



**Fédération  
MOSaR**

mobilités  
sécurité routière

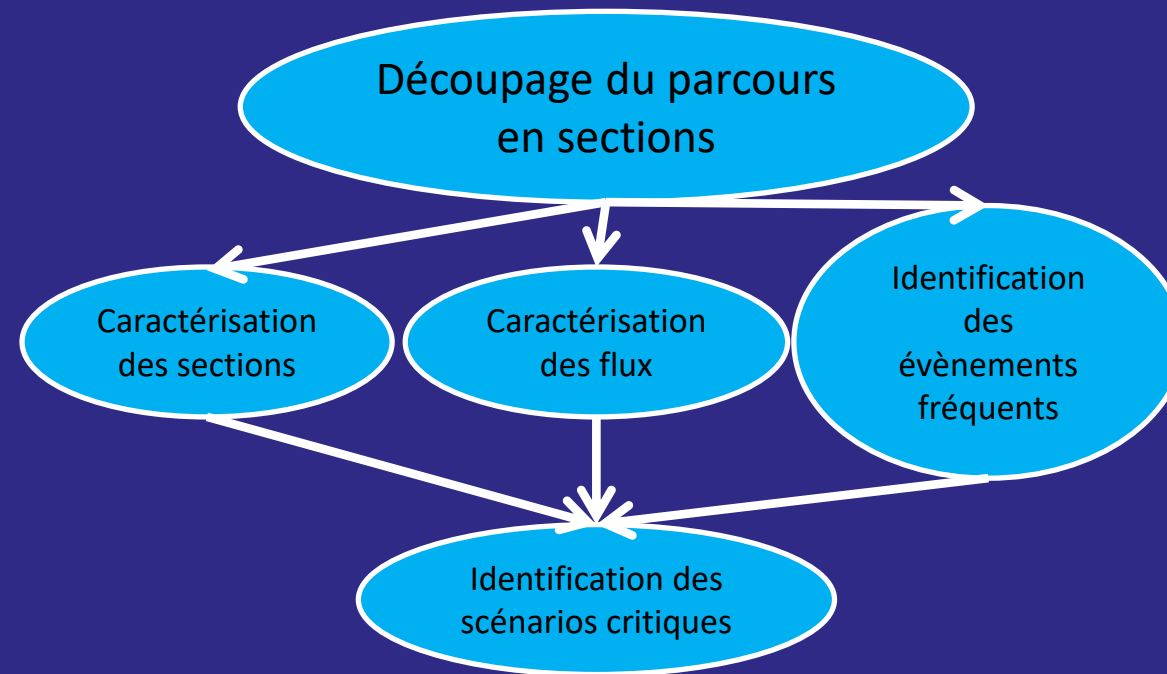
10 octobre 2025  
Tattegrain Hélène,  
Lescot

# **Identification de scénarios critiques pour le déploiement de navettes autonomes : application et Rex sur l'expérimentation ENA CASA**



**Université  
Gustave Eiffel**

## Méthodologie développée



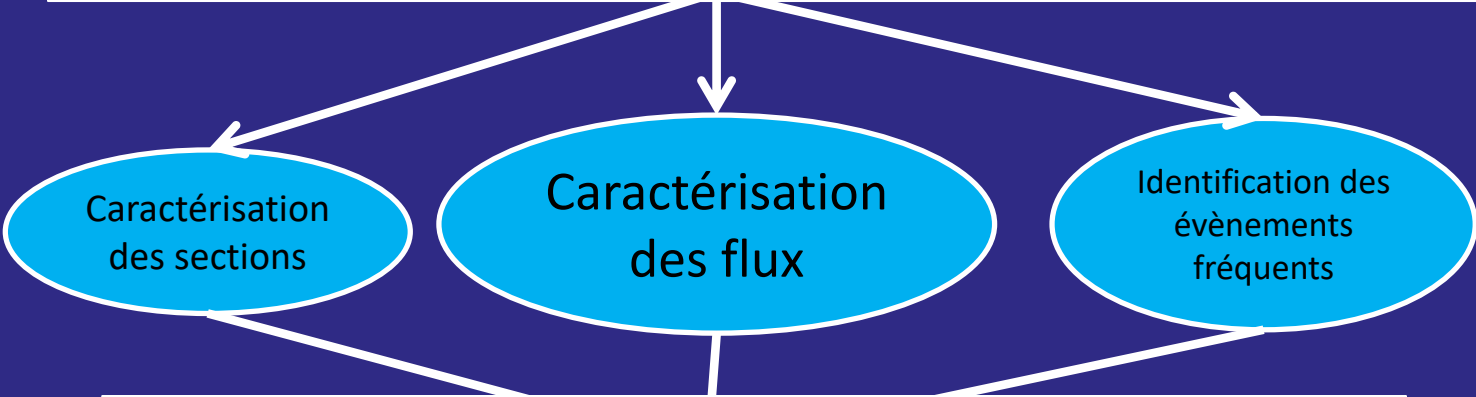
## Méthodologie développée

Caractérisation  
des sections

Macro-section	2
Numsection	3
TypeSection	LigneDroite
Manoeuvre	ToutDroit
VitesseNavette	18 km/h
StationnementG	0
StationnementD	0
VitesseUVParcours	20 km/h
VitesseVLParcours	30 km/h
VitessePLParcours	30 km/h
VisibiliteDeNavParAutresMemeVoie	1
VisibiliteDeNavParAutresCroisement	0
VisibiliteDesAutresUsagersParNavMemeVoie	1



Type Section	Passage Piéton
ExpositionUVvoie	4
ExpositionVLvoie	4
ExpositionPLvoie	2
ExpositionPersonnevoie	4
ExpositionUVCroisement	4
ExpositionVLCroisement	0
ExpositionPLcroisement	0

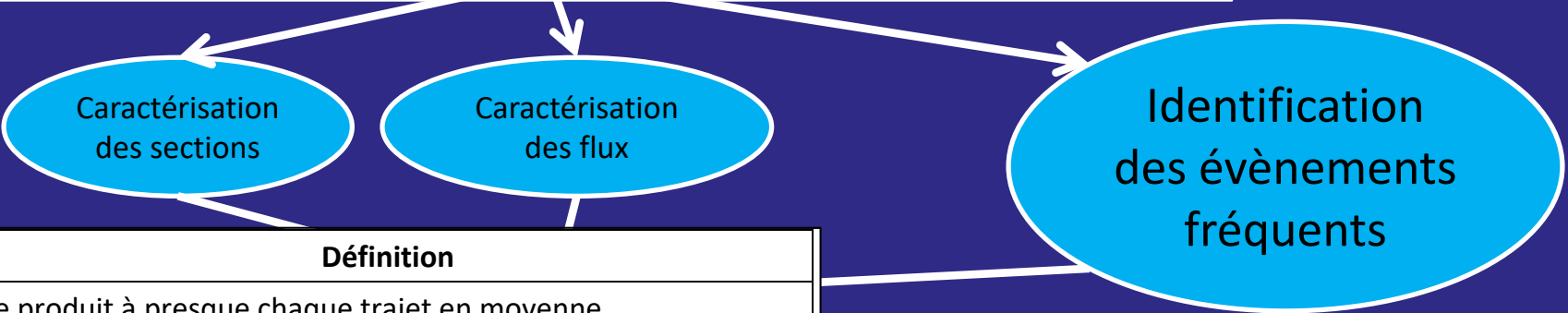


Classe d'Exposition	Définition
E4	> 10 % du temps d'exploitation moyen
E3	1 % à 10 % du temps d'exploitation moyen
E2	< 1 % du temps d'exploitation moyen
E1	Très faible probabilité de se trouver dans la situation



# Méthodologie développée

	Type de section	Ligne Droite
	Piéton se déplaçant sur la voie navette parallèlement à la navette	4
	Foule sur la voie, ou à proximité	3
	Piéton se déplaçant transversalement à la navette	3
	Cycliste qui traverse	2
	Remontée de file de cycliste par la droite	4



Classe de Fréquence	Définition
F4	Se produit à presque chaque trajet en moyenne
F3	Se produit au moins une fois par mois
F2	Se produit au moins une fois dans l'année
F1	Se produit au moins une fois dans la durée de vie du système
F0	Non crédible



## Méthodologie développée

		Sévérité			
		S1	S2	S3	S4
Type de collision	Entre navette et objet (collision frontale)	$\Delta v \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < \Delta v \leq 20 \text{ km/h}$		$\Delta v > 20 \text{ km/h}$
	Entre navette et voiture (avant ou arrière)	$\Delta v \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < \Delta v \leq 30 \text{ km/h}$		$\Delta v > 30 \text{ km/h}$
	Navette percutée de côté	$\Delta v \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < \Delta v \leq 25 \text{ km/h}$		$\Delta v > 25 \text{ km/h}$
	Navette vers UV	$\Delta v \leq 10 \text{ km/h}$	$10 \text{ km/h} < \Delta v \leq 20 \text{ km/h}$	$\Delta v > 20 \text{ km/h}$	



Classe d'évitabilité	Définition
C3	Difficilement évitable ou inévitable : (Moins de 90% Peu des participants à la scène sont capables d'éviter les danger)
C2	Normalement évitable : (90% ou plus des participants à la scène sont capables d'éviter les danger)
C1	Facilement évitable : (99% ou plus des participants à la scène sont capables d'éviter les danger)

Sévérité	Fréquence	Evitabilité		
		C1	C2	C3
S0	E0	0	0	0
	E1	0	0	0
	E2	0	0	0
	E3	0	0	0
S1	E0	0	0	0
	E1	1	1	1
	E2	1	1	1
	E3	1	1	2
S2	E0	0	0	0
	E1	1	1	1
	E2	1	1	2
	E3	1	2	3
S3	E0	0	0	0
	E1	1	1	2
	E2	1	2	3
	E3	2	3	4
S4	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5
S5	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5
S6	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5
S7	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5
S8	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5
S9	E0	0	0	0
	E1	1	2	3
	E2	2	3	4
	E3	3	4	5



## Exemples de scénarios

Numéro scénario critique	id de Macro - section	Numéro de section	Evènement	Type de section	Manœuvre	Vitesse de la navette	Élément notable	Scénario Associé
1	1	1	Cycliste en sens inverse sur la voie de la navette	Station	Tout droit	18	Présence d'UV importante	Collision de la navette avec cycliste en sens inverse
2	1	2	VL ou PL au croisement ne respectant pas la priorité	Rond-point	Tout droit	18	Rond-point avec beaucoup de trafic Rond-point à feux	Collision de la navette avec un VL ou un PL ne respectant pas la priorité au rond-point
3	2	5	Piéton se déplaçant transversalement à la navette	Ligne droite	Tout droit	18	Présence d'UV importante ; stationnement de véhicule	Collision de la navette avec un piéton pouvant être masqué par des véhicules stationnés
4	2	7	Piéton se déplaçant transversalement à la navette	Ligne droite	Tout droit	18	Présence d'UV importante ; stationnement en bataille	Collision de la navette avec un piéton pouvant être masqué par des véhicules stationnés en bataille
5	3	13	VL ou PL au croisement ne respectant pas la priorité	Carrefour stop	Tout droit	18		Collision de la navette avec un VL ou un PL ne respectant pas la priorité à droite à un carrefour stop
6	4	15	Piéton se déplaçant parallèlement à la navette avec un VL sur la voie	Zebra	Tout droit	10	Présence de beaucoup de piéton dû à un arrêt de bus	Collision de la navette avec un piéton sur la voie parallèlement à la navette
7	4	19	VL ou PL au croisement ne respectant pas la priorité	Sortie chemin	Tout droit	18	Sortie riveraine peu visible	Collision de la navette avec un VL ou un PL qui sort d'une sortie riveraine à droite en ne respectant pas la priorité

## Bilan sécurité

- **Présenter ici**
  - Refus de priorité
  
- **Autres résultats non présentables en 12 mn**
  - Incidents piétons
  - Dépassement/rabattement
  - Bilan incidents véhicules stationnés/ oiseaux /végétation



## Résultats par type d'évènement : refus de priorité

### ■ Evènement / VL 2RM PL au croisement ne respectant pas la priorité

#### ➤ Scenarii critiques identifiés

Numéro de section	Type de section	Vitesse de la navette	Eléments notables	Freinage Observées	Evènement annotés
27	Carrefour cédez-le-passage	10	Route perpendiculaire avec beaucoup de trafic	38	17
39	Croisement gauche cédez-le-passage	10	Route perpendiculaire avec beaucoup de trafic, Risque d'infraction pour ne pas être dernière la navette	15	1
59	Carrefour	18	Voie d'accès de parking avec beaucoup de trafic	11	1
13	Carrefour stop	18		51	25
52	Carrefour Stop	18	Visibilité faible des véhicules entre eux	30	13
2	Rond-point	18	Rond-point a feux avec beaucoup de trafic	41	35
34	Rond-point	10	Présence de VL importante sur la voie	62	39
63	Rond-point	10	Rondpoint avec beaucoup de trafic	35	16



## Bilan refus de priorité : Interprétation

- **Stop et Cédez-le-passage**
  - Très fréquents, plusieurs véhicules
  - Explication possible:
    - Navette ralentie en arrivant au carrefour pour passer les passages piétons,
    - Autres usagers sachant que quoiqu'il arrive la navette s'arrêtera, en profite pour ne pas respecter le code de la route.
- **Giratoire protégé par des feux**
  - Passage aux feux rouges
  - Explication possible : Vitesse de la navette au redémarrage
- **Giratoire simple**
  - Insertion forcée
  - Explication possible : Vitesse de la navette à l'approche



## Exemple Stop



## Exemple Giratoire



## Rex Analyse de la sécurité des parcours

- **Zones critiques bien identifiées**
  - Carrefour : refus de priorité
  - Interactions piétons si flux nominaux corrects
- **Zones critiques mal identifiées**
  - Dépassement, animaux, végétation : évènements non présents dans liste initiale
  - Interactions si flux ou fréquences évènements sous-évalués (piétons, entrés/sorties de véhicule en créneau)
- **Zones non critiques mal identifiées**
  - Interactions si fréquence de l'évènement dépend du trafic
- **Amélioration de la méthode**
  - Ajouter des évènements : Dépassement dangereux
  - Prévoir plusieurs évènements en même temps
  - Tenir compte de la géométrie des intersections
  - Question en suspend : Intégrer les performances des navettes dans la méthode



## Conclusion générale bilan tous évènements

- **Compromis entre vitesse pour la sécurité et vitesse pour une bonne intégration dans le trafic**
  - Choix de vitesse ne soient pas faits que dans l'optique de la sécurité mais aussi dans l'optique d'une circulation qui ne soit pas trop différentes car elle engendrera beaucoup de comportements incivils
  - Seuils dépendants du trafic.
  - Définition des ODDs : définir aussi des vitesses minimums à respecter.
- **Problèmes techniques à résoudre impérativement**
  - Fausses alarmes dus à la présence de végétation
  - Contournement des véhicules stationnés sur une partie de la voie de la navette



# Merci de votre attention

**Hélène TATTEGRAIN**

[helene.tattegrain@univ-eiffel.fr](mailto:helene.tattegrain@univ-eiffel.fr)

