

# Benchmark solutions IoT

## Projet Fluv’IOTe



# Sommaire

<b>1. Contexte du Benchmark .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Présentation des potentiels des Object connectés (IoT) .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Solutions IoT concernant les « ouvrages connectés » .....</b>	<b>7</b>
3.1 Système Neuron.....	9
3.2 SAS & Agence gouvernementale néerlandaise .....	11
3.3 WATERVIEW .....	13
3.4 Projet Imareco2 .....	15
3. 5 CEMENTYS.....	17
3.6 Projet CAMINO : capteurs de vibrations .....	19
3.7 Bollard Monitor, bornes d’amarrages connectées.....	21
3.8 Modèle 3D de l’écluse de Deurganckdok.....	23
3.9 Projet RIPHANTE .....	25
3.10 FALCO .....	27
3.11 Barge Traffic System (BTS).....	29
3.12 Projet mené par Axians : capteurs relevant de multiples informations.....	31
3.13 Quai intelligent de Deurganck .....	33
3.14 QUINTIQ (Filiale de Dassault Systèmes).....	35
Situé entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, le canal de Panama permet à des milliers de tonnes de cargaison d'éviter un détour par le cap Horn. Comme le reste du monde, le canal dépend de systèmes informatiques pour assurer son bon fonctionnement 24 h/24. Or, ces systèmes font aujourd'hui l'objet d'une refonte complète qui vise non seulement à les maintenir à jour, mais aussi à permettre au canal de gérer encore plus de trafic. ....	35
L’objectif final du système est d'exploiter le canal en flux tendu, ou juste-à-temps. ....	35
3.15 Accostage Intelligent .....	37
3.16 e-RIS, le Système d’Information Fluviale (SIF) du Rhin supérieur .....	39
<b>4. Solutions IoT concernant les « barges connectés » .....</b>	<b>42</b>
4.1 BLUE IOT EOLIA.....	43
4.2 « Smart Data Services » .....	45
4.3 Channel 5 .....	47
4.4 Projet STREAM5.....	49
4.5 Projet MeRS.....	51
4.6 Caterpillar Marine Asset Intelligence .....	53

4.7 IoT4NR .....	55
4.8 eRTIS, navigation autonome grâce à un capteur sonar 3D .....	57
4.9 Sinay HUB .....	59
4.10 Space3AC – Port de GDANSK .....	61
4.11 Telefleet, solution de suivi GPS.....	63
4.12 Capteurs GPS fonctionnant à l’énergie solaire .....	65
4.13 SEAWAZE .....	67
4.14   Projet PRACTI SEAS.....	69
4.15 Projet ODESSA .....	71
4.16 Iridium Certus® .....	73
4.17 Iridium cloudconnect .....	75
4.18 Maritime ICT CLOUD / Maritime Mesh Networks .....	77
4.19 NeptuLink .....	79
4.20 Blue Traker LRIT.....	81
4.21 Projet SESAME .....	83
4.22   WAKEO.....	85
4.23 Contopia .....	87
4.24 TRAX-NET .....	89
4.25 REMOTE CONTAINER MANAGEMENT .....	91
4.26 « Port Community System (PCS) « S-Wing » .....	93
4.27   My KPIs .....	95
<b>5. Tableau comparatif.....</b>	<b>97</b>

## 1. Contexte du Benchmark

La société ANTIOTE et ses partenaires, Logistique Seine Normandie, Normandie Maritime et VNF lancent un projet intitulé « Fluv’iote ». L’objectif global de ce projet est d’étudier et de démontrer le potentiel de l’Internet des objets (IoT) autour de la voie d’eau à l’échelle de la Vallée de la Seine et de proposer des solutions globales adaptables à d’autres régions ou pays. L’ambition du projet est multiple :

- Pour les armateurs fluviaux : disposer d’informations plus pertinentes sur le suivi de barge tout au long du parcours logistique ;
- Pour les acteurs de la filière logistique dans son ensemble : contribuer à répondre aux enjeux économiques et réglementaires majeurs auxquels elle doit faire face (diminution de l’empreinte carbone...), optimiser la complémentarité modale, par une meilleure compréhension et visibilité des flux ;
- Pour les gestionnaires de trafic fluvial : gérer de façon plus optimale les flux de convois fluviaux, depuis les quais du Havre jusqu’aux quais de la région Ile de France. Pour les écluses, c’est de pouvoir disposer d’informations manquantes sur la composition des convois, d’anticiper leur arrivée, et ainsi d’optimiser les plans passages.
- Pour les gestionnaires des zones de stationnement : pouvoir suivre en temps réel le taux d’occupation des quais et mettre en place si besoin un système de réservation de places à quai ;
- Pour les gestionnaires d’infrastructures fluviales : optimiser la fiabilité des écluses, des pompes d’eau et des barrages à travers la mise en place de capteurs permettant de disposer d’un suivi en temps réel de l’état d’usure des pièces de l’ouvrage et ainsi d’anticiper les opérations de maintenance et de réparation : maintenance prédictive ;
- Pour le territoire : promouvoir la Vallée de la Seine comme un territoire d’innovation et d’excellence industrielle et logistique.

## 2. Présentation des potentiels des Object connectés (IoT)

Plus connu sous son sigle anglais IoT (Internet of Things), l’Internet des Objets est la matérialisation d’Internet dans le monde réel. Il concerne tous les objets, voitures, bâtiments et d’autres éléments reliés à un réseau d’Internet physique par une puce électronique, un capteur, une connectivité réseau leur permettant de communiquer entre eux, de collecter et d’échanger des données.

L’IoT permet de contrôler et de suivre à distance le « comportement » d’un bien physique à travers une infrastructure réseau existante. Ainsi, ils créent l’opportunité d’une intégration plus directe d’Internet dans les systèmes informatiques.

En résultent une optimisation de la production, plus de précision et des avantages économiques intéressants grâce aux données recueillies.

Chaque objet connecté est identifiable de façon unique grâce à son système informatique embarqué, mais il est également capable d’interagir au sein de l’infrastructure Internet existante.

L’IoT ne fait pas référence à une seule technologie. C’est un concept englobant plusieurs techniques en même temps. Il faut donc penser à plusieurs systèmes à la fois quand on parle de cette notion.

Les différents systèmes impliqués dans l’IoT :

- Identification : Authentification de chaque objet et récolte des informations qu’il a emmagasinées.
- Capteur : Collecte de données dans le but d’améliorer les capacités de l’appareil.
- Connexion entre les différents systèmes.
- Intégration : Intégration de système pour une diffusion interne des données.
- Traitement d’informations : Accumulation de données et leur analyse dans le but de prendre une décision ou entreprendre un projet spécifique.
- Réseau : Émission de données en ligne et dans le monde réel.

Enfin, l’internet des objets s’applique aussi dans le domaine de la gestion des infrastructures. Ici, on parle de ponts, de systèmes ferroviaires, de parcs de panneaux photovoltaïques ou encore de grandes installations urbaines et rurales, même les installations en mer. Les appareils connectés assurent la sécurité et le bon fonctionnement de ces éléments dans ce cas en analysant les données recueillies en temps réel pour mieux évaluer les risques de danger ou de panne.

A travers ce rapport, les partenaires du projet Fluv’lot ont recensé de nombreuses solutions existantes ou en cours d’expérimentation qui utilisent les IoT que ce soit au niveau des flottes ou des ouvrages. Nous avons choisi de séparer les solutions en deux catégories, les « ouvrages connectés » puis les « barges connectées ».

Pour chacune des solutions évoquées vous trouverez une présentation de celle-ci ainsi qu’une estimation de sa faisabilité grâce à un graphique radar qui a été réalisé avec le barème suivant :

	1	2	3
Facilité d'installation	Complexe	Moyen	Simple
Horizon	Long terme	Moyen terme	Court terme
Apport sécurité/bien-être	Faible	Moyen	Fort
Apport environnement	Faible	Moyen	Fort
Apport économique/CA	Faible	Moyen	Fort

# OUVRAGES CONNECTES



**SECURITE**



**DISPONIBILITE**



**COÛT**

### 3. Solutions IoT concernant les « ouvrages connectés »

La maintenance du patrimoine portuaire existant est un enjeu de société majeur. En effet, les infrastructures portuaires sont globalement vieillissantes et leur maintien en condition de service nécessite des actions de maintenance régulières et souvent lourdes.

Situés dans des environnements marins complexes, les interventions sur les ouvrages portuaires sont rendues souvent très complexes. Cette difficulté est par ailleurs accentuée par des contraintes financières et un cadre réglementaire et normatif très exigeant dans lequel les opérations de maintenance deviennent un vrai défi nécessitant la mobilisation d’une ingénierie spécialisée et une implication forte des gestionnaires.

Or, les ouvrages portuaires constituent une dynamique économique nationale et internationale capitale. Il s’agit principalement d’exploiter dans la durée un parc de quais vieillissant, dans les meilleures conditions de sécurité, de coûts et de disponibilité, tout en protégeant sa valeur patrimoniale.

Aujourd’hui, les décisions d’entretien et de renouvellement d’infrastructure sont prises annuellement, sans vision globale de l’impact durable sur la disponibilité et le coût d’exploitation. En l’état actuel des choses, la maintenance est le plus souvent curative (en réponse à des événements non prévus) ou préventive (en anticipation à des événements prévisibles au regard du retour d’expérience) et, plus rarement, prédictive (sur la base d’une prédiction des évolutions à venir).

En intégrant des IoT dans les ouvrages, il est alors possible de déterminer les causes et l’occurrence des défaillances et ainsi **anticiper les pannes**. La maintenance peut alors se faire au plus juste et assurer la fiabilité des systèmes tout en offrant une **disponibilité maximale**.

La durée de vie des infrastructures s’en retrouve augmentée et la probabilité d’occurrence d’anomalies ou de pannes qui pourraient influencer (négativement) le bon fonctionnement du port sont drastiquement réduites.

L’association des données recueillies, l’utilisation générale et l’usure des installations favorisent la détection en amont des dommages/défaillances et permettent d’importantes économies en anticipant les achats nécessaires et les ruptures de services.

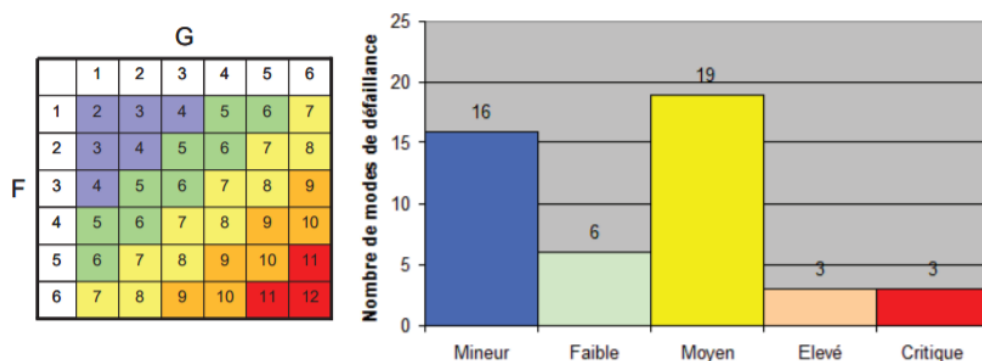


Figure 3. Grille d'évaluation de la criticité et distribution des criticités

Source : Projet GEROM – résultats de l’étude portant sur la criticité des ouvrages portuaires





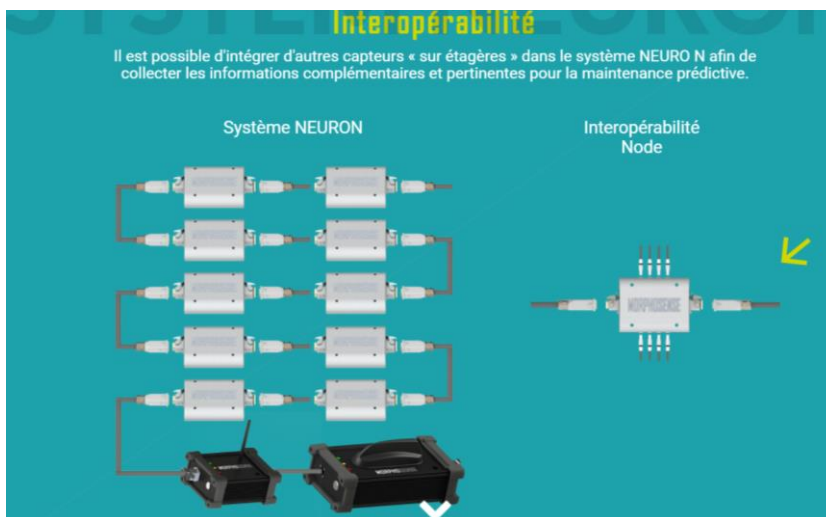
### 3.1 Système Neuron

Un premier partenariat entre CNR et l'entreprise MORPHOSENS a permis de développer l'offre de monitoring basée du le système Neuron. Ce système permet l'identification, et le suivi d'indicateurs « d'état structurel » de portes d'écluses.

La technologie NEURON est basée sur la mesure continue de la gravité de la Terre sur 3 axes à partir d'un réseau d'accéléromètres de pointe. En utilisant les algorithmes brevetés par le CEA (Institut français de recherche) et par Morphosense, la fiabilité des données traitées permet le calcul et la fourniture en temps-réel des indicateurs pertinents liés aux comportements statiques et dynamiques des structures surveillées, comprenant, mais sans s'y limiter, la déformation 3D, les chocs, les vibrations, les fréquences naturelles, les modes ou encore les informations de déformation dynamique.

La synchronisation des données est native avec la solution Morphosense y compris pour les capteurs standard grâce à l'interopérabilité.

Depuis fin 2019, cette offre est par ailleurs complétée par un démonstrateur de Jumeau numérique et l'expérimentation est en cours sur 3 portes d'écluses sur le Rhône.



Sources : <https://morphosense.com/neuron-system/?lang=fr>  
<https://morphosense.com/portfolio-item/navigation-lock/?lang=fr>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Système Neuron

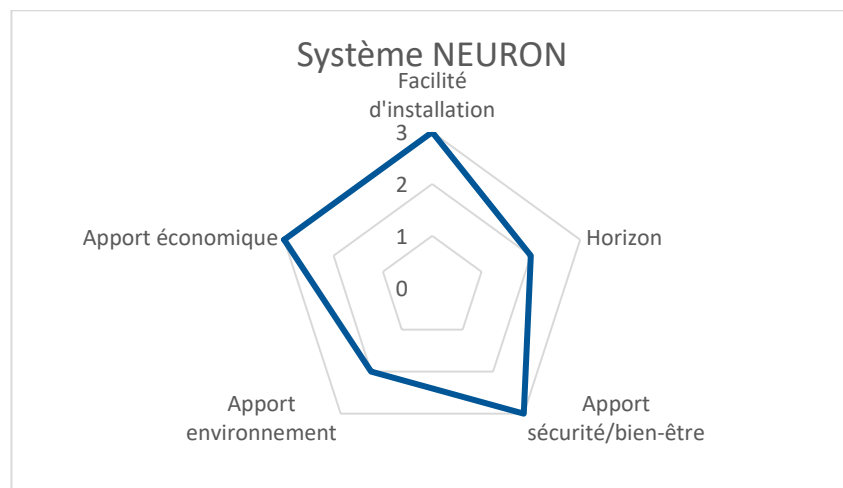
**USAGE :** Identification et suivi d'indicateurs « d'état structurel » de portes d'écluse

**TECHNOLOGIE :** Jumeau numérique, réseau de capteurs synchronisés, boîtier du nœud de mesure

**INDICATEURS :** Déformation géométrique 3D, accélérations, chocs, fréquences et modes propres, jauges de contraintes, Fatigue structurelle grâce à un jumeau numérique

**INTERÊT :** interopérabilité

**HORIZON :** Court terme



### 3.2 SAS & Agence gouvernementale néerlandaise

**Rijkswaterstaat, l’agence gouvernementale néerlandaise chargée des réseaux routiers et fluviaux, analyse des données IoT avec l’aide de l’entreprise SAS pour optimiser les trafics maritimes et routiers dans le but d’anticiper les risques d’inondation.**

Rappelons que 20% du territoire des Pays-Bas étant situés en dessous du niveau de la mer, la gestion du niveau de l’eau et des trafics maritimes et routiers est une priorité. Rijkswaterstaat a choisi de déployer la solution SAS afin d’améliorer sa connaissance des flux de trafic et de préserver la sécurité des citoyens notamment lors de leurs déplacements dans le pays.

En pratique, Rijkswaterstaat surveille au quotidien les autoroutes, les niveaux d’eau et, plus globalement, les infrastructures néerlandaises en utilisant SAS Event Stream Processing pour analyser les flux de données issus de capteurs IoT répartis sur de multiples équipements – ponts, digues, barrages, écluses et barrières anti-tempêtes. SAS Event Stream Processing peut être adapté, embarqué et déployé à la fois dans de petits équipements situés en périphérie de réseau et dans des data centers cloud.

Les premiers bénéfices constatés par Rijkswaterstaat sont des économies de coûts, une vision rapide et précise de la performance de ses équipements et une capacité à prendre des décisions proactives en matière de maintenance.



**SOURCES :**

<https://www.constructioncayola.com/infrastructures/article/2017/10/18/115220/aux-paysbas-les-iot-aident-anticiper-les-inondations>

## FICHE DESCRIPTIVE

### SAS

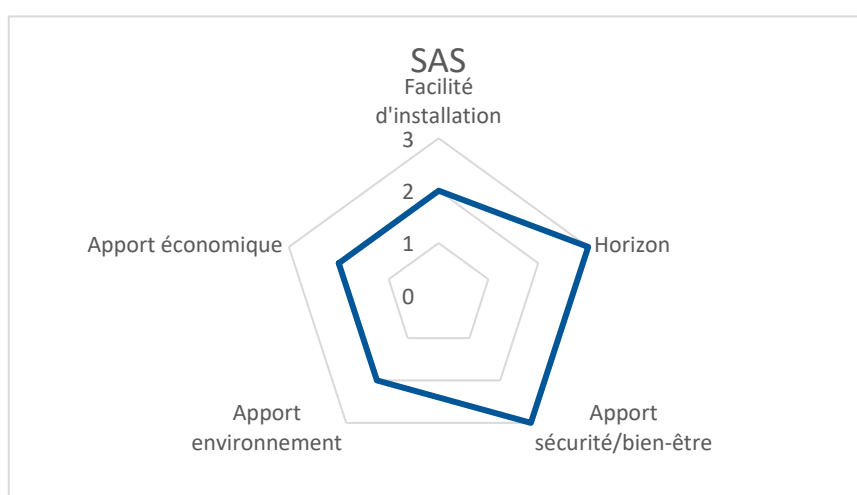
**USAGE :** Maintenance et performance des équipements

**TECHNOLOGIE :** SAS EVENT STREAM PROCESSING - de la périphérie au Cloud

**INDICATEURS :** Capteurs posés sur les ponts, digues, barrages, écluses et barrières anti-tempêtes

**INTERÊTS :** Optimisation de la maintenance  
Performance économique

**HORIZON :** Immédiat



### 3.3 WATERVIEW

Le port d’Anvers utilise une technologie d’inspection marine « Waterview » : une base de données composée de photographies des infrastructures (murs des quais, ponts, etc.). L’utilisation de cette technologie permet d’inspecter les infrastructures sans avoir à plonger.

Mais Waterview c’est aussi 4 produits :

- Météo CAM : analyse vidéo pour la surveillance météorologique multivariable
- Neige CAM : Analyse vidéo pour la détection de la couverture neigeuse sur la chaussée et les routes
- Inondation CAM : Analyse vidéo pour la détection des routes inondées
- Smo CAM : Analyse vidéo pour la détection de la fumée dans les environnements extérieurs

Les modules CAM sont soutenus par Atroona, un ensemble d'outils permettant d'intégrer facilement les informations météorologiques dans les flux de travail des salles de contrôle. Atroona comprend : Une base de données pour stocker des données météorologiques brutes, un ensemble d'outils pour accéder, visualiser et télécharger les analyses météorologiques, un centre de notifications pour définir des alertes météo automatiques en fonction des événements définis par l'utilisateur, des outils d'administration pour gérer les caméras connectées, API REST pour échanger facilement des analyses météorologiques avec des solutions tierces.



SOURCES :

<https://www.waterview.it/>; <https://www.wavestone.com/app/uploads/2019/07/Smart-ports.pdf>

# FICHE DESCRIPTIVE

## WATERVIEW

**USAGE :** Maintenance prédictive des infrastructures, prise de décision suites phénomènes extérieures souvent météorologiques

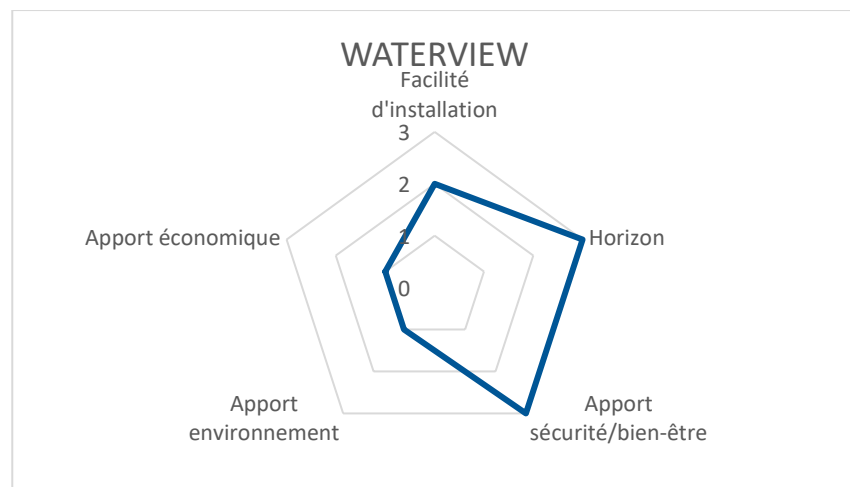
**TECHNOLOGIE :** L'architecture Atroona se décline :

- **SaaS :** Atroona SaaS est basé sur des instances AWS, certifiées Agid pour servir les administrations publiques
- **Sur place :** Atroona peut être déployé sur des machines physiques et virtuelles et est conforme aux normes de haute disponibilité

**INDICATEURS :** Capteurs équipés de caméra

**INTERÊTS :** Optimisation de la maintenance  
Anticipation et traitement d'incidents liés à la météo

**HORIZON :** Immédiat



### 3.4 Projet Imareco2

Le projet d’instrumentation IMARECO (Instrumentation pour Maintenance Ré-ingénierie et Conception Optimisée) s’appuie sur la réalisation du “Grand Quai” commandé par le Grand Port Maritime de Nantes – Saint Nazaire. Il s’agit de la construction du quai d’un terminal à marchandises diverses et conteneurs (TMDC) situé à Montoir de Bretagne sur l’estuaire de la Loire. Ce projet vise à adosser les procédures de maintenance des nouvelles infrastructures portuaires à une instrumentation multi-capteurs dont l’objectif est d’acquérir la performance de l’infrastructure dans le temps. Il a également pour but de contribuer au retour d’expérience. En effet, le caractère prototype, rare et en environnement complexe des structures portuaires (zones de dégradation multiples), génère une allocation des coûts spécifique : à la conception d’abord liée à la méconnaissance de certains effets et la non prise en compte de spécificités dans les règlements, puis à la maintenance liée à la difficulté d’inspection, la complexité des pathologies et le faible retour d’expérience. Par ce projet, couplant mesures in-situ et en laboratoire, L’objectif final est de contribuer à une optimisation de l’allocation des ressources intégrant le coût d’une instrumentation.

Dans le cadre du projet IMARECO, deux problématiques distinctes sont traitées :

- Le développement d’une instrumentation optimale pour l’analyse de la pénétration des ions chlorures dans le béton et des risques de corrosion des armatures associées ;
- L’analyse du comportement réel des éléments structuraux, “poutres courtes” (du fait du ratio longueur et dimensions de la section) afin de prolonger leur durée de vie vis à vis du dimensionnement conservatif des règlements de calcul.

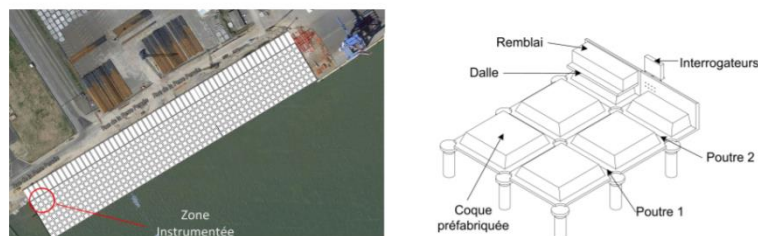


Figure 1 – L’ouvrage instrumentée.

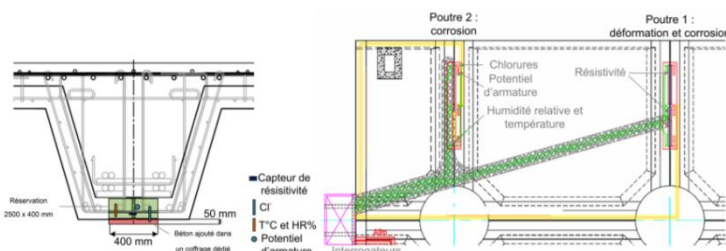


Figure 2 – Positionnement des capteurs pour le suivi de pénétration des chlorures.

#### SOURCES :

[https://www.researchgate.net/publication/323120961 Instrumentation d'un quai portuaire pour le suivi de vieillissement de l'ouvrage presentation des objectifs des protocoles et des résultats de mesure issus du suivi de fabrication](https://www.researchgate.net/publication/323120961_Instrumentation_d'un_quai_portuaire_pour_le_suivi_de_vieillessement_de_l'ouvrage_presentation_des_objectifs_des_protocoles_et_des_resultats_de_mesure_issus_du_suivi_de_fabrication)

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet Imareco

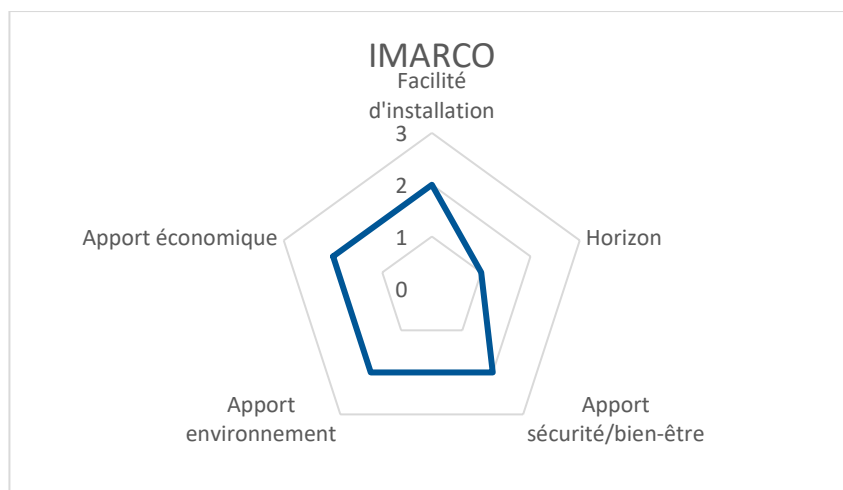
**USAGE** : Maintenance prédictive infrastructures

**TECHNOLOGIE** : multi-capteurs, extensomètres et réseaux de Bragg

**INDICATEURS** : pénétration des ions chlorures dans le béton et des risques de corrosion des armatures associées

**INTERÊT** : analyse du comportement réel des éléments structuraux / optimisation de la maintenance / performance économique

**HORIZON** : court terme





### 3. 5 CEMENTYS

La société Cementys surveille, instrumente, ausculte et optimise la maintenance des infrastructures et des constructions.

Elle permet d'améliorer la sécurité en anticipant les faiblesses structurelles, prévenir les accidents et fiabiliser les résultats de surveillance. En termes d'environnement, elle permet de prolonger la durée de vie des infrastructures, d'utiliser moins de ressources et de surveiller les nuisances sonores. D'un point de vue économique, elle permet de réaliser moins de travaux de rénovation, d'optimiser la maintenance prédictive et contribuer au développement d'infrastructures durables intelligentes.

Les services proposés sont les suivants :

- Auscultation pendant travaux (détection d'anomalies géologiques, suivi d'intégrité structurelle...)
- Auscultation géotechnique (identification des aléas liés à la géologie et à l'hydrologie locale...)
- Surveillance environnementale (mesure du bruit, effet des vibrations sur les infrastructures...)
- Projets R&D et Innovation (capteurs non standards, environnements extrêmes...)
- Imagerie et géodésie

Les technologies principalement utilisées sont les suivantes : Station totale robotisée autonome et communicante : DeltaLOG ; Capteurs inclinométriques : TiltLOG ; Tassomètres hydrauliques : TassoLOG ; Chaînes inclinométriques automatiques : IpiLOG ; Suivi de tassement par interférométrie satellitaire : InsarLOG ; Capteurs à fibre optique : SensoLUX et MicroLUX ; Technologies de capteurs adaptés pour des mesures à long terme (corde vibrante et fibre optique) ; Utilisation de capteurs environnementaux (capteurs de corrosion CorroVolta, capteurs d'humidité HydraCAP...) ; Capteurs qualifiés pour les ouvrages sensibles (Nucléaire, Hydraulique, Maritime,...) ; Capteurs à fibre optique ponctuels (Bragg, Fabry-Pérot) ; Capteurs à fibre optique distribués (DAS, Raman et Brillouin) ; La plateforme web THMInsight® : application web dédiée à la surveillance et au monitoring de vos infrastructures.



SOURCES : <https://cementys.com/fr/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### CEMENTYS

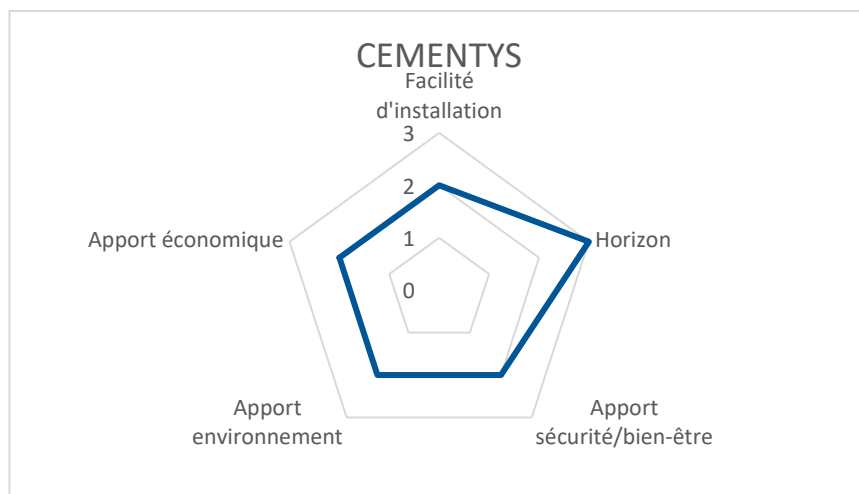
**USAGE :** Maintenance prédictive ouvrages

**TECHNOLOGIE :** Plateforme web THMInsight® + capteurs

**INDICATEURS :** Auscultation structurelle (pression, température, humidité, corrosion, hydraulique, fissures), auscultation topographique (scan 3D, prise optique), auscultation par fibre optique, auscultation géotechnique, auscultation environnementale (température, acoustique, vitesse, vent, pression atmosphérique, ensoleillement...)

**INTERÊTS :** Performance environnementale / Economique / Maintenance prédictive

**HORIZON :** Court terme



### 3.6 Projet CAMINO : capteurs de vibrations

Le but du projet CAMINO a été de développer une "écluse intelligente" qui donne un aperçu de l'état actuel afin de l'analyser à l'aide d'algorithmes. L'objectif est de donner des suggestions automatiques d'amélioration pour la construction ou la maintenance requise. Sur les moteurs et engrenages de l'écluse est installé un système d'analyse des vibrations. En effet, des capteurs surveillent en permanence les caractéristiques vibratoires, et dès qu'un certain seuil est atteint, un signal est envoyé afin de planifier une opération de maintenance préventive avant que la panne ne se produise.

C'est un système autonome qui s'ajoute au système d'écluse. L'installation de cette technologie se fait sans intervenir sur la structure et sans perturber son fonctionnement. « Nous avons positionné les capteurs sur les moteurs et engrenages à l'aide d'aimants au lieu d'un filetage percé parce qu'il était important pour le client que la machine existante reste inchangée. » indique Ruben Boom, Chef de Produit Smart Industry.

Les capteurs installés détectent aussi la température de l'écluse et l'humidité de l'air, deux facteurs également pris en compte pour évaluer l'état de l'installation.

L'enjeu est une maintenance « juste à temps » et ceci nécessite d'utiliser les nouvelles technologies, que ce soient les systèmes de détection des modèles de prédiction de données, le Big Data ou encore l'Internet des Objets.

Voici ci-dessous les références des produits utilisés lors de ce projet :

- <https://www.ifm.com/fr/fr/product/VSA005>
- <https://www.ifm.com/fr/fr/product/VSE150>
- <https://www.ifm.com/fr/fr/product/TS2229>
- <https://www.ifm.com/fr/fr/product/DN4011>
- <https://www.ifm.com/fr/fr/product/DS2505>

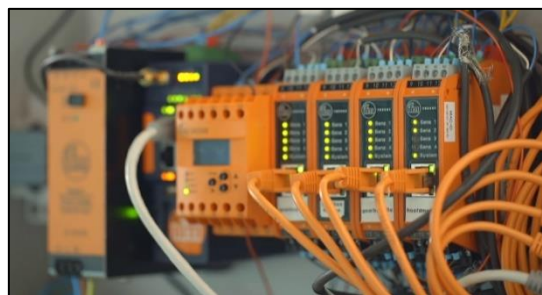


FIGURE 1 : CAPTEURS DE VIBRATIONS

Source :

<https://www.ifm.com/fr/fr/shared/application-reports/rapport-dapplication-lecluse-deefde>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet CAMINO : capteurs de vibrations

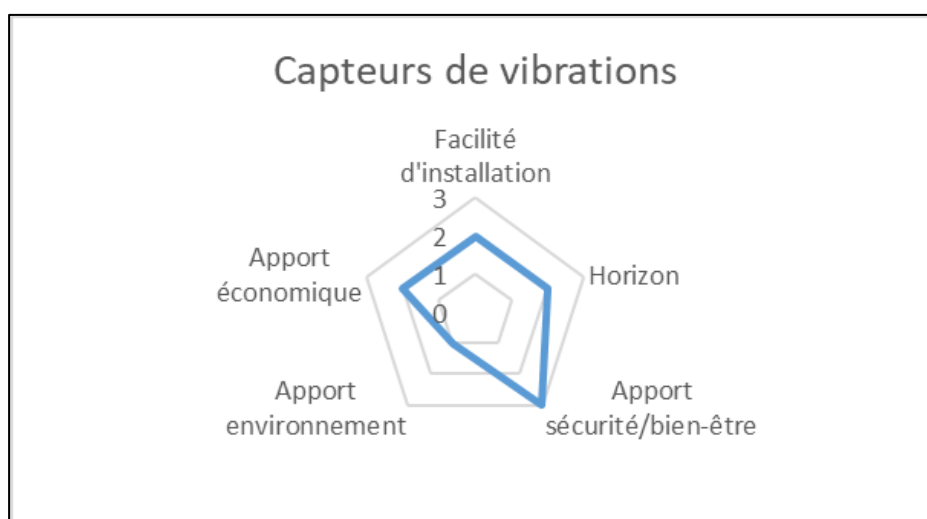
**USAGE :** Maintenance préventive

**TECHNOLOGIE :** Capteurs de vibrations sur les engrenages et moteurs de l'écluse

**INDICATEUR :** Taux d'usure

**INTERÊT :** Surveillance des caractéristiques vibratoires  
Planification d'opérations de maintenance préventive

**HORIZON :** Court terme



### 3.7 Bollard Monitor, bornes d'amarrages connectées

Le port d'Anvers a récemment équipé son port de cinq bornes d'amarrage intelligentes, appelées des « Bollard Monitor ». En effet, grâce à l'entreprise Zensor qui est spécialisée dans les nouvelles technologies, ils ont développé ce système qui permet de renforcer la sécurité.

Lorsque les grands navires s'attachent à ces bornes, les cordages appliquent une forte traction et les bornes endurent une pression très forte. Un problème de maintien de navire serait une catastrophe car cela impliquerait que le navire parte à la dérive.

Le « Bollard Monitor » permet donc de mesurer la tension exercée par les cordages ainsi que ses variations. Des informations sont donc envoyées toutes les quinze minutes aux centres de contrôle afin que l'équipe de maintenance puisse agir rapidement en cas de mesures anormales. C'est donc dans un rôle de maintenance prédictive que cette technologie est utilisée

De plus, cela permet un gain de temps considérable car l'équipe de maintenance n'a plus besoin d'inspecter une à une l'ensemble des bornes d'amarrage. Tom Cornelissen, directeur commercial de Zensor, explique que : *« au lieu de procéder à des inspections sur place, les capteurs indiquent automatiquement et immédiatement lorsque les connexions des bornes sont surchargées. Les services techniques du port d'Anvers peuvent consulter en direct le chargement réel des bornes via la plate-forme en ligne Zensor. Le système envoie une alarme lorsqu'un boulon se détache. Non seulement cela est beaucoup plus efficace pour la maintenance, mais cela renforce également la sécurité ».*

Grâce à un traitement intelligent des données, Zensor permet au port d'Anvers de mieux comprendre la tension exercée sur les bornes et potentiellement de l'optimiser.



FIGURE 2 : INSTALLATION D'UN BOLLARD MONITOR

Source : <https://siecledigital.fr/2021/02/04/port-anvers-bornesintelligentes/?lrsclsc=264f4df5-2006-4c2c-a655-46fb4ac1a2a2>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Bollard Monitor, bornes d'amarrages connectées

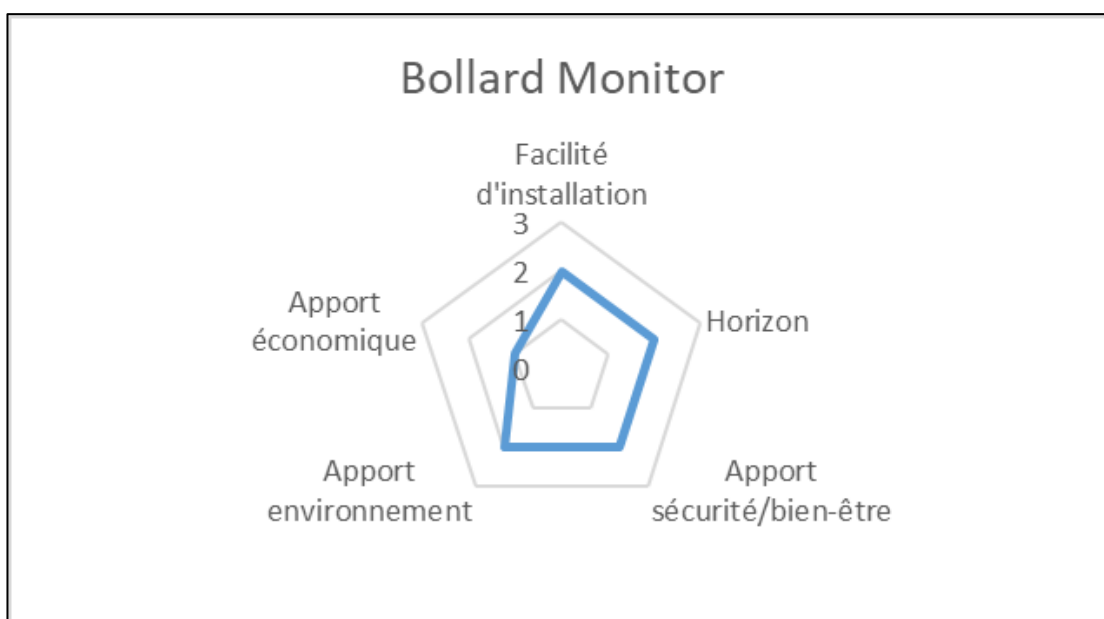
**USAGE :** Maintenance préventive

**TECHNOLOGIE :** Capteurs permettant de mesurer la tension et ses variations sur les bornes d'amarrage.

**INDICATEUR :** Taux d'usure

**INTERÊT :** Planification d'opérations de maintenance préventive  
Gain de temps pour l'équipe de maintenance

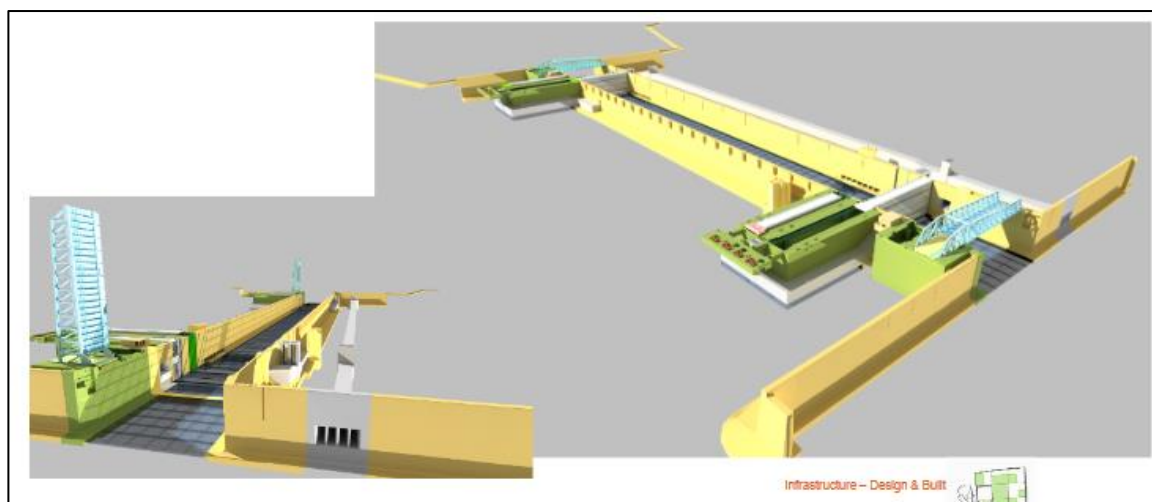
**HORIZON :** Moyen terme



### 3.8 Modèle 3D de l'écluse de Deurganckdok

L'écluse de Deurganckdok est située à Kieldrecht, fait partie du port d'Anvers et est actuellement la plus grande écluse du monde. Elle permet de relier l'Escaut au port via le bassin du Deurganckdok. Un modèle 3D de cette écluse a été créée afin de l'utiliser pour l'entretien et la maintenance préventive.

Le modèle sera utilisé pour construire une réalité virtuelle de l'écluse afin que l'équipe de maintenance puisse regarder sous l'eau pour voir où le défaut pourrait se trouver, et ainsi prendre des mesures plus efficaces.



**FIGURE 1 : MODELE 3D DE L'ECLUSE DE DEURGANCKDOK**

Source : [https://www.arcadis.com/media/F/4/C/%7BF4CCAF53-6B77-4C6C-BC43-C05BDCDC1524%7D2016%2011%2029\\_ARCADIS\\_%20BIM.pdf](https://www.arcadis.com/media/F/4/C/%7BF4CCAF53-6B77-4C6C-BC43-C05BDCDC1524%7D2016%2011%2029_ARCADIS_%20BIM.pdf)



## FICHE DESCRIPTIVE

### Modèle 3D de l'écluse de Deurganckdok

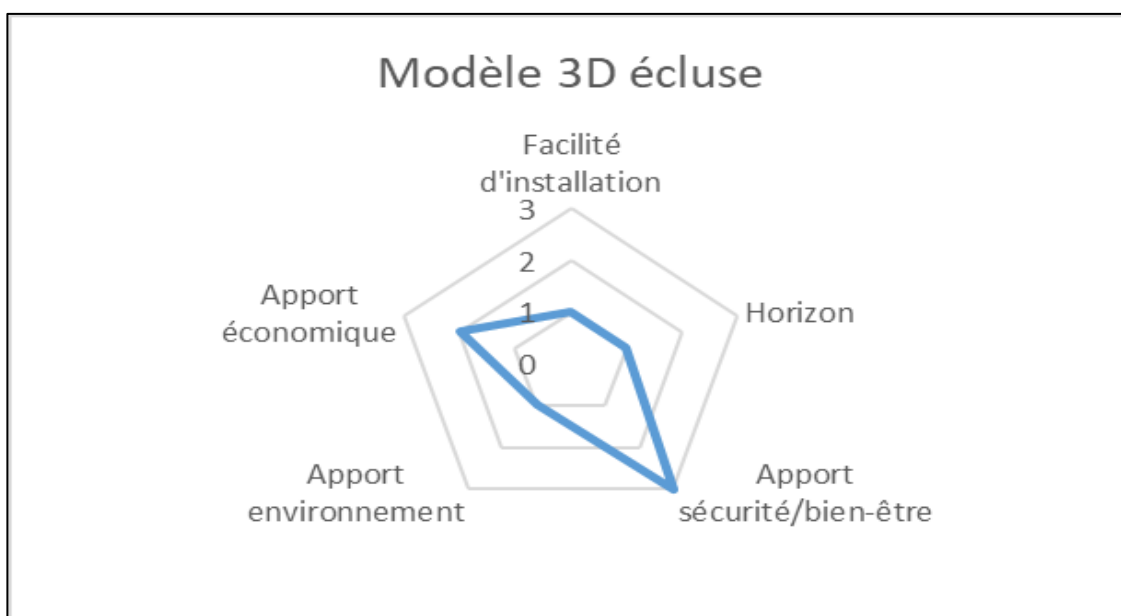
**USAGE :** Maintenance préventive

**TECHNOLOGIE :** Reproduction en 3D de l'écluse

**INDICATEUR :** Taux d'usure

**INTERÊT :** Vue de l'écluse « sous l'eau »  
Prise de mesures plus adaptées.

**HORIZON :** Long terme





### 3.9 Projet RIPHANTE

Le projet Riphante, piloté par la société Antiote, visait à implémenter un réseau privé LoRa sur la zone du port du Havre. Depuis 2020, le projet a permis de transformer le port en un champ expérimental vivant et connecté. Les acteurs disposent, dans le cadre du « Smart Port », d'un réseau local géré de façon multimodale et ouverte. La couverture du port par un réseau IoT privé, avec une continuité publique si nécessaire, a permis au port du Havre de devenir un laboratoire vivant, grande nature, qui peut servir à la communauté scientifique d'une part, et aux acteurs économiques du port, d'autre part.

LoRaWAN est « un protocole de télécommunication permettant la communication à bas débit, par radio, d'objets à faible consommation électrique communiquant selon la technologie LoRa et connectés à l'Internet via des passerelles ». L'objectif de ce réseau est de fournir des données à longue distance (0 à 12km environ) et à un débit faible (100kb/s maximum). Le grand intérêt de cette technologie est qu'elle est peu énergivore et permet d'envoyer des données sur une longue portée. Un réseau LoRa peut être déployé en interne ou bien utiliser les différents réseaux nationaux et internationaux des opérateurs.

Source : Antiote et <https://www.circoe.com/2020/11/09/riphante/>



## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet Riphante

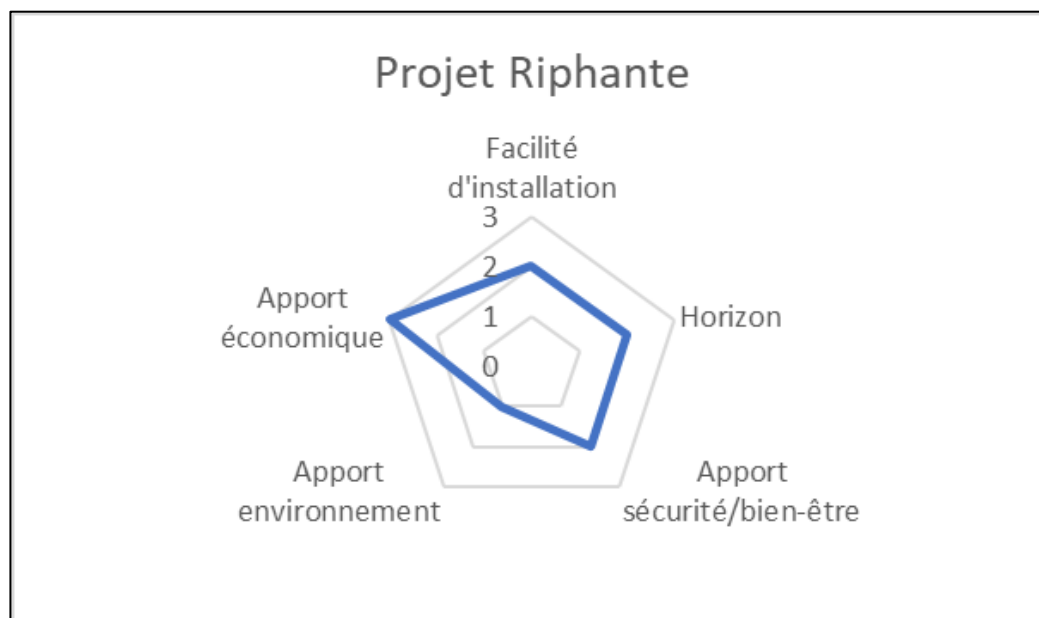
**USAGE :** Mener des expérimentations avec des objets connectés

**TECHNOLOGIE :** Réseau de communication LoRa privé

**INDICATEUR :** Taux de couverture de la zone

**INTERÊT :** Amélioration de la connectivité d'une zone géographique  
Economies des frais de télécommunication  
Privatisation du réseau

**HORIZON :** Moyen terme (immédiat si expérimentation sur Le Havre)



### 3.10 FALCO

# FICHE DESCRIPTIVE

FALCO

USAGE :

TECHNOLOGIE :

INDICATEUR :

INTERÊT :

HORIZON :

### 3.11 Barge Traffic System (BTS)

Le port d’Anvers est équipé d’un système de planning centralisé des barges. Le Barge Traffic System (BTS) assure et planifie les opérations de chargements et de déchargements des barges grâce à ce logiciel spécifique. Il permet donc aux exploitants de barge de pouvoir rechercher en ligne des créneaux disponibles afin de planifier les opérations de manutention. Par la suite, grâce à un système de notification, le créneau est validé ou non.

Le BTS optimise la manutention des barges et maximise l’efficacité du chargement et du déchargement. De plus, grâce au suivi des positions des barges, cela permet de planifier les écluses et à l’opérateur du terminal de s’ajuster rapidement et d’améliorer la fluidité du trafic maritime.

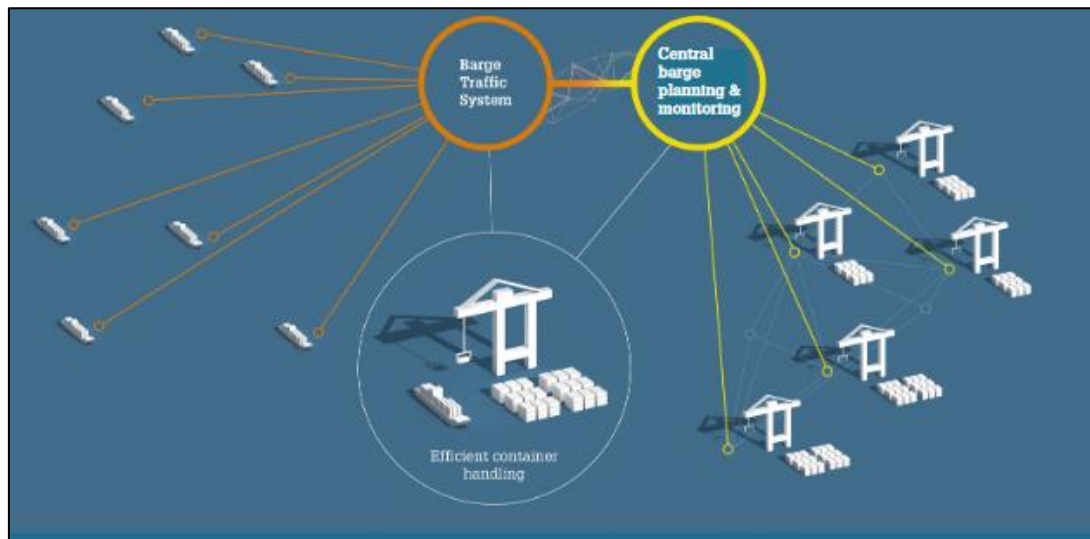


FIGURE 3 : BARGE TRAFFIC SYSTEM

Source : [https://www.portofantwerp.com/sites/default/files/POA-2282 %28Product Sheets BTS %28April 2018%29.pdf](https://www.portofantwerp.com/sites/default/files/POA-2282%28Product%20Sheets%20BTS%28April%202018%29.pdf)

## FICHE DESCRIPTIVE

### Barge Traffic System (BTS)

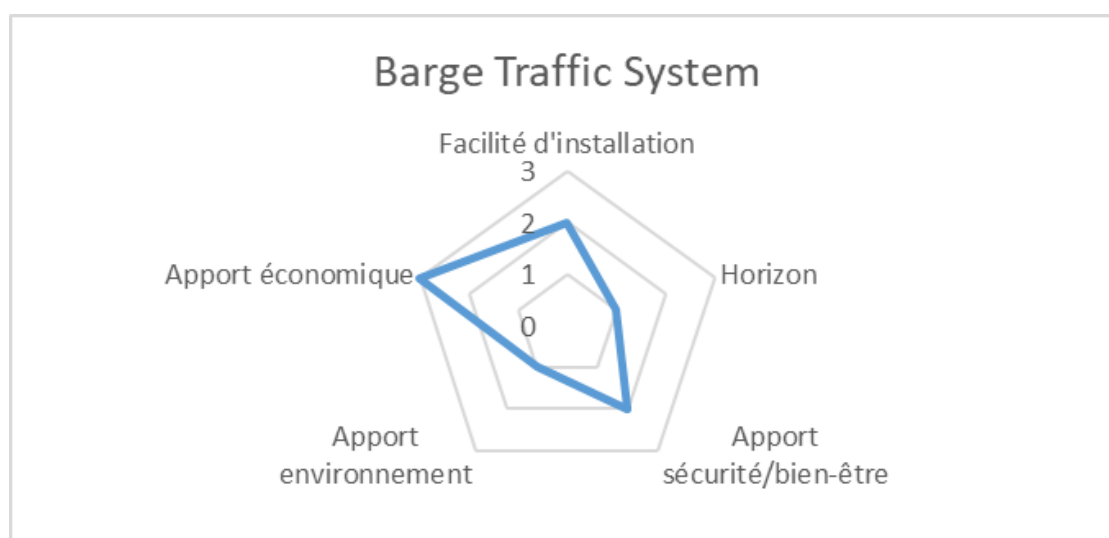
**USAGE :** Place à quai

**TECHNOLOGIE :** Plateforme Instream permettant de demander des créneaux horaires à l'exploitant du terminal

**INDICATEUR :** Disponibilité des quais

**INTERÊT :** Optimisation de la manutention des barges  
Maximise l'efficacité du chargement et déchargement

**HORIZON :** Long terme



### 3.12 Projet mené par Axians : capteurs relevant de multiples informations

Avec un passage de plus de 115 000 bateaux par an, le port de Rotterdam est le 11<sup>ème</sup> port du monde et 1<sup>er</sup> port européen. Une transformation numérique est déjà en cours pour conforter au maximum cette position. En effet, d’ici 2030, selon les responsables de la stratégie numérique du port, la connectivité et l’interconnexion des datas devraient être 100% sûres, fiables et standardisées pour accueillir des navires autonomes.

Par exemple en 2017, Rotterdam a franchi une nouvelle étape en déployant un ensemble un écosystème IoT rassemblant les données de 44 capteurs répartis sur les 42 kilomètres de long du port. Ces capteurs relèvent des informations en temps réel sur la météo, les niveaux d’eau, les marées et courants, la température, la vitesse et direction du vent, la visibilité...

Ces données vont être envoyées vers la plateforme Watson IoT puis utilisées pour prédire le moment le plus favorable pour un bateau d’accoster en fonction du niveau d’eau. Cela permet donc de réduire les temps d’attente et d’augmenter le nombre de navires entrant dans le port de Rotterdam. Le déploiement de la plateforme IoT se traduira aussi par une amélioration des performances des infrastructures en permettant de mettre en place une maintenance prédictive et prescriptive.



FIGURE 4 : WATSON IoT

Source : <https://www.theagilityeffect.com/fr/article/comment-le-port-de-rotterdam-se-prepare-aux-navires-du-futur/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet mené par Axians : capteurs multifonctions

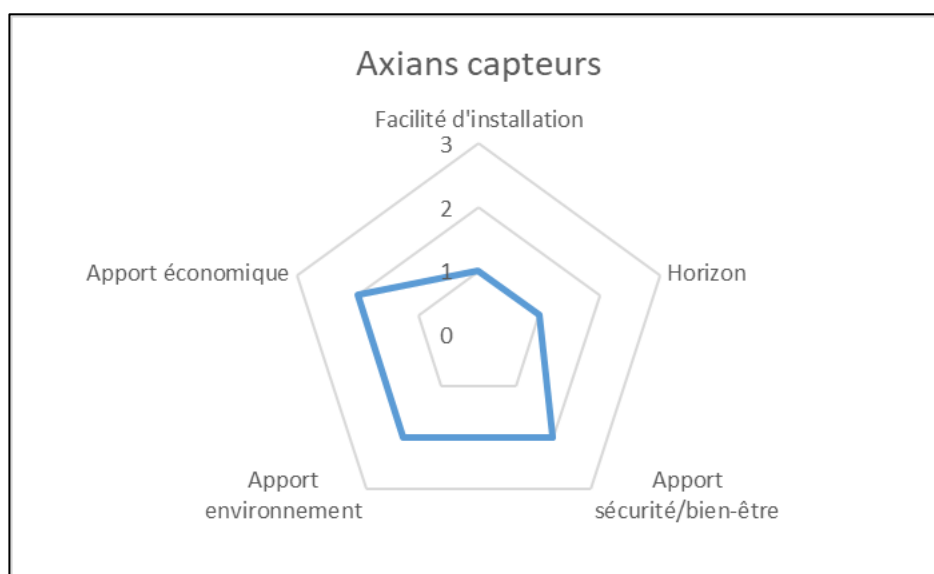
**USAGE :** Planification grâce à des capteurs

**TECHNOLOGIE :** 44 capteurs répartis sur les 42km du port relèvent diverses informations puis sont envoyées vers la plateforme Watson IoT

**INDICATEUR :** Météo, niveaux d'eau, marées, courants, température, vitesse et direction du vent, visibilité

**INTERÊT :** Prédiction du moment le plus favorable pour accoster  
Réduction des temps d'attente  
Maximisation du nombre de navires traités

**HORIZON :** Long terme





### 3.13 Quai intelligent de Deurganck

Le port d’Anvers est connu pour sa forte productivité de sa manutention de conteneurs. Situé à la deuxième place au classement des ports européens derrière Rotterdam avec pratiquement 12 millions de conteneurs traités en 2020, le port d’Anvers compte bien continuer son développement. Le quai de Deurganck est de loin le principal centre de manutention de conteneur de ce port et est aussi un lieu d’innovation. En effet, c’est maintenant un quai intelligent équipé de capteurs.

Selon Piet Opstaele, responsable de l’innovation pour l’administration portuaire, « Vous pouvez le comparer avec une voiture qui pénètre dans un parking payant où il y a des places de stationnement désignées. Si vous vous gardez à l’extérieur des limites de votre espace alloué, vous n’occupez pas seulement une mais deux places, ce qui réduit la capacité globale du parking. Il en va de même pour les navires qui stationnent le long du quai ».

A leur arrivée au port, les bateaux se voient donc attribuer un numéro d’accostage spécifique sur le quai. Grâce à des caméras et aux capteurs présents sur toute la longueur du quai, un contrôle est effectué afin de vérifier que chaque bateau est amarré au bon quai. Cela permettra de maximiser la capacité d’accostage et d’économiser des manœuvres de navires coûteuses en temps et en argent



Source : <http://tlr.ma/wp/le-quai-deurganck-a-anvers-devient-intelligent-lere-du-smart-port-est-entamee/>

# FICHE DESCRIPTIVE

## Quai intelligent de Deurganck

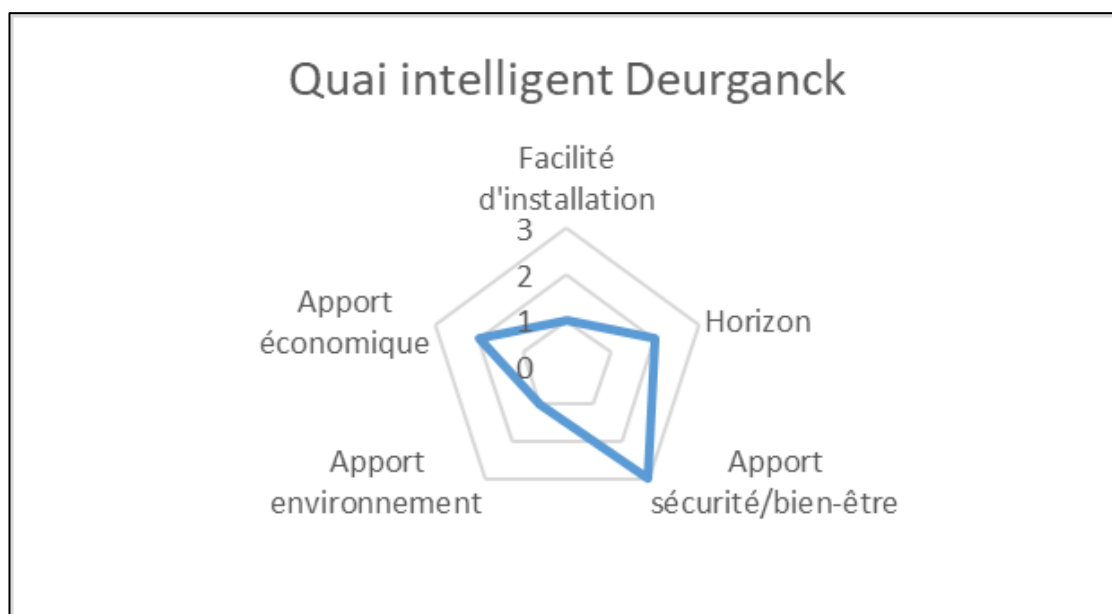
**USAGE :** Planification grâce à des capteurs

**TECHNOLOGIE :** Combinaison d'une attribution d'un numéro d'accostage avec un contrôle réalisé avec des capteurs et caméras

**INDICATEUR :** Contrôle d'amarrage

**INTERÊT :** Maximisation capacité d'accostage  
Economie de manœuvres de navires

**HORIZON :** Moyen terme



### 3.14 QUINTIQ (Filiale de Dassault Systèmes)

Situé entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud, le canal de Panama permet à des milliers de tonnes de cargaison d'éviter un détour par le cap Horn. Comme le reste du monde, le canal dépend de systèmes informatiques pour assurer son bon fonctionnement 24 h/24. Or, ces systèmes font aujourd'hui l'objet d'une refonte complète qui vise non seulement à les maintenir à jour, mais aussi à permettre au canal de gérer encore plus de trafic.

Ce nouveau système permet de :

- raccourcir le temps d'attente des navires ;
- augmenter le nombre de créneaux de passage potentiellement disponibles chaque jour et améliorer la fiabilité globale de l'itinéraire ;
- planifier les ressources d'accostage en prenant en compte les conditions météorologiques et vérifier que les pilotes appropriés sont disponibles conjointement aux remorqueurs adaptés aux navires
- planifier le temps d'attente aux écluses et le temps de remplissage du sas.

L'objectif final du système est d'exploiter le canal en flux tendu, ou juste-à-temps.



**SOURCES :** <https://www.3ds.com/products-services/delmia/resources/panama-canal/>;  
<https://thelogicfactory.com/the-logic-factory-implements-delmia-quintiq-at-the-panama-canal/>;  
<https://www.zdnet.fr/actualites/comment-l-internet-des-objets-assure-la-circulation-des-navires-en-flux-tendu-sur-le-canal-de-panama-39854632.htm>

## FICHE DESCRIPTIVE

### QUINTIQ

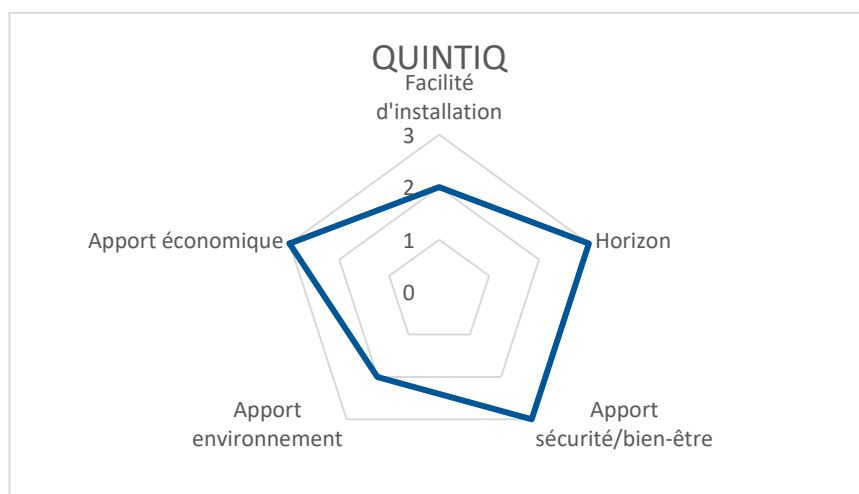
**USAGE :** Planification grâce aux capteurs

**TECHNOLOGIE :** Supply chain planning and optimization (SCP&O) :  
DELMIA Quintiq Planning for Maritime Logistics

**INDICATEURS :** Passage de navires, utilisation des ressources d'accostage (lamanage, remorquage...), météo (brouillard), dimensionnement du staff, vérification adéquation pilotes/remorqueurs adaptés aux navires, temps d'attente aux écluses, temps de remplissage du SAS, gestion du temps d'éclusage dont pression de l'eau

**INTERÊTS :** Optimisation de la planification / Performance économique

**HORIZON :** Immédiat



### 3.15 Accostage Intelligent

## **FICHE DESCRIPTIVE**

### Accostage Intelligent

**USAGE :**

**TECHNOLOGIE :**

**INDICATEURS :**

**INTERÊTS :**

**HORIZON :**

### 3.16 e-RIS, le Système d'Information Fluviale (SIF) du Rhin supérieur

e-RIS est le SIF du Rhin supérieur lancé depuis 2016 mais de nombreuses améliorations et fonctionnalités sont continuellement ajoutées. Par exemple, pour pallier au problème des zones blanches, zones sans connexion internet, une application mobile a vu le jour que ce soit sur Android ou iOS.

Sur cette application sont visibles les niveaux d'eaux, les hauteurs libres, l'indisponibilité des sas, l'état du trafic ainsi qu'une liste de contact en cas de besoin comme sur les écluses.

e-RIS se positionne en complémentarité et en synergie avec les SIF existants ou à venir sur le Rhin, en prenant en compte les spécificités du Rhin Supérieur avec les aménagements barrages-écluses et les divers acteurs intervenant pour le passage, l'accueil des bateaux et les services offerts à ceux-ci.

L'ambition et l'objectif du SIF est de contribuer à l'essor du transport fluvial au sein du corridor de transport Rhin Alpes.

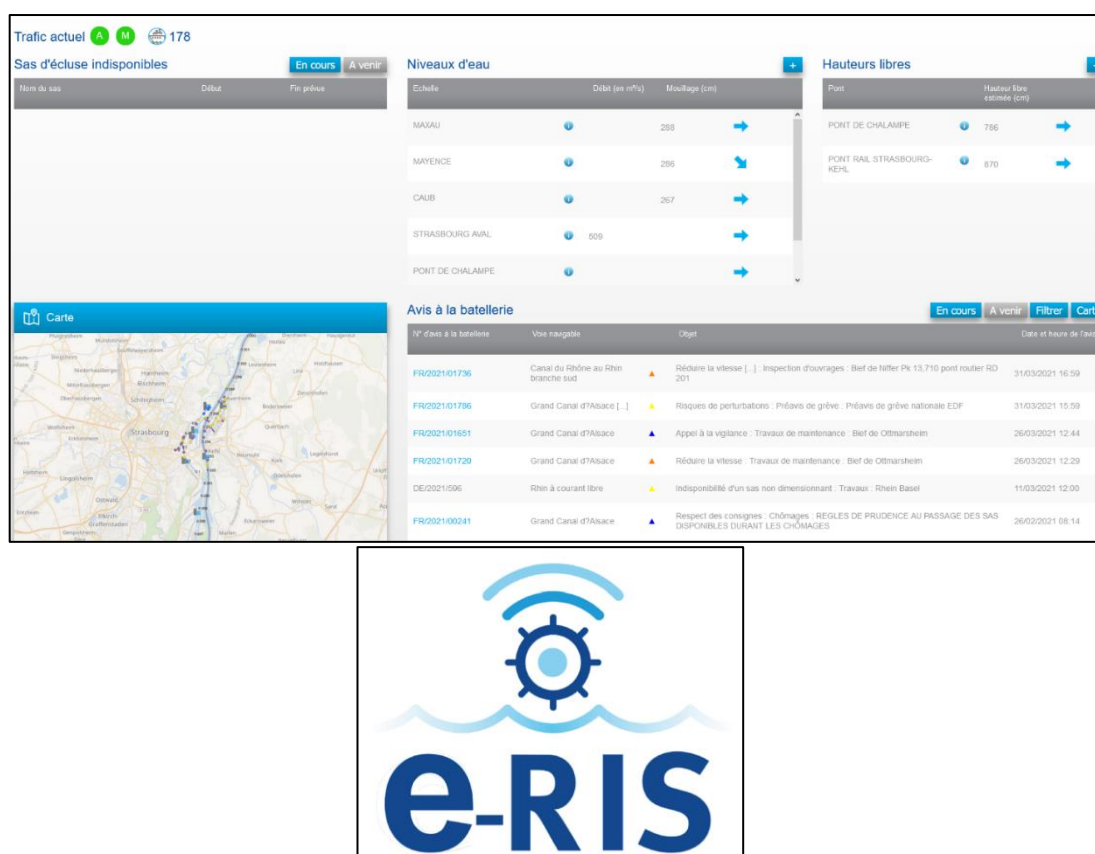


Figure 5 : e-RIS

Source : <https://www.edf.fr/groupe-edf/nos-energies/energies-renouvelables/hydraulique/hydraulique-alsace-vosges/e-ris-la-nouvelle-application-d-edf-et-vnf-pour-les-navigants-sur-le-rhin>

## FICHE DESCRIPTIVE

### e-RIS, le Système d'Information Fluviale (SIF) du Rhin supérieur

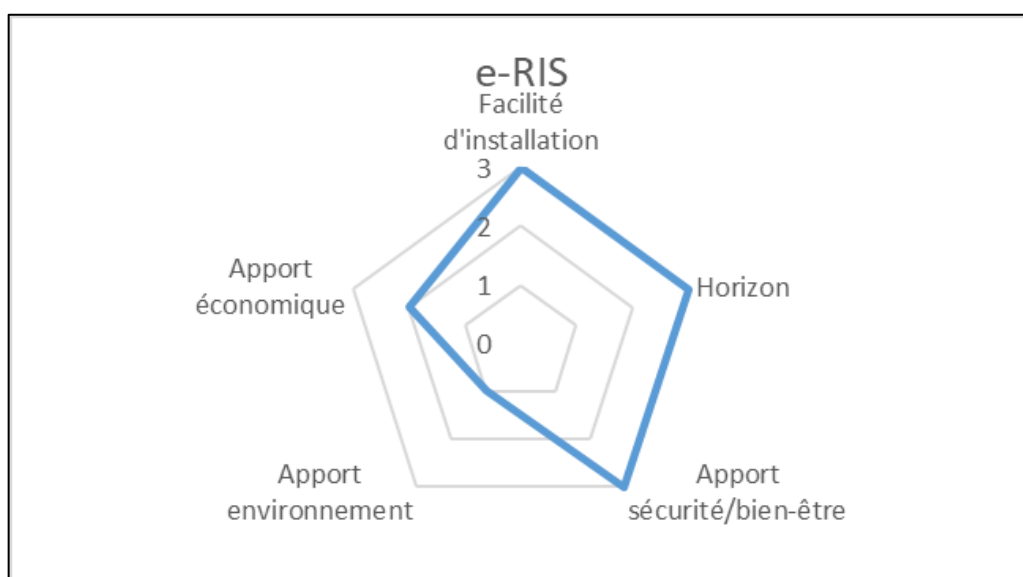
**USAGE :** SIF

**TECHNOLOGIE :** Portail web + application mobile

**INDICATEUR :** Niveaux d'eau réels et prévisions à 14 jours, crues,  
Position des bateaux, temps d'attente aux écluses...

**INTERÊT :** Mise à disposition d'un ensemble d'information  
contribuant au confort des usagers

**HORIZON :** Moyen terme





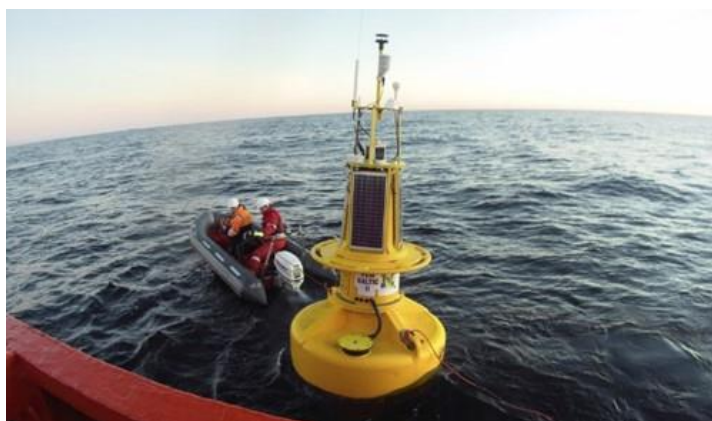
# BARGES CONNECTES



**ANTICIPATION**



**SURVEILLANCE**



**TRANSITION  
ENERGETIQUE**



#### 4. Solutions IoT concernant les « barges connectés »

Blabla ANTIOTE ???

## 4.1 BLUE IOT EOLIA

flo

# FICHE DESCRIPTIVE

## BLUE IOT EOLIA

USAGE :

TECHNOLOGIE :

INDICATEURS :

INTERÊT :

HORIZON :

## 4.2 « Smart Data Services »

flo

# FICHE DESCRIPTIVE

« Smart Data Services »

USAGE :

TECHNOLOGIE :

INDICATEURS :

INTERÊT :

HORIZON :

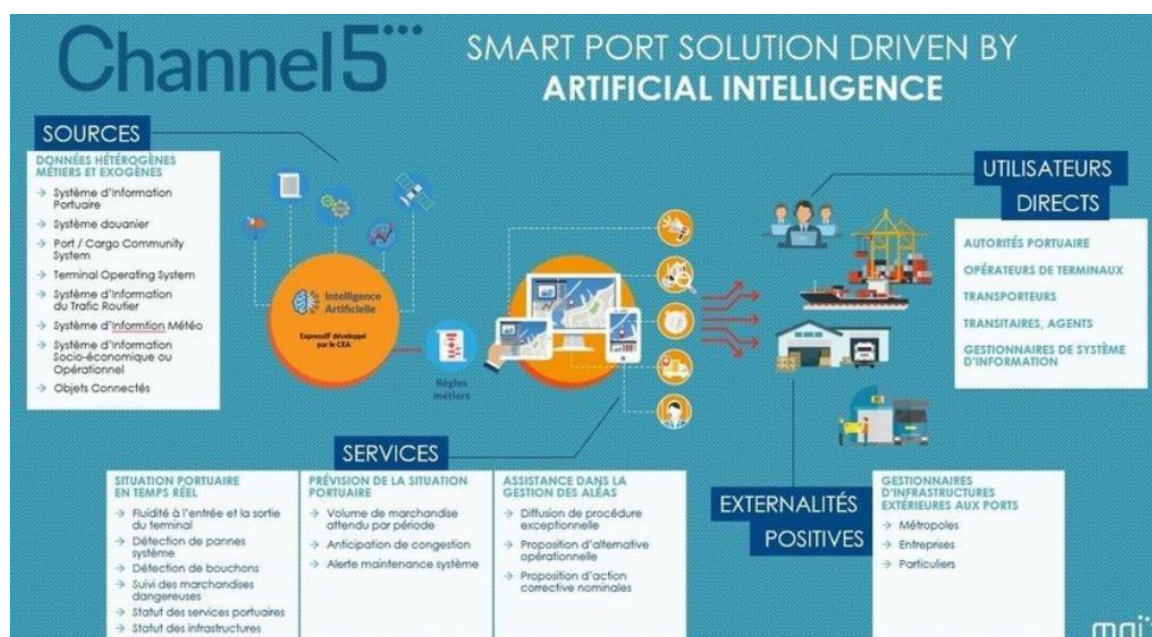
## 4.3 Channel 5

Le capteur d'informations portuaires, Channel 5, est un outil complémentaire du CCS Ci5, qui vise à réduire les aléas météorologiques et autres d'un port, ses congestions et à permettre aux utilisateurs de les anticiper, d'y remédier.

Augmentation ponctuelle du trafic, météo, mouvements sociaux, manque de prévision sur l'activité ; infrastructures matérielles défaillantes, pollution, nuisances sonores... les acteurs portuaires et les pouvoirs publics sont confrontés à des événements qui peuvent occasionner des situations de congestion portuaire. Ces facteurs perturbateurs affectent la performance de la chaîne logistique dans sa globalité : les marchandises qui transitent par le port sont ralenties ; les ressources humaines et matérielles sont mal exploitées. Il en résulte de lourdes pertes économiques et des coûts d'exploitation supplémentaires. Le principe de Channel 5 consiste à capter, fusionner et analyser des données qui peuvent avoir une incidence sur la fluidité du transit des marchandises. Ces données proviennent de sources hétérogènes : Cargo Community System (Ci5), Port Community System (Neptune), système d'information portuaire, trafic routier, objets connectés... Elles sont traitées par le logiciel Expressif développé par le CEA Tech qui effectue une analyse suivant des règles métiers spécifiques au port en utilisant les technologies d'intelligence artificielle, de machine learning et de data mining, afin de déterminer la situation portuaire. Lorsque des situations à risque sont détectées, des recommandations seront transmises vers les acteurs impactés qui pourront ainsi mieux gérer ces aléas.



*Nota : outil complémentaire au CCS Ci5 \* en matière d'intelligence artificielle*



Source : <https://www.polemermediterranee.com/Activites-Projets/Ports-logistique-et-transport-maritime/CHANNEL-5>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet Channel 5

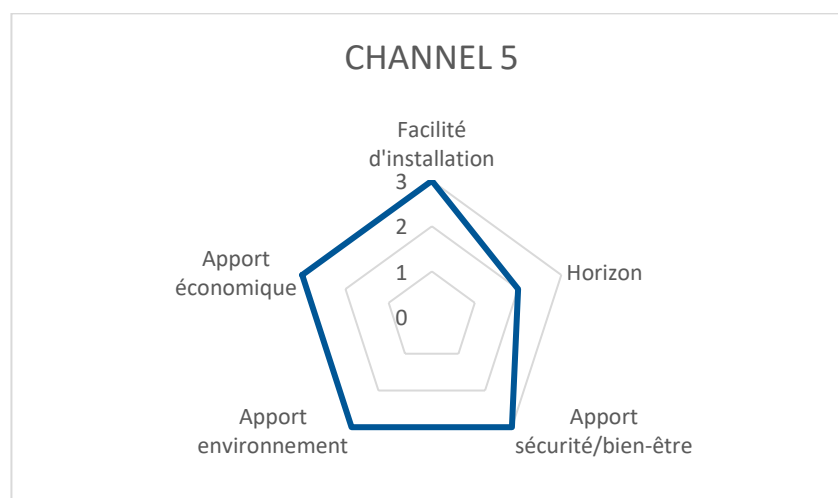
**USAGE** : Fluidification du trafic portuaire

**TECHNOLOGIE** : blockchain intégrée dans le Port Community System Ci5

**INDICATEURS** : météo, infrastructure défaillante, augmentation du trafic...

**INTERÊT** : Anticipation de la congestion portuaire

**HORIZON** : moyen terme





#### 4.4 Projet STREAM5

A tous les points de la supply chain et notamment dans les ports, des données sont produites consommées et transformées sous de multiples formats avec une multitude de technologies. Les ports constituent ainsi des « data hot spots » où par mauvaise qualité, hétérogénéité, incomplétude ou désynchronisation des données, la fluidité des flux d’information et de marchandises est altérée.

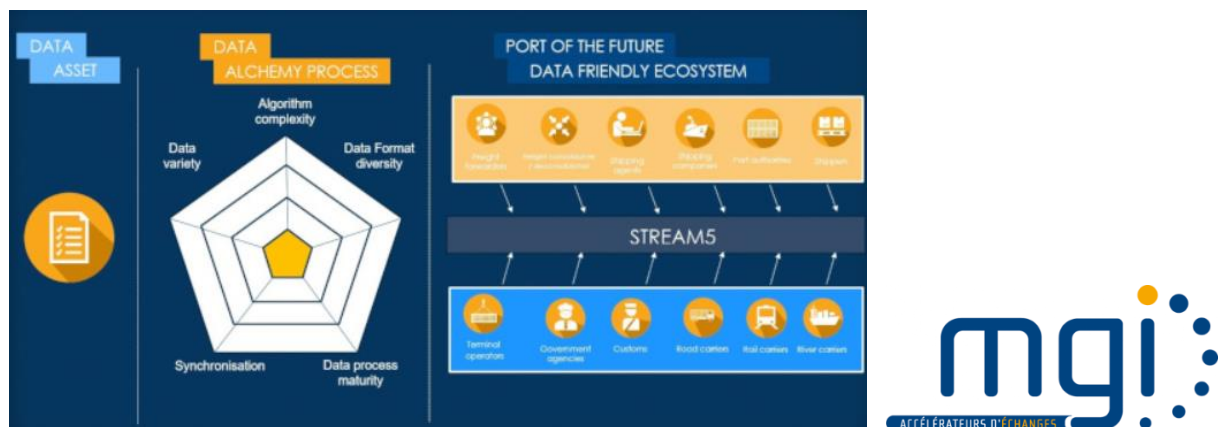
Inspiré du concept de data pipeline promu par l’UN/CEFACT, STREAM5 est une plateforme d’enrichissement des données (data alchemy) issue des travaux de recherche et développement réalisés dans le cadre du MGI Lab. Dépassant le seul recours à la normalisation, le projet consiste à déployer un moteur d’agrégation (Business rules, pattern matching, machine learning) afin de valoriser les données à disposition des acteurs portuaires.

A titre d’illustration, depuis des années les manifestes des navires sont soumis électroniquement auprès de l’administration des douanes et sont traités comme des listes de marchandises à décharger. STREAM5 enrichit ce document en lui appliquant de multiples traitements algorithmiques et le transforme en un document augmenté multi-usages pouvant servir de support d’analyse de risques, de prévisions des marchandises à contrôler ou de liste de chargement multimodal.

Ainsi, pour les autorités portuaires et de contrôles, il sera possible d’optimiser la gestion des aménagements et des ressources de contrôle ainsi qu’améliorer la visibilité des marchandises à contrôler.

Pour les opérateurs de terminaux, les agents maritimes, commissionnaires en douane et commissionnaires de transport, il est possible de détecter les erreurs au plus « tôt », d’anticiper les mouvements de marchandises complexes, de renforcer l’attractivité du transport maritime à courte distance et d’améliorer la connexion avec les services multimodaux.

Ce projet est développé en collaboration avec le Grand Port Maritime de Marseille dans le cadre de l’initiative « French Smart Port in Med ».



# FICHE DESCRIPTIVE

## Projet STREAM5

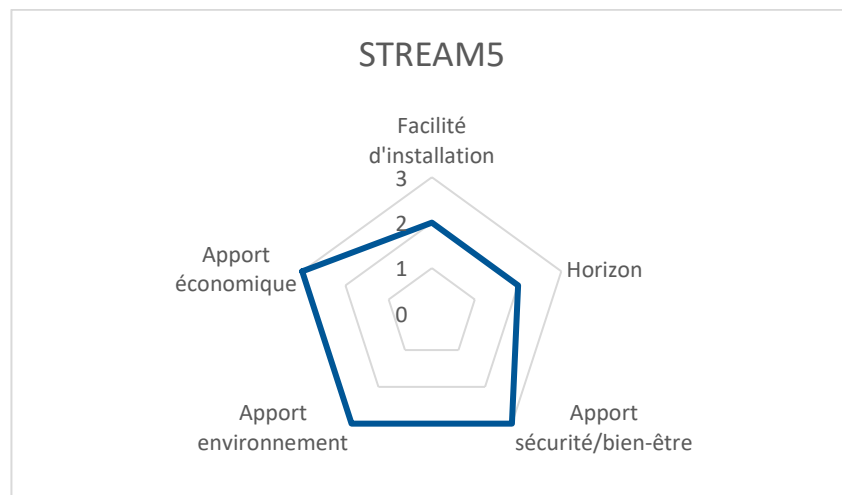
**USAGE** : fluidification du trafic portuaire

**TECHNOLOGIE** : moteur d'agrégation (Business rules, pattern matching, machine learning)

**INDICATEURS** : mouvements de marchandises complexes

**INTERÊT** : Analyse de risques, prévisions des marchandises à contrôler ou de liste de chargement multimodal – Amélioration de la connexion avec les services multimodaux

**HORIZON** : Moyen terme

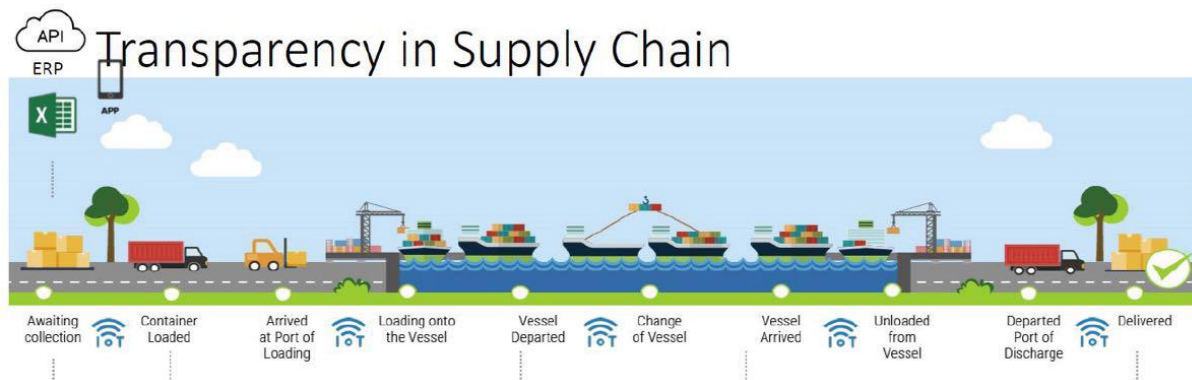


## 4.5 Projet MeRS

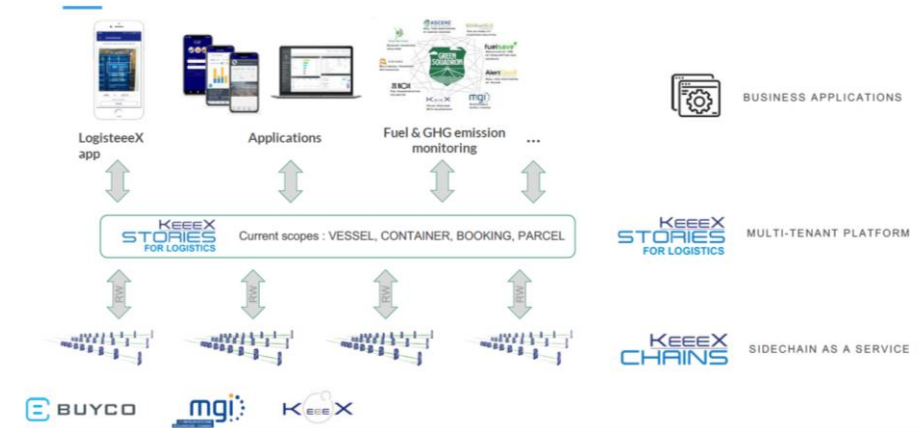
Le projet MeRS consiste à utiliser la technologie Blockchain pour fluidifier le transport multimodal depuis Marseille-Fos vers l’hinterland. À terme, il est envisagé comme un vecteur d’équilibre entre les ports d’Anvers et de Marseille.

La technologie Blockchain consiste en un partage sécurisé de l’enregistrement et du suivi des transactions et marchandises grâce à une logique de mutualisation générale des données en temps réel. Ni intermédiaire, ni gestionnaire centralisé, chaque utilisateur peut alimenter ou consulter cette chaîne d’information sans toutefois pouvoir en modifier le contenu.

À travers l’inventaire continu des échanges réalisés, la Blockchain offre un aperçu permanent du processus logistique. Il en résulte une capacité d’anticipation accrue et, par conséquent, davantage de fluidité dans la gestion du transport.



### Une solution scalable et multi-acteurs



Source : <https://lefrenchsmartportinmed.com/les-actualites/mers-une-blockchain-mediterranee-rhone-saone>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet MeRS

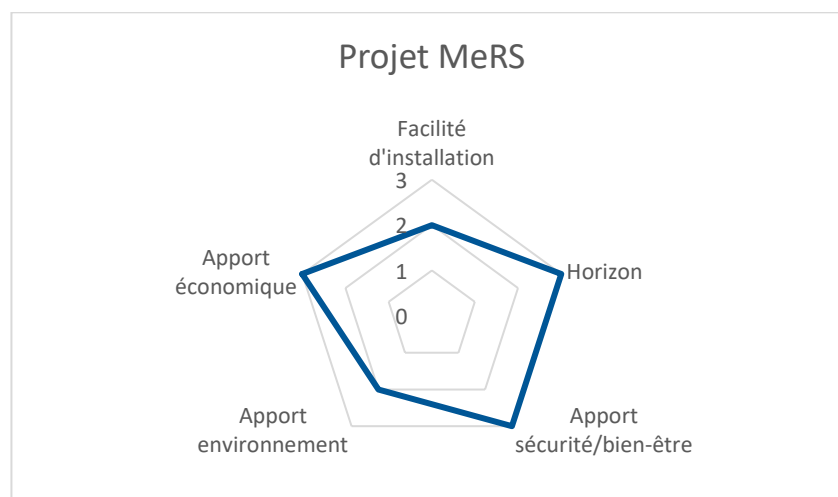
**USAGE** : fluidification du trafic sur toute la supply chaine

**TECHNOLOGIE** : Blockchain, l'IoT, le data analytics

**INDICATEURS** : suivi des marchandises sur l'ensemble de la supply chaine

**INTERÊT** : sécurisation de la chaîne de transport digitale

**HORIZON** : court terme



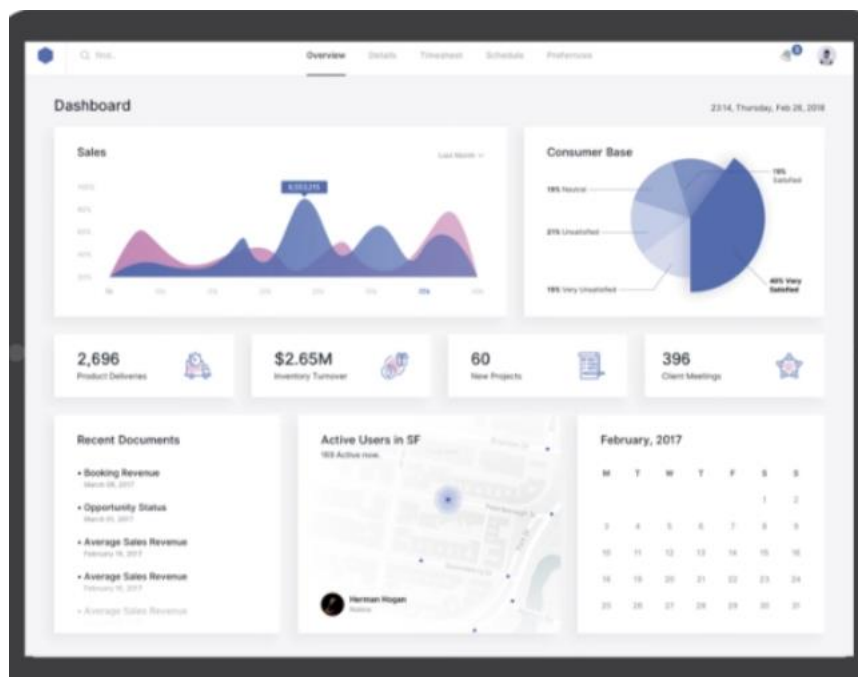
## 4.6 Caterpillar Marine Asset Intelligence

Au sein de la Division Marine de Caterpillar a été développée la plate-forme Asset Intelligence qui repose sur la plate-forme d’intégration et d’analyse de données, Pentaho.

Cet outil permet de réaliser de la maintenance prédictive et d’économiser jusqu’à 3,2 millions de dollars sur une flotte de 8 bateaux.

Ainsi, des capteurs sont installés à bord du navire et permettent de mesurer : générateurs, moteurs, GPS, climatisation et bien sûr la consommation de carburant. Il est possible pour Caterpillar d’identifier le lien entre la consommation de carburant et la quantité d’électricité nécessaire pour garder des conteneurs réfrigérés. Ces données peuvent maintenant être utilisées pour déterminer les paramètres optimaux, en modifiant simplement la puissance des générateurs.

D’autres capteurs permettent de corréler la fréquence de nettoyage de la coque et la consommation d’essence, engendrant ainsi de fortes économies pour les entreprises.



**SOURCE :** <https://www.hitachivantara.com/en-us/solutions/infrastructure-solutions.html>

<https://www.sicara.fr/parlons-data/2017-09-14-iot-big-data-caterpillar-maintenance-predictive>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Caterpillar Marine Asset Intelligence

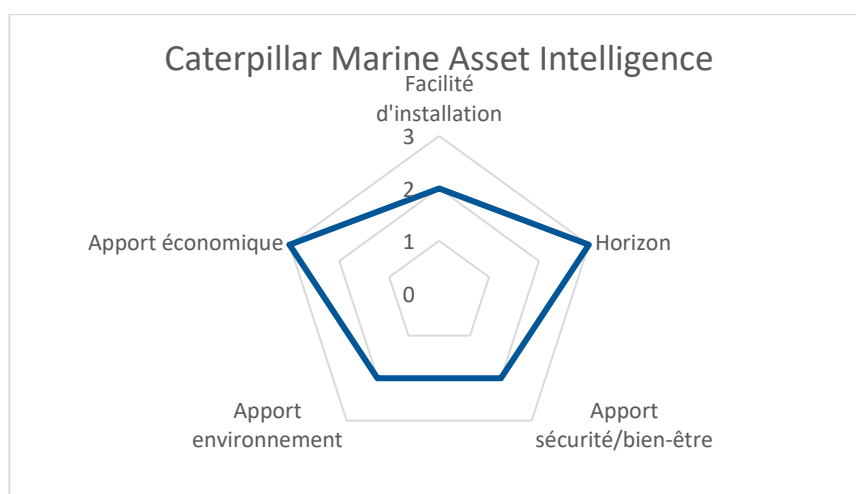
**USAGE :** Maintenance Prédicative pour bateaux

**TECHNOLOGIE :** Plateforme Pentaho (HITACHI)

**INDICATEURS :** Capteurs de bord permettant le suivi des générateurs, du moteur, du GPS, de la climatisation, du carburant. Fournit également des informations sur la performance économique liée au nettoyage de la coque

**INTERÊTS :** Economie d’énergie  
Performance économique

**HORIZON :** Immédiat



## 4.7 IoT4NR

Dans le cadre de l’appel à démonstrateurs européens IoT4Industry lancé en avril 2018 (\*) et coordonné par le pôle de compétitivité SCS (Solutions communicantes sécurisées), le projet IoT4NR – IoT Solution for Naval Repair – a réuni plusieurs acteurs industriels et académiques sous la houlette de la société INOUId, intégrateur et concepteur de solutions IoT industrielles clé en main avec une intégration du capteur jusqu’à la visualisation des données. L’objectif du projet était de créer un démonstrateur d’une solution de maintenance et d’entretien d’équipements de réparation marine (navires et outils de réparation majeurs comme les docks flottants ou les grues). Ce démonstrateur intègre des capteurs sans fil innovants (vibrations, température, niveau d’eau ou d’huile hydraulique, etc.), une passerelle de communication LoRa et une plate-forme logicielle locale/cloud, avec des interfaces homme-machine (IHM) ergonomiques adaptées aux différents opérateurs et optimisées grâce à des techniques de visualisation spécifiques. L’ensemble permet le traitement des données en quasi-temps réel avec l’accent mis principalement mis sur les machines tournantes, causes importantes de pannes sur ce type d’équipements de maintenance (pompes, hélices, moteurs électriques...).

La solution mise en œuvre, à la fois modulaire, locale et disponible sous la forme d’une approche de type SaaS (Software as a Service), détecte les pannes potentielles et prédit les actions de maintenance ou de réparation nécessaires. Elle assure dans le même temps la conservation de l’historique des réparations et de l’entretien des équipements pour un suivi plus efficace des moyens. Sur les navires, une véritable maintenance planifiée est ainsi réalisée, permettant une prise de décision fondée sur l’analyse des données et leur historique. Sur les infrastructures plus anciennes, la solution permet de prévenir les problèmes imprévus et les réparations retardées via une maintenance prédictive et une surveillance accrue pour éviter d’endommager le bateau.



### SOURCES :

[http://www.lembarque.com/avec-le-projet-iot4nr-loptimisation-de-la-maintenance-predictive-pour-lindustrie-navale-est-en-marche\\_010283](http://www.lembarque.com/avec-le-projet-iot4nr-loptimisation-de-la-maintenance-predictive-pour-lindustrie-navale-est-en-marche_010283)

## FICHE DESCRIPTIVE

### IoT4NR

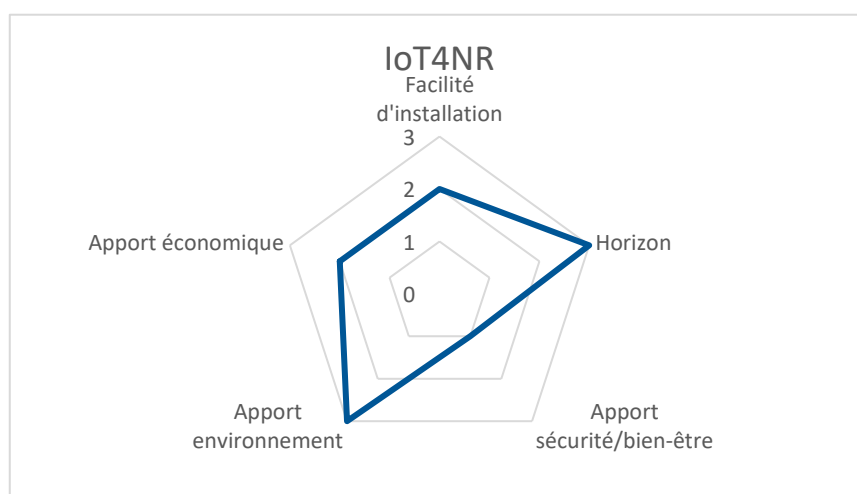
**USAGE :** Maintenance prédictive bateau

**TECHNOLOGIE :** Passerelle de communication LoRa ; plateforme logicielle locale ; Cloud

**INDICATEURS :** Détecte les pannes potentielles et prédit les actions de maintenance ou de réparation nécessaires : capteurs sans fils innovants : vibration, température, niveau d'eau, niveau d'huile, hydraulique...

**INTERÊTS :** Performance environnementale/ économique / Maintenance prédictive

**HORIZON :** Court terme





#### 4.8 eRTIS, navigation autonome grâce à un capteur sonar 3D

La navigation automatisée est l'avenir de la navigation fluviale. Cela peut encore sembler futuriste mais dans le cadre du projet eRTIS (sonar d'imagerie en temps réel embarqué), des chercheurs de l'université et du port d'Anvers ont mis au point un capteur sonar 3D pour la navigation autonome. La nouvelle technologie a été testée avec succès fin décembre 2020. Le Tuimelaar, l'un des navires d'essai du port d'Anvers, a été utilisé pour effectuer le test.

Conçu pour aider à améliorer la connaissance de l'environnement d'un navire, le capteur sonar 3D est équipé de 32 microphones sophistiqués et étanches. Jan Steckel, professeur des systèmes de capteurs en conditions difficiles a indiqué : *"Nous nous sommes inspirés de la façon dont les chauves-souris utilisent l'écholocation. Elles émettent des ondes sonores, et lorsque ces ondes frappent des objets, les chauves-souris entendent les échos de ces collisions, ce qui leur permet d'éviter parfaitement les obstacles"*.

Les informations récoltées par le capteur sont transmises en temps réel, sinon le navire entrerait rapidement en collision. En effet, cela permet de créer des images de l'environnement marin en se basant sur les sons qui sont réfléchis puis réceptionnés par les capteurs.

Le Tuimelaar a été testé avec succès en 2020 au port d'Anvers et va permettre un suivi et un développement plus poussé dans les prochaines années.



FIGURE 6 : LE TUIMELAAR EQUIPE DE CAPTEURS SONAR 3D

Source : <https://www.ship-technology.com/news/port-of-antwerp-3d-sonar-sensors-autonomous-shipping/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### eRTIS, navigation autonome grâce à un capteur sonar 3D

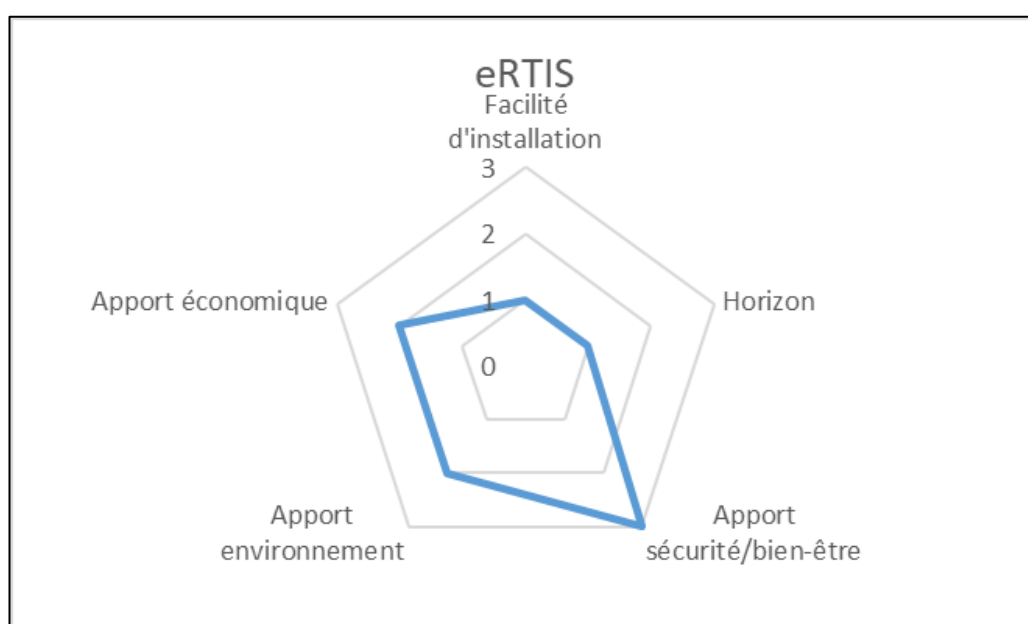
**USAGE** : Navigation autonome

**TECHNOLOGIE** : Capteurs sonars 3D équipés de 32 microphones perfectionnés et étanches

**INDICATEUR** : Image 3D de l'environnement marin

**INTERÊT** : Connaissance de l'environnement marin  
Augmentation de la sécurité en navigation

**HORIZON** : Long terme



## 4.9 Sinay HUB

Le Sinay Hub collecte, agrège et analyse toutes les données maritimes complexes au sein d'une plateforme unique, pour aider à obtenir des informations précises et accéder à des indicateurs clés.

Solution modulaire, les entreprises peuvent construire le produit qui répond à leurs besoins avec des modules qui couvrent plusieurs champs : planification d'itinéraires, optimisation d'itinéraire pour réduire la consommation de carburant, statistique des flottes....



Conçu pour les ports et le transport maritime

### Cas d'usage



#### Ports

Les ports peuvent accélérer la rotation des navires et prévoir le temps d'arrivée d'un navire à quai.



#### Opérateurs de terminaux

Les opérateurs de terminaux peuvent optimiser les opérations de fret et les processus d'escale en allouant mieux les ressources.



#### Expéditeurs

Les expéditeurs peuvent suivre et optimiser les itinéraires de l'ensemble de leurs navires.



#### Propriétaires/bénéficiaires de la cargaison

Les propriétaires de cargaisons bénéficiaires (BCO) peuvent suivre leurs cargaisons, ce qui est particulièrement important pour les routes interopérables.

Source : <https://sinay.ai/en/sinay-hub/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Sinay HUB

**USAGE** : optimisation du temps de transport

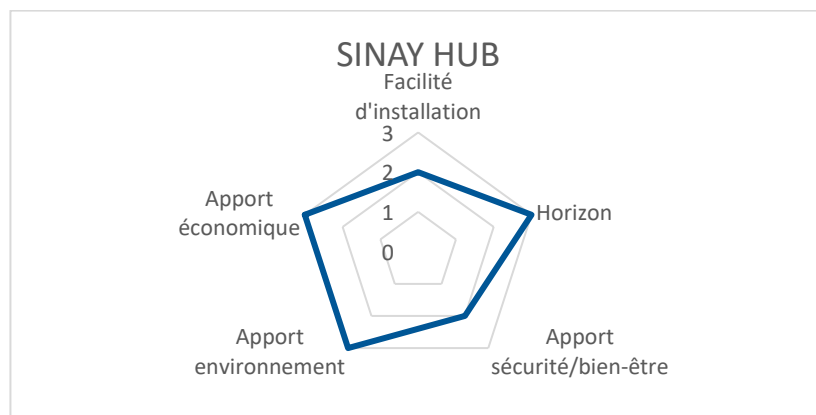
**TECHNOLOGIE** : Algorithmes d'IA basés sur un apprentissage automatique avancé pour améliorer en permanence la durabilité et l'efficacité

**INDICATEURS** :

- L'heure d'arrivée prévue d'un navire dans un port.
- La durée de l'itinéraire
- Les statistiques du navire sur cet itinéraire

**INTERÊT** : Préviation des temps d'attente, réduire la consommation de carburant,

**HORIZON** : court terme



#### 4.10 Space3AC – Port de GDANSK

En 2017, le port de Gdansk a participé au programme d'accélération Space3ac, dans le but de concevoir et mettre en œuvre un système de capteurs/détecteurs pour la mesure des émissions de poussières sonores et d'odeurs dans les points critiques du Port.

SeaData et Feature Forest ont participé au programme d'accélération Space3ac. A l'issue, le Port de Gdansk a installé un réseau de systèmes et d'appareils de surveillance dans tout le port.

La solution technologique proposée par SeaData offre une solution de bout en bout relativement bon marché pour le contrôle des concentrations de particules dans le port. Les appareils utilisés sont appelés YetiBox et sont équipés de capteurs pour détecter les PM (matières particulaires), en particulier les PM10 et PM2,5. Ces appareils collectent en continu des données à plusieurs endroits situés dans le port et les envoient au système d'analyse YetiSense. Dans le système, les données sont affichées sur des cartes et des diagrammes, rassemblées dans des rapports et stockées dans une archive. Outre la visualisation des données, YetiSense inclut des applications supplémentaires pour la comparaison des données, les prévisions météorologiques et la génération de rapports personnalisables. YetiSense informe le port du dépassement des niveaux autorisés et fournit des rapports de données réguliers.

Concernant Feature Forest, la startup a eu l'opportunité de mettre en œuvre le projet fPerception basé sur la technologie Libelium. Le système Perception permet la détection immédiate des composés chimiques dangereux polluant l'air. À l'aide d'une application, les clients peuvent surveiller l'état de la pollution de l'air à un endroit donné, en temps réel. L'application perception compare le niveau de pollution aux normes, et alerte en cas de dépassement. Il permet également la prédiction de la propagation des composés chimiques surveillés et permet de localiser les sources de polluants atmosphériques dans la zone du port, telles que l'accostage des navires, les centrales thermiques et électriques, les activités de manutention de marchandises, l'industrie environnante ou le relèvement des transports routier et ferroviaire. Les stations sont situées à proximité de sources potentielles de pollution, puis les informations sur la concentration de gaz sont corrélées avec la direction et la vitesse du vent.



**SOURCES :** <http://www.featureforest.pl/index-en.html>;  
<https://www.libelium.com/libeliumworld/success-stories/reducing-logistics-environmental-impact-by-air-quality-monitoring-in-the-baltic-sea-port-of-gdansk-poland/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### SPACE3AC – Port de GDANSK

**USAGE :** Pollution

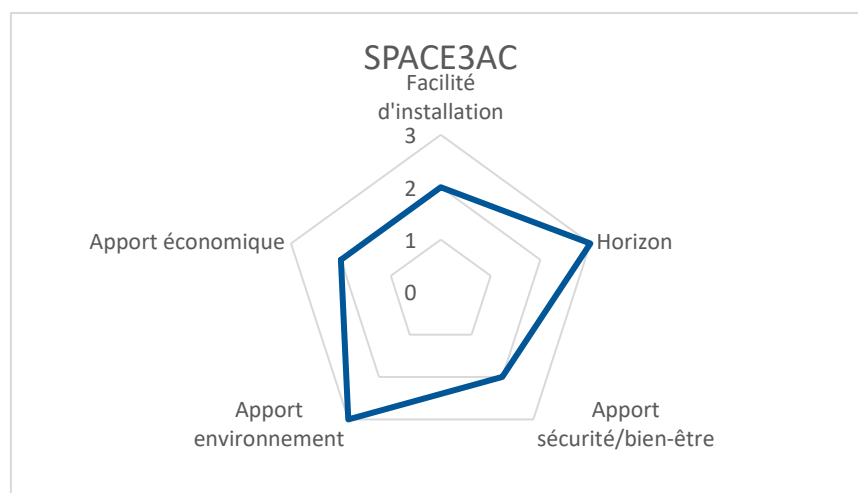
**TECHNOLOGIE :**

- SeaData : Yetibox et Yetisense
- Feature Forest : communication sans fil 4G + passerelle Meshlium 4G + Meshlium -MQTT, un protocole de messagerie de publication/abonnement

**INDICATEURS :** Composants chimiques dangereux qui polluent l'air, prédiction des mouvements des composés chimiques dangereux surveillés en fonction de facteurs atmosphériques

**INTERÊTS :** Performance environnementale/ économique

**HORIZON :** Court terme



#### 4.11 Telefleet, solution de suivi GPS

Telefleet est une solution de géolocalisation des barges, de suivis de flotte, et de planification des itinéraires avec un suivi des cargaisons avec des gestions mixtes GPRS (norme dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé) et VSAT (satellite). Voici quelques exemples des diverses fonctionnalités disponibles :

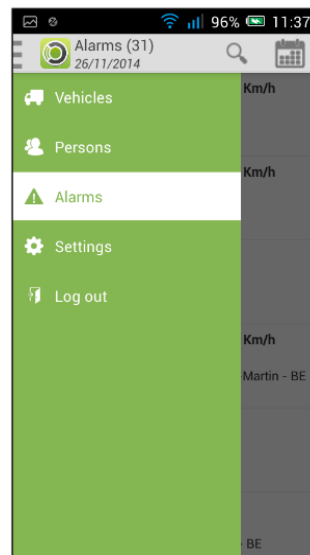
- Alerte en cas d'agression ou de vol ;
- Vitesse de navigation ;
- ID Capitaine ;
- Consommation ;
- Données météorologiques ;
- Position GPS ;
- Gestion des incidents.



FIGURE 7 : TELEFLEET

Du matériel hardware est installé dans le véhicule et communique par GPRS, SMS, Satellite les types d'évènements et positions GPS du véhicule au serveur. Telefleet permet d'envoyer 5 à 6 fois par jour un rapport de données comprenant la position GPS, l'activité du bateau ou encore la gestion d'évènement anormaux comme l'ouverture d'une porte de container en mer par exemple.

Cela permet donc un meilleur suivi des barges et donc d'en déduire une planification et optimisation plus précise.



Source : <http://www.telefleet.com/fr/geolocalisation-pour-le-transport-fluvial-et-maritime>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Telefleet, solution de suivi GPS

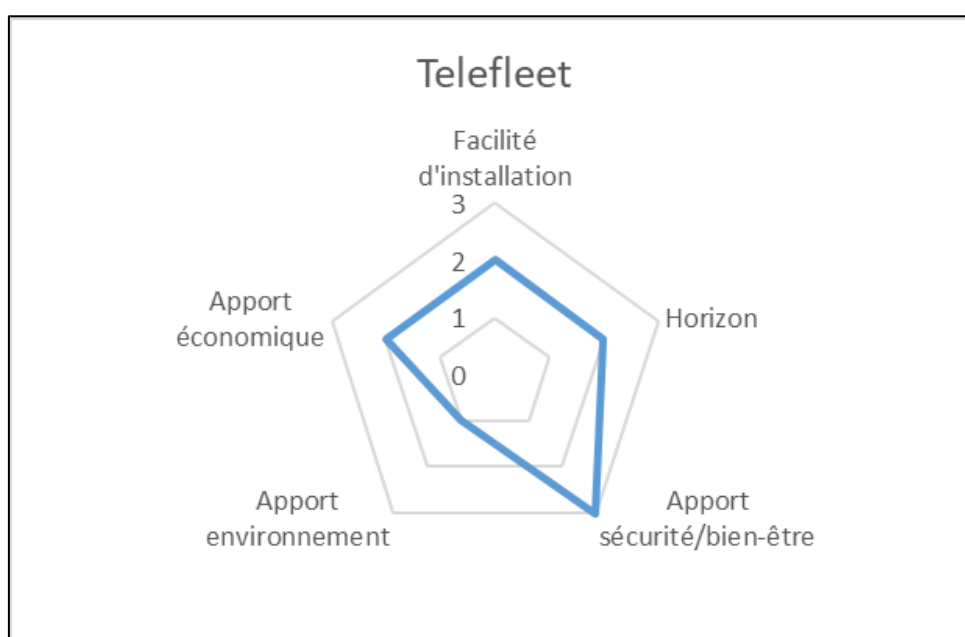
**USAGE** : Position en temps réel

**TECHNOLOGIE** : GPS pour un suivi en temps réel

**INDICATEUR** : Position GPS, données météo AIS, vitesse de navigation, gestion des incidents...

**INTERÊT** : Géolocalisation des barges  
Planification des itinéraires avec suivi des cargaisons

**HORIZON** : Moyen terme





#### 4.12 Capteurs GPS fonctionnant à l'énergie solaire

Dans le cadre de sa stratégie de logistique numérique, Thyssenkrupp Steel (usine) optimise la coordination des barges grâce à une technologie de pointe en matière de capteurs.

La logistique ne peut parfois être planifiée qu'avec des délais courts. Les tempêtes ou la mauvaise visibilité due au brouillard peuvent entraîner des retards, tout comme les bas niveaux d'eau du Rhin ce qui peut provoquer des changements soudains dans le trafic des barges. C'est pourquoi, ces logisticiens ont mis au point une solution permettant de donner à tout moment une vue d'ensemble de l'activité. Désormais chaque barge est compatible avec l'Internet des Objets et équipée d'un capteur GPS fonctionnant à l'énergie solaire.

Une fois ces informations récoltées puis traitées et combinées avec les informations sur les commandes et les cargaisons, cela permet de créer une carte numérique accessible pour n'importe quel acteur de la chaîne logistique avec des informations sur le tonnage ou encore l'heure d'arrivée calculée.

C'est donc grâce à ces technologies qu'il est possible d'économiser du temps et de l'argent, par exemple en envoyant un signal aux capitaines de navires pour leur demander de réduire de vitesse lorsqu'il est sûr qu'ils devront attendre à l'extérieur du port.

Voici un exemple de balise GPS solaire pouvant être utilisé :



<https://www.secutec.fr/balise-gps-temps-reel-sans-abonnement-waterproof-avec-panneau-solaire.html>

Source : <https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/newsroom/press-releases/digital-logistics-thyssenkrupp-steel-testing-app-for-tracking-push-barges.html>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Capteurs GPS fonctionnant à l'énergie solaire

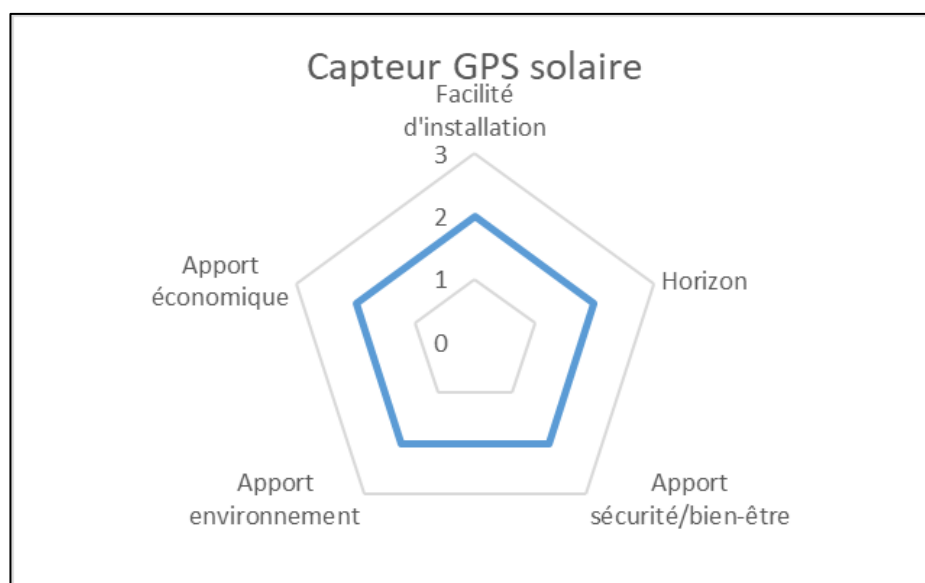
**USAGE** : Position en temps réel

**TECHNOLOGIE** : GPS fonctionnant à l'énergie solaire pour un suivi en temps réel

**INDICATEUR** : Suivi des barges et informations sur les marchandises transportées

**INTERÊT** : Géolocalisation des barges et création d'une carte numérique  
Economie de temps et d'argent grâce à une meilleure planification

**HORIZON** : Moyen terme



#### 4.13 SEAWAZE

eOdyn est une société issue du « New Maritime » qui utilise les données AIS pour interpoler les courants maritimes de surface, qui possède une meilleure résolution que les autres sources classiques telles que les données satellitaires AVISO à basse fréquence et basse résolution. L'exploitation de ces données permet d'établir des routes de navigation plus courtes au sens du temps, de trouver les tendances de navigation pour déterminer les optimisations possibles sur les trajets et estimer l'économie en temps et en carburant.

Ce service baptisé Seawaze permet à ses utilisateurs de réduire leur consommation de fuel de 5% tout en réduisant leurs émissions de gaz à effet de serre et la sécurité à bord. Seawaze est un service de routage météorologique conçu pour les navires de commerce.

La technologie développée est celle des courants Omni-situ\*. SEAWAVE utilise le trafic maritime et les navires comme capteurs in-situ pour mesurer les courants marins de surface en temps réel.

Prochaine étape : la mesure de l'intensité des vents.

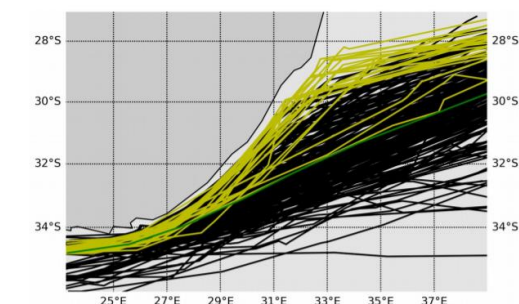


Figure 1 : Classification des trajectoires de navires venant de l'est en fonction de leur point de changement de cap. En jaune les navires cherchant à profiter du courant descendant et optimiser leur temps de trajet. En vert le trajectoire moyenne

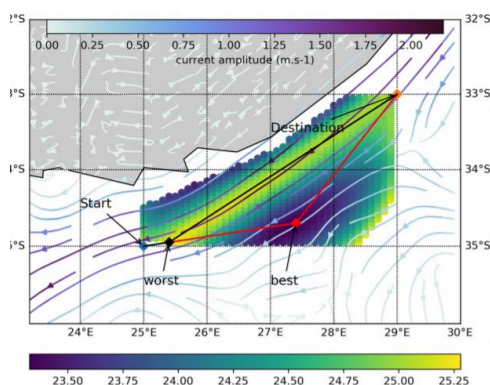


Figure 2 : Carte donnant le temps de trajet d'un navire partant de la position (-35 ;25) à destination de (-33 ;29) selon le point de changement de cap emprunté. La meilleure option est de prendre la trajectoire rouge (23h20)

Source : <https://www.e-odyn.com/technology>

# FICHE DESCRIPTIVE

## SEAWAZE

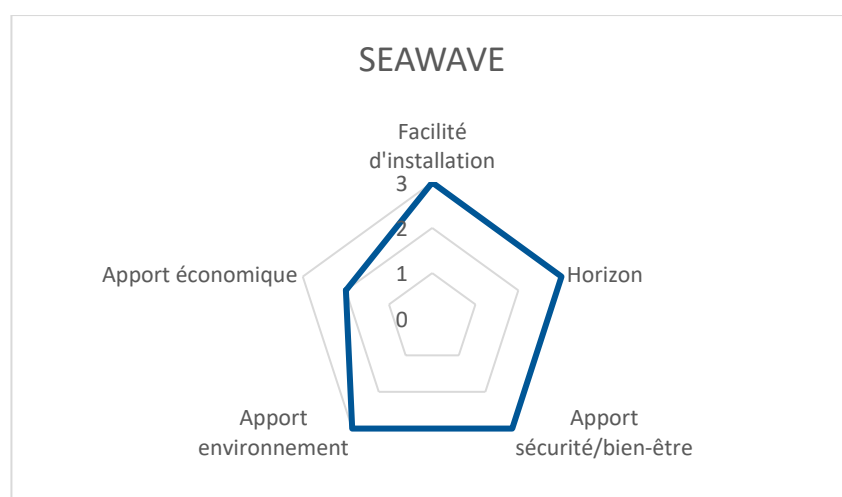
**USAGE** : Routage météo

**TECHNOLOGIE** : Base de données OMNI-SITU

**INDICATEUR** : courant de surface océanique, Force du vent, Vagues

**INTERET** : baisse de 5% des couts de carburants, Réduction de l'empreinte écologique et les émissions de CO2, amélioration de la sécurité en mer

**HORIZON** : Court terme



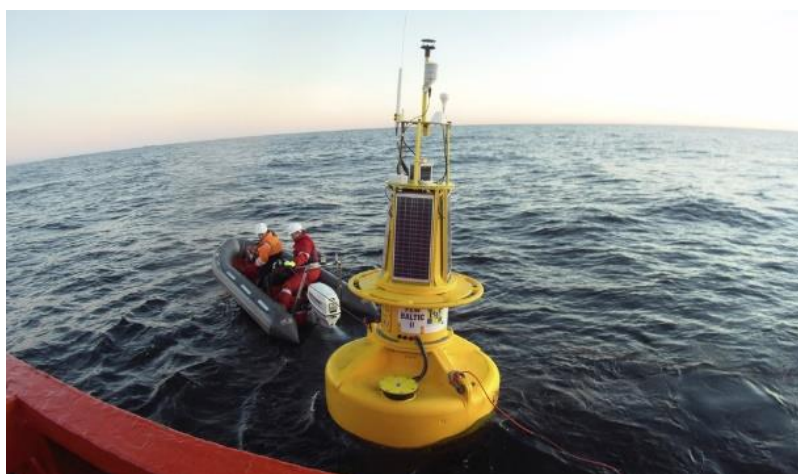
#### 4.14 Projet PRACTI SEAS

Le besoin d'échanger des quantités de plus en plus importantes d'informations entre toutes les entités maritimes devient de plus en plus important et l'enjeu est de taille : navires ont besoin d'échanger des données avec les centres de service de trafic maritime (VTS) ; les compagnies maritimes doivent adopter différentes applications météorologiques, de routage, de surveillance, de sécurité et autres, etc.

Le projet porté par l'entreprise KENTA vise à numériser les communications dans le domaine maritime et concerne plus particulièrement la sécurité et la surveillance, les mesures en mer et l'aide à la navigation nécessitant des capacités importantes de transfert de données.

Basé sur l'utilisation des données de navigation NAVDAT\*, le projet doit permettre d'initier la création d'un réseau de communication sans fil pour l'internet des objets en mer.

Deux prototypes l'un dédié pour la sécurité maritime et l'aide à la navigation, l'autre pour le transfert de données à partir de bouées instrumentées vers le littoral seront mis en œuvre et déployés à des fins d'expérimentation et de validation.



Source : <https://www.images-et-reseaux.com/practi-seas-securite-maritime-et-iot-en-mer/>

## **FICHE DESCRIPTIVE**

### Projet PRACTI SEAS

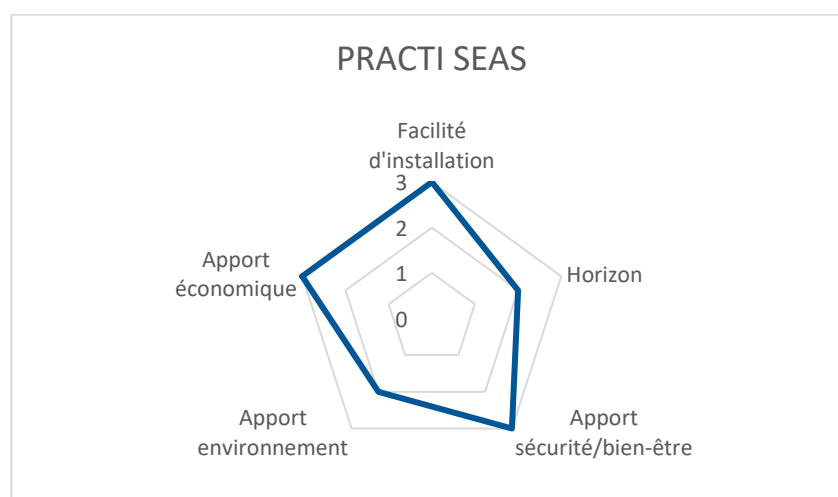
**USAGE** : sécurité et la surveillance maritime

**TECHNOLOGIE** : NAVDAT, OFDM qui est une technologie de modulation pour la transmission numérique

**INDICATEURS** : Indicateurs de sécurité, de navigation,

**INTERÊT** : en cours de devenir le standard numérique de la sécurité maritime

**HORIZON** : moyen terme



#### 4.15 Projet ODESSA

Dans le contexte d’augmentation du trafic maritime, les systèmes d’observations doivent être plus nombreux, facilement installables et utilisables tout en étant plus efficaces.

Le projet ODESSA vise à proposer un nouveau système optronique, compétitif économiquement qui répond à ces besoins. ODESSA est un système semi-automatique de détection et classification, moins coûteux qu’un système à base de radar.

Le système décrit très précisément et en temps réel l’occupation d’une zone côtière à partir de caméras longues distances : les types de bâtiments, leur position, et leur direction.

**Les objectifs du projet ODESSA sont les suivants :**

- Automatiser la détection la reconnaissance l'identification d'objets maritimes ;
- Améliorer la connaissance de l'occupation d'une zone côtière ;
- Raccourcir le temps de détection d’une situation à risque ;
- Faire progresser l’état de l’art de l’intelligence artificielle dans le domaine de la classification de bâtiments marins ;
- Embarquer des algorithmes avancés de classification sur de l’électronique légère et peu consommatrice en énergie ;
- Embarquer les systèmes d’observation sur des bâtiments marins.

Source : <https://www.polemermediterranee.com/Activites-Projets/Defense-Securite-et-surete-maritimes/ODESSA>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Odessa

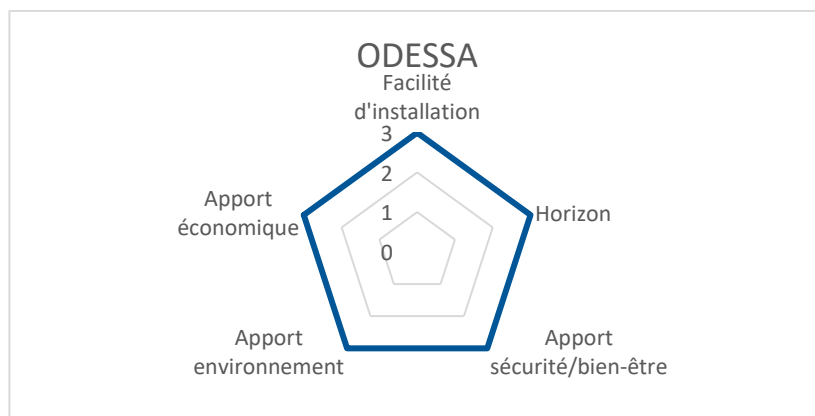
**USAGE :** sécurité et la surveillance maritime

**TECHNOLOGIE :** Optroniques multi spectraux / intelligence Artificielle et algorithmes

**INDICATEURS :** Détection au plus tôt d'un problème de sécurité maritime

**INTERÊT :** facilité d'installation, efficacité et réduction de coût / radar+ réduction de consommation en énergie

**HORIZON :** Court terme





#### 4.16 Iridium Certus®

Les options limitées de connectivité par satellite ont longtemps contraint l'industrie maritime de conclure des contrats à long terme et des plans de services coûteux. La surveillance à distance devient rapidement une nécessité et les entreprises privées trouvent chaque jour de plus en plus d'avantages à la surveillance à distance via l'Internet des objets (IoT).

Essentiels en matière de connectivité, les satellites garantissent des communications fiables, puissantes et à haut débit jusque dans les zones les plus reculées du monde.

Alimenté par une constellation unique de 66 satellites en orbite basse (LEO) reliés entre eux, le réseau Iridium® permet d'établir des connexions mondiales entre les personnes, les organisations et les biens, en temps réel.

L'Iridium Certus™ 9810 est le premier émetteur-récepteur Iridium Certus à large bande, permettant

- ✓ Des vitesses allant jusqu'à 352 Kbps en émission et 704 Kbps en réception. Cet émetteur-récepteur permet
- ✓ De développer des solutions à large bande spécialisées innovantes et critiques pour les organisations et les
- ✓ Solutions spécialisées à large bande innovantes et critiques pour les organisations et les gouvernements du monde entier.



Source :file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/FS\_Iridium%20Certus%20700\_Fact%20Sheet\_030220.pdf

## FICHE DESCRIPTIVE

### Iridium Certus

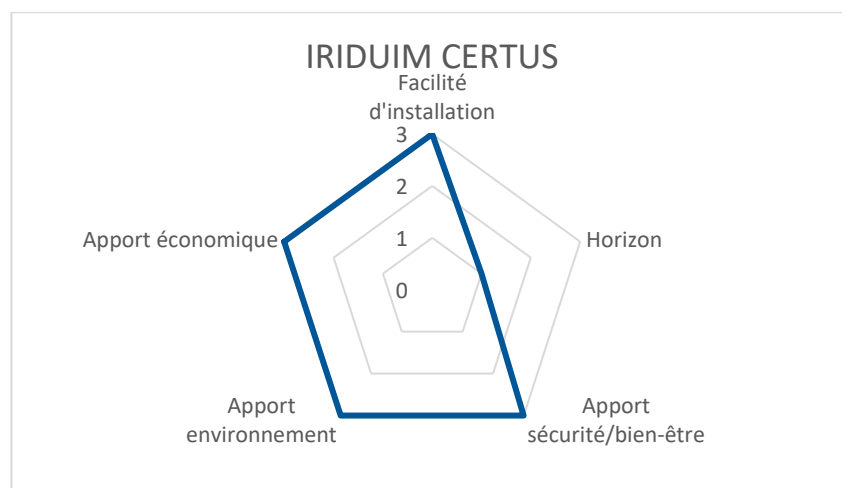
**USAGE** : Suivi et surveillance de Flotte

**TECHNOLOGIE** : Constellation de satellites interconnectés

**INDICATEUR** : Géolocalisation des navires

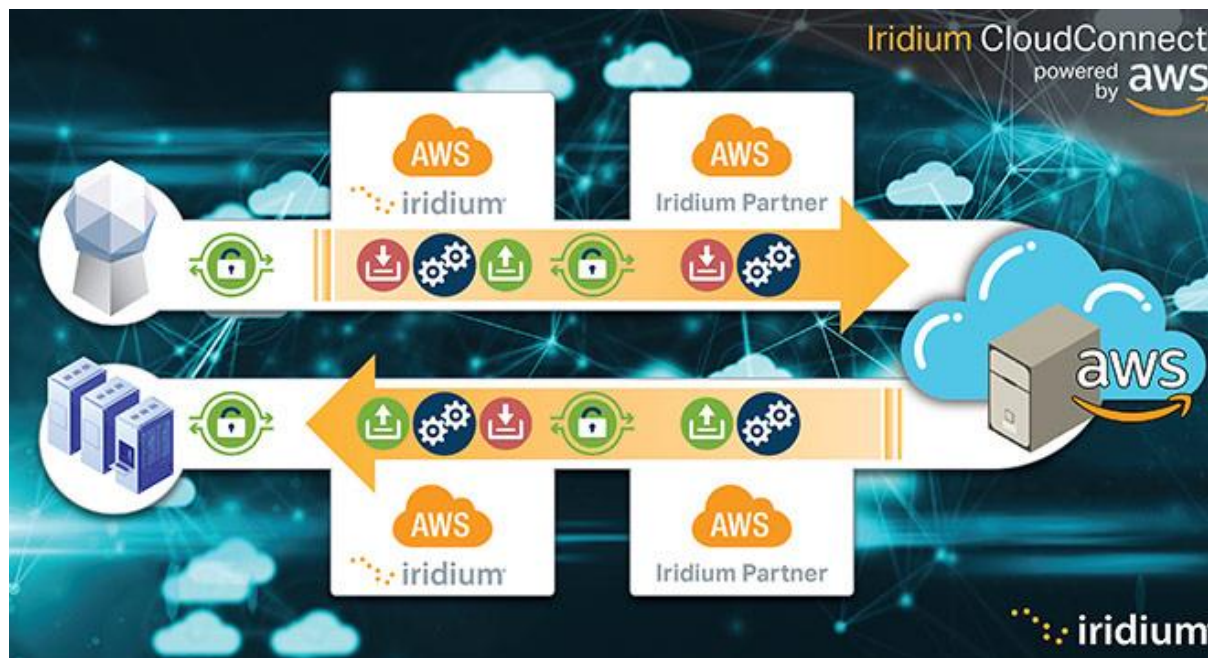
**INTERÊT** : Réponse à des situations d'urgence / Maintien de la continuité des activités

**HORIZON** : Court terme



#### 4.17 Iridium cloudconnect

Iridium CloudConnect permet aux appareils d'envoyer et de recevoir des messages via le service hébergé par AWS (Amazon Web Services) sans avoir à développer un service de connexion à la passerelle Iridium Short Burst Data ® (SBD ®).



*Les données sont transférées via des réseaux d'opérateurs fermés et des connexions privées sécurisées dédiées entre Iridium et AWS. Iridium CloudConnect est configuré à l'aide de l'authentification croisée et d'un script simple qui configure l'infrastructure nécessaire pour prendre en charge le service. Les clients reçoivent les données de leur appareil SBD dans une file d'attente SQS (Simple Queue Service) au format JavaScript Object Notation (JSON). Les files d'attente résident dans le propre environnement AWS Virtual Private Cloud (VPC) du client.*

<https://b56qk66p5c2asrqp2pj7xdpwy-adv7ofecxzh2qqi-www-iridium-com.translate.goog/services/iridium-cloudconnect>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Iridium CloudConnect

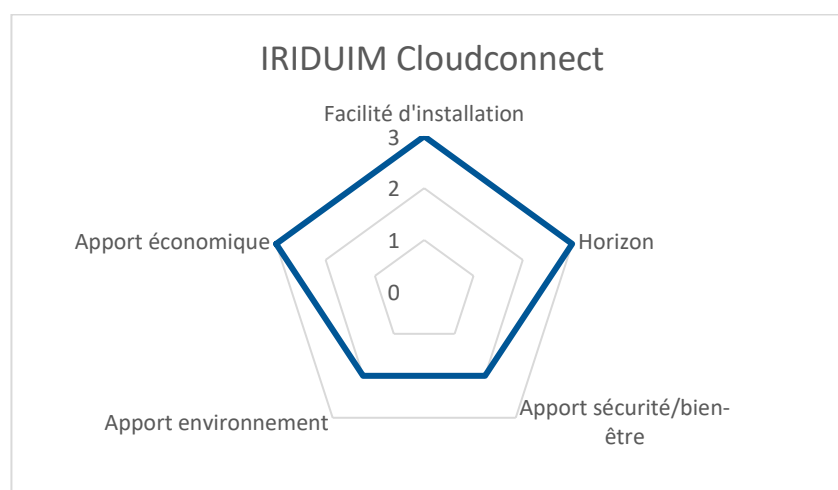
**USAGE** : Suivi et surveillance de flotte

**TECHNOLOGIE** : Solution satellitaire basée sur le Cloud via AWS

**INDICATEUR** : Le service permet à des appareils connectés d'exécuter des fonctions AWS Lambda, d'assurer la synchronisation des données des appareils et de communiquer en toute sécurité avec d'autres appareils, même en l'absence de connexion Internet.

**INTERÊT** : Opérabilité

**HORIZON** : Court terme



#### 4.18 Maritime ICT CLOUD / Maritime Mesh Networks

La nature intrinsèquement isolée des navires en mer présente un ensemble unique de défis logistiques et de connectivité pour l'industrie maritime, qui cherche à livrer les marchandises à temps et dans un état impeccable, et à assurer la sécurité des équipages.

L'essor des technologies IoT a incité l'entreprise de communication suédoise Ericsson à relever le double défi de la fragmentation de la chaîne d'approvisionnement et de l'isolement des navires en mer avec une seule solution : la plateforme Ericsson Maritime ICT Cloud.

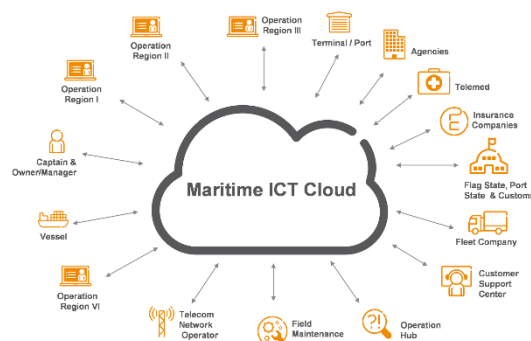
Le Maritime ICT Cloud offre aux organisations de transport maritime la possibilité de se connecter sur une plateforme unifiée et de relier ces navires sur le même réseau, permettant un partage révolutionnaire des données au sein de l'écosystème organisationnel. Les capteurs surveillent tout, de l'emplacement et de la vitesse du navire à l'état et à la température des conteneurs réfrigérés, donnant aux compagnies maritimes et aux producteurs des informations en temps réel sur leurs marchandises. En outre, le système d'Ericsson favorise une connectivité sans précédent à presque tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement. Non seulement le système surveille les cargaisons et les navires qui les transportent, mais il donne également aux acteurs de l'industrie la possibilité d'obtenir et d'analyser des données en temps réel, de l'entrepôt de production au destinataire final.



<https://inca.ie/blog-page/iot-and-ericsson-maritime-ict>

<https://www.ericsson.com/en/news/2020/12/ericsson-maritime-mesh-network-success>

#### MARITIME ICT CLOUD



<http://www.e-sat.fr/reseaux-equipements/inmarsat>

## FICHE DESCRIPTIVE

# Maritime ICT CLOUD / Maritime Mesh Networks

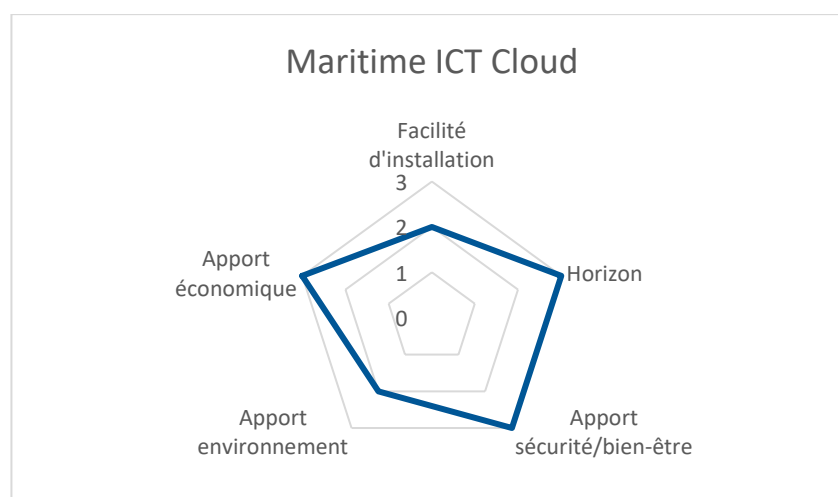
**USAGE** : Suivi et surveillance de Flotte

**TECHNOLOGIE** : open sources delivers / satellite-5G

**INDICATEUR** : Gestion des flottes, maintenance prédictive des moteurs, suivi de la consommation de carburant, itinéraires et navigation, bien-être de l'équipage

**INTERÊT** : intègre toute la chaîne de valeur (navires/prestataires/support client, partenaires, opérateurs portuaires)

**HORIZON** : Court terme



#### 4.19 NeptuLink

Dans un monde de plus en plus connecté, la mauvaise qualité d'un réseau est mal tolérée par les utilisateurs. Les opérateurs téléphoniques ont beau avoir recours à la technologie 4G pour proposer un accès rapide là où le réseau filaire est insuffisant, cette couverture a ses limites. C'est le cas en mer, où accéder à internet répond à des attentes tant de confort que de sécurité.

Expérimentée lors de l'édition 2017 de la Solitaire Urgo Le Figaro et adoptée par les Abeilles, la flotte de remorqueurs d'intervention, d'assistance et de sauvetage affrétée par la Marine nationale, la solution développée par Microwave Vision Group (MVG) propose aux plaisanciers et aux professionnels une alternative aux coûteuses communications satellitaires



## FICHE DESCRIPTIVE

# NeptuLink

**USAGE :** Suivi et surveillance de flotte

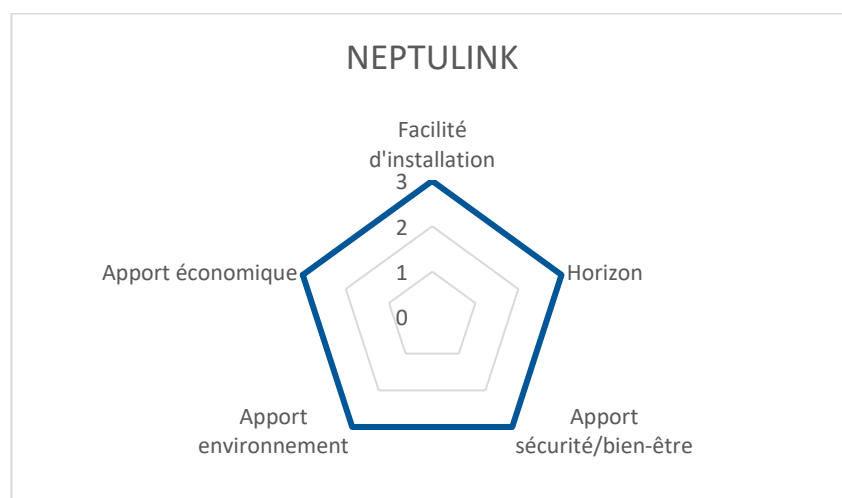
**TECHNOLOGIE :**

- Liaison descendante LTE/4G : jusqu'à 100 Mbps (bande passante 20 MHz), jusqu'à 50 Mbps (bande passante 10 MHz)
- Liaison montante LTE/4G : jusqu'à 50 Mbps (bande passante 20 MHz), jusqu'à 25 Mbps (bande passante 10 MHz)
- Liaison descendante HSPA+ : jusqu'à 42 Mbps
- Liaison montante HSPA+ : jusqu'à 5,76 Mbps

**INDICATEUR :** maintenir une communication optimale quels que soient les mouvements de tangage et de roulis à bord

**INTERET :** un accès sans fil maintien d'une communication optimale indépendamment de l'humidité, du sel marin et des embruns, du roulement et le mouvement de tangage ou le type de navire

**HORIZON :** Court terme





## 4.20 Blue Traker LRIT

Le BlueTraker LRIT est un appareil entièrement intégré, avec des antennes GPS et des antennes Iridium incorporées ce qui élimine le besoin de connecter des composants externes supplémentaires pour le suivi et la surveillance.

Le système d'identification et de suivi des navires à grande distance (LRIT) permet l'identification et le suivi des navires à l'échelle mondiale.

Il configure et transmet :

- ☐ Le rapport automatique de position (APR)
- ☐ L'identité du navire
- ☐ Position du navire
- ☐ Date et heure de la position
- ☐ Interrogation du rapport de position à la demande
- ☐ Rapports de position préprogrammés

Tous ses composants sont logés dans un boîtier à double coque très robuste, doté d'une protection environnementale IP68 et IP69K.

Ce niveau d'intégration rend impossible toute application erronée et protège les dispositifs modulaires sensibles " riches en câbles ".



Source : <https://bluetraker.com/products/irit/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Blue Tracker LRIT

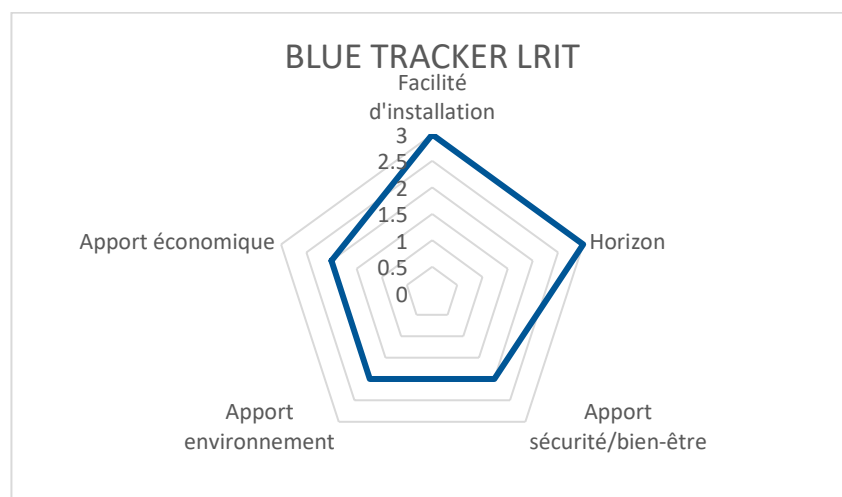
**USAGE** : Suivi et surveillance de la flotte

**TECHNOLOGIE** : Réseau de satellites

**INDICATEUR** : Routes et distances parcourues / vitesse et cap / coordonnées géographiques / état de communication / état des performances du terminal / état de la source d'alimentation / alerte

**INTERÊT** : élimine le besoin de connecter des composants externes supplémentaires pour le suivi et la surveillance.

**HORIZON** : Court terme



## 4.21 Projet SESAME

La surveillance de l’espace maritime représente des enjeux majeurs tant des points de vue défense que sécurité et environnement. Les technologies satellitaires, de suivi des navires à partir des messages AIS (Automatic Identification System) et d’imagerie haute-résolution de la surface de la mer, ouvrent de nouvelles possibilités pour répondre à ces enjeux, mais les systèmes opérationnels actuellement déployés n’ont pas la capacité à pleinement exploiter l’intégralité des flux de données satellitaires disponibles. A titre d’exemple, le Centre de Renseignement de la Marine évalue que moins de 20% des données AIS (de l’ordre de plusieurs dizaines millions de messages AIS par jour) sont actuellement analysées pour la détection de comportements suspects. Dans le même temps, l’accès libre aux flux de données Sentinel (imagerie SAR et optique, de l’ordre de plusieurs To par jour), représente une opportunité nouvelle pour l’analyse et la détection de comportements de navire.

Dans ce contexte, le projet SESAME vise à développer des approches de type « Big Data » à travers des solutions de gestion, analyse et visualisation de flux de données satellitaires multi-source. Dans une perspective de levées et documentations automatiques d’alertes (en mode en temps-réel et réanalyse), les verrous scientifiques et technologiques identifiés relèvent du développement d’infrastructures matérielles et logicielles adaptées à la volumétrie des flux de données considérés et de modèles et algorithmes pour la synergie AIS-imagerie satellitaire et la détection automatique de comportements anormaux. L’originalité du projet SESAME réside dans une approche conjointe de ces verrous en se fondant sur la complémentarité des expertises scientifiques réunies par le consortium : notamment, les infrastructures « Big Data », la fouille de données temporelles, la modélisation et le traitement de données trajectométriques, l’analyse des signaux Sat-AIS et l’imagerie satellitaire.

Le projet se structure autour de quatre tâches principales : Architecture et infrastructure de stockage, traitement, visualisation de flux de données satellitaires multi-source pour la surveillance du trafic maritime , Analyse, modélisation et détection des comportements des navires à partir des flux de données AIS , Analyse multi-modale des flux de données AIS et Sentinel pour la surveillance du trafic maritime , Visualisation et fouille dans des masses de données trajectométriques augmentées .

Source : <https://www.pole-mer-bretagne-atlantique.com/fr/securite-et-surete-maritimes/project/2523>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Projet SESAME

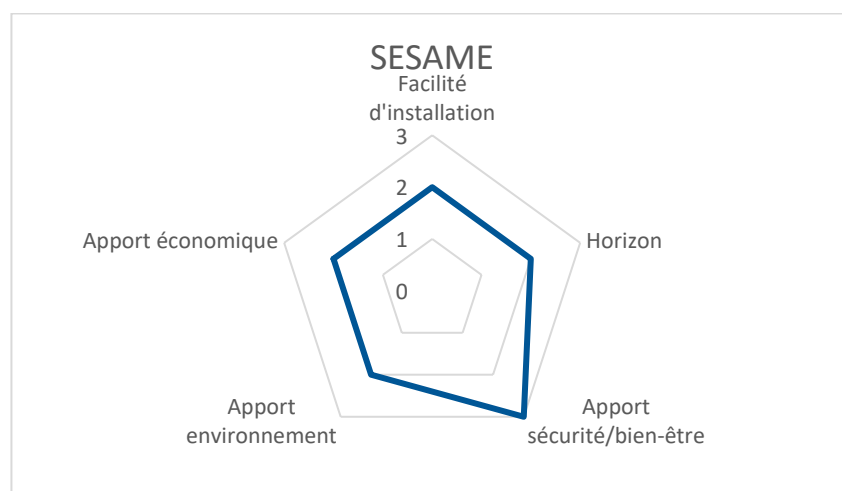
**USAGE** : sureté et sécurité maritimes

**TECHNOLOGIE** : infrastructure BIG DATA pour consolider des flux d'informations multi sources

**INDICATEURS** : détection de comportements suspects des navires

**INTERÊT** : développer des infrastructures matérielles et logicielles adaptées à la volumétrie des flux de données considérés.

**HORIZON** : moyen terme



## 4.22 WAKEO

Plateforme collaborative pour le pilotage en temps réel des flux de transport : Routier, Maritime, Aérien, Ferroviaire.

Cette plateforme s'adresse aux chargeurs souhaitant améliorer la traçabilité sur leurs flux réguliers, en coopération avec des transitaires et leurs transporteurs.

- Traquer et tracer le flux des marchandises via de nouvelles technologies et du machine Learning (anticipation des retards via des alertes).
- Permet de s'affranchir des commandes humaines limitant la qualité d'information et
- Apporter la visibilité indispensable pour piloter dynamiquement les opérations avec un ROI tangible (meilleure planification des équipes et de la production, gestion dynamique des stocks et meilleur service client notamment).
- La plateforme facilite l'échange d'information entre les parties prenantes.



Source : <https://www.portdufutur.fr/innovations-portuaires/wakeo-sas>

## FICHE DESCRIPTIVE

### WAKEO

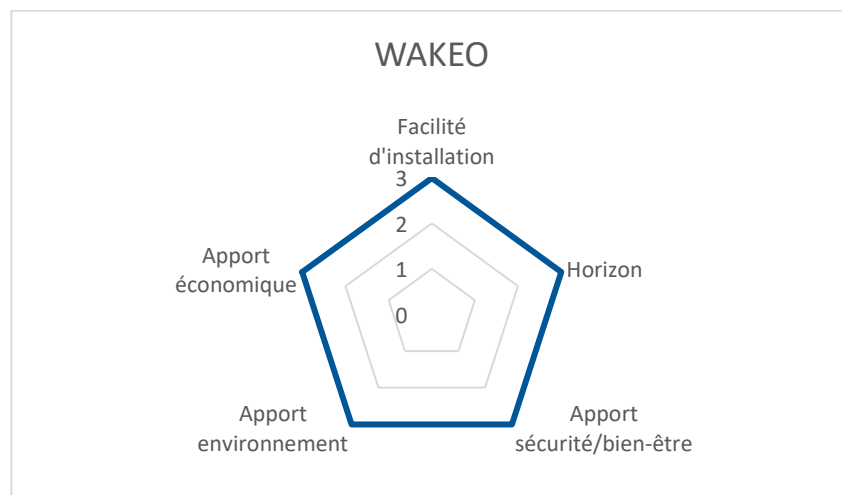
**USAGE** : Tracking des containers

**TECHNOLOGIE** : datascience et technologies IoT (Lora, NB-IoT) - datapipeline

**INDICATEURS** : indicateurs de performance permettant d'objectiver la performance transport et d'identifier des leviers d'amélioration pour réduire le leadtime

**INTERÊT** : visibilité en temps réel et prédictif sur les flux / Interconnexion

**HORIZON** : court terme



## 4.23 Contopia

flo

# FICHE DESCRIPTIVE

Contopia

USAGE :

TECHNOLOGIE :

INDICATEURS :

INTERÊT :

HORIZON :



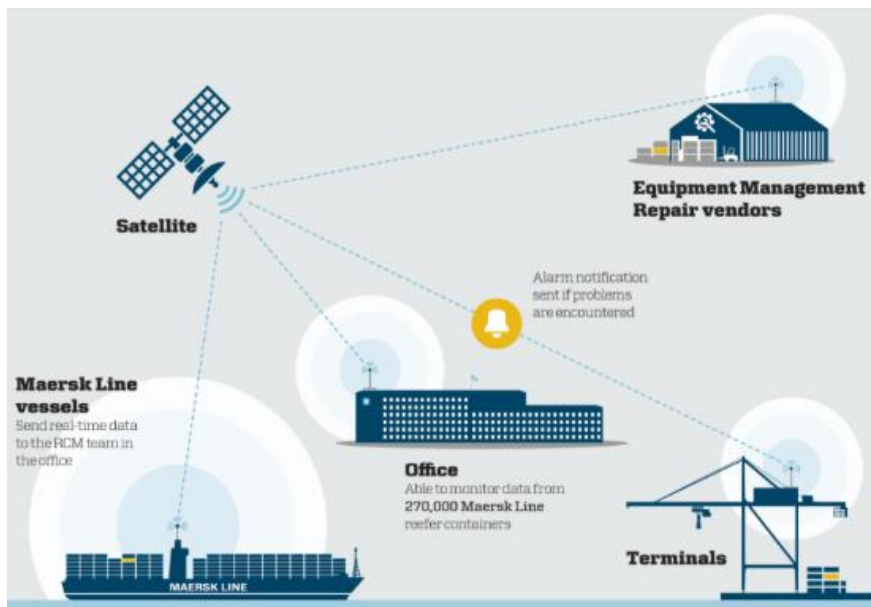
#### 4.24 TRAX-NET

Le conteneur connecté est apparu il y a quelques années pour permettre d’avoir une vision exhaustive de la vie des conteneurs et de leur taux de renouvellement.

Dès 2015, les leaders du marché du transport maritime ont investi dans des start-ups pour développer des solutions IOT, comme cela a été le cas avec CMA CGM qui est entré au capital de Traxens.

Outre le suivi et la géolocalisation des conteneurs, la solutions TRAX NET permet de détecter les ruptures de chaîne du froid (dans le cas du transport de denrées alimentaires), des anomalies comme l’ouverture de porte par exemple.

Chaque conteneur est équipé d’un dispositif TRAX Box qui communique avec un relais (directeur sur le bateau ou dans un port) et dont les informations sont ensuite transmises sur la plateforme Trax Hub (par satellite ou par réseau GMS). Les données sont accessibles sur smartphone, tablette ou ordinateur du client.



Source : Maersk



Sources ; <https://www.inria.fr/en/node/1113>

<https://www.transportshaker-wavestone.com/le-smart-au-coeur-du-transport-maritime-avec-le-smart-container/>

## FICHE DESCRIPTIVE

### TRAX-NET

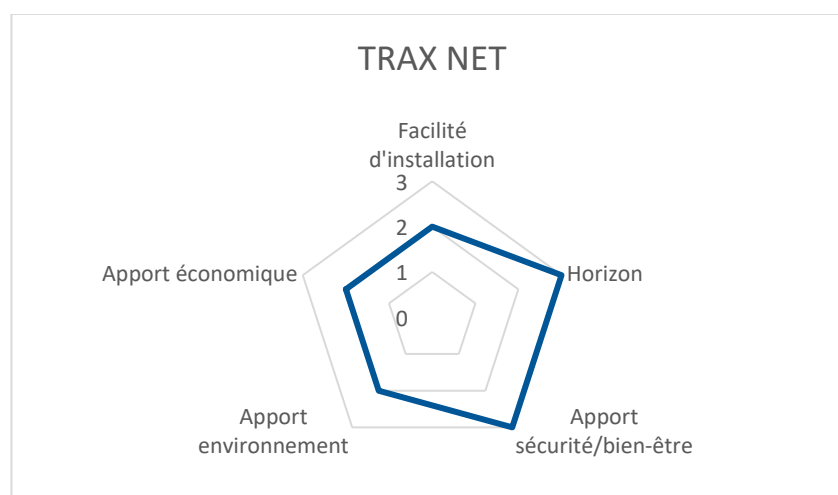
**USAGE** : tracking des containers

**TECHNOLOGIE** : Les boitiers communiquent entre eux via un réseau local, puis retransmis au boitier relai capable de communiquer avec des technologies plus classiques comme le GSM ou le satellite.  
« Réseau maillé multisaut » TRAX Net

**INDICATEURS** : localisation du container, température, taux d'humidité, niveau de vibration et ouverture de portes

**INTERÊT** : système de données temps réel et synchronisation sur toute la supply chaine

**HORIZON** : Court terme

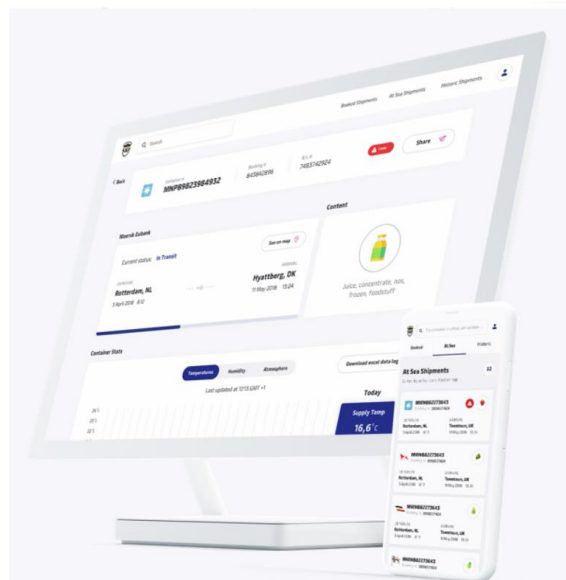


## 4.25 REMOTE CONTAINER MANAGEMENT

Principalement utilisé pour le suivi des conteneurs frigorifiques, le remote container management (RCM) est utilisé depuis plusieurs années.

De façon générale, le RCM utilise une puce informatique et un modem intégré dans le conteneur. Les informations du conteneur sont envoyées en permanence à un système de réception à bord qui à son tour retransmet les données à un ordinateur central à terre via un dôme VSAT installé sur le navire. Si le système RCM détecte une anomalie dans le conteneur, par exemple un écart de température ou une alarme qui se déclenche pendant un laps de temps déterminé, un message est automatiquement généré et envoyé au navire pour enquête.

De nombreux opérateurs partagent ses données avec leurs clients et ont développé des applications comme Captain PETER™ de MAERSK ou TRASENS SMART CONTAINER utilisé par CMA CGM



Source : <https://www.maersk.com/supply-chain-logistics/captain-peter>

## FICHE DESCRIPTIVE

### Remote Container Management

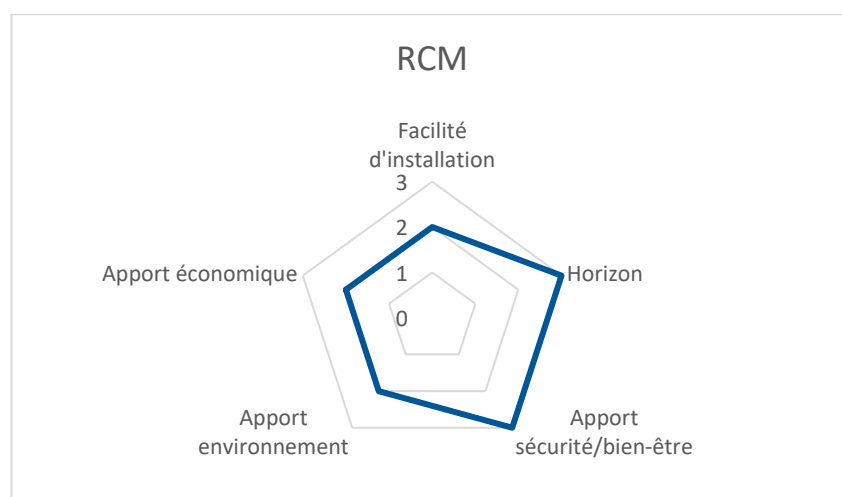
**USAGE** : tracking des containers

**TECHNOLOGIE** : GPS et satellite permet de suivre le conteneur en temps réel avec précision via des ondes radio THF.

**INDICATEURS** : Géolocalisation, température, taux d'humidité et d'atmosphère, l'état d'alimentation d'un conteneur réfrigéré

**INTERÊT** : système de données temps réel

**HORIZON** : court terme

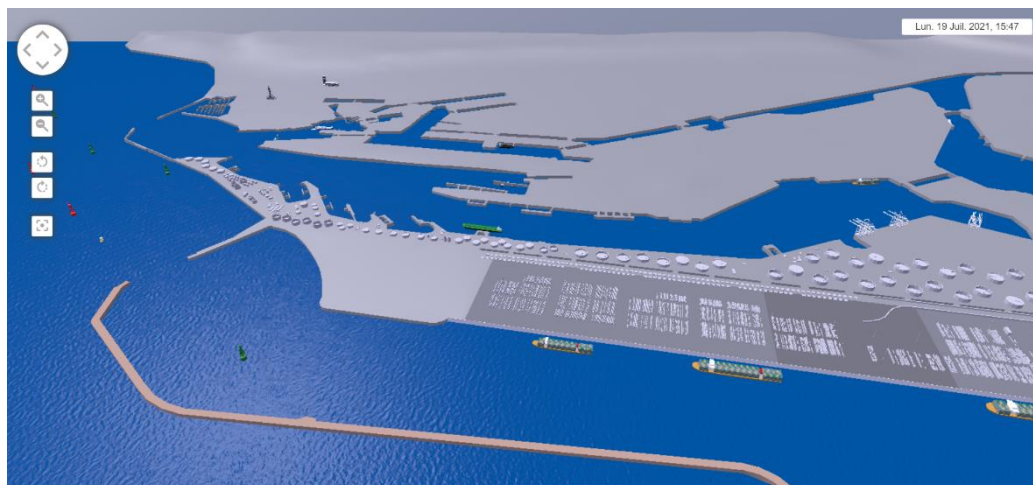


#### 4.26 « Port Community System (PCS) « S-Wing » »

Le progiciel S-WiNG est un guichet unique portuaire, élément-clé du port connecté et digital, utilisé par l'ensemble de la communauté pour la collecte des déclarations, la gestion, la planification, l'organisation et le suivi opérationnel des escales maritimes et fluviales.

Au cœur des systèmes d'information portuaires, il coordonne l'ensemble des opérations et des événements liés à une escale :

- de dématérialiser 24/7 les formalités administratives liées à l'escale,
- les déclarations d'entrées et sorties,
- les déclarations des déchets d'exploitation et résidus de cargaison,
- les déclarations navires pour l'établissement des droits de ports,
- de suivre les escales en temps réel.



## FICHE DESCRIPTIVE

### Port Community System (PCS) « S-Wing »

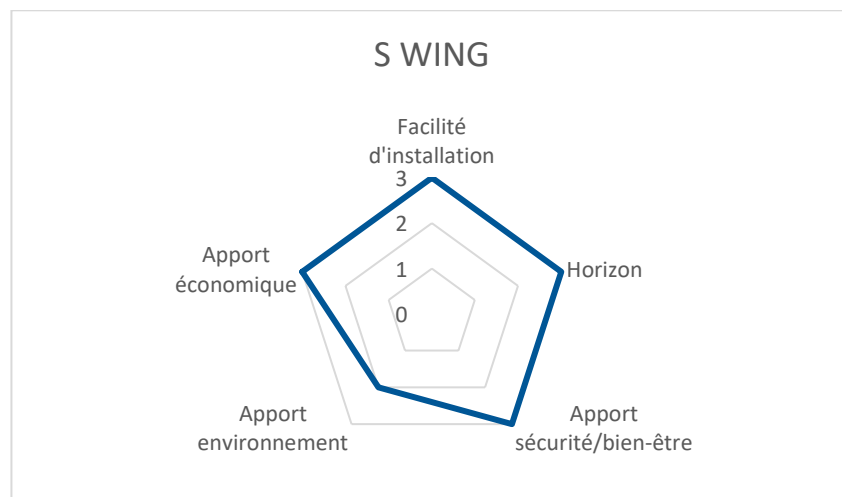
**USAGE** : visualisation des mouvements et typologie des navires

**TECHNOLOGIE** : système informatique de gestion des opérations portuaires

**INDICATEURS** : Rapports d'escale, conditions de circulation routière, météo

**INTERÊT** : interfaçage avec AP+, le Cargo Community System (CCS)

**HORIZON** : court terme



4.27 My KPIs

flo

# FICHE DESCRIPTIVE

My KPIs

USAGE :

TECHNOLOGIE :

INDICATEURS :

INTERÊT :

HORIZON :



## 5. Tableau comparatif

Afin de comparer les différents projets relevés, nous avons choisi de calculer une moyenne des notes correspondant aux critères énoncés précédemment. Voici ci-dessous le tableau comparatif pour les solutions « d'ouvrages connectés »

	Nom de la solution	Usage	Technologie	Indicateur	Interêt	Horizon	Note Facilité d'installation	Note Horizon	Note Apport sécurité/bien-être	Note apport environnement	Note apport économique	Note totale
ouvrages	SAS & agence gouvernementale néerlandaise	Maintenance et performance des équipements	SAS EVENT STREAM PROCESSING - de la périphérie au Cloud	Capteurs posés sur les ponts, digues, barrages, écluses et barrières anti-tempêtes	Optimisation de la maintenance Performance économique	Immédiat	2	3	3	2	2	2,40
ouvrages	Waterview	Maintenance prédictive des infrastructures, prise de décision suites phénomènes extérieurs souvent météorologiques	Atroona SaaS est basé sur des instances AWS, certifiées Agid pour servir les administrations publiques / Atroona peut être déployé sur des machines physiques et virtuelles et est conforme aux normes de haute disponibilité	Capteurs équipés de caméra	Optimisation de la maintenance / Anticipation et traitement d'incidents liés à la météo	Immédiat	2	3	3	1	1	2,00
ouvrages	CLEMENTYS	Maintenance prédictive ouvrages	Plateforme web THMInsight® + capteurs	Auscultation structurelle (pression, température, humidité, corrosion, hydraulique, fissures), auscultation topographique (scan 3D, prise optique), auscultation par fibre optique, auscultation géotechnique, auscultation environnementale (température, acoustique, vitesse, vent, pression atmosphérique, ensoleillement...)	Performance environnementale / Performance économique / Maintenance prédictive	court terme	2	3	2	2	2	2,20
ouvrages	Système NEURON	Identification et suivi d'indicateurs « d'état structurel » de portes d'écluse	Jumeau numérique, réseau de capteurs synchronisés, boîtier du nœud de mesure	Déformation géométrique 3D, accélérations, chocs, fréquences et modes propres, jauges de contraintes, Fatigue structurelle grâce à un jumeau numérique	interopérabilité	Court terme	3	2	3	2	3	2,60
ouvrages	Projet Imareco2	Maintenance prédictive infrastructures	multi-capteurs, extensomètres et réseaux de Bragg	pénétration des ions chlorures dans le béton et des risques de corrosion des armatures associées	analyse du comportement réel des éléments structuraux	moyen terme	2	1	2	2	2	1,80
ouvrages	FALCO	Place à quai										
ouvrages	BTS	Place à quai	Plateforme permettant de demander des créneaux à l'exploitant	Disponibilité des quais	Optimisation de la manutention	Long terme	2	1	2	1	3	1,80
ouvrages	QUINTIQ	Planification grâce aux capteurs	Supply chain planning and optimization (SCP&O)	Passage de navires, utilisation des ressources d'accostage (lamanage, remorquage...), météo (brouillard), dimensionnement du staff, vérification adéquation pilotes/remorqueurs adaptés aux navires, temps d'attente aux écluses, temps de remplissage du SAS, gestion du temps d'éclusement dont pression de l'eau	Optimisation de la planification Performance économique	Immédiat	2	3	3	2	3	2,60

ouvrages	Axiens capteurs	Planification grâce à des capteurs	Capteurs diverses	Météo, niveaux d'eau, courants, visibilité...	Prédiction du moment le plus favorable pour accoster	Long terme	1	1	2	2	2	1,60
ouvrages	CAMINO - Capteurs de vibrations	Maintenance préventive	Capteurs de vibrations sur moteur et engrenage	Taux d'usure	Planification opérations de maintenance préventive	Court terme	2	2	3	1	1	2,00
ouvrages	Bollard Monitor	Maintenance préventive	Capteurs mesurant la tension sur les bornes d'amarrage	Taux d'usure	Planification opérations de maintenance préventive	Moyen terme	2	2	2	2	1	1,80
ouvrages	Quai intelligent de Deurganck	Planification grâce à des capteurs	Numéro d'accostage + caméras et capteurs	Contrôle d'amarrage	Maximisation capacité d'accostage	Moyen terme	1	2	3	1	2	1,80
ouvrages	Modèle 3D écluse	Maintenance préventive	Reproduction 3D de l'écluse	Taux d'usure	Prise de mesures plus adaptées	Long terme	1	1	3	1	2	1,60
ouvrages	Accostage intelligent	Planification grâce aux capteurs										
ouvrages	Riphante	Mener des expérimentations avec des objets connectés	Réseau de communication LoRa privé	Taux de couverture de la zone	Amélioration de la connectivité d'une zone géographique Economie des frais de télécommunication Privatisation du réseau	Moyen terme						
ouvrages	e-RIS	SIF	Portail web + application mobile	Niveaux d'eaux, crues, géolocalisation des bateaux...	Mise à disposition d'un ensemble d'information aux usagers	Moyen terme	3	3	3	1	2	2,40

On remarque donc que le projet e-RIS et les capteurs de vibrations venant d'IFM sont premiers de ce classement notamment grâce à la facilité d'installation et l'apport en termes de sécurité et bien-être pour les usagers.

A contrario, la mise en place d'une solution comme le Barge Traffic System ou la création d'un modèle 3D d'une écluse sont des projets plus complexes avec un horizon plus lointain et cela se ressent évidemment lors de la note.

Ensuite, voici ci-dessous le tableau concernant les solutions de « barges connectées » :

	Nom de la solution	Usage	Technologie	Indicateur	Intérêt	Horizon	Note Facilité d'installation	Note Horizon	Note Apport sécurité/bien-être	Note apport environnement	Note apport économique	Note totale
Barges	Iridium Certus	Suivi et surveillance de Flotte	Constellation de satellites interconnectés	Géolocalisation des navires	Réponse à des situations d'urgence / Maintien de la continuité des activités	Court terme	3	1	3	3	3	2,60
Barges	BlueTraker® LRIT	Suivi et surveillance de la flotte	Réseau de satellites	Routes et distances parcourues / vitesse et cap/ coordonnées géographiques / état de communication / état des performances du terminal / état de la source d'alimentation / alerte	élimine le besoin de connecter des composants externes supplémentaires pour le suivi et la surveillance.	Court terme	3	3	2	2	2	2,40
Barges	Iridium CloudConnect	Suivi et surveillance de flotte	Solution satellitaire basée sur le Cloud via AWS	Le service permet à des appareils connectés d'exécuter des fonctions AWS Lambda, d'assurer la synchronisation des données des appareils et de communiquer en toute sécurité avec d'autres appareils, même en l'absence de connexion Internet.	Opérabilité	Court terme	3	3	2	2	3	2,6
Barges	Maritime ICT Cloud	Suivi et surveillance de Flotte	open sources delivers / satellite-5G	Gestion des flottes, maintenance prédictive des moteurs, suivi de la consommation de carburant, itinéraires et navigation, bien-être de l'équipage	intègre toute la chaîne de valeur (navires/prestataires/suppport client, partenaires, opérateurs portuaires)	Court terme	2	3	3	2	3	2,60
Barges	NeptuLink	Suivi et surveillance de flotte	LTE/4G		un accès sans fil maintien d'une communication optimale indépendamment de l'humidité, du sel marin et des embruns, du roulement et le mouvement de tangage ou le type de navire	Court terme	3	3	3	3	2	3,00
Barges	SESAME	surveillance et sécurité maritime	infrastructure BIG DATA pour consolider des flux d'informations multi sources	détection de comportements suspects des navires	développer des infrastructures matérielles et logicielles adaptées à la volumétrie des flux de données considérés.	moyen terme	2	2	3	2	2	2,20
Barges	Wakeo	Tracking des containers	datascience et technologies IoT (Lora, NB-IoT)-datapipeline	indicateurs de performance permettant d'objectiver la performance transport et d'identifier des leviers d'amélioration pour réduire le leadtime	visibilité en temps réel et prédictif sur les flux / Interconnexion	court terme	3	3	3	3	3	3,00
Barges	Contopia	Tracking des containers										
Barges	Trax-Net	tracking des containers	réseau maillé multisaut	localisation du container, température, taux d'humidité, niveau de vibration et ouverture de portes	système de données temps réel et synchronisation sur toute la supply chaîne	Court terme	2	3	3	2	2	2,40
Barges	Remote Container Management (application captain peter)	tracking des containers	GPS et satellite permet de suivre le conteneur en temps réel avec précision via des ondes radio THF	Géolocalisation, température, taux d'humidité et d'atmosphère, l'état d'alimentation d'un conteneur réfrigéré	système de données temps réel	court terme	2	3	3	2	2	2,40
Barges	Port Community System (PCS) « S-WING »	visualisation des mouvements et typologie des navires	système informatique de gestion des opérations portuaires	Rapports d'escalade, conditions de circulation routière, météo	interfaçage avec AP+, le Cargo Community System (CCS)	court terme	3	3	3	2	3	2,80
Barges	My KPIs	Visualisation des temps de passages portuaires des contenaires										
Barges	SPACE 3AC	Pollution	Sea data / Feature Forest	Composants chimiques dangereux qui polluent l'air, prédiction des mouvements des composés chimiques dangereux surveillés en fonction de facteurs atmosphériques	Performance environnementale / performance économique	Court terme	2	3	2	3	2	2,40

Sur ce sujet, les capteurs GPS solaire obtiennent la meilleure note grâce à la facilité d'installation et l'apport économique engendré par un meilleur suivi des barges et donc une meilleure planification des opérations qui va en découler

### Maintenance IoT SNCF

Trains bardés de capteurs : un algorithme analyse les données afin de les interpréter automatiquement, le but est de savoir quand une maintenance est nécessaire ou non. 90% des données concernent des opérations simples, les 10% restant étant plus complexes à régler, la SNCF dispose de plus de temps pour se focaliser dessus grâce à ce système.

Suppression des contrôles périodiques : pas de maintenance tous les x kilomètres car tous les trains sont différents, cela permet de prédire et anticiper les défauts, mais aussi adapter les rendez-vous de maintenance en fonction du matériel. La SNCF parle de maintenance analytique et non de maintenance préventive.

Éléments contrôlés : données transmises par les portes, les emmarchements mobiles, la climatisation, le chauffage, les toilettes, les compresseurs et les freins. Contrôle de la pression exercée par les pantographes, sans monter sur le toit de la rame. Contrôle à distance des batteries. Niveau d'eau des sanitaires afin d'optimiser leur remplissage. Remontée des défauts en temps réel : une fuite, un filtre encrassé, un compresseur de climatisation hors-service.

Fonctionnement : sur les anciennes rames, déploiement d'IoT permettant le télédiagnostic. Les capteurs émettent seulement certaines informations choisies qui, une fois analysées, permettent d'anticiper la panne. Les nouveaux trains sont équipés nativement d'un réseau, et de cartes SIM 3G ou 4G, envoyant des milliers de données. Accès à 8000 variables sont 2000 en temps réel.



Deux niveaux de maintenance prédictive : le premier niveau consiste en l'envoi d'innombrables données sur l'ensemble des variables du train (nouveaux trains). Le second, le télédiagnostic (IoT rajoutés à des rames de base), se contente de faire parvenir des données ciblées. Les capteurs de télédiagnostic fournissent 1 000 fois moins d'informations que les données réseau. Actuellement, 300 rames sont équipées de la technologie la plus récente tandis que 1 900 rames du parc SNCF sont en mesure d'être télé-diagnostiquées. La SNCF indique être la compagnie ferroviaire la plus avancée au monde dans ce domaine.

Chiffres clés : - 300 rames équipées d'un réseau permettant la maintenance prédictive

- 1900 rames sont télé-diagnostiquées
- 95% des diagnostics sont corrects
- 1/3 de rames en moins arrêtées pour maintenance
- une baisse de 20% des coûts liés à la maintenance des rames
- une baisse de 30% des manœuvres de maintenance

Sources :

<https://www.sncf.com/fr/reseau-expertises/direction-materiel/pionniers-maintenance-predictive>

<https://www.sncf.com/fr/reseau-expertises/direction-materiel/pourquoi-maintenance-predictive-ameliore-voyages-train>

### GARE INTELLIGENTE – cas d’usage de la Gare TGV d’Aix en Provence

Solution IoT pour faire d'Aix-en-Provence TGV une gare intelligente. L'objectif de ce projet est de permettre aux équipements et infrastructures de la station de remonter des informations en temps réel sur des tableaux de bord ou sur une application mobile.

La première phase du projet, mise en œuvre à l'été 2018, s'est uniquement concentrée sur l'éclairage des gares pour fournir une application mobile et Web permettant d'allumer et d'éteindre les lumières et de régler l'intensité lumineuse.

La deuxième étape, achevée en février 2019, consistait à connecter d'autres infrastructures et à signaler des alertes en temps réel en cas de dysfonctionnement. L'éclairage, le chauffage, la ventilation, la climatisation, les ascenseurs, les portes coulissantes, les escaliers mécaniques, la consommation d'électricité et la qualité de l'air sont surveillés.



Source : <https://info.kuzzle.io/case-study/sncf-and-kuzzle>

### L’IoT au service de la régularité des trains

Durant 12 semaines, trois établissements de maintenance SNCF Réseau ont testé des SAM (Signaux d’Arrêts à Main) géolocalisés. Les agents installent ces dispositifs de sécurité de part et d’autre d’un chantier pour en délimiter les extrémités et en interdire l’accès à tout train ou engin de maintenance non prévu. Lorsqu’un conducteur est confronté à un SAM, il ne peut le franchir et doit donc attendre qu’il soit retiré. S’il l’un des SAM est oublié en fin de chantier, cela peut donc générer des retards de trains.

Le test a consisté à équiper une vingtaine de SAM ancienne et nouvelle génération de capteurs de géolocalisation. La remontée de leurs positions GPS se fait sur une plateforme IoT. La mise en place de ces dispositifs permet ainsi de s’assurer que tous les SAM sont bien retirés des voies. L’expérimentation a permis de valider le bon fonctionnement de la solution et son industrialisation à grande échelle. Cette industrialisation est envisagée avec une intégration native, conçue directement avec les industriels 4NRJ (fournisseur du SAM nouvelle génération) et Vapé Rail (fournisseur de la solution de géolocalisation).



Vapé Rail **VR**  
Innovation track

## Dispositif technologique d’aide à la maintenance du réseau ferroviaire

La maintenance d’un réseau ferroviaire nécessite des inspections sur le terrain. Les agents vérifient notamment l’état des caténaires, pour prévenir les ruptures (il s’en produit environ 400 chaque année). C’est un travail fastidieux compte tenu de la taille de l’infrastructure - environ 30 000 kilomètres de voies pour le réseau français, dont la moitié sont électrifiées - et périlleux, ce qui vaut à ces agents travaillant en hauteur le surnom d’« écurveils ».

La solution qui a été développée par la startup INTESENS consiste à positionner des capteurs connectés sur les contrepoids des câbles pour surveiller leur tension mécanique à distance, via une plateforme web, agrégeant les données transmises par les boîtiers via le réseau bas débit Sigfox. Une anomalie est détectée ? Une alerte est aussitôt envoyée aux opérateurs. Ainsi, plutôt que d’inspecter les voies, les agents peuvent se concentrer sur le travail qui a le plus de valeur ajoutée : la maintenance préventive et les réparations.

INTESENS a également développé d’autres dispositifs dans le domaine ferroviaire, tels que les capteurs de température pour les rails (en cas de surchauffe l’été, le métal se dilate et il est nécessaire de réduire la vitesse des trains), ou encore des capteurs mesurant la déformation des rails pour évaluer le poids des convois.

Pour collecter, traiter et exploiter - sous forme d’alertes et/ou de graphiques - les données transmises par leurs capteurs connectés installés sur le terrain, Intesens a développé une infrastructure évolutive utilisant le Public Cloud d’OVH.





**Optimiser la surveillance et la maintenance du réseau : "Supervision Nouvelle Génération"**

Le réseau est supervisé en permanence afin de détecter d'éventuelles défaillances techniques au niveau des voies, de la signalisation, des caténaires, des passages à niveaux ou encore des aiguillages. Une application innovante est actuellement testée en région Auvergne Rhône-Alpes. Co-construite avec Capgemini, leader mondial de la transformation numérique et des services technologiques, cette solution interactive facilite considérablement l'information et la communication des opérateurs de maintenance.

L'application "Supervision Nouvelle Génération », géolocalise avec précision les incidents du réseau et envoie immédiatement des alertes aux équipes concernées, qui peuvent ainsi se mobiliser au plus vite. À cette réactivité des opérateurs s'ajoute une plus grande efficacité de leurs interventions grâce à l'assistance et la coordination du centre de supervision avec lequel ils échangent en direct. En facilitant ainsi la résolution des incidents, l'application participe à améliorer la régularité des circulations.

Une application multifonction

- ❖ Localisation des incidents sur une carte dynamique où figurent les données de l'infrastructure
- ❖ Identification des intervenants devant effectuer la maintenance en fonction du parcours, de l'heure et de la spécialité concernée (électricité, mécanique, etc.)
- ❖ Guide précis des mainteneurs sur le lieu d'intervention
- ❖ Communication directe avec le centre de supervision pour échanger les constats et estimer le temps de résolution des incidents
- ❖ Dématérialisation des comptes-rendus d'intervention







**CONTRAT DE PLAN  
INTERREGIONAL  
ETAT-REGIONS  
VALLEE DE LA SEINE**

**2015-2020**