

USAGERS VULNÉRABLES ET AMÉNAGEMENTS : MIEUX CONNAÎTRE POUR MIEUX AGIR

3èmes Journées Francophones de la Sécurité Routière,
16 et 17 octobre 2024, Université Gustave Eiffel



Session Mobilités actives : conflit et aménagement

Thomas Durlin - thomas.durlin@cerema.fr

MERCI À ...



- **Cofacy** : “du comportement au facteur de l’accident cycliste”
- **Vitavélo** : Étude de la vitesse des cyclistes : approche pluridisciplinaire
- **Elmos** : Engin de déplacement personnel à Lyon – Mobilité et sécurité
- **ATUVVU**: L’analyse automatique de video appliquée aux comportements et aux interactions des usagers vulnérables
- **eXtrême Défi** : développement des véhicules intermédiaires

ergocentre



EXTREME DEFI
ADEME Mobilité

Usagers vulnérables

et aménagements :

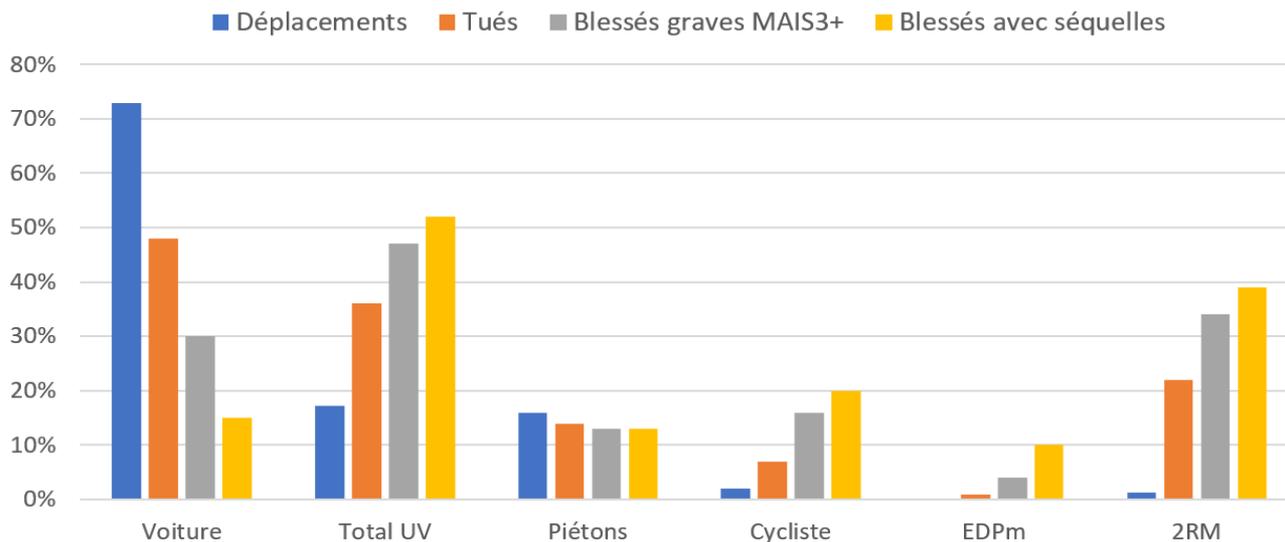
mieux connaître

pour mieux agir

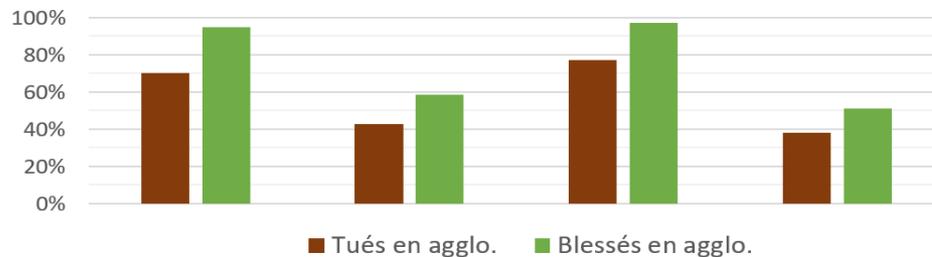
QU'EST-CE QU'UN USAGER VULNÉRABLE ?

« Usager **vulnérable**: usager **non carrossé** (piéton, usager en EDPsm ou EDPm, à vélo, 2RM) » (ONISR, 2024)

Contribution (%) des modes aux déplacements, aux tués, aux blessés graves et aux blessés avec séquelles en 2023 (ONISR, 2024)



→ Enjeu de mortalité et blessure en agglomération



usagers vulnérables et aménagements : mieux connaître pour mieux agir

LES ANTAGONISTES DES USAGERS VULNÉRABLES

Les antagonistes dans les accidents mortels en agglomération

										Autre	Total
ACCIDENT SANS TIERS		35	6	28	88	227	11	1	1	9	406
COLLISION AVEC											
		1			2	1					4
	3	1			1						5
					1						6
	5				1						6
	13	1			2	3					19
	183	39	11	14	61	53				2	363
	25	6	2	7	15	9					64
	39	19	3	2	8	16				2	89
	11	2	4		1	2				1	21
Autre	17	3		1	2	8					31
MULTICOLLISION	6	1		4	13	5				2	31
TOTAL	302	108	26	56	194	324	11	1	1	16	1039
Part de la mortalité	29%	10%	3%	5%	19%	31%	1%	0%	0%	2%	100%

Données 2022 (ONISR)

Les principaux antagonistes en agglomération :

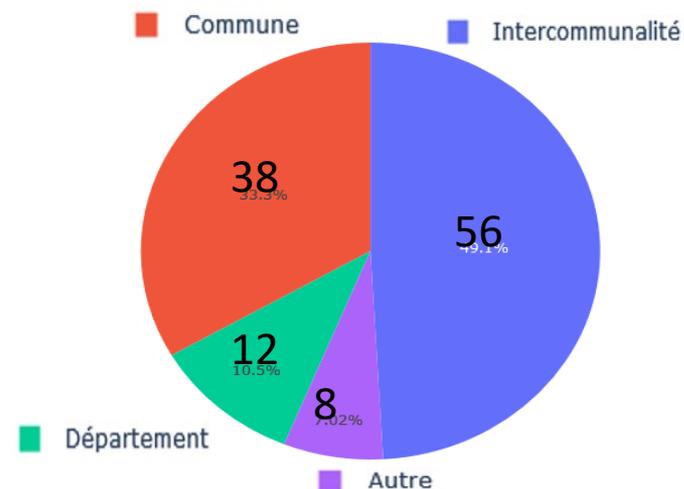
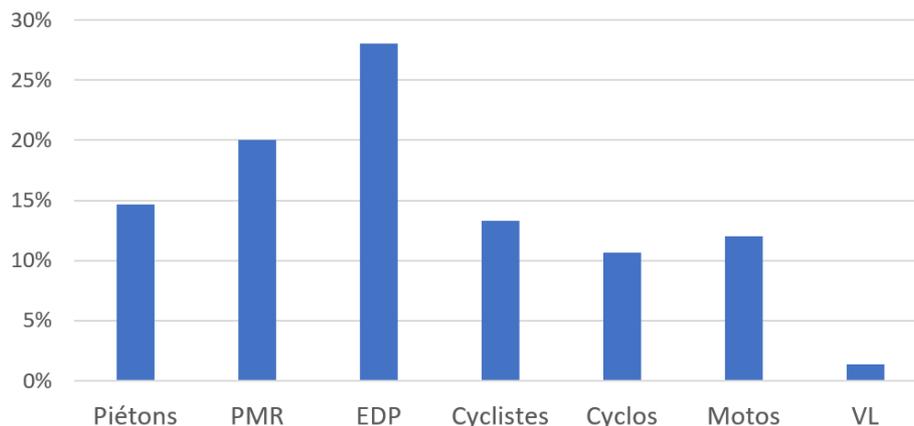
- Pour les piétons : VL, VU PL
- Pour les cyclistes : VL, PL
- Pour les EDPm : VL
- Pour les motocyclistes : VL, VU

LE POINT DE VUE DES COLLECTIVITÉS [ATUVVU]

Sondage envoyé à 450 personnes (Techniciens de voirie, Chargés d'étude (en sécurité routière, mobilité, modes actifs, aménagement), Chefs de service)

- 114 répondants pour 100 collectivités différentes
- 23 entretiens complémentaires

Catégories d'usagers jugées très vulnérables par les collectivités



1/3 des collectivités estiment les comportements à risque comme étant la raison de la vulnérabilité des usagers vulnérables

LE POINT DE VUE DES COLLECTIVITÉS

[ATUVVU]

Bilan des interactions à risques estimées par les collectivités

Nombre de collectivités	Piétons	PMR	EDP	Cyclistes	Cyclomotoristes	Motocyclistes	Automobilistes
Piétons	5						
PMR	12	3					
EDP	68	42	17				
Cyclistes	71	46	43	20			
Cyclomotoristes	48	26	27	37	7		
Motocyclistes	46	26	28	33	16	8	
Automobilistes	81	60	68	88	65	67	42
Véhicules utilitaires	50	36	33	48	31	29	43
Véhicules agricoles	12	8	11	27	11	12	27
Poids lourds	42	31	36	62	38	39	49
Bus	34	18	28	48	19	18	36

Nombre total d'interactions estimées: 1975

- Des différences entre la vulnérabilité perçue par les collectivités et la réalité de l'accidentologie
 - Interactions surestimées entre piétons et autres UV, entre EDP et UV, entre vélo et PL/TC
- Traduction d'autres enjeux au-delà de la mortalité

ET QUID DE NOUVELLES FORMES D'USAGERS VULNÉRABLES ?

[EXTRÊME DÉFI]



Véhicule intermédiaire : mode individuel sobre, < 600 Kg entre le vélo classique et la voiture [A. Bigo, 2022]

- Qui devient le vulnérable de qui ?
- Qui circule où, avec qui et dans quelles conditions ?



EXTREME DEFI
ADEME Mobilité

Usagers vulnérables

et aménagements :

mieux connaître

pour mieux agir

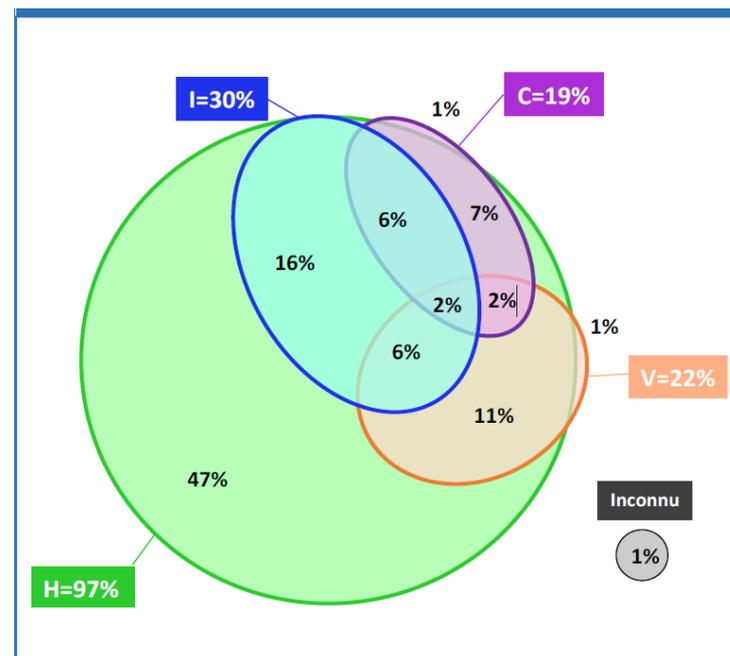
L'ENJEU DE SÉCURITÉ LIÉ AUX AMÉNAGEMENTS

Dans les travaux du projet FLAM (CEREMA, 2021) :

La plupart des accidents mortels sont **multifactoriels**.
En 2015 en agglomération, les facteurs se répartissaient en :

- Facteurs humains : 92%
- Infrastructure : 30 %
- Véhicule : 20 %
- Conditions de circulation : 18%

* 30% des accidents mortels de l'année 2015 en agglomération impliquaient au moins un facteur Infrastructure (**Hors agglo : 32 %**)



Répartition des facteurs liés à 784 accidents mortels en agglomération par combinaisons HVIC (facteurs quasi-certains ou probables)

L'INFRASTRUCTURE [ATUVVU]

Les aménagements les plus à risques par type d'interaction, selon les collectivités

Aménagement le plus à risque	Piétons 	PMR 	EDP 	Cyclistes 
EDP 	Passage piéton	Passage piéton		Intersection
Cyclistes 	Intersection	Passage piéton	Intersection	
Automobilistes 	Passage piéton	Passage piéton	Intersection	Intersection
Bus 	Passage piéton	Passage piéton	Intersection	Intersection
Tramway 	Passage piéton	Passage piéton	Plateforme	Plateforme

Les passages pour piétons

83% des tués chez les séniors et **39% des – de 15ans** sont localisés en traversée de chaussée
FLAM (CEREMA, 2021)

Les intersections

LE POINT DE VUE DES CYCLISTES : APPROCHE NATURELLE [COFACY]

Suivi de cyclistes dans leurs déplacements quotidiens à vélo

78 cyclistes
(IdF et Aura)

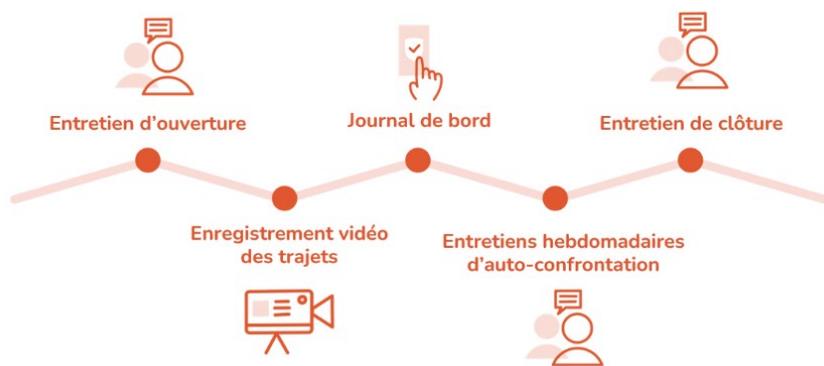
+

Suivis pendant
1 mois



2 152 trajets

779 situations à risque



Modalités de suivi des cyclistes

	Total	Zone urbaine	Zone mixte
Trajets	2 152	1 761	391
Situations à risque	779	573	206



Entretien d'auto-confrontation

APPROCHE NATURELLE : LE POINT DE VUE DES CYCLISTES [COFACY]

Les aménagements dans les situations à risque

Zone urbaine (n=573)



La route communale ($\leq 50\text{km/h}$) **46,2%** (n=265)



Les pistes cyclables **18,5%** (n=106)



Les bandes cyclables sur la chaussée **12,9%** (n=74)



45,2% des situations ont eu lieu sur un aménagement cyclable (piste, bande, voie verte, DSC, etc.)

Zone mixte (n=206)



La route communale ($\leq 50\text{km/h}$) **48,1%** (n=99)



Les routes départementales ($\geq 50\text{ km/h}$) **21,8%** (n=45)



Les pistes cyclables **10,2%** (n=21)

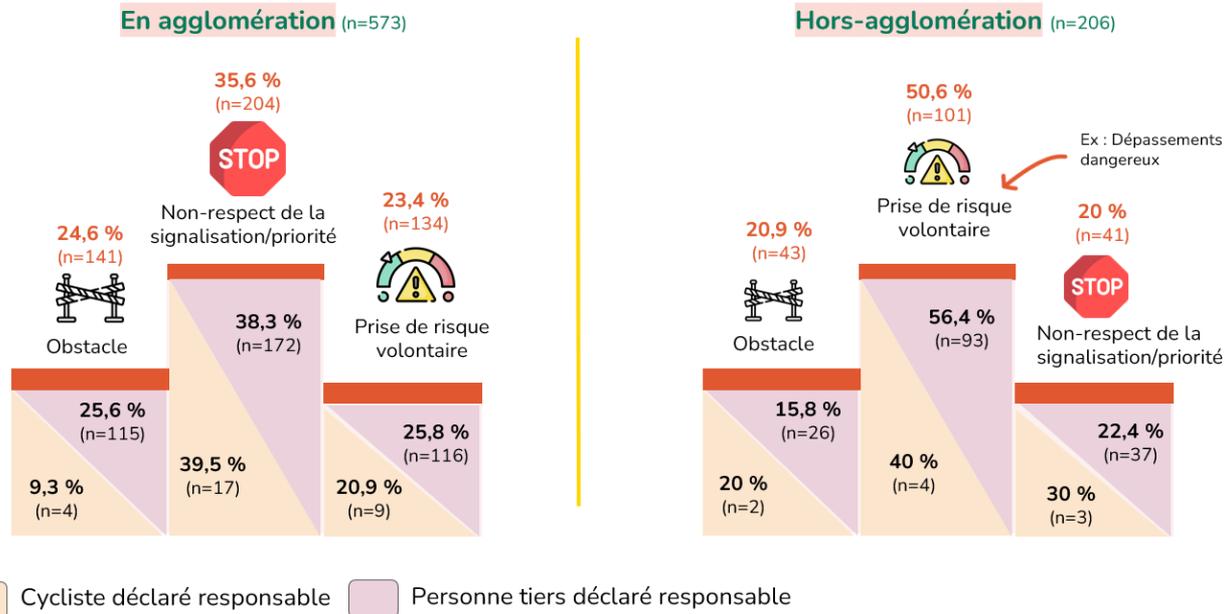


23,3% des situations ont eu lieu sur un aménagement cyclable (piste, bande, voie verte, DSC, etc.)

- L'absence d'aménagement est un aménagement...
- Hors agglo: aménagement = 9 % des responsables de situation à risque pour les cyclistes

APPROCHE NATURELLE : LE POINT DE VUE DES CYCLISTES [COFACY]

Les facteurs déclencheurs. Déclarés par le cycliste



Les deux premiers scénarios types à risque en agglomération :

- Refus de priorité avec signalisation. Ex : Refus de priorité avec présence d'une signalisation (feu rouge, stop, cédez le passage, chicane, passage piéton).
- Refus de priorité sans signalisation. Ex : Refus de priorité à droite.

Usagers vulnérables

et aménagements :

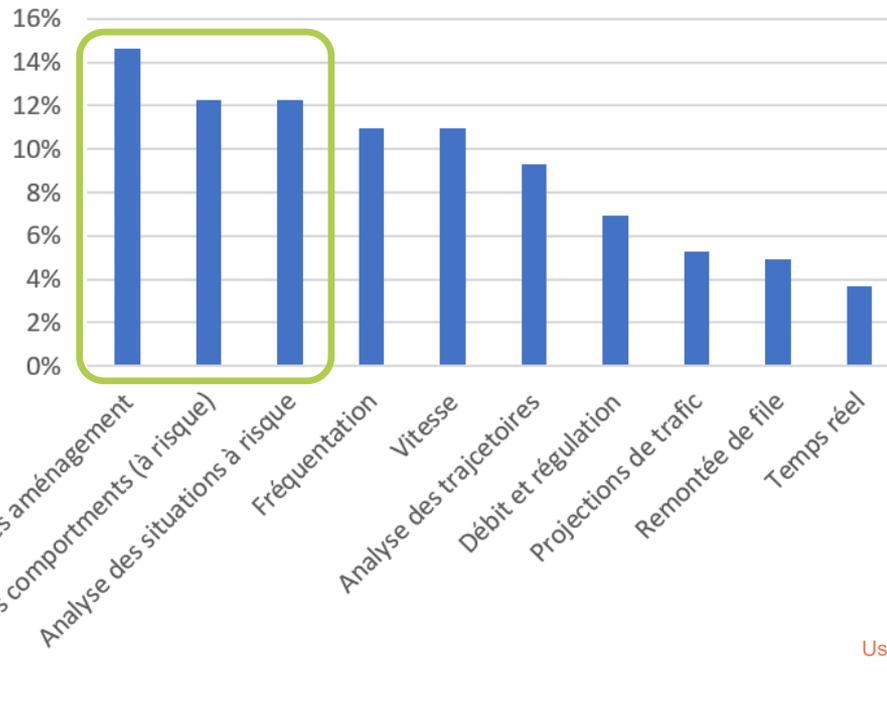
mieux connaître

pour mieux agir

LA CONNAISSANCE DES USAGERS VULNERABLES PAR LES COLLECTIVITÉS [ATUVVU]

- Une **connaissance des usagers vulnérables hétérogène** selon les collectivités
- Une **accidentalité forte** en agglomération
- Des **problématiques différentes** selon le type d'usagers et le type d'aménagement
- Des **facteurs aggravants** : l'alcool, la vitesse, les distracteurs ou le défaut d'éclairage de nuit...

Les principaux besoins de connaissance liés aux usagers vulnérables pour les gestionnaires routiers



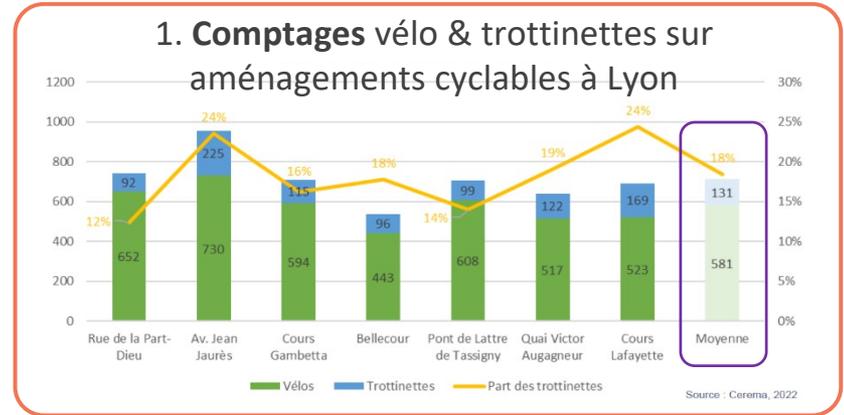
Le podium des finalités :

- Evaluation avant / après d'aménagements
- Analyse des comportements
- Analyse des situations à risque

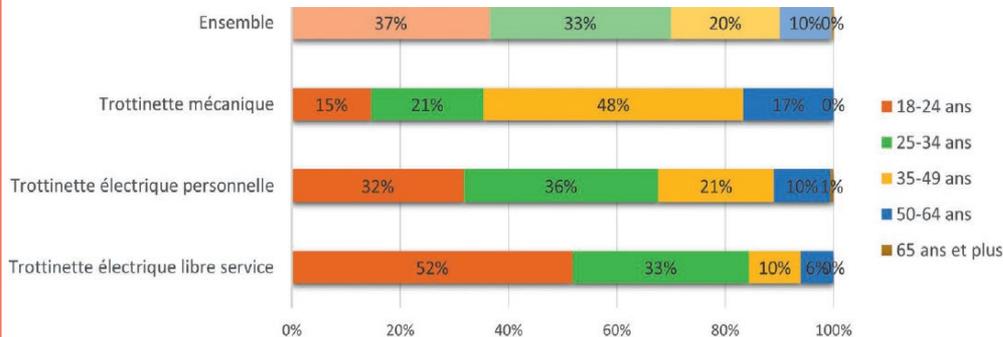
MIEUX CONNAITRE L'ACCIDENTALITÉ, C'EST AUSSI MIEUX CONNAITRE LES PRATIQUES



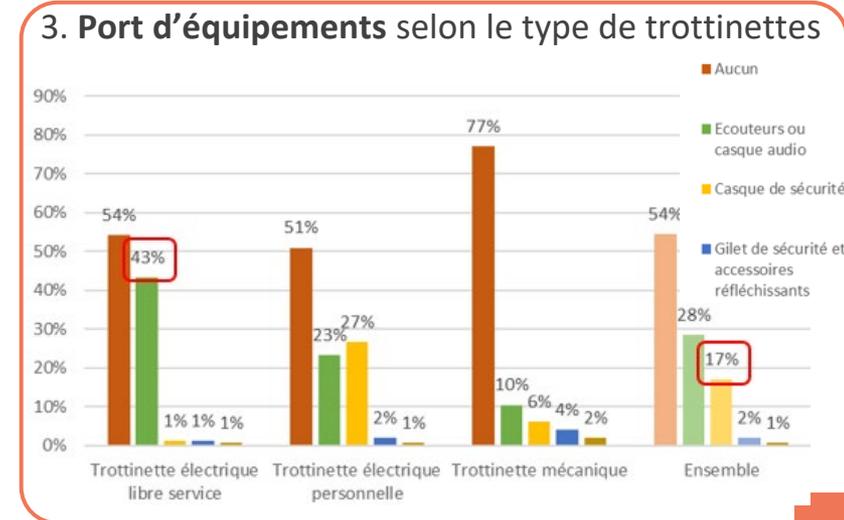
- Quantifier [
 - les flux
 - les déplacements
- Qualifier [
 - les usagers
 - les usages



2. Part des usagers par âge selon le type de trottinette à Lyon, à partir des enquêtes spécifiques



→ Des profils d'usagers très différents selon les types de trottinettes



Usagers vulnérables et aménagements : mieux connaître pour mieux agir

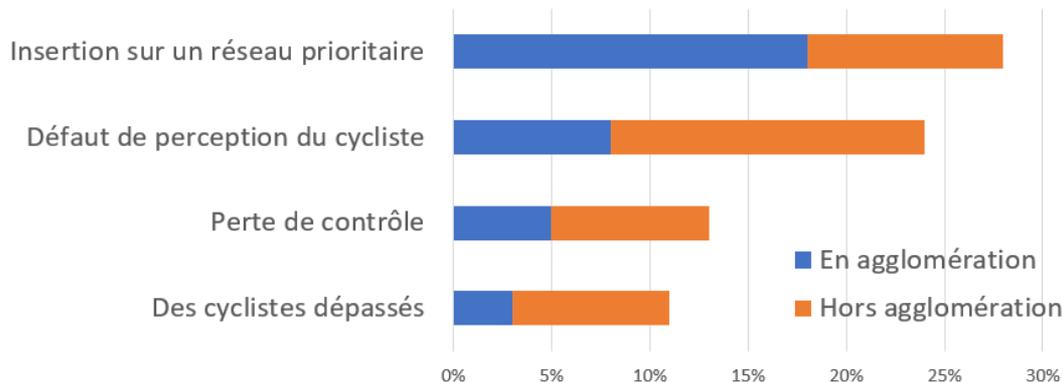
LES MÉTHODES BASÉES SUR L'ANALYSE DES ACCIDENTS

Analyse des PV d'accidents pour :

- **Consolider et compléter** les données de description
- Identifier des **typologies**, des **scenarios**, des **facteurs d'accidents**

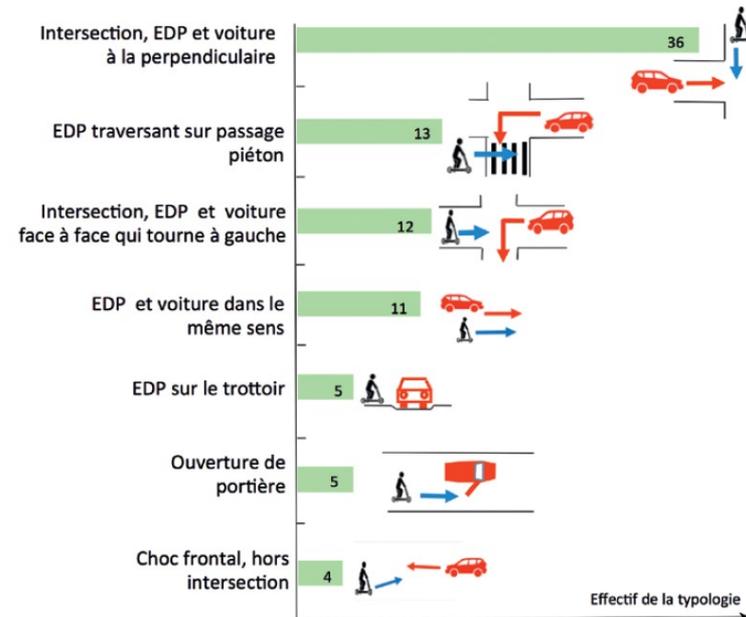


Principaux scénarios d'accidents cyclistes en agglomération avec tiers [Cofacy]



Sur 699 accidents avec tiers (164 sans tiers)

Typologie des accidents entre un EDP et un véhicule



LES DONNÉES DE SANTÉ INDISPENSABLES

Les usagers vulnérables blessés échappent souvent au recueil de données d'accidents

- BAAC (Bulletins d'analyse des accidents corporels de la circulation) alimenté par les Forces de l'ordre : sous-estimation des blessés

Registre du Rhône :

- 245 services hospitaliers dans le département du Rhône
- Tués + Blessés hospitalisés + Blessés traités aux urgences



→ Coefficients de redressement pour corriger

les données BAAC selon

- le mode
- l'âge
- la gravité (MAIS1-2 et MAIS3+)
- les forces de l'ordre

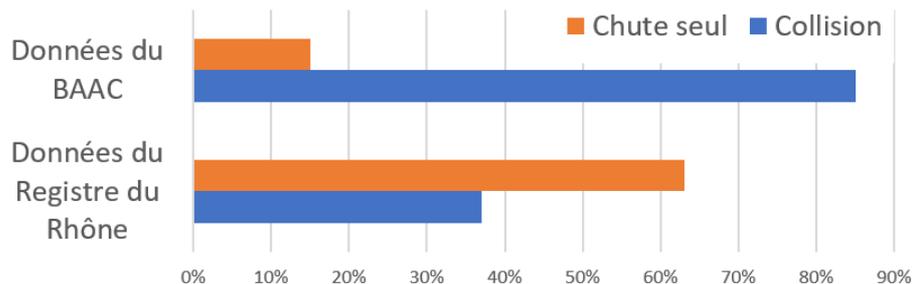
Lecture : pour estimer le nombre de blessés MAIS1-2 de moins de 13 ans en vélo, il faut multiplier les données BAAC par 12,61

MAIS1-2 PN	Piéton	Vélo	EDPm	2RM	VT	Autre
0-13 ans	1,89	12,61	12,61	3,66	2,33	1,29
14-19 ans	2,04	8,81	8,81	2,99	3,09	1,09
20-29 ans	1,94	7,57	7,57	2,86	2,89	1,40
30-39 ans	1,79	6,71	6,71	2,56	2,64	1,41
40-49 ans	1,79	6,57	6,57	2,56	2,65	1,38
50-59 ans	1,70	5,88	5,88	2,47	2,54	1,32
60-69 ans	1,53	5,17	5,17	2,28	2,29	1,23
70 ans et +	1,32	4,35	4,35	2,31	2,21	1,08

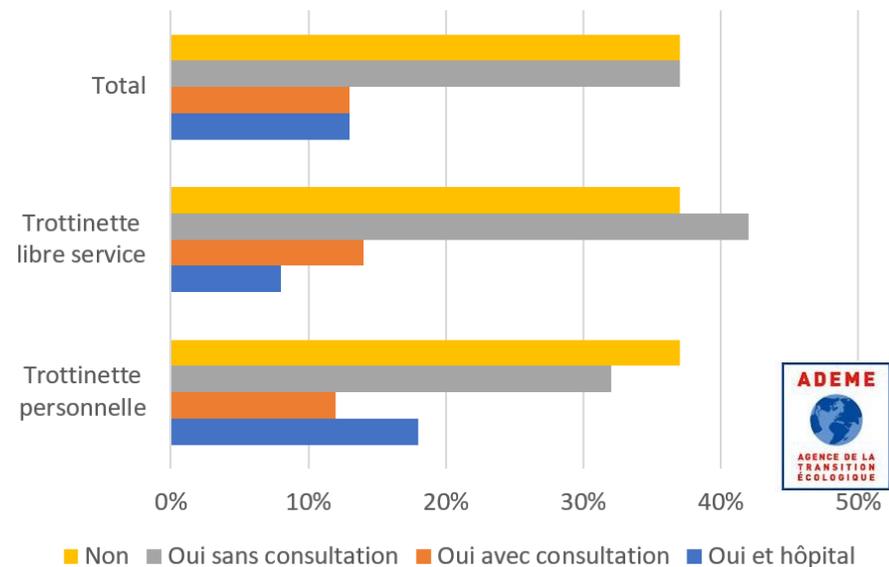
LES DONNÉES DE SANTÉ INDISPENSABLES

Le cas des EDP et des trottinettes

Accidents en EDP : Parts relatives des chutes seul et des collisions selon les données du BAAC et celles du Registre du Rhône



« Avez-vous été blessé lors de votre dernier accident avec une trottinette électrique ? »



Enquête nationale trottinette 2023
(échantillon des 406 utilisateurs ayant eu un accident lors des 12 derniers mois)

OBSERVER LES USAGERS VULNÉRABLES PAR VIDÉO [ATUVVU]

- Enjeu fort de la **connaissance** des usagers vulnérables dans une perspective de **sécurité** des déplacements : trafic, comportement, interactions
- Mais des usagers aux **profils très différents** (dimensions, formes, trajectoires...), aux **comportements** difficilement prévisibles, qui échappent aux capteurs de trafic usuels, ...

Difficultés méthodologiques
→ approche et observation surtout humaines sur le terrain ou devant un écran

Intérêt de la vidéo dans une optique d'analyse d'automatique :

1. « **Industrialiser** » les observations en passant du « qualitatif » fait par l'humain au « quantitatif » : durées d'observation plus importantes, sites multiples, ...
2. Pouvoir **mobiliser d'autres approches** à partir des nouvelles données produites

Typiquement:

- Avant : 2 x 1h en heure de pointe
- Après : Périodes de 24h complètes x X jours

LES FINALITÉS POSSIBLES DE L'USAGE DE L'ANALYSE AUTOMATIQUE DE VIDÉO [ATUVVU]

1) Connaissance des trajectoires

- Positions latérales, mouvements tournants
- Analyse de premier niveau globalement disponible avec les outils du marché

2) Interactions entre usagers

- Priorités en intersection, traversées piétonnes, traversées d'intersection, ...
- Caractéristique observée Vs Caractéristique estimée / calculée

3) Estimation du niveau de confort ou de risque d'une section par catégorie d'usager

- Proximité entre usagers réelle et/ou anticipée (selon les trajectoires)
- Estimation de la vulnérabilité d'un usager (type d'usager avec ou sans carrosserie, équipements de protection, âge...)
- Facteurs de risque (vitesse)

4) Visibilité réciproque

- Plusieurs niveaux envisageables : Approche statique (configuration de l'aménagement, masques statiques) → Dynamique (masques mobiles) → Point de vue et caractéristiques usager
- Diagnostic d'aménagements, de situations à risque, ...

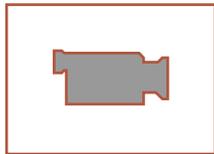


Trajectoires par catégories d'usagers (Minui)

ANALYSE DES TRAJECTOIRES POUR LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE : DEMO DES TRAVAUX EN COURS

Identification de situations de risque entre :

- l'utilisateur de deux-roues motorisés ID:146 et le piéton ID: 129.
- puis le véhicule 144 avec le piéton 136 et l'obstacle 3



CROISER LES DIFFÉRENTES MÉTHODES AUTOUR D'UNE MÊME PROBLÉMATIQUE [VITAVÉLO]

vitavélo

Étude de la vitesse des cyclistes :
approche pluridisciplinaire



Traces GPS



Observations bord de voie
vitesses, trajectoires (vidéos)



Analyse subjective
questionnaires



Approche naturelle



Configuration

	En section courante	En intersection			
Aménagement					
Aucun					
Bande cyclable					
DSC					
Piste cyclable					
....					

Croisements retenus à discuter !



Focus sur les
intersections à feux

Usagers vulnérables

et aménagements :

mieux connaître

pour mieux agir

ETAYAGE TECHNIQUE [VITAVÉLO]

vitavélo

Pour aider à la prise de décision, caler des modèles, adapter des recommandations...

Peu d'études française sur le sujet de la vitesse des vélos...

- Plutôt des vitesses globales
- Différentes sources possibles : EMD, VLS, Applications smartphone, expérimentations spécifiques...



Variations de vitesses en fonction de différents critères dans la littérature scientifique (ADMA,2022)

→ Des recommandations basées uniquement sur des données étrangères... On peut faire mieux !

PARTAGER L'ESPACE PUBLIC

- Modalités de partage de l'espace public : aide au choix d'aménagements adaptés aux usages selon les enjeux de sécurité ?
- Intégration sûre de nouveaux types d'utilisateurs



VBS VITESSE LIMITE RÉELLEMENT PRATIQUÉE	TRAFFIC MOTORISÉ EN UNITÉS DE VEHICULE PARTICULIER PAR JOUR (DANS LES DEUX SENS)	DÉBIT CYCLISTE SOUHAITÉ (EN NOMBRE DE VÉLOS PAR JOUR)		
		RÉSEAU CYCLABLE SECONDAIRE (TRAFFIC INFÉRIEUR À 750 CYCLISTES/JOUR)	RÉSEAU CYCLABLE PRINCIPAL (TRAFFIC COMPRIS ENTRE 500 ET 3000 CYCLISTES/JOUR)	RÉSEAU CYCLABLE À HAUT NIVEAU DE SERVICE (TRAFFIC >2000 CYCLISTES/JOUR)
30 KM/H OU MOINS	< 2000	Trafic mixte	Vélorue ou trafic mixte	Vélorue ou piste cyclable
	2000 À 4000		Bande cyclable ou trafic mixte	
	> 4000	Piste ou bande cyclable		
50 KM/H	< 1500	Trafic mixte		Piste cyclable
	1500 À 6000	Piste ou bande cyclable		
	> 6000			
70/80 KM/H	< 1000	Trafic mixte	Piste cyclable/voie verte/bande cyclable/bande dérasée de droite	Piste cyclable
	1000 À 4000	Piste cyclable/voie verte/bande cyclable/bande dérasée de droite	Piste cyclable ou voie verte	
	> 4000			
RÉGIME DE PRIORITÉ		À choisir selon le contexte		Prioritaire sur le trafic sécant

Cahier "rendre sa voirie cyclable" – Aide au choix d'aménagements cyclables selon les débits cyclables et motorisés et les vitesses pratiquées



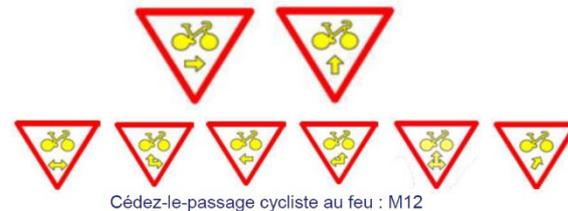
DES MÉTHODES POUR (MIEUX) ÉVALUER

Evaluation M12-R19 sur la Métropole de Lyon

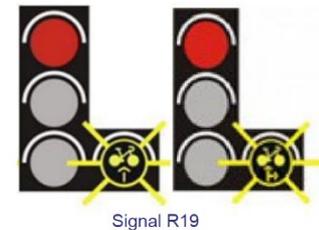
Quelle compréhension des signaux ? Quels impact sur les comportements des cyclistes ?

Objectifs

- Local : généralisation dans les carrefours à feux de la Métropole de Lyon
- National : consolidation de la doctrine



Cédez-le-passage cycliste au feu : M12



Signal R19

Méthode déployée sur 10 sites avec :

- Observation vidéos + Enquêtes usagers + Analyse accidentologique
- 3 temporalités (T0, court et moyen terme)

Résultats

- ✓ Sécurité non dégradée, pas de comportement déviant
- ✓ Régularisation de franchissement au rouge, voire amélioration du respect (R19)
- 📍 Enjeu de communication et formation : 60% de compréhension complète M12

EN SYNTHÈSE

Usagers vulnérables

Enjeu de sécurité, blessure, nouveaux usagers, pédagogie

et aménagements :

Enjeu des infras et aménagements, intersection / passages piéton / partage de l'espace public

mieux connaître

Mobilité, données d'accidentologie et de santé, nouvelles approches (vidéo), croisement

pour mieux agir

Etayage technique, guide, besoin de méthode d'évaluation, aide à la décision

