RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Chaire MTI

ROB

BORDEAUX INP

INP Enseirb-Matmeca

ID4 MOBILITY

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN



MESURE DES MODES ACTIFS

Résultats des évaluations des capteurs vélo en sites dédiés et partagés

***Valérie LERAY**, Chargée d'études en Ingénierie de trafic et ITS (Cerema IF)*
***Viktoriia ATAVINA**, Responsable d'études sur les ITS (Cerema IF)*
***Cristina BURAGA**, Responsable de Projets Capteurs et ITS (Cerema Med)*

17 novembre 2026

SOMMAIRE

Introduction

- Enjeux de l'évaluation des mobilités actives

Méthodologie d'évaluation

- Mobilités par type de sites
- Types de mesures et indicateurs

Expérimentations en Ile-de-France

- Voie verte
- Boulevard urbain avec bande cyclable

Conclusions et perspectives

INTRODUCTION

Enjeux de la mesure des mobilités actives

ENJEUX DE LA MESURE DES MOBILITÉS ACTIVES

Contexte de sécurité routière et gestion des trafics :

- observatoires : suivre l'évolution de la mobilité locale/nationale
- accidentologie : diminuer les risques pour les usagers vulnérables

*=> Améliorer la **sécurité de tous les usagers** pour une mobilité multimodale apaisée*

Evaluation des politiques de transport :

- développer les infrastructures, évaluer les aménagements cyclables
- améliorer l'information des usagers, encourager des mobilités multimodales

*=> Enjeux de **coopération** entre les parties prenantes publiques et privées*

Connaissance des trafics cyclistes vs. motorisés :

- mesurer les parts modales cyclables, analyser les comportements des usagers
- améliorer la collecte et diffusion des données de comptage cycliste

*=> Besoin d'**outils adaptés** pour évaluer la qualité de mesure (tous modes)*

Cadre d'évaluation

Types de sites, dispositifs et usagers

Mobilités par types de sites

Partenariats d’évaluation

TYPES DE SITES

➢ **Evaluation des dispositifs** pour la mesure des modes actifs, de manière objective :

- **Sur plan métrologique**, pour quantifier les performances de mesure des dispositifs
- **Sur plan fonctionnel**, pour qualifier les cas d'usage identifiés sur des sites réels



Pistes cyclables



Voies vertes



Bandes cyclables



Vélorues

➢ **Evaluation des usages** selon les types d'aménagements cyclables :

- **Sites dédiés**, pour les modes actifs ou doux (pistes cyclables, voies vertes)
- **Sites partagés**, avec les modes motorisés (bandes cyclables, vélorues, etc.)

Définition aménagements cyclables : Cahiers du Cerema Rendre sa voirie cyclable – Les clés de la réussite

Schéma cyclable sur le site PAN-FR : https://doc.transport.data.gouv.fr/producteurs/amenagements-cyclables

TYPES DE DISPOSITIFS

La plupart des dispositifs ont des versions **routières ou urbaines**, pour optimiser leurs performances de détection des modes motorisés ou actifs.

En conditions réelles selon les sites, les dispositifs peuvent détecter différemment certaines catégories de cycles, 2RM, piétons, trottinettes et autres EDP.

- 2RM deux-roues motorisés
- EDP Engin de Déplacement Personnel

	: Même dispositif utilisable pour le trafic routier et les modes actifs
TR	: Dispositif dédié au Trafic Routier
MA	: Dispositif dédié aux Modes Actifs
	: Fonctionnalité non disponible ou non documentée pour les dispositifs considérés
*	: Fonctionnalité disponible selon le modèle et les capacités de traitement
ND	: Usagers détectés mais non discriminés entre eux

	Type/Modèle suivant application	Piéton	Vélo	Trottinette	Autre EDP	2RM	VL	UT/VUL	PL	Bus
Vidéo IA					*					
LiDAR / Scanner Laser	TR									
	MA			*						
Radars	TR		*						ND	
	MA			*		* ND				
Radar FMCW	TR							*		
Radar Frontal		*	*							
Magnétomètre	TR					*				
	MA						* ND			
Boucles	TR		*							
	MA									
Barreaux Piézos	TR									
Bandes ou câbles piézos	TR		*	*						
	MA				*	*				
Tubes	TR		*			*				
	MA				*					
Capteur pyro	MA	* ND								
Stéréoscopie therm. Et num.	TR					ND				
	MA									
Plaques	TR									
Dalles	MA	* ND								

TYPES D'USAGERS

Cerema

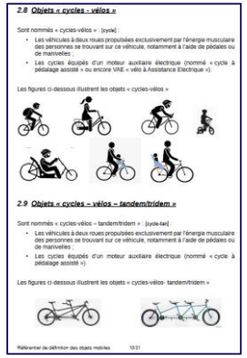
Référentiel de définition des objets mobiles pour classification

Extraits du référentiel de classification













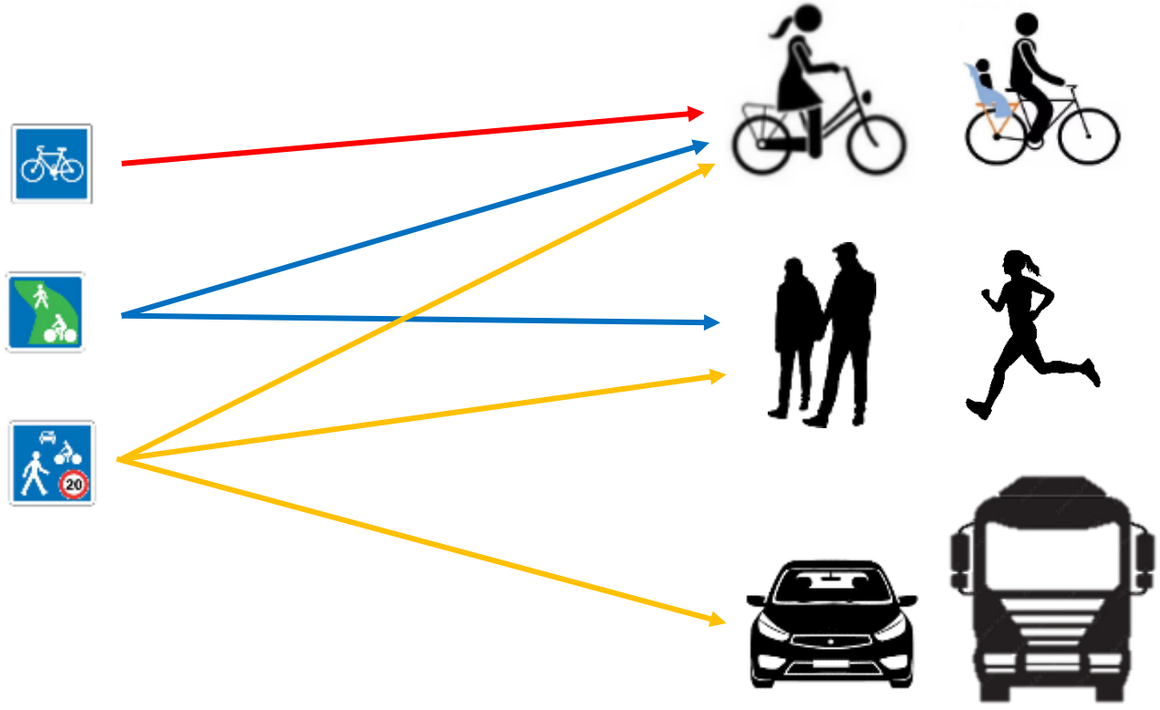
*=> **Grille de référence** : pour classer les objets/utilisateurs de la même manière que le système évalué.*

MOBILITÉS PAR TYPES DE SITES

Bande/piste cyclable

Voie fermée, voie verte

Vélorue, zone partagée



*=> **Analyse du besoin** : pour détecter les principales catégories d'usagers (échantillon suffisant) par types de sites.*

PARTENARIATS D'ÉVALUATION

- **Collectivités** : évaluer les pratiques cyclables et le développement des infrastructures

- **Industriels** : développer des technologies et dispositifs innovants pour mesurer les nouvelles mobilités

- **Cerema** : apporter une expertise publique en mobilité, aménagement territorial et environnement





*=> **Métrologie du trafic** (études et expérimentations Cerema) :*

- ✓ ***Assistance technique** et des **recommandations** pour les gestionnaires*
- ✓ ***Méthodologie pour l'évaluation** des dispositifs de mesure des modes actifs*

Méthodologie d’évaluation

Méthode d’évaluation

Indicateurs

MÉTHODE D'ÉVALUATION

Période d'évaluation (2 semaines) :

- Collecte des données de référence et des données pour chaque dispositif
- Analyse et comparaison des données pour chaque dispositif

Site d'évaluation (débit aux heures de pointe > 50 cycles/h, de préférence > 100) :

- mesures agrégées (qualification des débits horaires) : 30 échantillons de 133 usagers
- mesures individuelles (qualification des détections/classifications) : > 100 usagers par catégorie

« Site propre » Coulée verte (2023)

Piétons	Vélos	Trottinettes	Autres usagers
12 128	15 655	954	1 168
40,6 %	52,3 %	3,2 %	3,9 %

Total tous usagers 29 905

« Site partagé » Paris (2025)

Trottinettes	Vélos	2RM	VL	VUL	PL	BUS
4 458	23 953	11 197	33 132	9 017	1 778	961
5,3 %	28,3 %	13,3 %	39,2 %	10,7 %	2,1 %	1,1 %

Total tous usagers 84 496

Indicateurs

Après la synchronisation des 2 dispositifs (à évaluer/de référence), plusieurs indicateurs sont estimés :

Qualification du système

- Taux de **fonctionnement** du capteur
- Taux de **disponibilité** des données sur les périodes de référence
- Taux de **données aberrantes ou nulles** (données incomplètes ou non compréhensibles par l'évaluateur ; données fournies dans un format non exploitable, …)

Qualification des détections

- Taux d'erreur relatif des **détections par classe** et de **tous les usagers, tous sens** confondus
- Taux d'erreur relatif des **détections par classe** et de **tous les usagers, par sens** de déplacement

Classes considérées
Piéton – Cycle – trottinette

Qualification des classifications

- Taux d'erreur relatif des **classifications** des usagers par classe **par sens** et **tous sens** confondus

Qualification des grandeurs mesurées

- Taux d'erreur relatif des **débits tous usagers, par sens et tous sens confondus**
- Taux d'erreur relatif des **débits par classe tous sens** confondus
- Taux d'erreur relatif des **débits par classe par sens** de déplacement

Classes considérées
Piéton – Cycle – trottinette

Chaque indicateur est calculé avec son erreur relative moyenne, son écart type et la taille de l'échantillon.
Ces indicateurs sont estimés en fonction des périodes : jour/nuit, heures de pointe/creuses, météo (pluie/brouillard/soleil/vent)…
D'autres données peuvent être enregistrées (vitesse, longueur, trajectoire, etc.), mais ne sont pas évaluées.

Expérimentations

- Coulée verte en site propre
- Boulevard urbain à Paris en site partagé
- Installation des dispositifs
- Résultats comparatifs des technologies

Site expérimental – Coulée verte en site propre

Coulée verte du sud parisien (14 km à travers le Grand Paris)



Environ 2700 usagers empruntent, en moyenne, cette voie quotidiennement (2 sens confondus)

Coulée verte – Installation des dispositifs

7 dispositifs (6 industriels)

6 technologies différentes

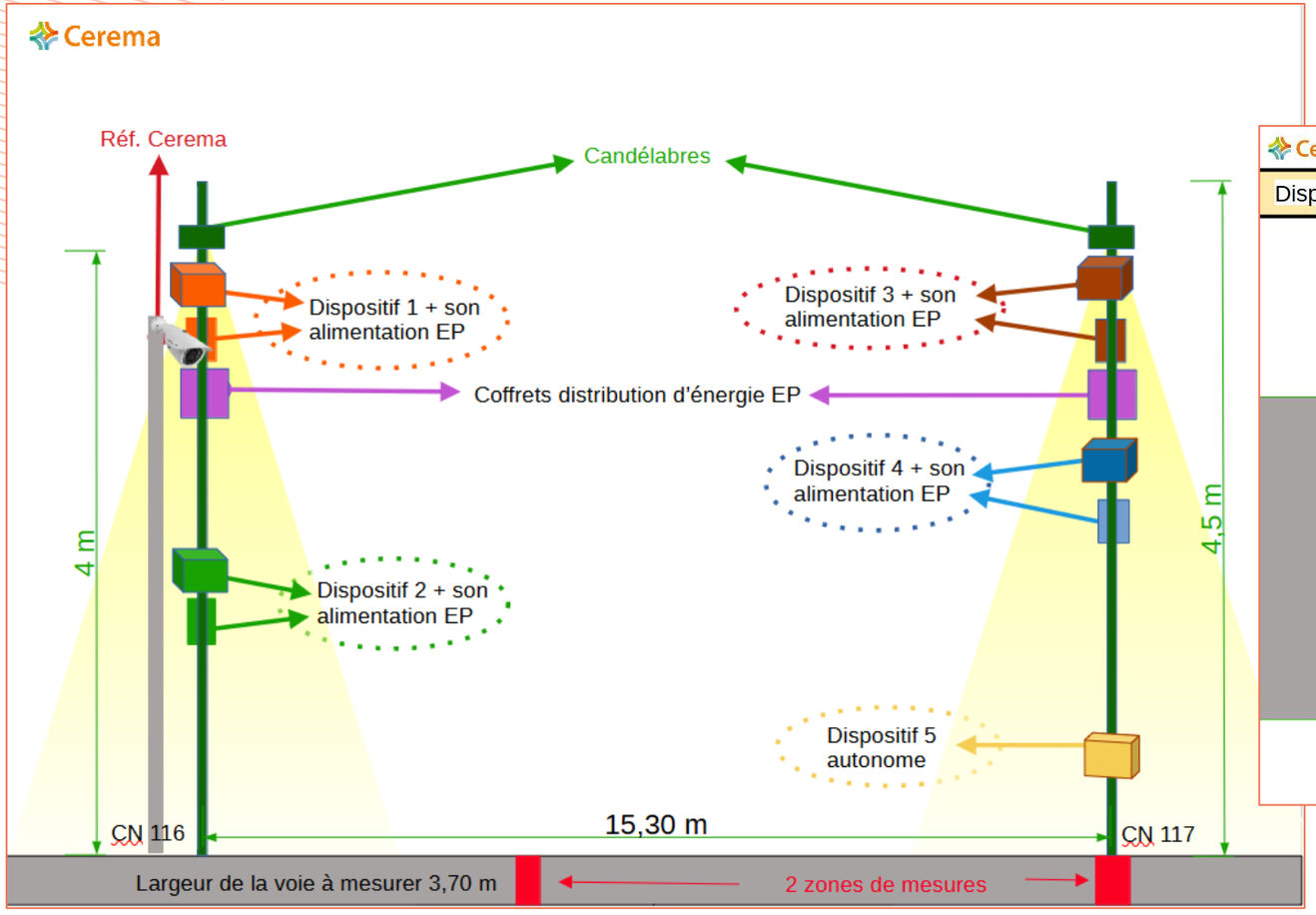
5 technologies non-intrusives

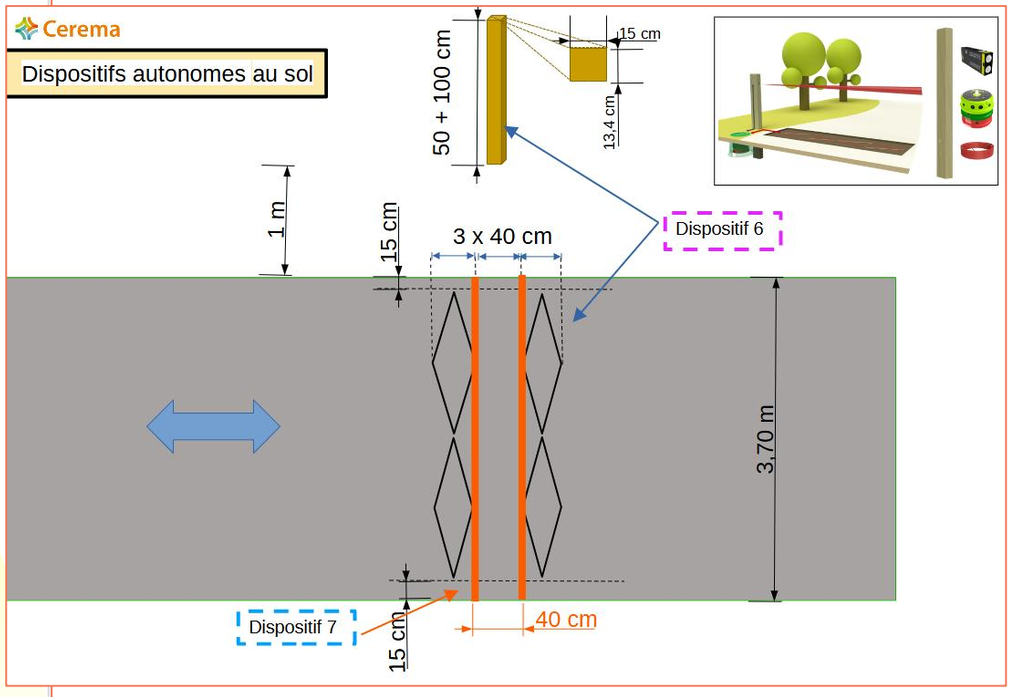
+ 1 technologie intrusive

Technologie
Radar
Vidéo IA
Boucles Zelt + Pyro
Scanner Laser
Tubes
Vidéo IA
Stéréoscopie thermique numérique

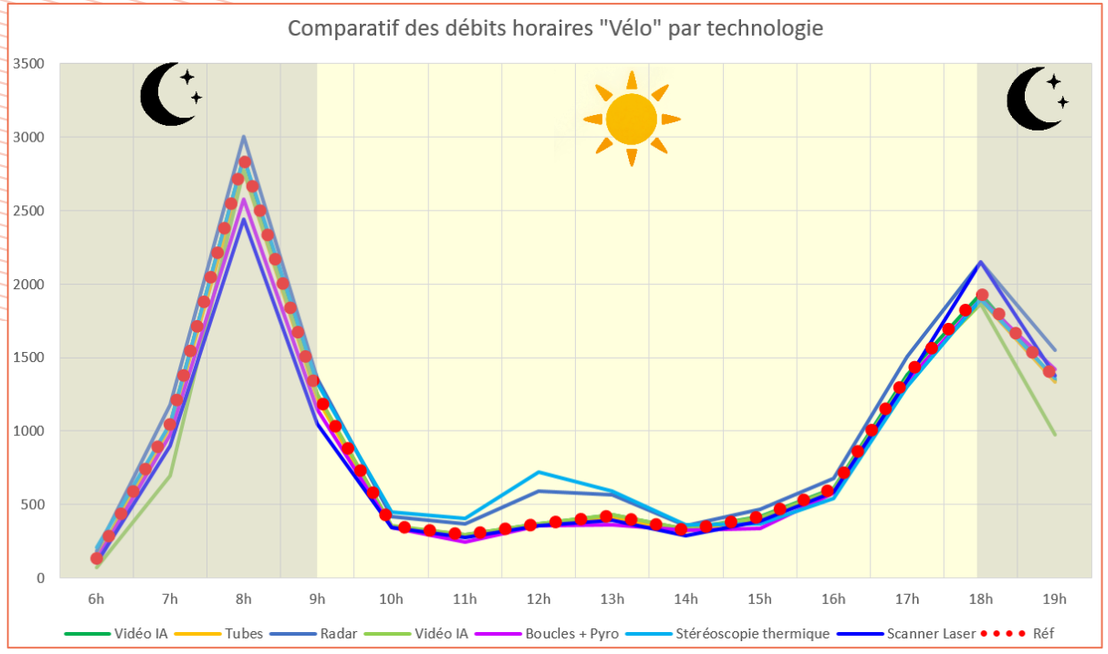


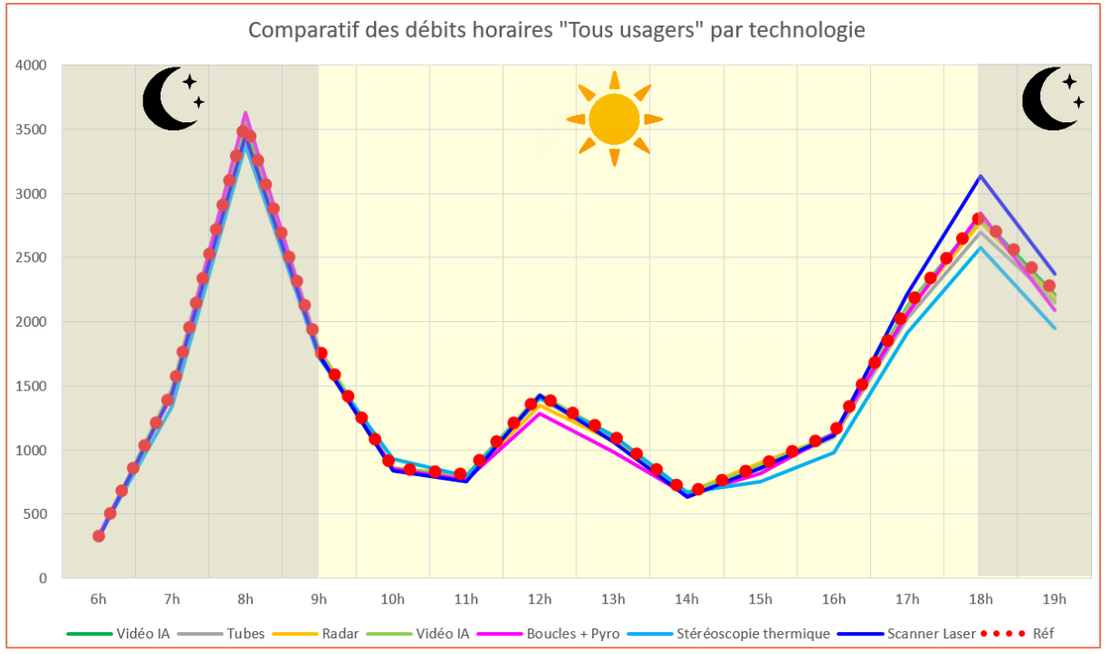
Coulée verte – Installation des dispositifs





Coulée verte - Résultats comparatifs des technologies





En général, une fiabilité correcte dans la qualification avec des taux d'erreurs :

- de détections (<5 % pour les cycles, <10 % pour les piétons, <20 % pour les trottinettes)
- de la classification (<5 % pour les cycles, <20 % pour les piétons et les trottinettes)
- des débits (<10-15 % pour les cycles, <30 % pour les piétons et les trottinettes)

Site expérimental – Boulevard urbain à Paris en site partagé

Boulevard Bessières – Paris 17 :

2 voies de circulation pour les véhicules motorisés

+ 1 bande cyclable située à droite des voies



Boulevard urbain à Paris – Installation des dispositifs

13 industriels de différentes technologies contactés

6 désistements

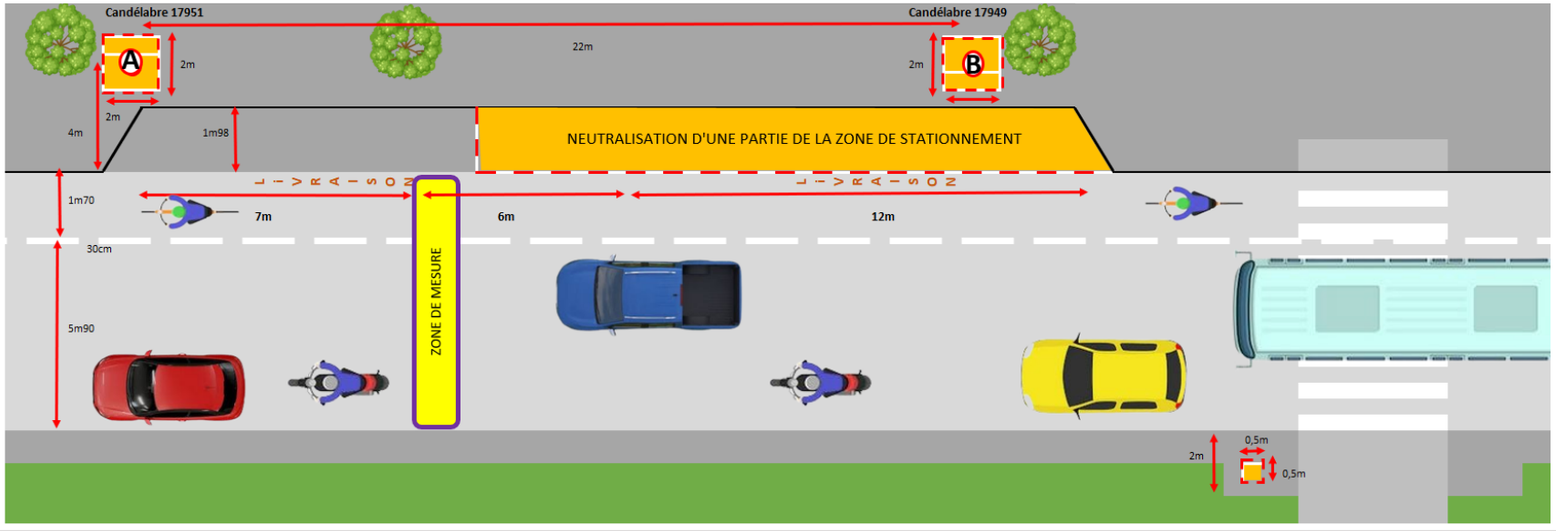
7 dispositifs (non-intrusifs)

1 seule technologie (Vidéo IA)

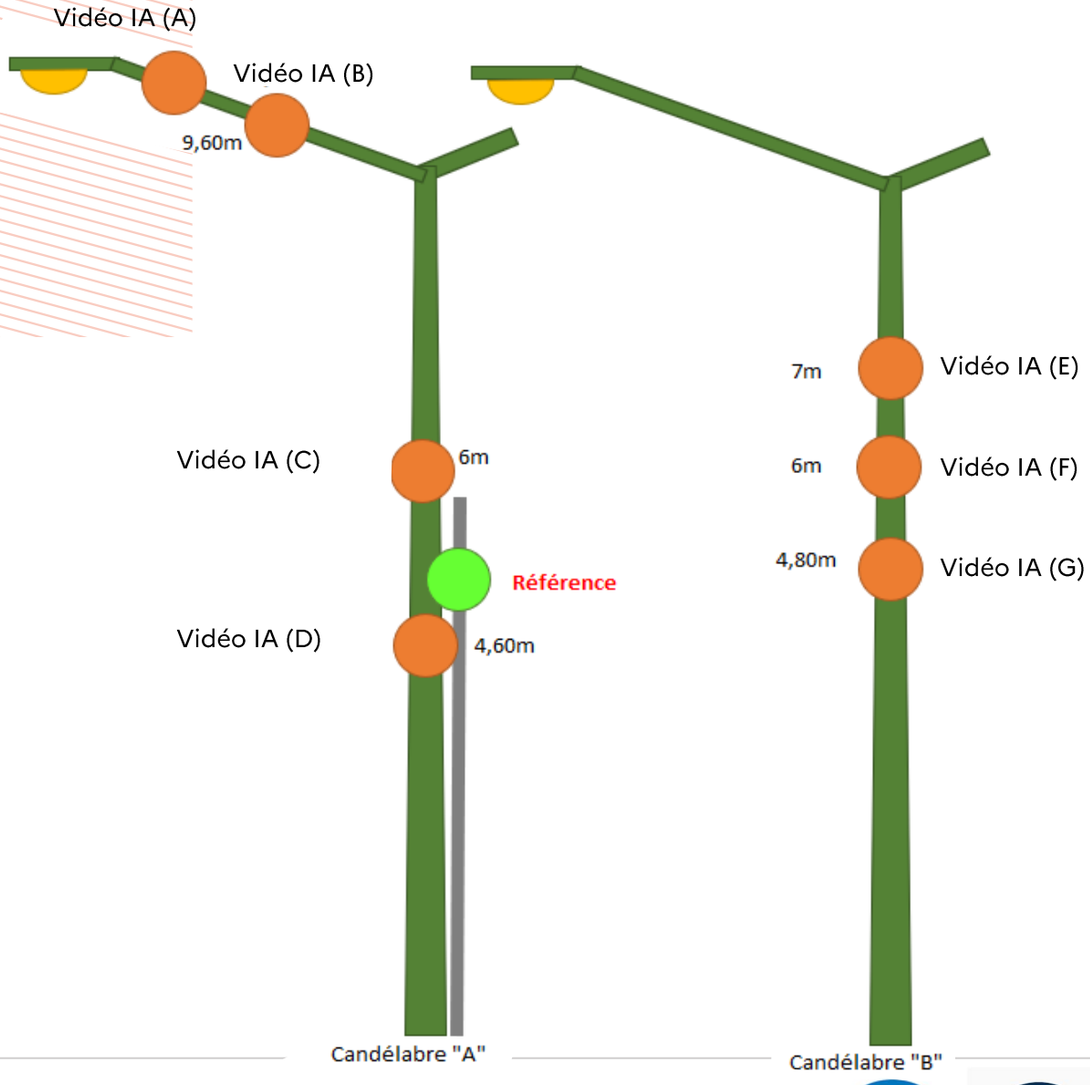








Boulevard urbain à Paris – Installation des dispositifs





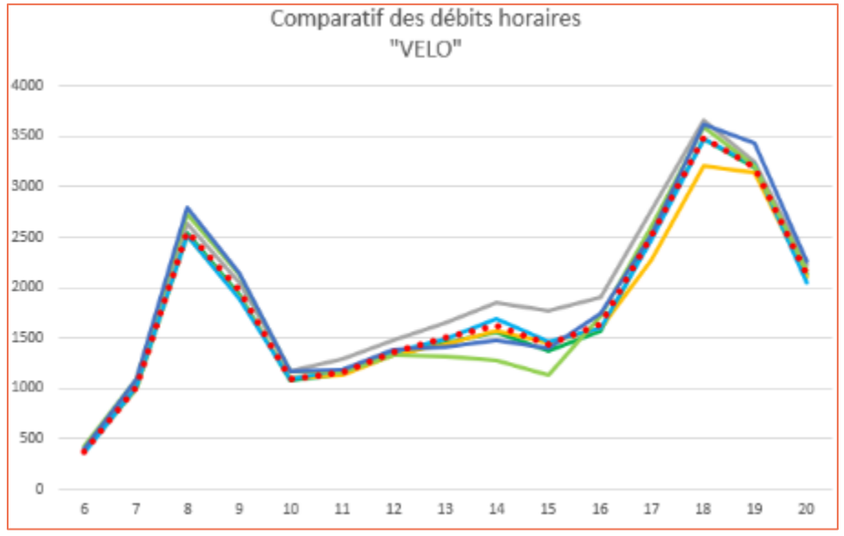


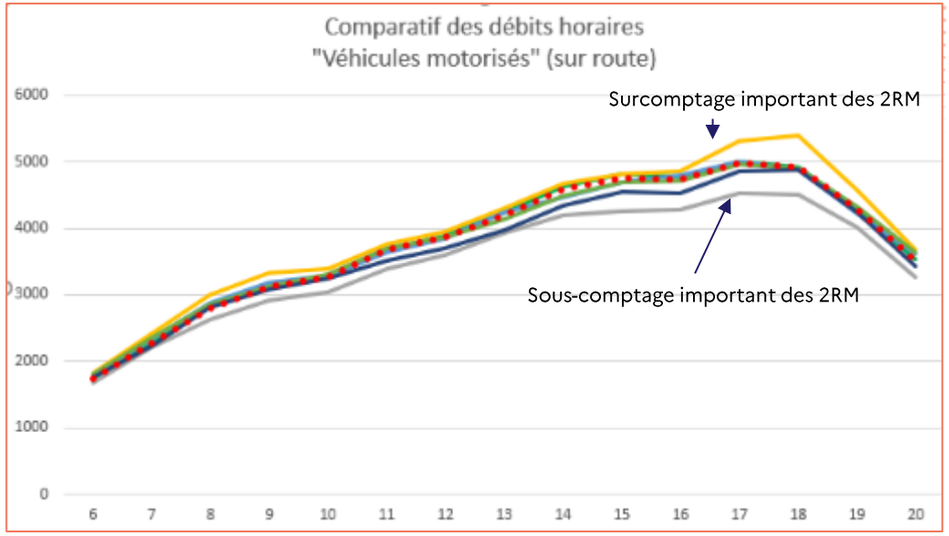


XP Paris - Résultats comparatifs des technologies

Classes d'exactitudes

Classes	A	B	C	D
Fausses détection	≤ 1 %	≤2 %	≤ 5 %	> 5 %
sens circulation (Si)	≤ 1 %	≤2 %	≤ 5 %	> 5 %
Voie circulation (Fi ou Ci)	≤ 10 %	≤ 15 %	≤ 30 %	> 30 %
Détection (Xi)	≤ 5 %	≤ 10 %	≤ 20 %	> 20 %
Classification (Ki)	≤ 5 %	≤ 10 %	≤ 20 %	> 20 %
Débits total (QTH ; QTJ)	≤ 5 %	≤ 10 %	≤ 20 %	> 20 %
Débits par classe (KC)	≤ 10 %	≤ 15 %	≤ 30 %	> 30 %





- détection des vélos avec une bonne précision (< 5 %), sur la piste cyclable et sur la chaussée
- classification correcte des vélos, trottinettes, VL, PL et BUS

Synthèse de la fiabilité des détections

TROTINETTE	VELO	2RM	VL	VUL	PL	BUS
A	A	A	A	A	A	A
B	A	B	B	A	C	D
A	A	A	A	A	A	A
	A	B	A	A	A	A
	A	A	A	A	A	A
	B	C	A	C	A	A

Synthèse de la fiabilité des Classifications

TROTINETTE	VELO	2RM	VL	VUL	PL	BUS
C	B	A	A	C	C	A
A	A	D	A	A	A	A
A	A	A	A	B	A	A
	C	B	A	C	A	A
	A	C	A	B	A	A
	A	A	A	C	A	A

XP Paris - Synthèse des résultats

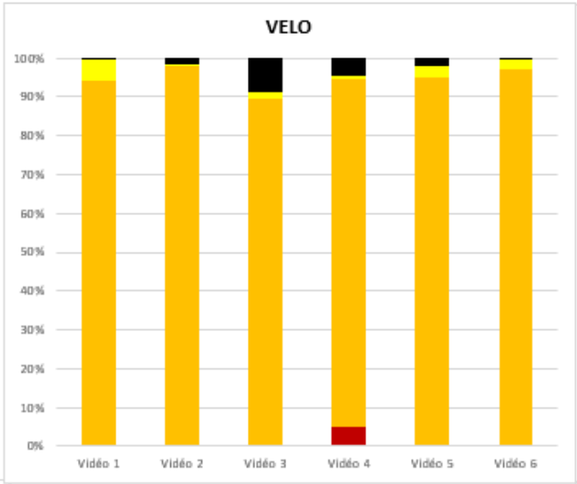
TROTTINETTE VELO 2RM VL VUL BUS PL Non détectés

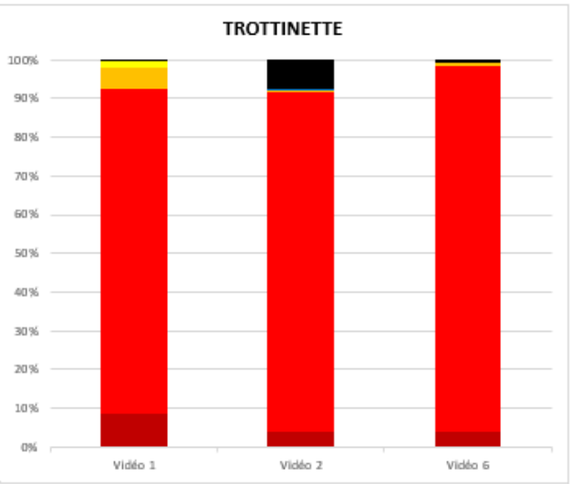
Répartition des classifications

On remarque quelques confusions de classifications

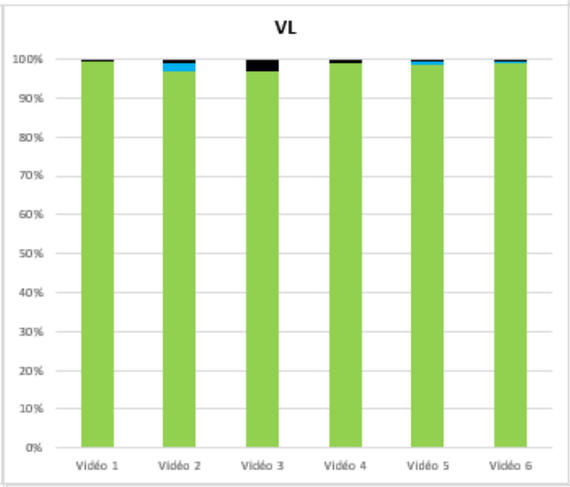
2RM / Vélo

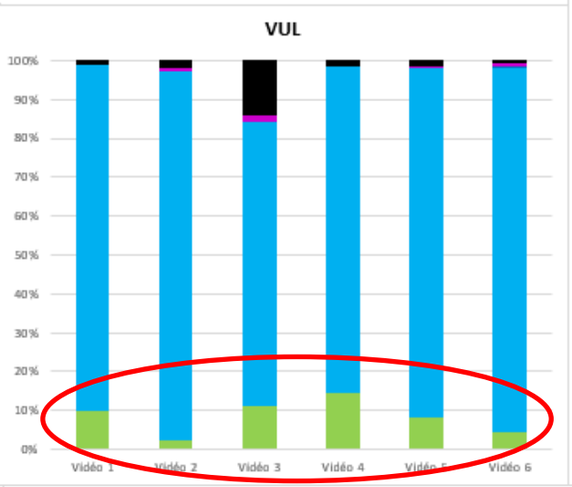
VUL / VL

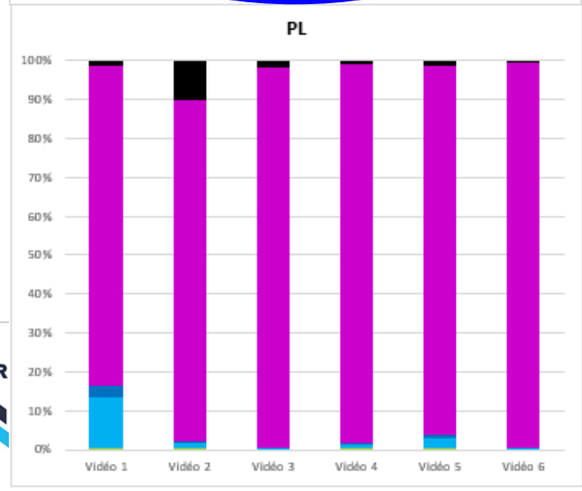


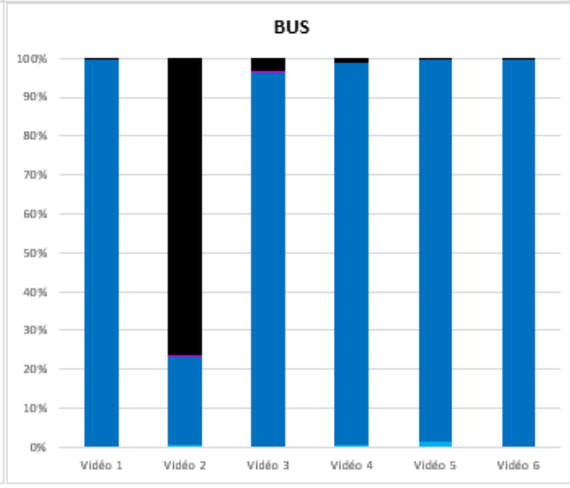


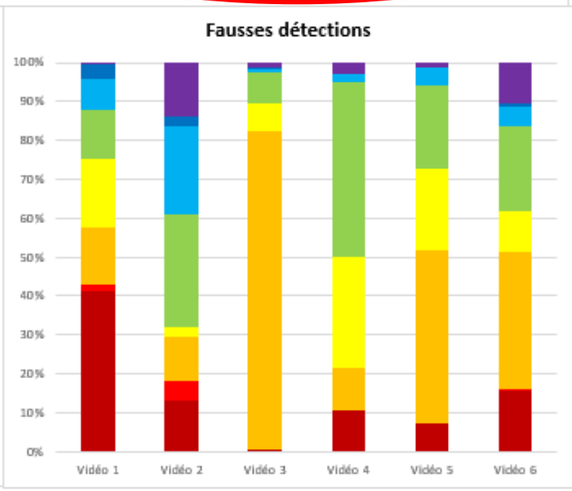












RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

ROB

BOR

XP Paris Synthèse des résultats pour les débits horaires

Chaque ligne représente les résultats d'un dispositif de mesure

TROTINETTE	VELO	2RM	VL	VUL	PL	BUS
-13,8% EC:8,8%	[- 14,4% ; + 7,4%]	[- 9,6% ; + 32,6%]	[- 2,3% ; + 8,1%]	[- 18,5% ; + 1%]	-15,7% EC:12,1%	137,7% EC:27,3%
-10,5% EC:5,9%	[- 7,1% ; + 25,5%]	[- 52,3% ; - 6,8%]	[- 6,7% ; + 2,3%]	[- 7,8% ; + 12,5%]	-5,3% EC:4,4%	-28,3% EC:26,6%
-4,4% EC:3,1%	[- 7,5% ; + 3,6%]	[- 5,9% ; + 12,2%]	[- 3,7% ; + 5,1%]	[- 17,8% ; + 5,9%]	+10% EC:5,9%	+7,7% EC:4,5%
	[- 37,9% ; + 36,2%]	[- 23,5% ; + 11,9%]	[- 2,5% ; + 5,5%]	- 15,5% EC:10,1%	-0,5% EC:1,9%	-1% EC:2%
	[- 10,9% ; + 9,1%]	[- 24,9% ; + 14,2%]	[- 2,9% ; + 5,4%]	[- 16,4% ; + 2,7%]	-0,8% EC:7%	-0,4% EC:3,1%
	[- 29,6% ; + 36,9%]	[- 27,6% ; + 9,7%]	[- 6,2% ; + 7,6%]	[- 38,9% ; - 12,7%]	11,1% EC:7,2%	137,7% EC:27,3%
	[- 36% ; + 42%]		[- 13% ; + 20%]		[- 47% ; + 77%]	

2 Roues (Vélo+2RM)	Vélo + Trottinette	VL + VUL	Modes actifs	Modes motorisés	Tous usagers
A	C	A	B	B	A
A	C	A	C	B	B
A	A	A	A	A	A
D		A	C	A	A
A		A	B	A	A
C		A	D	B	C
D		C	D	C	D

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Evaluations métrologiques, étape essentielle qui a permis de montrer que :

- les technologies de capteurs actuels étaient en capacité de mesurer avec une bonne précision les nouvelles mobilités actives, notamment les modes cyclables
- les performances de classification dépendent des cas d'usages (sites et usagers)
- on pouvait construire des indicateurs fiables pour la mesure des parts modales du vélo par rapport aux modes motorisés (mesures de débits horaires)

En complément, il est nécessaire de poursuivre les actions au niveau local/national/UE :

- réaliser des **évaluations fonctionnelles** qui répondent aux besoins des gestionnaires

=> Guide de recommandations pour le choix des dispositifs adaptés

- faire évoluer les normes métrologiques, pour prendre en compte les nouvelles mobilités
- définir les catégories de données pertinentes pour les modes actifs et d'harmoniser le format d'échanges des données multimodales à l'échelle de l'Europe

=> Projets NAPCORE, déploiement des services C-ITS interopérables, standardisation CEN

Merci pour votre attention

TOUTES NOS ACTUALITÉS, SOLUTIONS, ACTIVITÉS ET SERVICES

cerema.fr

NOS RESSOURCES DOCUMENTAIRES

doc.cerema.fr

NOS ÉVÈNEMENTS, CONFÉRENCES ET WÉBINAIRES

cerema.fr/evenements

NOS FORMATIONS CERTIFIÉES

cerema.fr/formation

NOTRE OFFRE AUX COLLECTIVITÉS TERRITORIALES : REJOIGNEZ-NOUS !

cerema.fr/collectivites-territoriales

NOUS CONTACTER

cerema.fr/contact

@cerema