



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



Ifremer

ENSM

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE MARITIME

**DES DONNÉES UTILES AUX CONCEPTEURS
PORTUAIRES AUX TRAITEMENTS NUMÉRIQUES
AU BÉNÉFICE DES PLACES PORTUAIRES**

1. Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

- 1.1 Données physiques : niveaux marins, houle, vagues, vent, vitesses d'approche des navires
- 1.2 Données bathymétriques et topographiques
- 1.3 Données sédimentologiques (et géologiques)
- 1.4 Données physico-chimiques de l'eau de mer
- 1.5 Données sur la biodiversité
- 1.6 Données utiles à la logistique

2. Les données navires et marchandises en France et en Europe

- 2.1 PCS
- 2.2 CCS
- 2.3 Etat des lieux des PCS et des CCS en France
- 2.4 France PCS
- 2.5.1 France Sésame
- 2.5.2 GUMP
- 2.5.3 e-FTI
- 2.6 Portbase aux Pays-Bas

3. Traitement des données et applications numériques pour les ports

- 3.1 Quelles clefs de compréhension de la transition numérique des ports
- 3.2 *Block Chain* : Tradelens et GSBN
- 3.3 Internet des objets (IOT) et intelligence artificielle
- 3.4 Jumeaux numériques : Bordeaux et Anvers
- 3.5 Cybersécurité
- 3.6 Automatisation
- 3.7 Marseille *Smart port in Med* et *Smart port city* Le Havre

Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.1 Données physiques : niveaux marins – marégraphes et données satellitaires

Pour les ports où nombre de marégraphes ont pu être installés comme celui du port de Brest à la fin du XVIIIème, la question de la projection des niveaux marins moyens et extrêmes due aux effets du réchauffement climatique pose de redoutables questions de rythme d'adaptation de ces infrastructures pour des ouvrages dont la durée de vie est de l'ordre de la centaine d'années, pour les terminaux et de façon plus large pour l'ensemble des espaces portuaires sujet à submersion récurrente à marée haute.

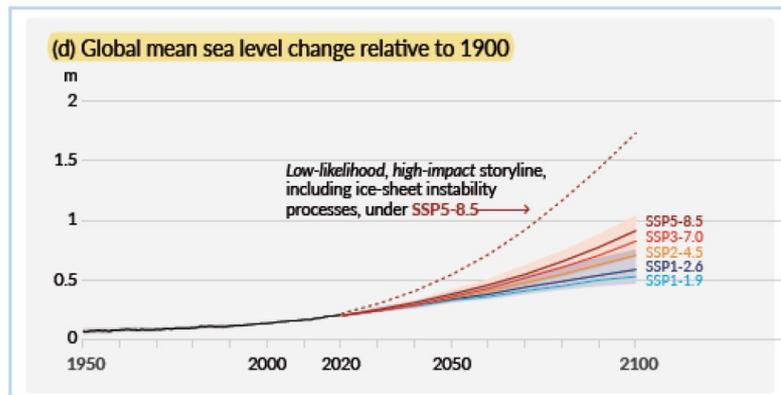


Tableau 1 : projections du niveau marin global de 1950 à 2100
extrait du rapport du GT1 du GIEC sur la base scientifique page 22

Source : GT1 GIEC AR6 cité in rapport IGEDD/IGAM 014713-01 « L'adaptation au changement climatique des gestionnaires d'infrastructure de navigation maritime et fluviale en France »- Contribution du groupe de travail ad hoc du collège CGEDD/IGAM Mer, fluvial et littoral avec le Cerema, le Shom, l'UPF, l'AFPI, VNF, CNR

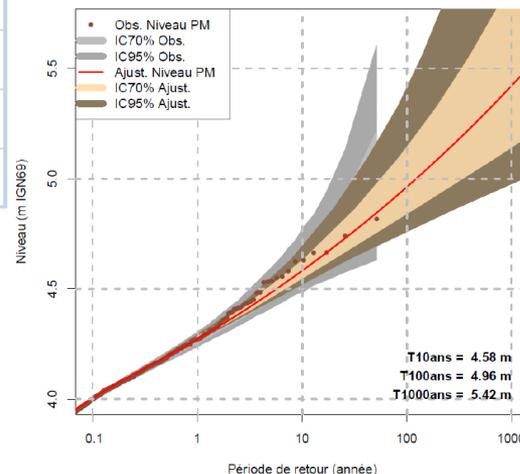
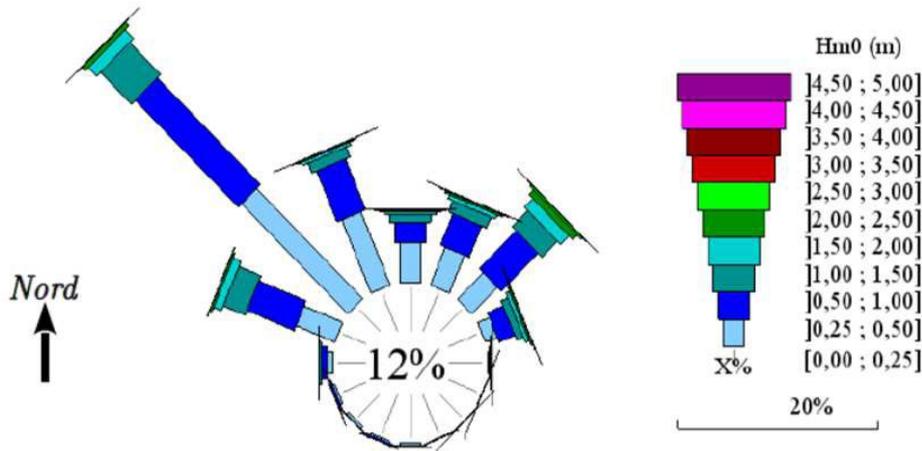


Illustration 11 : Le Havre – Valeurs extrêmes de niveau PM estimées par la convolution marée-surcote

Source : Cerema/Shom Décembre 2022-
Estimation des valeurs extrêmes de niveau
d'eau pour le littoral métropolitain

1.1 Données physiques : houle et vagues

► H_{m0} fonction de Dir_p (rose des houles)



Perspectives
d'évolution du réseau
national de mesure
de la houle

Stratégie 2022-2031

Rapport n° 013587-01

établi par Pascal
KOSUTH-CGEDD

Dé c e m b r e 2 0 2 1

*Figure 4 : Rose des houles de la station 05008
Cherbourg extérieur (13 ans d'enregistrement)
(source CANDHIS)*

1.1 Données physiques : vent

Données anémométriques à la station du cap de la Hève

CAP-DE-LA-HEVE (76)

Indicatif : 76552001, alt : 100 m., lat : 49°30'36"N, lon : 00°04'12"E

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs horaires entre 0h00 et 23h00, heure UTC

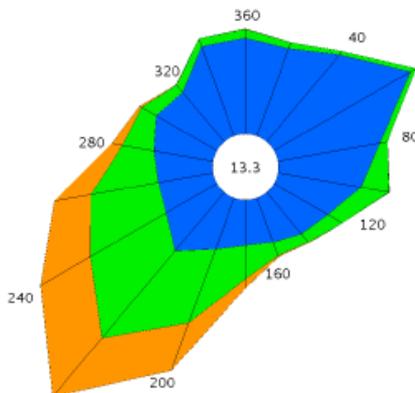


Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 82079

Manquants : 5569

Dir.	[5.0;15.0[[15.0;25.0[> 25.0 Mts	Total
20	3.7	0.2	-	3.9
40	4.5	0.2	0.0	4.7
60	6.2	0.3	0.0	6.5
80	4.1	0.3	-	4.4
100	3.3	1.1	-	4.5
120	2.5	0.7	-	3.1
140	2.2	0.4	-	2.6
160	1.9	0.6	-	2.5
180	1.8	1.3	0.4	3.5
200	2.2	3.1	2.0	7.2
220	3.0	4.5	3.0	10.5
240	2.3	3.4	2.3	8.0
260	2.2	2.7	1.5	6.4
280	2.4	1.3	0.4	4.1
300	2.8	0.7	-	3.5
320	2.5	0.4	-	3.0
340	3.8	0.3	-	4.1
360	3.8	0.4	-	4.2
Total	55.1	21.8	9.8	86.7
[0;5.0[13.3

Groupes de vitesses (kts)



Pourcentage par direction



Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.1 Données physiques : vitesse et angle d'approche des quais des navires

L'objectif du GT 145 de l'AIPCN était de mieux appréhender les vitesses et angles d'accostage des différents types de navire pour faciliter le dimensionnement des défenses de quai

Source



BERTHING VELOCITY ANALYSIS OF SEAGOING VESSELS OVER 30,000 DWT



Fig. 4.1: Typical laser in its protective housing for an oil or gas terminal

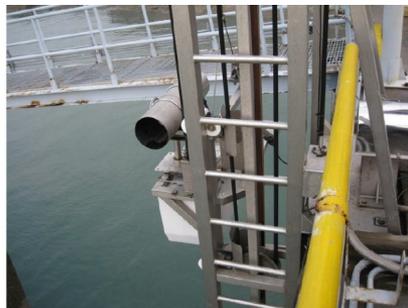


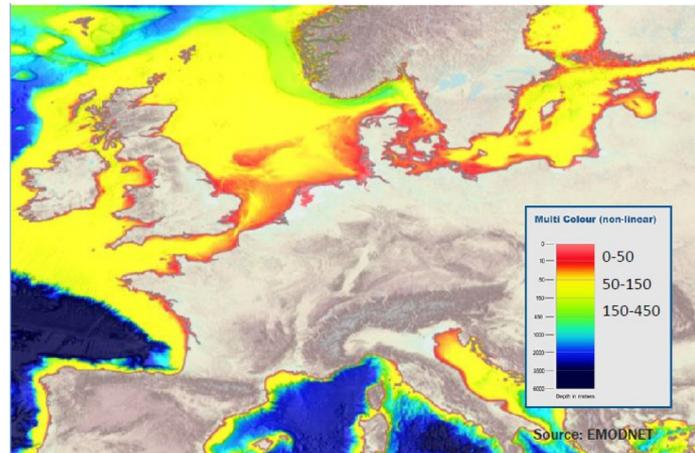
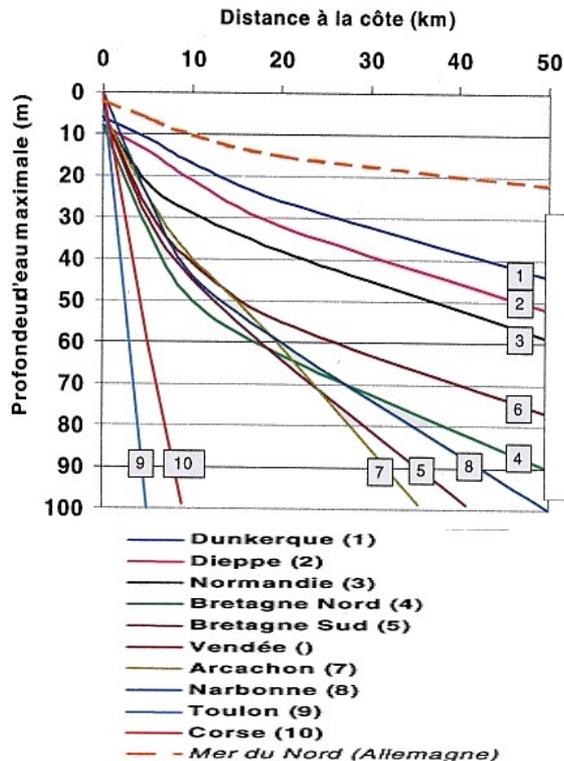
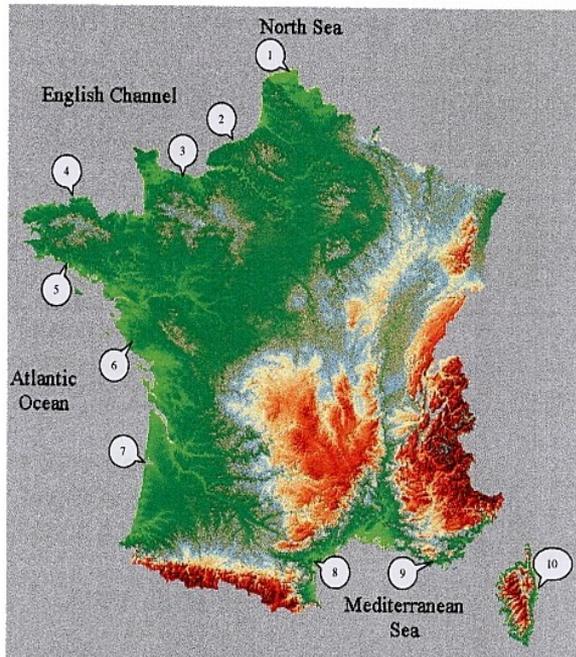
Fig. 4.3: BAS laser on a vertically adjustable mount which compensates for tidal variations

Terminal ID	Vessel Type	Typical Waves Condition	Typical Current Condition	Typical Wind Climate	Method of Measurement	Tugboat Assistance	Availability of Berthing Aids	Type of Berths
EUB1	Dry bulk	Protected	Weak	Strong	Portable laser / PPU	Yes	PPU	Closed quay
JB1	Dry bulk	Protected	Weak	Calm	Sonar	Yes	Sonar	Open quay
EU1	Container	Protected	Weak	Strong	Portable laser / PPU	Yes*	None	Closed quay
EU2	Container	Semi exposed	Strong	Strong	Fixed laser	Yes	None	Semi-closed
EA1	Container	Protected	Weak	Calm	Fixed laser (crane mounted)	Yes	None	Closed quay
EA2	Container	Protected	Weak	Calm	Portable laser / PPU	Yes	None	Closed quay
J1	Container	Protected	Weak	Calm	Fixed laser / (crane mounted)	Yes	Optional	Closed quay
J2	Container	Protected	Weak	Calm	Fixed laser / (crane mounted)	Yes	None	Closed quay
J3	Container	Protected	Weak	Calm	Inductive position transducers	Yes	None	Closed quay
USA1	Container	Protected	Weak	Calm	Portable laser	Yes	None	Closed quay
EUGAS	LNG	Protected	Weak	Calm	Fixed laser	Yes	Fixed laser	Jetty
EUT1	Tanker	Semi exposed	Berthing around slack tide	Strong	Fixed laser	Yes	Fixed laser	Jetty
EUT2	Tanker	Protected	Weak	Strong	Portable laser / PPU	Yes	Fixed laser / PPU	Jetty
USAT1	Tanker	Protected	Weak	Calm	Fixed laser	Yes	PPU	Jetty

* some berthing manoeuvres without tugboat assistance

Table 5.2: Categorisation of terminals where berthing velocity data was collected

1.2 Données bathymétriques et topographiques





Evolution des plans de sondages

CETMEF

Exemple :
Le bassin René COTY
(Port Autonome du Havre)





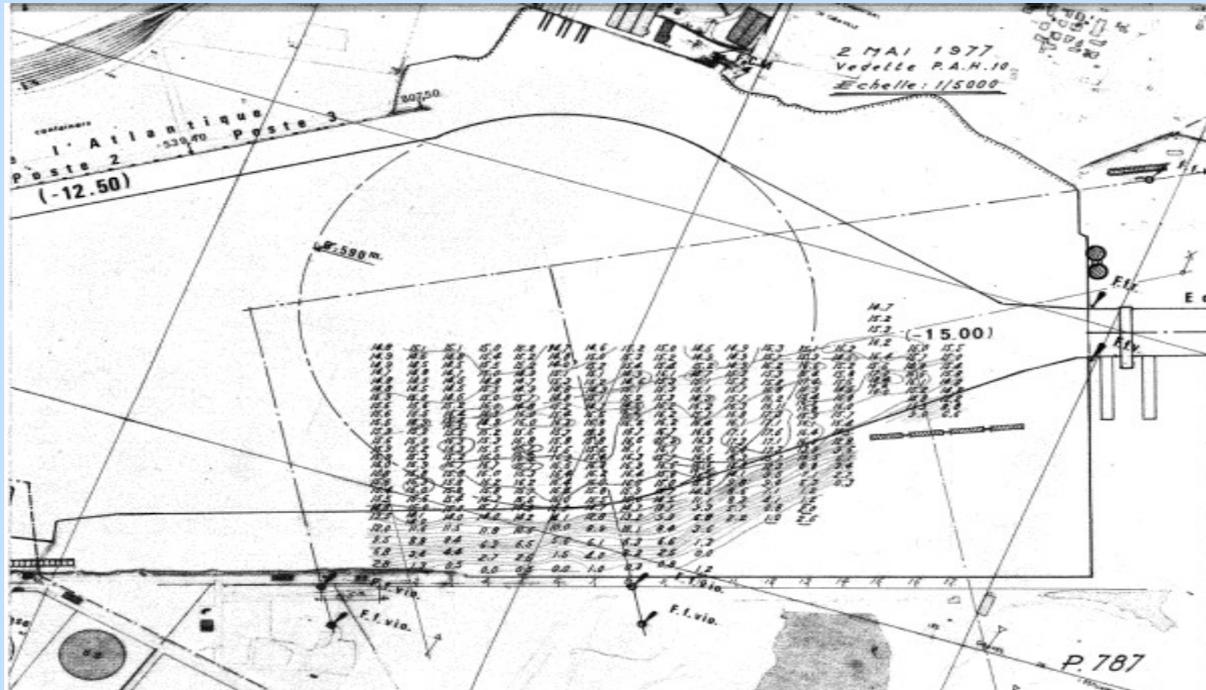
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ministère
de l'Équipement
des Transports
de l'Aménagement
du territoire
du Tourisme et
de la Mer

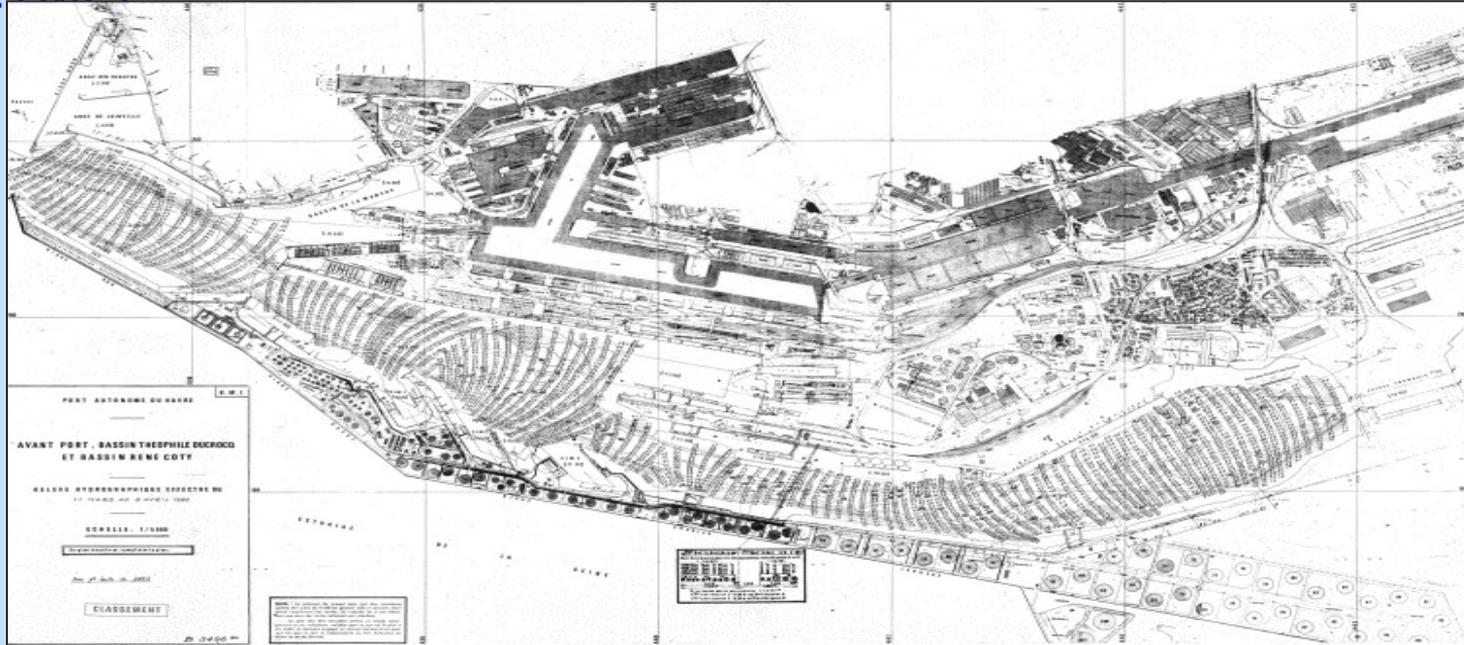
Sondage manuel - 1977

CETMEF

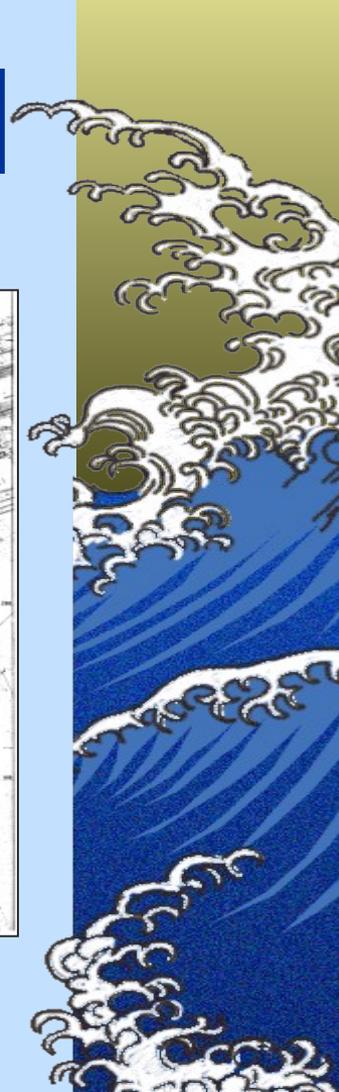


Sondeur Mono faisceau – 1980

CETMEF

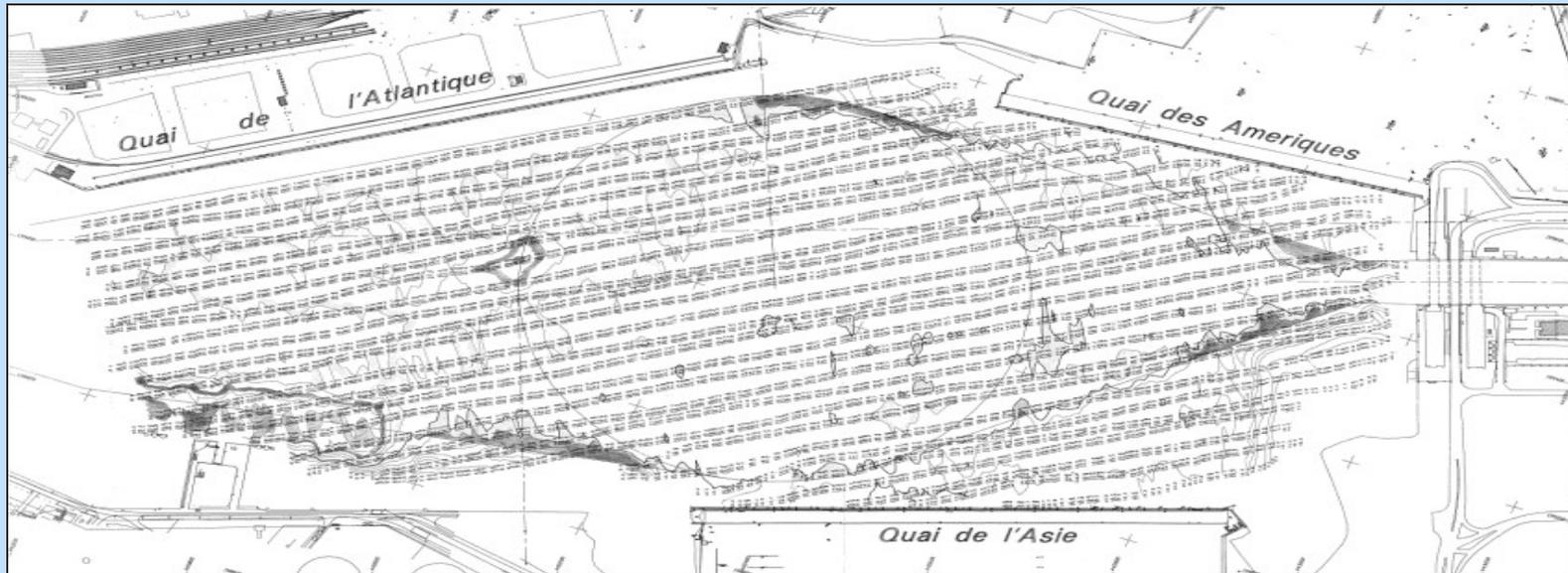


- Sondeur des DESO10
- Report manuel des sondes
- Positionnement cercles hydrographiques

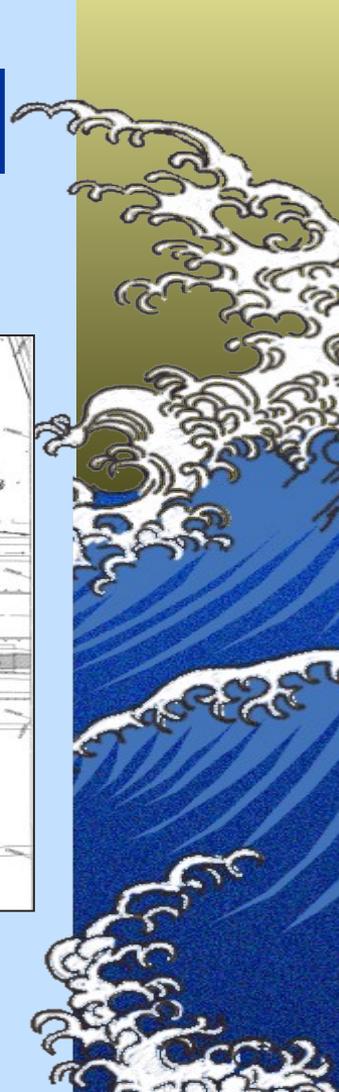


Sondeur Mono faisceau – 1993

CETMEF

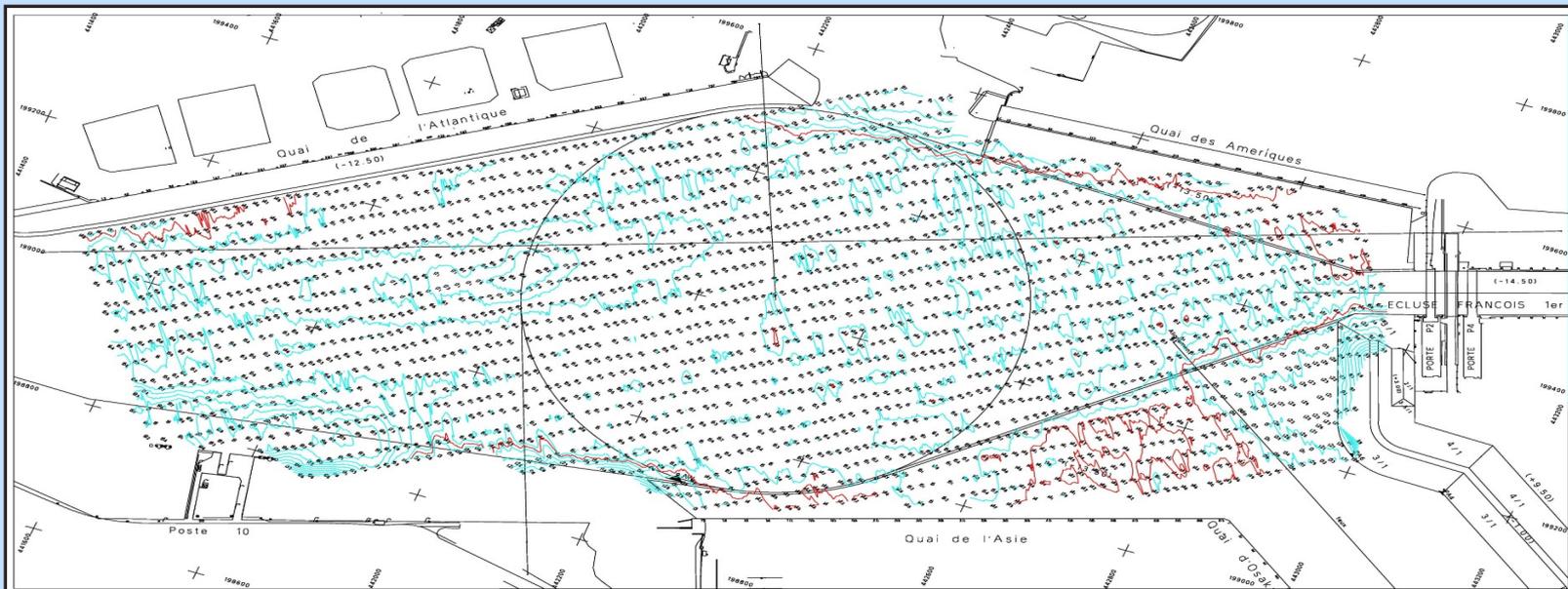


- Sondeur des DESO25/
logiciel de traitement DALI
- Positionnement Polarfix



Sondeur Mono faisceau – 1998

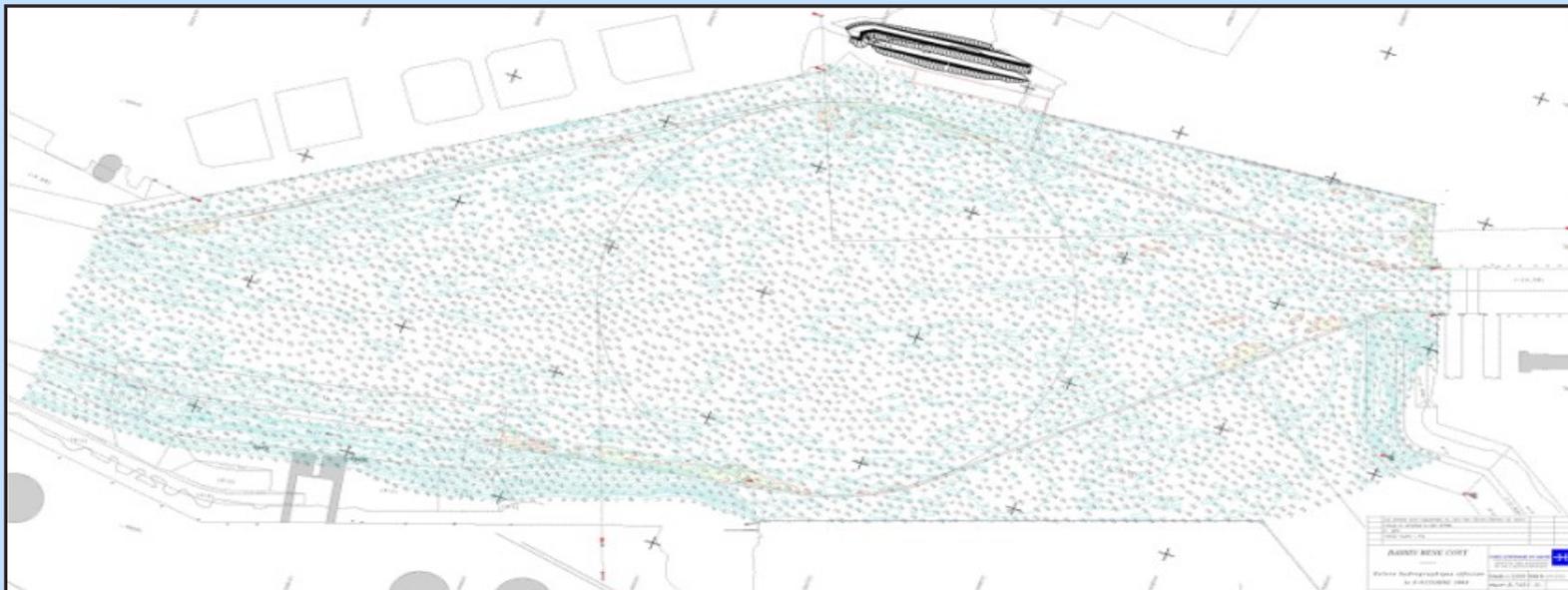
CETMEF



- Sondeur des DESO25
- Logiciel de traitement CARIS
- Positionnement DGPS

Sondeur Multi faisceaux – 2003

CETMEF



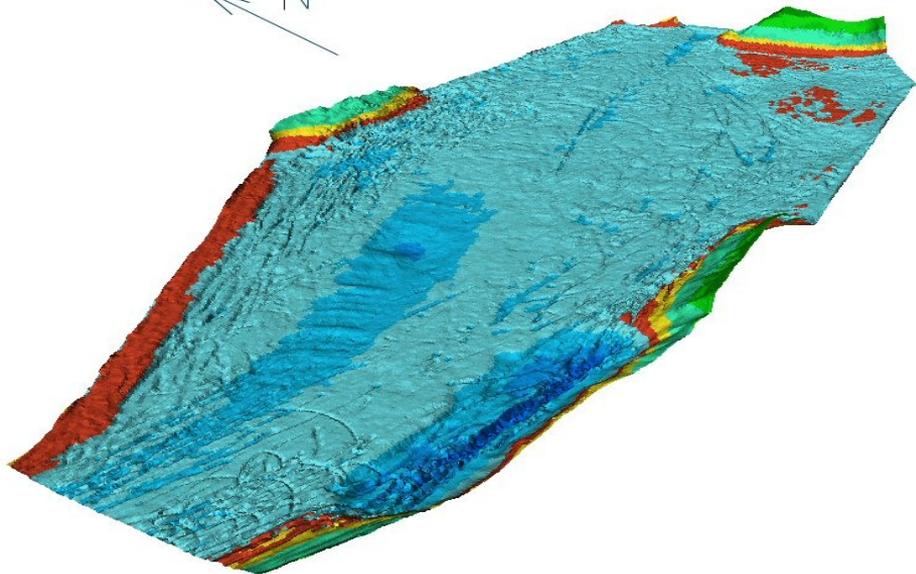
- *Sondeur Seabat 8101*
- *Logiciel de traitement CARIS*
- *Positionnement DGPS*



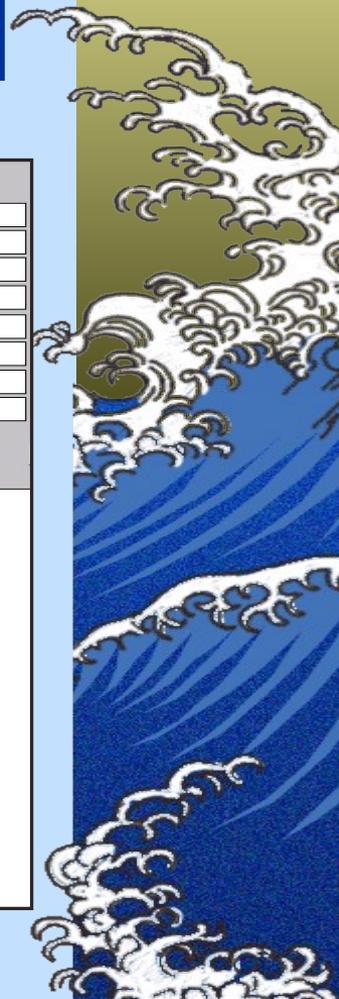
Vue 3D – 2004

CETMEF

BASSIN RENE COTY



Colour	From	To
	-20.00	-18.00
	-18.00	-16.00
	-16.00	-14.00
	-14.00	-12.00
	-12.00	-10.00
	-10.00	-5.00
	-5.00	0.00
	0.00	5.00
	Ranges Not Listed Above	



Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.3 Données sédimentologiques (et géologiques)

Utiles pour quantifier les volumes de dragages , la granulométrie et la qualité des sédiments : le groupe Geode réunit administrations, ports et Cerema...

GEODE

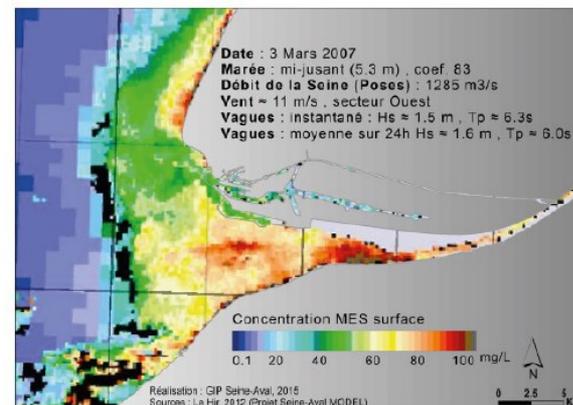
Les estimations de la masse du bouchon vaseux de l'estuaire de la Seine sont globalement comprises entre 200 000 t et 350 000 t en fonction des conditions hydrodynamiques.

L'analyse des images satellite de couleur de l'eau (MODIS 2004-2014) permet l'estimation de la concentration en MES de surface à l'échelle du bouchon vaseux et de l'embouchure de l'estuaire. Par exemple, l'image satellite de la figure 21 a été réalisée le 3 mars 2007, 4 heures avant la basse mer et avec un débit de 1 285 m³/s, faisant suite à une tempête relativement importante avec des vagues d'environ 1,50 m à l'embouchure. Le bouchon vaseux est alors situé au niveau de Honfleur.

Dans le cadre des dragages d'entretien du chenal de navigation et des installations portuaires de l'estuaire par le GPMR (cf. [annexe 3](#)), les principales zones de dragage sont situées dans l'emprise du bouchon vaseux où la teneur en matières en suspension peut atteindre 5 g/l. Les effets des dragages sur la turbidité naturelle seront donc non mesurables, les remises en suspension des sédiments lors des dragages aboutissant généralement à des teneurs en MES de quelques dizaines de milligrammes par litre.

7. Les BPE dans l'exécution des travaux de dragage

Figure 21 : Distribution spatiale des concentrations en MES de surface mesurée par le satellite MODIS, le 3 mars 2007 (données qualitatives) ; marée à mi-jusant, débit : 535 m³/s



Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.3 Données sédimentologiques (et géologiques)

Géode rassemble les données utiles pour quantifier les volumes de dragages , la granulométrie et la qualité des sédiments .

Figure 112 : Bouée d'enregistrement et de télétransmission des paramètres physico-chimiques de l'eau



Figure 113 : Sondes optiques / granulométriques pour la mesure de la turbidité et des paramètres associés



Des sondes de dernière génération sont utilisées comme les sondes optiques/granulométriques LISST-STX qui mesurent la turbidité, la granulométrie des particules, la vitesse de sédimentation et les paramètres classiques (température, O₂...).

Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.3 Données sédimentologiques (et géologiques)

Un exemple des figures
présentées par le groupe
Geode .

Geode/MTES Février 2018
Dragages et immersion en
mer et en estuaire: revue des
bonnes pratiques
environnementales

Figure 120 : Exemples d'audiogrammes de quelques mammifères marins (Johnson, 1967 ; Popov & Klishin, 1998 ; Kastelein et al., 2002 ; Pacini et al., 2010)

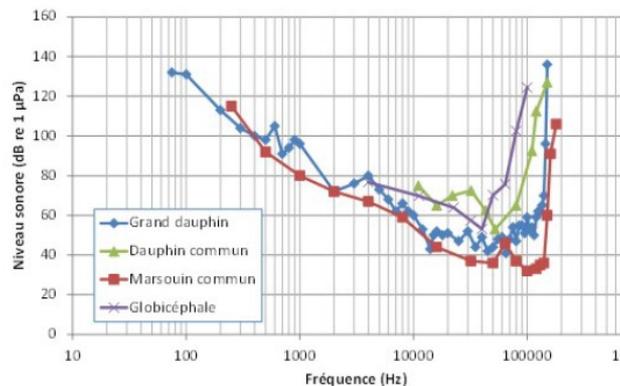


Tableau 67 : Gamme d'audition fonctionnelle définissant trois groupes de mammifères marins (Ketten, 1998)

Fréquence	Groupes	Gamme d'audibilité	Gamme optimale de réception	Seuil d'audibilité
Infrasonique - sonique	Mysticètes	15 Hz à 20 kHz	20 Hz à 2 kHz	inconnu, sans doute 60-80 dB re 1 µPa
Sonique - ultrasonique	Pinnipèdes*	1 kHz à 20 kHz	très variable	50 dB re 1 µPa
Ultrasonique	Odontocètes	200 Hz à 200 kHz	16 à 120 kHz	40 dB re 1 µPa

* Seul l'éléphant de mer présente une sensibilité notable en dessous de 1 kHz. Les pinnipèdes sont adaptés à entendre à la fois dans l'air et dans l'eau.

Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.4.1 Données physico-chimiques sur l'eau de mer

Bouée Marel

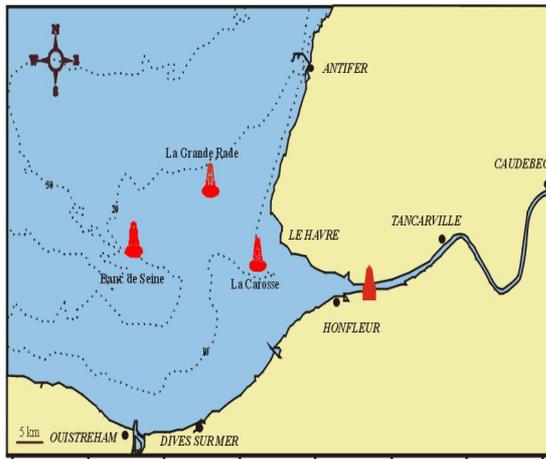
Bouée MOLIT (mer ouverte
littorale)



Station Estuarienne - Honfleur

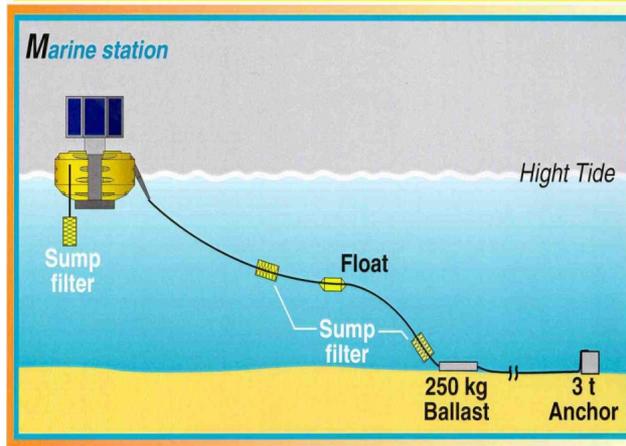
- Dispositif installé de depuis décembre 96 à 2007
- Principe : mesure automatique et continue paramètres physico-chimiques à trois niveaux de la colonne d'eau





Grande Rade Sud

- Installation juin 98.
- Une station estuarienne
- Trois stations marines
- Difficultés pratiques de maintenance en site exposé (forts houle et courants; navigation avec risque d'endommagements)
- Ré installation sur site fréquemment opérées.



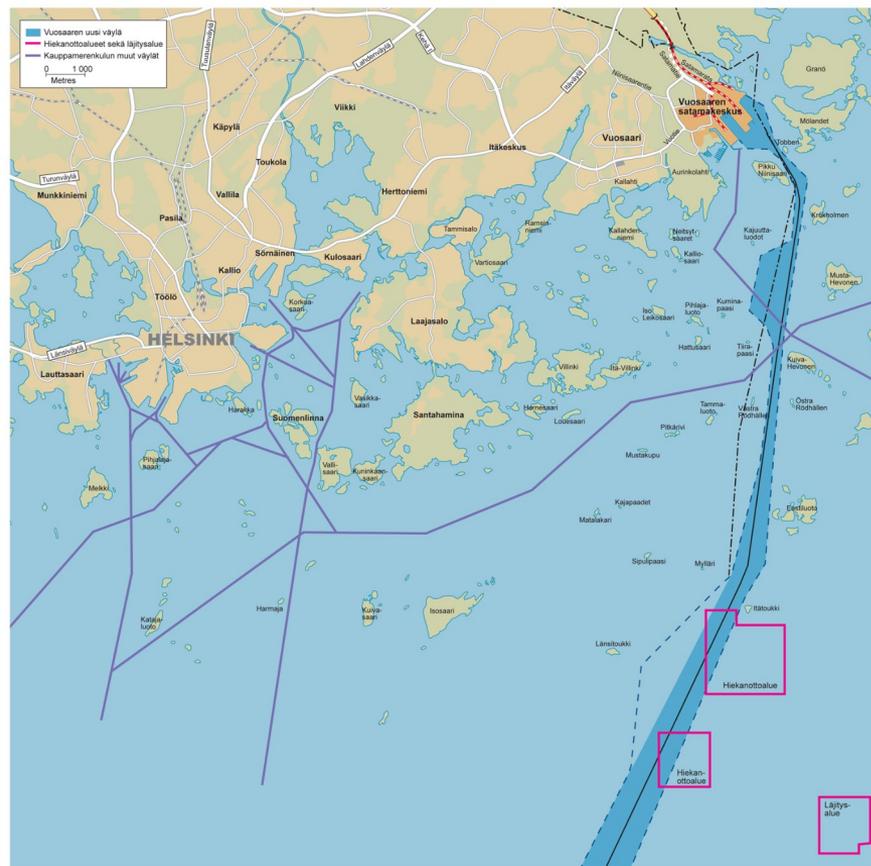
1.4.1 Données physico-chimiques sur l'eau de mer

L'analyse des incidences durables du projet Port 2000 au port du Havre amène à s'interroger sur les modifications que les nouveaux aménagements portuaires pourraient induire sur le fonctionnement de l'estuaire et de la baie de Seine. L'étude d'impact réglementaire renseigne sur les impacts potentiels à long terme des nouvelles installations. Ils sont considérés à l'horizon 2020 et sont globalement de faible ampleur. Ceci constitue l'hypothèse d'impact qui est testée à partir des suivis scientifiques. La communication présente les résultats du suivi réalisé à partir du réseau MAREL - Baie de Seine de stations de mesures multi-paramètres à haute fréquence. Dans un premier temps la méthodologie retenue pour exploiter les mesures est détaillée : les effets recherchés sont définis et la stratégie de traitement des données est précisée. Le choix des critères et des seuils retenus est justifié. Une seconde partie présente le matériel et les mesures disponibles. Les résultats du suivi n'indiquent aucune évolution des paramètres mesurés durant 1998 et 2007. Une des limites de cette étude est la non continuité des mesures, dû aux dysfonctionnements du réseau.

Résumé de la communication aux 31èmes Journées de l'hydraulique de la SHF des 22 et 23 septembre 2009 sur la morphodynamique et la gestion des sédiments dans les estuaires, les baies et les deltas-

Suivi de l'impact sur l'estuaire de la Seine des aménagements de Port 2000 par exploitation des mesures du réseau MAREL - Baie de Seine par Joël L'Her, Pascal Galichon, Tristan Bataille, Michel Albrecht, Frédéric Villers

1.4.2 Données physico-chimiques des sédiments : extension du port d'Helsinki à Vuosaari en Finlande



1.4.2 Données physico-chimiques des sédiments



1.4.2 Données physico-chimiques des sédiments, stabilisation des sédiments pollués au TBT

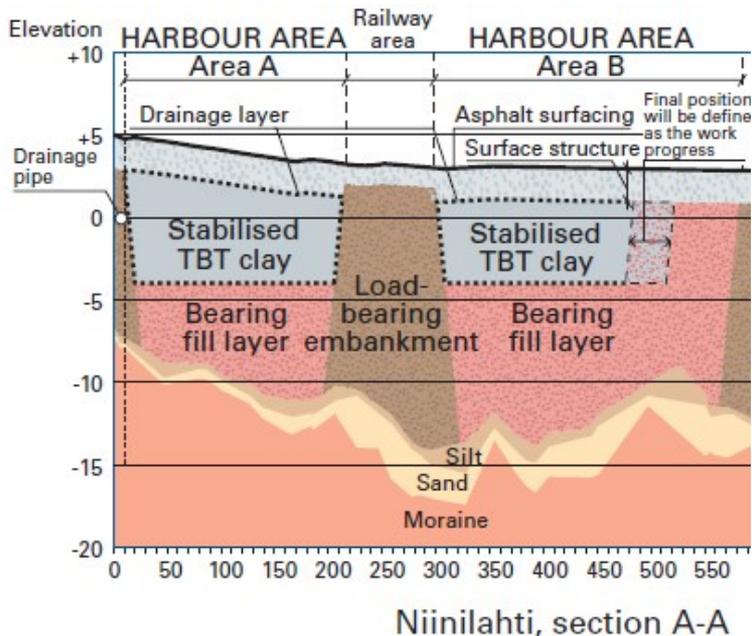


Figure 2: The basins for TBT-sediment and the start of the mass stabilization.

1.5 Données sur la biodiversité

Présentation DEB au collège MFL de mars 2022 sur l'application de la directive cadre sur la stratégie du milieu marin et sa déclinaison sur les façades maritimes (DCSMM)

Adoption des PdS 2^{ème} cycle (fin 2021)

14 programmes de surveillance

- Oiseaux (D1 biodiversité)
- Mammifères marins et tortues (D1 biodiversité)
- Poissons et céphalopodes (D1 biodiversité)
- Habitats benthiques (D1 biodiversité)
- Habitats pélagiques (D1 biodiversité)
- Espèces non indigènes (D2)
- Espèces commerciales (D3)
- Eutrophisation (D5)
- Intégrité des fonds marins (D6)
- Changements hydrographiques (D7)
- Contaminants (D8)
- Questions sanitaires (D9)
- Déchets (D10)
- Bruit (D11)

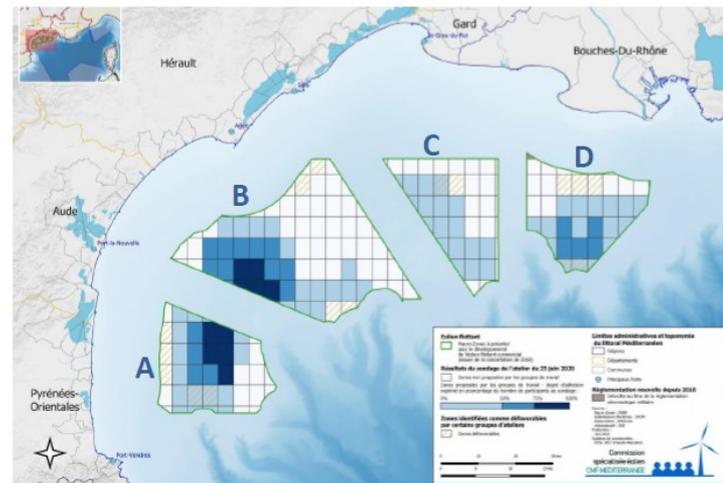
- Stabilisent un socle opérationnel de surveillance
- Identifient des besoins en connaissance

1.5 Données sur la biodiversité

Conclusion

Présentation Ifremer au collège Mer fluvial et littoral de mars 2022 sur l'éolien en mer dans le golfe du Lion

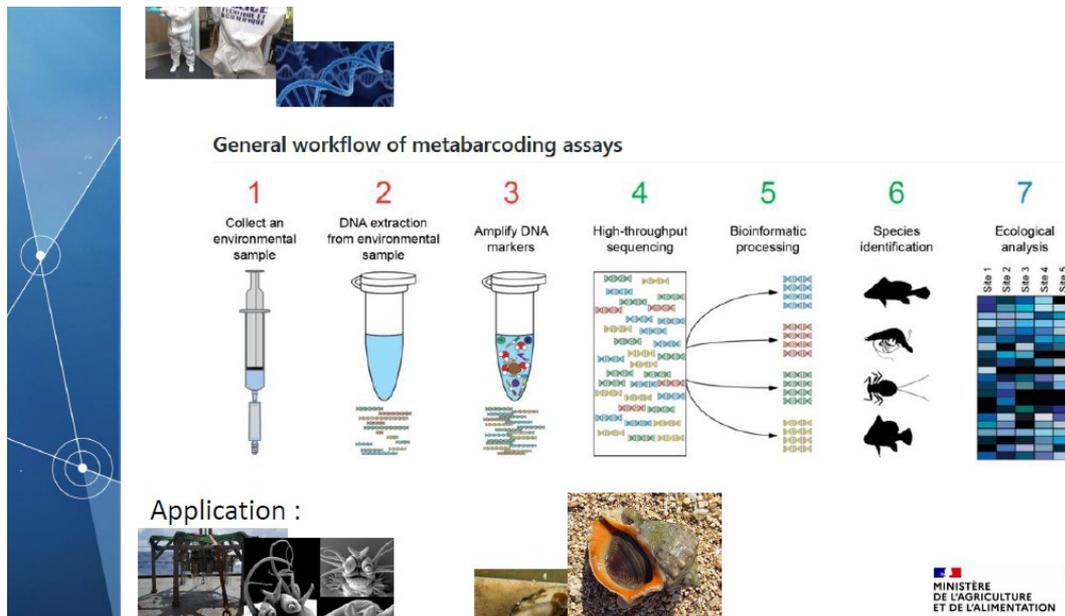
- Risque d'effet plus élevé dans les macrozones A et C
- Risque d'effet moins élevé dans la macrozone A si pas d'invertébrés benthiques
- Risque d'effet le plus élevé dans les zones frayères par rapport aux autres



Les données environnementales et logistiques utiles à la conception des projets portuaires et à l'exploitation : du large vers le port

1.5 Données sur la biodiversité

Extrait de la présentation de **Marie-Pierre Halm-Lemeille**, directrice des unités littorales d'Ifremer lors de la séance d'hommage à Jean Chapon des RIM de juin 2022 à Caen sur la traçabilité des espèces à partir de traces de leur ADN



1.6 Données utiles à la logistique (de l'AIS navire au suivi de la marchandise sur les moyens de transport de pré et post-acheminement)

Cerema : état des lieux du trafic maritime au large de la Normandie- Projets éoliens en mer- Octobre 2020

Tous navires 2019

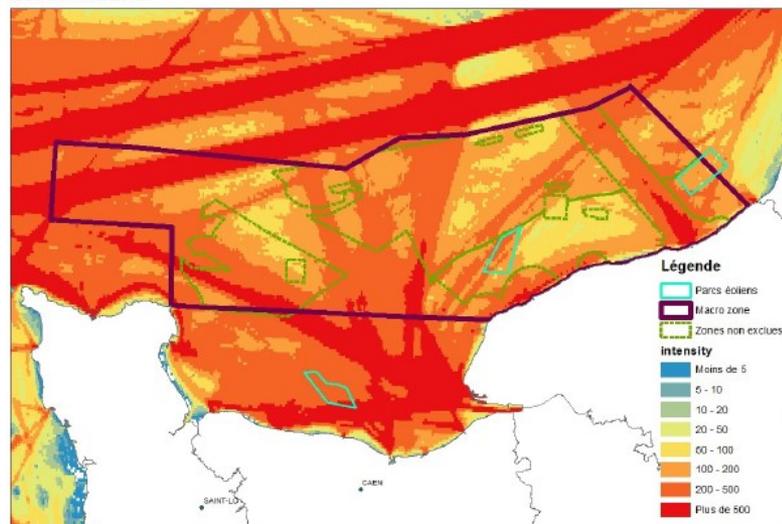


Illustration 8 : 2019 – Densité de navires dans la macro-zone étudiée – Source : Cerema

Passagers 2019

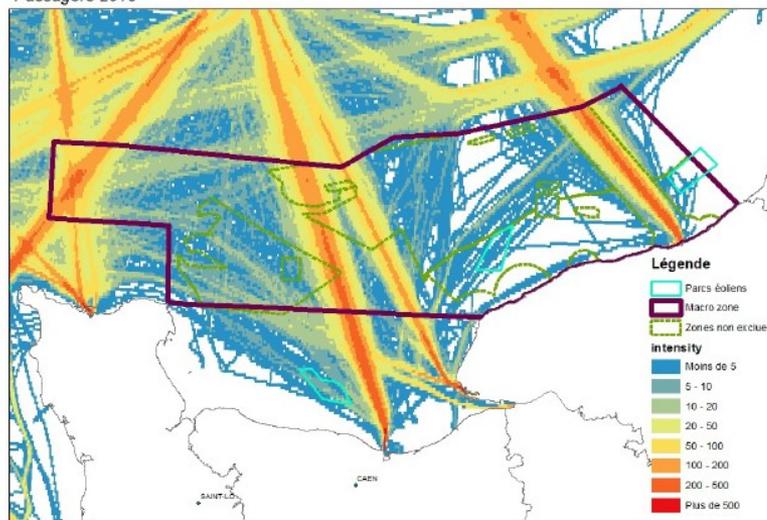
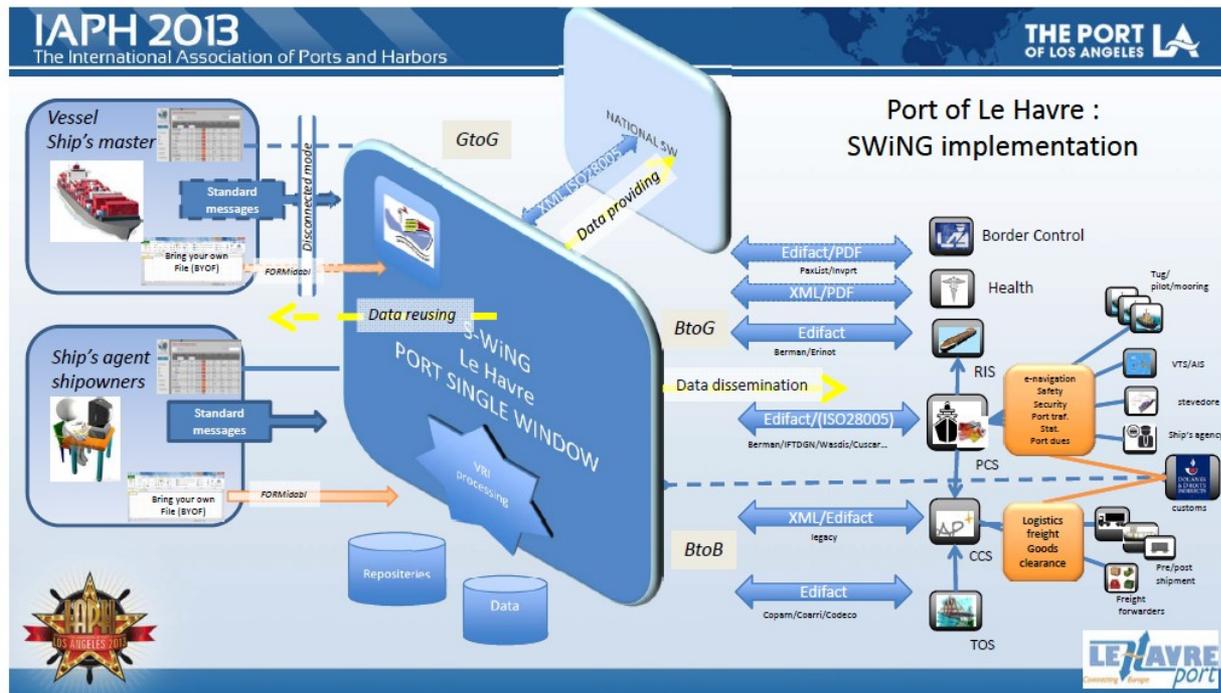


Illustration 11 : 2019 – Densité de navires à passagers dans la macro-zone étudiée – Source : Cerema

2.1 PCS et les données navires : plus de 7 PCS en France

Les « Port Community Systems » (PCS) désignent en France les outils informatiques gérés par les autorités portuaires pour la collecte et la mise à disposition de données sur les navires, données à caractère régalien et nécessaires à l'exploitation portuaire, la capitainerie jouant à cet égard un rôle déterminant. Les PCS sont destinés à l'ensemble de la communauté portuaire. Ils sont distincts des CCS dédiés à la gestion des données sur les marchandises.



Les « *Cargo Community Systems* » (CCS) sont des systèmes d'information communautaires (de type « *workflow* »), jouant le rôle de plateforme d'échanges électroniques à même d'orchestrer transversalement les processus métiers liés au passage des marchandises sur la zone portuaire (ou aéroportuaire).

Ils répondent, pour les communautés concernées, à des besoins de fluidité, de sécurité et de traçabilité des marchandises destinées à être importées, exportées ou transbordées.

Ces communautés comprennent les professionnels privés du fret et les administrations , notamment les douanes.

Ci-dessous l'exemple de Ci5 de MGI

15
MÉTIER
RELIÉS



AGENTS MARITIMES



TRANSITAIRES



OPÉRATEURS DE
TERMINAUX



ARMATEURS



AUTORITÉS
PORTUAIRES



DOUANES



SERVICES
PHYTOSANITAIRES



SERVICES
VÉTÉRINAIRES



IMPORTATEURS/
EXPORTATEURS



GESTIONNAIRE DE
PARC DE VIDE



TRANSPORTEURS
FLEUVE



TRANSPORTEURS FER



TRANSPORTEURS
ROUTE



GROUPEURS /
DÉGROUPEURS



GENDARMERIE

M1

NAVIRE/
TRANSPORT :

- Service
- Escale

M2

CARGO :

- Manifeste
- Booking
- Bon à Délivrer
- Dossier chargeur et transitaire
- Transit
- Transbordement
- Transfert

M3

DOUANES/
AUTORITÉS :

- Déclaration
- Douane
- Autorisation
- Douane
- État des différences

M4

TERMINAL/
ENTREPÔT :

- Entrée et sortie du terminal
- Chargement et déchargement du navire
- Comptabilité matière des terminaux

M5

MONITORING/
ADMINISTRATION :

- Tracking
- Suivi
- Event center
- Tableau de bord
- My Ci5

2.3 Etat des lieux des PCS et des CCS en France

Répartition des ports français selon leurs choix de CCS (en colonne) et de PCS (en ligne), sous réserve d'une migration envisagée des ports bretons vers SIMAR.

	MGI (AP+ ou CI5)	SOGET (AP+ ou S)One	Infoport (SIMAR)	CCS inexistant ou inconnu
SIRENE	GPM Dunkerque			
S-WING 1		GPM Le Havre GPM de Nantes		
OPEN RIVE		GPM Rouen		
NEPTUNE	GPM Marseille-Fos			
VIGIE SIP	GPM Bordeaux, Brest, GPM, Guyane, Lorient, GPM Martinique, Saint-Malo, Sète	GPM Guadeloupe GPM La Rochelle		Bayonne , Port-la-Nouvelle, Port Vendres, Toulon, Nice-Villefranche, Morlaix, Le Légué, Roscoff, Concarneau, Nouvelle-Calédonie, Antibes, Strasbourg
ERISLINER				Ajaccio, Bastia, Bonifacio, Calvi L'île Rousse, Porto-Vecchio, Propriano
e- SCALEPORT	Mayotte	Caen-Ouistreham, Calais, Dieppe, Fécamp, Rochefort, Tonnay-Charente	Port-Réunion	Barneville-Carteret, Boulogne-sur-Mer, Cannes, Cherbourg, Dielette, Douarnenez, Golfe Juan, Granville, Les Sables d'Olonne, Le Tréport, Menton, Quimper, Tréguier
PCS inexistant ou inconnu	Papeete	Honfleur Ile-de-France		

Extrait du rapport de synthèse de la mission conjointe CGEDD n° 013230-01 et de la mission CGE n° 2020/05/SG/CGE

« Amélioration des échanges numériques des acteurs des filières logistiques associées aux ports »

2.4 France PCS

Le GIE France PCS qui comprend les deux éditeurs de logiciels portuaires communautaires Mgi et Soget couvre 95% des flux de marchandises transportées par voie maritime depuis ou vers la France et a présenté six objectifs stratégiques issus de son livre blanc avec dix propositions pour mettre en place une feuille de route lors de la séance de lancement de la task force numérique et logistique du 10 février dernier

Fluidifier et optimiser le passage de la marchandise

Proposition 1 : Contribuer à l'élaboration et la mise en œuvre de la stratégie numérique logistique et portuaire

Proposition 2 : Réaffirmer la mise en place de l'Observatoire de la performance national portuaire

Améliorer la cybersécurité des infrastructures numériques portuaires

Proposition 3 : Réaliser un modèle de PSSI mutualisé adaptable aux ports français

Proposition 4 : Renforcer la cyber résilience des ports français, en partenariat avec l'ANSSI

Proposition 5 : Promouvoir une charte FPCS des bonnes pratiques organisationnelles et techniques

Mettre en œuvre le Guichet Unique Maritime Français

Proposition 6 : Bâtir un démonstrateur du GUM connectant tous les utilisateurs des ports français, à travers une interface unique et harmonisée répondant à la réglementation

Contribuer au renforcement de la performance douanière nationale

Proposition 7 : Évaluer et renforcer le partenariat entre la DGDDI et France PCS

Proposition 8 : Poursuivre la mise en œuvre de nouveaux services au profit de la DGDDI et des opérateurs économiques

Accélérer le verdissement des chaînes logistiques portuaires

Proposition 9 : Allier performance numérique et performance environnementale

Rendre interopérables les plateformes numériques logistiques

Proposition 10 : Déployer la plateforme ClearFrance, point d'accès unique aux données portuaires

2.5.1 France Sésame

FRANCE SESAME : fluidifier les formalités dans les ports (et les aéroports)

- Flux concerné : **l'importation.**
- Trois macro-étapes : **avant-dédouanement, contrôle sanitaire/phytosanitaire, passage en douane.**



- Formalités concernées :
 - ✓ Contrôles vétérinaires et phytosanitaires ;
 - ✓ Contrôles de conformité aux critères de l'UE sur l'agriculture biologique ;
 - ✓ Respect des normes pour les fruits et légumes.

2.5.1 France Sésame

Périmètre géographique (2022) : 7 grands ports maritimes, 9 ports décentralisés

-  Ports connectés depuis novembre 2021
-  Ports connectés depuis novembre 2022
-  Aéroports connectés depuis novembre 2022

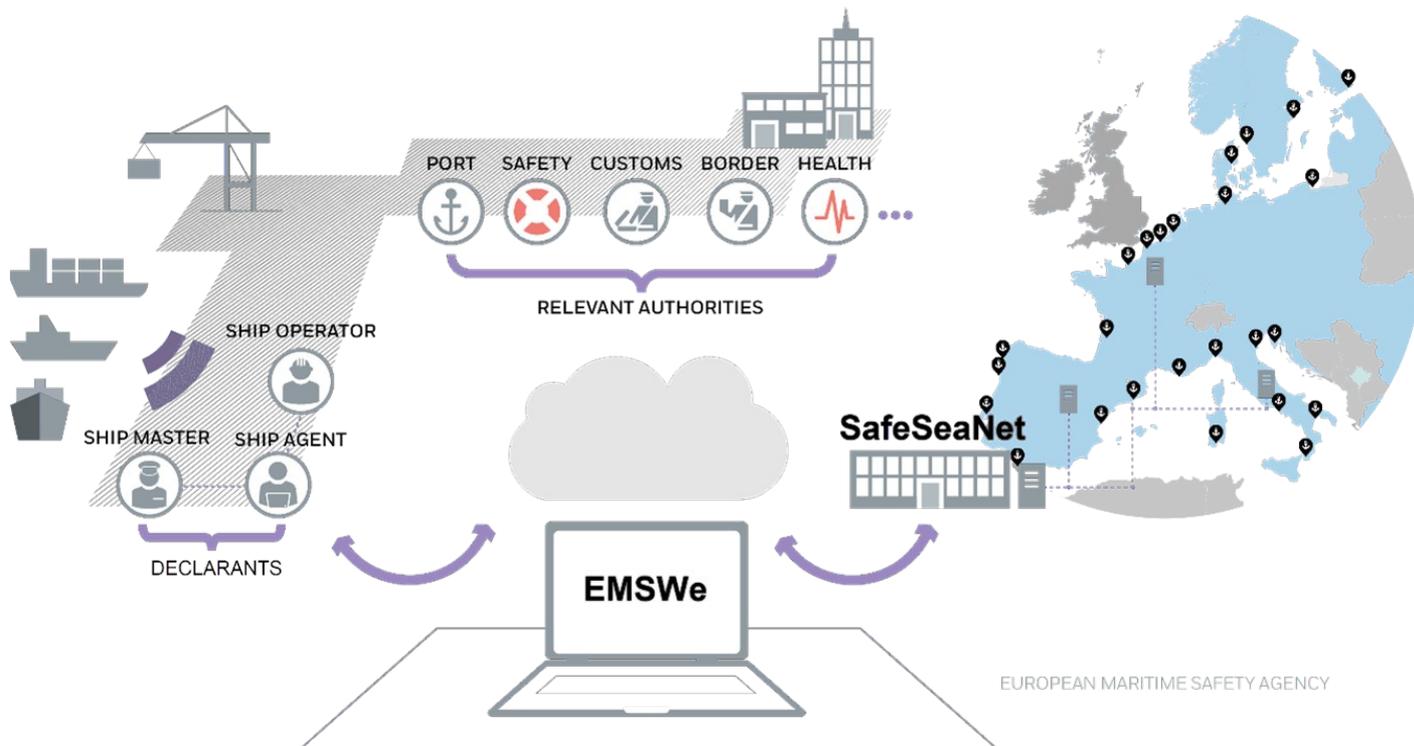


➤ Les principaux ports sont donc connectés :

Bordeaux, Brest, Dunkerque, Guadeloupe, Guyane, La Réunion, La Rochelle, Le Havre, Lorient, Marseille & FOS, Martinique, Mayotte, Nantes Saint-Nazaire, Port-Vendres, Saint-Malo, Sète.

2.5.2 GUMP

En application du règlement 2019/1239 EMSWe (*European maritime single window environment*), la France qui a du retard par rapport à beaucoup d'autres pays européens doit parvenir à mettre en place le guichet unique maritime et portuaire (GUMP) qui permettra à tout armateur de déposer les données sur son navire dans n'importe quel port d'escale européen avant le 15 août 2025.



2.5.3 e-FTI



MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

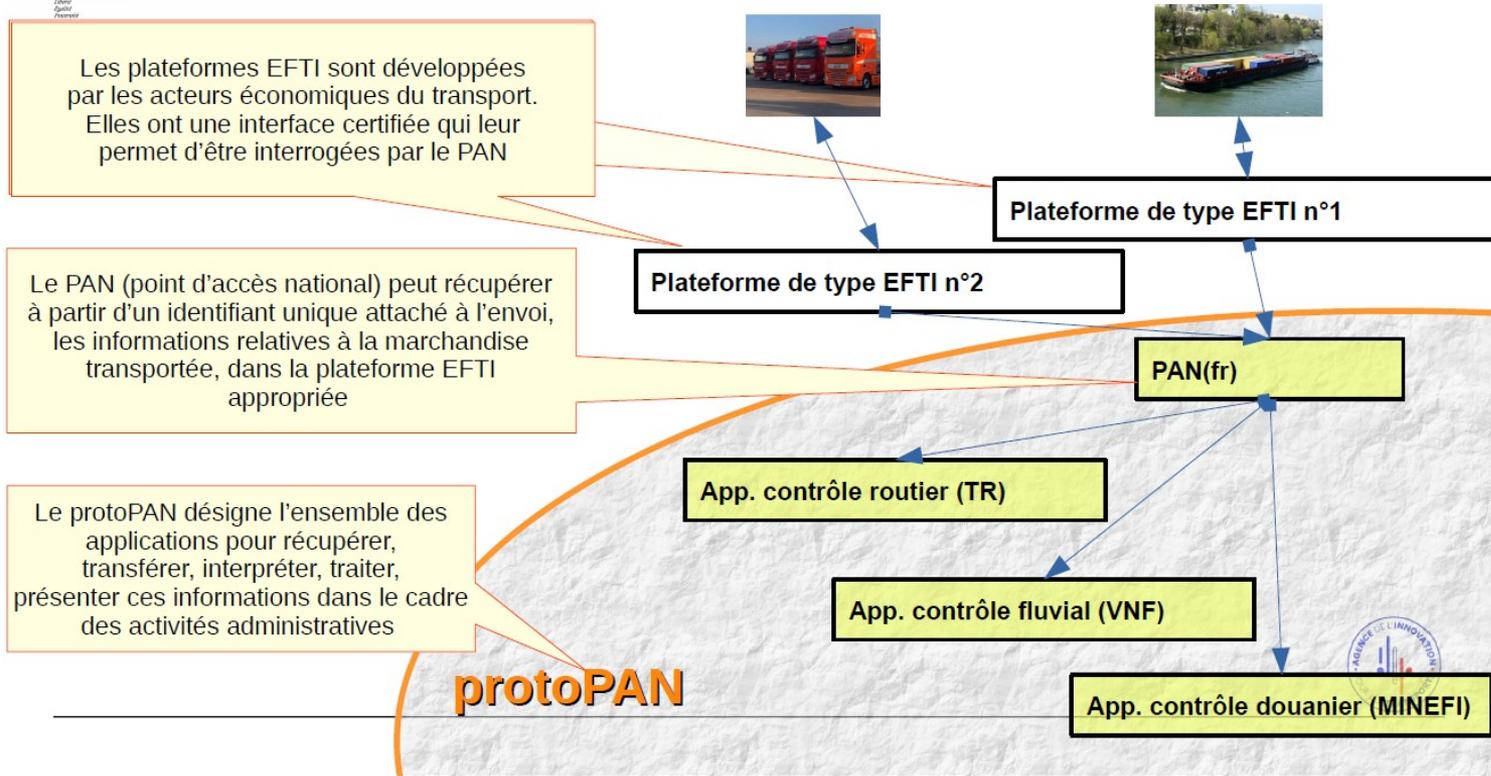
Le règlement 202/1056 efit (electronic freight transport information)

- 90% des documents de transport circulant en Europe sont au format papier.
- Afin de rendre compétitif le secteur de la logistique en Europe, le règlementation européenne 2020/1056 sur la numérisation des informations relatives au transport de marchandises va imposer en 2024 aux Etats membres d'accepter des informations liées à la mobilité des marchandises, présentées sous forme numérique, notamment lors des contrôles.
- Favoriser la transition numérique dans le transport de marchandise



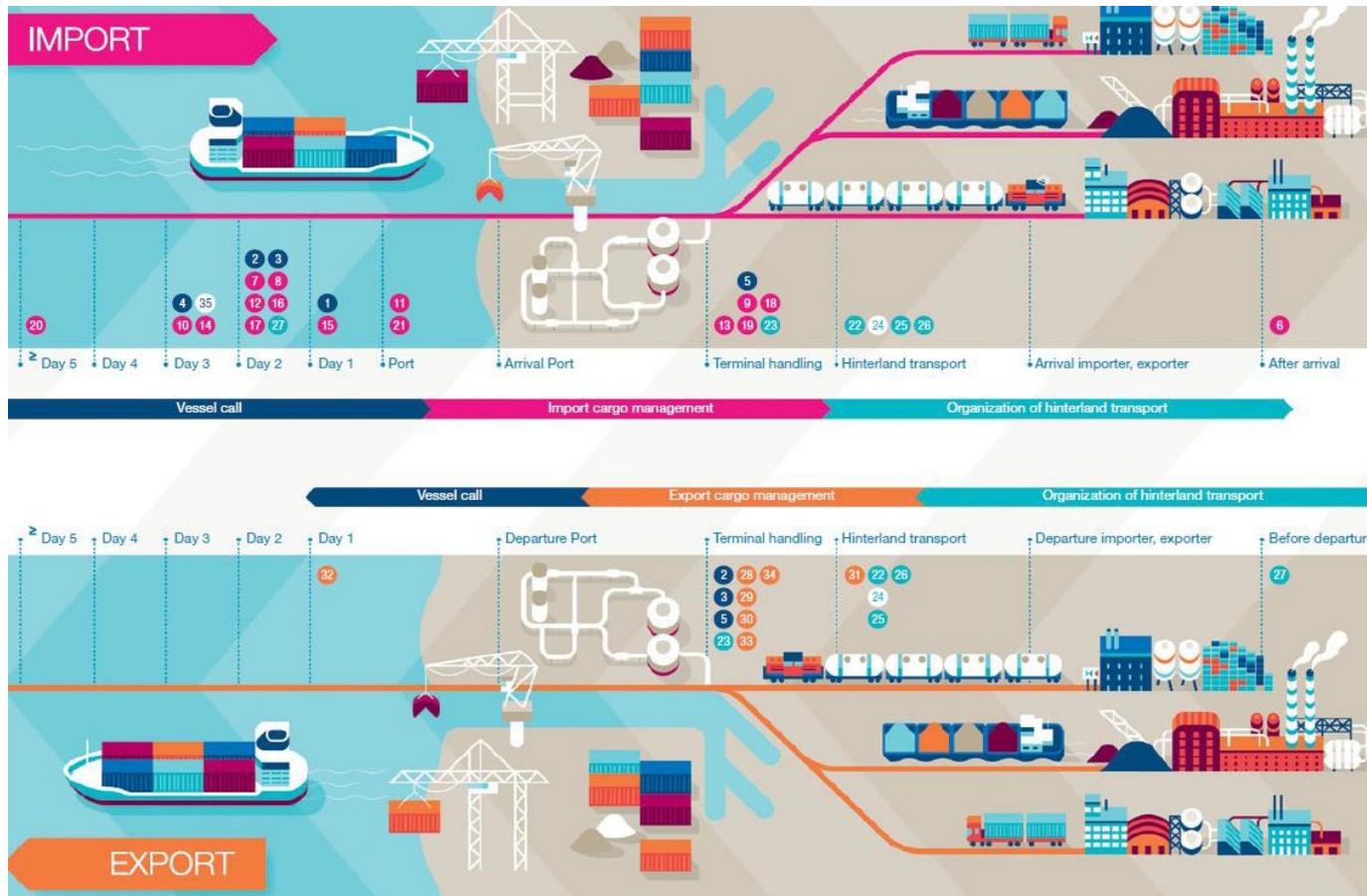
2.5.3 e-FTI

Principes généraux d'architecture de l'eFTI (1)



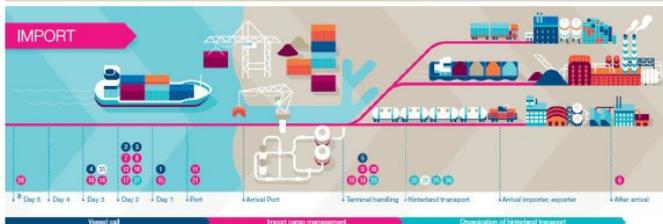
Les données navires et marchandises en France et en Europe

2.6 Pays-Bas : le PCS Portbase



2.6 Pays-Bas : le PCS Portbase

Services in 4 Port domains



3-1 Quelles clefs de compréhension de la transition numérique des ports?

Traçabilité des marchandises :
une obligation réglementaire
(*tracking and tracing*)

Faire face à la croissance du
commerce en ligne

Optimiser la logistique du fret
maritime

Interopérabilité et API

**Block Chain et plateforme d'information pour
le fret**

Internet des objets et intelligence artificielle

Big data

Déploiement de la 5G

Réalité virtuelle et augmentée

Jumeaux numériques

Cybersécurité

Automatisation

Smart Port et Smart Port City

Traitement des données et applications numériques pour les ports

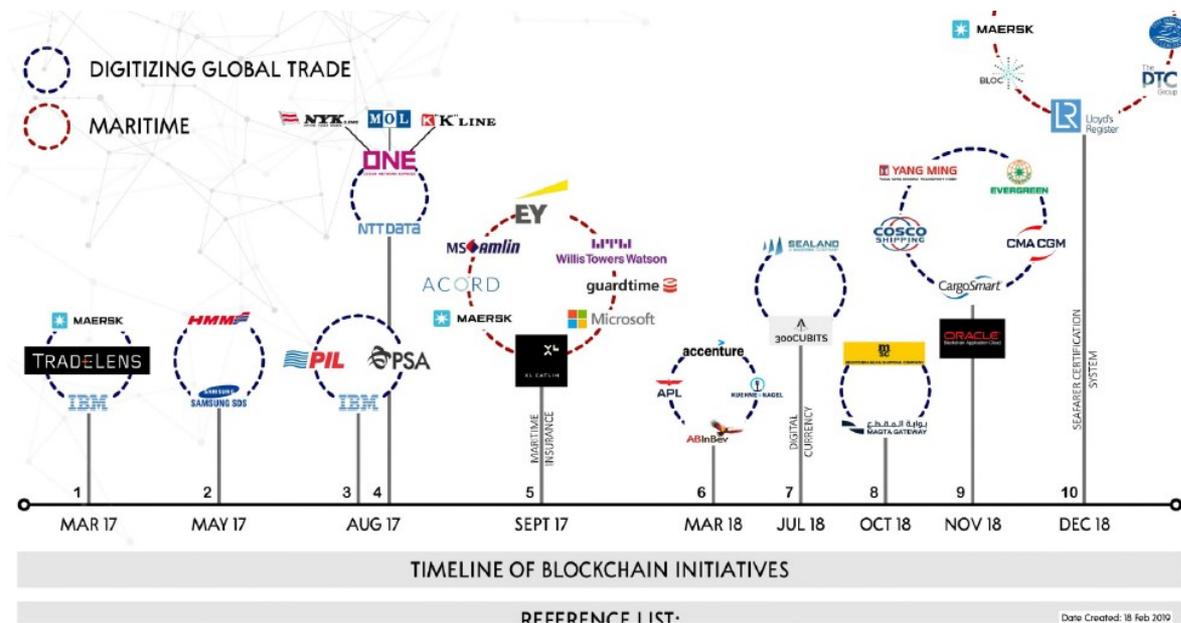
3-2 Block Chain

- Source: Block Chain Roaming in the maritime industry

Okan Duru and Muhammad Imran Md Zin

How to get maritime blockchains to interact with each other?

March 2019



Traitement des données et applications numériques pour les ports 3-2 Block Chain

Tradelens : une coopération initiale entre Maersk et IBM datant de 2017, source de partenariat avec les autres armateurs et nombre de grands ports à conteneurs dans le monde



Traitement des données et applications numériques pour les ports

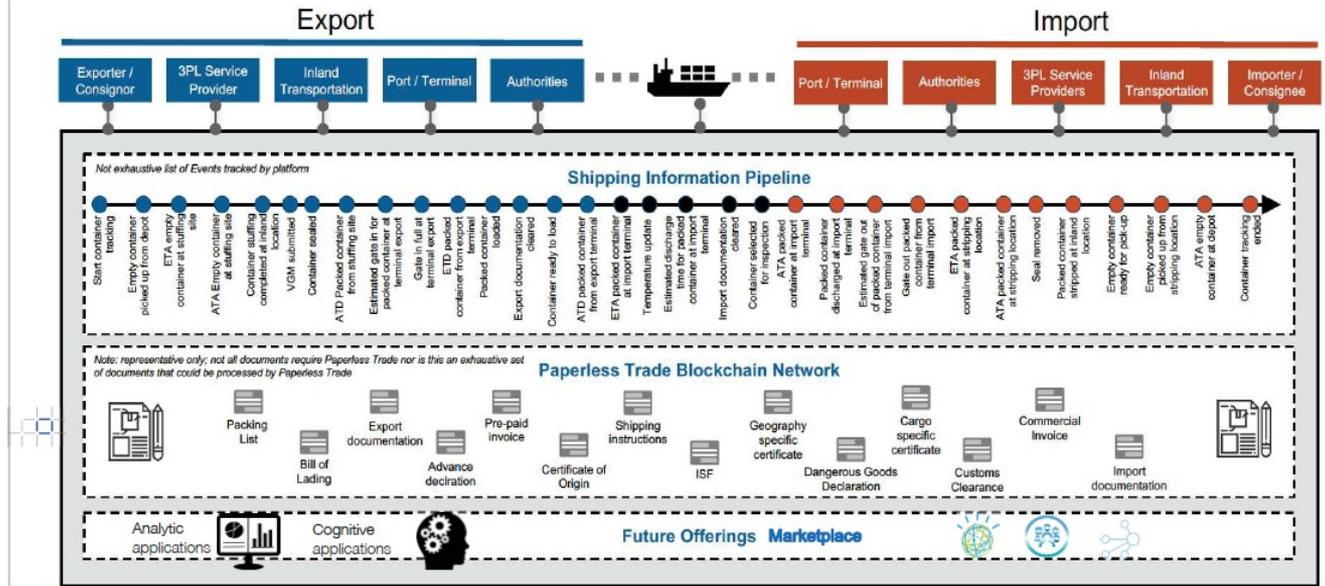
3-2 Block Chain

Tradelens : une coopération initiale entre Maersk et IBM datant de 2017 source de partenariat avec de grands ports à conteneurs dans le monde mais dont Maersk s'est dégagée récemment.

Tradelens– Une plateforme logistique intégrée globale



Plateforme d'Industrie



3-2 Block Chain : GSBN

La plateforme GSBN ou Global Shipping Business Network repose sur une *permissioned* blockchain avec une gouvernance forte des accès aux données (comme pour les CCS en France). Elle est ouverte aux opérateurs de terminaux, aux armateurs, aux chargeurs, aux transporteurs routiers, aux douanes et aux organismes financiers qui peuvent l'utiliser pour leur solution partenariales

GSBN fonctionne comme une plateforme sans but lucratif pour assurer la neutralité de la plateforme.

Les principaux actionnaires sont Cosco, Hapag Lloyd, Hutchisonports, OOCL, PSA, Qingdao Ports International (QGGJ), Shanghai International Port Group (SIPG)



3-3 Internet des objets et intelligence artificielle

Le port de Rotterdam a initié en 2019 la mise en place d'une plateforme d'internet des objets en commençant par les données hydrométéorologiques.

44 senseurs de données permettent de déterminer la hauteur d'eau de la marée, le courant de marée, la salinité, le vent (vitesse et direction), les données de visibilité et d'intégrer des données de modèles de prévision du Rijkswaterstaat ou des calculs astronomiques. L'applicatif qui en résulte contribue à réduire les temps d'attente des navires, à optimiser les opérations d'accostage et les transbordements , ainsi que les heures de départ en choisissant plus précisément la meilleure heure pour accoster ou pour quitter le quai en fonction des conditions hydrauliques, de façon à garantir les chargements maximaux



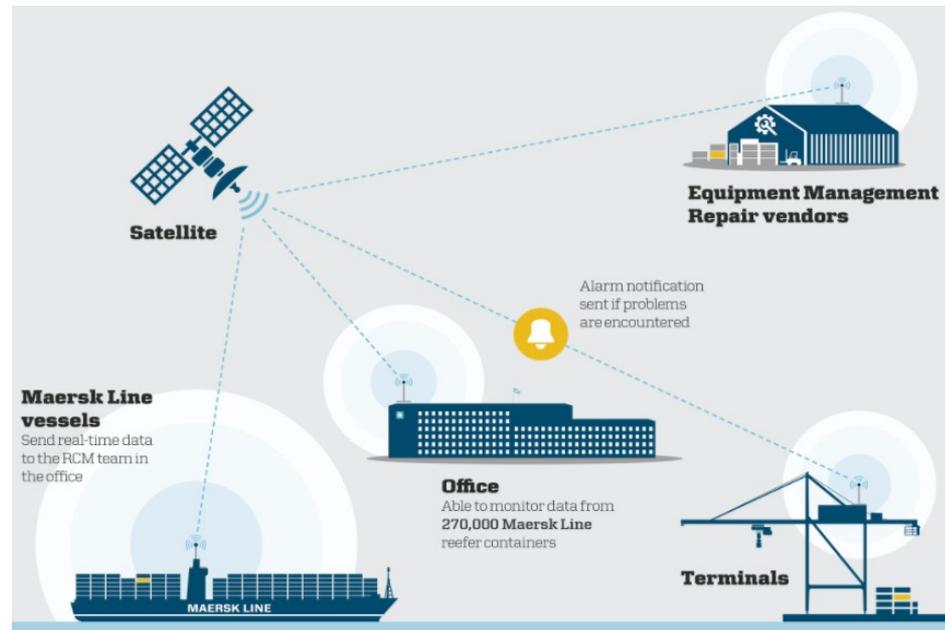
Traitement des données et applications numériques pour les ports

3-3 Internet des objets : cas du suivi des conteneurs

Parmi les différentes familles de technologie de suivi des conteneurs: repérage du conteneur par son numéro en divers points clés de la chaîne logistique; traqueur GPS; capteur radio de type RFID. CMA-CGM en 2012 comme MSC en 2016, puis Maersk en 2019 ont retenu la combinaison des deux dernières technologies avec la start-up marseillaise Traxens.



Traxbox installé sur un conteneur frigorifique-
source Traxens



Source : Maersk

3-4 Jumeaux numériques : grand port maritime de Bordeaux

Issu du projet de recherche européen ECCLIPSE qui avait choisi trois situations climatiques : le port de Valence pour la Méditerranée; le port d'Aveiro pour l'Atlantique et le port de Bordeaux pour le golfe de Gascogne, le GPMB associé avec divers partenaires est en train de concevoir un jumeau numérique de l'estuaire de la Gironde grâce à la communauté Open source locale, l'objectif étant d'accroître la résilience territoriale face au changement climatique



Jumeaux numériques du fleuve

Quelques détails ...

Des modules métiers adaptés à tous les usages
Navigation, dragage, **qualité de l'eau**, Public (Garonne 2050), bureau d'études (simulation numérique)

Module
qualité
de l'eau



Module
dragage



Un outil opérationnel ouvert à tous

- Prévision numérique et simulation du fleuve
- Alertes pour les activités opérationnelles
- Un environnement avec des modèles numériques déjà opérationnelles, prêts à simuler
- De nombreux modèles numériques open source disponibles

Mutualiser les efforts et les résultats sur tout le territoire

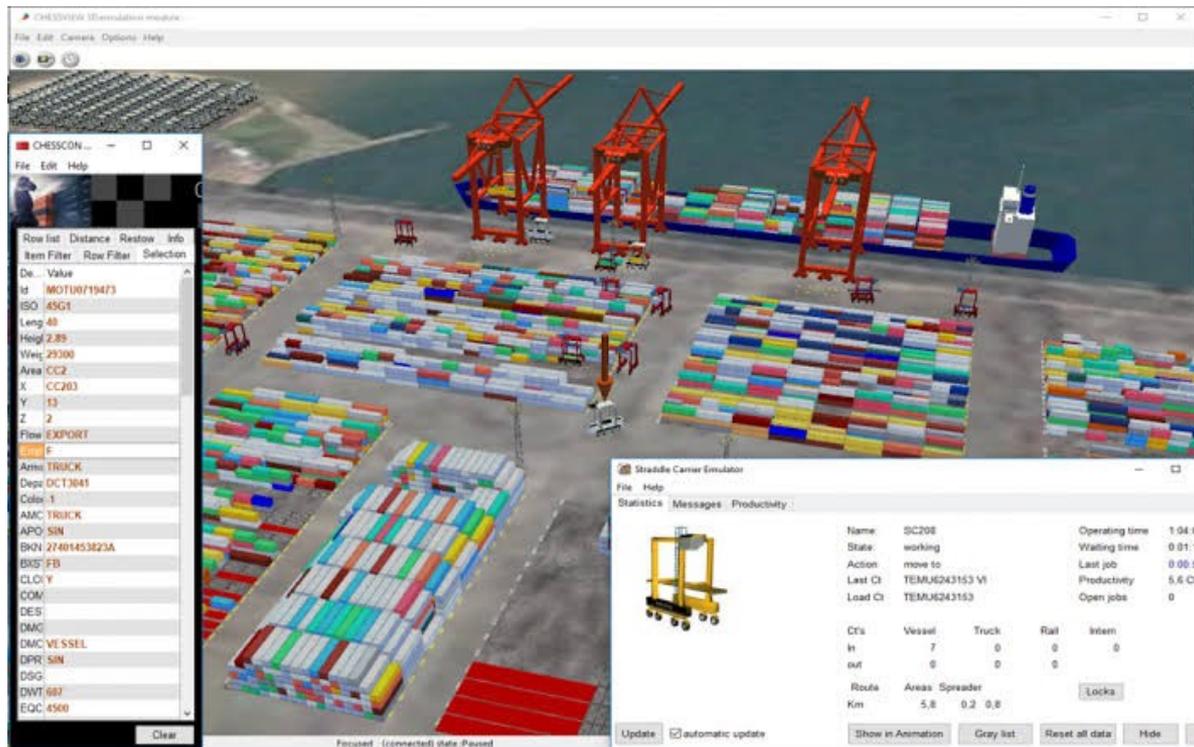
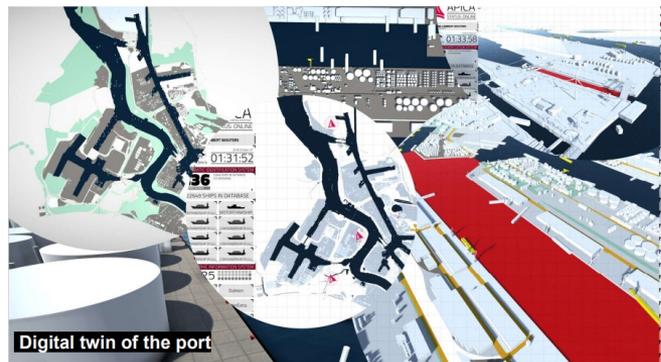
- Accélérer les études et réduire les coûts
- Environnements de simulation opérationnel, simple d'utilisation
- Réplicabilité prévue pour d'autres rivières

Une approche numérique innovante pour la simulation et la prévision

- D'importantes ressources de calcul mobilisables instantanément
- Ouvert pour échanger des données d'entrée ou de sortie vers d'autres systèmes externes

3-4 Jumeaux numériques : le port d'Anvers/Bruges

Le port d'Anvers (aujourd'hui Anvers/Bruges) a développé lui aussi un jumeau numérique des installations portuaires avec APICA(*Antwerp Port information and Control Assistant*).



3-5 Cybersécurité

En juin 2017, une cyberattaque a touché la compagnie maritime Maersk, premier transporteur mondial de conteneurs. Plus de 70 de ses terminaux ont été bloqués, impactant toute la chaîne de transport. Maersk a estimé les coûts de cette cyberattaque à 300 millions de dollars.

En juillet 2018, ce sont les opérations de la compagnie Cosco, premier armateur chinois, à San Diego qui ont été arrêtées pendant près d'une semaine. La même année les infrastructures de plusieurs ports, dont Barcelone et San Diego, à nouveau, ont fait l'objet d'attaques.

La DGITM a produit en janvier 2022 un guide spécialisé pour les ports au sujet de la cybersécurité intitulé :
« Ports cybersécurisés : Guide de bonnes pratiques pour la cybersécurité dans le secteur portuaire »

Figure 8 : Propagation de ransomware conduisant à un arrêt total des opérations portuaires

Figure n°8 : Propagation de ransomware conduisant à un scénario d'arrêt total des opérations portuaires

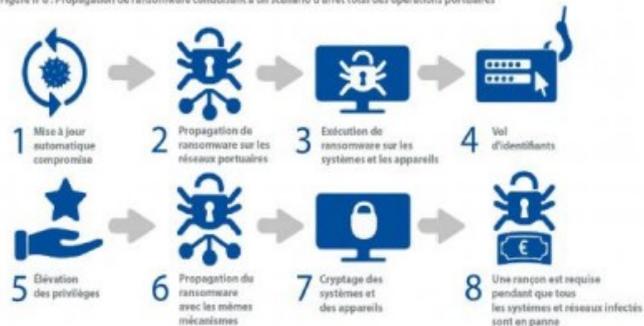


Figure 24 Etapes de propagation d'un ransomware aboutissant à l'arrêt de l'exploitation portuaire

3-6 Automatisation des terminaux

III. Les ports français et leur stratégie nationale

13 - La transition numérique des ports: automatisation des terminaux

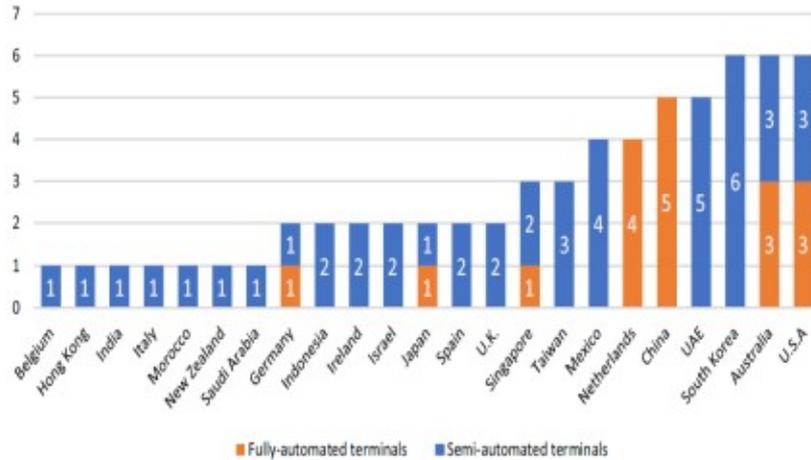
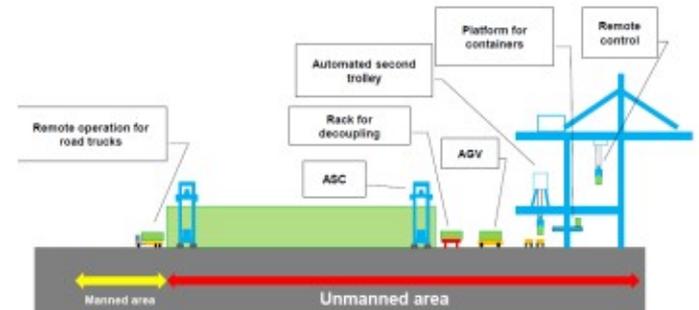


Figure 2-29: Real World at Brisbane, Australia

Port of Qingdao



3-6 Automatisation des navires

- François Marendet du CGEDD et Thibault Chollet de l'IGAM ont co-produit en mai 2022 le rapport référencé respectivement 014247-01 et 2022-04 intitulé « Navigation d'engins flottants de surface maritimes ou sous-marins autonomes ou commandés à distance » destiné à contribuer au rapport demandé par le Parlement au Gouvernement pour évaluer les expérimentations.
- Nombre d'obstacles juridiques, techniques, sociaux demeurent.
Pour le moment en France les expérimentations recensées à la date du rapport font surtout état d'expérimentations menées en Méditerranée (13), dans l'Atlantique (10) et dans une moindre mesure en Manche-Mer du Nord (3) avec une répartition entre drones de surface (13), drones sous-marins (11), et de navires autonomes ou télépilotés(5), le total de 39 dépassant les 26 expérimentations puisque plusieurs d'entre elles utilisaient des drones mixtes

Numéro d'ordre	Société	Nom de l'engin	Type
Préfecture maritime de l'Atlantique			
1	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
2	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
3	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
4	RTSYS	COMET 300	Drone sous-marin
5	RTSYS	NEMOSENS	Drone sous-marin
6	RTSYS	NEMOSENS	Drone sous-marin
7	TELEDYNE	GAVIA	Drone sous-marin
8	RTSYS	COMET 300	Drone sous-marin
9	THALES DMS	UUV A27	Drone sous-marin
10	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
Préfecture maritime de Manche – Mer du nord			
1	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
2	KOPADIA	KOPADIA CUSTOM	Drone sous-marin
3	CMN	HSI 344	Navire télépiloté
Préfecture de Méditerranée			
1	SEA OWL	SEA4M	Navire autonome
2	SEA OWL	ND	Drone de surface
3	ECA	ND	Drones de surface et sous-marin
4	ECA	ND	Drones de surface et sous-marin
5	TVT INNOVATION	ND	Essaim de drones de surface
6	SEA OWL	ND	Drone de surface
7	THALES	ND	Drone sous-marin
8	REGROUPEMENT DE PROJETS	ND	Différents types
9	IXBLUE	DRIX	Drone de surface
10	NAVAL GROUP	ND	Navire autonome
11	NAVAL GROUP	ND	Navire autonome
12	SEA OWL	ND	Navire autonome
13	IXBLUE	DRIX	Drone de surface

Traitement des données et applications numériques pour les ports

3-7 Marseille ou The French Smart port in Med

Le French Smart Port In Med est né en 2017 de la volonté de trois préfigurateurs, le grand port maritime de Marseille-Fos, la CCI-AMP et AMU, soutenus par un collectif de partenaires publics et privés : la Banque des territoires, la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, la Métropole Aix-Marseille Provence, le Conseil Départemental des Bouches-du-Rhône, la Ville de Marseille, Euroméditerranée, l'Union Maritime et Fluviale, EDF, Hammerson, Naval Group, Traxens, CMA-CGM et Interxion.

Il poursuit trois objectifs stratégiques :

> **Être un Smart Port Performant**, qui concourt à la performance économique de l'écosystème portuaire. Cet enjeu économique recouvre diverses thématiques : fluidité des activités portuaires, création d'emploi et de valeur, attractivité du territoire, sécurité des opérations, etc.

> **Être un Smart Port Vert**, qui concourt à la performance environnementale de l'écosystème portuaire. Cet enjeu environnemental englobe les problématiques de transition énergétique des activités portuaires, de réduction des polluants et de protection de la biodiversité.

> **Être un Smart Port Citoyen**, qui inscrit le port dans son territoire, en développant les liens de l'écosystème portuaire avec la ville et l'intérieur des territoires. L'objectif n'est pas de se substituer aux actions de concertation existantes, notamment celle du « dialogue Ville-Port », mais d'améliorer la perception sociétale du port, avec par exemple des actions d'information vers le grand public.

Le « French Smart Port in Med » décline sa stratégie en **6 axes d'intervention opérationnelle** :

1- L'organisation d'un dispositif d'innovation ouverte basé sur le « **Smart Port Challenge** », où le Port et le territoire sont des terrains d'expérimentation et de démonstration.

2- L'animation d'une « **Brain Port Community** » réunissant les acteurs académiques et le monde socio-économique pour développer des projets de collaboration.

3- Le « **référencement de solutions** », avec la volonté de mettre en avant dans une logique business, les offreurs de solutions qui proposent produits ou services en lien avec les domaines du Smart Port.

4- La structuration d'une démarche coordonnée et volontariste de production et partage de données appelée « **Smart Port Data** ».

5- La mise en place d'une **politique de communication et de promotion** de l'initiative Smart Port au niveau local, régional, national, européen et international, incluant le déploiement d'un **démonstrateur** Smart Port

6- Le déploiement d'un **programme d'investissements en infrastructures et capacités d'accueil** qui soit favorable aux activités soutenant la stratégie Smart Port : innovations -énergétique, environnementale, logistique, numérique-

Traitement des données et applications numériques pour les ports

3-7 Smart port city Le Havre

LE HAVRE SMART PORT CITY, C'EST...

ILS ONT INITIÉ LE PROJET



ILS L'ONT DÉVELOPPÉ ET ACCOMPAGNÉ

Agence de Développement pour la Normandie ; AirParif ; Albatros plaisance ; Alkhenpaces ; Association Internationale des Villes et Ports ; CAP Emploi ; Centrale Supélec ; Centre National de la Recherche scientifique ; Centre Régional d'Innovation et de Transfert de Technologie ; Chambre des Métiers et de l'Artisanat ; Cluso France ; Club des dirigeants de l'estuaire ; Commission d'Université et d'Établissements Normands Université ; Communauté d'Agglomération Caux Vallée de Seine ; Communauté d'Agglomération Fécamp Caux Littoral ; Communauté French tech ; Conseil Départemental de Seine Maritime ; Conservatoire maritime ; Direction Interdépartementale des Routes Nord-Ouest ; EDEE ; EM Normandie Business School ; Ecole Nationale Supérieure Maritime ; Engie ; Fédération Française du Bâtiment ; Florian Delon ; France Chimie Normandie ; François Verdier ; Frausincauf ; Gaz et réseaux de France ; GHAM ; GP Seine Aval ; GP Un été au Havre ; GMP ; Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques ; IPER ; Julien Lach ; Juliette Hain ; Le Hangar O ; Le Havre Développement ; Le Local Shop ; Le sportif Citoyen ; Les apaches ; Logilo Seine estuaire ; Mission locale ; Mouvement des entreprises de France Seine Estuaire ; Mayes Normandie ; Noko ; Normandie Aérospace ; Normandie Business Angels Le Havre ; Novalog ; Pôle Emploi ; Pôle Métropolitain de l'Estuaire de la Seine ; Pôle TES ; Quartus ; Reinventer la Seine ; SFZ ; Seifran Nacelles ; Sciences Po ; Siemens ; Société des Autoroutes Paris Normandie ; Suez Total ; Taradevi ; Laboratoire ; Union des Industries et Métiers de la Métallurgie ; Université de la Vallée ; Ville de Caudebec ; Ville du Havre ; Xiamen University

POUR REJOINDRE LE CERCLE DES PARTENAIRES
OU APPORTER VOTRE SOUTIEN

lehavre-smartportcity.fr



INNOVER POUR TRANSFORMER LES MÉTROPOLIS
INDUSTRIELLES ET PORTUAIRES lehavre-smartportcity.fr

- Un plan d'investissement de près de 241 M€ sur dix ans issus de fonds publics et privés, autour de 80 partenaires
- Une gouvernance originale et agile de l'innovation et de l'investissement, née de la construction de cette candidature
- Un laboratoire territorial intense qui engendre dès 2020 des démonstrateurs créant des produits et des services dans le domaine de la mobilité, l'énergie, l'environnement, le tourisme ou encore la gestion des données
- Des synergies puissantes entre le campus Le Havre Normandie, les entreprises, le port et les collectivités pour valoriser la recherche et accélérer le transfert de technologies, à l'œuvre dès 2020 dans la Cité numérique

■ Un ensemble de 21 actions très complémentaires qui :

- Optimisent les flux de marchandises et la mobilité des professionnels et salariés autour de la zone industrielle-portuaire et de l'axe Seine
- Favorisent le déploiement de l'économie circulaire et l'usage des énergies décarbonées, améliorent l'évaluation de la qualité environnementale par les acteurs eux-mêmes
- Facilitent l'échange de données et leur traitement pour créer de nouveaux services aux entreprises et habitants
- Renforcent la qualité de vie pour attirer durablement des étudiants, des talents et des visiteurs
- Accompagnent l'émergence de nouveaux métiers et emplois
- Font de la connaissance un vecteur de compétitivité et de fierté qui inspire bien au-delà de la vallée de la Seine

Les 21 actions :

5G Lab ; Airlab normand ; Bachelor of Arts and Sciences for «Smart Port Cities» ; Conteneurs Hydroponie Le Havre ; Fablab Pro ; Hangar O ; Hub d'innovation ; I-Caging ; Innover pour l'emploi et la formation ; Marins Research ; Mobi Smart Port ; Pilotage Le Havre Smart Port City ; Plateforme cybersécurité portuaire ; Plateforme de préparation Biosynergy ; Plateforme normande de drones ; Plateforme Smart Data Services ; Port Center du futur ; Rêver ; Salamandre ; Smart Cruise ; Smart Port Big Data

En guise de conclusion sur PORT 2000 à partir d'une présentation de Paul Scherrer lors de la séance d'hommage à Jean Chapon des Premières Rencontres de l'ingénierie maritime à Caen en juin 2022

Jean Chapon tenait absolument à un article sur le feu d'alignement à bordure oscillante de PORT 2000 au sein du site de Planete TP

Port 2000 : aides à la navigation

Deux systèmes d'aide à la navigation, particulièrement performants, complètent utilement le dispositif existant pour permettre aux navires de se guider pour accéder au Port 2000 ou y manœuvrer.



Le radar supplémentaire (droits réservés)

- un feu à bordures oscillantes complète le système d'alignement des navires

Le dispositif d'alignement traditionnel comporte deux feux placés à des hauteurs et emplacements différents. Ce système est employé :

- soit pour définir l'axe du chenal
- soit, comme c'est le cas au Havre, pour définir les côtés du chenal passant par les 2 extrémités de la passe d'accès.

- le système à bordures oscillantes au port 2000, pour définir l'axe du chenal, comporte un seul feu:

- lorsque le navire est dans l'axe du chenal, il voit un feu blanc
- s'il s'en écarte, il voit un feu oscillant (rouge, lorsqu'il en est à babord-entrant, vert lorsqu'il en est à tribord-entrant)
- s'il s'écarte davantage, il voit des feux (rouge ou vert) fixes.

Ce système de guidage, conçu pour être aussi très visible de jour, présente deux avantages :

- il permet au navire de se positionner de façon plus précise qu'avec le système traditionnel : l'ouverture du secteur blanc est de $0,8^\circ$; celle des secteurs oscillants est de $0,78^\circ$, et celle des secteurs fixes de $1,32^\circ$.
- il constitue une bonne solution lorsque la disposition des lieux rend difficile l'installation des 2 feux nécessaires à un système d'alignement traditionnel.

