



HAL
open science

Les signaux AIS et les SIG pour l'étude du trafic maritime

Arnaud Serry, Ronan Kerbiriou

► **To cite this version:**

Arnaud Serry, Ronan Kerbiriou. Les signaux AIS et les SIG pour l'étude du trafic maritime. Conference: GOL'18 / The 4th International Conference on Logistics Operations Management, Apr 2018, Le Havre, France. hal-02483864

HAL Id: hal-02483864

<https://hal.science/hal-02483864>

Submitted on 4 Jun 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les signaux AIS et les SIG pour l'étude du trafic maritime

Arnaud Serry
Laboratoire IDEES
Université du Havre
Le Havre, France
arnaud.serry@univ-lehavre.fr

Ronan Kerbiriou
Laboratoire IDEES
Université du Havre
Le Havre, France
ronan.kerbiriou@univ-lehavre.fr

Cette présentation est issue du travail effectué sur le projet FEDER CLASSE2, financé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) et par le conseil régional de Normandie

Abstract—L'AIS représente une source de données très peu exploités par la communauté scientifique qui nécessitent la mise en place d'un système de décodage pour son exploitation. Adossé à un SIG, l'étude des signaux AIS permet de mettre en place des applications géo-économique.

Keywords—AIS, SIG, transport maritime, circulation maritime.

I. INTRODUCTION

L'AIS (*Automatic Identification System*) est un système d'échange de données entre navires rendu obligatoire par l'Organisation Maritime Internationale (OMI) depuis 2004. Ces systèmes embarqués ou à terre sont d'autant plus importants que le trafic maritime est dense et augmente comme dans les principaux points de passages obligés que sont les détroits et canaux ou dans les zones de concentration portuaire (Mer du Nord par exemple).

L'AIS présente des avantages pour les acteurs du transport maritime : amélioration de la sécurité, amélioration de la gestion des flottes et de la navigation. Sa diffusion présente aussi de nombreux avantages pour la gestion de la voie maritime. Cependant, la généralisation de l'AIS pose des problèmes de confidentialité pour les armateurs, voire de sécurité. Les données transmises par l'AIS sont en effet à la portée de tous, y compris de la communauté scientifique (Serry & Lévêque, 2015).

Le papier présenté est issu d'une réflexion menée dans le cadre du développement d'une plateforme de recherche pour l'analyse de la circulation maritime et l'évaluation des aléas du transport maritime, la plateforme CIRMAR. Cet outil permet d'envisager de multiples applications opérationnelles et innovantes

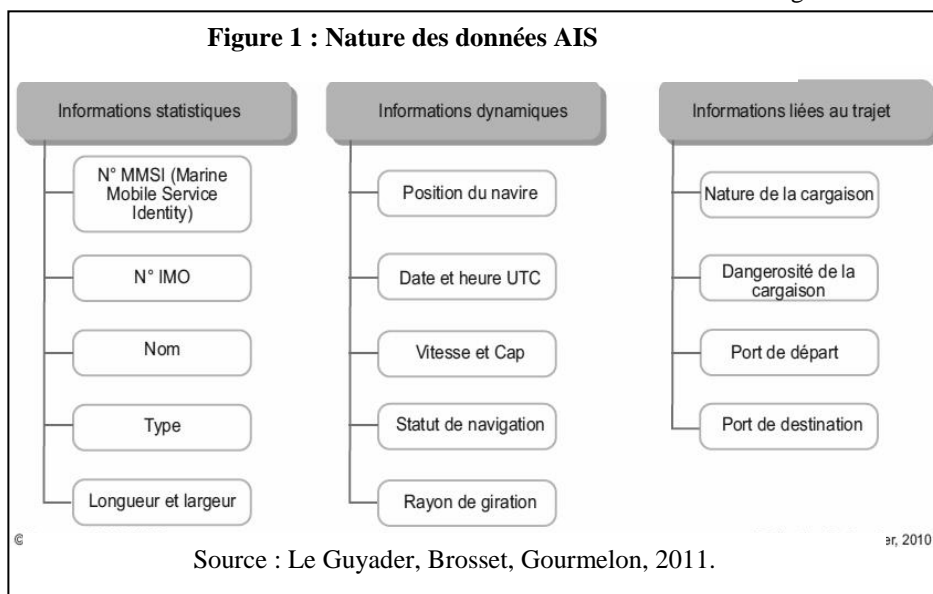
concernant aussi bien la sécurité de la navigation que l'économie maritime, l'analyse de stratégies des acteurs maritimes ou l'impact environnemental de la circulation maritime.

Dans une première partie, l'article présente une définition de l'AIS contenant ses caractéristiques et objectifs. Dans un second temps, il met en avant les potentialités qui en découlent en termes d'exploitation principalement géoéconomique. L'accent y est mis sur le projet CIRMAR qui vise à construire et à exploiter une plateforme d'intégration de données et de développement applicatif en utilisant les signaux AIS émis par les navires. La troisième section met en avant, de manière non exhaustive, des pistes d'exploitation socio-économique de ces données AIS. La quatrième partie vient étayer cette proposition en s'appuyant sur des études de cas menées pour développer la plateforme, la tester et l'améliorer.

II. LE FONCTIONNEMENT DES SIGNAUX AIS

Afin de renforcer la sécurité maritime. Ces règlements font

Figure 1 : Nature des données AIS



partie du chapitre V de la convention SOLAS[1]¹. Cette réglementation concerne spécialement les navires d'une jauge

brute égale ou supérieure à 300 tonneaux (tjb1) qui effectuent des voyages internationaux et les navires à passagers quelles que soient leurs dimensions. Ce système se nomme Automatic Identification System (AIS).

Depuis 2009, des satellites AIS ont été lancés réduisant considérablement le nombre de zones blanches (Chen, 2013). Tout navire équipé d'AIS est aujourd'hui aisément localisable, et ce à tout moment et où qu'il soit.

L'AIS est considéré comme le système de détection actuellement le plus efficace même si sa fiabilité est loin d'être parfaite. Ce système qui permet de visualiser les navires sur leur parcours est un dispositif qui permet également la traçabilité des navires, mais aussi d'anticiper leurs mouvements. Le fait de disposer en temps réel de données précises sur la position des navires permet de gérer efficacement la circulation, de réagir plus promptement en cas d'accident ou d'incident, tout en disposant d'une information plus précise sur les cargaisons dangereuses ou encore d'améliorer le contrôle des navires à des fins de sécurité. L'AIS est, par ailleurs, appelé à devenir un élément important pour lutter contre les pollutions marines d'origine circulaire [2].

Le système AIS, permet de localiser la majorité des navires à travers le monde. Donc, plusieurs nouveaux services sont disponibles pour les autorités ou les armateurs, comme le contrôle maritime global ou la connaissance constante de la position de leurs bateaux [3]. Des sites Internet communautaires permettent de suivre la flotte partout dans le monde. On y trouve les positions des navires à tout moment, ainsi que les historiques de leurs mouvements, des photographies et des données techniques. Si cette technologie est récente, ses utilisations se multiplient, à bon ou à mauvais escient.

Les données extraites des systèmes AIS constituent, de fait, une nouvelle manne d'informations pour la communauté maritime, les chercheurs voire le grand public. Elles constituent en effet une source potentielle d'informations sur les circulations maritimes. De ce fait, leur diffusion est un réel apport particulièrement sur la thématique sécuritaire [4], la surveillance des routes maritimes, l'intensité du trafic de navires [5], la prévention des accidents maritimes et la détection des situations inhabituelles [6], les impacts environnementaux [7], mais aussi à différentes échelles spatiales, mondiale [8], régionale [9], locale [10].

L'utilisation de l'AIS repose sur le caractère multi scalaire ; échelles spatiales (local/global) et temporelles (temps court/temps long) de l'information produite par les signaux AIS couplée à d'autres bases. Elle permet des applications opérantes dans des domaines variés. Une application potentielle des

¹ Tjb : le tonneau de jauge brute est l'une des unités de mesure de la capacité de transport d'un navire.

données AIS archivées consiste ainsi à extraire des statistiques de temps de voyage pour une population de navires [11].

La mise à disposition de données AIS archivées ouvre d'intéressantes perspectives pour la caractérisation des activités maritimes sur les plans spatiaux, temporels et quantitatifs. Les potentialités de l'AIS pour la recherche scientifique sont en fait multiples : analyse des routes maritimes empruntées par les navires, estimation des rejets des navires, identification des escales et de leurs durées, analyse des stratégies des compagnies maritimes, cartographie des flux de navires, analyse des interactions avec des éléments d'environnement du navire comme les conditions météorologiques, l'état de la mer, ou la densité du trafic.

III. LA MISE EN PLACE DU PROJET CIRMAR

Afin de construire et d'exploiter une plateforme d'intégration de données et de développement applicatif fondé l'utilisation des signaux AIS, le projet CIRMAR implique une collaboration multidisciplinaire entre géographes, aménageurs et informaticiens notamment.

Alors que plus de 90% du transport international de marchandises s'effectue par voie maritime, la circulation des navires marchands se trouve être un champ d'investigation relativement peu exploré d'un point de vue analytique à l'exception de la thèse de doctorat de Joly [12] sur l'analyse morphologique des circulations maritimes de lignes régulières conteneurisées à l'échelle mondiale. Jusqu'à ce jour, la circulation maritime a donc été appréhendée en combinant des approches élémentaires d'analyse statistique descriptive à d'autres empruntant à la recherche opérationnelle sur les problèmes de réseaux de transport (mesures globales et locales de morphologie de réseau, chemins optimaux dans un graphe et éléments d'optimisation de flux sous contrainte) à partir de plusieurs saisies de registres de la Lloyd's [13], ce qui a représenté un travail considérable ne pouvant matériellement être assuré en continu.

L'utilisation des signaux pour la recherche touche aussi bien la sécurité de la navigation que l'économie maritime ou encore les relations du trafic maritime avec la conjoncture mondiale ou régionale. Nous avons axé nos recherches autour de trois grands domaines :

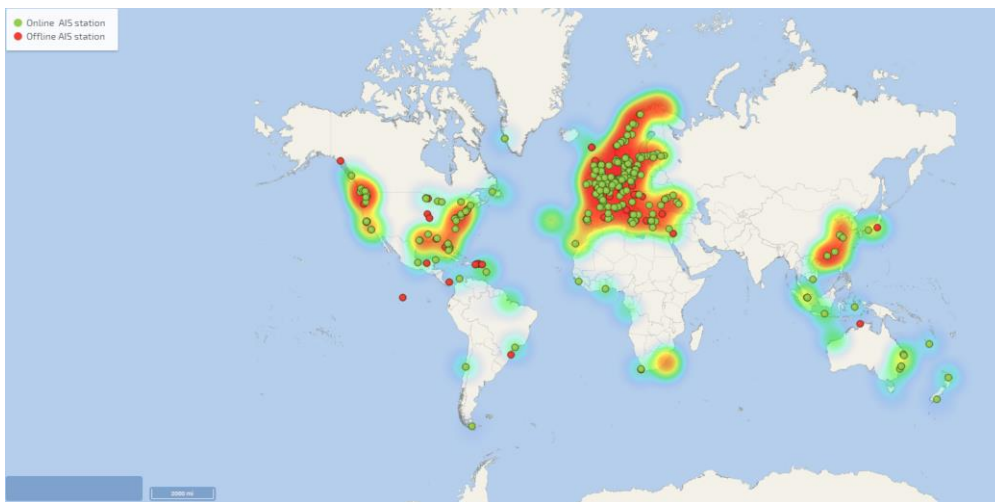
- Le domaine géoéconomique portant sur l'insertion de la circulation maritime dans les chaînes logistiques globales,
- Le domaine de la sécurité de la navigation qui correspond à la finalité première du dispositif AIS,
- Le domaine de l'évaluation des impacts environnementaux de la circulation maritimes en corrélation avec de l'analyse d'image aérienne ou satellitaire.

Le projet CIRMAR s'appuie sur un réseau de chercheurs qui permet de développer et de tester des outils de traitement, d'analyses et de représentation des données. Dans le champ du

transport maritime, l'exploitation des signaux AIS peut être considérée comme du « big data » étant donné la quantité de messages échangés quotidiennement. Ainsi, une plateforme informatique est en cours de développement permettant de recevoir, décoder, nettoyer, stocker, analyser et à terme diffuser les informations issues des messages AIS.

Nous collectons les signaux AIS depuis la seconde moitié de l'année 2015. Notre projet nécessite plusieurs phases. Durant la première phase, les signaux AIS sont reçus via une antenne VHF installé sur le toit de l'Université du Havre. Les messages reçus chaque jour sont stocké dans un fichier nommé avec la date d'arrivée du message. Parallèlement, nous récupérons les messages du réseau collaboratif *AISHUB* de leurs antennes réparties dans l'ensemble du monde (Cf Figure 3), en échange du partage de notre propre flux de messages AIS avec les membres d'*AISHUB*. Cette connexion au réseau *AISHUB* nous permet ainsi d'obtenir une couverture mondiale de la navigation maritime. La couverture de ce réseau collaboratif n'est pas globale et a plusieurs zones dites « blanches » comme la côte Ouest Africaine, le moyen-orient, l'Amérique du Sud, ... où peu de ports sont couverts.

Figure 2 : La couverture mondiale du réseau AISHUB et ces antennes (31/10/2017 16H00)



Les membres du projet CIRMAR ont commencé à exploiter les données récoltées et traitées. Plusieurs études de cas ont ainsi été mises en œuvre. Cette dernière partie propose de s'appuyer sur celles-ci afin de mettre en avant les potentialités liées à l'utilisation des données AIS pour les acteurs du shipping et du monde portuaire.

En ce qui concerne le traitement des données, les deux principaux obstacles à la production d'informations sur les problèmes géoéconomiques sont la quantité de données permettant de traiter la qualité des données et en particulier les données statiques. Même s'ils sont de petites tailles (39 caractères par exemple), le nombre de messages AIS reçus a conduit à la formation de grandes quantités de données. Une

analyse pertinente du trafic maritime doit également prendre compte au mieux la saisonnalité des flux (haute saison, nouvel an chinois, ...) et au moins la durée des temps de transit pour les plus longues routes. Le volume de données à décoder puis à analyser est donc considérable.

Au sujet de la qualité des données, la plupart des problèmes concernent les informations qui sont renseignées à chaque trajet par un opérateur sur le navire. Ils concernent la référence au port de destination, l'état de navigation, le tirant d'eau du navire et l'heure d'arrivée prévue (ETA). Le positionnement et l'information routière transmis automatiquement, l'entrée des informations statiques dans le transpondeur est une opération subsidiaire par rapport à d'autres opérations plus cruciales pour la navigation, notamment lors de l'approche ou du départ du port.

Ainsi, l'utilisation du matériel agrégé des messages AIS pour analyser les flux commerciaux maritimes doit être basée de préférence sur des données dynamiques (positionnement et route), plus fiables que les données statiques. Ces informations doivent être validées par des données externes: nous utilisons donc une base de données de navires via le numéro MMSI et une base de données géo référencée sur les ports [14].

Ainsi, pendant le traitement, la première étape consiste à décoder tous les messages. La quantité de données à traiter peut nécessiter d'allouer un traitement sur plusieurs sessions et machines afin d'éviter des temps d'attente excessifs. Les résultats servent de base à différents types d'analyses: analyse de

la performance portuaire (durée de l'appel et taille du navire ...), stratégies des compagnies maritimes, étude du réseau maritime, analyse des marchés régionaux.

Les membres du projet CIRMAR ont commencé à exploiter les données récoltées et traitées. Plusieurs études de cas ont ainsi été mises en œuvre. Cette dernière partie propose de s'appuyer sur celles-ci afin de mettre en avant les potentialités liées à l'utilisation des données AIS pour les acteurs du shipping et du monde portuaire.

En raison de son développement rapide, l'AIS est un fantastique outil de suivi. Avec les agences de renseignements, les armateurs ont été les premiers à s'en emparer : leur permet de suivre leur flotte depuis la terre et d'optimiser la

logistique. Toutefois, les compagnies maritimes et les affréteurs souhaitent en rester les plus discrets possibles sur les données et informations commerciales. Hors la transmission automatique de certaines données telles que la destination du navire ou son ETA² leur font craindre un risque d'espionnage commercial : la connaissance des ports d'origine ou de destination, de certaines cargaisons ou encore des vitesses de navigation sont en effet à la disposition des armateurs concurrents.

Par ailleurs, si la gratuité des données existe, en ce qui concerne l'observation des positions AIS en temps réel, elle ne fait pas force de loi, notamment pour accéder à des bases de données archivées. Les enregistrements d'arrivée et de départ sont également mis à disposition par le *Lloyd's Register Fairplay* à des fins commerciales dans le cadre de sa base de données Sea-web³ [15]. Ces grands groupes proposent des informations AIS au niveau mondial, mais dont l'accès est payant, et relativement onéreux. Par exemple, *Lloyd's List* a le plus grand réseau mondial de récepteurs AIS. Une couverture supplémentaire des océans et des zones peu peuplées peut être fournie par des rapports AIS via satellite [16]. Il existe également entre autres *ExactEarth* (<http://www.exactearth.com>) compagnie canadienne spécialisée dans la vente des données AIS collectées par satellite.

Enfin, si le suivi de la flotte de pêche est d'abord assuré par le système par couverture satellitaire *Vessel Monitoring System* qui contrôle l'intégralité de l'activité des navires de pêche européens de plus de 12 mètres, dans le cadre de la gestion commune des ressources, le système AIS peut être utilisé pour cette activité. Son utilité est déjà reconnue dans les espaces où circulation commerciale et activités de pêche sont importantes, même si les pêcheurs n'apprécient pas que leurs positions soient rendues publiques et sont parfois réticents à s'équiper.

Le projet CIRMAR en couplant AIS et SIG offre donc des développements applicatifs qui peuvent répondre aux problématiques des différentes parties prenantes du transport maritime (autorités portuaires, compagnies maritimes, opérateurs de terminaux notamment). Ces analyses peuvent répondre à différents types de besoins et de trafics (RORO, conteneurs...) et s'étendre à différentes échelles et zones géographiques. Le projet CIRMAR s'est consacré dans un premier temps au développement d'applications géoéconomiques, géomarketing et d'intelligence économique

² ETA signifie Estimated Time of Arrival, ou estimation de l'heure d'arrivée. Ce terme est très souvent utilisé par les compagnies de fret et de transport de colis express. Par convention, l'ETA est donné dans l'heure locale du destinataire.

³ www.sea-web.com

sur l'insertion du trafic maritime dans la chaîne logistique globale :

- Analyse des stratégies des compagnies maritimes : routes maritimes, choix des ports d'escales, capacité des navires,
- Identification et étude des réseaux maritimes,
- Calcul des taux de chargement et déchargement par port,
- Identification et durée des escales permettant de réaliser des diagnostics de performances des terminaux portuaires,
- Diagnostic fin des avants-pays portuaires via l'analyse des liaisons privilégiées : ports d'origine - ports de destination,
- Détermination des transit times et des vitesses de navigation selon les compagnies, les types de navires,
- Analyse des temps d'attente en rade avant la remontée d'un estuaire ou l'obtention d'un poste à quai,
- Analyse de la ponctualité des navires dans les ports par rapport aux plannings des compagnies maritime et impact sur les maillons terrestres de la chaîne logistique,
- Cartographie des flux de navires.

IV. EXEMPLES D'APPLICATIONS GÉO-ÉCONOMIQUES

La présentation, illustrera à titre d'exemples des analyses consacrées aux applications géoéconomiques. Les analyses proposées s'intéresseront à différents aspects du transport maritime et de l'activité portuaire et s'appliqueront à des échelles d'étude différentes.

A terme, les possibilités d'analyses offertes par l'exploitation des signaux AIS permettront de réaliser des analyses appliquées à d'autres domaines. Ainsi, d'autres applications sont en cours de développement :

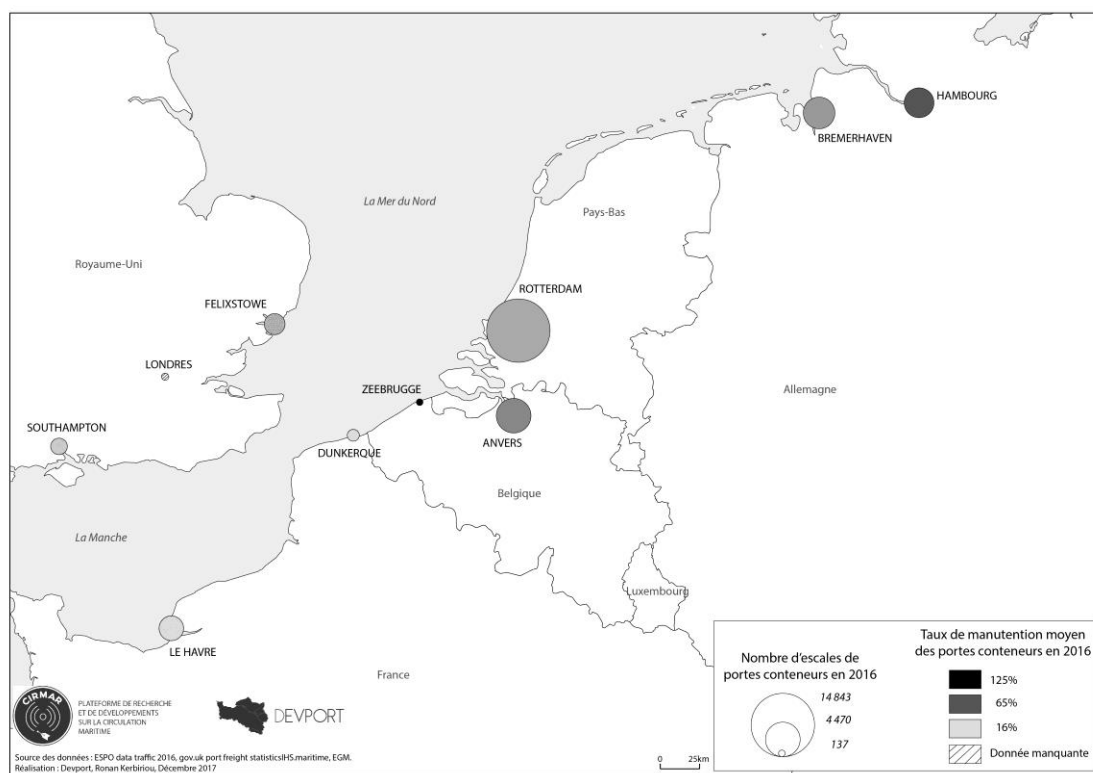
- Des applications sur les impacts environnementaux du trafic maritime et la sûreté :
 - Analyse sur la modernisation des flottes,
 - Impacts des mises en place des zones de restriction de navigation (zones SECA, ...) sur la circulation maritime,
 - Accidents environnementaux et rejets,
 - Pollution marine et de navigation,
- Des applications pour la navigation et la sûreté :
 - Analyse rétrospective des « quasi-accidents »,
 - Conditions de circulation dans les mers très fréquentées.

Cette liste, non exhaustive, a pour objectif de présenter certaines potentialités offertes par les données AIS, abordées sous l'angle de la géographie économique. Enfin, l'intégration de systèmes de modélisation mathématique dans la démarche

peut permettre d'offrir des simulations à ce maillage dense d'interactions entre acteurs autour des circulations maritimes et de leurs prolongements terrestres. Il est d'ailleurs possible de dépasser l'échelle maritime et d'intégrer la circulation fluviomaritime : Seine, Rhin, Elbe par exemple.

Sur la base de données AIS, nous pouvons présenter un exemple précis appliqué à la rangée nord européenne. Il s'agit de déterminer la part moyenne des conteneurs manutentionnés par navires et par escales. Cette méthode demande à être approfondie et parachevée mais elle permet d'avoir un premier aperçu de l'importance de l'hinterland d'un port par exemple.

Figure 3 : Nombre d'escales et part de conteneurs manutentionnés en moyenne pour les portes conteneurs dans les ports du Range Nord en 2016



L'étude des escales de porte-conteneurs dans le range Nord en 2016 permet de mettre en avant de nombreuses caractéristiques des ports de cette façade maritime. Sans surprise, Rotterdam est le port qui concentre le plus d'escales avec 14 843 escales de porte-conteneurs en 2016 loin devant Anvers (4470 escales) et Le Havre (2274 escales). L'importance du transbordement dans un port, qui impacte fortement le nombre d'escales, est mise en lumière lorsqu'on analyse la taille moyenne des porte-conteneurs. A Rotterdam, qui réalise un trafic de transbordement important à destination du Royaume-Uni et par barge fluviale, le port reçoit des unités

qui font une taille moyenne de 2446 EVP alors qu'*a contrario* au port du Havre cette taille est de plus de 6 000 EVP. Les navires de grandes tailles se situant sur les lignes maritimes intercontinentales font escales au Havre. La faiblesse du port du Havre se situe sur son trafic de transbordement très peu développé. De plus, en comparant les taux de chargement et de déchargement moyen des porte-conteneurs par port, en moyenne au Havre seulement 18% des conteneurs sont chargés / déchargés seul Dunkerque fait moins bien.

L'analyse des données permet de soulever une réalité opérationnelle et stratégique orchestrée par les grandes compagnies maritimes mondiales. Dans le contexte du transbordement, les escales havraises des gros porte-conteneurs sont deux à trois fois moins importantes en termes de volumes que pour Rotterdam. D'un côté, Le Havre tire toujours profit de sa position géographique unique de 1^{er} port d'appel et le dernier port de sortie de l'espace économique nord-européen. De l'autre, Le Havre pâtit de la faiblesse du

maillage en transport maritime de courte distance (TMCD) [17]. Cela a pour conséquence de générer des volumétries à l'escale nettement plus importantes sur les têtes de pont portuaires que constituent Rotterdam, Hambourg et Anvers.

Si les résultats des analyses restent pour le moment théoriques, le croisement des outils et des méthodes mises en œuvre avec des questionnements et des informations émanant du monde professionnel

peuvent ouvrir de nouvelles portes à l'exploitation des données AIS. Dans le même ordre d'idée, l'utilisation de l'AIS offre la possibilité de réfléchir aux questions de complémentarité et/ou de substituabilité portuaire notamment dans le cadre de la conteneurisation. L'intégration des données relatives aux mouvements de navires dans l'analyse de la compétition au sein d'une région portuaire permet de compléter l'utilisation de données traditionnelles comme le nombre ou le type de portiques sur les terminaux, la longueur de quai par exemple. Ceci permet notamment d'analyser les comportements des opérateurs de lignes régulières. Les

résultats sont intéressants pour les compagnies maritimes, les ports ou les opérateurs de terminaux à conteneurs ainsi que pour les décideurs politiques pour le développement de l'avant-pays par exemple l'accès nautique mais aussi pour les liaisons avec l'arrière-pays (Schøyen H. & Al., 2017).

[1] Safety Of Life at Sea

[<http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Safety-of-Life-at-Sea-%28SOLAS%29,-1974.aspx>].

[2] Serry & Lévêque, 2015

[3] Prévost, 2012

[4] Fournier, 2012

[5] Eriksen, Høye, Narheim, Meland, 2006

[6] Kao, Lee, Chang and Ko, 2007

[7] Jalkanen, Johansson, Kukkone, 2013

[8] Shelmerdine, 2015

[9] Cairns, 2005

[10] Perkovic, Gucma, Przywarty, Gucma, Petelin, Vidmar, 2012

[11] Mitchell et al, 2014

[12] Joly, 1999

[13] Ducruet, Joly, Le Cam, 2012

[14] Lévêque, 2016

[15] Kaluza, Kölsch, Gastner, Blasius, 2010

[16] Thery, 2012