



Catalogue des
systèmes ITS
existants
Produit T.3.1.1

La Cooperazione al cuore del Mediterraneo
La Coopération au cœur de la Méditerranée

Auteurs

Sviluppo Performance Strategie srl

Sergio Bucci

Antonino Tripodi

Gabriele GiuITS niani

Raffaele Alfonsi

Trigaluh Prastyana Tika

Roberta Canu

Acronymes

ABGS	Système de barrières automatisées
ACC	Régulateur de vitesse adaptatif
ADAS	Système avancé d'aide à la conduite
AGS	Système de portail automatique
AI	Intelligent artificiel
AMI	Indication avancée des autoroutes
ANPR	Reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation
APBA	Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras
BEI	Banque européenne d'investissement
CAM	Message de sensibilisation à la coopération
CBA	Analyse coûts-avantages
CCAM	Mobilité connectée et automatisée en coopération
CE	Commission européenne
CEF	Facilité "Connecter l'Europe"
CEPAL	Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes
C-ITS	Système de transport intelligent coopératif
C-ROADS	La plateforme C-Roads est une initiative conjointe des États membres et des opérateurs routiers européens visant à tester et à mettre en œuvre des services C-ITS dans une optique d'harmonisation et d'interopérabilité transfrontalières.
DATEX II	(DATa EXchange) est le langage électronique utilisé en Europe pour l'échange d'informations et de données sur le trafic.
DENM	Message de notification environnementale décentralisée
DLM	Gestion dynamique des voies de circulation
DSRC	Communication dédiée à courte portée. Il s'agit d'une technologie de communication sans fil unidirectionnelle ou bidirectionnelle à courte ou moyenne portée, conçue pour permettre aux véhicules ITS de communiquer avec d'autres véhicules ou avec la technologie de l'infrastructure.
ECLAC	Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes
EIC	Fonds européen d'innovation
EIT	InITS tut européen d'innovation et de technologie
ETSI	L'InITS tut européen des normes de télécommunications

EU EIP	Plate-forme ITS de l'UE
F&LS	Services de fret et de logiITS que
FC	Fonds de cohésion
FEDER	Fonds européen de développement régional
FTRI	Une voie rapide vers la recherche et l'innovation
GIS	Systèmes d'information géographique
GPS	Système de positionnement global
HGV	Véhicule utilitaire lourd
HPA	Autorité portuaire de Hambourg
HSR	Course à l'épaule dure
I2TI	Identification intelligente dans le transport intermodal
TIC	Technologies de l'information et de la communication
IEEE	InITS tut des ingénieurs en électricité et en électronique
IoT	Internet des objets
IP	Protocole Internet
IPS	Système de stationnement intelligent
iRSU	Unité intelligente en bordure de route
ITP	Stationnement intelligent des camions
ITS	Système de transport intelligent
ITS-G5	Une technologie de communication sans fil à courte portée, adaptée à la communication entre véhicules, qui transporte de petits volumes de données de manière extrêmement rapide. Elle est normalisée par la norme ETSI EN 302 663. Le nom G5 est dérivé de la bande de fréquence (5,9 GHz) et non de la technologie 5G, malgré un nom similaire.
IVIM	Message d'information de l'infrastructure au véhicule
iVRI	Contrôleur de feux de circulation intelligent (TLC) assurant les fonctions de contrôleur de feux de circulation et permettant les applications ITS.
IVS/IVI	Signalisation dans le véhicule / Information dans le véhicule
CCR	Centre commun de recherche
JTM	Mécanisme de transition équitable
STC	Programme de transition juste
KIC	Communautés de la connaissance et de l'innovation
LED	Diode électroluminescente
LIDAR	Détection et télémétrie par la lumière ou détection et télémétrie par imagerie laser
LPR	Reconnaissance des plaques d'immatriculation
LTE	Évaluation à long terme

MCS	Système de contrôle des autoroutes
MIMS	Ministère des infrastructures et de la mobilité durables
MUMS	Mobilité urbaine multimodale durable
NB-IoT	L'internet des objets à bande étroite, est un protocole radio standard LPWAN (Low Power Wide Area Network) conçu pour les communications avec un large éventail de dispositifs interconnectés.
NGEU	NextGen EU
OBU	Unité embarquée
OCR	Reconnaissance optique des caractères
PCS	Système communautaire portuaire
IEP	Indice environnemental du port
PEP	Performance environnementale des ports
PMIS	Système d'information sur la gestion on des ports
PMS	Système de gestion on portuaire
PMV	Panneaux à messages variables
PNRR	Plan national de redressement et de résilience
PON	Programmes opérationnels nationaux
PPP	Partenariat public-privé - Partenariat public-privé
PRMC	Centre de gestion on des routes portuaires
PVD	Sonder les données du véhicule
QFP	Cadre financier pluriannuel
RFID	Identification par radiofréquence
RMS	Système de mesure de la rampe
RRF	Centre de récupération et de résilience
SLI	Informations sur les limites de vitesse
SOS	Sauvez nos âmes
SPaT-MAP	Phase et heure des signaux et données cartographiques
TEN-T	Réseau transeuropéen - Transport
TIS	Système d'information sur les voyages
TM	Gestion on du trafic
TMC	Canal de messages de trafic
TMCS	Système de contrôle de la gestion on du trafic
TMP	Plan de gestion on du trafic
TMS	Services de gestion on du trafic
TOS	Système d'exploitation du terminal

TSS	Système de signalisation routière
TTIS	Services d'information sur le trafic et les déplacements
CCTV	Télévision en circuit fermé
UE	l'Union européenne
UML	Langage de modélisation unifié
V2V	La communication de véhicule à véhicule est la transmission sans fil de données entre véhicules à moteur, dans le but de prévenir les accidents.
V2X	La communication entre un véhicule et toute autre entité est un système de communication d'informations entre un véhicule et toute entité pouvant influencer le véhicule et vice versa.
VSL	Limites de vitesse variables
WIM	Mouvement de pesée
XML	Langage de balisage extensible

Sommaire

1	Introduction	9
2	Analyse des systèmes ITS mis en œuvre au niveau international	13
2.1	Corridor URSA Major	13
2.1.1	Mise en œuvre des ITS dans les ports	15
2.2	Corridor des CROCODILE.....	21
2.3	Corridor Arc Atlantique	23
2.4	Corridor NEXT-ITS	26
2.5	Couloir MedTIS.....	27
2.6	Corridor est-ouest (étude de faisabilité)	28
2.7	Le projet GREEN C-PORTS.....	30
2.8	Projet Socrates 2.0	35
2.9	Projet Concorda.....	38
2.10	Système national de gestion on du trafic routier sur le réseau TEN-T (phase 1) - Pologne	40
2.11	Projets ITS en Estonie	40
2.12	Port de Hambourg	42
2.13	Port de Rotterdam	45
2.14	Port de Barcelone	45
2.15	Port d'Algeciras.....	46
2.16	AI Smart (Adriatic Ionian Small Port Network).....	50
2.17	Projet PIXEL (Port IoT for environmental leverage)	50
3	Enseignements tirés et bonnes pratiques	52
4	Catalogue des systèmes ITS.....	53
4.1	DATEX II.....	56
4.2	Communication V2V	57
4.3	Communication V2X.....	58
4.4	Panneaux à message dynamique	59
4.5	ETSI ITS-G5	59
5	Sources de financement	61
5.1	La stratégie européenne.....	61
5.2	Le cadre de financement européen	61
5.3	Le programme Horizon Europe	63
5.4	Le programme CEF	65
5.5	L'Europe Digital.....	66
5.6	Programme LIFE	67
5.7	InvestEU	67
5.8	JTS.....	67
5.9	Politique de cohésion et développement régional	68
5.10	Programmes ministériels nationaux	68
6.	Bibliographie et références sitographiques	70

Index des tableaux

Tableau 1 - Systèmes ITS utilisés dans les ports.....	11
Tableau 2 - Le système ITS dans le corridor est-ouest.....	30
Tableau 3 - Catalogue ITS.....	54
Tableau 4 - Ventilation des ressources pluriannuelles de l'Union européenne (milliards d'euros)	61

Index des figures

Figure 1 - Structure modèle des services essentiels des ITS européens (Source : Manuel de référence pour le déploiement harmonisé des services essentiels des ITS en Europe).....	10
Figure 2 - Corridors du projet CEF	13
Figure 3 - Corridor principal de l'URSA	15
Figure 4 - Signaux intelligents en Allemagne	15
Figure 5 - Exigences de l'ITP	16
Figure 6 - Test de pression des pneus sur l'autoroute A16 à Rotterdam	17
Figure 7 - Composants du stationnement intelligent dans le port de La Spezia	18
Figure 8 - Système de porte automatique (AGS) au port de Venise	18
Figure 9 - Long Term Evolution (LTE) dans le port de Livourne et dans les zones arrière-portuaires	19
Figure 10 - L'Internet des objets à bande étroite (NB-IoT) et la bande 5.9GhZ (G5) appliqués dans la ville et sur l'autoroute de Livourne	19
Figure 11 - Infrastructure C-ITS appliquée au port de Livourne	20
Figure 12 - Corridor du Crocodile	22
Figure 13 - Emplacement du port de Gdynia.....	23
Figure 14 - Infrastructure routière dans le port de Gdynia.....	23
Figure 15 - Corridor Arc Atlantique	25
Figure 16 - Couloir NEXT-ITS.....	27
Figure 17 - Corridor MedTIS.....	28
Figure 18 - Corridor est-ouest.....	29
Figure 19 - Planificateurs d'itinéraires intermodaux.....	29
Figure 20 - Schéma de conception des C-PORTS VERT	31
Figure 21 - Vue d'ensemble du port de Valence	32
Figure 22 - Vue d'ensemble du port de Venise	32
Figure 23 - Vue d'ensemble du port du Pirée	33
Figure 24 - Port de Bremerhaven	34
Figure 25 - Le port de Wilhelmshaven.....	35
Figure 26 - Cadre de coopération Socrates 2.0	35
Figure 27 - Mise en œuvre de la gestion on interactive du trafic dans le projet Socrates 2.0.....	36
Figure 28 - Prohetto Socrates 2.0 à Anvers (Belgique).....	37
Figure 29 - Le service Smart Tunnel	37
Figure 30 - Pays de mise en œuvre du projet Concordia.....	38
Figure 31 - Pelotonnage de camions.....	39
Figure 32 - L'activité de la " Tulipe néerlandaise " reliant les Pays-Bas, la Belgique et l'Allemagne (Source : Concordia : présentation de la plateforme des autorités publiques, 2018).	39
Figure 33 - Site d'essai à Rotterdam	39
Figure 34 - Système de gestion on du trafic sur le réseau TEN-T Pologne	40
Figure 35 - Capteurs d'identification du véhicule (hauteur, largeur et longueur du véhicule).....	41
Figure 36 - Système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques des véhicules	42
Figure 37 - Signalisation dynamique	42
Figure 38 - Vue aérienne du port de Hambourg.....	43
Figure 39 - Recycleur numérique	44
Figure 40 - Application du V2X dans le projet Green4Transport.....	44
Figure 41 - Vue aérienne du port de Barcelone (Source : Tech Tour)	46
Figure 42 - Vue aérienne du port d'Algeciras (Source : Safety4Sea).....	47
Figure 43 - Application OCR dans le port d'Algeciras	47

Figure 44 - Application d'information sur la mobilité pour les passagers	48
Figure 45 - Automatisation des opérations portuaires (Source : Programme BrainPort d'Algeciras)	49
Figure 46 - Plate-forme de gestion on numérique	49
Figure 47 - Portée du projet PIXEL (Source : site web de Pixel Ports)	51
Figure 48 - Avantages des systèmes ITS	53
Figure 49 - Composants du DATEX II	56
Figure 50 - Communication V2V	57
Figure 51 - Différents types d'échange d'informations sans fil	58
Figure 52 - Intégration V2X	59
Figure 53 - Exemple de DMS	59
Figure 54 - Répartition des missions et composantes du PNR (Source : Gouvernement)	63

1 Introduction

Les systèmes de transport intelligents (ITS), tels que définis par l'Association mondiale de la route, sont des systèmes de contrôle et d'information qui utilisent des technologies intégrées de communication et de traitement des données dans le but de

- améliorer la mobilité des personnes et des biens;
- accroître la sécurité, réduire les embouteillages et gérer efficacement les accidents;
- répondre aux objectifs de la politique des transports, tels que la gestion on de la demande ou les mesures prioritaires en matière de transports publics.

Dans la directive 2010/40/UE du Parlement européen et du Conseil du 7 juillet 2010, les ITS sont définis comme des "systèmes dans lesquels les technologies de l'information et de la communication sont appliquées dans le domaine du transport routier, y compris les infrastructures, les véhicules et les usagers, et dans la gestion on du trafic et de la mobilité, ainsi que dans les interfaces avec d'autres modes de transport".

Les ITS eux-mêmes continuent d'évoluer par le biais d'applications technologiques indépendantes ou par l'intégration avec d'autres systèmes pour améliorer ou fournir de nouveaux services de transport.

En Europe, les services ITS sont divisés en trois catégories:

- Services d'information sur le trafic et les déplacements/Services d'information sur le trafic et les déplacements (TTIS);
- Services de gestion on du trafic (TMS);
- les services de transport et de logiITS que/Freight & LogiITS cs Services (FL&S).

Le TTIS comprend cinq services de base ITS différents.

- **Prévisions et informations en temps réel sur les événements:**
Informations sur les événements prévus et imprévus pour les usagers de la route sur des segments identifiés du réseau.
- **Informations sur les conditions de circulation et les temps de trajet:**
Informations sur les conditions de circulation (niveau de service) et les temps de parcours sur des segments routiers identifiés du réseau.
- **Informations sur les limitations de vitesse:**
Informations sur les limitations de vitesse pour que le conducteur connaisse toujours la limitation de vitesse en vigueur.
- **Informations sur la météo des routes:**
Informations sur l'état de la surface des routes, les conditions de visibilité et les informations spécifiques à l'infrastructure du réseau.
- **Information multimodale sur les déplacements:**
Informations comparatives sur les différents modes/moyens de transport et/ou la combinaison de différents modes/moyens de transport sur un même itinéraire.

Les TMS visent à influencer le trafic par un ensemble de mesures destinées à coordonner la demande de trafic avec l'offre du système de trafic existant, à assurer la sécurité du trafic au niveau le plus élevé possible, à maximiser l'efficacité du réseau et à réduire autant que possible les impacts environnementaux liés au trafic.

Le TMS comprend sept services de base ITS Core.

- **Gestion on dynamique des voies de circulation:**
Il permet de modifier temporairement l'affectation des voies au moyen de panneaux de guidage du trafic, de panneaux lumineux permanents, de panneaux à facettes multiples, de panneaux de signalisation à DEL, de systèmes de fermeture et de direction, etc.
- **Limites de vitesse variables:**
Affichage des limites de vitesse, de la vitesse recommandée ou de la vitesse minimale obligatoire, afin d'inciter les conducteurs à rouler à une vitesse adaptée à l'état de la circulation, de la route ou des conditions météorologiques.
- **Ramp metering:**
Gestion on de la circulation aux jonctions d'autoroutes sur une base temporaire, généralement

pendant les périodes de pointe.

- **Hard Shoulder Running:**
Utilisation dynamique et temporaire de voies sur des tronçons de route, y compris les carrefours, dans le but d'augmenter la capacité de la route lorsque cela est nécessaire.
- **Interdiction de dépassement pour les poids lourds:**
Permettre la canalisation des véhicules lourds sur une seule voie (voie lente).
- **Alerte et gestion on des incidents:**
Mise en œuvre d'un ensemble systématique, planifié et coordonné d'actions et de moyens d'intervention pour prévenir les incidents dans des situations potentiellement dangereuses et pour gérer les incidents de manière sûre et rapide.
- **Gestion on du trafic pour les corridors et les réseaux:**
Application de plans de gestion on du trafic pour la gestion on du réseau et des corridors européens, y compris les capacités multimodales, afin de permettre une utilisation plus efficace du réseau routier en Europe.

Les FL&S assurent un transfert plus efficace des produits de l'origine à la destinée nation, en utilisant un réseau de chaînes d'approvisionnement composé de routes, de chemins de fer et de voies navigables. Ils se composent des deux services suivants.

- **Un stationnement intelligent et sûr pour les camions:**
Informations sur la situation du stationnement des camions sur les réseaux européens et les routes d'accès afin de gérer l'espace de stationnement, de favoriser l'observation des temps de repos et de conduite des conducteurs, de réduire le stationnement dangereux et d'améliorer la sécurité.
- **Règlement pour le transport de marchandises anormales:**
Informations spécifiques à chaque pays sur les réglementations relatives aux véhicules et les procédures de demande, les personnes à contacter et les directives pour remplir les formulaires de demande de transport exceptionnel.

Le Figure 1 illustre la structure du modèle des services de base des ITS européens.

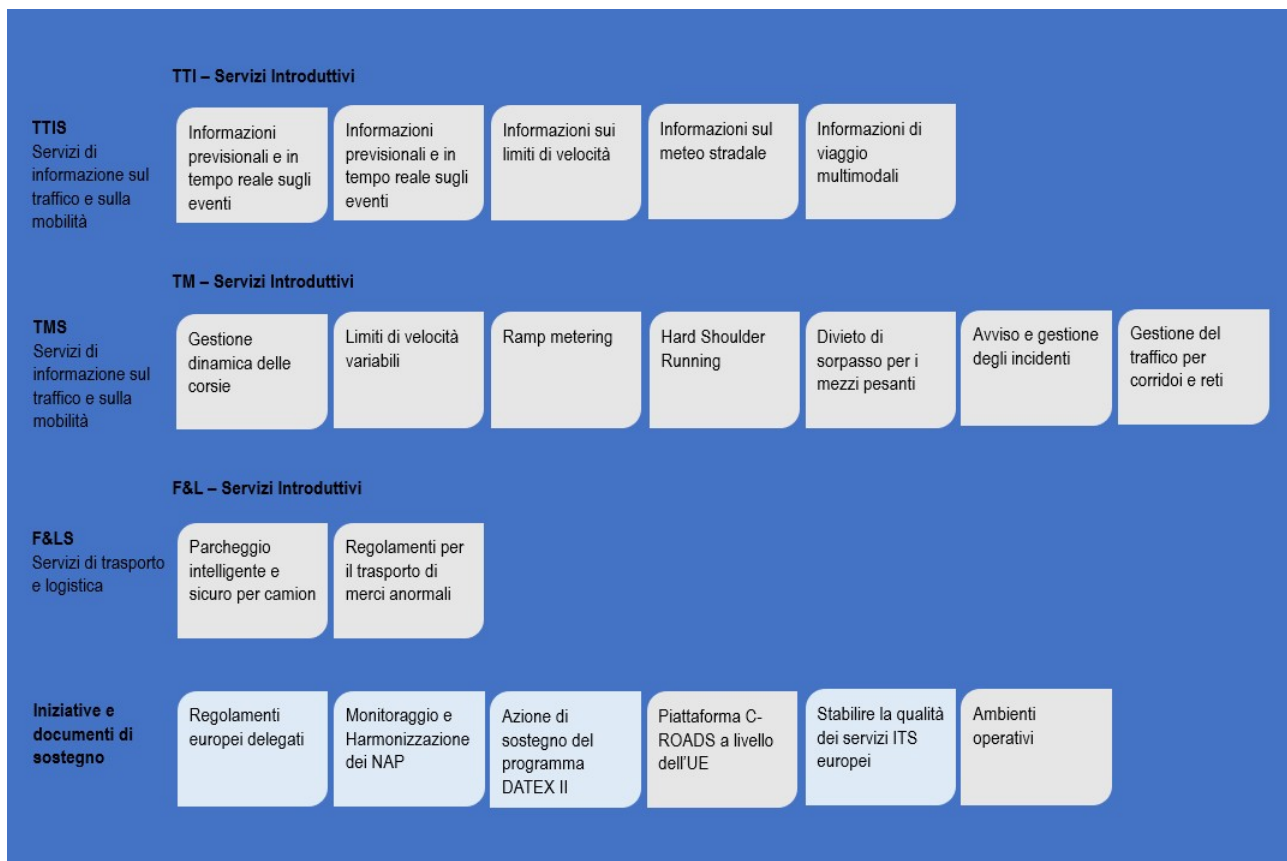


Figure 1 - Structure modèle des services essentiels des ITS européens (Source: Manuel de référence pour le déploiement harmonisé des services essentiels des ITS en Europe)

Dans la logiITS que internationale, l'innovation technologique joue un rôle majeur pour assurer la compétitivité du marché et les applications ITS sont principalement associées aux opérations de fret, de véhicules et d'infrastructures.

En ce qui concerne les ports, l'Unité des services d'infrastructure de la CEPAL (Commission économique pour l'Amérique latine et les Caraïbes) a résumé les types de ITS et leurs domaines d'application au niveau international (tableau 1).

Tableau 1 - Systèmes ITS utilisés dans les ports

Exigence	Champ d'application	Objectif	Technologie ITS
Efficacité des infrastructures	Péages	Flux libre	Paiement électronique
	Station de pesage	Transport non-stop	Pesée non-stop
	Accès au terminal portuaire	Des arrêts plus courts	Systèmes d'identification automatique
	Franchissement des frontières, procédures douanières	Des arrêts plus courts Réduire les documents papier	Systèmes d'identification automatique Guichet unique Connaissance électronique
	Gestion on de la logiITS que des terminaux	Utilisation efficace de l'espace et des ressources Réduire les coûts d'exploitation	Systèmes d'exploitation pour les terminaux Systèmes d'identification automatique Guidage automatique de la machine
	Inspection	Sélectif Vérification du transport	Systèmes d'identification automatique Systèmes de traitement d'images
	Planification	Des informations fiables	Systèmes de gestion on de la flotte
	Opérations	Informations en temps réel	Terminal Transmission électronique des données Systèmes communautaires portuaires
	Commerce	Électronique	Transmission électronique des données Systèmes communautaires portuaires
Traçabilité et sécurité des marchandises	Transport de marchandises	Sécurité Qualité du transport Transport dangereux	Scellés électroniques, falsification Capteurs de température, d'humidité et de vibration Identification électronique Systèmes de gestion on de la flotte

	Modes de transport	Surveillance des conditions mécaniques	Capteurs: niveau de carburant, état des pneus, vitesse, avertissements mécaniques.
--	--------------------	----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Exigence	Champ d'application	Objectif	Technologie ITS
	Infrastructure	Surveillance des conditions de circulation Conditions météorologiques	Systèmes de gestion on du trafic Stations météorologiques pour surveiller la pluie, le brouillard, les précipitations, la pression atmosphérique, etc.
	Conducteur	Identification Conditions de l'itinéraire Temps de conduite	Systèmes d'identification automatique Systèmes d'information pour les voyageurs Systèmes de gestion on de la flotte
	Équipement (grues, remorques, autres)	En fonction du type de transport	Systèmes d'identification automatique

Ce rapport rassemble des informations sur la mise en œuvre de divers ITS au niveau européen, en mettant l'accent sur les applications relatives à la gestion on et à l'optimisation des flux de trafic lourd et léger dans et vers les ports et les plateformes logiITS ques.

En particulier, le rapport con ITS tue l'une des activités visant à capitaliser les expériences acquises tant par les partenaires des projets précédents cofinancés par les Fonds du programme de la Communauté maritime Italie-France que par d'autres bénéficiaires dans le domaine du bruit produit dans les sites portuaires et leur arrière-pays, en les enrichissant d'autres expériences dans des contextes territoriaux présentant des niveaux importants de trafic de véhicules desservant les ports.

Dans les projets Rumble et Decibel, l'accent a été mis principalement sur les aspects infrastructurels pour la réduction du bruit du trafic portuaire par des interventions sur l'infrastructure routière. Le projet Mon Acumen s'est concentré sur la définition de protocoles et d'infrastructures pour la détection et la cartographie du bruit. Le projet Triple a étudié les connexions innovantes entre les ports et les plateformes logiITS ques. Les projets LIST et EasyLog, quant à eux, ont commencé à tester et à expérimenter des solutions ITS pour accélérer les opérations portuaires et améliorer le climat acouITS que.

Les systèmes ITS, en plus d'accélérer les opérations portuaires (et donc d'optimiser l'espace disponible), peuvent en fait conITS tuer un investimé ssement infrastructurel/gestion onnaire visant à rendre la circulation plus fluide, contribuant ainsi à réduire non seulement le bruit, mais aussi les niveaux de pollution atmosphérique.

Enfin, tout le travail d'analyse est contextualisé dans la perspective de la nouvelle période de programmation de l'UE (tant la période ordinaire que la période extraordinaire liée au PNRR).

2 Analyse des systèmes ITS mis en œuvre au niveau international

Corridors du CEF

Les cinq projets de corridors suivants sont décrits: Arc Atlantique, URSA Major, Crocodile, MedTIS, NEXT-ITS.

Les projets sont gérés au sein de la plateforme ITS de l'UE (EU EIP), qui est le lieu où les ministères nationaux, les autorités routières, les opérateurs routiers et les partenaires des secteurs public et privé de presque tous les États membres de l'UE et des pays voisins travaillent ensemble pour promouvoir, accélérer et optimiser les mises en œuvre actuelles et futures des ITS en Europe de manière harmonisée.

Afin de promouvoir la coopération et le consensus nécessaire entre les États membres de l'UE, la plateforme ITS de l'UE facilitera la création d'un état de l'art communément compris et encouragera l'adoption effective des spécifications, lignes directrices, meilleures pratiques et/ou méthodologies de l'UE.

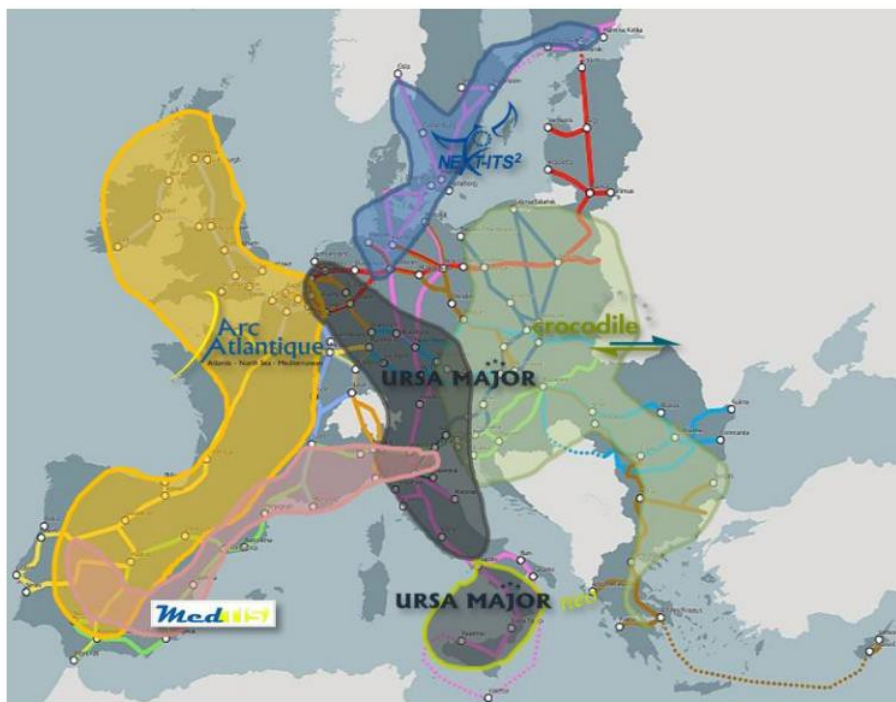


Figure 2 - Corridors du projet CEF

2.1 Corridor URSA Major

URSA Major a débuté comme une coopération internationale entre opérateurs routiers pour le déploiement des ITS. Après les deux premières actions, URSA Major et URSA Major 2, le projet est entré dans sa troisième phase (URSA Major neo).

Le projet URSA Major neo (2017-2022), doté d'un budget d'environ 149,5 millions d'euros, porte sur le transport de marchandises sur le réseau routier TEN-T dans un corridor reliant les régions économiques les plus importantes entre les ports de la mer du Nord (Rotterdam) et la région Reno et Ruhr, les zones métropolitaines du sud de l'Allemagne et les ports méditerranéens en Italie (Sicile).

Les mises en œuvre d'URSA Major neo sont divisées en domaines thématiques d'ITS ncts: le stationnement des camions, les systèmes d'information sur la circulation et les voyageurs, les mesures visant à améliorer la sécurité, ainsi que les projets pilotes réels.

Par rapport aux actions précédentes, URSA Major neo prévoit un groupe de travail pour le transport intermodal de marchandises, afin d'analyser les problèmes logiITS que affectant les zones urbaines. À cet égard, un rôle important a été réservé aux ports maritimes et aux plates-formes intermodales participant à l'initiative. En ce qui concerne les ports italiens concernés, ils ont été invités à élaborer des solutions ITS pour améliorer la

gestion on du trafic intermodal dans les zones portuaires et pour établir des liens avec les plans de gestion on des infrastructures routières et ferroviaires connexes.

Les systèmes ITS suivants ont été mis en œuvre dans le cadre du projet:

- système de télécommunications avancé (autoroute A2 Italie);
- Plate-forme C-ITS (pour collecter et gérer les données des véhicules et des capteurs);
- système de pression des pneus (A16 Pays-Bas);
- informations numériques sur les chantiers de construction de routes (Allemagne);
- des unités routières intelligentes (IRSU aux Pays-Bas) pour la gestion on du trafic en temps réel;
- le régulateur de vitesse adaptatif (ACC), les installations intelligentes de contrôle de la circulation (iVRI), les alertes de travaux routiers en voiture et la mesure automatique de la pression des pneus pour les camions chargés.

Mis en œuvre au cours de la période 2014-2020, le projet URSA Major 2 a été développé en Italie, en Allemagne et aux Pays-Bas.

Le projet URSA Major 2 a impliqué les autorités publiques, les administrations routières et les fournisseurs de services d'information sur le trafic afin d'assurer une gestion on coordonnée du trafic et d'obtenir des services d'information aux voyageurs de haute qualité. Les partenaires allemands, italiens et néerlandais ont travaillé ensemble pour améliorer le trafic et le transport transfrontaliers par la mise en œuvre de systèmes de transport intelligents (ITS) harmonisés et synchronisés pour les applications routières. Le projet s'est concentré sur le déploiement des ITS pour améliorer la sécurité et l'efficacité du trafic de marchandises, principalement le long du corridor du réseau central Rhin-Alpin, qui relie les ports de la mer du Nord, la région du Rhin et de la Ruhr, et les zones métropolitaines du sud de l'Allemagne et de l'Italie.

Le projet a directement contribué à l'amélioration des services de stationnement des camions, au soutien des services de navigation des camions, à l'élimination des goulets d'étranglement et des encombrements et à l'amélioration de la sécurité du transport de marchandises. En outre, URSA Major 2 a contribué à la fourniture d'informations en temps réel sur le trafic transfrontalier dans toute l'UE.

Les principales réalisations sont l'installation de 1.270 parkings équipés de services de stationnement de transport intelligent, 301 unités de détection et 192 panneaux à messages variables.

Les principaux avantages le long des routes où l'action a été mise en œuvre sont les suivants:

- l'amélioration de l'efficacité du trafic (réduction de 13% des temps de parcours);
- 34% d'accidents de la route en moins;
- Réduction de 22 % des émissions annuelles de CO₂.



Figure 3 - Corridor majeur URSA



Figure 4 - Signaux intelligents en Allemagne

2.1.1 Mise en œuvre des ITS dans les ports

Vous trouverez ci-dessous le détail des systèmes ITS mis en œuvre dans les ports du corridor URSA.

Dans la ville de **Rotterdam**, la mise en œuvre des ITS dans les zones portuaires et arrière-portuaires est considérée comme une ressource permettant de faire face à la demande sans cesse croissante de capacité routière sans qu'il soit nécessaire de construire immédiatement de nouvelles routes. La mise en œuvre des ITS vise à assurer un transport de marchandises plus rapide et plus fiable, à moindre coût, dans un délai plus court et avec une empreinte plus réduite. En outre, la mise en œuvre devrait réduire les embouteillages, les émissions de CO2 et d'autres impacts potentiels causés par le transport en général.

En particulier, le "stationnement intelligent pour camions" (ITP) a été mis en œuvre dans le port, dont les principaux composants techniques sont les suivants: système de reconnaissance des plaques minéralogiques (LPR), carte de chargement, imprimante de tickets, interphone et vidéosurveillance.

Il y a plusieurs avantages à construire l'ITP dans la zone portuaire.

- Réduction du temps de recherche grâce à des informations en temps réel sur la disponibilité des parkings.

La recherche manuelle d'une place de stationnement prend beaucoup de temps aux poids lourds en raison du nombre relativement faible de places de stationnement. En utilisant l'ITP, les conducteurs seront bien informés de la disponibilité des places de stationnement, des informations avant le trajet et pendant le trajet, ce qui réduira le temps de conduite. Par conséquent, la réduction du temps de conduite pour trouver des places de stationnement devrait améliorer la fluidité du trafic. L'amélioration de la circulation devrait réduire les embouteillages et, par conséquent, les émissions de CO2 et d'autres impacts tels que la pollution sonore.

- Réduire les vols et l'insécurité liés au stationnement.

Les vols dans les zones de stationnement se produisent souvent dans des endroits inappropriés (stationnement illégal). ITP a le potentiel de minimiser ces cas grâce à ses capacités de géo-fencing, qui permettent de communiquer rapidement aux autorités compétentes des informations sur les intrusions non autorisées.

- Réduction des accidents dus aux arrêts sur la route et à la fatigue due à un temps de conduite excessif.

La principale cause du stationnement illégal est le manque d'informations sur le stationnement et la possibilité pour les chauffeurs de poids lourds d'éviter de dépasser les limites maximales de conduite en se garant sur le côté de la route. Ce type de stationnement a donné lieu à des accidents en raison du trafic continu. Un autre facteur est le fait que les chauffeurs de poids lourds évitent le stationnement illégal et continuent à conduire; cependant, cela provoque de la fatigue et augmente donc le risque d'accident. L'utilisation de l'ITP permet d'identifier efficacement les places de stationnement et d'éviter les accidents.

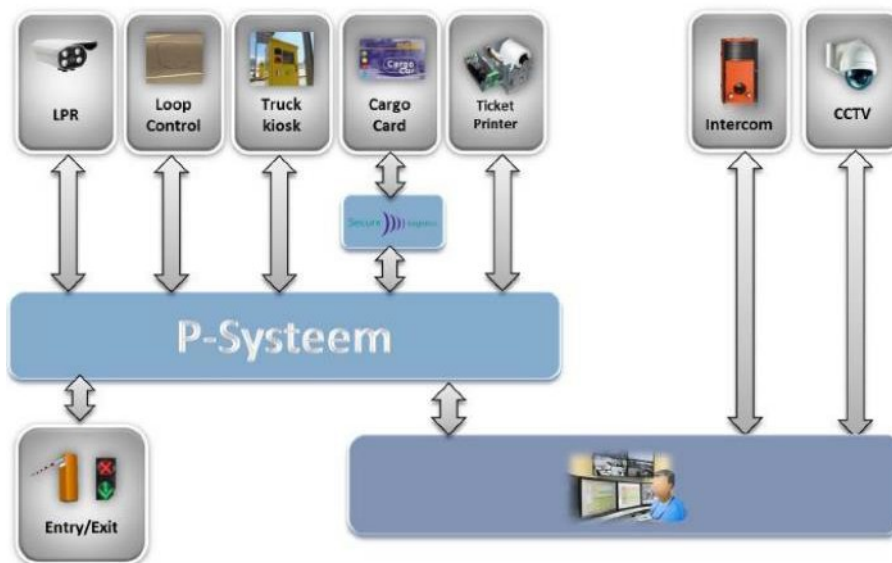


Figure 5 - Exigences du PTI

Un autre service supplémentaire mis en place à Rotterdam est le système de contrôle de la pression des pneus, dans le but de réduire les embouteillages et d'accroître la sécurité. L'action a été mise en œuvre par l'agence nationale néerlandaise de gestion des routes et de l'eau (Rijkswaterstaat) sur l'autoroute A16 au sud de Rotterdam, une liaison entre le port de Rotterdam et Anvers, où le flux de circulation est principalement constitué de poids lourds. Les objectifs spécifiques de l'action étaient les suivants

- réduire les risques d'accidents en avertissant les conducteurs de camions et les entreprises de transport de la faible pression des pneus;
- ce qui permet de réduire les embouteillages;
- la réduction des perturbations du trafic;
- la réduction des dommages causés à l'environnement et aux infrastructures routières.

Les composants installés pour les systèmes de contrôle de la pression des pneus étaient les suivants:

- des circuits d'induction pour la catégorie et la vitesse du véhicule;
- barres de mesure de l'empreinte des pneus;
- station routière pour l'analyse des mesures;
- des caméras pour l'identification des véhicules;
- système de traitement et d'archivage.



Figure 6 - Test de pression des pneus sur l'autoroute A16 à Rotterdam

Dans le **port de Trieste**, l'autorité du système portuaire de la mer Adriatique orientale (AdSP) a pour objectif d'adapter le système communautaire portuaire "Sinfomar" afin de réaliser la numérisation des permis de transit et d'assurer leur interopérabilité avec les plateformes utilisées par les concessionnaires d'autoroutes (sur l'axe Trieste-Udine-Tarvisio), ainsi que d'améliorer l'infrastructure de contrôle de l'accès au port lui-même. La numérisation devrait réduire les temps de transit et, par conséquent, améliorer les flux de trafic, avec une diminution connexe des émissions de CO₂, des polluants et du bruit dans les zones portuaires et arrière-portuaires.

Dans le **port de La Spezia**, une action pilote vise à réduire les temps d'attente et les files d'attente à la porte d'entrée du port en installant la technologie IPS (Intelligent Parking System) intégrée au Port Community System. La mise en œuvre de l'IPS réduit l'effort et le temps du conducteur pour trouver une place de stationnement. Comme dans le cas de l'ITP dans le port de Rotterdam, les avantages de la mise en œuvre sont la réduction des émissions de CO₂ et d'autres impacts potentiels causés par le trafic, comme la pollution sonore, ainsi que la réduction du temps et des coûts associés. La technologie utilisée est un système de barrière avancé avec caméra intégrée (reconnaissance des plaques minéralogiques).



Figure 7 - Des composants de parking intelligents dans le port de La Spezia

Dans les ports de Venise et de Chioggia, l'Autorité du système portuaire du nord de la mer Adriatique de Venise et de Chioggia (AdSPMAS) s'est engagée à développer un système de suivi et d'information pour les transporteurs, visant à réduire les temps d'attente pour l'accès aux terminaux portuaires et, en général, à optimiser l'accessibilité du port.

Dans ce cadre, l'AdSP a mis en œuvre une nouvelle solution ITS, un système de portes automatisées, pour contrôler l'accès aux deux portes principales de Porto Marghera (la zone portuaire commerciale de Venise).

Les objectifs généraux de la mise en œuvre sont de réduire la congestion on, d'augmenter la sécurité et de renforcer le contrôle de la sécurité avec des cibles spécifiques:

- obtenir une répartition plus équilibrée des flux de véhicules sur le réseau par la gestion on et l'information du trafic, les restrictions d'accès;
- Réduire les variations de vitesse sur certains tronçons routiers par la gestion on des flux de véhicules et ainsi améliorer la capacité des infrastructures et réduire les risques d'accidents,
- gérer l'accès à certains tronçons de route pour éviter les désagréments et réduire les risques d'accidents (par exemple sur les rampes).

Les principaux composants technologiques ITS mis en œuvre sont les suivants:

- les dispositifs d'identification (lecteurs RFID, lecteurs de codes à barres, claviers alphanumériques);
- les capteurs de détection de véhicules (boucles inductives et scanners laser);
- Vidéophones IP;
- Affichage LCD;
- Caméras ANPR;
- des caméras de vidéosurveillance;
- des panneaux à messages variables (PMV) pour fournir des informations aux utilisateurs finaux.



Figure 8 - Système de portes automatisées (AGS) au port de Venise

En ce qui concerne le **port de Ravenne**, l'action de l'AdSP Mer Adriatique Centre-Nord vise à compléter et à activer le système de gestion on et d'automatisation de la porte et de la cour du terminal des ferries et son intégration ultérieure dans le système communautaire portuaire.

Dans le **port de Livourne**, l'autorité portuaire du nord de la mer Tyrrhénienne s'occupe de la mise en œuvre des ITS dans les domaines suivants:

- l'élimination des goulets d'étranglement: information en temps réel et notification précoce des encombrements potentiels;
- informations sur la sécurité: informations en temps réel sur les dangers détectés le long des itinéraires;
- Stationnement intelligent pour les camions: les chauffeurs seront encouragés à utiliser les installations de stationnement intelligent de l'interport pour une base optimisée en temps réel du trafic le long de l'itinéraire et de l'état opérationnel (c'est-à-dire les capacités de gestion on du terminal de destiné nation), par exemple à l'interport de GualTS cce.

Des systèmes ITS sont mis en œuvre pour améliorer la circulation dans les zones portuaires et arrière-portuaires, y compris les nœuds logilTS ques de proximité (Interporto "A. Vespucci" et Interporto "Il Faldo").

Les technologies employées sont les suivantes:

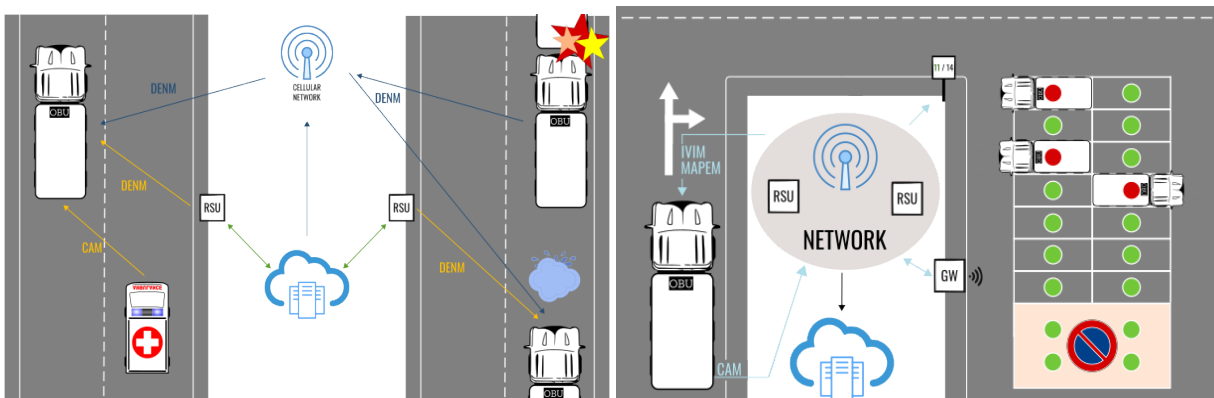
- 20 unités embarquées (OBU);
- 5 unités de bord de route (RSU);
- capteurs;
- PMV;
- Communication V2X;
- DATEX II.



Figure 9 - Long Term Evolution (LTE) dans le port de Livourne et dans les zones arrière-portuaires



Figure 10 - Narrowband Internet of Things (NB-IoT) et la bande 5.9GHz (G5) appliqués dans la ville et sur l'autoroute de Livourne



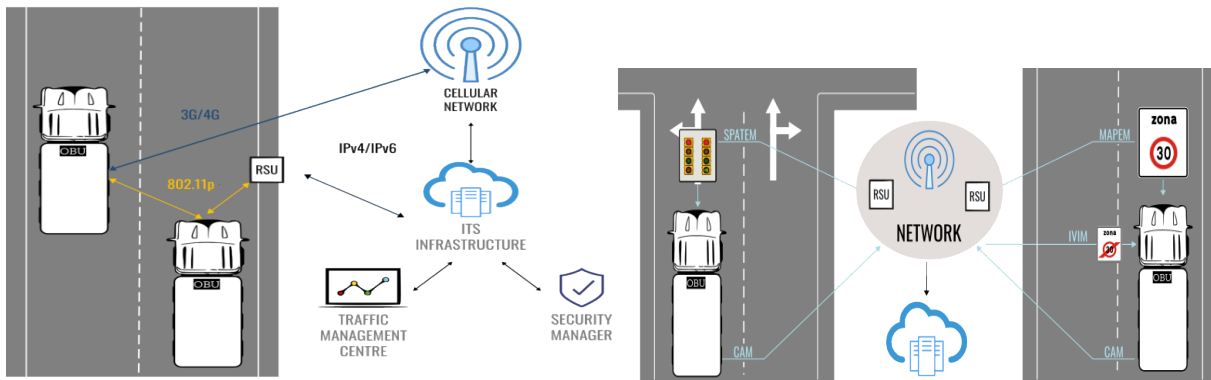


Figure 11 - L'infrastructure C-ITS appliquée au port de Livourne

2.2 Corridor des CROCODILE

Par le passé, des événements majeurs ont à plusieurs reprises provoqué des embouteillages et des perturbations du trafic dans les zones transfrontalières d'Europe centrale et orientale. Cette région est constituée de plusieurs petits pays parlant des langues différentes et connaissant un trafic transfrontalier intense. Pour permettre des flux de trafic harmonisés et efficaces le long des corridors de transport européens, la coopération et l'échange d'informations harmonisées sont essentiels.

CROCODILE a encouragé l'échange harmonisé de données et d'informations dynamiques sur le trafic par-delà les frontières. Les partenaires ont travaillé ensemble pour mettre en œuvre une infrastructure pour la fourniture d'informations sur le trafic routier. Les efforts ont été menés conformément à la directive européenne sur les ITS et à ses règlements délégués. Cela comprenait la coordination au niveau organisationnel, la mise en œuvre technique des normes et l'amélioration des stratégies de gestion et des services aux utilisateurs finaux. Ces dernières ont été améliorées afin que les usagers de la route puissent obtenir des informations plus nombreuses et de meilleure qualité par le biais des canaux (par exemple, sites web, apps) auxquels ils sont habitués.

Le trafic du corridor CROCODILE représente une part importante du trafic international et de transit, y compris le trafic en provenance et à destination des ports de l'Adriatique (Koper, Rijeka, Trieste), de la Baltique (Rostock, Gdansk), de la mer Noire (Constanza) et de la Mer Égée (Thessalonique, Limassol) au continent européen.

Le projet CROCODILE est divisé en 3 phases: CROCODILE 1 (2013-2014; 31,4 millions EUR) CROCODILE 2 (2015-2019; 41,2 millions EUR), CROCODILE 3 (2020-2022; 13,7 millions EUR).

Dans le cadre de CROCODILE, les autorités publiques, les administrations routières et les fournisseurs de services d'information routière de 10 États membres européens (Autriche, Chypre, République tchèque, Allemagne, Grèce, Hongrie, Italie, Pologne, Roumanie et Slovaquie, ainsi que Bulgarie et Croatie) et de 3 États membres associés (la Slovaquie en tant qu'État membre associé) se sont engagés à mettre en place et à exploiter une infrastructure d'échange de données basée sur DATEX II. Cette infrastructure est utilisée pour échanger des données et des informations entre toutes les parties prenantes, y compris les partenaires privés, dans le but de fournir des services d'information harmonisés aux voyageurs transfrontaliers tout au long du corridor.

Le projet prévoyait donc la mise en place d'équipements de collecte de données (CCTV, capteurs), l'amélioration de l'infrastructure de traitement des données (mise à niveau des centres de gestion du trafic), la création de mécanismes d'accès aux données (points d'accès nationaux, nœuds DATEX II) et enfin la fourniture d'informations pertinentes aux utilisateurs finaux (informations critiques pour la sécurité, temps réel, stationnement des camions).

Avec DATEX II et l'échange d'informations sur les événements liés à l'état des routes dans d'autres pays, les plans de gestion du trafic (PGT) transfrontaliers sont devenus l'un des trois piliers de la coordination transnationale poursuivie dans le corridor.

L'approche globale du projet a été caractérisée par les éléments suivants:

- 2 500 km de corridor autoroutier équipés de technologies permettant la collecte de données (vidéosurveillance, stations météorologiques routières et capteurs);
- 10 aires de stationnement pour camions supplémentaires équipées de la technologie nécessaire (par exemple, CCTV) pour une bonne intégration dans le système d'information dynamique ITP en ce qui concerne la disponibilité et la sécurité;
- la modernisation centralisée d'au moins 7 centres nationaux ou régionaux de contrôle du trafic pour relever les défis futurs en termes de fourniture de données de haute qualité sur la sécurité et la mobilité;
- 3 services nouveaux ou mis à jour, y compris des informations provenant des pays voisins et des informations sur le trafic transfrontalier.



Figure 12 - Corridor des crocodiles

Une étude de faisabilité (financée par le CEF Transport 2018) d'un système de gestion on de la circulation des camions sur le tronçon Gdansk-Gdynia a été préparée pour le port de Gdynia, ce qui pourrait améliorer la circulation sur les routes d'accès au port et depuis celui-ci, garantissant ainsi la livraison et le transport des marchandises en temps voulu.

Les avantages suivants sont attendus de la mise en œuvre du système de gestion on:

- élimination/réduction des files de camions et de la congestion on routière devant les entrées du terminal et sur les routes d'accès au port de Gdynia;
- réduction des temps de déchargement/chargement des navires;
- une efficacité accrue des opérations du terminal;
- utilisation optimale des places de stationnement dans le port de Gdynia;
- l'amélioration de la sécurité routière sur les routes de Gdynia et de la Tri-City;
- amélioration de la qualité de vie et des conditions de transport de la communauté de Gdynia et de l'agglomération de Tri-City;
- la réduction de l'impact négatif sur l'environnement, notamment la réduction des émissions de gaz d'échappement, de gaz à effet de serre et de bruit;
- Réduction des coûts externes de transport et de logiITS que des transporteurs et des opérateurs logiITS ques livrant/collectant des marchandises dans les terminaux du port de Gdynia;
- une compétitivité accrue du port de Gdynia sur la mer Baltique, ainsi qu'une amélioration en termes d'image.



Figure 13 - Localisation du port de Gdynia



Figure 14 - Infrastructure routière dans le port de Gdynia

2.3 Corridor Arc Atlantique

Le projet Arc Atlantique a relié les principaux nœuds économiques de Belfast, Dublin, Glasgow, Cardiff, Londres, Calais, Rotterdam, Amsterdam, Anvers, Bruxelles, Charleroi, Liège, Lille, Paris, Lyon, Bordeaux, Toulouse, San Sebastian, Bilbao, Valladolid, Santander, La Corogne, Porto et Lisbonne.

Le corridor est caractérisé par des traversées maritimes et des points d'accès individuels à travers des zones montagneuses.

Le projet comprenait trois phases, avec un budget d'environ 22 millions d'euros pour la première phase, d'environ 128 millions d'euros pour la deuxième et d'environ 65 millions d'euros pour la troisième.

Les actions du projet se sont concentrées sur le déploiement des services ITS de base, en particulier les services de gestion du trafic et d'information, au profit des gestionnaires d'infrastructures et des utilisateurs, y compris les poids lourds (HGV).

Arc Atlantique a amélioré l'efficacité du corridor en réduisant les encombrements récurrents et anormaux,

généralement aux heures de pointe.

Le système a mis en œuvre les technologies ITS suivantes:

- des boucles de comptage et des stations de pesage pour améliorer la connaissance des niveaux de trafic et l'analyse des données relatives aux poids lourds (mis en œuvre sur les autoroutes belges Wallon A4 et A3);
- la sonde de données sur les véhicules - PVD pour améliorer la connaissance des situations de trafic et mesurer l'impact des mesures de gestion du trafic sur la congestion (mise en œuvre dans la région basque à la frontière avec la France et l'Espagne pour permettre au trafic international de passer par le goulet d'étranglement des Pyrénées occidentales);
- des systèmes de gestion à distance, notamment des compteurs de véhicules, des détecteurs de vitesse, des PMV et des stations météorologiques, afin d'améliorer la qualité et la sécurité (mis en œuvre sur le pont de Rande, en Espagne);
- Application SOS Autoroutes permettant de passer des appels d'urgence sur les autoroutes (mise en œuvre en France);
- distribution de signaux d'information dynamiques, de PMV, de radars de détection des embouteillages et de caméras vidéo (mis en œuvre sur l'autoroute française A13);
- des capteurs pour mesurer les rampes et les limites de vitesse dynamiques (mis en œuvre en Ile de France, France);
- installation de l'AMI (Advance Motorway Indication) pour les panneaux de contrôle des voies et les limites de vitesse (mise en œuvre sur l'autoroute irlandaise M50);
- mise en œuvre d'un système de feux de circulation plus intelligent (TSS) et d'un système de mesure des rampes (RMS) (mis en œuvre à Amsterdam, aux Pays-Bas);
- installation d'équipements télématiques pour la surveillance et le contrôle du trafic, la surveillance des infrastructures, la détection des accidents, le TIS et les unités de contrôle d'urgence (mis en œuvre dans le tunnel d'Agua Santa, au Portugal),
- l'installation de diverses infrastructures et technologies pour la limitation de la vitesse, notamment la vidéosurveillance infrarouge, les panneaux montés sur les voies et les signaux aériens (mis en œuvre sur l'autoroute M25, au Royaume-Uni);
- installation de divers équipements et systèmes sur le pont (détection des véhicules pour l'AID, surveillance météorologique, portiques de pont, TVCC, surveillance des temps de trajet, détection des mouvements du pont-bascule, systèmes de surveillance de l'état de la structure, systèmes de limitation automatique de la vitesse variable, systèmes d'avertissement de la vitesse obligatoire, système de contrôle intelligent de l'éclairage, téléphones d'urgence en bord de route, communication IP - mis en œuvre en Écosse, au Royaume-Uni);
- amélioration de la technologie de l'information (site web et application Traffic Wales), incorporation d'informations sur les travaux routiers, développement et distribution du DATEX II bilingue,
- mise en œuvre du TMS pour gérer les incidents et l'entretien planifié, mise à jour des panneaux PMV (mis en œuvre dans le tunnel de l'A55 au Pays de Galles, Royaume-Uni).



Figure 15 - Corridor Arc Atlantique

2.4 Corridor NEXT-ITS

Le projet NEXT-ITS 3 (2018-2021) s'inscrit dans la continuité des projets NEXT-ITS 1 et 2 et de la coopération VIKING à long terme sur le déploiement de ITS harmonisés dans les pays nordiques et le nord de l'Allemagne. La première phase de NEXT-ITS était dotée d'un budget d'environ 30,4 millions d'euros, tandis que les deux phases suivantes étaient dotées de budgets respectifs d'environ 30 millions d'euros et 47,2 millions d'euros.

La coopération VIKING a permis aux pays d'Europe du Nord de réaliser efficacement de grands projets ITS et d'assurer l'échange de connaissances. Depuis le milieu des années 1990, la communauté VIKING a encouragé la coopération pour résoudre les problèmes de transport communs et les questions auxquelles sont confrontés les pays partenaires.

Le corridor relie l'Europe du Nord aux réseaux de transport de l'Europe occidentale et méridionale. Elle assure les principales liaisons routières entre l'Europe occidentale/centrale et la Norvège et la région de Saint-Petersbourg en Russie. Il relie les principaux centres urbains et ports de Scandinavie et d'Allemagne du Nord aux régions fortement industrialisées du sud de l'Allemagne, de l'Autriche et du nord de l'Italie, etc.

Les activités de NEXT-ITS 3 concernent principalement la partie nord du corridor scandinave-méditerranéen, mais elles touchent également le réseau routier adjacent au corridor et, en particulier, là où des améliorations générales et des mises à niveau des centres de trafic, parties plus importantes du réseau routier principal, sont réalisées.

L'objectif des projets NEXT-ITS était d'améliorer la sécurité et la performance des corridors et du réseau grâce au déploiement à grande échelle de services ITS qui assurent l'interopérabilité et la continuité des services, soutiennent l'harmonisation et augmentent la rentabilité de la gestion du trafic.

Les services ITS mis en œuvre dans NEXT-ITS sont les suivants:

- des services d'information qui permettent aux usagers de la route de prendre des décisions correctes;
- des services de gestion du trafic pour gérer les flux de circulation, améliorer la sécurité et réduire les émissions;
- la gestion des incidents pour rétablir le flux normal du trafic aussi rapidement que possible;
- la gestion du trafic du point de vue du réseau;
- la collecte de données à travers diverses sources d'information, ainsi que l'exploration et la fusion de données;
- la distribution et le partage des données sur le trafic pour favoriser une diffusion plus large.

Les centres de gestion du trafic ont joué un rôle clé dans la prestation de services.

Les principaux résultats obtenus par le projet sont les suivants:

- améliorer les services de gestion du trafic et d'information:
 - des systèmes intégrés de gestion du trafic pour accroître la couverture du réseau TEN-T central et complet (Helsinki, Turku, Tampere, Oulu; Finlande);
 - amélioration de la gestion des accidents et des urgences sur les autoroutes, Danemark;
 - développement et mise en œuvre de services d'information et de gestion du trafic, Allemagne;
- améliorer le fonctionnement du centre de gestion du trafic:
 - l'infrastructure et les systèmes de gestion du trafic mis en œuvre sur l'autoroute E8 au sud d'Oulu, en Finlande;
 - le développement et la mise en œuvre du centre national de gestion du trafic au Danemark;
 - développement du centre de gestion du trafic du Schleswig-Holstein (Neumünster), de la Saxe (Dresde) et de Rostock, en Allemagne;
- améliorer les performances du système de contrôle des autoroutes (MCS);
 - Mise à jour de l'installation MCS à Stockholm et Göteborg, Suède;
 - Installation de MCS à Brandenburg, en Allemagne.

Les impacts du projet ont donc été mesurés en fonction de l'amélioration de la sécurité routière (nombre d'accidents, de morts et de blessés), de la congestion et des émissions de CO₂.



Figure 16 - Couloir NEXT-ITS

2.5 Couloir MedTIS

MedTIS (2014-2021) était un projet de développement ayant pour objectif de mettre en œuvre des solutions de sécurité routière, des services de gestion on du trafic et des services d'information aux voyageurs sur le corridor TEN-T méditerranéen. Ce corridor dessert plusieurs ports importants tels que Venise, Gênes, Marseille, Barcelone et Valence, qui sont situés à proximité de zones urbaines à fort trafic.

Le projet se composait de deux phases dotées d'un budget de 52,5 et 70,5 millions d'euros respectivement.

MedTIS a tenu compte des priorités du TEN-T et des objectifs politiques de la CE pour fournir aux voyageurs européens des services de haut niveau en matière de temps de parcours et d'information aux voyageurs, y compris la sensibilisation des usagers de la route.

Le long d'un corridor de 8 000 km, avec différents types de trafic (récurrent quotidien, pics migratoires saisonniers, itinéraires longue distance pour les véhicules lourds), l'action MedTIS a impliqué 4 États membres de l'UE: la France, l'Italie, l'Espagne et le Portugal. La mise en œuvre sur place des services et des systèmes était la responsabilité de 27 opérateurs routiers des 4 pays.

MedTIS a soutenu les objectifs suivants:

- Améliorer l'interopérabilité, la continuité et la mobilité sans rupture dans l'UE, en mettant l'accent sur les sections transfrontalières (sur lesquelles les activités de mise en œuvre permettront l'application de plans de gestion on du trafic transfrontalier) et les interfaces urbaines-interurbaines;
- améliorer la sécurité routière sur les tronçons stratégiques (par exemple, les tunnels), y compris les interfaces transfrontalières;
- améliorer l'harmonisation des services en Europe du point de vue de l'utilisateur final;
- améliorer l'excellence opérationnelle et la rentabilité du point de vue de l'exploitant routier/gestion onnaire du trafic;
- mieux intégrer la croissance du trafic afin de maintenir un niveau élevé d'efficacité du réseau, notamment en ce qui concerne les goulets d'étranglement et les sections transfrontalières;
- Maintenir un haut niveau de sécurité sur le réseau par rapport à l'augmentation du trafic (notamment des poids lourds).

Les technologies employées par le projet étaient les suivantes: _____

- équipement de détection automatique d'événements;
- les systèmes d'information embarqués;
- les systèmes de contrôle de la vitesse;
- systèmes d'information sur le stationnement des camions.

Les principaux résultats du projet sont les suivants:

- la réduction des accidents (estimation d'environ 50 accidents évités lors de la mise en œuvre);
- réduction des encombrements et gain de temps (130 000 heures économisées);
- Réduction du CO2 (1.500 t CO2).



Figure 17 - Couloir MedTIS

2.6 Corridor est-ouest (étude de faisabilité)

L'étude de faisabilité a été réalisée dans le cadre de la plateforme ITS EU EIP afin d'explorer le potentiel d'un corridor composé du corridor du réseau central nord-méditerranéen et du corridor mer du Nord - Baltique.

En particulier, les activités suivantes ont été réalisées:

- la création d'une communauté de coopération entre les autorités routières des États membres concernés;
- étude de faisabilité basée sur les mises en œuvre des ITS prévues jusqu'en 2020;
- l'élaboration d'une feuille de route pour la mise en œuvre des ITS le long du corridor à court et à long terme.

En outre, une mise en œuvre pilote d'un planificateur gratuit d'itinéraires de conteneurs intermodaux a été lancée, qui a couvert plus de 90 % de tous les terminaux et transporteurs le long du corridor.

Le corridor est-ouest facilitera la gestion on et l'information transfrontalières pour permettre une planification plus efficace sur les longues distances et un éventuel réacheminement.

Étant donné l'importance du transport de marchandises à longue distance sur le corridor est-ouest, ce dernier devra certainement se concentrer sur le transport de marchandises et devra tenir compte de la situation maritime particulière des transports qui entrent ou sortent par la mer Baltique, la mer du Nord et la mer d'Irlande. Par conséquent, le corridor est-ouest présente les avantages potentiels de relier le trafic routier à d'autres modes de transport, en particulier le transport maritime.

L'étude de faisabilité a indiqué que le déploiement coordonné des ITS sur le corridor Est-Ouest permettra d'harmoniser des services tels que les plans de gestion on du trafic (y compris les ferries) et le stationnement



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

des camions.



Figure 18 - Corridor Est-Ouest

Le planificateur d'itinéraire intermodal du corridor Est-Ouest, conçu pour le transport de conteneurs, est un bon exemple d'outil susceptible de promouvoir l'utilisation du transport intermodal, qui est considéré comme l'une des questions prioritaires de la CE.

Le transport intermodal est une excellente occasion de réduire les coûts et l'impact environnemental pour les entreprises de logistiques que, à condition qu'elles connaissent les liaisons intermodales disponibles. Le planificateur d'itinéraire montre les options en termes de liaisons intermodales au sein d'un port ou d'une région. L'image suivante montre une capture d'écran du planificateur d'itinéraire développé pour le port de Zeebrugge en Belgique.



Figure 19 - Planificateurs d'itinéraires intermodaux

En ce qui concerne la feuille de route pour la mise en œuvre du corridor, la plupart des mises en œuvre à court terme peuvent être effectuées au niveau des États membres, tandis que pour les mises en œuvre à long terme, des efforts supplémentaires sont nécessaires en matière de coordination, par exemple l'échange

d'informations entre les opérateurs routiers, l'harmonisation entre les pays et la coopération avec d'autres États (Tableau 2).

Tableau 2 - Le système ITS dans le corridor Est-Ouest

Services ITS	Court terme (2020)	Long terme (à partir de 2020)
Avis sur les travaux routiers et les dangers	Points critiques - Comblent les lacunes - Mise en œuvre précoce du C-ITS.	Niveau de service harmonisé Données disponibles via NAP Services C-ITS
TMPs	TMP aux points critiques du réseau PGT transfrontalier	TMP longue distance TMP multimodal
Plates-formes de fret intermodal	Stationnement temporisé à distance Informations sur les espaces disponibles Horaires aux terminaux Informations disponibles via le PAN Information intermodale (ferry/rail)	TMP multimodal
Améliorer la sécurité et les flux	Mise en œuvre de HSR, DLM, SLI+VSL, etc. (résoudre les goulets d'étranglement, combler les lacunes) - Données disponibles via NAP	Données disponibles par le biais du PAN avec des services améliorés Des niveaux plus élevés de service et de qualité des données. Services C-ITS
Parking pour camions	Parking statique pour les camions de données disponibles via NAP, y compris les sections non TERN (par ex. hub et urbain)	Des données dynamiques sur le stationnement des camions sont disponibles via la NAP Stationnement intelligent des camions
C-ITS	1/ 1.5 premières mises en œuvre	Introduction complète du C-ITS

2.7 Le projet GREEN C-PORTS

Le projet Green and Connected Ports (2019 -2023), cofinancé par le programme CEF, est mis en œuvre dans les ports de Valence, Venise, Le Pirée, Wilhelmshaven et Bremerhaven et testera l'utilisation de capteurs, de plateformes de big data, d'outils de business intelligence et de modèles d'intelligence artificielle, contribuant ainsi au futur déploiement de ces technologies sur le marché.

Le projet dispose d'un budget total d'environ 7,1 millions d'euros et poursuit les objectifs suivants:

- la mise à niveau des réseaux de capteurs existants avec de nouveaux capteurs dans des ports pilotes;
- mettre en œuvre une plateforme informatique de performance environnementale des ports (PEP) qui recevra des données en temps réel des réseaux de capteurs existants et des systèmes portuaires (par exemple, PCS, PMIS et TOS). Les données recueillies concerneront la qualité de l'air, la météo, le bruit, la congestion on aux portes, etc;
- réduire l'impact des opérations portuaires sur les villes;
- surveiller les émissions des ports et des navires;
- accroître l'efficacité des opérations portuaires et optimiser la manutention des marchandises;
- faciliter l'entrée et la sortie des marchandises des principaux ports.

Les technologies appliquées consistent en des capteurs et des caméras de mesure (pour les émissions).

Les méthodes et analyses du projet basées sur les techniques de big data et la modélisation avancée permettront des analyses prédictives de la performance environnementale des ports.

Grâce à l'analyse des données, il sera possible de construire des modèles et des algorithmes avancés pour prédire en temps réel l'impact des conditions environnementales sur les opérations portuaires (chargement/déchargement des navires, congestion on portuaire, gestion on du trafic, etc.)



Figure 20 - Schéma de conception des C-PORTS VERTS

Six actions pilotes, brièvement décrites ci-dessous, seront analysées dans le cadre du projet.

1. Réduire la congestion on du trafic portuaire (Port de Valence)

Dans le port de Valence, l'action vise à réduire de 10 % la congestion on du trafic portuaire et les émissions de CO2 des camions entrant et sortant du port.

Le principal problème au sein du port est que, bien que le nombre de conteneurs chargés et déchargés par un navire soit connu, la date réelle de départ de ces conteneurs des installations dépend des opérations douanières, ainsi que de leur destiné nation finale, des jours de stockage gratuits du terminal, du type de cargaison (par exemple, les marchandises dangereuses), entre autres.

Il n'existe actuellement aucun outil d'intelligence artificielle permettant de prédire le nombre de camions qui arriveront au port ou en partiront un jour donné. Ce manque d'informations précieuses empêche de prendre des mesures adéquates pour atténuer la congestion on et les niveaux de pollution et d'accidents qui en résultent.

Dans ce pilote, les actions mises en œuvre sont l'intégration de différentes plateformes, de réseaux de capteurs et de sources d'information pour prédire la date et l'heure d'entrée et de sortie des camions à l'aide d'outils d'analyse prédictive et de business intelligence. En sachant combien de camions par heure quitteront et entreront dans le port à une certaine date et heure dans le futur, les gestion onnaires du port seront en mesure d'anticiper les éventuels problèmes de congestion on dans le port, par exemple en autorisant davantage de voies de sortie/entrée, en allouant davantage de ressources, en répartissant les demandes de transport sur une période donnée, en effectuant des opérations telles que des transferts massifs à une certaine heure de la journée, etc.



Figure 21 - Vue d'ensemble du port de Valence

2. Améliorer l'accessibilité maritime des ports (Port de Venise)

L'activité pilote vise à optimiser les escales des navires dans le port de Venise avant et après la fermeture du port en raison de conditions météorologiques défavorables telles que la marée, le vent et le brouillard. En effet, la position géographique du port de Venise et de Chioggia, au sein d'une lagune aux eaux peu profondes et à la visibilité médiocre due principalement au brouillard, entraîne la fermeture du port en moyenne dix jours par an.

Dans le cadre du pilote, la plateforme PEP intégrera différentes plateformes, réseaux de capteurs et sources d'information pour prévoir la fermeture du port de Venise en raison de la marée, du vent, du brouillard, et par conséquent pour optimiser la date et l'heure d'entrée et de sortie des navires à l'aide d'outils d'analyse prédictive et de big data. Tout cela permettra d'accroître l'efficacité des opérations portuaires.



Figure 22 - Aperçu du port de Venise

3. Amélioration de la qualité de l'air dans les ports et les zones portuaires voisines (port de Valence et du Pirée)

L'objectif de cette activité pilote est de prévoir la qualité de l'air dans les ports et les zones arrière-portuaires (par exemple, les centres-villes et les plateformes logistiques) et d'informer les administrations locales lorsque certains niveaux d'émission de tolérance dépassent la limite.

Cette action intégrera des informations provenant de caméras très innovantes pour mesurer les différents gaz émis par les navires opérant dans le port de Valence (premier pilote en Europe avec ce type de technologie), de capteurs de mesure de la qualité de l'air (nouveaux et existants) à Valence et au Pirée, de capteurs de vent à Valence et au Pirée, et d'autres bases de données d'informations sur les navires.

La mise en œuvre du pilote permettra

- mieux comprendre la quantité d'émissions générées par un navire particulier (sur la base de sa composition gazeuse et du nombre total d'heures d'exploitation);
- la prévision des niveaux de qualité de l'air dans un avenir proche sur la base de trois ensembles de données (informations sur les émissions des navires faisant escale dans le port, prévisions des fenêtres d'arrivée et d'exploitation des navires dans le port au cours des jours et semaines suivants, prévisions météorologiques.



Figure 23 - Aperçu du port du Pirée

4. Réduction du bruit dans les ports et les zones portuaires voisines (Port de Valence et du Pirée)

Le pilote a le même objectif que le précédent mais concerne la pollution sonore. Les infrastructures portuaires, notamment dans les régions méditerranéennes, font souvent partie intégrante des villes côtières, sont profondément ancrées dans le tissu urbain et ont donc un fort impact sur la population locale, les travailleurs portuaires, les touristes, ainsi que sur les écosystèmes terrestres et marins.

Le projet pilote comprendra des capteurs de bruit qui pourront mesurer la quantité de bruit générée par les navires faisant escale à certains postes d'amarrage du port et par le chargement et le déchargement de certains navires. En outre, il comprendra des modèles prédictifs efficaces capables d'indiquer les scénarios les plus défavorables et les plus favorables qui pourraient se produire en fonction des escales prévues, des conditions météorologiques attendues, des postes d'amarrage où les navires seront accostés, des équipements de manutention (grues et autres équipements) prévus pour chaque opération, et du nombre de camions/trains prévus pour transporter les conteneurs déchargés.

5. Prévision de la productivité des grues navire-terre (Port de Wilhelmshaven et Bremerhaven)

Le projet pilote vise à prédire comment la productivité des grues navire-terre sera affectée par la secousse des vagues, les courants et les vents, dans le but d'envoyer des alertes sur les réductions de productivité attendues aux parties intéressées jusqu'à 48 heures avant que l'événement ne se produise.

Les systèmes d'exploitation actuels se concentrent uniquement sur les informations météorologiques, sans lien avec les systèmes d'exploitation portuaires.

Dans le cadre du projet pilote, la plateforme PEP sera utilisée pour relier les ensembles de données provenant des systèmes météorologiques existants, du système d'exploitation du terminal utilisé dans les terminaux à conteneurs, du système communautaire portuaire et des systèmes d'information de gestion on portuaire déjà en service dans les deux ports.

Grâce aux informations sur la productivité, les compagnies maritimes seront en mesure d'ajuster la fenêtre d'accostage dans les ports, réduisant ainsi la durée du séjour d'un navire au port et donc la quantité d'émissions polluantes produites.



Figure 24 - Port de Bremerhaven



Figure 25 - Port de Wilhelmshaven

6. Mesure des émissions en temps réel le long d'une chaîne de transport multimodale

Le projet pilote vise à informer les chargeurs des émissions générées par les expéditions dans la chaîne de transport porte-à-porte entre la péninsule ibérique et les îles Baléares.

En mesurant l'empreinte carbone d'un produit donné, les expéditeurs pourront comparer différentes chaînes de transport multimodal, et ainsi choisir celles qui sont plus efficaces et ont un impact moindre sur l'environnement.

Les technologies installées consistent en des capteurs et des caméras permettant de déterminer les émissions de carbone des produits transportés.

2.8 Projet Socrates 2.0

Le projet "System of Coordinated Roadside and Automotive Services for Traffic Efficiency and Safety" (2017-2021), doté d'un budget d'environ 11 millions d'euros, a encouragé l'intégration des services de gestion du trafic par les autorités routières avec des services d'information et de navigation pour les automobilistes. Les partenaires, notamment, partagent des données et introduisent la gestion du trafic dans les services d'information et de navigation et utilisent le système de navigation pour améliorer les performances du réseau. C'est ce qu'on appelle la gestion interactive du trafic ou la gestion du trafic 2.0. La figure 25 montre le schéma de coopération mis en œuvre.

La raison de ce projet est que les conducteurs sont souvent confrontés à des incohérences entre les différentes sources d'information. En effet, les recommandations des panneaux routiers ne coïncident pas toujours ou peuvent même entrer en conflit avec celles des outils de navigation personnels. En outre, lorsque l'itinéraire initial vers une destination est modifié en raison d'embouteillages, les itinéraires alternatifs proposés ne sont pas toujours adaptés.

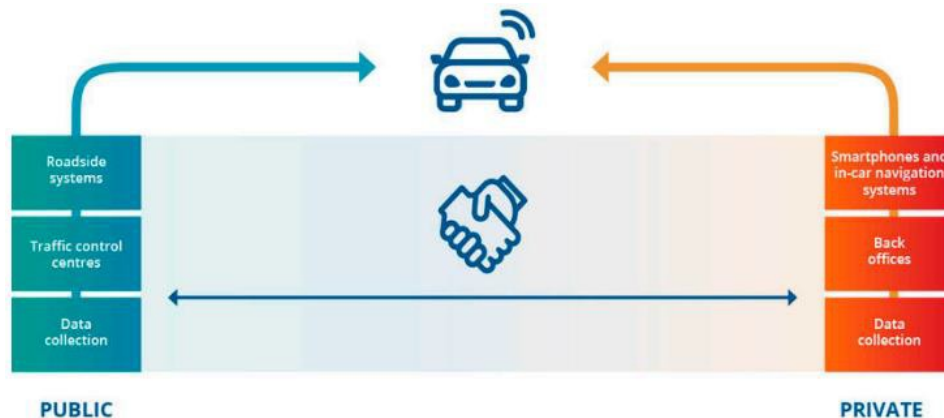


Figure 26 - Cadre de coopération Socrates 2.0

Quatre projets pilotes C-ITS ont été mis en œuvre en Belgique (Anvers), au Danemark (Copenhague), en Allemagne (Munich) et aux Pays-Bas (Amsterdam):

- le routage intelligent;
- la vitesse réelle et les avertissements de voie;
- informations locales et avertissements de danger;
- l'amélioration des mesures de gestion du trafic routier.

Les technologies ITS mises en œuvre sont les suivantes:

- DATEX II;
- système de gestion et de contrôle des transports (TMCS);
- système de réduction de la vitesse du véhicule.

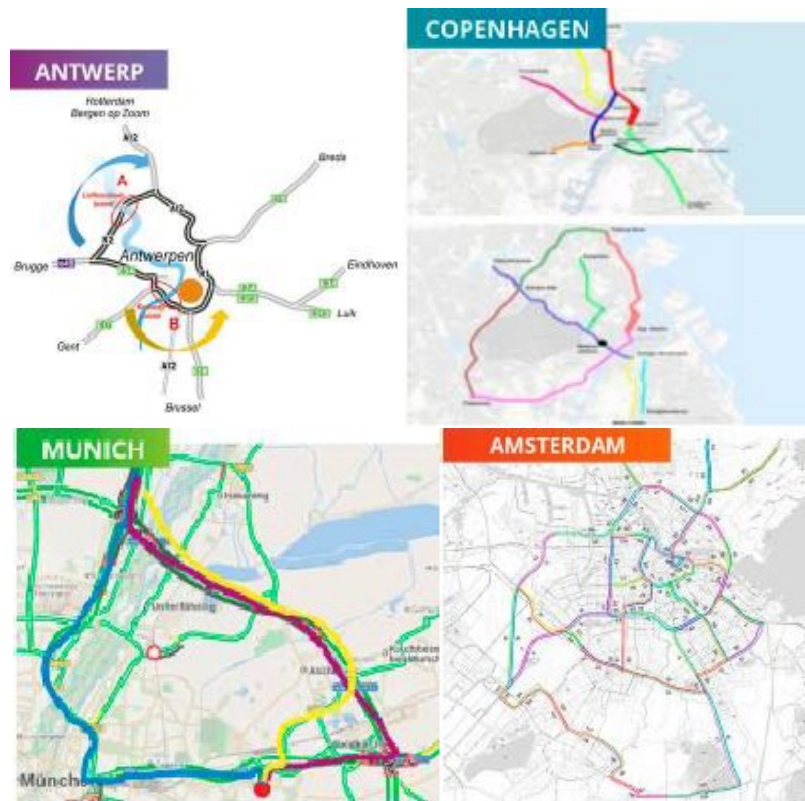


Figure 27 - Mise en œuvre de la gestion on interactive du trafic dans le projet Socrates 2.0

L'activité pilote mise en œuvre dans la ville d'Anvers, où se trouve le plus grand port de Belgique, est particulièrement intéressante. Le port est situé le long de Schelda, le fleuve qui divise la ville.

Sur la principale route circulaire autour d'Anvers, les voitures peuvent emprunter deux tunnels (A et B) pour traverser l'Escaut. Dans des conditions normales de trafic, l'utilisation des deux tunnels est déséquilibrée. Alors que le Kennedytunnel a un volume de trafic quotidien moyen de 160 000 véhicules, le Liefkenshoektunnel n'en reçoit qu'environ 40 000 par jour.

Depuis 2002, le centre de gestion on du trafic d'Anvers, qui surveille et contrôle également le réseau routier national autour de la ville, est en mesure de suspendre le péage du tunnel de Liefkenshoek en cas d'accidents affectant gravement le trafic routier.

Le projet pilote a réalisé le "Smart Tunnel Service" grâce à une coopération entre les partenaires Be-Mobile et BMW.

Le service Smart Tunnel fournit des conseils d'itinéraire aux voyageurs qui traversent Schelda. Si un meilleur équilibre des flux de trafic entre les deux tunnels est nécessaire (c'est-à-dire une utilisation accrue du Liefkenshoektunnel), le centre de gestion on du trafic peut proposer une mesure de réduction du péage. Dans ce cas, le service de navigation automobile calcule un itinéraire alternatif passant par le tunnel de Liefkenshoek et, en fonction de la durée prévue du trajet, présente cette option à l'utilisateur. Lorsque l'utilisateur accepte l'itinéraire alternatif, il reçoit un bon qu'il doit scanner à l'arrivée au tunnel pour éviter de payer le péage.

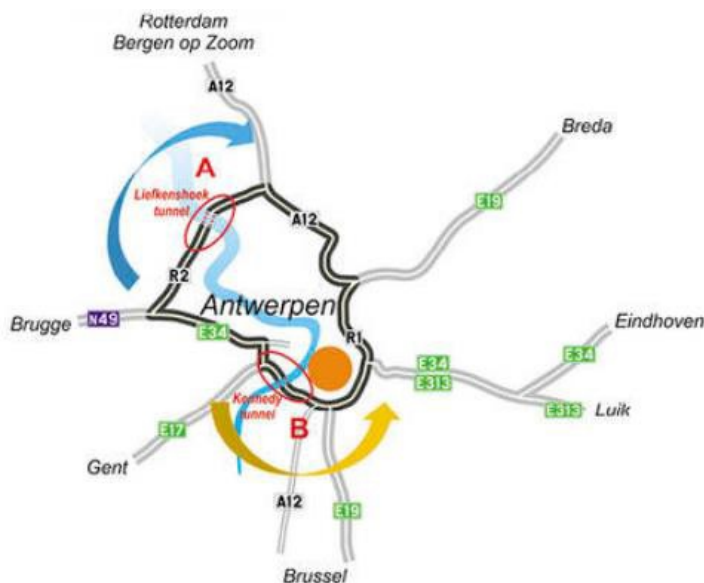


Figure 28 - Prohetto Socrates 2.0 à Anvers (Belgique)

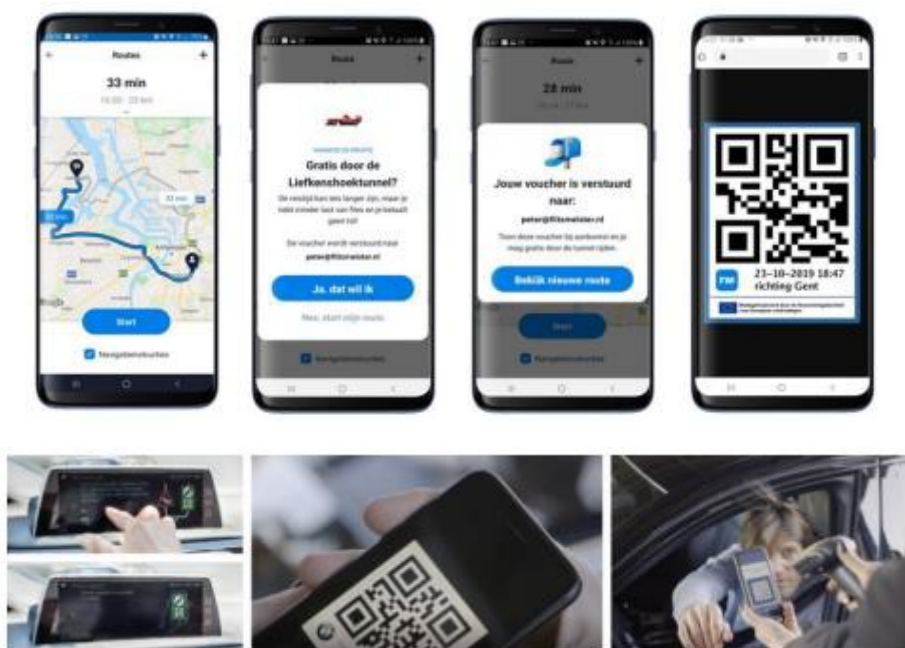


Figure 29 - Service Smart Tunnel

Les avantages de la mise en œuvre de toutes les actions pilotes dans le cadre du projet Socrates 2.0 sont les suivants

- une répartition plus efficace du trafic sur les réseaux routiers, grâce à la volonté des usagers de modifier leur comportement;
- une meilleure information sur le trafic et les risques routiers pour les usagers;
- l'optimisation des opérations pour les centres publics de gestion on du trafic;
- l'expansion des possibilités de service pour les prestataires de services privés.

2.9 Projet Concorda

Le projet Concorda (Connected Corridor for Automated Driving) a été mis en œuvre entre 2017 et 2021 dans cinq pays de l'UE (Belgique, France, Allemagne, Pays-Bas et Espagne), dans le but de préparer les autoroutes européennes à la conduite automatisée et au platooning des camions. Le projet disposait d'un budget d'environ 20 millions d'euros.

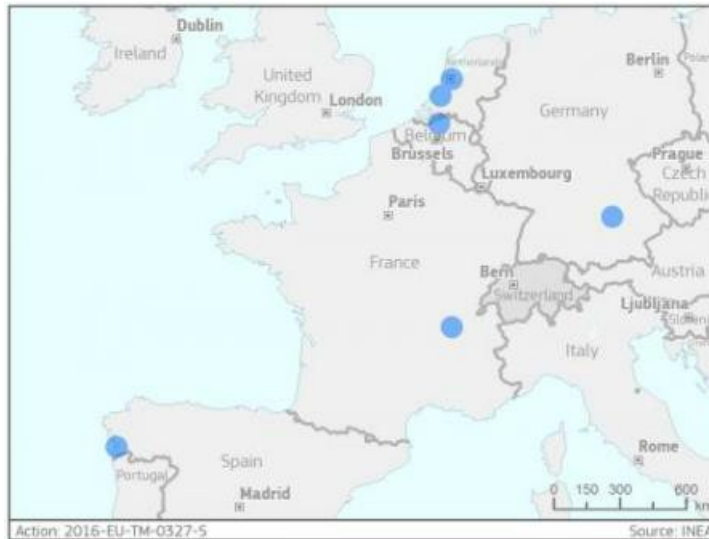


Figure 30 - Pays de mise en œuvre du projet Concord

Les objectifs du projet étaient les suivants:

- Évaluer les performances des systèmes de communication hybrides en termes de fiabilité et de disponibilité;
- améliorer les services de localisation;
- contribuer à une nouvelle norme pour évaluer les normes existantes telles que l'ETSI (InITS tut européen des normes de télécommunications) et C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems);
- contribuer à l'interopérabilité et à la continuité des services.

Le projet a fait appel à des systèmes de gestion on et de contrôle des transports (TMCS) et à des essais sur le terrain pour les véhicules autonomes et connectés et le platooning des camions.

En ce qui concerne le platooning des camions, le projet a combiné la connectivité 802.11p et LTE-V2X dans le but de ne pas affecter les services existants en termes d'interférence et d'interopérabilité.

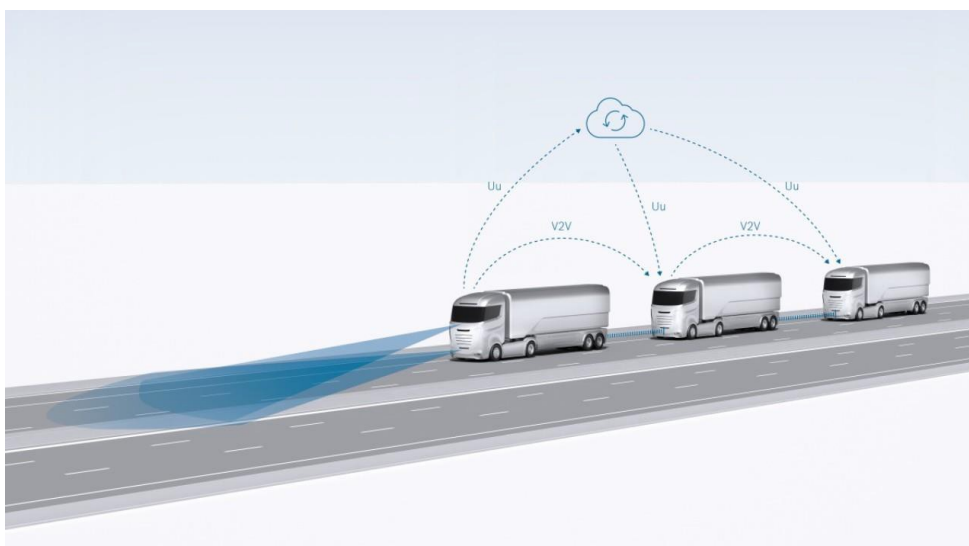


Figure 31 - Mise en peloton de camions

Les activités pilotes aux Pays-Bas ont eu lieu à Amsterdam, Rotterdam, La Haye et Noord-Brabant, et se sont concentrées sur la fluidité du trafic, la sécurité routière et la réduction des émissions.

L'activité des tulipes néerlandaises (Figure 32), en particulier, vise à relier les principaux ports néerlandais à d'autres ports "intelligents et verts", en coopération avec la Belgique et l'Allemagne, en intégrant des projets complémentaires au projet Concorda. Les corridors permettront donc de réaliser:

- Transport en peloton de camions à haute densité du port de Rotterdam vers la Belgique (Anvers) et l'Allemagne (région de la Ruhr);
- la conduite connectée et automatisée, avec communication entre les véhicules et avec l'infrastructure (2);
- transition de la gestion on du trafic vers des formes technologiquement avancées (3).

Le site Figure 33 montre le site d'essai dans la zone métropolitaine de Rotterdam.



Figure 32 - L'activité de la " Dutch Tulip " reliant les Pays-Bas, la Belgique et l'Allemagne (Source : Concorda : Présentation de la plateforme des autorités publiques, 2018).

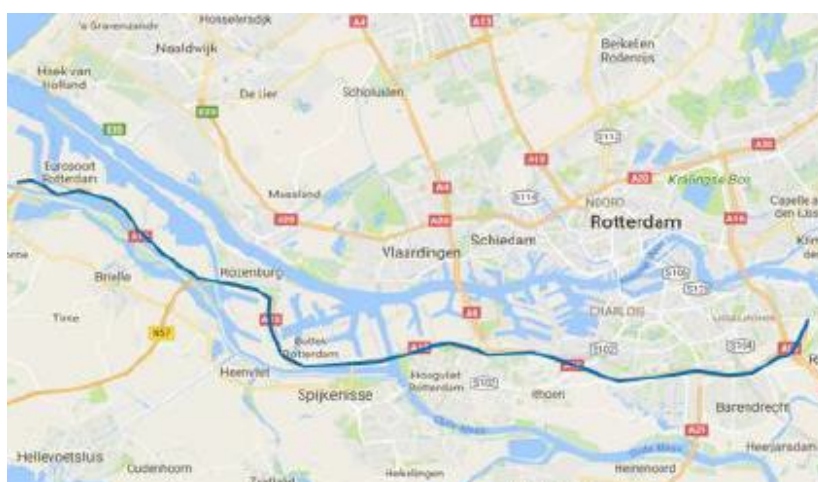


Figure 33 - Site d'essai de Rotterdam

2.10 Système national de gestion on du trafic routier sur le réseau TEN-T (phase 1) - Pologne

L'objectif du projet était la mise en œuvre d'un système unique de gestion on du trafic intégré (TM), permettant l'utilisation de services de systèmes de transport intelligents (ITS) sur environ 3 100 km de routes, situées le long de deux corridors de réseau principaux (Baltique-Adriatique et Mer du Nord-Baltique) en Pologne.

Les systèmes ITS mis en œuvre fournissent des informations sur:

- les conditions de circulation et les temps de trajet;
- accidents;
- les conditions météorologiques;
- détours;
- un stationnement intelligent et sûr.



Figure 34 - Système de gestion on du trafic sur le réseau TEN-T Pologne

2.11 Projets ITS en Estonie

Gestion on dynamique du trafic et du stationnement des camions (2019-2023)

Le projet, doté d'un budget d'environ 5 millions d'euros, porte principalement sur le système de gestion on dynamique du trafic et les aires de stationnement intelligentes (sûres et sécurisées) pour les camions dans la rocade E265 de Tallinn (qui fait partie du corridor TEN -T mer du Nord-Baltique). L'infrastructure routière est la route principale vers les ports de Muuga et Paldiski.

Les solutions de trafic dynamique et de stationnement des camions seront intégrées au centre de gestion on du trafic existant (système de gestion on et de contrôle du transport) de l'administration routière estonienne.

Le projet appliquera les principales solutions ITS suivantes:

- systèmes de surveillance du trafic (capteurs radar, capteurs à induction, capteurs LIDAR, solutions vidéo, vision artificielle, multicapteurs);
- PMV (panneaux d'information, panneaux de limitation de vitesse variable et d'avertissement);
- Équipement de communication V2I/ I2V (véhicule à infrastructure/infrastructure à véhicule);
- système de barrière automatisée pour la redirection (ABGS);
- une aire de stationnement intelligente pour les camions;
- DATEX II.

Les principales incidences attendues du projet sont liées à l'amélioration des conditions de sécurité routière (grâce à une meilleure information des usagers sur les dangers éventuels) et de la fluidité du trafic (grâce à une information opportune sur le trafic et à la possibilité d'emprunter des itinéraires alternatifs), ainsi qu'à la

réduction des incidences sur l'environnement (grâce à une diminution des encombrements et donc à des modes de conduite moins polluants).

Port intelligent

Le projet Smart Port a été initié entre 2017 et 2018 dans les terminaux A et D du port de la vieille ville de Tallinn, pour les passagers voyageant dans les véhicules des navires Eckerö Line, Viking Line, Moby SPL, Tallink. Le projet a été développé en coopération avec le Port de Norvège avec le partenaire consultant du Port de KriITS ansand en Norvège.

La nécessité de lancer des solutions portuaires intelligentes est due au problème créé par l'augmentation constante du nombre de passagers face à une taille de port inchangée, ce qui crée des difficultés en termes de qualité de service et de capacité des infrastructures.

Le projet se concentre sur la gestion on des flux de trafic de marchandises et de passagers dans les phases de pré-enregistrement et d'enregistrement et a mis en œuvre les services ITS suivants:

- Reconnaissance automatique des plaques minéralogiques (Figure 36);
- Système de mesure automatique de la taille des véhicules (Figure 35);
- système de pesée en mouvement (WIM);
- Signalisation numérique dynamique à LED (Figure 37).

Les principaux avantages du système sont les suivants:

- des temps d'attente plus courts pour les passagers;
- réduction de la charge de travail des exploitants de ferries;
- une réduction de l'impact environnemental grâce à la diminution des temps d'attente des véhicules.



Figure 35 - Capteurs d'identification du véhicule (hauteur, largeur et longueur du véhicule)



Figure 36 - Système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques des véhicules

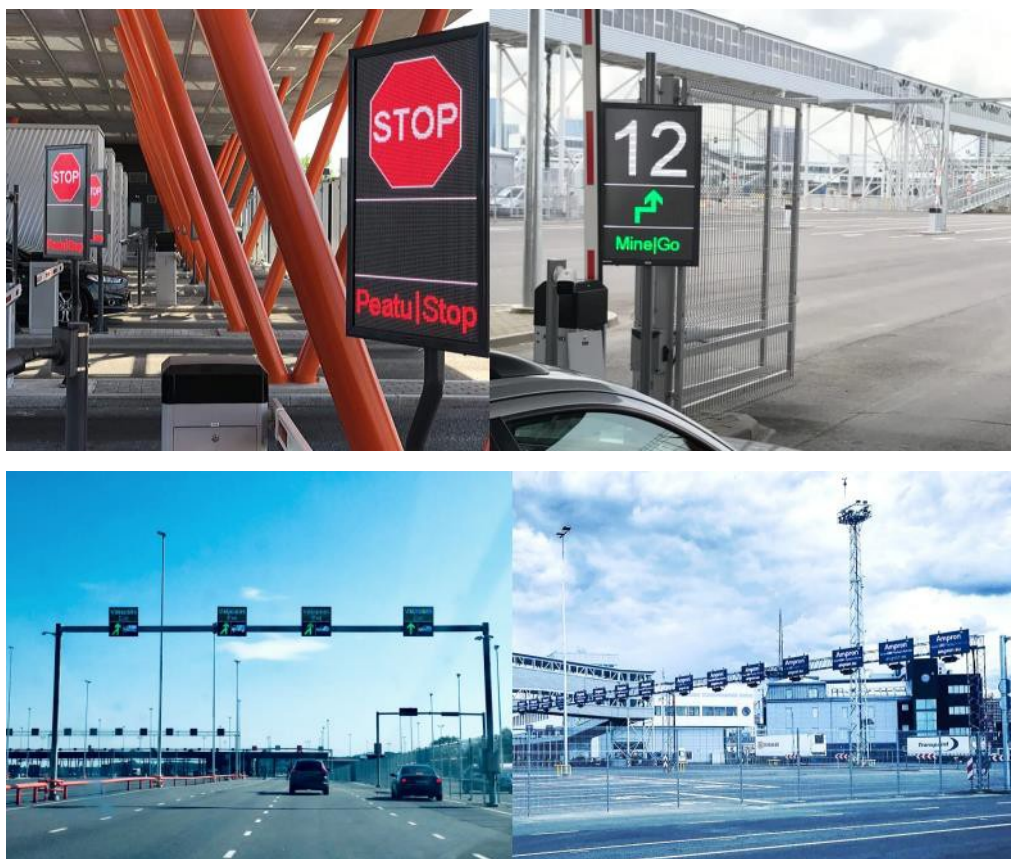


Figure 37 - Signalisation dynamique

2.12 Port de Hambourg

Le port de Hambourg voit l'application de services ITS d'une nature différente, mis en œuvre à travers plusieurs projets brièvement décrits ci-dessous.



Figure 38 - Vue aérienne du port de Hambourg

Les projets MOZART et Green4Transport

Le trafic routier dans le port de Hambourg est géré par des signaux actionnés, qui ne permettent toutefois pas une adaptation adéquate à des situations de trafic très variables. L'autorité portuaire de Hambourg (HPA) a donc demandé de nouvelles solutions techniques pour améliorer le contrôle du trafic dans toute la zone portuaire. À cette fin, un système complet de gestion on du trafic intégrant une nouvelle technologie de capteurs a été mis en œuvre dans le cadre du projet MOZART (géré par l'autorité portuaire en coopération avec la société technologique Fujitsu).

Les objectifs du projet étaient les suivants:

- Intégrer les feux de circulation existants avec des programmes de feux de circulation en temps réel (cela évite les freinages/accélérations et donne la priorité aux groupes de camions par rapport à un seul véhicule, ce qui réduit les émissions de CO2 et autres);
- fournir un contrôle du trafic en temps réel, avec la possibilité de le guider à travers le réseau dans le but d'augmenter la capacité.

Les principales technologies employées sont les suivantes:

- annealer numérique pour un calcul optimal à la vitesse;
- capteurs et interface 5G haute performance.

Les principaux impacts résultant de la mise en œuvre des solutions, quant à eux, sont principalement dus à

- des temps d'attente plus courts;
- réduction des situations de démarrage et d'arrêt;
- la réduction de la congestion on;
- la réduction des émissions.



Figure 39 - Recycleur numérique

Le projet Green4Transport vise à identifier et à donner la priorité au trafic lourd à certains carrefours à feux grâce à l'utilisation de V2X, dans le but d'accroître la fluidité (intermodale) et la sécurité du trafic, ainsi que de réduire les émissions. Le projet est un partenariat entre HPA, NXP Semiconductors (pour les capteurs et les logiciels), Scania CV AB, Siemens Mobility GmbH et Technolution B.V.

Le projet fait appel aux technologies suivantes:

- C-ITS;
- IoT;
- ITS-G5 (SPaT-MAP, DENM, CAM, IVS);
- l'automatisation.

À moyen terme, l'APH prévoit d'étendre l'utilisation de la technologie sur le réseau routier de la zone portuaire et s'est fixé les objectifs suivants:

- surveiller 50% de la situation du trafic, via des unités embarquées, pour les principales routes portuaires;
- fournir des informations sur le trafic en temps réel aux véhicules sur au moins 10 % du réseau routier;
- augmenter la capacité du trafic d'environ 15 % grâce à une gestion on plus efficace des flux.



Figure 40 - Application du V2X dans le projet Green4Transport

Les projets I2PANEMA et DLSA

Le projet I2PANEMA a réalisé le ferry intelligent en installant le Smart Logbook à bord des ferries. Les données opérationnelles sont enregistrées en temps réel via les capteurs d'un terminal mobile. La communication se fait via le Logbook Cloud, qui intègre les partenaires indépendamment d'une connexion Internet permanente. Les données opérationnelles sont traitées pour prédire l'heure d'arrivée prévue en temps réel. À l'avenir, cette technologie sera en mesure de fournir aux passagers qui planifient leurs déplacements un horaire en temps réel.

Le projet fait appel à l'IdO et aux applications.

Le projet DLSA (numérisation des feux de signalisation et de l'infrastructure du port de Hambourg) visait à contrôler et à utiliser efficacement l'infrastructure existante, à optimiser le flux d'informations pour un contrôle efficace du flux de marchandises et à étendre le système de détection des véhicules pour optimiser l'analyse de la situation du trafic.

Ce résultat a été obtenu grâce à la mise à niveau de 28 feux de circulation existants, à la modernisation du centre de gestion des routes portuaires (PRMC), à l'intégration de G4T connect et à l'utilisation de capteurs et d'interfaces basés sur Bluetooth.

La numérisation des feux de signalisation et des infrastructures portuaires devrait permettre de réduire la pollution atmosphérique et les émissions de gaz à effet de serre dues au trafic.

2.13 Port de Rotterdam

Les projets STAD et CATALYST

L'étude STAD (Spatial and Transport Impacts of Automated Driving) explore l'impact de la conduite autonome pour le transport de passagers et de marchandises. En ce qui concerne le transport de marchandises, l'accent est mis sur la faisabilité du platooning (conduite en convoi). La recherche est menée sur la base de simulations et de modèles. Des recherches qualitatives sont également menées pour explorer la façon dont les conducteurs voient et perçoivent le platooning des camions.

L'objectif du projet Catalyst (Connected and Automated Transport and LogiITS cs Living Lab) est étendu à l'analyse de l'interaction avec les systèmes de contrôle du trafic.

Le concept de platooning permet à plusieurs camions d'un petit convoi d'utiliser la route de manière plus efficace. En effet, les camions peuvent rouler plus près les uns des autres, la friction de l'air est considérablement réduite et donc la consommation de carburant et les émissions de CO2 sont diminuées. En outre, comme les véhicules maintiennent automatiquement une faible distance entre eux, ce qui réduit les freinages et les accélérations soudaines, la pollution sonore est également réduite.

Les technologies employées consistaient en:

- caméras;
- radar;
- Système GPS;
- communication cellulaire et wi-fi;
- Communication DSRC V2V.

Les principales opportunités liées au projet concernent les aspects suivants:

- la réduction des émissions de CO2 et d'autres polluants, comme la réduction du bruit;
- une utilisation accrue des camions (le temps d'utilisation devient moins dépendant des heures de travail du conducteur) ;
- le développement d'un algorithme de planification qui permet une meilleure formation des pelotons.

2.14 Port de Barcelone

L'un des projets impliquant le port de Barcelone est **Smart Port**, qui vise à accroître la compétitivité des clients du port en leur fournissant des services efficaces qui répondent à leurs besoins en matière de transport

maritime, de transport terrestre et de services logiITS ques.



Figure 41 - Vue aérienne du port de Barcelone (Source : Tech Tour)

En particulier, le projet vise à développer et à mettre en œuvre les points suivants au sein du port:

- les véhicules connectés;
- le transport autonome;
- intermodalité et synchronodalité;
- la gestion intelligente du trafic et de la mobilité;
- les infrastructures routières et ferroviaires connexes;
- les systèmes de stationnement intelligents;
- des informations en temps réel;
- l'automatisation et la robotisation.

Le projet fait appel aux technologies suivantes:

- des capteurs périmétriques;
- des capteurs pour l'environnement marin;
- capteurs de climat et de pollution;
- infrastructure de télécommunications (par exemple, communication sans fil, bandes 5G);
- analyse vidéo (caméra);
- la signalisation dynamique (pour la gestion intelligente du trafic).

2.15 Port d'Algeciras

Le port d'Algeciras a mis en œuvre diverses technologies ITS grâce au développement des projets brièvement décrits ci-dessous.



Figure 42 - Vue aérienne du port d'Algéiras (Source: Safety4Sea)

Port OCT Disruption

Le projet est financé par le programme Ports 4.0 Fund, un modèle d'innovation ouverte adopté par les autorités portuaires de l'État espagnol pour attirer, soutenir et faciliter l'application du talent et de l'esprit d'entreprise au secteur portuaire public et privé, dans le contexte de la quatrième révolution industrielle.

Le projet vise à développer le logiciel I2TI (Intelligent Identification in Intermodal Transport), une solution de lecture holilTS que "plug and play" appliquée au transport ferroviaire portuaire, comprenant un logiciel de lecture et un post-traitement permettant d'obtenir en temps réel la composition complète du train: locomotive et ordre des conteneurs par wagon. Ce système permet un suivi virtuel automatisé des mouvements de marchandises dans toute la zone portuaire, ce qui réduit les activités manuelles et accélère les processus. Le logiciel est développé par AllRead MLT.

Les principales opportunités liées au projet sont les suivantes:

- l'obtention d'une carte des trains en temps réel;
- moins d'activités manuelles et des processus plus rapides (réduction de la congestion on et des effets néfastes).

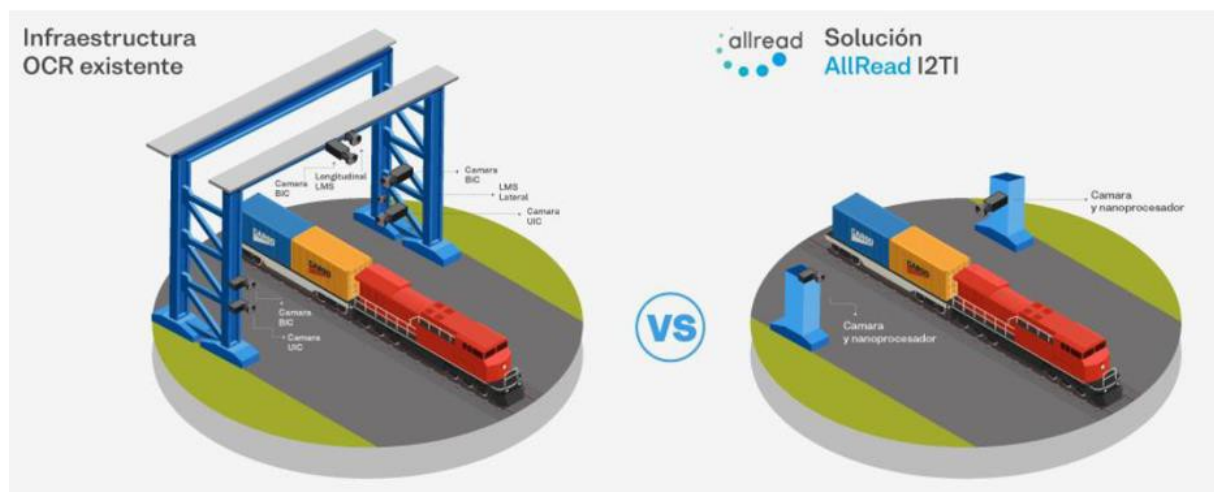


Figure 43 - Application de l'OCR dans le port d'Algéiras

Application mobile pour l'information des passagers

Le projet a porté sur le développement d'une application mobile permettant d'obtenir des informations sur le port d'Algeciras en temps réel. L'application s'adresse non seulement aux passagers, qui en sont les principaux utilisateurs, mais aussi aux conducteurs de poids lourds et même aux travailleurs portuaires, dans le but de les aider à mieux planifier leurs déplacements et à optimiser et accélérer leur passage dans les installations portuaires.

Le projet prévoit la réalisation d'un système flexible qui permettra l'intégration et l'échange d'informations avec d'autres sources de données APBA existantes, telles que le système d'information des passagers du terminal maritime, afin de fournir à l'utilisateur des données d'intérêt et des notifications de manière plus agile, rapide et mobile.

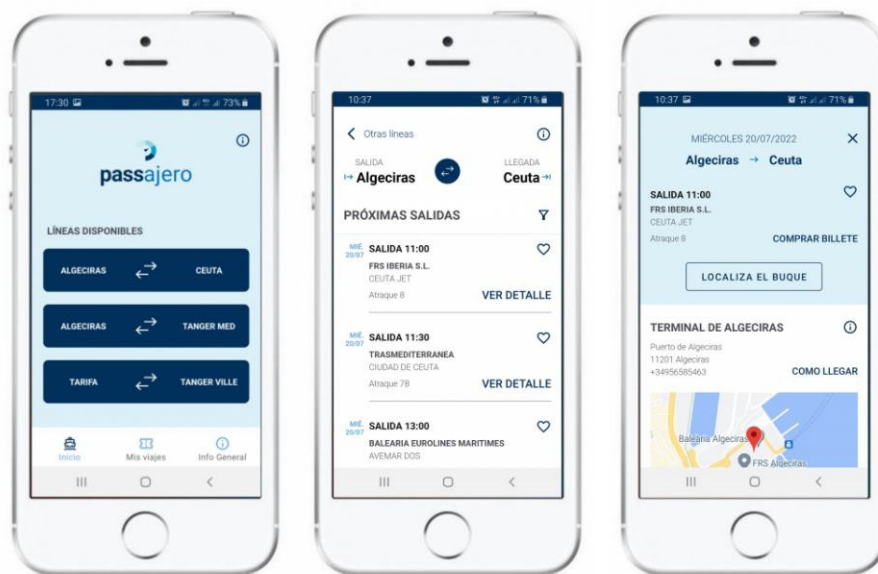


Figure 44 - Application d'information sur la mobilité pour les passagers

SIMHUB: plateforme prédictive et prescriptive pour l'optimisation des processus de décision

Le projet vise à développer un outil numérique autonome de gestion on et d'aide à la décision doté de capacités de visualisation en temps réel, de simulation et d'analyse avancée (tour de contrôle numérique avancée).

La plateforme sera capable d'analyser les scénarios opérationnels futurs, de prévoir les événements et leur impact sur les opérations et, enfin, de prescrire/recommander des actions qui maximisent la création de valeur du port d'Algeciras.

À cette fin, l'ensemble des systèmes d'information et les plateformes numériques de gestion on opérationnelle existantes seront reliés afin d'obtenir des données provenant de différentes sources d'information, permettant d'améliorer l'efficacité, la sécurité, la résilience et la durabilité du port.

Les principaux résultats attendus du projet sont:

- la réduction des temps de séjour pour les différents modes de transport;
- l'optimisation des performances, de la productivité et des coûts;
- la réduction des émissions générées.



Figure 45 - Automatisation des opérations portuaires (Source : Programme BrainPort d'Algeciras)

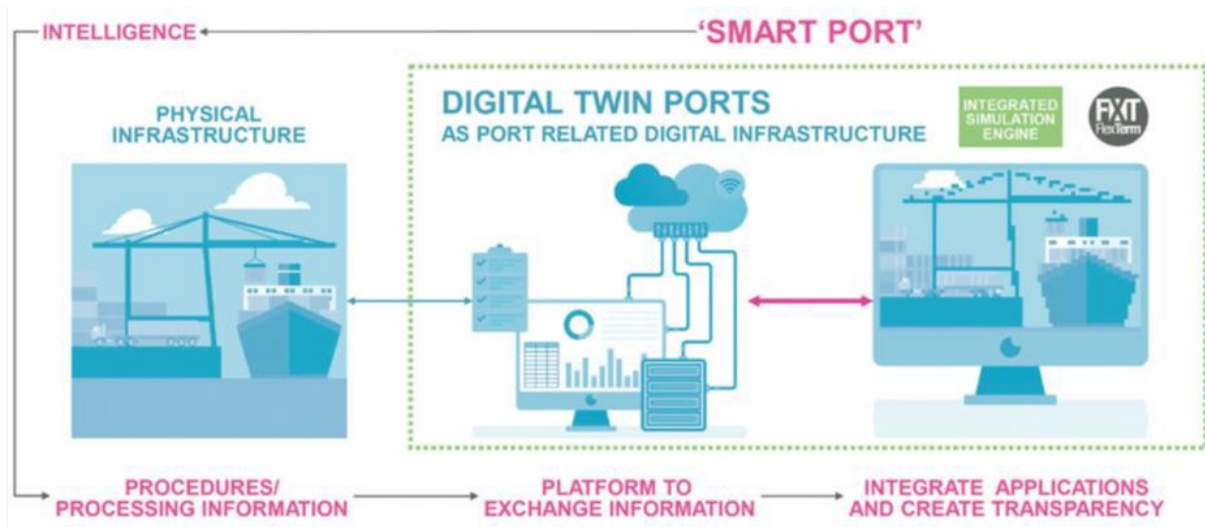


Figure 46 - Plate-forme de gestion on numérique

Plateforme avancée pour la gestion on de la durabilité environnementale dans le port d'Algeciras

L'objectif du projet est de développer une solution basée sur des techniques d'intelligence artificielle (AI) qui permettra l'intégration, la standardisation et le traitement des données, à la fois à partir des plateformes actuelles de l'autorité portuaire et des nouveaux capteurs de haute qualité inclus dans le projet, afin de faire des prévisions futures et d'améliorer la prise de décision.

Le projet prévoit les résultats suivants:

- obtenir des données en temps réel sur l'impact environnemental de l'activité portuaire sur le milieu environnant (qualité de l'air et de l'eau et pollution sonore, lumineuse et olfactive);
- disposer d'informations actualisées et de qualité pour soutenir la prise de décision et connaître l'évolution et l'impact des mesures préventives et correctives mises en œuvre dans le domaine de l'environnement;
- identifier les problèmes liés à la logiTS que de l'industrie dans et autour de la zone portuaire;
- Faciliter la combinaison des informations obtenues avec les modèles disponibles de l'environnement physique pour analyser la dispersion des polluants et leur impact sur la population et le milieu environnant.

Le projet fait appel à 130 capteurs de haute qualité, étalonnés et certifiés, répartis sur 25 sites.

2.16 AI Smart (Adriatic Ionian Small Port Network)

Le projet (2019-2023), financé par le programme Interreg, vise à développer un réseau portuaire commun dans la zone Adriatique-Ionienne basé sur le concept de "ports intelligents, verts et intégrés" pour définir de nouvelles routes vertes reliant les petits ports régionaux dans les pays transfrontaliers concernés.

Le projet concerne la région des Pouilles, la région de la Grèce occidentale, la région des îles ioniennes et la région de l'Épire, pour un budget total d'environ 17,2 millions d'euros.

Les résultats attendus dans le contexte des applications ITS sont les suivants:

- la cartographie des services de transport terrestre et des connexions entre ceux-ci et les plateformes portuaires;
- création d'une plateforme de services TIC pour l'échange d'informations en temps réel sur les services de trafic multimodal transfrontalier;
- définition d'un ensemble d'indicateurs et d'objectifs de haute qualité (normes) pour des services de transport "verts, durables et inclusifs" à adopter par les ports et les infrastructures portuaires transfrontaliers;
- la mise en œuvre d'une matrice prioritaire d'interventions infrastructurelles et non-infrastructurelles en tant qu'outils de gouvernance pour le développement de corridors verts dans la zone transfrontalière;
- identification des goulets d'étranglement législatifs pour les services de transport terre-mer.

2.17 Projet PIXEL (Port IoT for environmental leverage)

L'objectif principal du projet Pixel (Port IoT for environmental leverage), mis en œuvre entre 2018 et 2021 (financé par le programme Horizon Europe 2020), était de permettre une collaboration multilatérale entre les ports, les agents de transport multimodal et les villes en vue d'une utilisation optimale des ressources, d'une croissance économique durable, d'une réduction des goulets d'étranglement et de la congestion on, et d'une atténuation des impacts environnementaux, notamment la pollution sonore. Le projet implique quatre ports et 15 partenaires et a reçu un financement de l'UE d'environ 4,9 millions d'euros.

Le projet a mis en œuvre les actions suivantes:

- définition d'un indice environnemental portuaire (IEP) monométrique pour intégrer les différents impacts environnementaux, fournir un outil d'évaluation environnementale applicable et servir de mesure standardisée et transparente pour traiter les impacts environnementaux des opérations portuaires;
- Mise en œuvre d'une infrastructure basée sur l'IoT pour capturer efficacement les données opérationnelles et connecter les ressources portuaires, les acteurs de la ville portuaire et les réseaux de capteurs;
- l'agrégation et l'intégration de données hétérogènes provenant de sources multiples, de manière automatisée;
- la modélisation, la simulation et l'analyse des processus portuaires afin de prévoir leur impact environnemental et de proposer des stratégies d'optimisation;
- la démonstration de l'applicabilité de ces approches par des phases pilotes.

Les principaux impacts produits par PIXEL sont les suivants:

- réduire l'impact des activités portuaires sur le changement climatique et l'environnement (évalué par l'indice environnemental des ports - PEI);
- Réduction des coûts opérationnels et d'infrastructure (grâce à l'intégration des plateformes PCS/PMS et IoT existantes);
- améliorer l'efficacité logiITS que;
- une meilleure intégration du port avec la zone socio-économique environnante (relations ville-port et développement urbain intelligent de la ville portuaire).

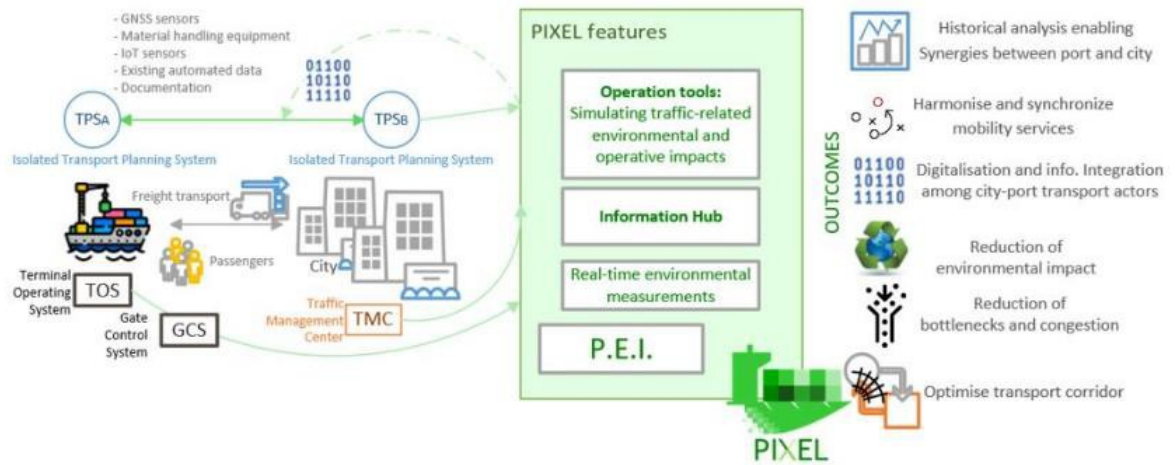


Figure 47 - Portée du projet PIXEL (Source : site web de Pixel Ports)

3 Enseignements tirés et bonnes pratiques

Le déploiement harmonisé des systèmes de transport intelligents (ITS) sur le réseau routier européen, dans le cadre du réseau transeuropéen de transport (TEN-T), a fourni des solutions rentables pour la mobilité, la sécurité et l'environnement.

Un élément d'importance fondamentale pour une mise en œuvre réussie est la coopération entre tous les acteurs impliqués (États membres, autorités locales, opérateurs routiers, prestataires de services, etc.) En particulier, les aspects critiques sont la coordination et l'harmonisation au niveau technique et organisationnel, conformément à la législation européenne. Ces aspects permettent aux opérateurs et aux fournisseurs de services concernés de bénéficier d'un meilleur accès aux données et d'offrir des services fiables aux utilisateurs finaux.

Dans cette perspective, la présence de différents acteurs (par exemple, des opérateurs autoroutiers publics/privés, des autorités publiques) responsables des segments d'infrastructure respectifs rend nécessaire l'harmonisation de la connexion entre les corridors de haut niveau et le réseau de transport adjacent (zones urbaines, réseau routier secondaire).

L'amélioration de la gestion on et de la coordination des données relatives au trafic nécessite une approche progressive. Dans la plupart des projets de déploiement de ITS dans les États membres de l'UE, la coopération entre le secteur public et le secteur privé est une étape cruciale de ce processus, les autorités étant notamment appelées à définir des objectifs de politique publique clairs.

Le renforcement de la coopération entre le secteur public et le secteur privé est donc essentiel pour élargir l'éventail des usagers de la route qui ont accès à ce type d'informations et accroître ainsi l'impact potentiel sur les performances du réseau.

4 Catalogue des systèmes ITS

Cette section présente un catalogue sommaire des applications ITS analysées dans les sections précédentes, sur la base des résultats de l'analyse documentaire effectuée. Le catalogue est donc structuré selon les trois types de services TTI, TMS et F&L et est ventilé selon le type d'application, la technologie utilisée, la zone géographique d'application et le type de financement (cf. Tableau 3).

Le chiffre Figure 48 résume plutôt les principaux avantages attendus et/ou mesurés de la mise en œuvre des systèmes ITS. En particulier, les différents types de ITS semblent tous contribuer à la génération de ces avantages, soit directement ou indirectement et avec une intensité différente selon les caractéristiques spécifiques des services fournis. Une exception est l'augmentation de la sécurité en termes de réduction de la criminalité, spécifiquement liée à la mise à disposition de parkings pour camions (F&L).

Les systèmes ITS ont généralement une viabilité économique élevée. Par exemple, selon une étude réalisée en 2017¹, la mise en œuvre des systèmes C-ITS au niveau européen présente des ratios bénéfiques/coûts² avec des valeurs comprises entre 2 et 8 à l'horizon 2030.

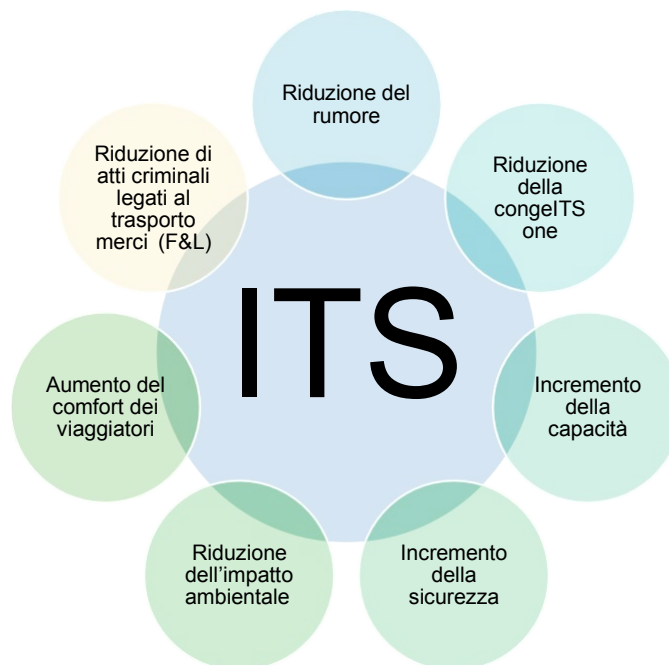


Figure 48 - Avantages des systèmes ITS

Dans les paragraphes de 4.1 à 4.5 un examen approfondi de certaines des principales technologies envisagées est fourni.

¹ Asselin-Miller, N. et al (2017) "Les coûts et les avantages du déploiement de systèmes de transport intelligents coopératifs en Europe à l'horizon 2030".

² Le rapport avantages/coûts dans une analyse coûts-avantages indique combien d'euros d'avantages sont obtenus pour chaque

euro de coûts encourus.

Tableau 3 - Catalogue des systèmes ITS

Type de service/projet	Application	Technologies	Zone géographique/projet	Type de financement
Informations sur le trafic et la mobilité (TTI)	<ul style="list-style-type: none"> Informations sur les conditions de circulation et les temps de trajet Informations sur les limitations de vitesse Informations sur la météo des routes 	<ul style="list-style-type: none"> Capteurs Signalisation dynamique (PMV) Communication V2V Communication V2X DATEX II Sonde de données du véhicule IVIM (message infrastructure-véhicule) Système de porte automatisée (AGS) 	<ul style="list-style-type: none"> Corridor URSA (Allemagne, Italie, Pays-Bas) Corridor Arc Atlantique (Écosse, France, Royaume-Uni) Corridor des crocodiles (République tchèque, Roumanie, Hongrie) Corridor MedTIS (France, Espagne, Italie) Projet Socrates 2.0 (Pays-Bas, Danemark, Allemagne, Belgique) Pologne, Estonie 	<ul style="list-style-type: none"> Autorité routière Autorité portuaire Budget municipal Budget régional Budget national Privé
Gestion on du trafic (TM)	<ul style="list-style-type: none"> Gestion on dynamique des voies (DLM) Limite de vitesse variable 	<ul style="list-style-type: none"> PMV Caméras et vidéosurveillance DATEX II IVIM Sonde de données du véhicule Communication V2V Communication V2X Détecteurs Mesure de la rampe Système de contrôle de la pression des pneus 	<ul style="list-style-type: none"> Corridor URSA (Allemagne, Italie, Pays-Bas) Corridor Arc Atlantique (Écosse, France, Royaume-Uni) Corridor des crocodiles (Hongrie) Corridor MedTIS (France) Projet Green C-Ports (Espagne, Italie, Grèce, Allemagne) Projet Socrates 2.0 (Pays-Bas, Danemark, Allemagne, Belgique) Pologne, Estonie 	
F&L	<ul style="list-style-type: none"> Informations et indications (sur les aires de stationnement pour camions) 	<ul style="list-style-type: none"> Mode de référence géographique (GPS) DATEX II Sonder les données du véhicule 	<ul style="list-style-type: none"> Corridor URSA (Autriche, Belgique, République tchèque, Danemark, Allemagne, Pays-Bas, Slovénie, Suède, Suisse, Italie) 	

Type de service/projet	Application	Technologies	Zone géographique/projet	Type de financement
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Corridor Arc Atlantique (France, Autriche, Belgique, République tchèque, Danemark, Allemagne, Pays-Bas, Slovénie, Suède, Suisse) ▪ Corridor du Crocodile (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Hongrie, Pays-Bas, République tchèque, Slovénie, Suède, Suisse) ▪ Corridor Next-ITS (Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Pays-Bas, République tchèque, Slovénie, Suède, Suisse) ▪ MedTIS (France) ▪ Corridor Est-Ouest (Pays-Bas) 	

4.1 DATEX II

DATEX II est le langage électronique d'échange d'informations et de données sur le trafic utilisé en Europe. Le développement initial de DATEX II remonte au début des années 1990, en raison de la nécessité d'échanger des informations entre les centres de trafic des exploitants d'autoroutes. Grâce à DATEX II, les informations relatives au trafic et à la gestion on du trafic sont distribuées indépendamment de la langue et du format de présentation; il n'y a donc pas de place pour les malentendus et/ou les erreurs de traduction de la part du destiné nataire, qui peut au contraire choisir d'inclure un texte parlé, une image sur une carte ou l'intégrer dans un calcul de navigation.

DATEX II est une norme pour le secteur de l'information sur le trafic et les déplacements qui permet de partager des données afin de fournir un service d'information complet à l'utilisateur final.

DATEX II a été conçu et développé comme un mécanisme d'échange de données sur le trafic et la mobilité par un groupe de travail européen créé pour normaliser l'interface entre les centres de contrôle et d'information du trafic.

DATEX II fournit aux exploitants et aux fournisseurs de données routières la documentation, le modèle UML (Unified Modelling Language) et les outils XML (eXtensible Markup Language) permettant d'échanger des données routières de manière homogène.

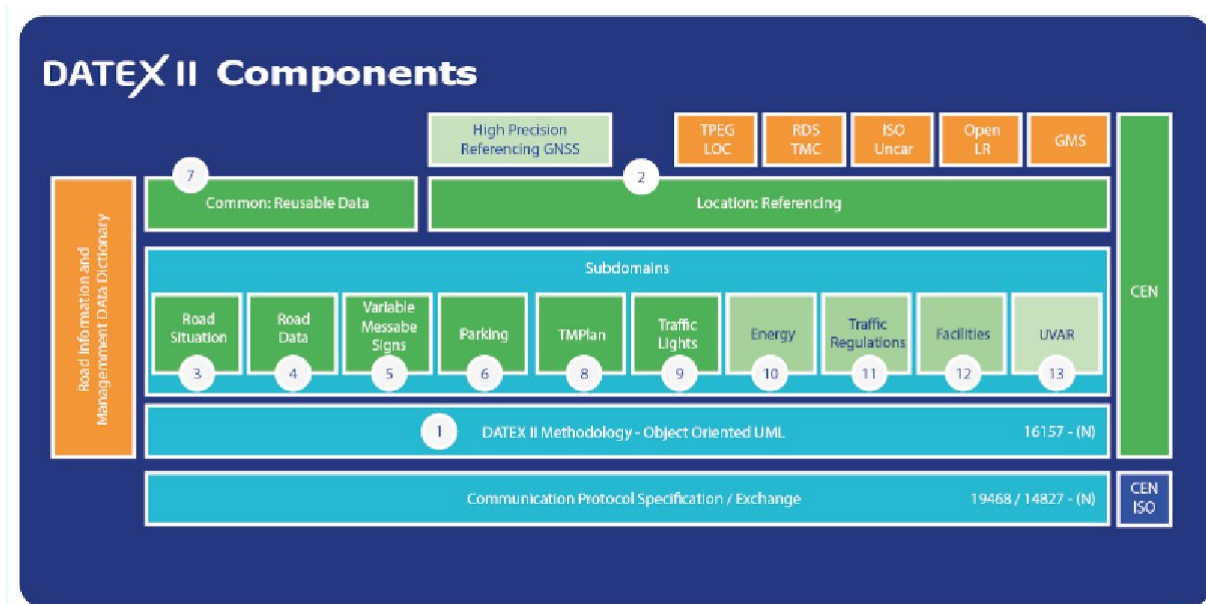


Figure 49 - Composants du DATEX II

L'échange d'informations DATEX II comprend les éléments suivants:

- la situation du trafic;
- l'état du trafic;
- la gestion on du trafic;
- les messages affichés sur les panneaux à messages variables (PMV);
- informations sur le service;
- le stationnement;
- parking pour camions;
- les spécificités du trafic urbain;
- l'infrastructure d'électromobilité;
- le ravitaillement et la recharge;
- la gestion on du règlement sur le trafic électronique;
- les règles d'accès pour les véhicules urbains.

Le DATEX II est important pour toutes les applications impliquant des informations sur le système routier dynamique. Les principaux types de services facilités par le DATEX II sont les suivants:

- des informations sur la gestion on du trafic d'opérateur à opérateur;
- des informations sur le trafic à haute densité en temps réel et un guidage routier basé sur les mesures prises par les opérateurs routiers;
- Fourniture d'informations journalilITS ques sur le trafic dans des formats (et un contenu) compréhensibles par les utilisateurs;
- Navigation dynamique sur la base des conditions de circulation et des mesures de gestion on du trafic (TM);
- la gestion on conjointe du réseau par plusieurs opérateurs routiers;
- la gestion on conjointe du réseau par les opérateurs routiers et les prestataires de services (TM2.0);
- la collecte de données pour la gestion on du trafic;
- ITS coopératif.

4.2 Communication V2V

La communication de véhicule à véhicule (V2V) est un échange sans fil d'informations (sur la vitesse, la position et la direction) de et avec les véhicules environnants. Le V2V utilise un protocole sans fil similaire au Wi-Fi. Lorsque les communications dédiées à courte portée (DSRC) sont combinées à la technologie du système de positionnement global (GPS), les communications V2V à faible coût permettent d'avoir une vue sur 3600 véhicules équipés de manière similaire dans la zone de communication.

Cette technologie permet aux véhicules de transmettre et de recevoir des messages omnidirectionnels (jusqu'à 10 fois par seconde). Les véhicules équipés de logiciels appropriés (ou d'applications de sécurité) peuvent utiliser les messages des véhicules environnants pour déterminer les risques d'accident potentiels au fur et à mesure qu'ils se développent. Les messages de communication V2V ont une portée de plus de 300 mètres et peuvent détecter les dangers masqués par le trafic, le terrain ou les conditions météorologiques. La communication V2V étend et améliore les systèmes de prévention des accidents actuellement disponibles, qui utilisent des radars et des caméras pour détecter les risques de collision.

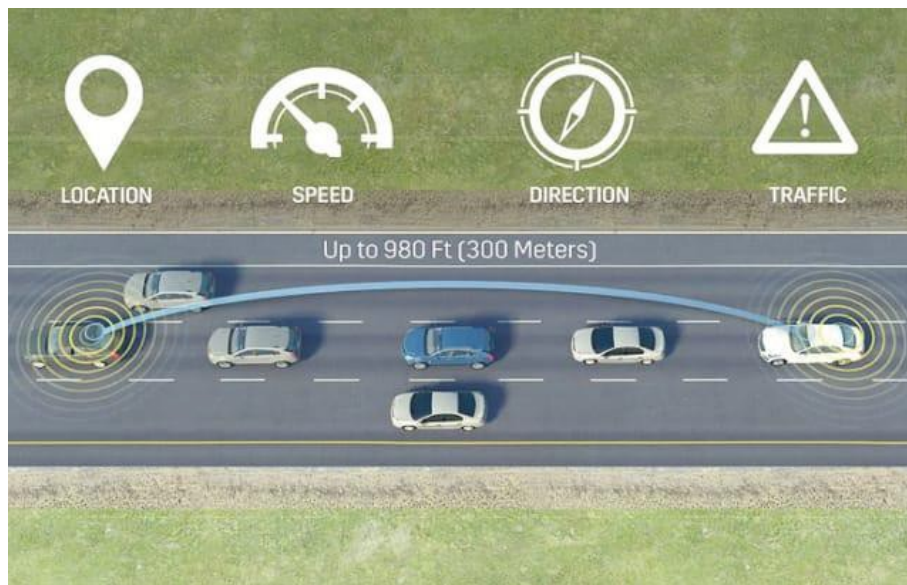


Figure 50 - Communication V2V



Figure 52 - Intégration V2X

4.4 Panneaux à message dynamique

Les panneaux à messages dynamiques (DMS) sont des dispositifs électroniques fixes de régulation du trafic capables d'afficher divers messages (un ou plusieurs alternatifs) qui fournissent aux voyageurs des messages variables sur le trafic en temps réel. Les DMS sont utilisés pour avertir, réguler, diriger et gérer le trafic.



Figure 53 - Exemple de DMS

4.5 ETSI ITS-G5

ETSI ITS-G5 est une norme de communication de type WiFi utilisée dans l'Union européenne, développée pour la communication mutuelle entre véhicules et pour la communication entre l'infrastructure routière et les véhicules. La norme ETSI ITS-G5 est basée sur la norme internationale IEEE 802.11p. L'ETSI ITS-G5 est

uniquement conçu pour la communication avec une interface directe et une fréquence de fonctionnement de 5,9 GHz.

5 Sources de financement

Cette section donne un aperçu des orientations dominantes de la programmation européenne 2021-2027 qui sont pertinentes pour la mise en œuvre des systèmes ITS. Dans le même temps, les principales sources de financement au niveau national sont analysées. Toutes les sources de financement présentées ont été examinées à la lumière de la possibilité qu'elles puissent également être utilisées pour le développement de systèmes ITS, car elles ne consistent pas en un instrument dédié à cet effet; d'après l'enquête, un tel instrument ne peut être trouvé sur le marché du financement. Les sources de financement concernent donc des domaines d'application vastes et articulés, dont les systèmes ITS peuvent être l'une des composantes.

5.1 La stratégie européenne

La stratégie de croissance européenne composée par le "Green Deal" est axée sur la neutralité climatique et l'économie durable et découle de l'Agenda 2030 pour le développement durable, adopté par les chefs d'État en 2015, qui identifie 17 objectifs de durabilité. Le système de transport joue un rôle clé dans la stratégie européenne, notamment en ce qui concerne l'objectif 11 "Villes et communautés durables".

Le Plan Objectif Climat 2030 (adopté en septembre 2020), aligné sur le Green Deal, fixe l'objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990.

Dans le cadre de la décarbonisation des transports et de leur transformation numérique, une nouvelle "stratégie de transport durable et intelligent" a été adoptée en décembre 2020, qui recense 82 initiatives sur quatre ans au sein de 10 domaines "phares" pour atteindre la neutralité climatique et donc une réduction de 90 % des émissions d'ici 2050. La stratégie vise donc à réaliser une mobilité propre, plus accessible et efficace, à promouvoir les transports publics et les solutions multimodales innovantes.

Le plan d'action connexe pour une mobilité intelligente et durable adopté par la Commission européenne repose sur les principes clés suivants: durabilité, numérisation des processus et résilience des systèmes.

La Commission européenne a également pour objectif d'achever le réseau TEN-T d'ici à 2030.

Au lendemain de la pandémie, l'Union européenne a élaboré le programme "Next Generation EU" (NGEU), qui doit s'achever en 2026 et qui vise à compenser les coûts économiques et sociaux encourus pendant cette période et à contribuer à l'accélération de la transition écologique et numérique.

Le cadre réglementaire et de programmation résultant des stratégies de décarbonisation et de numérisation présente des opportunités importantes pour le secteur des ITS, tant au niveau européen que national. Les sections suivantes analysent les principaux programmes et fonds susceptibles de présenter un intérêt dans le nouveau cadre de financement européen.

5.2 Le cadre de financement européen

En décembre 2020, le nouveau cadre financier pluriannuel (CFP) de l'UE a été approuvé, couvrant la période de programmation 2021-2027.

Les ressources mises à disposition dans le budget pluriannuel s'élèvent à environ 1.074 milliards d'euros, tandis que le programme NGEU met à disposition 750 milliards d'euros supplémentaires, pour un total de ressources d'environ 1.824 milliards d'euros.

L'allocation des ressources est présentée dans le Tableau 4.

Tableau 4 - Ventilation des ressources pluriannuelles de l'Union européenne (milliards d'euros)

	Cadre financier pluriannuel	L'UE nouvelle génération	Total
1. Marché unique, innovation et numérique	132,8	10,6	143,4
2. Cohésion, résilience et valeurs	377,8	721,9	1.099,7

Cadre financier pluriannuel		L'UE nouvelle génération	Total
3. Ressources naturelles et environnement	356,4	17,5	373,9
4. Migration et gestion on des frontières	22,7		22,7
5. Sécurité et défense	13,2		13,2
Le voisinage et le monde	98,4		98,4
Administration publique européenne	73,1		73,1
Total	1.074,3	750	1.824,3

Source: Commission européenne

La politique de cohésion s'articule autour des objectifs thématiques suivants:

- une Europe plus intelligente;
- une Europe plus verte et sans carbone;
- une Europe plus connectée;
- une Europe plus sociale;
- une Europe plus proche de ses citoyens.

Les deux premiers objectifs sont les bénéficiaires de la plupart des ressources du Fonds européen de développement régional (FESR) et du Fonds de cohésion (FC), pour un total de quelque 243 milliards d'euros.

Dans ce contexte, l'Italie peut bénéficier des Fonds structurels (qui sont mis en œuvre par le biais de programmes opérationnels spécifiques) et du mécanisme de redressement et de résilience (RRF), pour lequel le plan national de redressement et de résilience (PNRR) a été adopté.

Le PNRR Italie est divisé en 6 missions et 16 composantes, comme le montre la figure 34, dans laquelle la couverture financière correspondante est également explicitée.

TAVOLA 1.1: COMPOSIZIONE DEL PNRR PER MISSIONI E COMPONENTI (MILIARDI DI EURO)





 M1. DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE, COMPETITIVITÀ, CULTURA E TURISMO	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M1C1 - DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE E SICUREZZA NELLA PA	9,75	0,00	1,40	11,15
M1C2 - DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ NEL SISTEMA PRODUTTIVO	23,89	0,80	5,88	30,57
M1C3 - TURISMO E CULTURA 4.0	6,68	0,00	1,46	8,13
Totale Missione 1	40,32	0,80	8,74	49,86
 M2. RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M2C1 - AGRICOLTURA SOSTENIBILE ED ECONOMIA CIRCOLARE	5,27	0,50	1,20	6,97
M2C2 - TRANSIZIONE ENERGETICA E MOBILITÀ SOSTENIBILE	23,78	0,18	1,40	25,36
M2C3 - EFFICIENZA ENERGETICA E RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI	15,36	0,32	6,56	22,24
M2C4 - TUTELA DEL TERRITORIO E DELLA RISORSA IDRICA	15,06	0,31	0,00	15,37
Totale Missione 2	59,47	1,31	9,16	69,94
 M3. INFRASTRUTTURE PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M3C1 - RETE FERROVIARIA AD ALTA VELOCITÀ/CAPACITÀ E STRADE SICURE	24,77	0,00	3,20	27,97
M3C2 - INTERMODALITÀ E LOGISTICA INTEGRATA	0,63	0,00	2,86	3,49
Totale Missione 3	25,40	0,00	6,06	31,46
 M4. ISTRUZIONE E RICERCA	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M4C1 - POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DALLI Istituti ALI ALI INNOVATIVITÀ	19,44	1,45	0,00	20,89
M4C2 - DALLA RICERCA ALL'IMPRESA	11,44	0,48	1,00	12,92
Totale Missione 4	30,88	1,93	1,00	33,81
 M5. INCLUSIONE E COESIONE	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M5C1 - POLITICHE PER IL LAVORO	6,66	5,97	0,00	12,63
M5C2 - INFRASTRUTTURE SOCIALI FAMIGLIE, COMUNITÀ E TERZO SETTORE	11,17	1,28	0,34	12,79
M5C3 - INTERVENTI SPECIALI PER LA COESIONE TERRITORIALE	1,98	0,00	2,43	4,41
Totale Missione 5	19,81	7,25	2,77	29,83
 M6. SALUTE	PNRR (a)	React EU (b)	Fondo complementare (c)	Totale (d)=(a)+(b)+(c)
M6C1 - RETI DI PROSSIMITÀ, STRUTTURE E TELEMEDICINA PER L'ASSISTENZA SANITARIA TERRITORIALE	7,00	1,50	0,50	9,00
M6C2 - INNOVAZIONE, RICERCA E DIGITALIZZAZIONE DEL SERVIZIO SANITARIO NAZIONALE	8,63	0,21	2,39	11,23
Totale Missione 6	15,63	1,71	2,89	20,23
TOTALE	191,50	13,00	30,62	235,12

Figure 54 - Répartition des missions et composantes du PNR (Source : Gouvernement)

5.3 Le programme Horizon Europe

Le programme soutient les investissements dans la recherche et l'innovation (R&I), dans le but de renforcer les compétences technologiques au sein de l'Union et d'accroître la compétitivité du secteur industriel. Ceci est conforme aux objectifs de développement durable définis dans l'Agenda 2030.

Le programme prévoit différents types de financement, notamment un accès rapide aux fonds, comme la procédure Fast Track to Research and Innovation (FTRI).

Horizon Europe est structuré en trois piliers, dans lesquels s'inscrivent des programmes et des thèmes de recherche spécifiques (figure 35).



Figure 35 - Structure du programme Horizon Europe

Le taux de financement accordé par action est défini par le "programme de travail" spécifique:

- actions financées à 100% du total des coûts éligibles;
- les actions d'innovation sont financées à 70 % des coûts éligibles, sauf pour les personnes morales sans but lucratif (pour lesquelles le financement est de 100 %);
- des actions de cofinancement du programme, avec un financement d'au moins 30% des coûts éligibles, jusqu'à 70%.

Les coûts indirects sont autorisés à hauteur de 25 % du total des coûts directs éligibles, à l'exclusion des coûts directs de sous-traitance, du soutien financier à des tiers et d'autres coûts comprenant des coûts indirects.

L'enveloppe financière des différentes actions du programme pour la période 2021-2027 est la suivante:

- Pilier I "Science de l'excellence" - 23,5 milliards d'euros, répartis comme suit
 - CER: 15,1 milliards;
 - MSCA: 6,3 milliards;
 - Infrastructures de recherche: 2,1 milliards.
- Pilier II "Défis mondiaux et compétitivité industrielle européenne" - 47,4 milliards d'euros, répartis comme suit
 - Pôle télématique "Santé": 6,9 milliards;
 - Pôle télématique "Culture, créativité et société inclusive": 1,4 milliard;
 - Pôle télématique "Sécurité civile pour la société": 1,3 milliard;
 - Pôle télématique "Numérique, industrie et espace": 13,5 milliards;
 - Pôle télématique "Climat, énergie et mobilité": 13,5 milliards;
 - Groupe thématique "Alimentation, bioéconomie, ressources naturelles, agriculture et environnement": 8,9 milliards;
 - Actions directes non-nucléaires du CCR: 1,9 milliard.
- Pilier III "Europe innovante" - 11,9 milliards d'euros, répartis comme suit

- EIC: 8,7 milliards;
- Écosystèmes d'innovation européens: 0,46 milliard;
- EIT: 2,7 milliards. Grtg.

EIC

L'EIC soutient les innovations les plus avancées des start-ups et PME innovantes afin de les lancer sur le marché, en combinant la recherche sur les technologies émergentes avec un programme d'accélération et un fonds de participation dédié (Fonds européen d'innovation).

Les demandes de financement des start-ups et des PME peuvent être faites à tout moment et bénéficient d'une procédure simplifiée.

InITS tut européen d'innovation et de technologie (EIT)

L'EIT est une organisation appartenant à l'Union européenne qui vise à rapprocher la recherche du marché et à renforcer la capacité d'innovation des États.

partenariats public-privé (PPP) autour des thèmes suivants: mobilité urbaine, alimentation, numérique, santé, énergie, climat, fabrication, Inno Energy, matières premières.

L'IET accorde des contributions financières aux "communautés de la connaissance et de l'innovation" (CCI), composées d'universités, de laboratoires de recherche et d'entreprises, dans le but de renforcer leur capacité à attirer les investissements. Ces communautés sont structurées en partenariats publics éprouvés autour des thèmes suivants: mobilité urbaine, alimentation, numérique, santé, énergie, climat, fabrication, Inno Energy, matières premières.

PPP EIT Mobilité urbaine

Le PPP EIT Urban Mobility traite de l'innovation dans la mobilité urbaine et les principaux partenaires sont les villes, qui définissent à la fois les lignes directrices des projets et les budgets annuels; les autres partenaires sont des acteurs de l'industrie, des universités et des centres de recherche.

Dans le cadre du plan d'affaires 2022-2024, des appels d'offres ont été publiés avec différents objectifs de financement (allant de 20 000 à 200 000 euros par projet) qui comprennent:

- des idées innovantes dans le domaine de la mobilité et de la logiITS que durables;
- l'expérimentation ou la mise en œuvre de méthodologies, d'outils, de modèles d'entreprise ou de processus innovants permettant d'associer les citoyens à la définition des défis de la mobilité et de leurs solutions;
- la mise en œuvre d'actions pilotes visant à améliorer l'habitabilité des espaces urbains.

PPP EIT Digital

Le PPP IET Digital vise à renforcer la compétitivité européenne dans le domaine des technologies numériques en soutenant les entreprises et les entrepreneurs dans l'innovation. Les investissements de EIT dans le domaine numérique se concentrent, en particulier, sur les défis stratégiques et sociétaux suivants

- la technologie numérique;
- les villes numériques;
- l'industrie numérique;
- le bien-être numérique;
- la finance numérique.

5.4 Le programme CEF

Le programme Connecting Europe Facility (CEF) soutient des projets d'infrastructure d'intérêt commun au sein des réseaux transeuropéens dans les domaines du transport, de l'énergie et des télécommunications. Les priorités du programme sont les chaînons manquants, c'est-à-dire les projets qui créent une importante valeur ajoutée pour la communauté sans recevoir un financement adéquat du marché. Le CEF est constitué par programmes de travail pluriannuels pour chaque secteur.

Compte tenu de l'accent mis sur les infrastructures présentant un intérêt particulier au niveau européen, le CEF bénéficie d'une allocation substantielle de ressources, qui s'élève pour la période de programmation 2021-2027 à un total de 33,6 milliards d'euros, réparti comme suit:

- CEF Transport: 25,8 milliards d'euros;
- CEF Energy: 5,8 milliards d'euros;
- CEF Digital: 2 milliards d'euros.

Le volet numérique vise le développement et le déploiement d'infrastructures numériques transfrontalières innovantes, sécurisées et durables, ainsi que le déploiement d'une connectivité à haut débit et résiliente dans les infrastructures de transport, notamment les voies maritimes et les ports.

Dans le secteur des transports, le CEF se concentre sur les investissements dans la modernisation des réseaux, l'interopérabilité, la sécurité et la décarbonisation, tout en encourageant les actions liées à la mobilité durable, à l'automatisation et aux réseaux intelligents.

Les actions promues par le CEF sont intégrées de manière complémentaire à certaines interventions financées par les Fonds structurels, en particulier le Fonds de cohésion (FC) et le Fonds européen de développement régional (FEDER).

La contribution financière du CEF prend principalement la forme de subventions, avec des taux de cofinancement différents selon le type de projet. Par rapport au règlement précédent, le règlement CEF 2.0 prévoit une augmentation des taux de cofinancement pour les interventions sur le réseau central, les sections transfrontalières et les ports du réseau global. En particulier, les interventions en matière d'infrastructures actuellement financées à 10 et 20 % (plates-formes logistiques et multimodales, réseaux routiers, chemins de fer, voies navigables, interventions de lutte contre le bruit ferroviaire) sont financées à 30 %, tandis que les liaisons transfrontalières précédemment financées à 40 % et les sections d'accès au tunnel du Brenner et à la liaison ferroviaire Turin-Lyon sont financées à 50 %. Les applications télématiques embarquées et au sol dans le secteur ferroviaire bénéficient également d'un financement de 50 %. En revanche, le financement de 30% reste inchangé pour les interventions relatives aux liaisons de transport manquantes, aux goulets d'étranglement, à l'accessibilité pour les personnes handicapées et aux autoroutes de la mer.

Le nouveau règlement a également apporté des modifications importantes au tracé des corridors intéressant l'Italie, avec l'inclusion de nouvelles sections ferroviaires et multimodales parmi les sections transfrontalières. En outre, le règlement a inclus le port de Cagliari dans le corridor scandinave-méditerranéen.

En outre, le nouveau règlement a inclus le "blending" parmi les systèmes de financement innovants, c'est-à-dire un système qui combine différentes ressources telles que celles de la Banque européenne d'investissement (BEI) et d'autres institutions financières publiques et privées.

Enfin, le programme prévoit le financement d'interventions sur les réseaux transeuropéens qui permettent la double utilisation civile et militaire des infrastructures, avec l'amélioration de la circulation des véhicules et du personnel militaires.

5.5 L'Europe Digital

Le programme Digital Europe est entièrement consacré aux investissements dans les technologies de l'information et de la communication (ICT), avec un budget d'environ 6,7 milliards d'euros pour la période 2021-2027.

La mise en œuvre du programme est basée sur des programmes de travail pluriannuels, le financement couvrant jusqu'à 100 % du coût de l'investissement.

Les domaines d'intervention du programme sont les suivants:

- Calcul haute performance (2,2 milliards d'euros) - Soutien à la création d'une infrastructure de données et de supercalcul accessible sur une base non commerciale aux utilisateurs publics et privés;
- Intelligence artificielle (2,1 milliards d'euros) - Développement et renforcement des capacités de base en IA, accessibles aux entreprises et aux administrations publiques;
- cybersécurité et confiance (1,7 milliard d'euros) - Acquisition d'équipements, d'infrastructures de données et d'outils avancés pour la cybersécurité et déploiement de solutions de cybersécurité dans tous les secteurs de l'économie;

- compétences numériques avancées (580 millions d'euros) - Financement d'activités de formation pour les étudiants, les professionnels, les travailleurs et les entreprises;
- Mise en œuvre, utilisation optimale de la capacité numérique et interopérabilité (1,1 milliard d'euros) - Développement et déploiement de solutions numériques interopérables dans le secteur public

5.6 Programme LIFE

Le programme se concentre sur la poursuite d'objectifs environnementaux, dans le cadre d'une transition vers une économie durable, circulaire, économe en énergie, fondée sur les énergies renouvelables, neutre sur le plan climatique et résiliente.

Le programme se compose des deux appels et sous-programmes suivants:

- environnement (budget de 3,5 milliards d'euros), avec les sous-programmes "Nature et biodiversité" et "Économie circulaire et qualité de vie";
- l'action climatique (budget de 1,9 milliard d'euros), avec les sous-programmes "Atténuation du changement climatique et adaptation" et "Transition énergétique propre".

Dans le cadre du programme, la priorité est donnée aux projets d'intérêt transfrontalier et présentant un degré significatif de reproductibilité dans d'autres contextes.

5.7 InvestEU

Le fonds InvestEU complète les instruments financiers existants et vise à promouvoir les investissements en faveur de la compétitivité, de la croissance durable, de la résilience et de l'inclusion sociales.

Le fonds cible les entités économiques dont le profil de risque ne permet pas l'accès au financement privé; ces entités doivent toutefois être économiquement viables, sur la base des normes internationales. Une attention particulière est accordée aux PME et aux MidCaps (capitalisation moyenne).

Le soutien du fonds peut être accordé sous forme de prêts, de garanties et de fonds propres, soit directement par les partenaires de mise en œuvre tels que la BEI, le FEI, les initiatives nationales de promotion, soit par d'autres intermédiaires financiers.

Le fonds agit de manière complémentaire en ne se superposant à aucune autre source de soutien et les projets financés doivent démontrer leur capacité à générer un effet multiplicateur sur les investissements, avec l'attraction d'autres investisseurs privés et publics.

Le fonds peut compter sur une garantie du Conseil européen d'un montant total d'environ 26 milliards d'euros, qui sont répartis comme suit entre les différents domaines d'investissement:

- infrastructures durables: 9,9 milliards,
- recherche, innovation et numérisation: 6,6 milliards;
- soutien aux PME: 6,9 milliards d'euros;
- investissement social et amélioration des compétences: 2,8 milliards.

5.8 JTS

Le Just Transition Scheme (JTS) fait partie du mécanisme de Just Transition Mechanism (JTM), visant à faciliter la transition vers une économie à zéro émission par les régions les plus dépendantes des combustibles fossiles.

Le JTS peut canaliser aussi bien des financements directs que des financements par le biais d'intermédiaires financiers. Les zones éligibles au soutien doivent être identifiées par les États membres, en accord avec la Commission, au moyen de plans territoriaux appropriés. Le cofinancement peut atteindre 85% pour les régions moins développées, 70% pour les régions en transition et 50% pour les régions plus développées.

5.9 Politique de cohésion et développement régional

Dans le budget de l'UE 2021-2027, la politique de cohésion (avec un budget total d'environ 380 milliards d'euros) vise à contribuer aux objectifs suivants fixés par la Commission.

- Une Europe plus intelligente, grâce à l'innovation, la numérisation, la transformation économique et le soutien aux petites et moyennes entreprises;
- Une Europe plus verte, par la mise en œuvre de l'accord de Paris, l'investissement dans la transition énergétique, les énergies renouvelables et la lutte contre le changement climatique;
- Une Europe plus connectée, avec des réseaux de transport et numériques stratégiques;
- Une Europe plus sociale, garantissant les droits sociaux et soutenant l'emploi, l'éducation, les compétences, l'inclusion sociale et l'égalité d'accès à des soins de santé de qualité;
- L'Europe plus proche des citoyens, avec un soutien aux stratégies de développement durable au niveau local et urbain.

Les deux premiers objectifs ont le plus de poids et les ressources les plus importantes du FESR et du FC leur sont consacrées.

Les investissements de la politique de cohésion sont guidés par la catégorisation des régions (moins développées; en transition; plus développées) et sont essentiellement basés sur l'analyse du PIB par habitant, bien que de nouveaux critères d'évaluation aient été ajoutés, allant du chômage des jeunes à l'accueil et à l'intégration des migrants.

Le FESR soutient les investissements dans les domaines suivants:

- les infrastructures et l'accès aux services;
- PMI;
- les équipements technologiques, les logiciels et les actifs incorporels;
- technologies de l'information, communication, études, coopération, échange d'expériences;
- l'assistance technique.

Le taux de cofinancement est de 70% pour les régions moins développées et ultrapériphériques, de 55% pour les régions en transition et de 40% pour les régions plus développées.

La politique de cohésion prévoit une répartition des fonds entre les programmes opérationnels régionaux (POR), les programmes opérationnels nationaux (PON) et les régions individuelles.

PON Metro 2021-2027

Le PON Metro Plus 2021-2027 a pour objectif spécifique de promouvoir la mobilité urbaine multimodale durable (MUMS), dans le cadre d'une transition vers le concept de ville intelligente, dans lequel la qualité et la disponibilité des infrastructures TIC conITs tuent un élément clé de la compétitivité.

Le PON Metro Plus, qui privilégie une approche métropolitaine des problèmes de mobilité, est conçu pour s'intégrer aux instruments de planification sectorielle, en particulier aux plans de mobilité urbaine durable.

Programme Interreg

Le programme de coopération interrégionale et transfrontalière (Interreg) vise à surmonter les obstacles transfrontaliers entre les États membres et à développer des services communs.

La Commission soutient les investissements innovants interrégionaux et la création de clusters paneuropéens dans des domaines tels que le big data, l'économie circulaire, la fabrication avancée et la cybersécurité.

5.10 Programmes ministériels nationaux

Le ministère de la Transition écologique (MiTE)

Le MiTE a élaboré le "plan de transition écologique" dans le cadre du plan national de relance et de résilience, doté d'un budget d'environ 70 milliards d'euros. Le plan vise à coordonner les politiques énergétiques, qui comprennent la mobilité durable et le renforcement de la circularité de l'économie.

Le changement de paradigme énergétique promu par Piano repose sur des investissements dans des technologies innovantes, des infrastructures intelligentes et le développement numérique.

En ce qui concerne le secteur des transports, le MiTE encourage l'électrification, les transports publics, la réduction des véhicules privés et les systèmes susceptibles de renforcer la compétitivité de l'industrie nationale.

Ministère des infrastructures et de la mobilité durables (MIMS)

Les activités administratives du MIMS s'inspirent de l'Agenda 2030, en cohérence avec l'initiative NGEU et le PNRR. Les politiques de transition écologique et numérique et d'investissement dans la connaissance y occupent une place centrale.

Le MIMS dispose d'un budget d'environ 62 milliards d'euros dans le cadre du PNR, avec des projets et des réformes concernant les missions suivantes:

- la numérisation, l'innovation et la culture (0,49 milliard d'euros);
- révolution verte et transition écologique (15,8 milliards d'euros);
- les infrastructures pour la mobilité durable (41,8 milliards d'euros);
- l'inclusion et la cohésion 3,8 milliards d'euros.

6. Bibliographie et références sitographiques

- AdSP de la mer Adriatique orientale.* (2022, octobre). Tiré de <https://www.porto.trieste.it/ita/autorita-di-sistema-portuale-del-mare-adriatico-orientale/progetti-europei>
- AdSP du nord de la mer Adriatique.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.port.venice.it/it/progetti-europei.html>
- AI Smart - Réseau des petits ports de l'Adriatique ionienne.* (2022, septembre). Tiré de <https://greece-italy.eu/rlb-funded-projects/ai-smart/>
- Autoridad Portuaria de la Bahía de Algeciras-APBA.* (2022, septembre). Tiré de <https://innovacion.apba.es/innovacion/proyectos-de-innovacion-abp2020/>
- Autorité portuaire du Pirée.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.olp.gr/en/environmental-protection/eu-projects>
- Autorité portuaire de Hambourg.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport/its-projects#c8552>
- Autorité portuaire de Gdynia.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.port.gdynia.pl/rozwojowe/>
- Comité Européen de Normalisation-CEN et Comité Européen de Normalisation Électrotechnique-CENELEC.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.cencenelec.eu/>
- ACCORDE.* (2022, septembre). Tiré de <https://ertico.com/concorda/>
- DATEX II.* (2022, août). Tiré de <https://datex2.eu/>
- Plateforme ITS de l'UE.* (2022, août). Tiré de <https://www.its-platform.eu/>
- Normes ITS de l'UE.* (2022, août). Tiré de <https://www.itsstandards.eu/>
- Guide EU-ICIP.* (2022, août). Tiré de <https://www.mobilityits.eu/home>
- Agence exécutive européenne pour l'infrastructure climatique et l'environnement-CINEA.* (2022, août). Tiré de https://cinea.ec.europa.eu/index_en
- InITS tut européen des normes de télécommunications-ETSI.* (2022, août). Tiré de <https://www.etsi.org/>
- C-PORTS VERT.* (2022, septembre). Tiré de <https://greencportsproject.eu/>
- INEA.* (2022, août). Tiré de <https://ec.europa.eu/inea/en>
- PIXEL Ports.* (2022, septembre). Tiré de <https://pixel-ports.eu/>
- Port de Barcelone.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.portdebarcelona.cat/web/el-port/>
- Rijkswaterstaat.* (2022, septembre). Tiré de <https://www.rijkswaterstaat.nl/en/mobility/projects>
- SmartPort Pays-Bas.* (2022, septembre). Tiré de <https://smartport.nl/en/>
- Système de suivi et d'information sur la recherche et l'innovation dans le domaine des transports-TRIMIS.* (2022, août). Tiré de <https://trimis.ec.europa.eu/>
- Produit T2.3.1 "Rapport sur la conception conjointe des systèmes ITS " - Projet TRIPLO

