelles contribue à renforcer l'attractivité du port.
5. Prendre en considération des valeurs du personnel afin de donner un sens au travail.
6. Établir une culture organisationnelle fondée sur des relations interpersonnelles saines et une communication organisationnelle efficace.

## 3.6. Conditions au Québec

### 3.6.1. Personnel navigant

La certification de Transports Canada est requise pour tous les officiers qui travaillent à bord des navires battant pavillon canadien. Les officiers non canadiens doivent en outre avoir une résidence permanente au Canada. Une disposition de la Loi sur la marine marchande du Canada permet d'entreprendre des démarches pour conclure des ententes et accélérer la reconnaissance de brevets et de certificats avec d'autres pays. Les démarches de Transports Canada auprès de divers pays ont porté fruit et des accords existent notamment avec la Norvège et la France.

Pour parer aux problèmes de recrutement dans le premier cas, et de rétention dans le second, les compagnies de transport maritime canadiennes ont instauré des moyens comme l'offre de primes à la signature de contrats d'embauche et en fonction du nombre d'années de service. Ces politiques d'entreprises visent non seulement à attirer la main-d'œuvre, mais aussi à diminuer les taux de roulement et les départs. Par ailleurs, certaines entreprises (Anglo-Eastern, Groupe CSL, V.Ships) ont mis sur pied des programmes d'embauche d'élèves officiers dans le but de mieux planifier la relève. Cela prend la forme de stages ou de parrainages jusqu'à l'obtention du diplôme. Au Groupe CSL, les stages sont accompagnés d'un contrat qui garantit à l'étudiant une aide financière durant ces études et la réalisation d'un stage à bord d'un navire.

En réponse aux besoins criants des transporteurs maritimes en matière de main-d'œuvre, les établissements de formation s'adaptent. L'Institut maritime du Québec (IMQ) tente d'attirer un plus grand nombre d'élèves, soulignant des taux de placement de près de 100 % pour les diplômés des programmes de techniques de génie mécanique de marine et de navigation. En outre, l'IMQ lançait en octobre 2019 une campagne mettant en vedette des femmes qui travaillent dans le domaine. Il s'agissait de leur faire découvrir la possibilité de faire carrière dans le milieu maritime et de les informer dans le but de briser les stéréotypes, afin qu'elles puissent se tailler une plus grande place dans l'industrie.

Considérant la proportion d'officiers qui débarqueront pour aller travailler à terre, la mise en place d'un programme de progression de carrière et d'accès à des fonctions de gestionnaires à terre, sont des options importantes à considérer pour les transporteurs. Cette recommandation met en évidence la nécessité de mettre en place des politiques de gestion des carrières qui permettent aux officiers de jumeler carrière en mer et carrière à terre, tant pour les hommes que pour les femmes (Albert *et al*, 2016). Le Tableau 13 résume les constats observés pour le Québec, les enjeux qui en découlent et une série de stratégies possibles pour y faire face.

Tableau 13. Constats, enjeux et stratégies pour la main-d'œuvre du secteur du transport maritime au Québec

<b>AUGMENTATION DE L'ÂGE MOYEN</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> </ul>	<p>S1. Augmenter le recrutement chez les jeunes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cibler les écoles secondaires/post secondaires pour faire connaître le métier d'officier.</li> <li>➤ Partenariat avec l'IMQ (ou autres écoles d'officiers) et soutien aux élèves (engagement élève-entreprise).</li> </ul> <p>S2. Modification des conditions de travail pour garder le personnel navigant plus longtemps.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Moins d'heures ou horaires plus flexible (nouvelles structures de travail adaptées aux besoins des gens et des compagnies).</li> <li>➤ Implantation de technologies (dans le but d'améliorer les conditions de travail et retarder la retraite).</li> <li>➤ Offrir de la formation de mise à jour (vis-à-vis les technologies et les nouvelles structures).</li> <li>➤ Implantation de programmes de gestion de carrière (pour planifier des cheminements de carrière plus longs et préparer la relève).</li> </ul>
<b>MANQUE D'OFFICIERS SUPÉRIEURS</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> <li>• Formation</li> </ul>	<p>S1. et S2.</p> <p>S3. Faciliter la formation et la certification des officiers (financer les cours, rémunérer le temps de formation, mentorat).</p>
<b>TRANSFERT DES OFFICIERS DE PONT SUPÉRIEURS VERS LE PILOTAGE</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rétention</li> </ul>	<p>S2.</p> <p>S4. Améliorer les salaires.</p> <p>S5. Améliorer l'équilibre entre temps en mer et temps à la maison.</p>
<b>VARIABILITÉ DES FINISSANTS AUX PROGRAMMES DE FORMATION DES OFFICIERS</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> <li>• Formation</li> </ul>	<p>S1., S3. et S5</p> <p>S6. Arrimer les programmes au travail à bord (enseignants qui alternent travail-enseignement, partenariat avec les entreprises pour s'assurer que les équipements utilisés en établissements correspondent à ceux de l'industrie).</p> <p>S7. Fournir les technologies adéquates pour la communication avec l'extérieur du navire (internet, téléphone, etc.) 24h/24.</p> <p>S8. Briser les stéréotypes pour faire une plus grande place aux femmes.</p>
<b>CERTIFICATION UNIFORMISÉE DANS LE MONDE (STCW)</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> <li>• Formation</li> </ul>	<p>S9. Modifier les politiques d'embauche de personnel à l'étranger (le permettre, accorder la citoyenneté aux étrangers).</p> <p>S10. S'assurer que les qualifications requises pour la certification canadienne correspondent à celles des autres pays qui ont ratifié la convention STCW.</p> <p>S11. Partenariat entre les établissements de formation pour assurer un enseignement uniforme partout dans le monde.</p>

Source : Réalisation V. Adam



### 3.6.2. Personnel portuaire

Dans les systèmes portuaires, les trajectoires sur le plan de la formation comprennent à la fois des incitatifs d'encouragement au progrès et à l'innovation et favorisent l'adaptation des travailleurs et des établissements aux nouvelles conditions d'emploi, dont repenser l'enseignement et la formation, la sécurité de revenu et le soutien pour la transition des travailleurs (Tableau 14). Le principal enjeu des administrations portuaires et des exploitants de terminaux consiste à valoriser les emplois et à déterminer la formule de mise en place des innovations.

Tableau 14. Constats, enjeux et stratégies pour la main-d'œuvre du secteur portuaire au Québec

<b>AUGMENTATION DE L'ÂGE MOYEN</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> </ul>	<p>S1. Augmenter le recrutement chez les jeunes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cibler les écoles secondaires/post secondaires pour faire connaître le métier de débardeurs.</li> </ul> <p>S2. Modification des conditions de travail pour garder les débardeurs à l'emploi plus longtemps.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mise en place de technologies (dans le but d'améliorer les conditions de travail et de retarder la retraite).</li> <li>➤ Offrir de la formation de mise à jour (vis-à-vis les technologies et les nouvelles structures).</li> <li>➤ Instauration de programmes de gestion de carrière (pour planifier des cheminements de carrière plus longs et préparer la relève).</li> </ul>
<b>MANQUE DE MAIN-D'OEUVRE</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Rétention</li> <li>• Formation</li> </ul>	<p>S1. et S2.</p> <p>S3. Faciliter la formation (financer les cours, rémunérer le temps de formation, mentorat).</p>
<b>FORMATION ÉTABLIE EN FONCTION DES BESOINS LOCAUX</b>	
<b>Enjeux</b>	<b>Stratégies</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recrutement</li> <li>• Formation</li> </ul>	<p>S4. Formaliser et uniformiser les formations (selon le type de terminaux).</p>

Source : Réalisation V. Adam

L'examen des conditions de travail dans l'industrie maritime et portuaire permet d'orienter les meilleures pratiques de cette industrie appliquées à la main-d'œuvre sous trois volets : recrutement, formation et rétention. Les tâches émergentes annoncent de nouveaux emplois et un besoin pour des employés capables de s'adapter pour accomplir celles-ci. Conséquemment, même s'il existe une approche régionale pour la certification de certains emplois en milieu maritime et portuaire, de nouveaux schémas de certification basés sur les nouvelles formations et compétences sont désormais requis. Une harmonisation des formations et des certifications à plus large échelle permettrait aux transporteurs maritimes, aux administrations portuaires et aux exploitants de terminaux d'assurer un minimum de normes de qualité et de créer un marché commun de la main-d'œuvre.

### **3.7. Facteurs de changement**

Le besoin de main-d'œuvre en raison du vieillissement démographique impulse des évolutions majeures pour l'adoption de nouvelles technologies. Subséquemment, au-delà des tendances d'évolution qui marquent les diverses catégories d'emploi dans l'industrie maritime et portuaire, les innovations conduisent à adapter le travail sous plusieurs volets :

- Automatisation des équipements de manutention et gains de temps (Martín-Soberón, 2014; Schröder-Hinrichs *et al*, 2019);
- Optimisation des opérations et réduction des coûts (Chu *et al*, 2018; Vagellas & Leota 2019; Notteboom & Vitellaro, 2019);
- Sécurisation des processus et réduction des risques (Stahl, 2011; Hopcraft & Martin, 2018)
- Traçabilité logistique et transparence des transactions (Bonacich & Wilson, 2008; Carlan *et al*, 2017).

L'enjeu pour l'industrie maritime et portuaire s'avère essentiellement lié au développement et à l'adaptation des compétences de la main-d'œuvre en lien avec l'introduction d'innovations. Pour répondre à ces nouveaux besoins en compétences, des changements majeurs sont requis par les gouvernements, les transporteurs maritimes, les exploitants de terminaux et les administrations portuaires sur leurs modèles de gestion et d'exploitation et les questions connexes relatives aux conditions et méthodes de travail. Dans cette optique, la mise en place de nouvelles politiques tant internes aux entreprises que gouvernementales s'avèrent essentielles pour appuyer le virage.

## **4. IMPACT DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES SUR LA MAIN-D'ŒUVRE DE L'INDUSTRIE MARITIME ET PORTUAIRE**

La technologie sous la forme de robotique et d'automatisation, soutenue par l'intelligence artificielle offre des solutions aux défis que représentent la pénurie de main-d'œuvre, les changements démographiques et les exigences de durabilité.

### **4.1. Objectif**

Ce chapitre examine la redéfinition du milieu et des conditions de travail du transport maritime et des ports par les innovations technologiques.

### **4.2. Méthodologie**

Cet examen comporte quatre étapes méthodologiques :

1. Présenter la progression du marché de la robotisation;
2. Décrire les innovations technologiques les plus déterminantes et leurs enjeux pour la main-d'œuvre;
3. Établir les nouveaux besoins en compétences;
4. Évaluer les conditions actuelles du marché du travail de l'industrie maritime et portuaire.

### **4.3. Données**

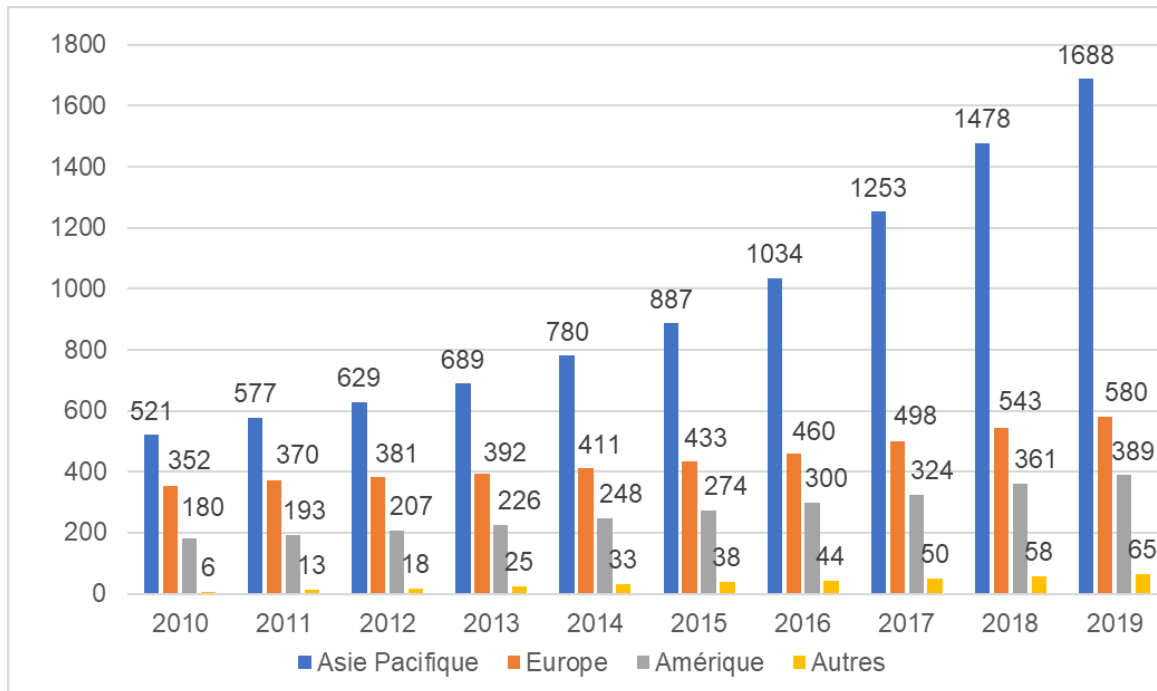
La description des innovations technologiques et de leurs impacts sur le capital social et l'établissement des nouveaux besoins en compétence pour favoriser leur développement est fondée sur des études dont celles de l'International Federation of Robotics (2020), de McKinsey & Company (2017a, 2017b), du National Bureau of Economic Research des États-Unis (NBER, 2017), de la World Maritime University (2019), de l'Union européenne (PwC, 2012) et du Defense Technical Information Center des États-Unis (Martin *et al*, 2016). Des études scientifiques sur les conditions d'emploi dans l'industrie maritime et portuaire en lien avec les innovations technologiques ont également été consultées.

### **4.4. Marché de la robotisation**

La demande de robots industriels a augmenté considérablement en raison des tendances observées en matière d'automatisation et d'innovations techniques permanentes. Pour la période 2020-2019, les installations progressent à un taux de croissance annuel moyen de 15 % (Figure 2). En 2019 le stock opérationnel de robots est estimé à 2 722 077 unités. L'Asie Pacifique est le principal marché de la robotique industrielle. En 2019, deux unités nouvellement déployées sur trois (68 %) étaient installées en Asie Pacifique essentiellement en Chine, au Japon et en Corée du Sud. L'Europe est le deuxième marché le plus important. En 2018, l'Europe affiche 580 000 installations d'unités robotiques principalement en

Allemagne. L'Amérique se situe au troisième rang avec 15 % du nombre de robots industriels installés. Au Canada, environ 3 600 robots industriels ont été installés dans l'industrie manufacturière, ce qui situe le pays au 18<sup>e</sup> rang mondial du nombre de robots installés.

Figure 2. Stock de robots industriels opérationnel, 2010-2019



Source : International Federation of Robotics, 2020

Les développements fondamentaux dans le domaine de la numérisation, l'infonuagique, la technologie 5G et l'intelligence artificielle, et plus précisément en apprentissage machine, conduisent à une poussée technologique en robotique des services. L'IFR a recensé plus de 900 fournisseurs de robots de services à l'international. Cette industrie est plus diversifiée que celle de la robotique industrielle. Ces robots couvrent un vaste éventail d'applications dont la télé-exploitation et les opérations quasi autonomes.

Dans le domaine de l'industrie maritime et portuaire, les applications sont nombreuses – services de nettoyage et désinfection, inspection et entretien, construction, logistique, sécurité et soutien matériel (Tableau 15). En 2019, l'IFR estime que les ventes de robots de services professionnels ont atteint 134 400 unités, les robots logistiques comptant pour 56 % du total. L'utilisation des robots de service peut aider les organisations maritimes et portuaires à résoudre le manque de main-d'œuvre et améliorer leur compétitivité et leur capacité d'innovation. Par exemple, ABI Research prévoit que les ventes de chariots élévateurs automatisés dans le monde atteindront 455 000 unités en 2030 comparativement à 4 000 en 2020. L'automatisation du matériel de manutention

verra aussi un énorme segment du marché représenté par des fabricants d'équipements qui disposent d'un degré élevé d'autonomie.

Environ 20 % des robots de service professionnel concernent le secteur du soutien matériel qui s'appuient sur 28 000 unités. On peut raisonnablement s'attendre à une croissance de la demande d'exosquelettes. De l'avis de l'IFR, cet équipement affiche une contre-performance commerciale par rapport au vaste éventail de ses applications potentielles. Le marché pour les secteurs de nettoyage, désinfection, inspection et entretien, qui constitue environ 20 % des ventes de robots de service professionnel, devrait connaître une hausse considérable en raison des exigences en matière d'hygiène et de sécurité du personnel.

Tableau 15. Robotique de service professionnel, 2019

Secteur	Nettoyage et désinfection	Inspection, entretien	Construction	Logistique	Sécurité	Soutien matériel
Unité vendues	13 000	15 000	1 200	75 000	2 200	28 000
Application	Bâtiment	Bâtiment	Équipement lourd	Véhicule autonome	Urgence	Senseur
	Réservoir	Équipement	Démantèlement	Manutention de cargo et plate-forme mobile	Incendie	Drone terrestre, aérien, maritime ou sous-marin
	Tuyauterie	Réservoir, tuyauterie et canalisation	Opération multi-tâches	Stockage	Marchandises dangereuses	Exosquelette
	Navire	Entrepôt intérieur et extérieur		Transport de personnes	Surveillance	
		Navire		Travaux de routine		

Source : International Federation of Robotics, 2020

#### 4.5. Innovations en transport maritime et portuaire

Une vaste typologie d'innovations influencent le transport maritime et portuaire (Tableau 16). Une présentation détaillée de toutes ces innovations va au-delà de la portée du présent rapport. Cependant il convient d'identifier les possibilités/menaces sociales de transformation des effectifs et les nouveaux profils d'emplois dans un contexte de développement de nouvelles technologies avancées et de nouveaux modèles de gestion et d'exploitation des ports et du transport maritime.

Tableau 16. Innovations dans le domaine de l'industrie maritime et portuaire

Amarrage automatisé	Convoyeur à bande tubulaire	Infonuagique	Réalité augmentée
Bouées intelligentes	Cybercommerce	<b>Intelligence artificielle</b>	Réalité virtuelle
<b>Chaîne de bloc</b>	Distribution souterraine	<b>Internet physique</b>	Remorqueur intelligent
Chaîne logistique digitale	Drone aérien	Matériaux intelligents et autoréparables	Robotique
Cobotique	Drone sous-marin	<b>Navire autonome</b>	Scanner 3D
Conteneur intelligent	Entretien prédictif	Numérisation des voies d'eau	<b>Terminal automatisé</b>
Convoyeur en continu pour conteneurs	Imprimante 3D	<b>Pilotage à distance</b>	Véhicule autonome

Source : auteurs

#### 4.5.1. Chaîne de blocs

##### Définition

Une chaîne de blocs est une technologie de stockage et de transmission d'information, transparente, sécurisée et décentralisée. Par extension, la chaîne de blocs est une base de données qui renferme l'historique de tous les échanges effectués entre ses utilisateurs depuis sa création. Cette base de données est sécurisée et distribuée. Elle est partagée par ses utilisateurs, sans intermédiaire, ce qui permet à chacun de vérifier la validité de la chaîne. Il existe des chaînes de blocs publiques, ouvertes à tous, et des chaînes de blocs privées, dont l'accès et l'utilisation sont limités à un certain nombre d'acteurs. Les transactions effectuées entre les utilisateurs du réseau sont regroupées par blocs. Chaque bloc est validé par les nœuds du réseau, à savoir les « mineurs », selon des techniques qui dépendent du type de chaîne de blocs. Une fois le bloc validé, il est horodaté et ajouté à la chaîne de blocs. La transaction est alors visible pour le récepteur et pour l'ensemble du réseau.

##### Applicabilité

Cette technologie aura pour avantage de réduire l'inefficacité et les lacunes des chaînes d'approvisionnement et de promouvoir des transactions plus rentables en éliminant les versions papier des documents légaux entre expéditeurs et transporteurs. La technologie a plusieurs avantages dont : 1) une diminution des formalités administratives; 2) une augmentation de la sécurité des transactions (vols et fraudes); 3) une plus grande transparence des transactions; 4) une connaissance en temps réel de la localisation et de l'état d'une cargaison; 5) un accès décentralisé aux informations; et 6) une diminution des risques d'erreur humaine (Zhao, 2017).

##### Exemples

Les chaînes de bloc dans l'industrie maritime et portuaire affichent une applicabilité pour les plate-formes de commerce, la documentation numérique et le suivi des voyages.

En partenariat avec IBM (IBM Blockchain Platform) et l'exploitant de terminal PSA International, le port de Singapour a lancé un projet d'essai de chaînes de blocs. Le projet vise à automatiser entièrement le flux de documents entre les partenaires commerciaux, en assurant la transparence des transactions. Les autres aspects du projet visent à utiliser la chaîne de blocs afin de suivre et retracer le mouvement du cargo en temps réel, permettre les réservations et octroyer les permissions d'accès aux endroits contrôlés de manière sécuritaire.

La technologie chaîne de blocs Silsal a été développée par Maqta Gateway LLC au port d'Abu Dhabi. Le projet a été initié pour les transporteurs de vrac et leurs clients. Le but est de réduire les formalités administratives, faciliter la mise à jour en temps réel et accélérer l'échange d'information. La technologie permet aux parties d'enregistrer les détails des transactions et d'y avoir accès de manière sécurisée, transparente et efficace. Il est également possible de tracer le cargo en temps réel et permettre l'échange des documents de transport cryptés tels que les bons de livraison et les ordres de transports.

Maersk et IBM ont développé la plate-forme TradeLens. L'outil permet de gérer et de suivre des dizaines de millions de conteneurs dans le monde. Maersk et IBM ont intégré 94 organisations dans leur programme de chaîne de blocs. Plus de 154 millions d'évènements ont été enregistrés sur la plate-forme dont les feuilles de connaissements, les données douanières et les temps d'arrivée.

### Enjeux pour la main-d'œuvre

La technologie de la chaîne de blocs offre une nouvelle infrastructure pour le développement de nombreuses applications. De façon davantage marquée, elle entraîne des transformations positives dans l'industrie maritime et portuaire. Le déploiement de cette technologie devrait offrir de nouveaux moyens pour les employés d'améliorer leurs méthodes de travail.

## **4.5.2. Intelligence artificielle**

### Définition

L'intelligence artificielle (IA) consiste à mettre en œuvre un certain nombre de techniques visant à permettre aux machines d'imiter une forme d'intelligence réelle (Futura Sciences, 2021).

### Applicabilité

L'Intelligence artificielle (IA) permet ainsi d'atteindre le niveau le plus élevé d'automatisation. Des systèmes de logiciels intelligents existent pour l'exécution d'activités complexes. Ils peuvent exécuter des tâches liées au travail intellectuel qui implique des commandes non structurées, voire porter des jugements. Toutefois peu d'exemples démontrent que la robotique avancée – dotant les robots

de sens (visuel, auditif et tactile) accrus, de dextérité et d'intelligence (reconnaissance vocale, gestuelle ou d'interprétation de l'activité cérébrale) – a pu clairement s'implanter dans l'industrie maritime et portuaire.

### Exemples

Un exemple d'application d'IA dans l'industrie portuaire est celui des véhicules guidés automatisés (AGV) qui détectent le niveau de charge de leurs batteries. Quand leurs batteries sont presque déchargées, l'AGV se rend à la station d'échange pour qu'un robot remplace ses batteries. Au terminal Euromax à Rotterdam, la grue de quai effectue des opérations de sa plateforme vers un véhicule AGV.

En Italie, Vado Gateway Terminal enregistre la sortie et l'entrée des conteneurs grâce à une caméra installée sur les grues de quai et envoie l'information au système d'exploitation du terminal. L'ECT Delta Terminal à Rotterdam, entièrement automatisé, est équipé de systèmes de contrôle qui permettent d'optimiser les mouvements de grue entre le navire et les aires de stockage de conteneurs et entre les véhicules de transport jusqu'aux aires de stockage.

Le système d'exploitation du port de Montréal se connecte aux caméras des terminaux, analyse les images, identifie les conteneurs problématiques et renvoie l'information au client. Il est ainsi possible d'identifier à distance les conteneurs qui doivent être vérifiés de plus près afin de permettre au personnel d'identifier les conteneurs défectueux (APM, 2020b). Canscan, développeur québécois de systèmes axés sur l'IA, travaille actuellement à mettre au point une nouvelle technologie en collaboration avec l'Administration portuaire de Montréal, qui permet d'analyser les flux d'entrée et de sortie des camions, afin d'optimiser les déplacements.

### Enjeux pour la main-d'œuvre

L'utilisation de l'intelligence artificielle pour le traitement de marchandises est une des composantes techniques les plus récentes pour assurer une efficacité maximale des actifs et opérations maritimes et portuaires. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de plans qui visent à tirer pleinement parti des progrès technologiques les plus récents et à réaliser la vision d'un écosystème numérique, intelligent et interconnecté. Ce volet est d'autant plus important qu'il génère un environnement de métadonnées qui permet d'améliorer les modèles d'affaires et assurer la fluidité des chaînes d'approvisionnement entre parties prenantes à l'international.

Certains équipements et programmes sont maintenant en mesure d'effectuer l'extraction d'information et de comprendre le langage humain. Cette intelligence artificielle laisse prévoir une évolution des emplois, dont une partie des activités consistait jusqu'alors à collecter et à traiter des données, vers un type de travail



qui alloue plus de temps pour planifier les activités ou gérer des équipes, par exemple. Ce changement dans la nature des activités et des compétences a des répercussions tant sur les exigences requises en emploi que sur les formations, faisant en sorte que les personnes doivent acquérir des compétences relationnelles et entreprendre des formations de niveau supérieur sur le plan technologique. Les travailleurs du futur auront encore besoin d'appliquer leur expertise professionnelle et leur jugement, et les formations devront continuer de promouvoir l'aisance en ce domaine puisque la compréhension de l'information demeurera une activité importante (Manyiaka *et al*, 2017a).

### **4.5.3. Internet physique**

#### Définition

Un objet connecté est un objet relié à un réseau de communication qui n'est ni un périphérique, ni une interface d'accès au réseau (Hoummady *et al*, 2015, p.16). Les objets connectés permettent alors de remonter de l'information vers le réseau, qui n'était jusqu'à présent connue que par des actions manuelles humaines. L'Internet physique ou internet des objets comprend donc à la fois des objets actifs et passifs, ainsi que l'ensemble des éléments (réseaux, passerelles, ...) qui leur permettent de se connecter entre eux et de se connecter à Internet.

#### Applicabilité

L'Internet des objets repose sur l'interconnexion d'appareils électroniques à adresse unique (capteurs, ordinateurs, dispositifs RFID, etc.) reliés entre eux, produisant de l'information et formant un réseau d'objets physiques qui peuvent être situés n'importe où dans le monde. L'Internet des objets représente ainsi un large ensemble d'objets interreliés par Internet, capables de se détecter entre eux et établir des données de communication avec d'autres objets de cet ensemble (Vaggelas & Leotta, 2019).

L'Internet des objets permet d'identifier et de repérer des appareils en transit dans le système par l'utilisation d'outils comme les codes-barres, les codes QR et les RFID (Vaggelas & Leotta, 2019). L'utilisation de capteurs et de technologies pour la communication de données intégrés aux objets permet, par exemple, de suivre les conteneurs, d'en coordonner et contrôler les mouvements et d'améliorer la performance des terminaux.

L'Internet des objets permet de suivre en temps réel le parcours de cargaisons et de connaître les conditions de circulation pour agir et prévenir les incidents. En plus d'être disponible en temps réel, l'information obtenue peut être extrêmement précise. D'autres applications utilisées dans les ports sont les collectes de données météorologiques (vents, visibilité) et hydrologiques (courant, niveau d'eau, salinité). Ces données permettent de s'assurer de la sécurité et de

l'efficacité des opérations dans le port ou lors de la navigation des navires. Cette collecte continue d'information produit des séries de données dynamiques.

### Exemples

Les terminaux à conteneurs utilisent des capteurs et des technologies de communication de données intégrés aux objets pour permettre aux conteneurs d'être repérés, suivis et contrôlés par un réseau interne ou par Internet. Avec son programme de gestion de conteneurs à distance, le transporteur maritime Maersk gère environ 300 000 conteneurs réfrigérés équipés de dispositifs télématiques reliés au programme qui permet de partager de l'information sur la marchandise en temps réel avec ses clients.

Le projet ePIcenter, piloté par le port d'Anvers auquel participe le port de Montréal, démontre la volonté du port d'améliorer ses performances grâce au « numérique » dans des entreprises du monde entier. Ce projet vise à aider ses 36 partenaires à devenir plus performants, « notamment par l'utilisation de technologies de pointe telles que l'Internet des objets, les opérations synchronodales, l'industrie 4.0 et autres véhicules autonomes » (APM, 2020c).

### Enjeux pour la main-d'œuvre

L'accumulation des données provoque une intensification du travail de gestion et de traitement de l'information pour la main-d'œuvre en place. L'industrie maritime et portuaire n'y échappe pas et il s'ensuit une augmentation des besoins en compétences liées à la gestion et à l'analyse des données, en vue d'une utilisation optimale de celles-ci pour améliorer la performance financière et opérationnelle. Les besoins en main-d'œuvre qualifiée pour la gestion des mégadonnées pourraient alors se retrouver, par exemple, sur les plans de l'intelligence analytique et des modèles de prévision.

Les chaînes logistiques et de transport dont font partie les terminaux portuaires génèrent de grandes quantités de données numériques, cartographiques et littérales dont la complexité et la fragmentation défient les procédures d'harmonisation. Ces bases de données utilisées pour les opérations maritimes et portuaires émanent de sources diverses et revêtent plusieurs formes. Ce nouvel environnement nécessite le développement d'outils et de technologies de l'information et des communications pour la collecte, la modélisation et l'exploitation de l'information des systèmes de transport et des chaînes logistiques maritimes et portuaires. Un des objectifs pour ces secteurs d'emplois consiste à favoriser une réflexion critique sur les sources et la qualité des données, non seulement pour innover au plan des procédures de traitement de l'information, mais aussi pour concevoir un système de visualisation des variables à l'échelle micro- et macro-numérique dans un environnement multimédia. Plusieurs emplois devraient ainsi être générés dans la gestion des trafics portuaires et intermodaux, de la cybersécurité, etc.

L'impact sur la main-d'œuvre existante dans l'industrie maritime et portuaire se caractérise donc par une simplification de la collecte des données pour les individus, les dispositifs étant installés et programmés pour recueillir l'information et la transférer à des systèmes aux personnes responsables d'en prendre connaissance. Il en résulte toutefois un besoin en compétences liées à la gestion et à l'analyse des données, en vue d'une utilisation optimale de celles-ci pour l'amélioration des performances de toute la chaîne logistique.

#### 4.5.4. Navire autonome

##### Définition

L'Organisation maritime internationale définit un navire autonome comme étant « un navire qui, à divers degrés, peut être exploité sans interaction humaine » (OMI, 2018). Pour être autonome, un navire doit ainsi posséder la technologie qui lui permet de recueillir et d'analyser l'information nécessaire pour tracer sa course, naviguer selon les règles internationales de prévention des collisions et prendre les décisions adéquates durant le voyage. Il doit aussi être équipé d'unités de propulsion principale et auxiliaire, de génération de courant et autres technologies pour fonctionner de façon sécuritaire sans équipage et être surveillé à partir d'un centre de contrôle qui donne accès à son contrôle en cas de problèmes (Bosse & Burmeister, 2018). Un navire autonome doit conséquemment être muni d'un système de capteurs (caméras et systèmes de détection divers) et de programmes d'analyse de scénarios, de prise de décisions en lien avec les règles de navigation dans le cas de la technologie de pont ou en lien avec les spécifications mécaniques de son appareil de propulsion et de tout autre équipement. Toute l'information dudit navire doit de plus être disponible pour une gestion en temps réel.

Selon la Société de classification Lloyd's Register, l'automatisation d'un navire se répartit sur six niveaux (Zhou & Olba, 2018, p. 2). Au niveau le plus faible, toutes les actions sont prises par un opérateur humain, mais un outil de décision propose des options qui peuvent influencer le choix des actions à poser. Les données sont produites à partir de systèmes situés à bord du navire. Au deuxième niveau, les actions sont aussi posées par un opérateur humain, mais les données produites par l'outil de décision peuvent provenir de systèmes situés à bord ou à l'extérieur du navire. Au troisième niveau, les décisions et actions sont supervisées par l'humain, les données et actions pouvant être produites par des systèmes situés à bord ou à l'extérieur du navire. Au quatrième niveau, les décisions et actions demeurent supervisées par l'humain, mais peuvent être exécutées de manière autonome par des systèmes situés à bord ou à l'extérieur du navire. Au cinquième niveau, les opérations sont entièrement l'œuvre du système et les décisions sont rarement supervisées par l'humain. Au plus haut niveau d'automatisation, les opérations ne sont pas supervisées et les décisions sont entièrement prises par le système. Le navire est entièrement autonome.

## Applicabilité

Une étude menée par WMU (2019) suggère que 17 % des navires de niveaux trois à cinq pourraient devenir des navires entièrement autonomes exploités soit en eaux nationales, soit dans des zones de navigation intérieures à l'horizon 2040.

## Exemples

Le premier navire dont l'autonomie entière est prévue pour 2022 a été mis à l'eau en Roumanie en février 2020 avec à son bord un équipage fonctionnel pour se rendre en Norvège où il allait être doté de tous les systèmes requis pour l'automatiser (Alapetite & Kozine, 2017). À terme, propulsé par l'énergie de batteries, le navire YARA BIRKELAND remplacera éventuellement 40 000 trajets de camion par année, réduisant ainsi les émissions de NO<sub>x</sub> et de CO<sub>2</sub> dans l'environnement, en plus de réduire les besoins en main-d'œuvre sur la route et sur l'eau. Long de 70 mètres, le navire autonome est capable de naviguer à la vitesse maximale de 10 nœuds (environ 18,5 km/h) et devrait faire la navette entre trois ports norvégiens. L'objectif est de permettre à la société chimique de fabrication d'engrais Yara International de livrer des produits phytosanitaires tout en restant à moins de douze milles marins des côtes. Les trajets à effectuer régulièrement représentent 37 milles marins, soit près de 70 kilomètres. D'autres leaders dans ce domaine émergent en Norvège, en Finlande, au Japon et en Chine.

Sur le réseau Grands Lacs-Voie maritime du Saint-Laurent, des vraquiers autodéchargeurs permettent de décharger le vrac de manière autonome. À l'origine, les navires autodéchargeurs étaient dotés de systèmes de manutention à bord qui leur permettaient de décharger le fret sans équipement à terre. Certains navires sont même équipés d'un système d'autodéchargement commandé à distance et d'instruments de surveillance du rendement, fournissant de l'information en temps réel sur les opérations (CSL, 2021).

## Enjeux pour la main-d'œuvre

L'arrivage de navires autonomes pourrait provoquer une diminution de la demande de personnel navigant de 22 % d'ici 2040 (WMU, 2019). Les emplois moyennement spécialisés, comme les postes de matelots seraient les plus touchés, tandis que les emplois plus qualifiés comme ceux des officiers le seraient moins étant donné que leur service serait toujours nécessaire pour l'exploitation ou le contrôle à distance des navires.

Cette diminution de la demande de main-d'œuvre touchant principalement les matelots ne permettrait donc pas de compenser la hausse actuelle de la demande d'officiers. Ces derniers seraient moins touchés par l'automatisation des navires puisque les réparations et l'entretien des équipements du navire exigeraient toujours un personnel qualifié du domaine maritime. Une partie des réparations ou de

l'entretien se fait déjà périodiquement, lorsque le navire est au port, ou en urgence par le déploiement d'une équipe dédiée lorsque des problèmes causent l'arrêt du navire. L'entretien de certains équipements qui pourrait éventuellement être effectué par des robots à bord ou des drones à l'extérieur ou sous l'eau nécessitera, dans tous les cas, le déplacement d'une équipe ou d'individus jusqu'au navire.

Certes l'automatisation des navires éliminera des emplois à bord, mais elle apportera aussi de nouvelles possibilités de carrière pour les officiers à terre. Ceux-ci pourraient se retrouver dans des centres de services situés un peu partout dans le monde, voire dans les ports, et se déplacer à bord des navires lors d'incidents ou de travaux précis. Un certain nombre d'officiers seraient donc encore nécessaires pour le suivi des opérations et de la navigation entre les ports. Leurs connaissances techniques – en mécanique pour les officiers de salle des machines ou de navigation pour les officiers de pont – étant toujours requises, ils auront sans doute besoin de compétences plus approfondies en électronique de même qu'en automatisation et systèmes de contrôle.

#### **4.5.5. Pilotage à distance**

##### Définition

Selon EMPA (European Maritime Pilots' Association), le pilotage à distance est « un acte de pilotage exécuté dans une zone désignée, par un pilote certifié pour cette zone, d'un endroit autre qu'à bord du navire concerné, afin de mener la navigation sécuritaire du navire » (PwC, 2012, p. 186). Les instructions ou informations que reçoivent les navires en situation de pilotage à distance proviennent soit du centre de pilotage, soit du centre de service du trafic maritime.

##### Applicabilité

Le pilotage à distance transforme les manières d'opérer un navire dans certaines zones de navigation, notamment dans les ports. Au Québec, les pilotes du fleuve assurent l'accostage et l'appareillage des navires des Escoumins jusqu'à Montréal, mais ce sont les pilotes des ports qui assurent tous les mouvements effectués dans chaque port, selon la station de pilotage.

##### Exemples

Même si le pilotage à distance est autorisé dans plusieurs pays, il ne l'est que dans certaines conditions et la plupart du temps en attendant qu'un pilote puisse se rendre à bord du navire. La Lettonie et l'Italie font parties des rares pays qui approuvent le pilotage à distance comme réel substitut au pilotage. Les opérations de pilotage à distance représenteraient 30 % des missions de pilotage (PwC, 2012).

Au Canada, une nouvelle loi concernant le pilotage a été adoptée en juin 2019. Dans le cadre de cette réforme, la Chambre de commerce maritime exhorte le gouvernement canadien à considérer l'amélioration des programmes de certification des pilotes afin de permettre aux capitaines de navires et aux officiers de piloter leurs propres navires.

### Enjeux pour la main-d'œuvre

Le pilotage à distance pourrait non seulement être une solution alternative pour laisser plus de latitude aux capitaines et officiers de pont à bord des navires, mais aussi pour limiter les déplacements des pilotes afin d'améliorer leur sécurité en plus de réduire le temps des navires passés au port. L'enjeu pour ces pilotes est de développer des compétences pour communiquer leurs instructions aux officiers des navires de manière claire et efficace pour accroître la sécurité maritime.

#### **4.5.6. Terminal automatisé**

##### Définition

Un terminal est automatisé lorsqu'il limite le travail de la main-d'œuvre à la surveillance et au contrôle à distance de ses équipements et installations. L'automatisation d'un terminal se définit donc par la présence d'une ou de plusieurs des cinq composantes suivantes : 1) équipements automatisés ; 2) systèmes de contrôle des équipements ; 3) plateforme centrale de gestion du port et possiblement d'interface avec la communauté et les clients du port ; 4) interactions personnes-machines ; et 5) interactions avec la communauté du port. Un terminal qui présente toutes ces composantes est considéré comme étant entièrement automatisé.

##### Applicabilité

Les possibilités d'automatisation des terminaux sont immenses. Il est possible d'automatiser une seule pièce d'équipement (grue de quai) tout comme il est possible d'automatiser un système entier (terminal). La performance d'un terminal pourrait être augmentée de 40 % simplement par l'introduction de grues de triage télécommandées et d'un système d'empilage automatisé.

L'automatisation la plus apparente dans les terminaux est certainement celle des équipements de manutention, les grues de quai étant par exemple des équipements de plus en plus utilisés dans les ports. Même l'automatisation mineure d'équipements impliquant des systèmes d'assistance pour les opérations de manutention augmente la productivité, la sûreté des opérations et la sécurité des opérateurs (Martín-Soberón *et al*, 2014).

Le Tableau 17 présente quelques exemples d'applications technologiques utilisées dans l'automatisation des ports et des volets sur lesquels elles ont un

impact. Les systèmes d'exploitation de terminal, de suivi des cargaisons, de planification des entrées de navires, de gestion de l'information et de communauté portuaire font partie de la plateforme de gestion d'un port. Ces cinq applications touchent une partie des terminaux ou toute la chaîne logistique de transport. De plus, elles nécessitent un réseau de communication qui permet le suivi en temps réel ou une interface de communication entre les parties prenantes.

Tableau 17. Applications des composantes d'automatisation de terminaux portuaires

Application	Composante	Activités
Véhicule à guidage automatisé	Équipement automatisé	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manœuvre à quai et dans la cour</li> <li>• Entrée et sortie des navires</li> <li>• Chargement, déchargement, transfert et entreposage des cargaisons</li> </ul>
Système d'exploitation de terminal	Plateforme centrale de gestion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistique du terminal entier</li> </ul>
Système de contrôle à distance pour grue de quai	Système de contrôle des équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manœuvres à quai</li> <li>• Chargement, déchargement et transfert des cargaisons</li> </ul>
Système de suivi des cargaisons	Plateforme centrale de gestion du terminal et d'interface avec les clients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistique du terminal et de la chaîne de transport</li> </ul>
Système de planification des entrées de navires	Plateforme centrale de gestion du terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistique du terminal</li> </ul>
Système d'accostage autonome	Équipements automatisés et système de contrôle des équipements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manœuvres à quai</li> <li>• Entrée et sortie des navires</li> </ul>
Système de gestion de l'information	Plateforme centrale de gestion du terminal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logistique du terminal et de la chaîne de transport</li> </ul>
Système de contrôle du portail d'entrée	Équipement automatisé et systèmes de contrôle de l'équipement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrée et sortie des navires</li> </ul>
Système de communauté portuaire	Interactions avec la communauté du port	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaîne logistique</li> </ul>

Source : WMU, 2019

Les véhicules à guidage automatisé, les systèmes d'accostage autonome, les systèmes de contrôle à distance des grues de quai et de portails d'entrée nécessitent l'automatisation d'équipements. Ce sont des applications liées aux équipements automatisés touchant l'accès au port, les manœuvres à quai ou la manutention de la cargaison dans le terminal. Ces appareils automatisés ou contrôlés à distance sont mis en place dans l'optique de gain d'efficacité, mais aussi de sécurité. En réduisant l'exposition des travailleurs à certains équipements potentiellement dangereux leur sécurité est améliorée. Certains appareils permettent d'accéder à des endroits trop risqués physiquement pour les travailleurs ou impossibles à atteindre.

D'autres mises en place d'automatisation en milieu portuaire sont par ailleurs reliées au processus d'accès au terminal (systèmes de collecte d'information et interface entre les systèmes) et presque tous les terminaux à conteneurs utilisent déjà des technologies et des outils qui leur permettent d'automatiser certains de

leur processus de gestion de l'information. L'automatisation des flux d'information pour un fonctionnement en temps réel élimine l'incertitude des temps de réponse des acteurs de la chaîne logistique, rendant ainsi possible une prise de décisions synchronisées avec les opérations à effectuer (Martín-Soberón *et al*, 2014).

### Exemples

En 2019, 49 terminaux à conteneurs font l'objet de processus d'automatisation, soit moins de 10 % des principaux terminaux à conteneurs mondiaux. À la Figure 3, 35 terminaux répertoriés sont partiellement automatisés et 14, entièrement automatisés. Ces derniers sont ceux dont les aires d'empilement et le transfert horizontal entre les quais et la cours sont automatisés, tandis que les terminaux partiellement automatisés sont ceux dont seulement l'aire d'empilement est automatisée. La plupart des terminaux automatisés sont en Asie et en Europe. Le Tableau 18 indique que l'automatisation portuaire est un phénomène qui s'accélère. Depuis les cinq dernières années pas moins de 15 terminaux se sont convertis à l'automatisation.

Figure 3. Automatisation de terminaux à conteneurs, 2019

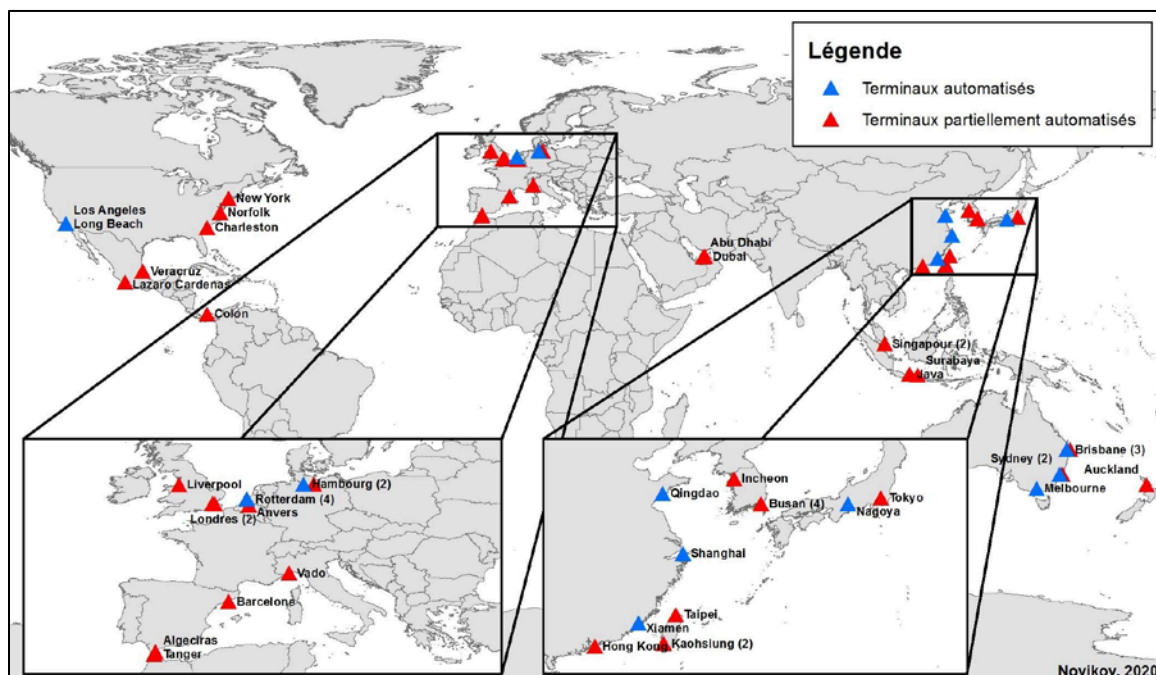




Tableau 18. Terminaux à conteneurs automatisés, 2019

Terminal	Port	Pays	Type	Année
1. Delta Terminal	Rotterdam	Pays-Bas	F	1993
2. London Thamesport	Londres	R. U	S	1994
3. Hong Kong International Terminal (HIT)	Hong Kong	Chine	S	1995
4. Pasir Panjang Terminal (PPT)	Singapour	Singapour	S	2000
5. Container Terminal Altenweder (CTA)	Hambourg	Allemagne	F	2002
6. Ohi Terminal	Tokyo	Japon	S	2003
7. Fishermans Island Terminal	Brisbane	Australie	F	2005
8. Tobshima Container Berth	Nagoya	Japon	F	2006
9. Antwerp Gateway	Anvers	Belgique	S	2007
10. Korea Express Busan Container Terminal (KBCT)	Busan	Corée du S.	S	2007
11. Evergreen Marine Terminal	Kaohsiung	Taiwan	S	2007
12. Virginia International Gateway	Norfolk	É.-U.	S	2007
13. Euromax Terminal	Rotterdam	Pays-Bas	F	2008
14. Hanjin Newport Terminal	Busan	Corée du S.	S	2009
15. Pusan Newport	Busan	Corée du S.	S	2009
16. Taipei Port Container Terminal (TPCT)	Taipei	Taiwan	S	2010
17. Hyundai Pusan Newport Terminal (HPNT)	Busan	Corée du S.	S	2010
18. TTI Algeciras	Algeciras	Espagne	S	2010
19. Kao Ming & Kaohsiung Intercontinental Container Terminal	Kaohsiung	Taiwan	S	2010
20. Container Terminal Burchardkai (CTB)	Hambourg	Allemagne	S	2011
21. Khalifa Container Terminals	Abu Dhabi	É.A.U	S	2012
22. Barcelona Europe South Terminal (BEST)	Barcelone	Espagne	S	2012
23. London Gateway	Londres	R. U.	S	2013
24. Xiamen Container Terminals	Xiamen	Chine	F	2013
25. Trapac Terminal	Los Angeles	É.-U.	F	2013
26. Global Terminals NY/NJ	New York	É.-U.	S	2014
27. Sydney International Container Terminals (SICTL)	Sydney	Australie	S	2014
28. Brisbane Terminal	Brisbane	Australie	S	2014
29. Brisbane Container Terminals (BCT)	Brisbane	Australie	S	2014
30. Jebel Ali Container Terminal	Dubai	É.A.U	S	2014
31. Lamong Bay Terminal	Surabaya	Indonésie	S	2014
32. Manzanillo International Terminal (MIT)	Colon	Panama	S	2014
33. APM Terminals Maasvlakte II	Rotterdam	Pays-Bas	F	2014
34. Rotterdam World Gateway	Rotterdam	Pays-Bas	F	2014
35. Sydney AutoStrad Terminal	Sydney	Australie	F	2015
36. PSA PPT	Singapour	Singapour	S	2015
37. Hanjin Incheon Container Terminal (HJIT)	Incheon	Corée du S.	S	2016
38. Liverpool2	Liverpool	R. U.	S	2016
39. Terminal Petikemas Semarang (TPKS)	Java	Indonésie	S	2016
40. Victoria International Container Terminal Ltd	Melbourne	Australie	F	2016
41. Lazaro Cardenas Terminal 2 (TEC 2)	Lazaro Cardenas	Mexique	S	2016
42. Tuxpan Port Terminal (TPT)	Veracruz	Mexique	S	2016
43. Long Beach Container Terminal Middle Harbor	Long Beach	É.-U.	F	2016
44. Yangshan Terminal	Shanghai	Chine	F	2017
45. Qingdao Qianwan Container Terminal	Qingdao	Chine	F	2018
46. Vado Ligure	Vado	Italie	S	2019
47. Tanger Med	Tanger	Maroc	S	2019
48. Ports of Auckland	Auckland	N.-Z.	S	2019
49. Navy Base Terminal	Charleston	É.-U.	S	2019
	Type:			
	F = entièrement automatisé ( <i>Fully automated</i> )			
	S = partiellement automatisé ( <i>Semi automated</i> )			

 Source : Martín-Soberón *et al.*, 2014; PEMA, 2016; Camarero Orive *et al.*, 2020; Novikov, 2020

Selon l'analyse de la distribution géographique des terminaux automatisés, la plupart des terminaux automatisés sont la propriété d'exploitants locaux (Tableau 19). C'est le cas des terminaux automatisés d'Abu Dhabi (AD Terminals), Long Beach (Long Beach Container Terminal Inc.), Norfolk (Virginia International Terminals), Auckland (Ports of Auckland) et Xiamen (Xiamen International Port Co.).

Les exploitants de terminaux mondiaux quant à eux possèdent des terminaux automatisés à l'international. Hutchison Port Holdings (HPH), 2<sup>e</sup> exploitant portuaire mondial, compte 7 terminaux automatisés (Hong Kong, Brisbane, Londres, Barcelone, Sydney et deux à Rotterdam). Dubai Ports World (DP World), 3<sup>e</sup> exploitant mondial, en possède 6 (Anvers, Dubai, Brisbane, Busan, Londres et Rotterdam). APM Terminals, 4<sup>e</sup> exploitant mondial et filiale du transporteur maritime danois Maersk, possède 4 des 49 terminaux automatisés dont Vado (Italie), Tanger Med (Maroc), Lazaro Cardenas (Mexique) et Rotterdam (Pays-Bas).

### Enjeux pour la main-d'œuvre

Les enjeux de l'automatisation pour la main-d'œuvre portuaire sont multiples. Premièrement, les terminaux automatisés sont en mesure d'augmenter la productivité des opérations de manutention dans le port, un chiffre qui peut osciller entre 10 % et 35 % de plus que dans un terminal portuaire traditionnel (Chu *et al*, 2018). Comme la manutention des conteneurs est déjà un processus structuré sur le plan des tâches à effectuer, l'automatisation permet une plus grande organisation des conteneurs, un travail plus méthodique 24/7 ainsi qu'une efficacité plus élevée puisque l'erreur humaine et les retards peuvent être évités (Martín-Soberón *et al*, 2014; iContainers, 2018; Port Technology, 2019).

Deuxièmement, les terminaux automatisés peuvent réduire jusqu'à 30 % du temps affecté à la manutention des navires (SMH Group, 2018; Notteboom, Pallis et Rodrigue, 2020). Les ports de Long Beach et de Los Angeles utilisent des grues à portique automatisées qui leur permettent de décharger des navires en 30 à 50 minutes. Auparavant le même processus demandait de 60 à 90 minutes (Transport Topics, 2018).

Troisièmement, l'automatisation permet de réduire jusqu'à 45 % des coûts reliés à la main-d'œuvre (iContainers, 2018; Port Technology, 2019). Au port de Qingdao, l'automatisation du terminal à conteneurs a permis de réduire de 70 % les coûts reliés à la main-d'œuvre, réduisant le nombre d'employés nécessaires à la manutention des conteneurs de 60 à 9 (iContainers, 2018).

Tableau 19. Opérateurs de terminaux automatisés à conteneurs, 2019

Terminal	Port	Pays	Exploitant
Khalifa Container Terminals	Abu Dhabi	E.A.U.	AD Terminals
Vado Ligure	Vado	Italie	APM Terminals (Maersk)
Tanger Med	Tanger	Maroc	APM Terminals (Maersk)
Lazaro Cardenas Terminal 2 (TEC 2)	Lazaro Cardenas	Mexique	APM Terminals (Maersk)
APM Terminals Maasvlakte II	Rotterdam	Pays-Bas	APM Terminals (Maersk)
Brisbane Terminal	Brisbane	Australie	DP World
Antwerp Gateway	Anvers	Belgique	DP World
Jebel Ali Container Terminal	Dubai	E.A.U.	DP World
London Gateway	Londres	R. U.	DP World
Pusan Newport	Busan	Corée du Sud	Pusan Newport Co Ltd (DP World)
Rotterdam World Gateway	Rotterdam	Pays-Bas	DP World/New World Alliance/CMA CGM
Evergreen Marine Terminal	Kaohsiung	Taiwan	Evergreen Marine Corporation
Global Terminals NY/NJ	New York	É.-U.	Global Container Terminals
Hanjin Newport Terminal	Busan	Corée du Sud	Hanjin Newport Co Ltd (HJNC)
Hanjin Incheon Container Terminal (HJIT)	Incheon	Corée du Sud	Hanjin Transportation Co Ltd
Container Terminal Altenweder (CTA)	Hambourg	Allemagne	HHLA
Container Terminal Burchardkai (CTB)	Hambourg	Allemagne	HHLA
Brisbane Container Terminals (BCT)	Brisbane	Australie	HPH
Hong Kong International Terminal (HIT)	Hong Kong	Chine	HPH
Barcelona Europe South Terminal (BEST)	Barcelone	Espagne	Hutchinson Port Holdings (HPH)
London Thamesport	Londres	R. U.	Hutchinson Ports UK (HPUK)
Delta Terminal	Rotterdam	Pays-Bas	Europe Container Terminals (ECT) (HPH)
Euromax Terminal	Rotterdam	Pays-Bas	Europe Container Terminals (ECT) (HPH)
Sydney International Container Terminals (SICTL)	Sydney	Australie	SICT HPH
Hyundai Pusan Newport Terminal (HPNT)	Busan	Corée du Sud	Hyundai Merchant Marine (HMM)
Long Beach Container Terminal Middle Harbor	Long Beach	É.-U.	Long Beach Container Terminal Inc
Sydney AutoStrad Terminal	Sydney	Australie	Patrick Stevedoring
Fishermans Island Terminal	Brisbane	Australie	Patrick Stevedoring
Liverpool2	Liverpool	R. U.	Peel Ports
Lamong Bay Terminal	Surabaya	Indonésie	Pelindo III
Terminal Petikemas Semarang (TPKS)	Java	Indonésie	Pelindo III
Ports of Auckland	Auckland	N.-Z.	POAL
PSA PPT	Singapour	Singapour	Port of Singapore Authority (PSA)
Pasir Panjang Terminal (PPT)	Singapour	Singapour	PSA International
Korea Express Busan Container Terminal (KBCT)	Busan	Corée du Sud	Pusan East Container Terminal Co Ltd
Qingdao Qianwan Container Terminal	Qingdao	Chine	QQCTN
Yangshan Terminal	Shanghai	Chine	Shanghai International Port Group (SIPG)
Navy Base Terminal	Charleston	É.-U.	South Carolina Ports
Manzanillo International Terminal (MIT)	Colon	Panama	SSA
Tuxpan Port Terminal (TPT)	Veracruz	Mexique	SSA Mexico
Tobishima Container Berth	Nagoya	Japon	Tobishima Container Berth Company
Taipei Port Container Terminal (TPCT)	Taipei	Taiwan	TPCT Corp
Trapac Terminal	Los Angeles	É.-U.	TraPac Inc
TTI Algeciras	Algeciras	Espagne	TTI Hyundai
Victoria International Container Terminal Ltd (VICTL)	Melbourne	Australie	VICTL/ICTSI
Virginia International Gateway	Norfolk	É.-U.	Virginia International Terminals (VIT)
Ohi Terminal	Tokyo	Japon	Wan Hai
Xiamen Container Terminals	Xiamen	Chine	Xiamen International Port Co
Kao Ming & Kaohsiung Intercontinental Container Terminal	Kaohsiung	Taiwan	Yang Ming/Evergreen

 Source : PEMA, 2016 ; Camarero Orive *et al*, 2020 ; Novikov, 2020

Quatrièmement, le terminal automatisé offre un environnement davantage sécuritaire tandis que le risque d'accidents de travail diminue (Martín-Soberón *et al*, 2014).

Cinquièmement, dans les cas d'automatisation d'équipements comme les grues de quai, les exploitants doivent se recycler pour devenir, par exemple, des opérateurs de grue de quai à distance. Ces nouvelles fonctions requièrent des compétences en mécanique et en électronique en plus de compétences particulières liées aux systèmes des panneaux de contrôle afin d'être en mesure de poser un premier diagnostic en cas de problème avant de faire appel à un spécialiste pour réparer l'équipement.

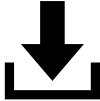
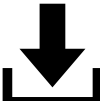



#### **4.6. Vers de nouveaux besoins en compétences**

« La vague technologique qui déferle actuellement, soutenue par les avancés en apprentissage-machine et en intelligence artificielle, donne le potentiel d'automatiser des activités qui étaient jusqu'à présent le domaine exclusif d'humains hautement qualifiés. » (Manyiaka *et al*, 2017a, p. 84.).

À l'évidence, les chaînes de blocs, l'intelligence artificielle, l'internet physique, les navires autonomes, les systèmes de contrôle à distance et l'automatisation changent la nature du travail. McKinsey Global Institute a entrepris une étude sur l'impact des technologies sur la demande de compétences de la main-d'œuvre (Bughin *et al*, 2018). Selon les résultats, la plus forte croissance de la demande sera pour les compétences technologiques qui devraient croître de 50 % en pourcentage d'heures de travail à l'horizon 2030. Cette hausse influera sur la demande de compétences en savoir-faire numérique. La demande pour des connaissances sociales dont l'encadrement et la gestion de personnel devrait augmenter de 24 % en termes d'heures de travail. La demande de compétence cognitive supérieure croîtra modérément à l'exception des capacités créatives qui, elles, seront très recherchées (Tableau 20).

En fort contraste, certaines catégories de compétences seront moins en demande. Les heures de travail consacrées aux compétences cognitives élémentaires dont l'entrée et le traitement de données de base devraient décliner de 15 %. Le travail physique et manuel continuera de représenter la plus grande catégorie d'effectifs pouvant atteindre 25 % du nombre total d'heures travaillées. Or la demande pour ce profil d'emploi devrait diminuer de 14 % à l'horizon 2030.

Tableau 20. Changement des compétences de la main-d'œuvre, horizon 2030

Compétences	Heures consacrées en 2016 (milliards)	Changement en heures consacrées horizon 2030 (milliards)	Tendance	Principaux changements de compétences
Physique et manuelle	203	- 28		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionnement général des équipements et de la navigation</li> <li>• Inspection et contrôle</li> </ul>
Cognitive élémentaire	115	- 17		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrée et traitement de données de base</li> <li>• Écriture, calcul et communication de base</li> </ul>
Cognitive supérieure	140	+ 11		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créativité</li> <li>• Traitement et interprétation d'information complexe</li> </ul>
Sociale et émotionnelle	119	+ 29		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrepreneuriat et esprit d'initiative</li> <li>• Encadrement et gestion de personnel</li> </ul>
Technologique	73	+ 40		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informatique et programmation</li> <li>• Secteur numérique</li> </ul>

Note : Étude menée aux États-Unis et dans 14 pays européens

Source : Bughin *et al*, 2018

Les compétences techniques dont la grande majorité des travailleurs de l'industrie maritime et portuaire étaient dotés jusqu'à présent requièrent une formation directement liée à ces nouvelles technologies. En effet, ces dernières exigent des compétences qui vont au-delà des technologies pour inclure de plus en plus de compétences personnelles dont la souplesse, l'habileté à communiquer, le leadership, l'esprit d'équipe, etc. En dépit du fait que les compétences techniques – technologiques – sont toujours nécessaires et que le besoin de mise à jour pour travailler avec les logiciels et les équipements sont en constante évolution, les compétences non techniques deviennent aussi essentielles pour maximiser la performance du travail. Une combinaison de ces deux types de compétences est alors requise et un des critères essentiels à l'embauche se révèle être la capacité à s'adapter. Selon WMU (2019), l'émergence des technologies d'automatisation provoque déjà un déplacement vers une main-d'œuvre plus flexible à l'égard de l'emploi et du lieu de travail.

Pour les transporteurs maritimes, les employés hautement qualifiés comme les officiers et les pilotes devront faire preuve d'adaptation lorsqu'ils se déplaceront graduellement des navires vers les centres d'opérations ou de services situés dans les ports ou d'autres sites ailleurs dans le monde. Les équipes de contrôle des navires autonomes demeureront formées d'officiers de pont et de salle des machines qui devront être qualifiés au-delà des normes actuelles de la STCW. Dans la foulée de l'automatisation de l'industrie maritime, les tâches nécessiteront moins d'habiletés physiques, plus d'habiletés cognitives pour résoudre les problèmes et plus d'habiletés sociales et émotionnelles pour gérer le travail en équipe.

Dans le contexte portuaire, une demande se fait déjà sentir, d'une part, pour du personnel hautement qualifié, capable de concevoir et développer des outils avancés technologiquement et, d'autre part, pour du personnel capable d'utiliser et faire fonctionner ces outils. Les débardeurs voient progressivement disparaître certaines de leurs tâches au rythme de l'évolution de l'automatisation des ports, tandis que les employés moyennement qualifiés comme les opérateurs de machinerie voient leurs emplois se transformer en postes d'opérateurs à distance.

Le Tableau 21 présente l'évolution de l'emploi en cours dans une industrie marquée par l'élargissement des compétences des travailleurs et un changement de l'intensité technologique des opérations.

Tableau 21. Transformation de la main-d'œuvre maritime et portuaire

De	Vers
Travailleurs à compétence unique	Travailleurs à compétences multiples
Opérations à forte intensité de main-d'œuvre	Opérations à forte intensité technologique et requérant des investissements importants
Formation informelle en milieu de travail	Formation officielle précise
Main-d'œuvre majoritairement masculine	Égalité des genres

Source : Vaggelas & Leotta, 2019

Les emplois physiques sont potentiellement tous susceptibles d'être remplacés par des emplois d'opérateurs à distance, voire à être robotisés. Ce sont d'ailleurs les emplois de débardeurs qui sont le plus à risque d'être modifiés ou de disparaître. Selon WMU (2019) 90 % des tâches d'opérateurs de grues et de débardeurs pourraient potentiellement être automatisées d'ici 2040.

Les besoins en nouvelles compétences sont requis pour l'ensemble des employés du secteur du transport maritime et portuaire. Certains emplois exigent des compétences pour le travail avec écran tactile numérique, pour l'entrée et la récupération de données, pour l'interprétation de données numériques, et pour comprendre la contribution et l'influence de ces données dans les systèmes d'information des navires et des terminaux. D'autres doivent en plus être habilités

à utiliser des systèmes qui permettent de capter, analyser et utiliser le flot complexe des données entre les diverses parties prenantes pour effectuer à distance les bons mouvements d'engins de manutention. Certains doivent lire les opérations et les mesures de performance pour détecter les mauvais fonctionnements et faire les ajustements voulus.

Les technologies dites « disruptives » déterminent les besoins en requalification ou en nouvelles compétences de la main-d'œuvre de l'industrie maritime et portuaire. Mais elles soulèvent également plusieurs incertitudes sur les méthodes et conditions de travail.

Si certains travailleurs peuvent compter sur une requalification de leurs compétences, d'autres auront besoin de se recycler pour atteindre les postes plus qualifiés. Les tâches et responsabilités ainsi que la formation et les compétences requises dans ces emplois transformés par les innovations technologiques doivent être révisées pour aider les travailleurs actuels à s'adapter dans leurs fonctions. La présence de travailleurs nouvellement arrivés sur le marché du travail, qui n'ont pas encore toutes les compétences requises en raison du décalage entre la formation existante et celle à réviser, annonce une période de transition.

Par ailleurs, la culture et les contrats de travail sont des éléments importants lorsque vient le temps d'implanter de telles transformations qui bouleversent le marché du travail. En effet, il existe un lien sans équivoque entre les innovations organisationnelles, le degré de soutien des réglementations et les solutions technologiques (Notteboom & Vitellaro, 2019). Pour que l'industrie maritime et portuaire ait l'impulsion de mettre en place de nouvelles innovations, la technologie doit permettre de réduire les coûts dans le cadre des arrangements des organisations, dont les ententes syndicales et réglementaires.

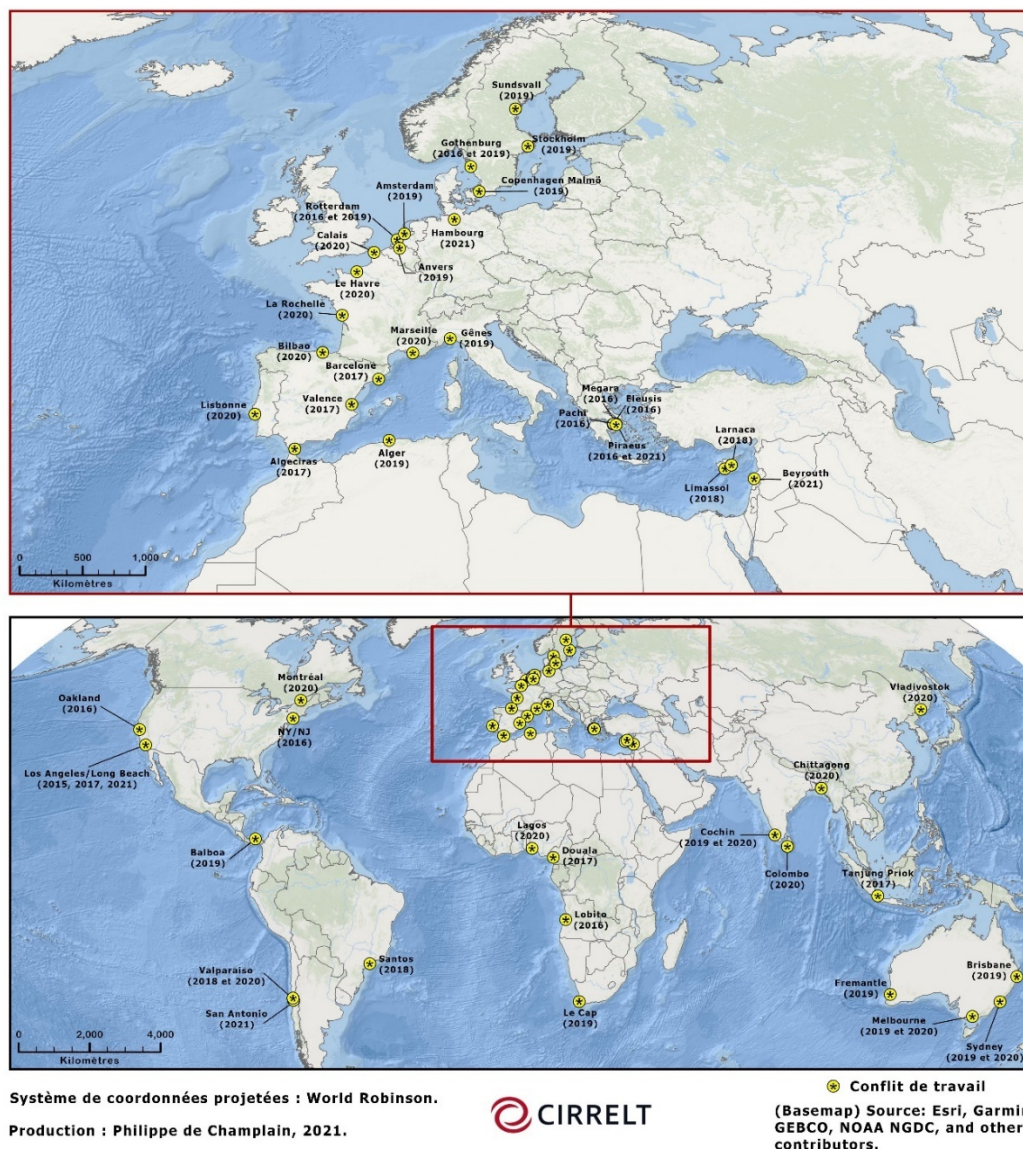
#### **4.7. Vers un nouvel environnement de travail**

L'industrie maritime et portuaire de par le monde est confrontée au problème du développement de la main-d'œuvre et de la création d'emplois. Ces changements structurels des conditions et méthodes de travail, notamment les compétences recherchées pour la main d'œuvre, influencent tant les ports que le transport maritime. On assiste à une décroissance mondiale des métiers traditionnels. Les impacts consécutifs à cette conjoncture soulèvent la nécessité de réformer la législation du travail tant dans le milieu portuaire que celui du transport maritime et la recherche de compromis entre la protection des modalités et conditions d'emploi et le rendement concurrentiel de la main-d'œuvre (Laventhal *et al*, 2010; BIMCO, 2015).

Surtout en milieu portuaire, le personnel de l'industrie maritime hérite d'une longue tradition de militantisme dans l'histoire des relations industrielles. L'établissement d'un système de relations de travail efficace, juste et équitable dans le respect des principes de droit applicables aux organisations portuaires présentent de multiples différences dans l'espace et dans le temps.

Pour la période 2015-2021, Champagne-Gélinas (2021) a recensé 41 conflits de travail dans 59 ports dans le monde. La Figure 4 indique que toutes les façades maritimes peuvent donner lieu à des conflits de travail. Les employés portuaires en Europe du Nord et en Méditerranée sont ceux qui ont le plus grand nombre de revendications. Ils sont suivis par le personnel des ports des pays du Sud, de l'Australie et de la Côte Ouest des États-Unis.

Figure 4. Distribution internationale de conflits de travail en milieu portuaire, 2015-2021





L'inventaire des litiges entre employeurs et groupes de salariés dans l'industrie portuaire permet de reconnaître de nombreuses causes qui contribuent à nourrir une situation conflictuelle (Tableau 22). Ces causes peuvent être regroupées sous cinq rubriques :

1. Les enjeux de santé et sécurité;
2. La rémunération dont les dispositions réglementaires en matière de tarification et des régimes de retraite;
3. Le manque de main-d'œuvre et le déficit d'infrastructures et d'équipements;
4. La sécurité d'emploi dans le contexte de privatisation, de sous-traitance et d'automatisation;
5. Le respect des droits reconnus en termes de liberté syndicale et l'ensemble des règles qui régissent le classement des personnes selon la structure d'emplois déterminée par une convention collective.

Une analyse comparative des préoccupations du personnel navigant à l'international soulève des questions similaires à celles évoquées par le personnel portuaire.

Tableau 22. Principales causes des conflits de travail portuaire, 2015-2021

	Automatisation	Classification des emplois	Conditions de travail	Droit syndicaux	Pénurie de main-d'oeuvre	Privatisation d'actifs portuaires	Qualité des équipements et infrastructures	Régime de retraite	Regroupement syndical	Salaires et avantages sociaux	Santé et sécurité au travail	Sécurité d'emploi	Sous-traitance	Tarifcation et coût d'exploitation
Canada														
Côte Est des États-Unis														
Côte Ouest des États-Unis														
Caralbes														
Amérique du Sud														
Océanie														
Asie de l'Est et du Sud-Est														
Asie du Sud														
Moyen-Orient														
Afrique														
Méditerranée														
Europe du Nord et Russie														

Source : Champagne-Gélinas, 2021

L'industrie maritime et portuaire a adopté plusieurs mesures destinées à améliorer les relations de travail. L'analyse comparative à l'international permet de dégager certaines bonnes pratiques :

- Organisation des employeurs dans une association coordonnée d'employeurs pour négocier avec les syndicats;
- Remplacement des travailleurs occasionnels par des employés permanents;
- Paiements annuels minimaux garantis;
- Roulement raisonnable des effectifs;
- Solution aux problèmes sociaux qu'entraînent les horaires de travail et la conciliation travail-famille;

- Développement d'un environnement de travail moins isolé et moins instrumenté par la consolidation d'équipe;
- Investissement dans la formation et autres vecteurs motivationnels afin d'améliorer les compétences et mousser la loyauté de la main-d'œuvre envers l'industrie.

#### **4.8. Vers un nouvel environnement de formation**

Une forte demande émane de l'industrie maritime pour une formation sur l'utilisation des nouveaux équipements et des nouvelles technologies. La gestion et l'exploitation des navires dans des conditions commerciales sécuritaires demandent un personnel très qualifié et expérimenté. Ce secteur d'emploi est en pleine mutation. De plus en plus complexes, les technologies à bord des navires exigent des compétences spécialisées, constamment renouvelées. La production de systèmes de navigation et d'automatisation continue de bénéficier des progrès des technologies de l'information. Les systèmes d'identification automatique, les cartes numériques, les aides à la navigation électronique et les systèmes de navigation automatique sont autant de progrès techniques sous-jacents à la gestion et à l'exploitation des « navires intelligents ».

Dans le secteur portuaire, l'accroissement de l'utilisation d'appareils automatisés ou contrôlés à distance soulève l'enjeu de recrutement de personnes spécialisées dans ces domaines. L'automatisation des opérations portuaires qui a mené à l'amélioration de l'efficacité des processus a aussi engendré une modification et de nouveaux besoins en main-d'œuvre. L'atteinte d'une maturité technologique provoque des mutations profondes des secteurs d'activités animés par les technologies disruptives. Des gens formés en robotique, en mécanique ou en automatisation et contrôles sont des candidatures recherchées tout comme le recrutement dans le secteur de la logistique et du transport peut l'être pour la gestion des opérations en milieu portuaire.

L'avènement de technologies disruptives incite l'industrie maritime et portuaire à entreprendre des changements pour composer avec les nouvelles réalités en matière de qualification et constituer une main-d'œuvre productive pour l'avenir.

Traditionnellement ce sont les employeurs qui assurent la prestation de services de formation. Le plus souvent les membres du syndicat sont affectés à titre d'instructeurs pour les modules de formation. La plupart de ces instructeurs ont reçu un certificat de formateur d'un établissement reconnu. Les employeurs maintiennent un degré de surveillance sur la formation, mais la qualité de la formation offerte les préoccupe. Les syndicats tiennent à contrôler la formation à l'interne afin de garantir un emploi à leurs membres en tant qu'instructeurs. Il est donc difficile d'avoir recours à des organisations extérieures pour la formation des travailleurs de l'industrie maritime et portuaire. Une difficulté supplémentaire concerne l'autorité territoriale. Dans plusieurs cas, la formation doit être effectuée dans les territoires de chaque syndicat.

Mais la situation actuelle tend à changer. Avec l'introduction de nouvelles technologies et de nouveaux équipements, les syndicats s'éloignent de l'idée que les employés peuvent tout faire à bord des navires ou dans les ports. Le contenu pédagogique du matériel d'enseignement pose problème, car non adapté aux innovations technologiques. Ces nouvelles conditions poussent à organiser la « formation des formateurs ».

#### **4.9. État de l'environnement maritime et portuaire au Québec**

L'industrie maritime et portuaire au Québec est singulière :

##### Sur le plan géographique

- Le système Saint-Laurent est un corridor linéaire fluvial de 1 197 km accessible aux marchés mondiaux;
- Les navires de 65 000 tonnes peuvent atteindre le port de Montréal;
- L'exploitation du chenal navigable nécessite de maintenir des profondeurs de 12,5 mètres dans la Traverse Nord en aval de Québec, de 11,3 mètres entre Québec et Montréal et de 8,68 mètres dans les chenaux de la voie maritime entre Montréal et le lac Ontario;
- Le réseau est affecté par une variation des niveaux d'eau en lien avec des changements cycliques saisonniers;
- La saison hivernale et le mouvement des glaces à la surface du fleuve gêne la navigation maritime commerciale.

##### Sur le plan des conditions du marché

- L'axe laurentien donne accès au cœur industriel des États-Unis, du Canada et du Québec ;
- Plus de 50 % des flux maritimes du Saint-Laurent reposent sur le commerce intercontinental.

##### Sur le plan réglementaire

- Le pilotage maritime joue un rôle crucial pour favoriser la sécurité et la sûreté des transits maritimes sur le fleuve;
- Les opérations du transport maritime océanique sont assujetties à la législation internationale tandis que la navigation maritime intérieure est soumise aux règles canadiennes de cabotage;

- La propriété et les opérations du transport maritime fluvial sont exclusivement limitées à des transporteurs nationaux qui emploient une main-d'œuvre locale.

#### Sur le plan des programmes de formation

- Le système d'éducation du Québec en général tarde à reconnaître la nature, la portée et le rôle de l'industrie maritime et portuaire;
- Les perspectives de carrière dans le domaine maritime et portuaire demeurent méconnues.

#### Sur le plan des conditions de travail

- Une participation croissante du secteur privé dans un contexte d'évolution des conditions du marché a transformé la structure de propriété de l'industrie maritime et portuaire. Il en résulte d'importantes dissymétries entre les transporteurs maritimes, les exploitants des terminaux, les administrations portuaires, les associations d'employeurs et les syndicats;
- Les exploitants de l'industrie maritime et portuaire qui utilisent une main-d'œuvre occasionnelle peuvent avoir tendance à percevoir leurs effectifs comme remplaçables et se préoccupent peu d'investir dans leur formation;
- Les difficultés auxquelles le marché du travail maritime et portuaire est confronté signifient que la loyauté des effectifs tend vers les syndicats plutôt que les employeurs;
- Les employés à court terme en trop grand nombre sont moins susceptibles de se familiariser avec certains équipements, les pratiques opérationnelles des organisations ou les habitudes de travail de leurs collègues;
- À cause des changements rapides dans les effectifs de l'industrie maritime et portuaire, former des équipes cohérentes est difficile;
- Malgré des efforts louables déployés par les gouvernements, de nombreuses questions conflictuelles liées au travail et à l'emploi dans l'industrie n'ont pas été résolues.

#### Sur le plan du transport de vrac

- L'importance du transport maritime de vrac est critique pour les industries minières et manufacturières au Québec. La manutention du vrac est mécanisée et exposée à l'automatisation depuis fort longtemps;

- Le secteur dépend des grands donneurs d'ordres dans les secteurs agricoles et miniers qui décident des modalités de participation du fleuve Saint-Laurent dans les processus d'acheminement du fret et qui s'assurent de niveau de service équivalent à l'international.

#### Sur le plan du transport conteneurisé

- Le port de Montréal est le seul port à conteneurs de l'axe laurentien;
- Le port de Montréal est en avance sur l'adoption de technologies intelligentes et a adopté des mesures de performance fondées sur l'intelligence artificielle. Il met l'accent sur le développement d'une économie portuaire fondée sur l'innovation numérique et les partenariats avec de jeunes pousses à vocation technologique.

#### Sur le plan des innovations

- Le coût des innovations est élevé et dépend de la taille des trafics et des économies d'échelle;
- Les innovations initiées par des agences publiques et privées et déployées le long du système Saint-Laurent sont appliquées de façons très différentes;
- Les processus d'automatisation de l'industrie maritime et portuaire au Québec sont variables, mais lorsque employés de façon appropriée, ils augmentent l'efficacité.

#### Sur le plan des politiques

- Les autorités publiques doivent reconnaître le besoin d'investissements dans les infrastructures numériques et les outils d'intelligence embarquée;
- L'industrie maritime et portuaire doit réfléchir aux défis que pose le besoin de coopération entre le secteur de l'industrie privée et les gouvernements;
- Le besoin de s'adapter aux conditions de mondialisation, aux innovations et à la révolution numérique nécessite de nouveaux mécanismes de gouvernance qui permettraient aux administrations portuaires d'adapter leurs stratégies pour relever ces défis.

À l'évidence, cet environnement appelle une réflexion sur : 1) l'introduction des innovations et les capacités de changement de l'environnement opérationnel du transport maritime et des systèmes portuaires au Québec; 2) les besoins afférents en termes de nouvelles qualifications et exigences de formation de la main-d'œuvre; et 3) les modalités associées aux transformations dans les relations et conditions de travail.

## **5. NOUVELLE RÉALITÉ ET NOUVEAUX PROFILS D'EMPLOI**

Certes, l'introduction d'innovations appliquées à l'industrie maritime et portuaire améliore la performance de l'industrie. Un large consensus se dégage sur la nécessité d'appuyer les innovations en relation étroite avec des réformes sur le marché du travail.

L'industrie maritime et portuaire présente des avantages à soutenir les investissements pour l'implantation de technologies, la formation, la mise en place de programmes de transition des travailleurs et de soutien au revenu, la collaboration entre les secteurs public et privé et une main-d'œuvre hautement qualifiée. À l'évidence les tâches, les responsabilités ainsi que la formation et les compétences requises dans ces emplois transformés par les innovations technologiques doivent être révisées pour aider les travailleurs actuels à s'adapter dans leurs fonctions.

Les avancées technologiques et les innovations ne se déroulent pas en vase clos. La plupart des innovations interviennent comme réponse à une demande. Selon une enquête menée auprès de parties prenantes de l'industrie maritime et portuaire au Québec, les principaux enjeux auxquels doivent faire face les effectifs du secteur maritime et portuaire concernent la transformation numérique, la transition énergétique et les chaînes logistiques sécuritaires, sécurisées et résilientes. Ces processus impliquent de nouvelles compétences. Déjà confrontée à ces enjeux, l'industrie maritime et portuaire est forcée d'aligner ses conditions et méthodes de travail.

### **5.1. Objectif**

Cette section vise à identifier les stratégies en ressources humaines qui permettent d'assurer le développement et l'efficacité de l'industrie maritime et portuaire au Québec dans un contexte de transformations importantes en matière de transition numérique, de transition énergétique et de sécurité des chaînes logistiques.

### **5.2. Méthodologie**

Réaliser l'analyse comporte deux étapes méthodologiques :

1. Caractériser les enjeux contemporains de l'industrie maritime et portuaire sur le plan des ressources humaines;
2. Présenter quelques stratégies d'orientation.

### **5.3. Données**

- Enquête auprès de 130 entreprises des 10 provinces et 3 territoires du Canada;

- Analyse de 11 études de cas d'administrations portuaires, d'exploitants de terminaux et de transporteurs maritimes à l'international;
- Atelier innovation ouverte réunissant 70 acteurs de l'industrie maritime et portuaire.

#### **5.4. Situation actuelle du marché du travail pour l'industrie maritime et portuaire au Québec**

Les consultations auprès des entreprises canadiennes sur les lacunes, les difficultés et les possibilités en lien avec la formation de talents au Canada révèlent trois points importants sur l'éducation et les compétences futures recherchées sur le marché du travail.

1. Entre 25 % et 50 % des entreprises canadiennes jugent que les diplômés embauchés par l'industrie sont mal préparés au marché du travail;
2. Il y existe une forte demande pour une main-d'œuvre dotée de compétences sociales et émotionnelles;
3. L'industrie reconnaît la résilience, la mobilité et la capacité d'adaptation comme compétences essentielles des nouveaux travailleurs (Giammarco, 2019).

L'industrie maritime et portuaire reconnaît l'importance des défis liés la transformation numérique, la transition énergétique et les chaînes logistiques sécuritaires. L'identification des stratégies en lien avec les ressources humaines pour assurer le développement et l'efficacité de l'industrie maritime et portuaire a été soumise à une analyse FFOM (Force – Faiblesse – Opportunités – Menaces).

Les forces et faiblesses concernent les éléments existants/internes à l'industrie. Elles relèvent des compétences et actifs (ou de leur absence) qui affectent les activités de l'industrie. Les principaux facteurs concernant le capital social qui affectent la force et la faiblesse d'un transporteur maritime, d'une administration portuaire ou d'un exploitant de terminal sont les compétences et le savoir-faire qui existent dans l'industrie, la qualité et l'expertise de la main d'œuvre, la performance du personnel et la disponibilité de ressources.

Les opportunités et menaces quant à elles sont des éléments futurs/externes à l'industrie qui ne sont pas créés par un transporteur maritime, une administration portuaire ou un exploitant de terminal. Elles sont davantage le résultat de la dynamique des mesures d'adaptation aux innovations ou technologies disruptives. Les facteurs qui contribuent aux opportunités et menaces qui s'adressent à l'industrie maritime et portuaire sont les conditions du marché, la capacité du personnel à absorber le changement et l'environnement légal et réglementaire.

Dans le but de comprendre les enjeux de la transformation de la main-d'œuvre et les nouveaux profils d'emplois en lien avec le développement de nouvelles technologies avancées, les forces, faiblesses, opportunités et menaces des

technologies disruptives sont présentées en fonction de facteurs qui permettent : 1) d'exploiter au maximum le potentiel des innovations numériques; 2) de contribuer à la transition énergétique; et 3) d'assurer la sécurité et à la sûreté des chaînes logistiques (Tableau 23).

Tableau 23. Force-Faiblesse-Opportunités-Menaces des technologies disruptives pour la main-d'œuvre de l'industrie maritime et portuaire au Québec

	<b>Positif pour le capital social</b>	<b>Négatif pour le capital social</b>
<b>INTERNE</b>	<b>Force</b>	<b>Faiblesse</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilité d'une main-d'œuvre hautement qualifiée</li> <li>• Maximisation de l'utilisation des actifs et de la main-d'œuvre</li> <li>• Gains de productivité</li> <li>• Synergie avec l'industrie de R&amp;D</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anxiété de l'entreprise à la pénétration des innovations</li> <li>• Obsolescence de certains emplois traditionnels</li> <li>• Difficultés des employés à s'adapter aux innovations dans un contexte de pénurie de main-d'œuvre</li> <li>• Difficulté d'organisation d'équipe multidisciplinaire</li> </ul>
<b>EXTERNE</b>	<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besoin de compétences non techniques</li> <li>• Besoin de formation en technologie numérique</li> <li>• Gestion de la transition entre les niveaux de compétences de la main-d'œuvre traditionnelle et les capacités techniques et numériques des besoins futurs</li> <li>• Promotion d'employés à des rôles spécialisés et analytiques dans le sillage des innovations</li> <li>• Rendement à la hausse du capital social</li> <li>• Redéfinition des conditions de travail des organisations maritimes et portuaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méconnaissance du personnel de l'ampleur des innovations techniques nécessaires pour s'adapter aux exigences de l'économie</li> <li>• Écart des connaissances entre travailleurs expérimentés et nouvelles compétences des nouveaux employés</li> <li>• Influence d'organisations externes qui diffèrent ou retardent le changement</li> <li>• Faible attrait de l'industrie pour la génération du millénaire</li> <li>• Faible syndicalisation des entreprises en démarrage</li> </ul>



À l'évidence les technologies évoluent rapidement sur le plan des innovations, ce qui nécessite une adaptation continue des méthodes et conditions de travail, laquelle peut faire hésiter les organisations quant à leur adoption. Les innovations coûtent cher et il peut y avoir une dépendance vis-à-vis de certains fournisseurs. Une partie des activités et des services est déléguée à des entreprises non portuaires et non maritimes. L'impact des innovations sur le développement de synergie entre les parties prenantes de l'industrie demeure méconnu.

Sur le plan positif, plusieurs facteurs militent en faveur du déploiement de nouvelles technologies. Le marché de l'informatique est en hausse. Aussi, l'innovation est en croissance dans ce domaine. De façon davantage marquée, le Québec dispose d'une solide expertise dans le développement d'outils numériques, informatiques et de gestion de métadonnées. Les innovations permettent d'augmenter le plein potentiel des actifs et du personnel dans un marché maritime et portuaire qui continue de croître. À ces aspects qui sous-tendent ces observations, les innovations impliquent de nouvelles occasions de transformations proactives des conditions et méthodes de travail. Des leviers de croissance sont possibles pour répondre aux enjeux de l'industrie.

### **5.5. Stratégies d'orientation en matière de ressources humaines**

Dans le contexte de transformations de l'industrie maritime et portuaire, force est de constater que les chantiers de la transformation numérique, de la transition énergétique et des chaînes logistiques sécuritaires contraignent les organisations et entreprises de l'industrie à élaborer de nouvelles approches sur le plan des ressources humaines. Ces approches considèrent tant les besoins d'adaptation du personnel actuel que les compétences recherchées des nouveaux profils d'emploi dans un environnement d'innovations continues. En réponse à ces constats, l'industrie maritime et portuaire cherche à :

1. Obtenir des conseils et des produits de haute technologie;
2. Accélérer le cycle des innovations;
3. Accéder à un bassin de nouveaux talents; et
4. Développer de nouvelles compétences.

Considérant les impondérables de l'expansion des innovations technologiques dans l'industrie, il faut accueillir l'idée d'un apprentissage continu des nouvelles compétences de la part de la main-d'œuvre et une planification à long terme de celles-ci par l'industrie. Plusieurs idées, projets et solutions sont proposés dans le but de pousser l'industrie maritime et portuaire à l'action tant sur le plan de l'introduction des innovations que des réformes du travail (Tableau 24).

Tableau 24. Stratégies d'orientation en matière de ressources humaines

1. Éduquer la main-d'œuvre en fonction des orientations de l'entreprise en lui fournissant les outils technologiques nécessaires;
2. Accroître l'utilisation des équipements technologiques par le même nombre d'employés dans l'organisation ou l'entreprise;
3. Accélérer les processus d'automatisation et de robotisation;
4. Réaménager la main-d'œuvre en transformant la conception et l'optimisation des systèmes de gestion du flux de travail qu'effectuent les employés;
5. Accroître la flexibilité des tâches, y compris le télétravail et la multiplication des temps partiels;
6. Recourir aux idées des employés dans le contexte d'équipes semi-autonomes;
7. Affecter des postes budgétaires aux équipes de travail pour investir dans la formation continue;
8. Encourager la participation des employés au développement de l'organisation ou de l'entreprise;
9. Créer des postes de spécialistes à des fins de croissance organique de l'organisation ou de l'entreprise;
10. Offrir de meilleures conditions de travail sur le plan salarial;
11. Recourir davantage au travail féminin;
12. Louer l'expertise hors de l'industrie pour la solution de problèmes ponctuels;
13. Élaborer des partenariats avec des compagnies en démarrage à des fins de croissance exogène;
14. Recourir à l'immigration.

Il est possible d'intégrer ces actions dans une approche intégrée en matière de ressources humaines au milieu de l'industrie maritime et portuaire, approche qui comprend une vision multidisciplinaire, une insertion en milieu de travail et une culture entrepreneuriale.

### **5.5.1. Vision multidisciplinaire**

Les parties prenantes de l'industrie maritime et portuaire ne sont pas au même niveau d'avancement technologique. Par ailleurs, les programmes de formation sont offerts en fonction de disciplines académiques et tiennent très peu compte de l'évolution des compétences requises dans l'ensemble de l'industrie. En outre, les établissements d'enseignement ne sont pas habilités à modifier leur curriculum au rythme de l'industrie, voire de celui de l'évolution technologique. Il en résulte des écarts importants entre les compétences voulues et les compétences acquises.

Sous l'effet de l'évolution technologique, de la numérisation et de l'automatisation, l'industrie du transport maritime et portuaire se transforme et nécessite une main-d'œuvre dont les compétences sont moins propres à une discipline, mais plus générales pour évoluer parmi des axes divers du secteur et au rythme des transformations. Les nouvelles compétences doivent donc permettre à la main-d'œuvre de travailler dans un monde de plus en plus connecté, numérisé et automatisé, et de réfléchir à l'identification des problèmes liés aux technologies en place afin de prendre des décisions adéquates et faire appel, au besoin, aux ressources nécessaires pour répondre aux activités de l'industrie. Cette manière de travailler, dans un contexte d'évolution constante, exige non seulement des habiletés cognitives, mais aussi sociales et émotionnelles puisqu'elle met en relation le personnel de disciplines diverses et exige l'adaptation de chacun à l'égard de ses propres compétences.

### **5.5.2. Insertion en milieu de travail**

Les établissements d'enseignement doivent tisser des liens étroits avec l'industrie maritime et portuaire afin d'élaborer des programmes qui correspondent aux besoins de l'industrie. Un tel partenariat favorise le rattrapage des enseignants qui peuvent alterner enseignement et travail en milieu industriel, voire partager l'enseignement avec d'autres représentants du milieu. Cette démarche vise à démontrer l'intérêt qui consiste à travailler pour l'industrie maritime et portuaire d'une part et, d'autre part, à valoriser le capital humain des organisations. Cette approche permet de faire connaître l'industrie auprès d'une nouvelle génération et d'exposer de manière plus tangible les conditions d'emploi dans plusieurs secteurs de l'industrie.

L'enseignement peut être offert sous forme de formations intégrées au milieu de travail, en jumelant cours en établissement et travail en entreprise, dans le cadre de stages. Un régime coopératif qui intègre graduellement les étudiants au marché de travail permet aux employeurs d'identifier et de former les futurs employés.

Le milieu de l'enseignement doit offrir des curriculums aux travailleurs qui leur permettent de développer les aptitudes et compétences qu'imposent les changements en cours dans l'industrie maritime et portuaire dans le cadre de programmes de formation continue. L'enseignement prend alors la forme de mise à jour des connaissances des employés dans le cadre de courts séminaires ou conférences sur un sujet d'intérêt pour des équipes de travail. Cette insertion en milieu de travail se révèle un moyen d'informer et former les employés à des enjeux liés à la numérisation, à la transition énergétique ou à la cybersécurité, par exemple. Un travail de coopération entre les responsables des programmes de formation et les entreprises soutient la nécessité d'adapter le curriculum et de lier l'enseignement à des enjeux et défis des innovations auxquels est confrontée l'industrie maritime et portuaire et de mettre en valeur le capital social.

### **5.5.3. Culture entrepreneuriale**

La nouvelle génération de travailleurs pourrait être comparée à des entrepreneurs qui ont le talent nécessaire pour faire face à l'ère de changements que traverse actuellement l'industrie maritime et portuaire. Avec son besoin de toucher et de parler aux machines, cette génération provoque l'accélération du développement des technologies à un point tel que la main-d'œuvre du futur ne peut même plus travailler sans elles. Les technologies mises en place deviennent en ce sens une condition *sine qua non* pour attirer la nouvelle génération de travailleurs dont les compétences requises pourraient varier en fonction du degré et du type d'innovation (automatisation, numérisation, etc.).

À l'évidence, ces modifications passent par une restructuration de la gestion des ressources humaines de la part des entreprises et, notamment, par un nouveau mode de gestion des équipes.

Des éléments de preuve démontrent qu'une proximité physique des établissements d'enseignement et de recherche avec les organisations du milieu maritime et portuaire contribue au développement de pôles d'innovation. En intégrant les espaces d'enseignement à ceux de l'industrie, l'enseignement est plus propice à l'acquisition des connaissances du milieu et à l'exposition à l'environnement des technologies maritimes et portuaires. La rencontre des divers acteurs permet de créer des synergies entre les entreprises et le milieu académique (professeur et étudiants) en présentant divers problèmes industriels qui motivent les étudiants et professeurs afin qu'ils puissent, sous forme de projets académiques, réfléchir à l'élaboration d'un portefeuille de solutions. Ces solutions peuvent ensuite être mises en place par les entreprises ou par l'entremise d'étudiants dans le cadre de projets en milieu de travail.

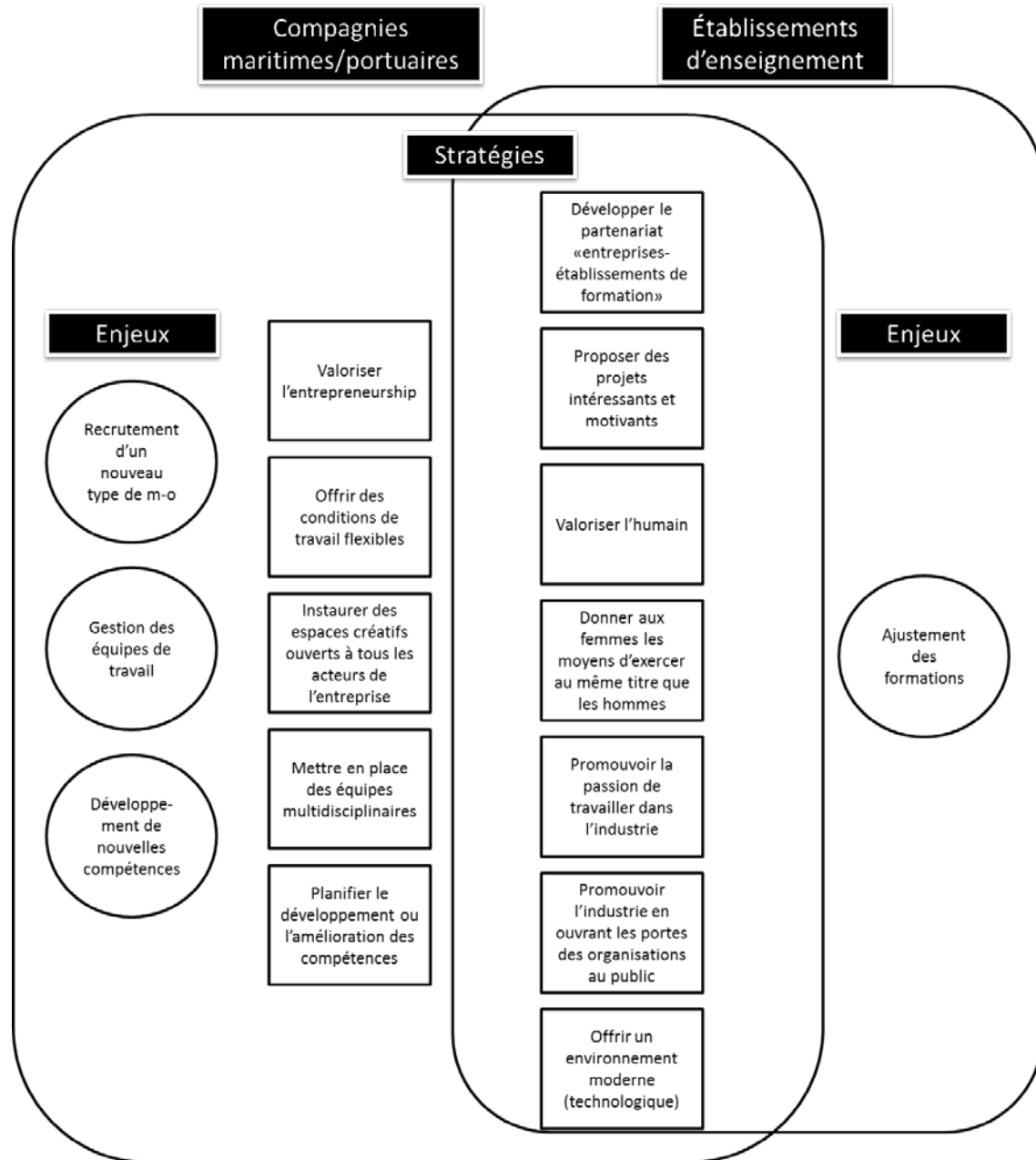
L'objectif est de valoriser une culture entrepreneuriale selon laquelle le recrutement de la main-d'œuvre n'est plus fondé sur la mise en candidature pour un emploi, mais par l'intérêt qui consiste à participer au milieu d'une équipe pour mener à bien un projet. Ces projets sont évalués en fonction de leur valeur pour

l'entreprise et de leur degré d'innovation. L'industrie maritime et portuaire peut soutenir cette culture d'organisations et d'entreprises en permettant aux travailleurs de s'approprier des projets. Cette approche entrepreneuriale « par projet » modifie considérablement l'attrait, la rétention et la formation de la main-d'œuvre dans les établissements et permet d'améliorer l'efficacité et la compétitivité de l'industrie maritime et portuaire. L'expérience démontre que le succès des organisations repose sur des conditions de travail flexibles (télétravail, temps partiel, etc.) et la mise sur pied d'équipes de travail multidisciplinaires.

Les stratégies d'orientation proposées pour les effectifs de l'industrie se révèlent porteuses pour plusieurs enjeux et acteurs de l'industrie (Figure 5). Il en ressort clairement que les établissements d'enseignement et l'industrie auraient avantage à tisser des liens plus étroits pour développer des programmes qui correspondent aux besoins de l'industrie, former une main-d'œuvre avec des compétences plus générales pour évoluer au rythme des transformations technologiques et promouvoir la culture entrepreneuriale vers laquelle la nouvelle génération semble attirée.

Ces trajectoires reposent sur trois solutions : 1) comprendre la situation des chercheurs d'emploi; 2) réaliser une transformation organisationnelle du travail; et 3) identifier des champs d'intervention dans l'industrie maritime et portuaire. Elles permettent de déterminer les critères de solutions possibles qui ont le plus d'impact dans un contexte de transformation importante de l'industrie maritime et portuaire en lien avec la numérisation, la transition énergétique et les chaînes logistiques sécurisées.

Figure 5. Stratégie de maillage pour les compagnies et les établissements d'enseignement de l'industrie maritime et portuaire



## 6. CONCLUSION

L'étude sur la main-d'œuvre maritime et portuaire met en lumière l'impact des innovations disruptives sur les conditions et méthodes de travail sur les plans commercial, industriel et social. L'analyse des données quantitatives a permis de rendre compte de l'évolution du personnel navigant et portuaire à l'échelle internationale, nationale, provinciale et régionale. Il se dessine un profond déséquilibre sur le plan de l'offre et de la demande en termes d'emplois.

Nos enquêtes démontrent que l'industrie maritime et portuaire ainsi que les organismes publics et parapublics sont actuellement en phase de recrutement. De façon davantage marquée, il existe une forte demande pour une relève forte d'une solide maîtrise dans le domaine du transport maritime et portuaire. Plusieurs établissements sont directement responsables de programmes d'enseignement et apportent un soutien d'encadrement à de nombreux étudiants, dont des stages qui permettent d'offrir la possibilité d'être en contact direct et continu avec le marché du travail, en entreprise ou dans un organisme public.

Revoir les innovations technologiques a démontrée qu'elles exigent et conduisent à adapter les fonctions maritimes et portuaires aux actifs et aux opérations en évolution, où ce sont les groupes socioprofessionnels qui en traduisent les conséquences. Le corridor de transport maritime et portuaire du Saint-Laurent et son positionnement géographique stratégique sont essentiels à la prospérité économique du Québec. Notre enquête révèle toutefois un certain nombre d'obstacles et de catalyseurs à la bonne mise en œuvre des innovations dans l'industrie maritime et portuaire.

Les stratégies proposées se révèlent porteuses pour plusieurs enjeux et acteurs de l'industrie dont les syndicats. Celles-ci convergent d'ailleurs avec certaines pratiques mises en place ailleurs dans le monde. Il en ressort clairement que les établissements d'enseignement et l'industrie ont avantage à tisser des liens plus étroits pour développer des programmes qui correspondent aux besoins de l'industrie, former une main-d'œuvre dotée de compétences plus générales pour évoluer au rythme des innovations disruptives.

Ce rapport s'inscrit dans le projet que s'est donné le CSMOIM de « soutenir les employeurs et la main-d'œuvre par la mise en œuvre de projets visant le développement des ressources humaines et des compétences ainsi que la promotion des métiers et des professions liés à l'industrie maritime » (CSMOIM, 2019). Cette étude y contribue en approfondissant la connaissance relative aux nouveaux profils d'emploi de l'industrie maritime et portuaire en prévision des changements technologiques en cours. Cette analyse des enjeux avec lesquels l'industrie maritime québécoise est aux prises améliore la compréhension du phénomène pour permettre au CSMOIM de proposer des projets qui consolident les emplois existants de cette industrie viable et favorisent la création de nouveaux emplois.

## Annexe 1

### Sélection de formations en transport maritime et portuaire offertes à l'international

#### Formations des officiers de pont

Pays	Programme	Institution	Durée	Autre
Canada	Technique de navigation	IMQ/Cégep	3 ans + 1 an en stage	
	Advanced diploma of Marine technology - Navigation	Georgian College	3 ans + 1 an en stage	
	Diploma of Technology of Nautical science	MI/Institute	3 ans + 1 an en stage	
	Diploma of Marine navigation technology	NSCC/College	3 ans, stage inclus	
	Diploma of Nautical sciences	BCIT/Institute	4 ans, stage inclus	
Royaume-Uni	FdSc in Marine operations	Solent University	3 ans, stage inclus	parrainé
	FdSc in Navigation and maritime science	Plymouth University	3 ans, stage inclus	
	BSc in Navigation and maritime science	Plymouth University	4 ans, stage inclus	
	BSc in Nautical science	John Moores University	n.d.	
	NHC in Nautical science	NAFC/college	3 ans, stage inclus	
	Professional diploma in Marine operations	City College	3 ans, stage inclus	
	NHC in Experienced seafarers to deck OOW	City College	3 ans + 6 mois en stage	
	Master HND in Nautical science/chief mate full	City College	n.d.	
France	Brevet d'études professionnelles maritimes (BEPM)	Lycées professionnels (12)	1 an	
	Brevet de technicien supérieur maritime (BTSM)	Lycées professionnels (12)	BEPM + 1 an ou 2 ans	
	Baccalauréat professionnel	Lycées professionnels (12)	BTSM + 1 an ou 3 ans	
	Bac + 5 (formation pont et machine)	ENSM	5 1/2 ans	
	Bac + 3 (chef de quart passerelle internationale/capitaine 3000)	ENSM	3 ans	
Chine	Bachelor of Engineering - Nautical science	DM University (College)	4 ans	
	Marine navigation (undergraduate)	SM University (College)	4 ans	
Philippines	Bachelor of Sciences in Marine transportation	≈ 45 Institutions	3 ans + 1 an en stage	
	Master in Maritime administration (for deck officer)	Asian Institute of MS	n.d.	



## Formations des officiers mécaniciens

Pays	Programme	Institution	Durée	Autre
Canada	Techniques de génie mécanique de marine	IMQ/Cégep	3 ans + 1 an en stage	
	Advanced diploma of Marine engineering technology	Georgian College	3 ans + 1 an en stage	
	Apprenticeship of Marine engine technician	Georgian College	jusqu'à 5 ans	expérience pratique et en classe
	Diploma of Technology of marine engineering	MI/Institute	3 ans + 1 an en stage	
	Diploma of Marine engineering technology	NSCC/College	2 1/2 ans	prépare pour 4e classe
	Advanced diploma of Marine engineering technology	NSCC/College	1 1/2 an	prépare pour 2e classe
	Diploma of Marine engineering	BCIT/Institute	4 ans, stage inclus	
Royaume-Uni	FdEng in Marine engineering	Solent University	3 ans, stage inclus	Parrainé
	MEng in Marine engineering	John Moores University	4 ans + 1 an en stage	
	BEng in Marine engineering	John Moores University	3 ans + 1 an en stage	
	BEng in Marine engineering with foundation year	John Moores University	4 ans + 1 an en stage	
	NHC in Marine engineering	NAFC/college	1 an	
	HNC in Marine engineering	City College	3 ans, stage inclus	
	HND in Marine engineering for cadets from international partner colleges	City College	2 ans, stage inclus	
France	Brevet d'études professionnelles maritimes (BEPM)	Lycées professionnels (12)	1 an	
	Bac + 5 (formation pont et machine)	ENSM	5 1/2 ans	
	Bac + 3 (chef de quart machine/chef mécanicien 8000kw)	ENSM	3 ans	
Chine	Bachelor in Marine engineering	DM University (College)	4 ans	
	Marine engineering (undergraduate)	SM University (College)	4 ans	
Philippines	Bachelor of Sciences in Marine engineering	≈ 45 Institutions	3 ans + 1 an en stage	
	Master in Maritime administration (for engine officer)	Asian Institute of MS	n.d.	

## **Formations en transport maritime**

<b>Pays</b>	<b>Nom du programme</b>	<b>École (nom/type)</b>	<b>Durée</b>	<b>Autre</b>
Canada	Techniques de la logistique du transport	IMQ/Cégep	3 ans	
	Majeure en transport maritime	UQAR	1 séminaire	
Royaume-Uni	MSc in Marine transport management	Newcastle University	1 an	
	MSc in International shipping and logistics	Solent University	1 an	
	MSc in Shipping operations	Solent University	2 ans	
	BSc in Maritime transport and logistics	Plymouth University	1 an	
France	Diplome universitaire - Expert maritime et transport	ULH	1 an	
	Licence professionnelle en Logistique et transports internationaux	ULH	1 an	
Chine	Certificate in Shipping and logistics	HK University	8 mois	
	Bachelor of Science in Maritime transport and logistics	HK University	1 1/2 an	c/w Plymouth, UK
	Bachelor of Business administration in International Shipping and transport logistics	HKPoly University	n.d.	

## Formations en gestion maritime

Pays	Nom du programme	École (nom/type)	Durée	Autre
Canada	Bachelor in Maritime studies	MI/Institute	39 crédits	Temps plein ou partiel, en ligne
	Master in Maritime management	MI/Institute	30 crédits	en ligne
	Gestion des ressources maritimes	UQAR		
Royaume-Uni	MSC in Technical ship management	Strathclyde University	1 an	
	PgDip in Technical ship management	Strathclyde University	9 mois	
	MSC in International maritime business	Solent University	1 an	
	MBA in International maritime business	Solent University	1 an	
	BSc in Marine operations management	Solent University	1 an	
	BSc in Maritime business	Solent University	3 ans	
	BSc in Maritime management	Solent University	1 an	
	BSc in Maritime business and logistics	Plymouth University	3 ans	
	BSc in Maritime business and management	John Moores University	3 ans	
	MSc in Maritime operations management	John Moores University	1 an	
	Certificate in Maritime management	LWA/Academy	n.d.	
	Diploma in Maritime management	LWA/Academy	n.d.	
	Advanced diploma in Maritime management	LWA/Academy	n.d.	
	Graduate diploma in Maritime management	LWA/Academy	n.d.	
Chine	Bachelor in Maritime administration	DMU (College)	4 ans	
	Administrative management (undergraduate)	SMU (College)	4 ans	
	Professional diploma in Logistics and shipping management	HK University	1 1/2 an	
	Bachelor of Science in International supply chain and shipping management	HK University	1 1/2 an	c/w Plymouth, UK
Philippines	PhD in Maritime administration	Asian Institute of MS	n.d.	
	Master in Administration in Maritime education, training and certification	Asian Institute of MS	n.d.	
	Master in Administration in Shipping & ship manning business	Asian Institute of MS	n.d.	
	PhD in Maritime management	John B. Lacson University	n.d.	
	Master in Ship management	John B. Lacson University	n.d.	en ligne
	Master in Maritime management	John B. Lacson University	n.d.	en ligne
	Graduate diploma in Maritime management	John B. Lacson University	n.d.	

### **Formations en droit maritime**

<b>Pays</b>	<b>Programme</b>	<b>Institution</b>	<b>Durée</b>
Royaume-Uni	LLB in Maritime law	Newcastle University	3 ans
	LLM in Maritime law	Newcastle University	1 an
	BSc in Maritime law and business	Solent University	3 ans
	BSc in Maritime business and maritime law	Plymouth University	3 ans
France	Master en Droit des activités maritimes et portuaires	ULH/Université	2 ans
Chine	Master of Laws in Maritime and transportation	City University	n.d.

### **Formations en administration portuaire**

<b>Pays</b>	<b>Programme</b>	<b>Institution</b>	<b>Durée</b>
Royaume-Uni	BSc in Shipping and port management	Solent University	3 ans
	MSc in Port management	John Moores University	1 an
France	Bac + 5 / MSc in International logistics and port management	EM de Normandie	5 ans
	Master en Management sectoriel - gestion des activités maritimes et portuaires	IAE/Institut	2 ans, stage inclus
Chine	Master in Harbor, coastal and offshore engineering	SM University (College)	3 ans

## RÉFÉRENCES

- Ad hoc recherche (2020) *Étude sectorielle sur les besoins de main-d'œuvre dans l'industrie du transport maritime au Québec*. Montréal : Ad hoc recherche, 58 p.
- Administration de pilotage des Grands Lacs (APGL) (2008-2019) *Rapports annuels 2008-2019*, Cornwall : APGL, [En ligne], [\[https://publications.gc.ca/site/fra/379436/publication.html\]](https://publications.gc.ca/site/fra/379436/publication.html).
- Administration de pilotage des Laurentides (APL) (2008-2019) *Rapport annuels 2008-2019*, Montréal : APL, [En ligne], [\[https://www.pilotagestlaurent.gc.ca/fr/rapports-financiers.html\]](https://www.pilotagestlaurent.gc.ca/fr/rapports-financiers.html).
- Administration portuaire de Montréal (APM) (2020a) *Fin de la grève au port de Montréal*, [En ligne], [\[https://www.port-montreal.com/fr/marchandises/avis/fin-de-greve\]](https://www.port-montreal.com/fr/marchandises/avis/fin-de-greve).
- Administration portuaire de Montréal (APM) (2020b) *Canscan – la technologie dans l'œil de l'industrie maritime*, [En ligne], [\[https://www.port-montreal.com/fr/le-port-de-montreal/nouvelles-et-evenements/nouvelles/carnet-de-bord/canscan\]](https://www.port-montreal.com/fr/le-port-de-montreal/nouvelles-et-evenements/nouvelles/carnet-de-bord/canscan).
- Administration portuaire de Montréal (APM) (2020c) *Agilité et résilience via les technologies : la bouée de sauvetage de la logistique de distribution*, [En ligne], [\[https://www.port-montreal.com/fr/le-port-de-montreal/nouvelles-et-evenements/nouvelles/resilience\]](https://www.port-montreal.com/fr/le-port-de-montreal/nouvelles-et-evenements/nouvelles/resilience).
- Alapetite, A. & Kozine, I. (2017) Safe manning of merchant ships : an approach and computer tool, *Maritime Policy & Management*, 44 (3): 323-335.
- Albert, M.-N., Dodeler, N. L. & Guy, E. (2016) From a seafarer's career management to the management of interwoven sea-and shore-based careers, *SAGE Open*, janvier-mars: 1-10.
- Association des employeurs maritimes (AEM) (2010-2017) *Rapports annuels*. Montréal : AEM, [En ligne], [\[https://www.me.ca/qui-sommes-nous/l-administration#rapports-annuels\]](https://www.me.ca/qui-sommes-nous/l-administration#rapports-annuels).
- Baltic and International Maritime Council (BIMCO) (2005) *Manpower 2005 update: The worldwide demand for and supply of seafarers. Main report*, Institute for employment Research, University of Warwick, London: International Shipping Federation, 93 p.

- Baltic and International Maritime Council (BIMCO) (2010) *Manpower 2010 update: The worldwide demand for and supply of seafarers. Main report*, Institute for employment Research, University of Warwick, London: International Shipping Federation, 116 p.
- Baltic and International Maritime Council (BIMCO) (2015) *Manpower report. The global supply and demand for seafarers in 2015*, London: Maritime International Secretariat Services Limited, 118 p.
- Baltic and International Maritime Council (BIMCO) (2019) *BIMCO's dry bulk terminals vetting report for 2019*, London: BIMCO, 35 p.
- Baltic and International Maritime Council (BIMCO) (2021) *Seafarer Workforce Report. The global supply and demand for seafarers in 2021*, Livingston: Witherby Publishing Group Ltd, 90 p.
- Barton, H. & Turnbull, P. (2002) Labour Regulation and Competitive Performance in the Port Transport Industry: The Changing Fortunes of Three Major European Seaports, *European Journal of Industrial Relations*, 8 (2): 133-156.
- Bonancich, E. & Wilson, J.B. (2008) *Getting the goods. Ports, labor, and the logistics revolution*, Ithaca: Cornell University Press, 273 p.
- Bosse, C. & Burmeister, H.C. (2018) What is an autonomous ship? Our evolving industry, *Port Technology International*, 77: 98-100
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahkstrom, P., Wieseinger, A. & Subrammaniam, A. (2018) *Skill shift. Automation and the future of the workforce*, Brussels : McKinsey Global Institute, 84 p.
- Camarero Orive, A. et al (2020) Strategic Analysis of the Automation of Container Port Terminals through BOT (Business Observation Tool). *Logistics*, 4 (3): 1-14.
- Canada Steamship Lines (2021) *Types et fonctionnalités*, [En ligne], [\[https://www.cslships.com/fr/nos-operations/autodechargeurs/types-et-fonctionnalites\]](https://www.cslships.com/fr/nos-operations/autodechargeurs/types-et-fonctionnalites).
- Carlan, V. Sys, C., Vanelslander, T. & Roumboutsos, A. (2017) Digital innovation in the port sector: Barriers and facilitators, *Competition and Regulation in Network Industries*. 18 (1-2): 71-93.
- Cesar, L.D., Cahoon, S. & Fei, Jiangang (2015) Exploring the range of retention issues for seafarers in global shipping: opportunities for further research, *Journal of Maritime Affairs*, 14: 141-157.

- Champagne-Gélinas, A. (2021) *Inventaire des conflits de travail dans les ports du monde 2015-2021*, Note de recherche, Montréal: CIRRELT, 11 p.
- Chu, F., Gailus, S., Liu, L. & Ni, L.M. (2018) *The future of automated ports*, McKinsey Report, Travel, Transport & Logistics Practice, Chicago: McKinsey & Company, 10 p. [En ligne], [\[https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/the-future-of-automated-ports#\]](https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/the-future-of-automated-ports#).
- Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie maritime (CSMOIM) (2020) *Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie maritime, c'est quoi?* [En ligne], [\[http://www.csmoim.qc.ca/\]](http://www.csmoim.qc.ca/).
- Commission Emerson (2015a) *Parcours : brancher le système de transport du Canada au reste du monde*, Tome 1- Annexes, 286 p., [En ligne], [\[https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ctar\\_tome1\\_fr.pdf\]](https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ctar_tome1_fr.pdf).
- Commission Emerson (2015b) *Parcours : brancher le système de transport du Canada au reste du monde*, Tome 2- Annexes, 234 p., [En ligne], [\[https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ctar\\_tome2\\_fr.pdf\]](https://tc.canada.ca/sites/default/files/migrated/ctar_tome2_fr.pdf).
- Conseil des académies canadiennes (CAC) (2017) *La valeur du transport maritime commercial pour le Canada*, Ottawa: Comité d'experts sur la valeur sociale et économique du transport maritime commercial pour le Canada, 151 p. [En ligne], [\[https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2018/10/valuemarineshipping\\_fullreport\\_fr.pdf\]](https://www.rapports-cac.ca/wp-content/uploads/2018/10/valuemarineshipping_fullreport_fr.pdf).
- Conseillers ADEC Inc. (2012) *Étude de l'impact économique de l'industrie maritime au Québec. Rapport final*. Montréal : ADEC, 88 p., [En ligne], [\[https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-services-transport-maritime/Documents/etudes\\_impact.pdf\]](https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/entreprises-partenaires/entreprises-services-transport-maritime/Documents/etudes_impact.pdf).
- CPCS (2019) *Étude sur les perspectives de compétitivité et de croissance à long terme du transport international des marchandises sur le Saint-Laurent et le développement du réseau portuaire commercial du Québec*. Ottawa: CPCS, 239 p.
- DAA (2014) *Impact économique et fiscal des activités maritimes et portuaires de Montréal*.
- De Martino, M., Errichiello, L. Marasco, A & Morvillo, A. (2013) Logistics innovation in Seaports: An inter-organizational perspective, *Research in Transportation Business & Management*, 8:123-133

- Devita, N.M. (2014) *Outsourcing workers in Indonesia Port Corporation II: a cost-effective measure in the Procurement Bureau and recommended actions for IPC*, World Maritime University Dissertations, no 472, Malmo: WMU, 85 p.
- Di Francesco, M., Fancello, G., Serra, P. & Zuddas, P. (2015) Optimal management of human resources in transshipment container ports, *Maritime Policy & Management*, 42: 2, 127-144
- E&B Data (2018) *Impact économique et fiscal des activités maritimes et portuaire de Montréal. Rapport final*. Montréal : E&B, 136 p.
- Emploi Québec (2018) *Information sur le marché du travail*, [En ligne], [\[https://www.quebec.ca/emploi/metiers-professions\]](https://www.quebec.ca/emploi/metiers-professions).
- Esser, A., Sys, C., Vanelslender, T. & Verhetsel, A. (2020) The labour market for the port of the future. A case study for the port of Antwerp, *Case Studies on Transport Policy*, 8 (2): 349-360.
- Fairbrother, P., Gekara, V. & MacIntosh, M. (2009). Globalisation, changing port ownership and implications for labour. In *The Future of Sociology, The Australian Sociological Association 2009 Annual Conference*, pp. 1-11.
- Fancello, G., Pani, C., Pisano, M., Serra, P., Zuddas, P. & Fadda, P. (2011) Prediction of arrival times and human resources allocation for container terminal, *Maritime Economics & Logistics*, 13 (2): 142-173.
- Futura Sciences (2021) *Intelligence artificielle : qu'est-ce que c'est?* [En ligne], [\[https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/\]](https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-intelligence-artificielle-555/).
- Garde côtière canadienne (GCC) (2020) *Planification intégrée des activités et des ressources humaines de la Garde côtière canadienne*, Ottawa: Pêches et Océans Canada, 32 p., [En ligne], [\[https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/corporation-information-organisation/ibhrp-piarh/docs/ccg-ibhrp-mpo-piafh-fra.pdf\]](https://www.ccg-gcc.gc.ca/publications/corporation-information-organisation/ibhrp-piarh/docs/ccg-ibhrp-mpo-piafh-fra.pdf).
- Gekara, V.O., Bloor, M. & Sampson, H. (2011) Computer-based assessment in safety-critical industries: the case of shipping, *Journal of Vocational Education & Training*, 63 (1): 87-100
- Gekara, V.O. & Nguyen, V.X.T. (2018) New technologies and the transformation of work and skills: a study of computerisation and automation of Australian container terminals, *New Technology, Work and Employment*, 33 (3): 219-233.



- Giammarco, M. (2019) *Building connections. Platform for Education and Skills in Canada*, Conference Board of Canada, Presentation to the Ports into the Future : From Disrupted to Disruptors, Montréal, 13-14 May.
- Guo, Jiunn-Liang (2018) Women seafarers in Taiwan: survivors during the evolution of the special shipping relationship between China and Taiwan, *Journal of Gender Studies*, 28 (6): 635-647.
- Hall, P.V. & Jacobs, W. (2012) Why are maritime ports (still) urban, and why should policy-makers care? *Maritime Policy & Management*, 39 (2): 189-206
- Hinkka, V., Eckhardt, J., Permala, A. & Mantsinen, H. (2016) Changing Training Needs of Port Workers Due to Future Trends, *Transportation Research Procedia*, 14: 4085-4094.
- Hopcraft, R. & Martin, K.M. (2018) Effective maritime cybersecurity regulation – the case for a cyber code, *Journal of the Indian Ocean Region*, 14 (3): 354-366.
- Hoummady, M., Lemercier, P. & Boisard, A.S. (2015) Evolutions de la logistique à l'horizon 2025: enjeux et impacts du Big data, de l'Intelligence Artificielle et de la Robotisation, 79 p. [En ligne], [\[https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-01860451/document\]](https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-01860451/document).
- IContainers, (2018) *The future of automation at terminals and ports*, [En ligne], [\[https://www.icontainers.com/us/2018/10/09/the-future-of-automation-at-terminals-and-ports/\]](https://www.icontainers.com/us/2018/10/09/the-future-of-automation-at-terminals-and-ports/).
- Institut de la statistique du Québec (ISQ) (2021) *Bulletin socio-démographique. Mise à jour 2021 des perspectives démographiques du Québec et des régions, 2020-2066*, Québec: ISQ, 20 p., [En ligne], [\[https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/mise-a-jour-2021-perspectives-demographiques-quebec-regions-2020-2066.pdf\]](https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/mise-a-jour-2021-perspectives-demographiques-quebec-regions-2020-2066.pdf).
- Institut maritime du Québec (IMQ) (2020) *Statistiques finissants 2011-2020*, Rimouski: IMQ.
- International Federation of Robotics (2020) *World Robotics Industrial Robots and Service Robots*, Frankfurt : IFR, [En ligne], [\[https://ifr.org/\]](https://ifr.org/).
- Jacobs, W., Ducruet, C. & De Langen, P. (2010) Integrating world cities into production networks: the case of port cities, *Global networks*, 10(1): 92-113.
- Keceli, Y. (2011) A proposed innovation strategy for Turkish port administration policy via information technology, *Maritime Policy & Management*, 38 (2): 151-167.

Keefe, P. (2015) Port automation puts labor on notice, *Maritime Logistics Professional*, Septembre, 4 p.

KPMG (2013) *Profil de l'industrie du secteur de la logistique et des transports du Grand Montréal*.

KPMG (2015) *Évaluation des retombées économiques des activités maritimes et portuaires de Québec*, 34 p.

Laventhal, W., Theofanis, S. & Boile, M. (2010) Trends in global port operations and their influence on port labor: Challenges and Implications for US East coast longshoremens, *Transportation Research Record*, 2166 (1): 37-43.

Lobrigo, E. & Pawlik, T. (2015) Maritime policy and the seafaring labor market, *Journal of Maritime Affairs*, 14: 123-139.

Locaitiené, V. & Lileikis, S. (2019) The competencies required by port economics, stevedores, technologists: a pilot study, *Social and Economic Review*, 17 (1): 1-8.

MacNeil, A. & Ghosh, S. (2017) Gender imbalance in the maritime industry: impediments, initiatives and recommendations, *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs*, 9 (1): 42-55

Manyiaka, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R. & Saurabh, S. (2017a) *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*, McKinsey Global Institute, McKinsey & Company, 160 p.

Manyiaka, J., Chui, M., Miremadi, M., George, K., Willmott, P. & Dewhurst, M. (2017b) *A future that works: automation, employment, and productivity*, McKinsey Global Institute, McKinsey & Company, 148 p.

Marques, R.C. & Álvaro F. (2010). Market structure, privatisation and regulation of Portuguese seaports, *Maritime Policy & Management*, 37 (2):145-161.

Martín-Soberón, A.M., Monfort, A., Sapiña, R., Monterde, N. & Calduch, D. (2014) Automation in Port Container Terminals, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 160: 195-204.

Merk, O. (2013) *The competitiveness of global port-cities: synthesis report*. Paris: OECD, 185 p., [En ligne], <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k40hdhp6t8s-en.pdf?expires=1634762236&id=id&accname=quest&checksum=E2F34BBB0484BD51171CEEEBF412A93F>].

- Ministère des Transports (2021) *Avantage Saint-Laurent. La nouvelle vision maritime du Québec*, [En ligne],  
[\[https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role\\_ministere/avantage-st-laurent/Documents/avantage-st-laurent.pdf\]](https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/role_ministere/avantage-st-laurent/Documents/avantage-st-laurent.pdf).
- Mira M.S., Choong, Y.V. & Thim, C.K. (2019) Mediating role of port supply chain integration between involvement of human resource practices and port performance in Kingdom of Saudi Arabia, *Uncertain Supply Chain Management*, 7: 507-516.
- Musso, E., Benacchio, M. & Ferrari, C. (2000) Ports and Employment in Port Cities, *International Journal of Maritime Economics*, 2: 283–311.
- Nicolae, F., Rosen, I., Popa, C., Nistor, F. & Cotorcea, A. (2017) The relations between the port business framework and the qualified manpower competencies - Literature review and proposed guidelines, *Mircea cel Batran Naval Academy Scientific Bulletin*, 18 (1): 83-88.
- Notteboom, T. (2010) *Dock Labour and port-related employment in the European Seaport system. Key factors to port competitiveness and reform*. Report prepared for European Sea Ports Organisation (ESPO), Antwerp: ITMMA – University of Antwerp, 94 p.
- Notteboom, T. & Vitellaro, F. (2019) The impact of innovation on dock labour: Evidence from European ports, *Impresa Progetto – Electronic Journal of Management*, 3, 22 p.
- Notteboom, T., Pallis, A. & Rodrigue, J.-P. (2020) Chapter 2.4 – Digital transformation, *Port Economics Management and Policy*, [En ligne],  
[\[https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part2/digital-transformation/\]](https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part2/digital-transformation/).
- Novikov, S. (2020) *Géographie de l'automatisation portuaire*, Travail dirigé, Département de géographie, Université de Montréal, 18 p.
- Nguyen, Trong Thanh, Ghaderi, Hadi, Caesar, Livingstone Divine & Cahoon, Stephen (2014) Current challenges in the recruitment and retention of seafarers: An industry perspective from Vietnam, *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 30 (2): 217-242.
- Organisation maritime internationale (OMI) (2018) *L'Organisation maritime internationale s'attaque à la question des navires autonomes*, [En ligne],  
[\[https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MS-C-99-MASS-scoping.aspx\]](https://www.imo.org/fr/MediaCentre/PressBriefings/Pages/08-MS-C-99-MASS-scoping.aspx).

Pacific Maritime Association (PMA) (2020) *2019 Annual Report*, San Francisco: PMA, 84 p.

Papachristou, A. Stantchev, D. & Theotokas, Ioannis (2015) The role of communication to the retention of seafarers in the profession, *Journal of Maritime Affairs*, 14: 159-176

Port Equipment Manufacturers Association (PEMA) (2016) *Container Terminal Automation*, [En ligne],  
[\[https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf\]](https://www.pema.org/wp-content/uploads/downloads/2016/06/PEMA-IP12-Container-Terminal-Automation.pdf).

Port Technology (2019) *RBS : 5 Key Advantages of Automation*, [En ligne],  
[\[https://www.porttechnology.org/news/rbs\\_5\\_key\\_advantages\\_of\\_automation/\]](https://www.porttechnology.org/news/rbs_5_key_advantages_of_automation/).

PwC & Panteia (2012) *Study on pilotage exemption certificates. Final report*, European Commission Directorate-General for Mobility and Transport, Version 1.4, London : PWC, 248 p.

Ruggunan, Shaun & Kanengoni, Herbert (2017) Pursuing a career at sea : an empirical profile of South African cadets and implications for career awareness, *Maritime Policy & Management*, 44 (3): 289-303

Satta, G., Maugeri, S., Panetti, E. & Ferretti, M. (2019) Port labour, competitiveness and drivers of change in the Mediterranean Sea: a conceptual framework, *Production Planning and Control*, 30 (13): 1102-1117.

Schröder-Hinrichs, J.U., Song, D.W., Fonseca, T., Lagdami, K., Shi, X. & Loer, K. (2017) *Transport 2040: Automation, Technology, Employment-The Future of Work*. Malmo: World Maritime University Report.

SECOR Conseil (2008) *Impacts économiques des activités reliées au système maritime et portuaire de Montréal*.

Secrétariat aux affaires maritimes (2015) *Stratégie maritime. La stratégie maritime à l'horizon 2030*, Québec: Secrétariat aux affaires maritimes, 53 p.

Serra, P., Fadda, P. & Fancello, G. (2016) Evaluation of alternative scenarios of labour flexibility for dockworkers in maritime container terminals, *Maritime Policy & Management*, 43 (3): 371-385.

SHM Group. (2018) *Everything you need to know about port automation*, [En ligne],  
[\[https://www.shmgroup.com/blog/everything-need-know-port-automation/\]](https://www.shmgroup.com/blog/everything-need-know-port-automation/).

Stahl, W.M. (2011) The Uncharted Waters of Cyberspace: Applying the Principles of International Maritime Law to the Problem of Cybersecurity, *The Georgia Journal of International and Comparative Law*, 40: 247.

Statistique Canada (2016) *Tableaux de données. Recensement de 2016*, [En ligne], <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-fra.cfm?LANG=F&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=111856&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=>].

Syndicat canadien de la fonction publique (SCFP) (2019) *Les débardeurs du port de Montréal votent encore à 99,45% pour la grève*, [En ligne], <https://scfp.qc.ca/es-debardeurs-du-port-de-montreal-votent-encore-a-9945-pour-la-greve/>].

Tang, Lijun (2009) Training and technology: Potential issues for shipping, SIRC Symposium, 91-106.

Tang, Lijun & Sampson, Helen (2018) Improving training outcomes: the significance of motivation when learning about new shipboard technology, *Journal of Vocational Education & Training*, 70 (3): 384-398.

Tang, Lijun & Sampson, Helen (2011) Training and technology: Findings from the questionnaire study, SIRC Symposium, 1-20.

Thai, Vinh V. (2012) Competencies required by port personnel in the new era: conceptual framework and case study, *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 4 (1): 49-77.

Thai, Vinh V., Yeo, G.T. & Pak, J.Y. (2016) Comparative analysis of port competency requirements in Vietnam and Korea, *Maritime Policy & Management*, 43 (5): 614-629

Tovar, B., Trujillo, L. & Jara-Díaz, S. (2004) Organisation and Regulation of the Port Industry: Europe and Spain. In Coto-Millán P. (eds) *Essays on Microeconomics and Industrial Organisation. Contributions to Economics*, pp. 189-208

Transports Canada (2018) *Examen de la modernisation des ports: document de discussion*, [En ligne], <https://tc.canada.ca/fr/transport-maritime/ports/examen-modernisation-ports-document-discussion>].

Transports Canada (2019) *Transports 2030 – Un plan stratégique pour l'avenir des transports au Canada*, [En ligne], [[https://tc.canada.ca/fr/initiatives/transports-2030-plan-strategique-avenir-transports-canada#\\_Plan\\_strategique\\_pour](https://tc.canada.ca/fr/initiatives/transports-2030-plan-strategique-avenir-transports-canada#_Plan_strategique_pour)].

Transport Topics (2018) *Automated Ports Help Carriers Get in and Out of Facilities Faster*, [En ligne], [<https://www.ttnews.com/articles/automated-ports-help-carriers-get-and-out-facilities-faster>].

Turnbull, P. (2006) The war on Europe's Waterfront – Repertoires of power in the port transport industry, *British Journal of Industrial Relations*, 44 (2): 305-326.

United Nations Conference on trade and Development (UNCTAD) (2019) *Review of Maritime Transport*, New York : UN, 129 p.

Vaggelas, G.K. & Leotta, C. (2019) Port labour in the era of automation and digitalization. What's next? *Impresa Progetto – Electronic Journal of Management*, 3, 15 p.

World Maritime University (WMU) (2019) *Transport 2040: Automation, technology, employment – The future of work*, London: International Worker's Federation (ITF), 169 p., [En ligne], [[https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=lib\\_reports](https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1071&context=lib_reports)].

Zhao, W. (2017) *IBM Reveals Blockchain Supply Chain Trial with Singapore Port Operator*, [En ligne], [<https://www.coindesk.com/markets/2017/08/16/ibm-reveals-blockchain-supply-chain-trial-with-singapore-port-operator/>].

Zhou, Yang & Olba, Xavier Bellsolà (2018) Autonomous ships: nautical traffic in ports, *Port Technology International*, 78: 94-96.

Zins Beauchesne et associés (2013) *Étude sectorielle sur les effectifs maritimes au Québec. Rapport final*. Québec : ZBA, 231 p.

Zins Beauchesne et associés (2017) *Étude sectorielle sur la main-d'œuvre maritime terrestre. Rapport final*. Québec : ZBA, 105 p.