

Mobilité intelligente

Retour d'expérience de Bordeaux Métropole

Déploiement de services numériques de mobilité
coopératifs (STI-C)

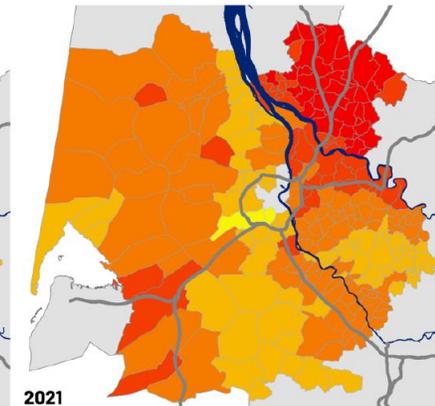
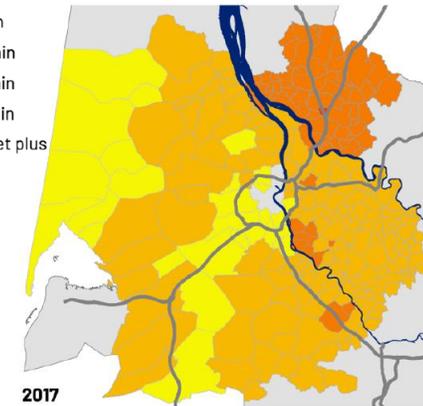
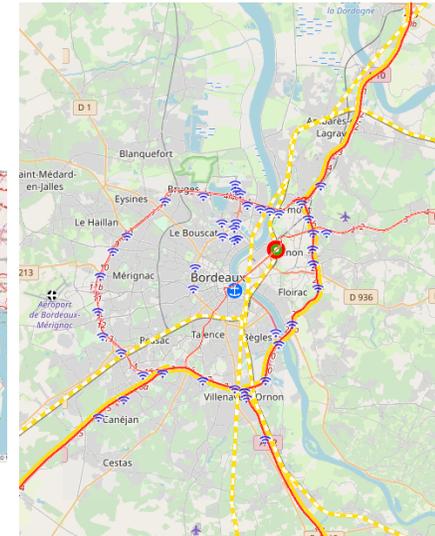
Eric Monceyron, Bordeaux Métropole

30 novembre 2023

Rendez-vous Mobilités du 30 novembre 2023
La mobilité intelligente au service des territoires

Bordeaux Métropole - Chiffres clés

- Dynamisme démographique - attractivité
 - 819 604 habitants₂₀₂₂ (+1,2% /an, 1417 /km²), incluant la ville de Bordeaux 260 858 hab. (5286 /km²),
 - Aire urbaine 994 920 habitants₂₀₂₂ (+1,4% /an),
 - Flux pendulaires croissants.
- Hub urbain sur le corridor Atlantique
- Une rocade, élément clé du système de mobilité local
 - + de 135,000 v/j, flux pendulaires aux heures de pointe
 - 15% PL
- Une congestion persistante (Index TomTom 32)
- Adaptation au changement climatique et réduction des émissions

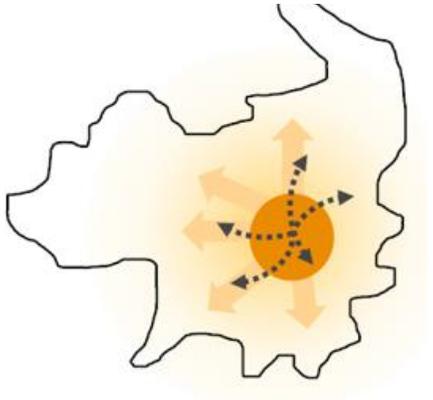


Variabilité des temps de circulation (aire urbaine) - Agence d'urbanisme Bordeaux Aquitaine

Transport et mobilités



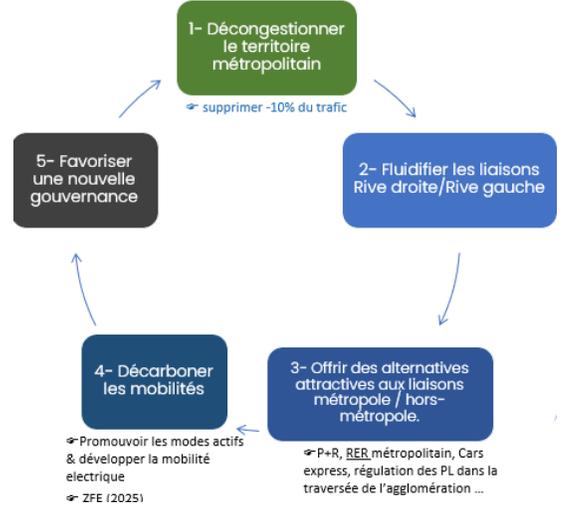
- 1995-2000** – 1995 marque le choix d'investir dans les transports en commun en site propre pour lutter contre le tout automobile. Il se matérialise dès 2000 par la **construction d'un réseau tramway de 3 lignes**.
- 2000-2010** – Le réseau de tramway prend forme et **sa fréquentation dépasse les attentes** ; pour la première fois, la part modale automobile recule au profit des TC et modes doux.
- 2010-2016** – Face à la **périurbanisation** et aux **enjeux persistants de saturation des transports collectifs et grands axes routiers**, la Métropole se concentre sur **l'extension du réseau de tramway**.
- 2016-2020** – La Métropole poursuit le **renforcement des infrastructures** tout en amorçant la **diversification de son approche des mobilités**, avec des démarches de diversification modale.



Transport public – AOM

- Effet positif du tramway,
- 171 M voyages/an₂₀₂₂,
- Une chaîne multimodale,
- Une nouvelle feuille de route mobilité [2020-2030] :

Axes principaux du schéma des mobilités 2020-2030 de Bordeaux Métropole



pwc Strictement privé et confidentiel

Projet urbain

Ecocity EPA Euratlantique

ITS WC Bordeaux

charte des mobilités

BORDEAUX 2015

1973

1985

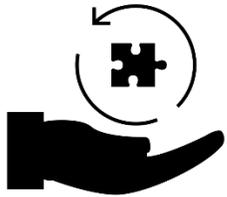
1995

2003

2015

↳ besoin de solutions toujours plus multimodales, décentralisées, sobres et agiles, adaptées aux spécificités du territoire

Un ensemble de solutions de mobilité intelligente



- Des solutions adoptées
- Des expérimentations :
- L'amélioration potentielle des conseils délivrés à l'automobiliste :
 - Emily : marketing individualisé incitant au report modal (travaux thèse F Labarre – R ATP Smartsystems – IxxiTechside - LAET)
 - Ireby : programme de fidélité incitant aux transports durables en voiture (bonus mobilité - Transway)
 - écoconduite : drivequant, wenow, eiver ...



(IxxiTechside)

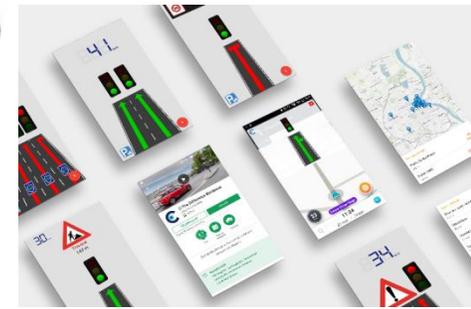


(Transway)



Stationnement
« ParkPredit »

EasyPark
Flowbird



« C-ITS »

Industrialisation
(MET)

Expérimentations :
Marketing individualisé
« Emily »
Bonus mobilité
« Ireby »
Covoiturage « Boogi »

Expérimentation 1
Les systèmes de transport intelligents coopératifs

« C-the Difference »



e-VMS (PMV embarqué)

Expérimentation 3
La prévision du temps de stationnement en voirie - ville de Bordeaux
« Park predict »



Expérimentation 2
La réalité augmentée au service de l'expérience voyageur à bord de tramways de Bordeaux

« Connectram »



Réalité augmentée
« Connectram »

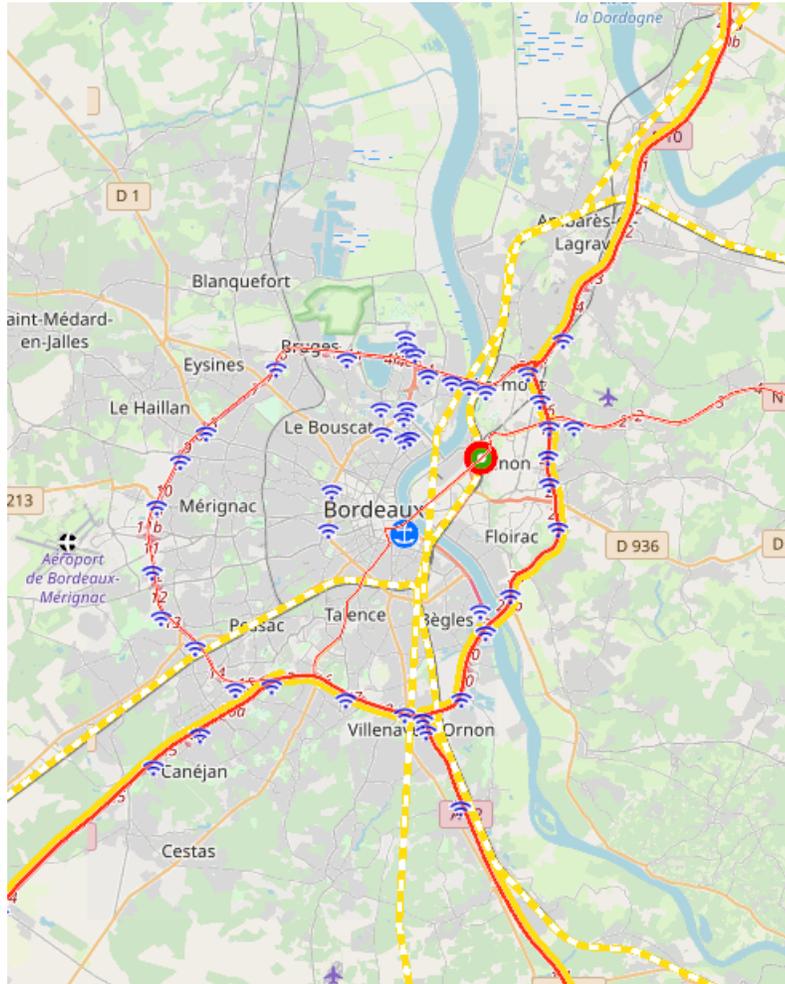
Industrialisation
(Kisio)



Site Pilote C-ITS de Bordeaux

(situation actuelle)

Units Bord de Route sur Rode (39 UBR)



- Ⓒ Un site de déploiement à grande échelle,
- Ⓒ Grâce à une collaboration public/privé, afin de renforcer l'engagement des parties prenantes impliquées dans la chaîne C-ITS/TMS, de la conception à la mise en production.



- Ⓒ Et aujourd'hui avec passation de marché publics.
- Ⓒ Basé sur un socle technologique national avec un ancrage local,
- Ⓒ Une application smartphone pour favoriser un déploiement rapide 'On-board traffic PC',
- Ⓒ Messages et profils aux standards ETSI – harmonisation C-Roads PKI L0, pre-L1 (IP),
- Ⓒ Communication hybride (longue et courte portée).

Bordeaux Pilot Site (urban node)	
C-ITS communication infrastructure	Long range + 10 ITS G5 test RSUs Short range on beltway: 40 RSUs
Pilot site coverage	530 signalized intersections + 53 tram light intersections (R24) > 2300 traffic lights
	65 off-street parkings (33,383 spaces) 26 P+R (7,317 spaces) 67 carpooling areas (690 spaces)
	24 VMS
	~ 30 C-ITS use cases

Une application pour un déploiement rapide à grande échelle = 'On-board traffic PC'



Green Light Optimal Speed Advisory (GLOSA)



Signal Violation/Intersection Safety



Road Hazard Warning



Road Works Warning



Park and Ride Information



Emergency Vehicle Approaching

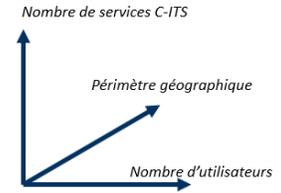


C-The Difference App (urban)



CoopITS (interurban + urban)

Website: <https://coopits.developpement-durable.gouv.fr/>



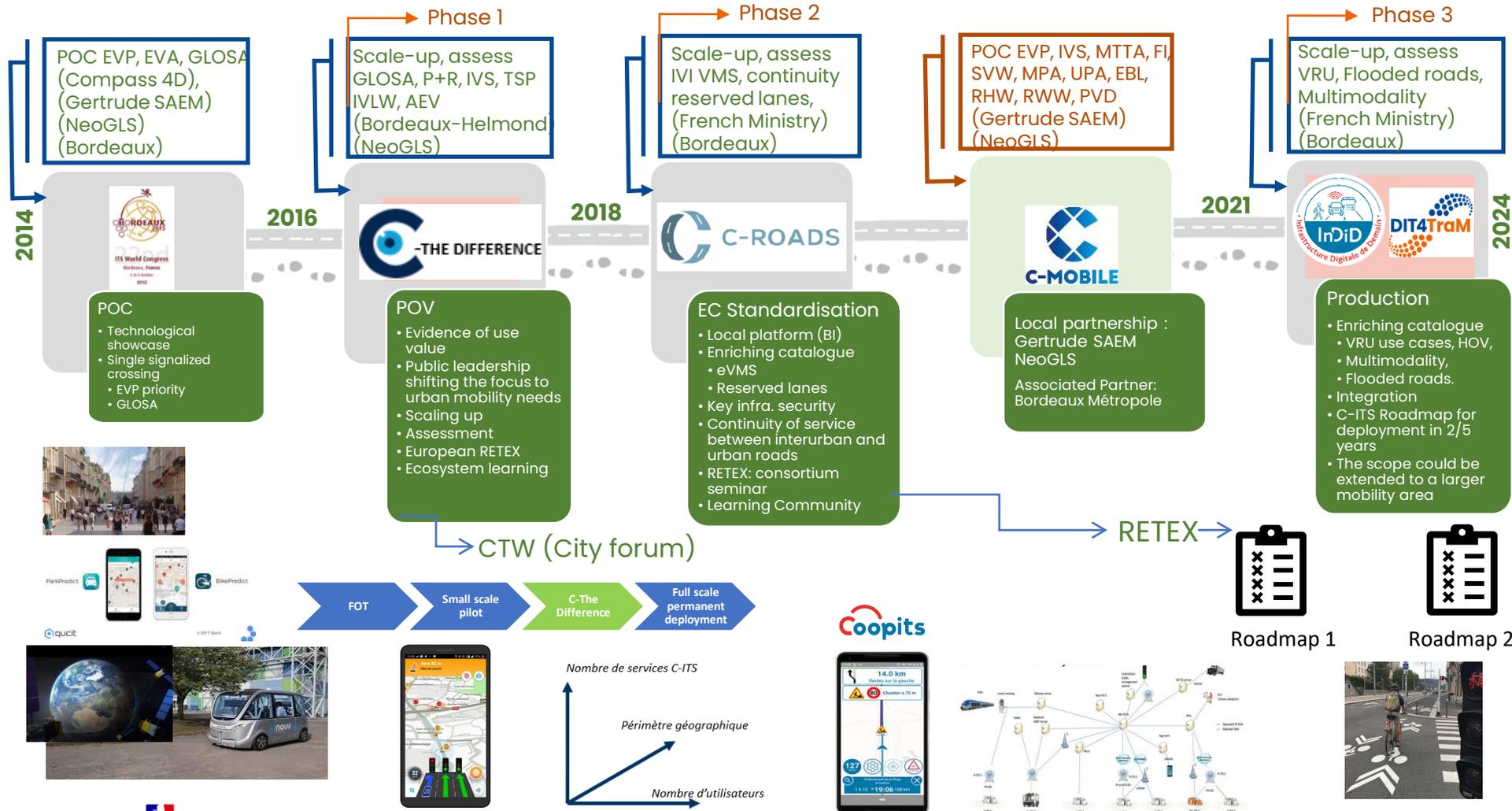
Associated projects:



Les 5 piliers de l'application C-ITS :

 application fiable pour plus de sécurité routière <i>Fiable, pour plus de sécurité routière</i>	Des données expertisées, issues des gestionnaires d'infrastructures, comme les feux de signalisation pour permettre d'adapter la conduite, ou encore les panneaux à message variable, les alertes chantiers, animal ou obstacle sur la voie, etc.
 Ecoconduite et mobilité durable	Conçue par le Ministère de la Transition Écologique, l'App favorise l'écoconduite en évitant l'attente au feu et en signalant les voies réservées au covoiturage ou aux transports en commun. Et en vous informant sur les disponibilités des places de stationnement dans les parkings relais et autres parkings publics
 Superposable	L'application peut être superposée à un système de navigation GPS préinstallé (Waze, par exemple) ou fonctionner indépendamment.
 Officielle, sécurisée et gratuite	Coopits respecte la vie privée de l'utilisateur : l'information reçue par le gestionnaire routier est strictement anonymisée. elle ne diffuse pas de publicité
 Support politiques publiques	Un outil numérique au service des politiques de mobilité durable, du schéma des mobilités 2020-2030 et des services techniques de la collectivité

Expansion du site pilote C-ITS et augmentation progressive du TRL



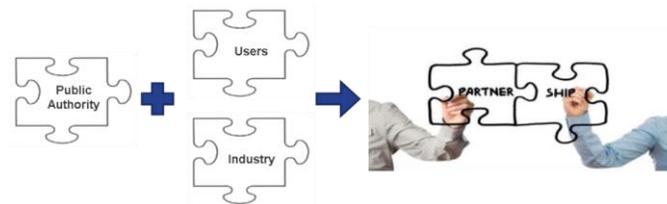
Comment les services C-ITS peuvent-ils répondre aux défis de la mobilité urbaine ?

• Phase 1: passage à l'échelle et preuve de valeur

- Nous avons sélectionné dès le début des services C-ITS pertinents, qui sont clés pour améliorer la circulation, réduire les émissions et accélérer la transformation numérique :

- **Signalized Intersection service:** GLOSA, **Traffic signal priority,**
- **In-vehicle speed limits,**
- Dynamic Lane Management –**reserved lane,**
- **Traffic information** (DENM, IVI) & Smart routing,
- **Park & Ride information,**
- **Off street** and on street parking information.

• Partenariat public/privé



- Recrutement et animation d'un panel d'utilisateurs,
- Une application ('On-board traffic PC')
- Tests en vraie grandeur (FOT) et évaluation



Phase 2: Continuité des services entre voiries urbaines et rocade

C Application nationale 

C Cœur d'agglomération :

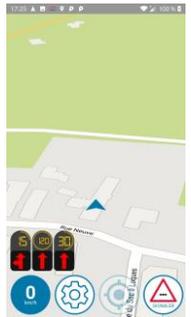
- encourager l'écoconduite et limiter les émissions des véhicules,
- et faciliter leur stationnement,
- sécuriser la traversée des carrefours à feux,
- en appelant à la prudence aux abords écoles,
- Les panneaux à message variable (par exemple, information sur les heures de fermeture du pont levant),
- et des informations concernant les travaux routiers.

C Première et deuxième couronne périurbaine :

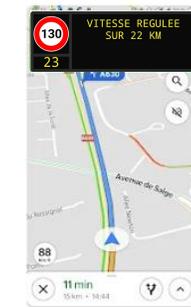
- informations sur les parcs relais,
- faciliter le temps de déplacement des transports publics (par exemple, bus sur la bande d'arrêt d'urgence rocade),
- améliorer l'efficacité et la sécurité du trafic,
- Informations dynamiques sur la limitation de vitesse - zone de régulation de la vitesse,
- signaler les accidents et les événements routiers.



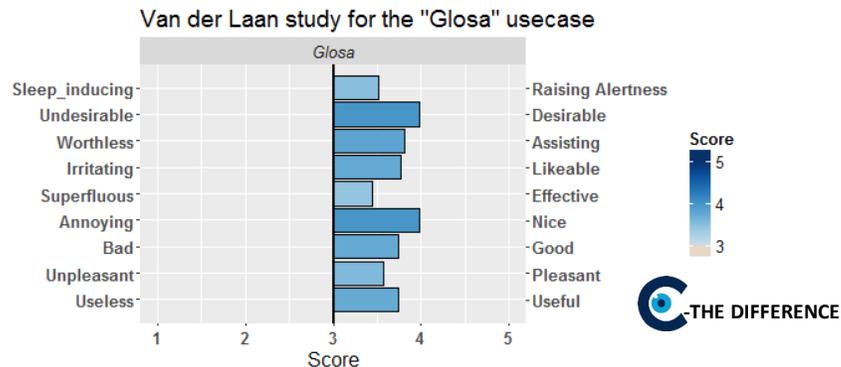
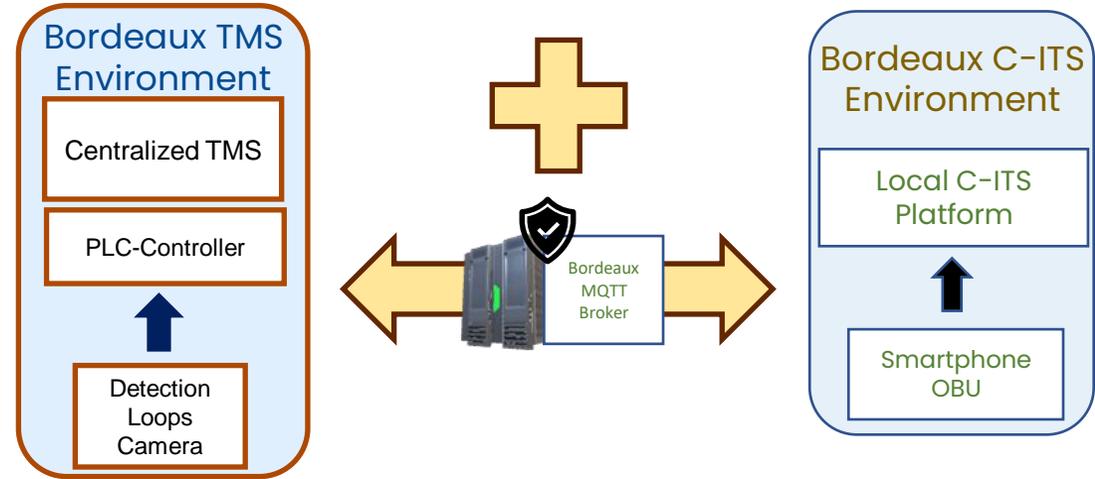
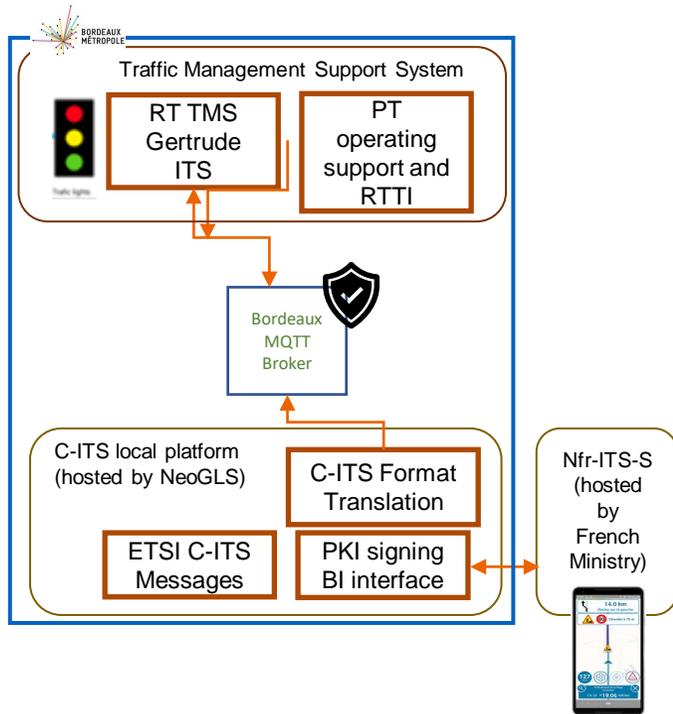
C-The Difference App



CoopITS App



Une gestion de trafic augmentée par les C-ITS



Signalized Intersection service (SI)	Environment	Traffic Efficiency	Traffic Safety
SI-GLOSA	☒	☒	☒
Signal Phase and Timing Information (SPTI)	☒	☒	☒
Traffic Light Prioritization	☒	☒	☒
Emergency Vehicle Priority (EVP) [POC 2019]	☒	☒	☒
Imminent Signal Violation Warning (ISVW) [POC 2018]		☒	☒

GLOSA: Tests en vraie grandeur (FOT)

Resources:

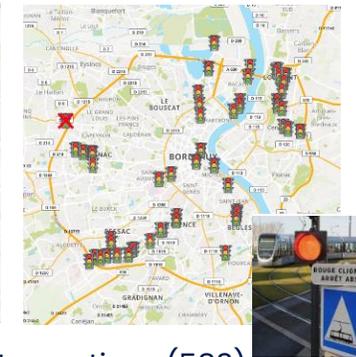
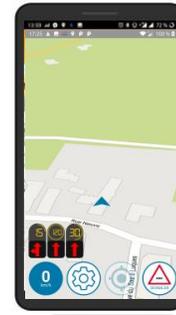
two Field Operational Tests with similar materials and Human-Machine Interface (HMI)



Bordeaux Métropole, France

Limited Data (February - July 2021)

- 78 different users (9 baseline + 69 end-users)
- Position collected every 250m or every 2 min



Operated Signalized intersections (583)

Nombre de services C-ITS

Périmètre géographique

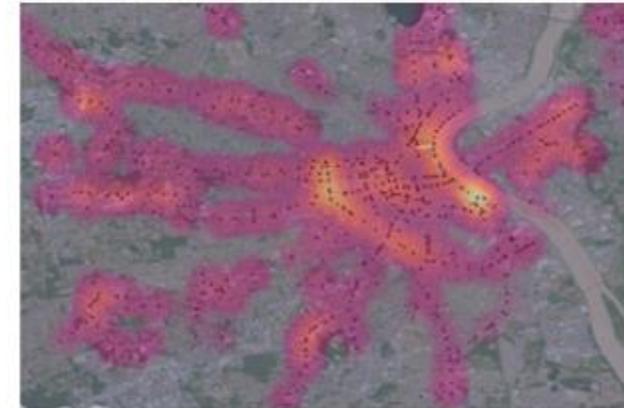
Nombre d'utilisateurs



Bordeaux Métropole, France

Larger Database (September 2017 – April 2018)

- 600 different users (300 baseline)
- 28 348 GLOSA triggered
- Position collected every 1s for a period of 30 s before and after the event (GLOSA)

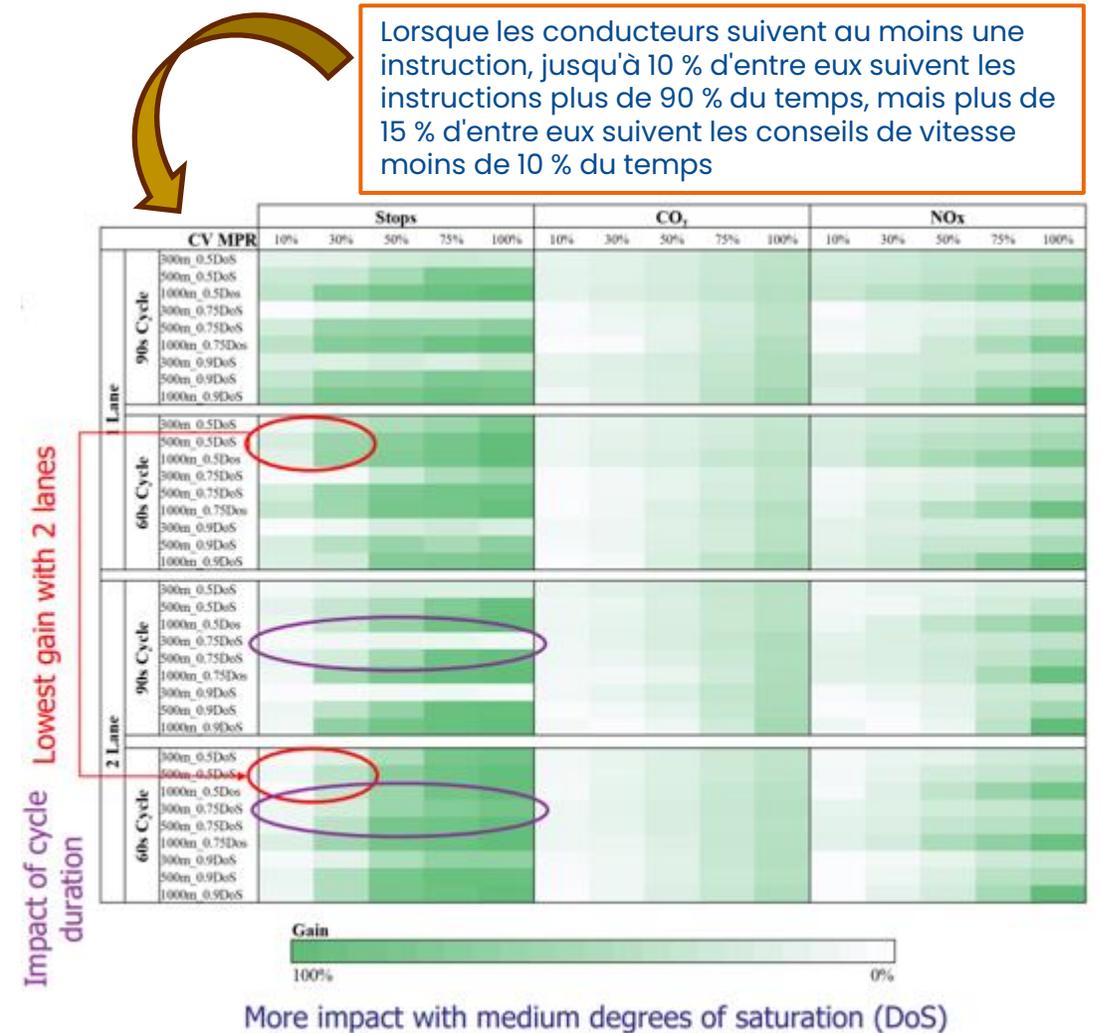


Heatmap of sensed Connected Vehicles during C-The-Difference project

Same GLOSA Algorithm & Similar HMI

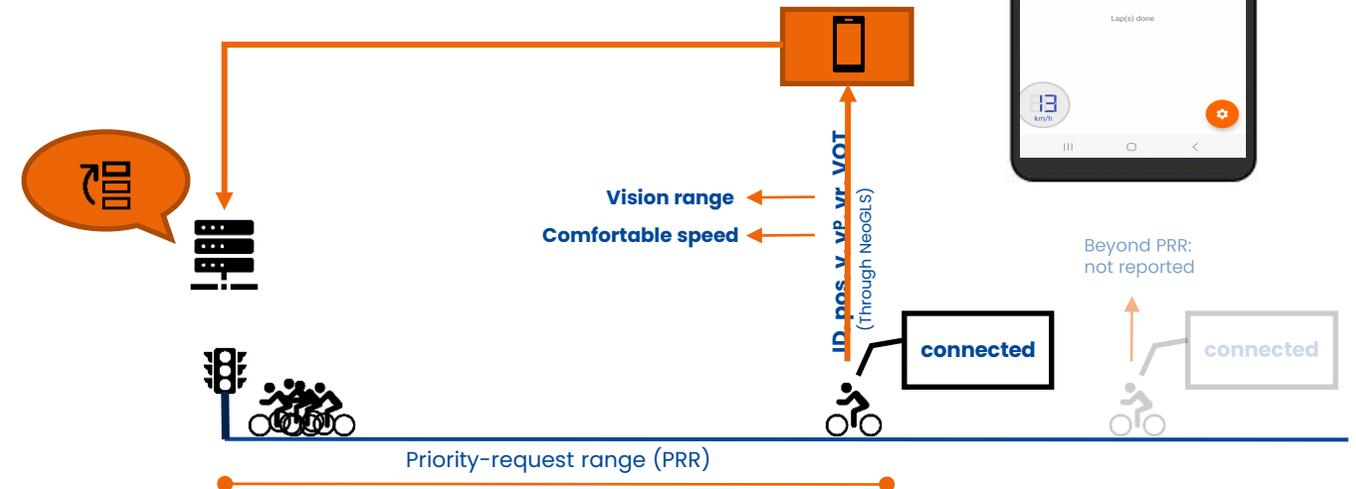
GLOSA – efficacité pour le trafic simulation et recommandations

- C Analyse des données, évaluation technique
- C Simulation pour interpoler de nouvelles situations et étendre spatialement l'analyse des performances
- C Le taux d'acceptation des recommandations de vitesse est estimé à environ 70 %
- C Le temps de réponse moyen entre l'apparition du message et un changement significatif de la trajectoire est ~ 5s
- C Un taux de réponse plus élevé, des réponses plus rapides et plus fortes sont observés pour des distances d'activation comprises entre 200 et 100 m
- C Mais les bénéfices (nombre d'arrêts, émissions de CO2) sont plus élevés avec une distance d'activation plus longue ou dépendent fortement de la durée du cycle
- C Les performances du GLOSA dépendent de la densité du trafic
- C Pour le passage à l'échelle, il est préférable d'appliquer le service GLOSA
 - C à un degré de saturation moyen (~50%),
 - C sur des configurations à une voie pour s'affranchir du dépassement par des véhicules non connectés
 - C à une distance d'activation plus longue, lorsque la durée du cycle est plus élevée

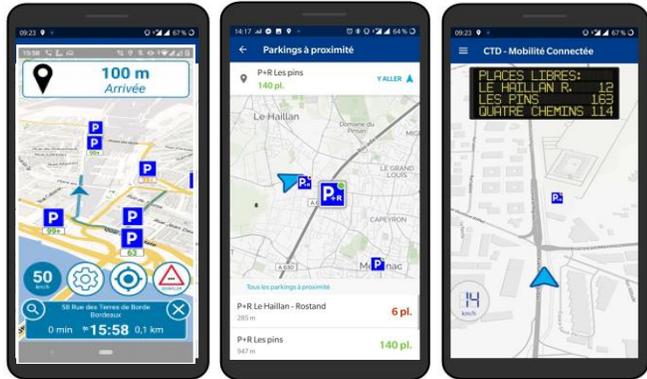


Priorité des cyclistes aux feux

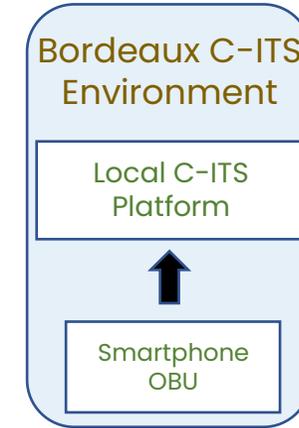
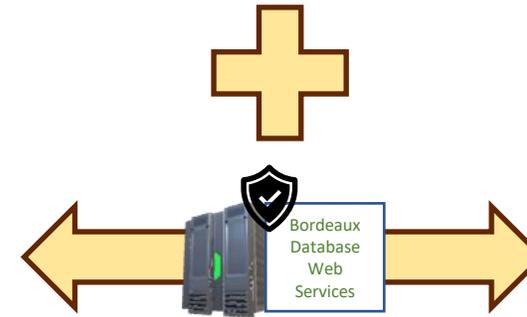
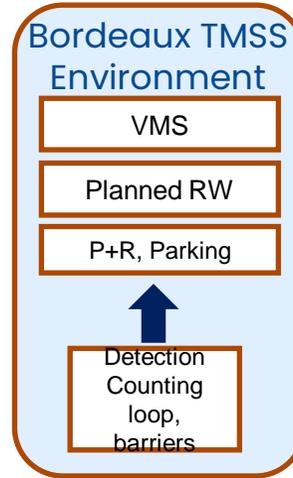
- Site pilote [2021- 2024]:
- Objectif du pilote de Bordeaux = mise en œuvre d'une politique de priorité multimodale par un contrôle décentralisé (POC)
- Exploiter les capacités des C-ITS pour les demandes de priorité
- Collecter des informations (en temps réel) sur les véhicules.



Les autres services: parkings, information travaux, ...



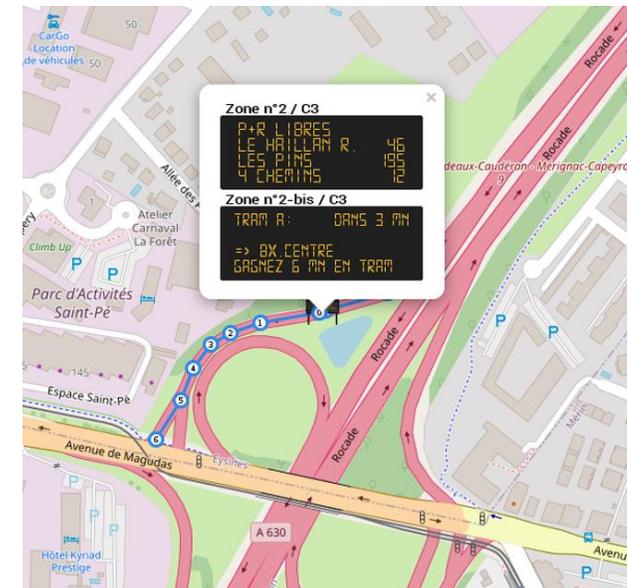
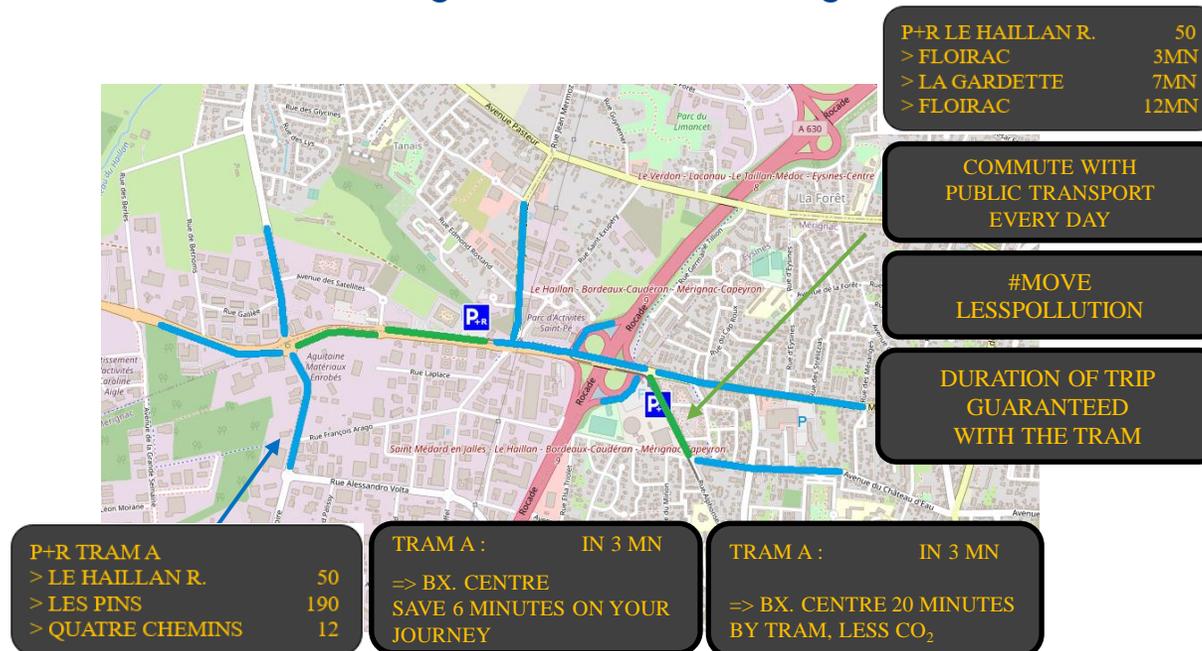
26 P+R (7,317 spaces)
 65 Off-street parkings (33,383 spaces)
 67 carpooling areas (690 spaces)



IVI + parking + RWW services	Environment	Traffic Efficiency	Traffic Safety
In-vehicle signage - eVMS	☒	☒	☒
Off-street Parking	☒	☒	
Park & Ride modal shift	☒	☒	
In vehicle dynamic speed limit near schools (DSLII)	☒	☒	☒
Road Works Warning (LC, RC)	☒	☒	☒

Report modal aux Parcs relais (P+R)

- C Renforcer le transfert modal vers les transports publics
- C Informations transmises au conducteur :
 - C Le nombre de places de stationnement disponibles dans les parcs relais situés sur la ligne (P+R)
 - C Le délai avant le prochain tram ou bus à ce P+R,
 - C Une comparaison des temps de trajet entre modes de transport,
 - C La fréquence des transports publics,
 - C Des messages visant à encourager l'utilisation des transports publics.



Rocade – Phases 1 & 2

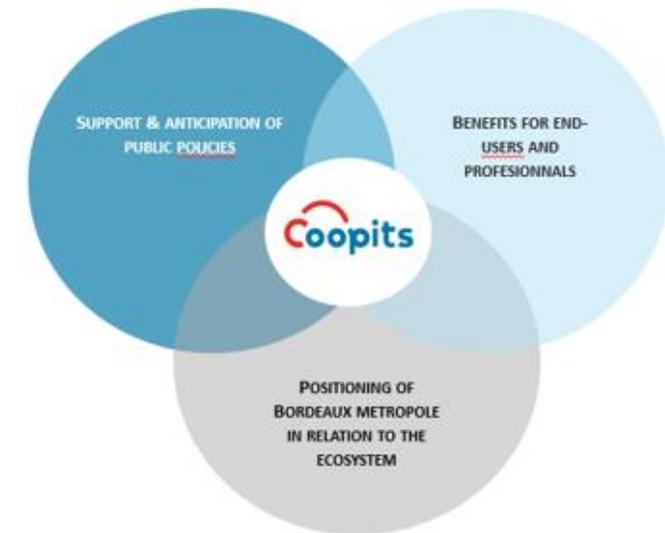
(DIR Atlantique)

C-ITS Service	Use-Case	Acronym
Road Works Warning (RWW)	Lane Closure & Road Closure	RWW-LC RWW-RC
Signage applications	In-vehicle signage (Embedded VMS)	IVS-FT IVS-TS
	In-vehicle dynamic speed limit information - speed regulation zone	IVS-TS
Hazardous Location Notifications	Alert accident area	HLN-AZ
	Traffic jam Ahead warning	HLN-TJA
	Alert stationary vehicle / breakdown	HLN-SV
	Alert temporary slippery road	HLN-TSR
	Alert animal/person on the road	HLN-APR
	Alert obstacle on the road	HLN-OR
Parking, park & ride, multimodality	Information on parking location, availability and services	POI



Phase 3: le niveau de maturité roadmap 2022-2023

- Ⓒ également un moyen efficace de soutenir les objectifs et notre politique de mobilité locale à différentes échelles :
 - Ⓒ Cœur d'agglomération :
 - Renforcer la sécurité des usagers vulnérables (cyclistes, piétons),
 - Priorité aux véhicules désignés, et sécurisation des carrefours à feux,
 - Ⓒ Première et deuxième couronne périurbaine :
 - Renforcer le transfert modal vers les principaux transports publics,
 - Faciliter le covoiturage et le temps de trajet en transports publics
 - Information en faveur d'une ville résiliente, face à divers événements (par exemple, routes inondées lors de crues estuariennes)
- Ⓒ Évaluation, en tenant compte des résultats précédents et en révisant les hypothèses initiales.



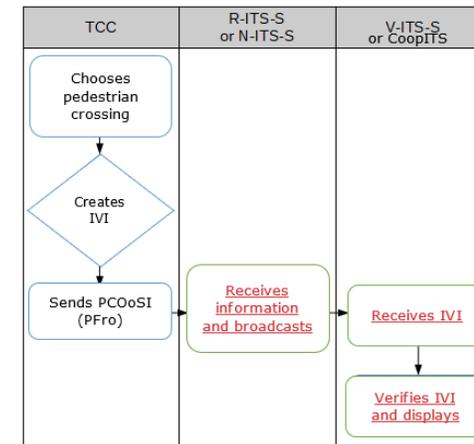
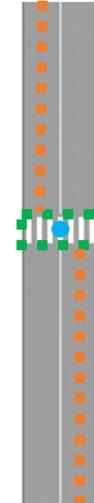
Passage de piétons en dehors d'un carrefour à feux - avertissement aux véhicules en approche



Detection zones:
In the middle of the carriageway, one zone per road side.

Reference position:
Pedestrian crossing center.

Relevance zone:
Pedestrian crossing perimeter.



Route fermée en cas d'inondation, avec itinéraire de déviation

L'objectif est d'informer les conducteurs arrivant sur une zone inondée que la route est fermée.



En outre, la déviation appropriée à suivre est indiquée. La déviation peut être décrite dans un ou plusieurs messages (IVI) en fonction de la longueur de la déviation.



regulatory-7-13



regulatory-7-19



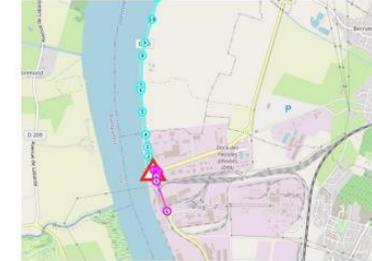
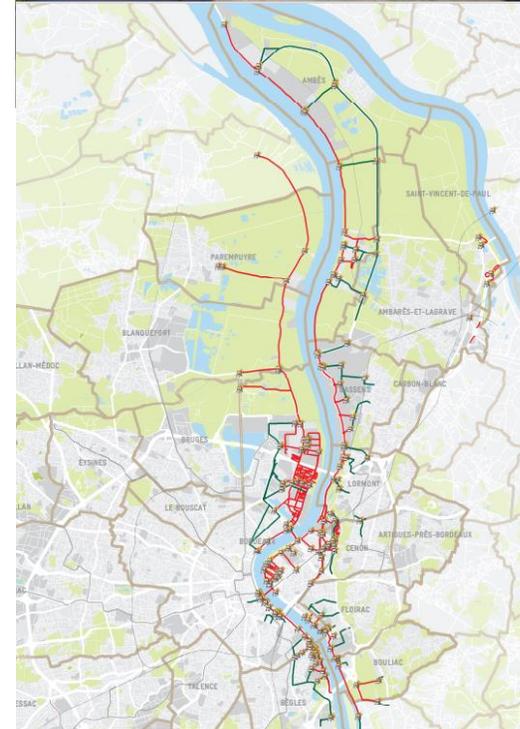
regulatory-7-18



regulatory-7-14



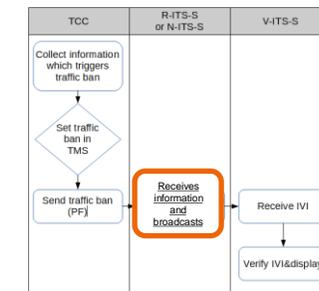
regulatory-7-15



Main DENM message (flooded road)



Secondary IVI messages (detour)



19

Challenges

Challenges

- Réaliser une extension substantielle du site pilote C-ITS et répondre aux besoins des villes.
- Tester et tirer des enseignements de l'application de ces nouvelles technologies, et démontrer par une évaluation :
 - leur pertinence, leur robustesse, leur interopérabilité,
 - et la continuité du service dans l'environnement urbain sous conditions opérationnelles et réelles tout en respectant les règles de sécurité.
- Réaliser une évaluation complète des avantages et de l'impact :
 - Design/experimental plan,
 - définition/constitution d'une base de référence (baseline),
 - essais opérationnels sur le terrain (FOT) et analyse des données.
- Promouvoir et maintenir un processus d'innovation sur la durée pour atteindre un niveau de maturité suffisant,
- Sensibiliser les décideurs politiques locaux sur la capacité d'apporter des solutions C-ITS concrètes en support de la politique de mobilité
- Renforcer l'engagement entre les parties prenantes publiques et privées impliquées dans les C-ITS, du développement à l'exploitation des services,
 - Avec l'objectif à moyen terme d'industrialiser les services C-ITS.

Et succès

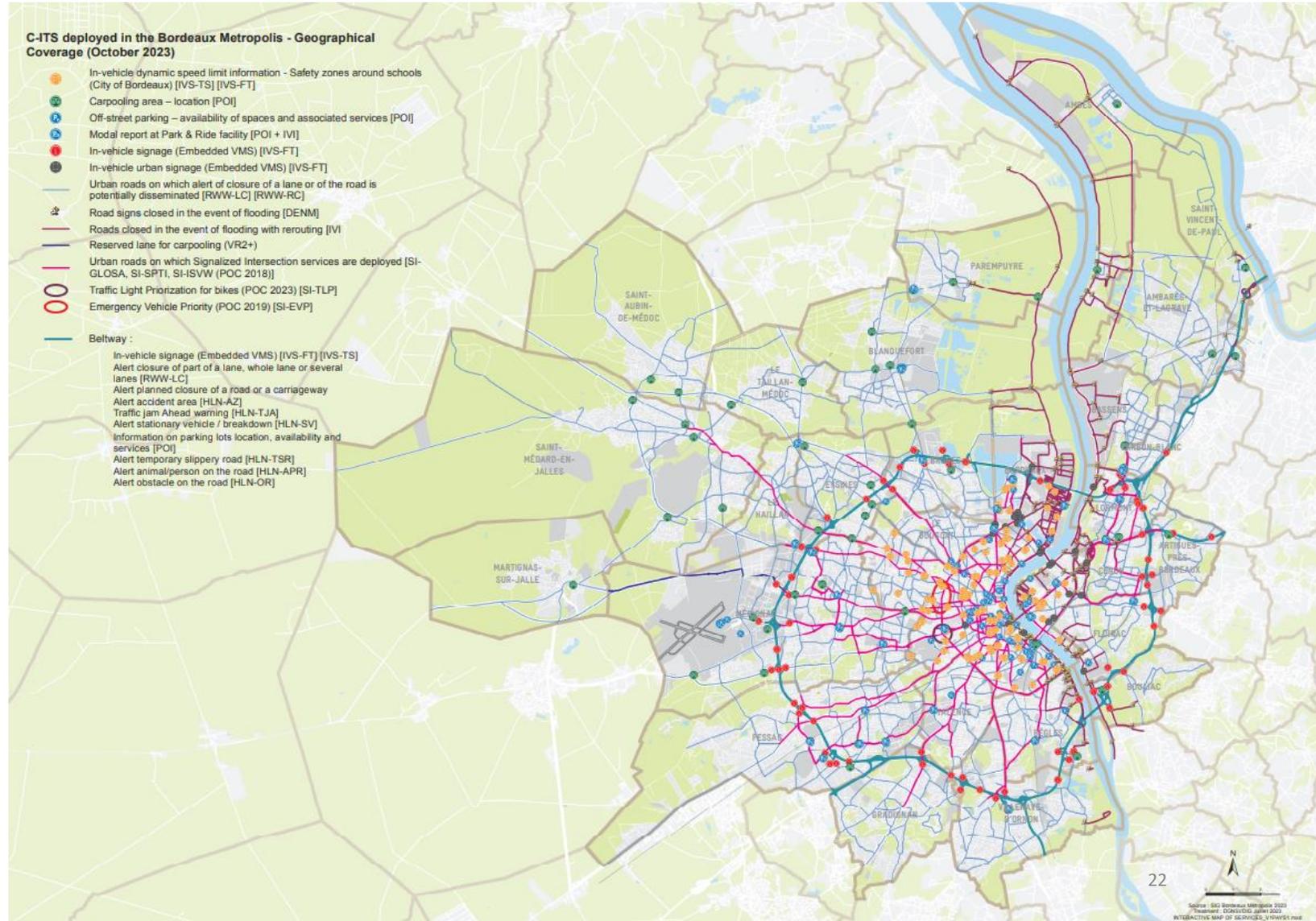
- Avoir changé la manière d'aborder le sujet de l'innovation technologique, avec un choix de cas d'usage guidé par la politique de mobilité (pourquoi),
- Avoir poursuivi une démarche d'innovation incrémentale avec un niveau de TRL croissant pour arriver aujourd'hui à un stade de production (robustesse, fiabilité, interopérabilité, répliquabilité), grâce au partenariat du Ministère français et à la plateforme C Roads (comment),
- Avoir ainsi contribué à la construction de l'écosystème (qui), et envisagé la possibilité d'étendre le périmètre de déploiement des services " sans couture " sur l'agglomération (où), en fonction des besoins de la population,
- Déploiement relativement rapide d'une trentaine de cas d'usage dans l'agglomération bordelaise, grâce à l'Application superposée au navigateur GPS,
- Et par la mise à disposition de données brutes de qualité, en temps réel, fournies par des experts,
- Avoir gagné en autonomie, en maturité et en capacité à proposer des cas d'usage utiles localement,
- Avoir mis en place un moyen de traduire/décliner le C-ITS dans un contexte opérationnel local,
- Et avoir organisé des événements dédiés (retour d'expérience) pour construire la feuille de route et passer à la phase suivante.

Enseignements & recommandations

- Apprendre à surmonter les difficultés de déploiement,
- Apprendre par la pratique, pour identifier le domaine opérationnel
- Tests et évaluation : recruter et impliquer de vrais utilisateurs finaux dès le départ, gérer la communauté,
- Mise en place d'une chaîne de collecte de données complète
- Évaluation qualitative pour souligner l'effet positif sur la sensibilisation et le comportement des conducteurs.
- poursuivre l'élaboration de recommandations de déploiement concrètes et ciblées, à partir des résultats de l'évaluation d'impact, liées à des objectifs politiques et à des considérations opérationnelles
 - Outils de simulation pour tester les conditions de passage à l'échelle
- Être patient, un taux de pénétration et d'adoption seuil est nécessaire pour obtenir les premiers bénéficiaires
- L'importance de mettre en place une équipe d'évaluation indépendante,
 - Et ajuster en fonction des précédents tests in-situ, compléter la base de référence et ne pas tirer de conclusions hâtives.
- L'importance pour les villes de reprendre le leadership en matière de C-ITS afin de promouvoir la sélection de services qui répondent aux besoins de mobilité urbaine, et en développant davantage le dialogue et la coopération avec les parties prenantes.

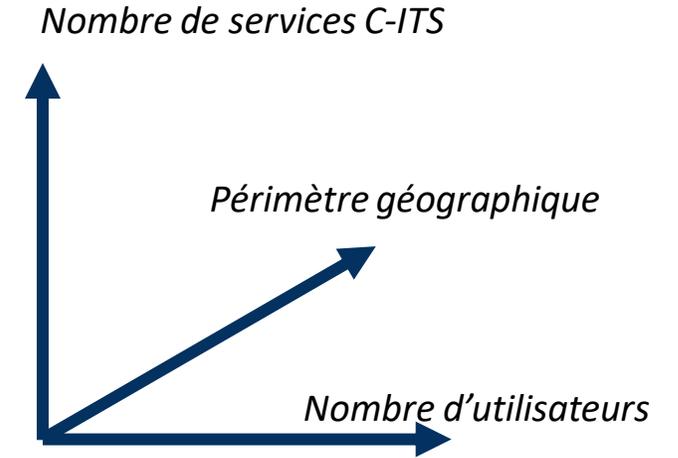


Services C-ITS : périmètre de déploiement (2023)



Le passage à l'échelle

- **Waze**, l'application de navigation aux 20 millions d'**utilisateurs** actifs par mois en **France**
- **Gironde** : 1,7 M habitants, 700 000 emplois



2- Des citoyens au cœur de e-services utiles localement, utilisables et utilisés

L'enjeu du passage à l'échelle - Leviers

Communication institutionnelle Marketing

Ministère + Bordeaux Métropole + partenaires au sein du bassin de mobilité

CITS – services & data (18 pays)



Communauté d'utilisateurs navigateurs numériques

Complémentarité Coopits et navigateur numérique : Waze, Googlemap, Coyotte, TomTom + Mappy + ...

NAPCORE – NAP (27 pays)



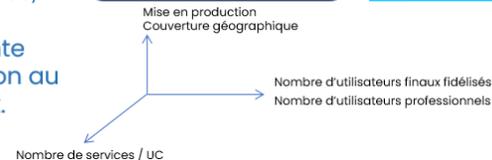
Communauté d'utilisateurs navigateurs numériques intégrés au véhicule

Constructeurs automobiles, C2C-CC, Kapsch, ...
Chargement appli présente sur le store et superposition au navigateur embarqué (ex. Android)

Hyperviseur de données



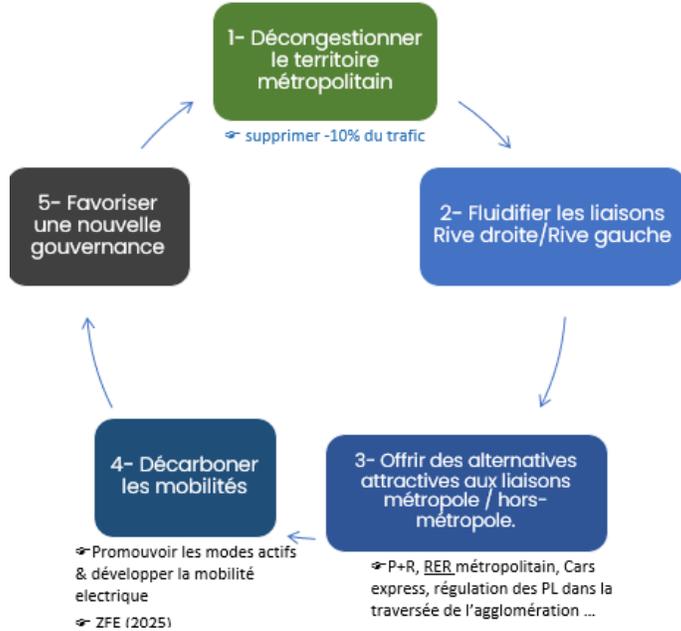
CITS + Navigateur Numérique



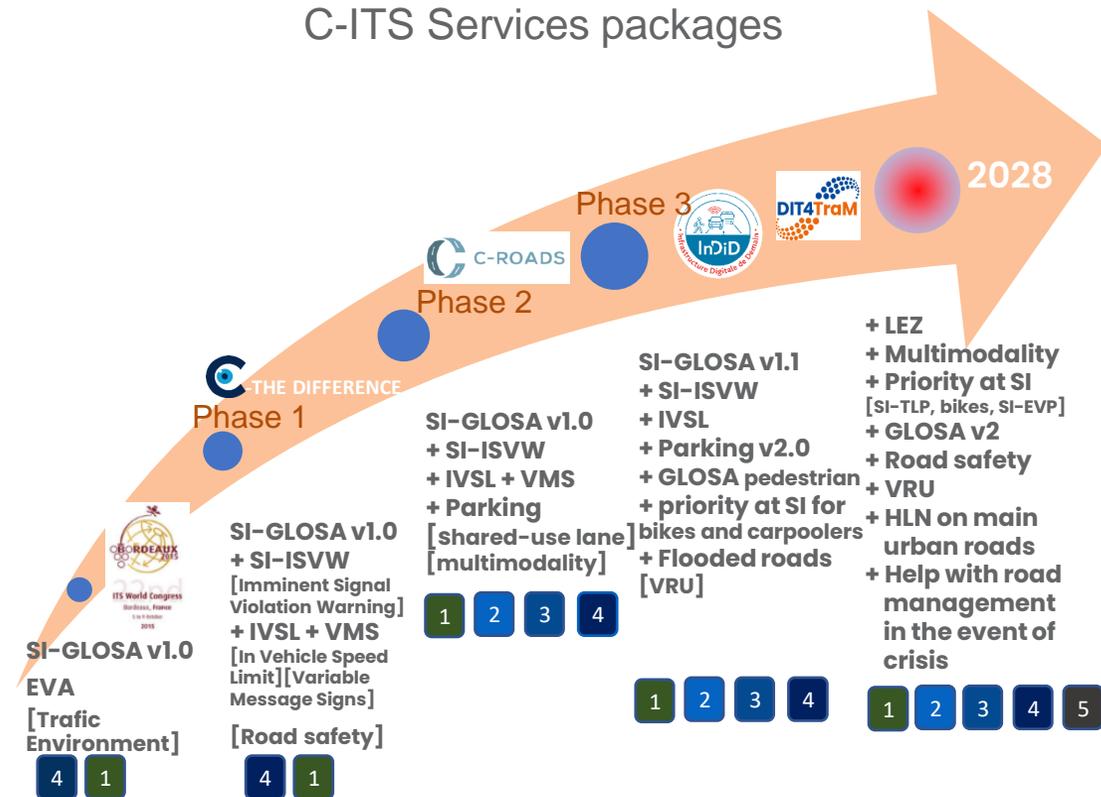
- (1) Mettre à disposition des données/messages expertisés et standards ETSI, aux différents médias
- (2) Vecteur de diffusion de la stratégie et directive ITS révisée
- (3) Viser la complémentarité avec les navigateurs numériques
- (4) Communication institutionnelle (adossement à Bison futé)
- (5) Intégration OEM (TT Market)

Les C-ITS adressent la plupart des objectifs - prochains challenges

Axes principaux du schéma des mobilités 2020-2030 de Bordeaux Métropole



C-ITS Services packages



Merci pour votre attention

Contact

Eric MONCEYRON

Directeur de projet

Direction Générale du Numérique et des Systèmes d'Information,
Bordeaux Métropole

 e.monceyron@bordeaux-metropole.fr

 +33 5 56 99 88 30



Annexe

Urban roads – Phases 1 & 2

C-ITS Service	Use-Case	Acronym	Summary - Comment
Signalized Intersections (SI)	Green Light Optimal Speed Advisory	GLOSA*	580 Signalized Intersections
	Signal Phase and Timing Information	SI-SPTI*	The service is to give to drivers the time to green to optimize their approach to a traffic light (maintain actual speed, slow down and adopt a specific speed).
	Imminent Signal Violation Warning (POC 2018)	SI-ISVW	The service is to inform a driver that he is going to viol a red light or stop if nothing is done.
Road Works Warning (RWW)	Emergency Vehicle Priority (POC 2019)	SI-EVP	The service is to give priority to emergency vehicles at traffic lights
	Lane Closure	RWW-LC**	The vehicle receives information about the neutralization of part of a lane or a lane closure (but without road closure).
	Road Closure	RWW-RC**	

(*) production mode – operational (**) operational – update in progress

Urban roads – Phases 1 & 2

C-ITS Service	Use-Case	Acronym	Summary - Comment
Probe Vehicle Data (PVD)	Vehicle Data Collection	PVD-VDC*	
Parking, park & ride, multimodality	Park & rides – availability of spaces and associated services	POI*	
	Off-street parking – availability of spaces and associated services	POI*	
Traffic Management	Dynamic Lane Management – Reserved Lane: carpooling (VR2+)	IVS-TS* IVS-FT*	
Signage applications	In-vehicle dynamic speed limit information - Safety zones around schools	IVS-TS** IVS-FT**	The service aims at providing vehicles with dynamic speed limit from a TCC, so the user can adapt his speed, especially around schools
	In-vehicle signage (embedded VMS)	IVS-FT*	The information can reproduce what display a physical VMS or display a new message (virtual VMS)

(* production mode – operational (** operational – update in progress)

Ring road – Phases 1 & 2

(operated by DIR Atlantic, French Ministry)

C-ITS Service	Use-Case	Acronym
Road Works Warning (RWW)	Lane Closure & Road Closure	RWW-LC RWW-RC
Signage applications	In-vehicle signage (Embedded VMS)	IVS-FT IVS-TS
	In-vehicle dynamic speed limit information - speed regulation zone	IVS-TS
Hazardous Location Notifications	Alert accident area	HLN-AZ
	Traffic jam Ahead warning	HLN-TJA
	Alert stationary vehicle / breakdown	HLN-SV
	Alert temporary slippery road	HLN-TSR
	Alert animal/person on the road	HLN-APR
	Alert obstacle on the road	HLN-OR
Parking, park & ride, multimodality	Information on parking location, availability and services	POI



Urban Roads (Phase 3)

C-ITS Service	Use-Case	Acronym	Summary
Parking, park & ride, multimodality	Modal report at Park & Ride Facility	POI IVI	The service is to strengthen modal shift to PT
	Carpooling areas informations	POI	
	Traffic Light Prioritization (POC 2023 for bikes and carpoolers)	SI-TLP	The service is to give priority to specific vehicles at traffic lights
	VRU - Facilitation and safety of specific pedestrians crossing at urban signalized intersection		The service consists of anticipating the users' arrival at a signalized intersection by informing them about the status of the pedestrian light, and by encouraging the request to cross upstream of the pedestrian traffic light, then by allocating a green time slot adapted to the user profile

(Under development)

Urban Roads (Phase 3)

C-ITS Service	Use-Case	Acronym	Summary
Signalized Intersections (SI)	VRU - Improved guidance for visually impaired people when approaching and crossing a signalized intersection (POC 2023)		The use case aims to improve the guidance, by informing them of the status of the pedestrian light located on their route, and if necessary, adapting the green time.
Traffic Management	Road closed in the event of flooding, with rerouting	DENM IVS-FT	The service consists of alerting road users of flooded road sections, after an estuarine flood warning has been issued.
Signage applications	VRU - Pedestrian Crossing Outside of Signalised Intersection: warning to approaching vehicle	IVS-TS	The service consists of warning vehicles in approach of a pedestrian crossing outside a signalized intersection (specific point identified by the traffic operator) and encouraging vehicle drivers to exercise caution.

(Under development)

Première vague de tests in-situ

- 2 au 6 octobre : « baseline measurements »
- 9 au 13 octobre : première semaine de test avec les algorithmes de TUD
- 16 au 20 octobre : deuxième semaine de test avec les algorithmes de TUD

