



expérimentations  
navettes autonomes

# Méthodologie d'Analyse des Incidents

Ce projet a été financé par le Gouvernement dans le cadre du Programme d'investissements d'avenir désormais intégré à France 2030, et opéré par l'ADEME



Appel à projet EVRA Expérimentation du véhicule routier autonome  
Convention de contractualisation n° 1982C0050

Projet labélisé par 



## **Information**

Livrable L5.1.1

Version 1.0 : Approuvée Copil ENA

Date : 25 04 2023

Niveau de diffusion : Public

## **Auteurs**

Hélène Tattegrain – Université Gustave Eiffel

Erika Béquet – Université Gustave Eiffel

Noëlle Favier – Université Gustave Eiffel

## **Relecteurs**

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

## **Coordinateur**

Philippe Vezin – Université Gustave Eiffel

Université Gustave Eiffel

Cité des mobilités - 25 av. François Mitterrand, Case 24

69675 Bron Cedex

France

Tel: +33 4 72 14 23 79

Email : [philippe.vezin@univ-eiffel.fr](mailto:philippe.vezin@univ-eiffel.fr)

[www.experimentations-navettes-autonomes.fr](http://www.experimentations-navettes-autonomes.fr)



## **Avertissement**

Les informations contenues dans ce document sont fournies « en l'état » et aucune garantie n'est donnée quant à leur adéquation à un usage particulier. Les membres du consortium ne seront pas responsables des dommages de toute nature, y compris, sans limitation, les dommages directs, spéciaux, indirects ou consécutifs qui peuvent résulter de l'utilisation de ces matériaux, sous réserve de toute responsabilité obligatoire en raison de la loi applicable. Bien que les efforts aient été coordonnés, les résultats ne reflètent pas nécessairement l'opinion de tous les membres du consortium ENA.

© 2020 Consortium ENA



## RESUME EXECUTIF

Pour mieux connaître comment les autres usagers de la voirie se comportent face à un véhicule autonome qu'ils côtoient régulièrement, nous avons recueilli un certain nombre de données pendant les plusieurs mois de déploiement de service de transport public par des navettes autonomes. L'objectif de ce livrable est donc de décrire l'ensemble des événements dus aux interactions avec les autres usagers rencontrés lors des deux cas d'usage du projet ENA : un cas urbain/périurbain CASA, un cas rural Cœur de Brenne.

Dans la première section nous décrivons les données qui ont été recueillies : événements qui ont été notés par les opérateurs de sécurité à bord de la navette, données objectives mesurées sur les véhicules pour avoir sa dynamique et sa localisation et des vidéos pour pouvoir contextualiser les situations, données codées manuellement pour caractériser les situations rencontrées. Dans la deuxième section, nous présentons les scénarios récurrents qui ont été rencontrés que nous avons regrouper selon l'infrastructure sur laquelle ils se sont produits. La plupart des scénarios concernent les interactions soit avec d'autres véhicules (VL, PL, 2RM) ou avec des piétons. Dans la troisième section nous présentons les analyses qui ont été réalisées sur ces données tels que la gestion par la navette des différents types d'événements, les freinages brusques enregistrés et les codages manuels. La quatrième section présente une synthèse et des recommandations que nous proposons pour gérer certains type d'événements concernant les piétons, les refus de priorité ou les dépassements.

Les principaux événements rencontrés ont été différents suivant le cas d'usage. Pour le cas d'usage rural de Cœur de Brenne, très peu d'événements ont été rencontrés, et la plupart ont été bien gérés. Les principaux événements, hormis les problèmes techniques, qui ont demandé la reprise en main sont les stationnements sur la voie de la navette, et la détection de végétation sur le bord de la voie. Pour le cas de CASA, de nombreux comportements incivils ont été remontés dont des dépassements proches et des refus de priorité. Certains de ces événements ont générés de violents freinages. Nous avons retrouvé les mêmes problèmes de stationnement et de végétation.

Nous proposons un certain nombre de piste pouvant permettre l'amélioration des interactions avec les autres usagers. Par exemple pour les piétons, nous pensons donc qu'il serait important :

- De faire des essais de validation avec des piétons qui viennent des deux côtes de la route avec plusieurs largeurs de voies et de bien vérifier que les VA prennent en compte la totalité des passages piétons.
- De faire connaître aux piétons qu'ils ont été identifiés (concept du croisement de regards avec un automobiliste). Ce dispositif serait aussi utile pour gérer les problèmes d'usagers voulant traverser après être sorti de leur véhicule.

Pour mieux gérer les stationnements, nous proposons

- De voir si techniquement, il est possible de prévoir des déviations de trajectoire que quelques dizaines de centimètres pour gérer ces problèmes.

Pour mieux gérer les problèmes de fausse alarme dues à la végétation, nous proposons

- De voir si techniquement, il est possible de reconnaître le type de l'objet de manière plus précise pour ne s'arrêter que pour les objets mobiles.

Pour mieux gérer les dépassements hors intersection et hors passages piétons, nous proposons :

- De gérer la dynamique de la navette pour que les rabattements proches soient plus confortables.
- De voir si techniquement, la vitesse de croisière peut ne pas être trop basse par rapport à la vitesse usuelle du parcours. Cela réduirait l'occurrence de dépassements.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'arrière de la navette qu'un véhicule arrive sur la voie opposée (particulièrement en milieu urbain). Cela pourrait réduire les occurrences de dépassements dangereux.

Pour mieux limiter les dépassements en intersection et près des passages piétons, nous proposons :

- De voir si techniquement, la vitesse de traversée des intersections peut ne pas être trop basse par rapport à la vitesse usuelle du parcours. Cela réduirait l'occurrence de dépassements en carrefour ou près des passages piétons.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'arrière de la navette
  - Qu'elle arrive près d'un passage piéton et qu'il y a des piétons sur les trottoirs. Cela pourrait réduire les occurrences de dépassements dangereux.
  - Qu'elle arrive à un carrefour et qu'il est interdit de doubler en affichant les panneaux de signalisation routière.

En conclusion, il est important de discuter de la vitesse de la navette. En effet, pour assurer la sécurité, les navettes ont une vitesse réduite par rapport aux autres usagers ce qui entraîne des comportements incivils. Nous n'avons pas observé de problèmes de sécurité lors de ces comportements à part des freinages brusques car les navettes s'arrêtent. Mais cela nous pose la question du bon compromis entre vitesse pour la sécurité et vitesse pour une bonne intégration dans le trafic. Il faudrait donc que dans les futurs déploiements, les 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. Nous ne pouvons pas donner de seuils car cela dépend du trafic. Sur le parcours CASA très fréquenté, cela a été problématique alors que sur Cœur de Brenne très peu fréquenté, cela a pu être géré. Il nous semble donc important dans la définition des ODDs de définir aussi des vitesses minimums à respecter.

# TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION .....	1
2.	DONNEES RECUEILLIES.....	5
2.1.	DONNEES OPERATEURS .....	5
2.1.1.	Recueil .....	5
2.1.2.	Evènements remontés CASA.....	6
2.1.3.	Evènements Cœur de Brenne.....	7
2.2.	DONNEES MESUREES .....	8
2.2.1.	Recueil CASA .....	8
2.2.2.	Recueil Cœur de Brenne .....	10
2.3.	SEGMENTATION DES DONNEES .....	11
2.4.	DETECTION DES EVENEMENTS DE FREINAGE.....	12
2.5.	CODAGE MANUEL DES DONNEES.....	14
3.	SCENARIOS PAR TYPE DE SECTION .....	19
3.1.	SECTIONS PROTEGEES.....	19
3.1.1.	Exemple de présence d'animal .....	20
3.2.	SECTION GIRATOIRE AVEC FEUX.....	21
3.2.1.	Exemple de rabattement avant que la navette s'engage sur la zone d'attente avant le giratoire .....	22
3.2.2.	Exemple de Refus de priorité par non-respect du feu de trafic.....	24
3.3.	CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE.....	26
3.3.1.	Exemple de Refus de priorité par non-respect du cédez le passage à droite .....	27
3.3.2.	Exemple de refus de priorité par non-respect du cédez le passage à gauche .....	31
3.4.	SECTION CARREFOUR STOP .....	33
3.4.1.	Exemple de Refus de priorité par non-respect du stop à droite .....	34
3.4.2.	Exemple de refus de priorité par non-respect du stop à gauche .....	36
3.5.	SECTION GIRATOIRE SANS FEUX .....	38
3.5.1.	Exemple de refus de priorité au giratoire.....	39
3.5.2.	Exemples de traversée passage piéton .....	41
3.6.	SECTIONS COURANTES PERIURBAINES.....	43
3.6.1.	Exemples de dépassement et rabattement proches .....	45
3.6.2.	Exemple de refus de priorité au redémarrage de la station.....	47
3.6.3.	Exemple de traversée hors passage piéton.....	50
3.6.4.	Exemple de traversée sur passage piéton .....	52

3.6.5.	Exemple de sortie de parking.....	54
3.6.6.	Exemple de stationnement gênant.....	56
3.6.7.	Exemple de sortie d’usager de son véhicule.....	58
3.6.8.	Exemple de végétation .....	60
3.7.	SECTIONS COURANTES URBAINES.....	62
3.7.1.	Exemple de remontée de file.....	64
3.7.2.	Exemple de sortie de stationnement et dépassement/rabatement proches.....	66
3.7.3.	Exemples de traversée hors passage piéton urbain.....	69
3.7.4.	Exemple de traversée sur passage piéton .....	73
3.8.	SECTION SORTIES D’ENTREPRISES.....	76
3.8.1.	Exemple de sortie de parking entreprise.....	77
3.9.	SECTIONS RURALES .....	79
3.9.1.	Exemple de sortie de dépassement en zone rurale .....	79
3.9.2.	Exemple de végétation en zone rurale.....	81
3.10.	SECTIONS VILLAGES.....	85
3.10.1.	Exemple de stationnement gênant dans les villages.....	85
3.10.2.	Exemple de traversée hors passage piéton dans un village.....	87
3.11.	EVENEMENTS NON RELIES AUX USAGES DES INFRASTRUCTURES.....	89
3.11.1.	Exemple d’animal sur la route.....	89
3.11.2.	Exemple de travaux .....	91
4.	ANALYSES DES EVENEMENTS.....	93
4.1.	ANALYSE DE LA GESTION DES EVENEMENTS OPERATEUR PAR TYPE D’INFRASTRUCTURE.....	93
4.2.	ANALYSE DE LA GESTION DES EVENEMENTS OPERATEUR PAR TYPE D’EVENEMENT .....	94
4.3.	ANALYSE DES FREINAGES.....	96
4.4.	ANALYSE DES CODAGES MANUELS SUR CASA .....	99
5.	SYNTHESE/RECOMMANDATIONS .....	103
5.1.1.	Les piétons.....	103
5.1.2.	Les véhicules stationnés/ oiseaux /végétation.....	104
5.1.3.	Les refus de priorité.....	104
5.1.4.	Les dépassements/rabtements.....	104
6.	CONCLUSION.....	107

# 1. INTRODUCTION

Pour mieux connaître comment les autres usagers de la voirie se comportent face à un véhicule autonome qu'ils côtoient régulièrement, nous avons recueilli un certain nombre de données pendant les plusieurs mois de déploiement de service de transport public par des navettes autonomes.

L'objectif de ce livrable est donc de décrire l'ensemble des événements dus aux interactions avec les autres usagers rencontrés lors des deux cas d'usage du projet ENA : un cas urbain/périurbain CASA, un cas rural Cœur de Brenne.

Dans la première section nous décrivons les données qui ont été recueillies.

- Les événements qui ont été notés par les opérateurs de sécurité à bord de la navette (Sortie de stationnement proche de la navette, Rabattement proche de la navette, Remontée de file d'un vélo ou d'une moto par la droite ou par la gauche ; Non-respect de la priorité de la navette par les autres usagers en rond-point, Vitesse excessive d'un autre usager sur la voie de la navette, Non-respect de la priorité de la navette par les autres usagers en carrefour, Des conditions météorologiques très dégradées, Des incidents dus à la présence de végétation sur la voie de la navette, Des embouteillages, Du stationnement gênant, Un animal sur la voie, Des travaux, Traversée sur passage piéton assez proche de la navette, Traversée hors passage piéton assez proche de la navette, Traversée avec masquage, Usager sortant de véhicule). De plus, les opérateurs pouvaient noter s'ils estimaient que la gestion de l'évènement était bien ou mal géré.
- Des données objectives mesurées sur les véhicules pour avoir sa dynamique et sa localisation et des vidéos pour pouvoir contextualiser les situations.
- Des données codées manuellement pour caractériser les situations rencontrées.

Dans la deuxième section, nous présentons les scénarios récurrents qui ont été rencontrés que nous avons regroupé selon l'infrastructure sur laquelle ils se sont produits (Section protégée, Carrefours Stop et Cédez le Passage, Giratoires protégés par des feux tricolores ou sans feux, Section urbaine, Section périurbaine, Section Rurale, Section dans les villages). La plupart des scénarios concernent les interactions soit avec d'autres véhicules (VL, PL, 2RM) ou avec des piétons.

Dans la troisième section nous présentons les analyses qui ont été réalisées sur ces données tels que la gestion par la navette des différents types d'évènements, les freinages brusques enregistrés et les codages manuels.

La quatrième section présente une synthèse et des recommandations que nous proposons pour gérer certains type d'évènements concernant les piétons, les refus de priorité ou les dépassements.







## 2. DONNEES RECUEILLIES

### 2.1. DONNEES OPERATEURS

#### 2.1.1. Recueil

Lors de l'expérimentation, une tablette a été installée dans les navettes pour permettre aux opérateurs à bord de noter les instants lors desquels des évènements sont apparus. Ce codage est primordial pour gérer l'ensemble des données qui ont été collectées, il est important de connaître les instants durant lesquels des situations intéressantes sont à analyser.

Il existe deux niveaux de codage des événements.

- Le premier niveau sert à indiquer qu'une situation est intéressante à analyser car il s'est passé un événement qui sort de l'ordinaire ou qui est contraire au code de la route ;
- Le deuxième niveau permet de spécifier plus finement le type de situation.

Le premier niveau de codage, permet de savoir :

- Qu'il n'y a pas eu d'évènement pendant un roulage (ce qui ne s'est pas produit dans le cas de CASA) ;



Aucun événement  
pendant ce roulage

**FIGURE 1 : PRESENTATION DU BOUTON « AUCUN EVENEMENT PENDANT CE ROULAGE »**

- Que la navette a bien ou mal géré cet évènement (aussi bien en termes de criticité que de confort). Pour cela l'opérateur a appuyé soit sur le bouton vert si la situation a été gérée de manière fluide par la navette, soit sur le bouton rouge si la situation a été gérée de manière plus brutale par la navette ;



Situation bien gérée

**FIGURE 2 : PRESENTATION DU BOUTON  
« SITUATION BIEN GEREE »**



Situation mal gérée

**FIGURE 3 : PRESENTATION DU BOUTON  
« SITUATION MAL GEREE »**

- Le deuxième niveau de codage permet de caractériser le type d'évènement qui s'est produit. Ces évènements peuvent concerner des véhicules en mouvement proche de la navette :
  - Sortie de stationnement proche de la navette ;
  - Rabattement proche de la navette ;
  - Remontée de file d'un vélo ou d'une moto par la droite ou par la gauche (moto ou vélo qui roule le long de la navette à une distance de moins d'un mètre) ;
  - Non-respect de la priorité de la navette par les autres usagers en rond-point ;
  - Vitesse excessive d'un autre usager sur la voie de la navette (par exemple véhicule qui double très vite la navette) ;
  - Non-respect de la priorité de la navette par les autres usagers en carrefour.
- Cela peut concerner des évènements en lien avec l'environnement :
  - Des conditions météorologiques très dégradées ;
  - Des incidents dus à la présence de végétation sur la voie de la navette ;
  - Des embouteillages ;
  - Du stationnement gênant ;
  - Un animal sur la voie ;
  - Des travaux (indiquer une fois par jour).
- Cela peut concerner des évènements impliquant des usagers vulnérables (cyclistes, piétons, trottinettes, ...)
  - Traversée sur passage piéton assez proche de la navette ;
  - Traversée hors passage piéton assez proche de la navette ;
  - Traversée avec masquage (par exemple un véhicule arrêté masquant un usager) ;
  - Usager sortant de véhicule.



FIGURE 4 : PRESENTATION DE L'APPLICATION OPERATEUR

### 2.1.2. Evènements remontés CASA

Lors de l'expérimentation, CASA 3879 évènements ont été remontés. La plupart de ces évènements sont liés à des interactions des autres véhicules autour de la navette dont des dépassements, les rabattements proches, les vitesses excessives, les remontées de file, les incidents et les refus de priorité (2337) mais aussi ceux des piétons (496). Une autre partie est liée à la problématique du stationnement (570). D'autres concernent la gestion de l'environnement tels que la présence de végétation, d'animaux, de pluie ou de soleil (476).

**TABLEAU 1 : LISTE DES EVENEMENTS SUR L'EXPERIMENTATION CASA**

Type d'évènement	Nombre d'évènement
Animal	27
Dépassement proche	451
Eblouissement	28
Embouteillages	2
Incident	33
Intempéries	1
Rabatement proche	1296
Refus de priorité	437
Remontée de file	36
Sortie de stationnement	49
Sortie de parking	94
Stationnement gênant	340
Travaux	16
Traversée avec masquage	31
Traversée hors passage piéton	70
Traversée passage piéton	391
Usager sortant véhicule	76
Végétation	397
Vitesse excessive	53
<b>Total général</b>	<b>3828</b>

### 2.1.3. Evénements Cœur de Brenne

Dans l'expérimentation Cœur de Brenne beaucoup moins d'évènements ont été remontés par les opérateurs. Néanmoins, pour ceux qui ont été signalés, nous retrouvons les interactions avec les autres véhicules et dépassement et rabatement proches, très peu d'interaction avec les piétons mais les mêmes problèmes de stationnement et de gestion de l'environnement tels que travaux, végétation et intempéries. Nous avons en plus des problèmes de gestion de la priorité par la navette et de sortie de route de la navette. Ces évènements n'étaient pas dû au comportement des autres usagers mais du fonctionnement technique de la navette. Pour des raisons de confidentialité, nous ne les décrivons pas.

**TABLEAU 2 : LISTE DES EVENEMENTS SUR L'EXPERIMENTATION CŒUR DE BRENNE**

Type d'évènement	Nombre d'évènement
Dépassement proche	14
Incident	1
Intempéries	7
Rabatement proche	2
Refus priorité	3
Sortie de route	14
Stationnement	40
Travaux	3
Traversée hors passage piéton	2
Végétation	30
Pas d'évènement sur ce trajet	7
<b>Total général</b>	<b>123</b>

## 2.2. DONNEES MESUREES

### 2.2.1. Recueil CASA

- Sur les navettes Navya, l'Université Gustave Eiffel a installé un système de recueil avec quatre caméras, un GPS et un accéléromètre.

Les quatre caméras permettent de voir :

- La scène avant sur 110° ;
- La scène arrière sur 110° ;
- Le côté droit sur 97° ;
- Le côté gauche sur 97° .

Les quatre vues sont enregistrées sur une seule image quadra vision et les données (accéléromètre, GPS et vidéo) synchronisées à l'aide du logiciel RTMAPS.

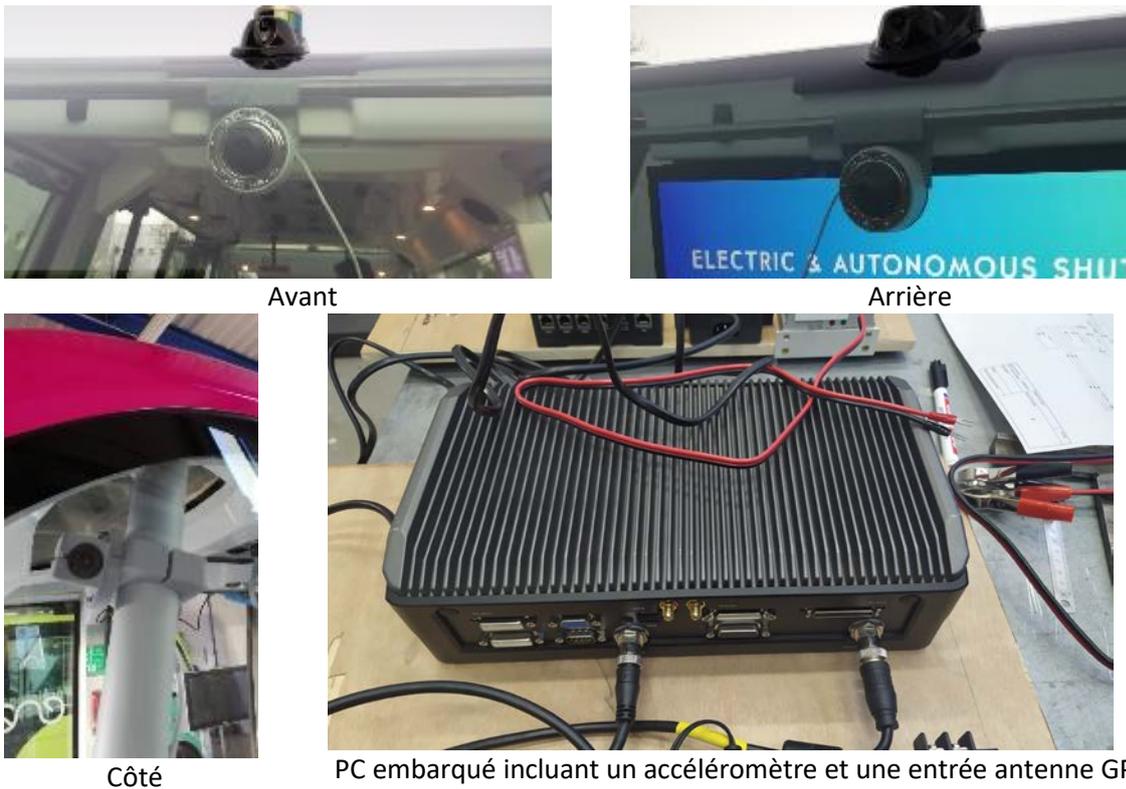


FIGURE 5 : SYSTEME INSTALLE : DEUX CAMERAS DOMES (AVANT, ARRIERES) 2 CAMERAS IP (COTE)

TABLEAU 3 : VOLUME DES DONNEES MESUREES SUR L'EXPERIMENTATION CASA

Infrastructure	Nombre d'heures	Nombre de passages aller	Nombre de passages retour
Cédez le Passage	8,053904	1370	1329
Giratoire	12,84555	1217	
Giratoire à Feux	3,483814	1371	1345
Plateforme	123,9587	1370	
Plateforme	209,9621	1370	1320
Section Urbaine	62,43869	1370	1340
Sortie Entreprise	43,33659	1215	1220
Stop	13,66808	1369	1336
<b>Total général</b>	<b>477,7475</b>		

Nous avons enregistré 634 heures sur notre système. Mais un certain nombre de ces heures n'était pas sur le parcours car il arrivait que la navette ne soit pas arrêtée le soir et l'enregistrement continuait la nuit. Nous avons nettoyé ces données et en définitive, nous avons enregistré environ 477 heures sur le parcours ce qui correspond à environ 1300 parcours complets. Ce tableau permet de mesurer l'exposition de la navette dans chaque contexte et de quantifier :

- Le nombre de passages sur chaque carrefour, environ 1300 dans chaque sens ;
- Le nombre d'heures sur les sections urbaines 64 heures et périurbaines 210 heures.

### 2.2.2. Recueil Cœur de Brenne

Dans l'expérimentation Cœur de Brenne, les données ont été fournies par le constructeur de la navette sous forme de fichiers RosBag qui contenaient :

- 3 vidéos : vue avant, vue cotés droit et gauche vers l'arrière ;
- Des données GPS : longitude, latitude, vitesse ;
- Des données CAN du véhicule : rotation des roues, ouverture des portes ;
- Des données sur le mode autonome ;
- Des données lidar (non encore exploitées).

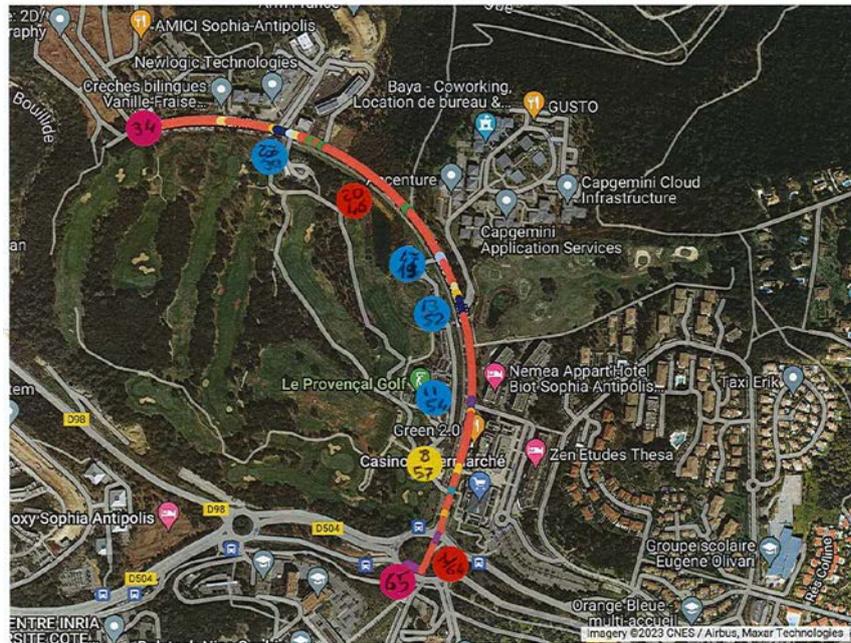
**TABLEAU 4 : VOLUME DES DONNEES MESUREES SUR L'EXPERIMENTATION CŒUR DE BRENNNE**

Contexte	Nombre d'heures total	Nombre d'heures en mode Manuel	Nombre d'heures en mode Autonome
Village	102,13	27,21	74,91
Route rurale	140,14	30,83	109,31
Navette à l'arrêt	106,52		
<b>Total général</b>	<b>348,78</b>	<b>58,04</b>	<b>184,22</b>

Il y a eu 348 heures enregistrées dont 262 heures de roulage. Mais un certain nombre de trajets a été fait en mode manuel pour des raisons techniques. Nous avons donc 184 heures de recueil en autonome qui correspondent à près de deux cents parcours et une soixantaine en manuel.

## 2.3. SEGMENTATION DES DONNEES

Le parcours CASA a été segmenté en 65 sections.



**FIGURE 6 : SEGMENTATION DU PARCOURS CASA**

Puis ces sections ont été regroupées en type d'infrastructure :

- La section protégée :
  - Route d'accès à la route ouverte section 1 ;
  - Route d'accès à la plateforme de l'arrêt de la navette : section 64 ;
  - Plateforme d'arrêt : section 65.
- La section Giratoire à feux :
  - Parcours aller section 2 ;
  - Parcours retour : section 63.
- La section urbaine sur laquelle, il y a beaucoup de commerces et des stationnements en créneau et en bataille.
  - Parcours aller sections 3 à 9 ;
  - Parcours retour : section 56 à 62.
- La section Carrefour Cédez le passage en fin de section urbaine :
  - Parcours aller sections 10 et 11 ;
  - Parcours retour : section 54 et 55.
- La section Périurbaine sur laquelle il n'y a plus de commerce mais encore quelques stationnements en créneau
  - Parcours aller sections 12, 15 à 20, 30 à 32 ;
  - Parcours retour : sections 36, 46 à 50, 53.
- La section Stop en milieu périurbain :
  - Parcours aller sections 12 et 14 ;
  - Parcours retour : section 51 et 52.

- La section Entreprise en milieu périurbain sur laquelle il y a des sorties de parking d'entreprise et une crèche :
  - Parcours aller sections 21 à 29 ;
  - Parcours retour : section 37 à 45.
- La section Giratoire sans feux en fin de parcours aller et début du retour en début de parcours retour :
  - Parcours aller section 33 ;
  - Giratoire : section 34 ;
  - Parcours retour : section 35.

Pour l'expérimentation Cœur de Brenne nous avons segmenté les parcours en village (ronds orange) et routes rurales (traits marron).



**FIGURE 7 : SEGMENTATION DU PARCOURS CŒUR DE BRENNÉ**

Nous avons donc deux types de sections :

- Village ;
- Routes rurales.

## 2.4. DETECTION DES EVENEMENTS DE FREINAGE

Pour chaque expérimentation, nous avons créé des événements de freinage par calcul sur les données recueillies. Pour CASA, nous avons recherché si un événement opérateur était proche de ce freinage, c'est-à-dire 10 secondes après.

**TABLEAU 5 : LISTE DES FREINAGE ET DES EVENEMENTS PROCHES SUR L'EXPERIMENTATION CASA**

Type d'évènements	Nb freinage	Nb total d'évènement remonté	% d'occurrence de l'évènement dans les freinages
Animal	6	28	0%
Dépassement proche	134	457	6%
Eblouissement	3	28	0%
Incident	5	36	0%
Intempéries	1	2	0%
Rabatement proche	351	1306	15%
Refus de priorité	79	445	3%
Remontée de file	7	39	0%
Sortie de stationnement	3	50	0%
Sortie parking	7	96	0%
Stationnement gênant	25	346	1%
Travaux	1	16	0%
Traversée hors passage piéton	10	71	0%
Traversée passage piéton	84	394	4%
Pas d'évènement proche	1471		65%
Usager sortant véhicule	12	78	1%
Végétation	80	400	4%
Vitesse excessive	1	54	0%
<b>Total général</b>	<b>2280</b>	<b>3845</b>	<b>100%</b>

Nous voyons que 35% des freinages sont associés à un évènement. Sur les 809 freinages associés à des évènements, près de 500 sont liés aux dépassements, aux rabattements proches, 79 aux refus de priorité, 94 aux interactions avec les piétons et 80 à la végétation. Les évènements animaux et les problèmes de stationnement n'ont pas été générateurs de beaucoup de freinages.

Pour Cœur de Brenne, nous avons catégorisé les phases de roulage en termes de dynamique du véhicule, c'est-à-dire un arrêt, un redémarrage, un ralentissement plus ou moins important (fort plus de 15 km/h, faible moins de 4 km/h sinon normal).

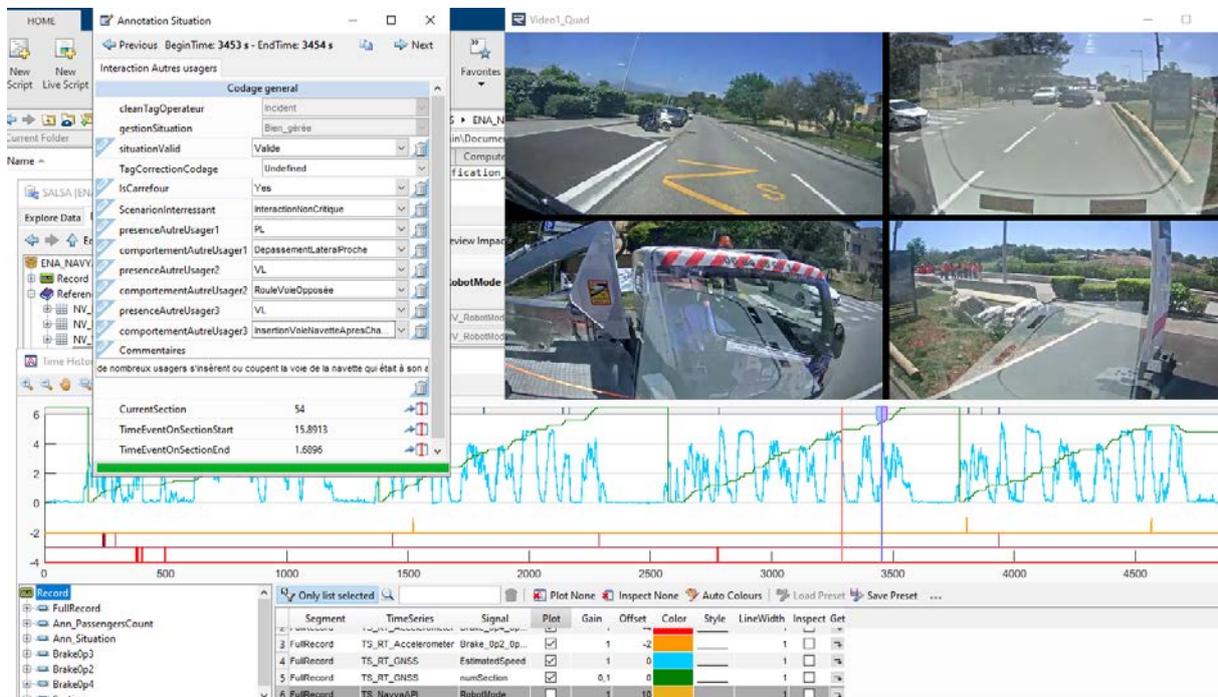
**TABLEAU 6 : LISTE DES TYPES DE FREINAGE SUR L'EXPERIMENTATION CŒUR DE BRENNE**

Type de freinage	Nb freinage	% d'occurrence de ce type de freinage
1 Fort Arrêt	16	2%
2 Fort Ralentissement	35	5%
3 Arrêt	160	24%
4 Ralentissement	367	55%
6 Faible Arrêt	36	5%
7 Faible Ralentissement	56	8%
8 Redémarrage	2	0%
<b>Total général</b>	<b>672</b>	<b>100%</b>

Un quart des freinages a conduit à un arrêt de la navette et plus de la moitié à un ralentissement entre 4 et 15 km/h et seulement 5% à un fort ralentissement de plus de 15 km/h.

## 2.5. CODAGE MANUEL DES DONNEES

Nous avons codé un certain nombre d'évènements de CASA en utilisant le logiciel SALSA développé par le CEESAR.


**FIGURE 8 : INTERFACE DE CODAGE MANUEL**

Ce logiciel peut afficher des courbes telles que celles de la vitesse, des numéros de sections et des occurrences de freinages. Nous avons défini une interface de codage qui permet de coder les interactions avec les autres usagers. Pour cela nous avons codé pour 3 usagers sur la même scène quel type d'usager est impliqué (VL, PL, 2RM, Piéton, Cycliste, Autres) et sa manœuvre (Rabattement Proche, Dépassement Latéral Proche, Traversée, Coupe Voie Navette Après Changement de Direction, Insertion Voie Navette Après Changement de Direction, Roule Voie Opposée, Empiètement Voie Navette). Dans la figure ci-dessus, nous avons un premier camion qui double alors qu'il y a un VL sur la voie opposée tandis qu'un deuxième VL (voiture blanche) au cédez le passage va le griller pour s'insérer devant la navette.

Nous avons codé 490 situations : 16 ont été invalidées, il en reste 474 valides. Nous avons sélectionné les situations pour avoir le plus de situations différentes. Les nombres de ce tableau ne sont donc pas représentatifs de la fréquence d'occurrence de ces situations. Par exemple, les dépassements et rabattements proches sont très fréquents mais se ressemblent beaucoup. Nous n'en avons donc codé que 60.

**TABLEAU 7 : LISTE DES EVENEMENTS CODES MANUELLEMENT SUR L'EXPERIMENTATION CASA**

Type d'évènement	2RM	Aucun	Cycliste	Piéton	PL	VL	Total général
Animal		24					24
Incident	5	2		1	1	21	30
Rabattement proche	8		2		1	52	63
Refus de priorité		7				16	23
Remontée de file	15		2			14	31
Sortie de stationnement						45	45
Traversée avec masquage		2	1				3
Traversée hors passage piéton				65			65
Traversée passage piéton		2		99		1	102
Usager sortant véhicule		3		63			66
Vitesse excessive	3				1	34	38
<b>Total général</b>	<b>31</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>228</b>	<b>3</b>	<b>183</b>	<b>490</b>

Le codage manuel contient aussi des commentaires des situations tel que :

- Situation avec 2RM :
  - 2 2RM dépassent la navette à la suite ;
  - 7 VL dépassent la navette ;
  - Dépassement de 2RM puis VL à la suite (2RM vitesse excessive ?) ;
  - La remontée de file se fait sur la voie opposée ;
  - Une 2RM double la navette à grande vitesse, puis une VL (arrivée sur zone 30) ;
  - Plusieurs VL dépassent la navette, un 2RM dépasse navette alors que VL arrive sur la voie opposée ;
  - VL derrière la navette est surpris, freine assez fort, le véhicule ne reste pas dans l'axe ;
  - 2RM effectue un dépassement sur PP surélevé, la navette freine brusquement

- La navette freine brusquement suite à une remontée de file/dépassement/rabatement proches de 2 2RM sur passage piéton surélevé avec VL sur voie opposée ;
- Navette freine brusquement car 2RM dépasse proche (se rabat sur triangle blanc avant carrefour à feux).
- Situation avec Cycliste :
  - Environ 8 VL et 1 cycliste font remontée de file ;
  - Cycliste dépasse la navette, léger freinage ;
  - La navette arrive sur le carrefour, un cycliste traverse alors que les VL sont arrêtés ;
  - Navette à son arrêt, cycliste masque par buisson avant de traverser sur PP pendant que le VL derrière la navette effectue un dépassement.
- Situation avec Piéton
  - Le piéton marche le long de la route après être sorti de son véhicule (et non sur le trottoir) ;
  - Piéton arrive comme s'il voulait traverser mais s'arrête en bord de voie, freinage violent de la navette 0,2ms-2 question risque passager ;
  - Piéton marche sur le bord de la route dans la voie de la navette en sens inverse, la navette ralentit doucement jusqu'à l'arrêt complet quand il est à 1,5 mètre, il y a des barrières qui empêchent le piéton de se mettre dans le bas-côté en herbe ;
  - 4 piétons traversent après rond-point, navette freine brusquement ;
  - Freinage brusque de la navette lorsque le premier piéton traverse, deux autres piétons traversent ensuite ;
  - Petit groupe de 4 piétons qui traverse ;
  - Piéton avec poussette, situation bien gérée mais la navette freine brusquement suite à la remontée de file de 2RM ;
  - Piéton passe sur la ligne d'arrêt de la navette avant le passage du feu du giratoire, pas critique car la navette est arrêtée ;
  - Traversée cycliste derrière la navette en + du piéton qui traverse hors passage devant la navette.
- Situation avec VL
  - 2 VL dépassent la navette ;
  - 2 VL dépassent la navette dont une à vitesse excessive ;
  - 2 VL doublent à la suite la navette précédée d'un PL ;
  - Freinage brusque navette car VL coupe la voie de la navette pour se garer ;
  - La navette freine légèrement plusieurs fois car le véhicule sortant de son stationnement est proche ;
  - Le véhicule devant la navette commence à effectuer sa sortie, se range à nouveau sur sa place pour laisser passer la navette, effectue sa sortie lorsque la navette est passée ;
  - Le véhicule devant la navette effectue une sortie de stationnement, le véhicule derrière la navette commence à doubler mais laisse le véhicule terminer sa sortie avant de dépasser, un troisième véhicule dépasse également la navette (freinage brusque de la navette) ;
  - Navette arrêtée à son arrêt, se fait dépasser par 3 VL (la 3ème provoque un FB) ;
  - Nombreuses VL + deux 2RM dépassent la navette qui freine brusquement avant même d'arriver à son arrêt.
  - Un premier véhicule sort de stationnement loin devant (interaction banale), un second provoque un freinage brusque à hauteur de la navette

- Un véhicule manœuvre sur une place de stationnement, la navette s'arrête en douceur
- Une 2RM tente de remonter la file mais reste au niveau de la navette tout en empiétant sur la voie opposée
- Véhicule dépasse plusieurs autres véhicules qui précèdent la navette, se rabat un peu avant le carrefour
- VL dépasse 1VL et navette
- VL dépasse la navette qui arrive sur le giratoire, freinage brusque
- VL dépasse navette qui redémarre de son arrêt, freinage brusque
- VL refuse la priorité, coupe la voie de la navette (freinage brusque)
- La navette freine brusquement
- Navette à son arrêt, plusieurs VL dépassent, la navette redémarre quand VL la dépasse et VL arrive voie opposée, navette FB
- Navette à son arrêt, VL immobile derrière, une autre VL qui sort d'un carrefour double VL + navette et croise très proche 2ème navette voie opposée (les 2 navettes freinent brusquement), un 2RM qui suit dépasse proche également
- Le véhicule empiète sur la voie de la navette en sortant de son stationnement
- Le véhicule roule voie opposée et vient couper la voie de la navette afin d'effectuer un stationnement
- Navette freine brusquement car VL empiète sur sa voie en dépassant un petit PL qui stationne voie opposée
- 2 VL et 1 2RM dépassent la navette qui était sur son arrêt, un VL grille son stop et s'insère dans la voie de la navette provoquant un freinage brusque
- La navette est à son arrêt, un véhicule tente de la dépasser tandis qu'un autre s'insère et que la navette redémarre, plusieurs FB + 2 VL font demi-tour sur le cédez-le-passage
- VL s'insère alors que la navette est sur giratoire
- VL s'insère dans la voie de la navette malgré le stop
- Au total 7 VL dépassent la navette dont quelques rabattements proches
- Le VL dépasse sur le passage piéton surélevé, le petit PL le suit (se rabat au niveau de la sortie parking)
- Le VL se rabat sur le PP surélevé (mauvaise visibilité des piétons car petit PL garé masque le démarrage du PP)
- Navette ne peut pas repartir de son arrêt à cause d'un véhicule qui le double et se rabat devant
- Véhicule dépasse au niveau de la sortie du parking (pas de visibilité sur la sortie pour le conducteur de VL)
- VL dépasse la navette au moment où celle-ci va s'insérer dans sa voie avant le grand carrefour, FB alors que VL suit assez près derrière
- VL dépasse proche sur la voie de la première navette, 2 VL dépassent l'autre navette qui est sur la voie opposée (rabattement proche pour les 3 VL entre eux)
- Scénario Critique Freinage Brusque Végétation
- VL sort du parking roule en sens inverse sur la voie de la navette pour passer devant un véhicule de livraison arrêté sur la voie opposée et derrière lequel un flot de VL est arrêté, il se rabat sur la voie oppose après son contre sens à 5 mètres de la navette
- VL grille son feu au carrefour, navette freine brusquement



## 3. SCENARIOS PAR TYPE DE SECTION

### 3.1. SECTIONS PROTEGEES

Ce sont des sections sur lesquelles seule la navette peut rouler et les seules interactions avec les autres usagers sont celles avec les usagers vulnérables type piéton ou cycliste.

Nous avons ce type de section uniquement sur le parcours CASA.

**TABLEAU 8 : LISTE DES EVENEMENTS SUR LES SECTIONS PROTEGEES**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	5	2
Eblouissement	1	0
Rabatement proche	2	0
Refus de priorité	2	0
<b>Total général</b>	<b>10</b>	<b>2</b>

Dans ces sections, les principaux évènements sont liés à la présence d'animaux. D'autres évènements sont liés aux refus de priorités soit lorsque la navette quittait la section, s'approchait du carrefour giratoire, que son feu était vert et que des véhicules grillaient leur feu rouge, soit lorsque la navette rentrait sur la section en quittant le carrefour giratoire, que son feu était vert et que des véhicules grillaient leur feu rouge. Ces évènements sont donc liés au carrefour giratoire et décrits dans la section suivante. Enfin, les rabattements proches sont liés à des freinages lorsque la navette voulait rejoindre son arrêt et que l'autre navette était sur cet arrêt.

Les évènements à retenir pour ces sections sont :

- Refus de priorité lorsque la navette sort de la zone protégée ;
- Animal présent sur la zone ;
- Gestion de la présence de l'autre navette sur l'arrêt.

### 3.1.1. Exemple de présence d'animal

TABLEAU 9 : SCENARIO ANIMAL ZONE PROTEGEE

<p>La navette roule normalement (section 64).</p>	
<p>Un pigeon vient se poser au milieu de la route devant la navette, la navette ralentit mais continue à rouler.</p>	
<p>Un deuxième pigeon vient se poser devant la navette, la navette freine brusquement.</p>	

## 3.2. SECTION GIRATOIRE AVEC FEUX

La section concernée sur le parcours CASA est le giratoire sur lequel un feu de Traffic a été installé pour permettre d'arrêter le flux des autres véhicules car la navette doit traverser les voies pour rejoindre ou quitter son arrêt au milieu du giratoire.

**TABLEAU 10 : LISTE DES EVENEMENTS SUR GIRATOIRE AVEC FEUX**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	1	0
Dépassement proche	1	0
Embouteillages	1	0
Incident	4	2
Rabatement proche	4	2
Refus de priorité	38	1
Traversée hors passage piéton	1	0
<b>Total général</b>	<b>50</b>	<b>5</b>

Un évènement inattendu a été le passage d'un piéton qui passe sur la ligne d'arrêt de la navette avant le passage du feu du giratoire.

La plupart des évènements rencontrés sont des refus de priorité mais aussi des véhicules qui doublent la navette juste avant le giratoire. Quant aux incidents, deux sont des rabattements et deux des refus de priorité. Ces refus n'étaient pas souvent critiques car la navette arrivait lentement sur le giratoire mais nous avons eu quelques cas critiques :

- Lorsque les véhicules faisaient un rabatement très proche juste avant que la navette s'engage sur la zone d'attente avant le giratoire. La moitié des rabattements a généré un freinage brusque (3 sur 6 : 2 rabattements et un incident) ;
- Lorsque le véhicule qui grillait le feu rouge sur le rondpoint passait très proche de la navette. Sur les 40 refus de priorité (38 refus plus 2 incidents), deux ont généré des freinages brusques (1 refus et 1 incident).

### 3.2.1. Exemple de rabattement avant que la navette s'engage sur la zone d'attente avant le giratoire

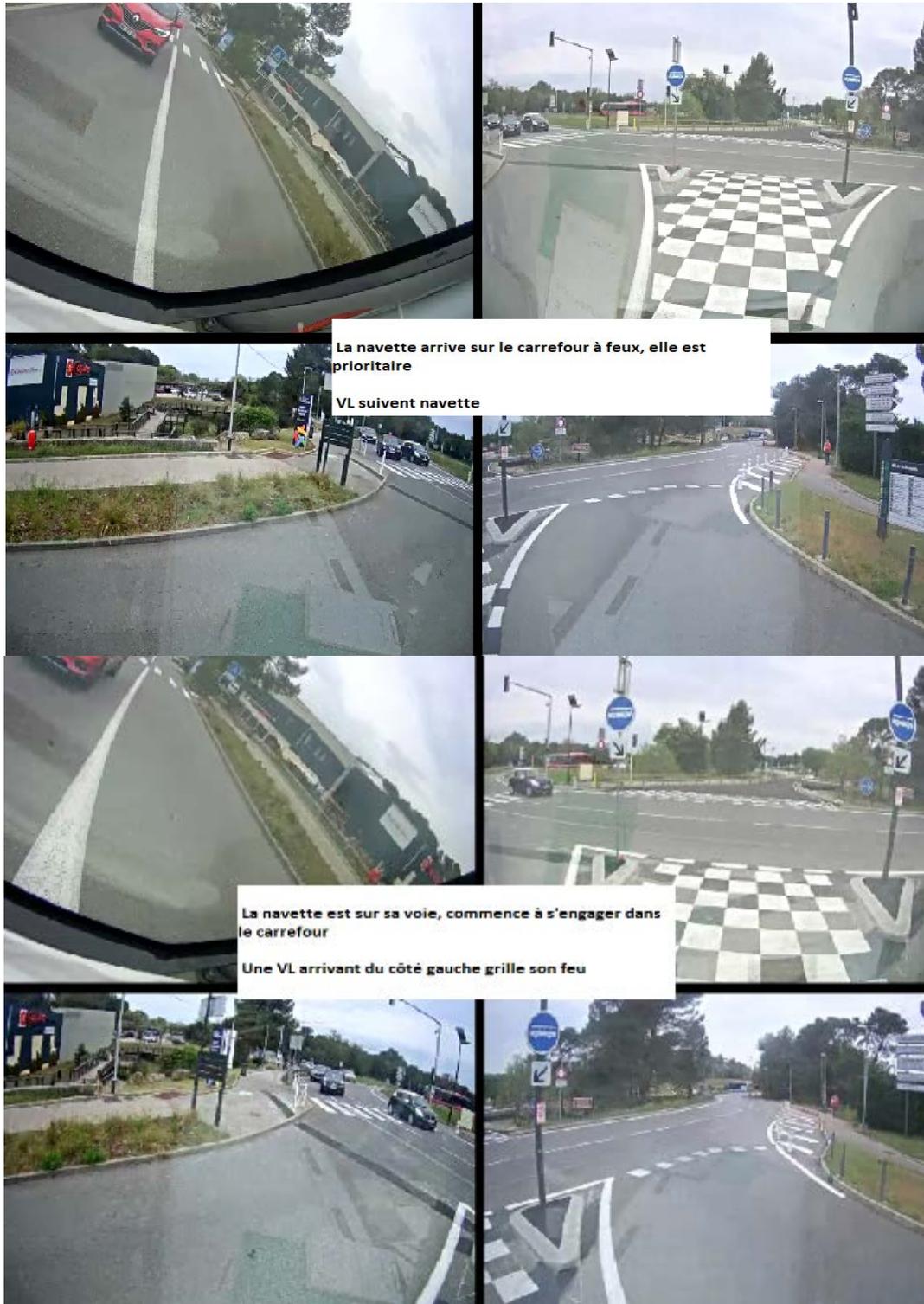
TABLEAU 11 : SCENARIO RABATTEMENT PROCHE AVANT GIRATOIRE A FEUX





### 3.2.2. Exemple de Refus de priorité par non-respect du feu de trafic

**TABEAU 12 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE GIRATOIRE A FEUX**





### 3.3. CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE

Ce carrefour est situé près d'une section sur laquelle il y a beaucoup de trafic car il est proche des magasins. Lors de l'approche de ce carrefour, la navette a été programmée pour ralentir car il y a des passages piétons de chaque côté du carrefour.

**TABLEAU 13 : LISTE DES EVENEMENTS SUR CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	3	1
Dépassement proche	31	12
Eblouissement	1	0
Incident	3	2
Rabatement proche	75	13
Refus de priorité	204	47
Remontée de file	3	0
Sortie de stationnement	3	0
Sortie de parking	8	1
Stationnement gênant	19	0
Travaux	2	1
Traversée hors passage piéton	6	2
Traversée passage piéton	53	12
Usager sortant véhicule	1	0
Végétation	22	0
Vitesse excessive	2	0
<b>Total général</b>	<b>436</b>	<b>915</b>

La plupart des évènements sont des refus de priorité qui génèrent aussi le plus de freinage. Nous avons aussi observé des dépassements et rabattements proches car les autres usagers voyant la navette ralentir la doublent dans le carrefour. Ces évènements ne sont pas spécifiques de cette zone mais seront décrits dans la partie sections périurbaines. Il y a quelques évènements dus aux traversées de piétons et au stationnement qui seront décrits dans la partie sections urbaines. Enfin, les évènements végétation et animal ne sont pas liés au type de carrefour.

Nous décrirons donc pour ce type d'infrastructure les évènements suivants :

- Refus de priorité au cédez le passage à droite de la navette ;
- Refus de priorité au cédez le passage à gauche de la navette.

### 3.3.1. Exemple de Refus de priorité par non-respect du cédez le passage à droite

**TABLEAU 14 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE A DROITE**

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 9</b>).</p> <p>Un véhicule (cercle rouge) est arrêté au cédez-le-passage (<b>section 11</b>).</p> <p>Un véhicule roule derrière la navette.</p>	
<p>Le véhicule (cercle rouge) grille le cédez-le-passage pour traverser la route.</p>	
<p>Le véhicule (cercle rouge) continue sa manœuvre en coupant la route de la navette.</p>	

La navette freine brusquement  
et s'arrête presque sur le  
passage piéton (**section 10**).



La navette peut finalement  
redémarrer.



**TABLEAU 15 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE A DROITE 2 VEHICULES**

La navette roule sur sa voie  
(**section 9**).  
Un véhicule (cercle rouge)  
marque l'arrêt au cédez-le-  
passage (**section 11**).



Le véhicule (cercle rouge) qui  
était à l'arrêt redémarre,  
grillant la priorité de la  
navette.  
Un autre véhicule (cercle  
jaune) arrive sur le cédez-le-  
passage.



La navette freine  
brusquement suite à la  
traversée du premier véhicule  
(cercle rouge).



Le véhicule (cercle jaune) grille également le cédez-le-passage (section 11) et coupe la voie de la navette.



Le véhicule (cercle jaune) provoque un nouveau freinage brusque en passant très près de la navette.



La navette peut finalement redémarrer.



### 3.3.2. Exemple de refus de priorité par non-respect du cédez le passage à gauche

**TABLEAU 16 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE CARREFOUR CEDEZ LE PASSAGE A GAUCHE**

<p>La navette est à son arrêt (<b>fin section 53</b>). Un véhicule PL (cercle rouge) est arrêté au cédez-le-passage (<b>section 54</b>).</p>	
<p>La navette commence à partir de son arrêt. Le véhicule (<b>cercle rouge</b>) est toujours arrêté au cédez-le-passage.</p>	
<p>Le véhicule (cercle rouge) grille le cédez-le-passage et commence à s'engager.</p>	

Le véhicule (cercle rouge) coupe la voie et la priorité de la navette et provoque un freinage brusque.



La navette peut finalement redémarrer et repart sur sa voie.



### 3.4. SECTION CARREFOUR STOP

Ce carrefour est situé entre deux sections droites sur lesquelles il y a beaucoup de trafic véhicules mais peu de piétons. Lors de l'approche de ce carrefour, la navette a été programmée pour ralentir car il y a des passages piétons de chaque côté du carrefour.

**TABLEAU 17 : LISTE DES EVENEMENTS SUR CARREFOUR STOP**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	1	0
Dépassement proche	6	4
Incident	2	1
Rabatement proche	41	15
Refus de priorité	26	10
Remontée de file	2	0
Traversée passage piéton	4	0
Végétation	29	9
Vitesse excessive	1	0
<b>Total général</b>	<b>112</b>	<b>39</b>

Comme dans le cas du carrefour cédez le passage, il y a beaucoup de refus de priorité. Il y a peu de piétons sur cette zone donc peu d'évènements (et sans freinage). Il y a encore beaucoup de dépassements et rabattements proches identiques à ceux décrits dans les sections périurbaines. Enfin, les évènements végétation et animal ne sont pas liés au type de carrefour.

Nous décrivons donc pour ce type d'infrastructure les évènements suivants :

- Refus de priorité au stop à droite de la navette
- Refus de priorité au stop à gauche de la navette

### 3.4.1. Exemple de Refus de priorité par non-respect du stop à droite

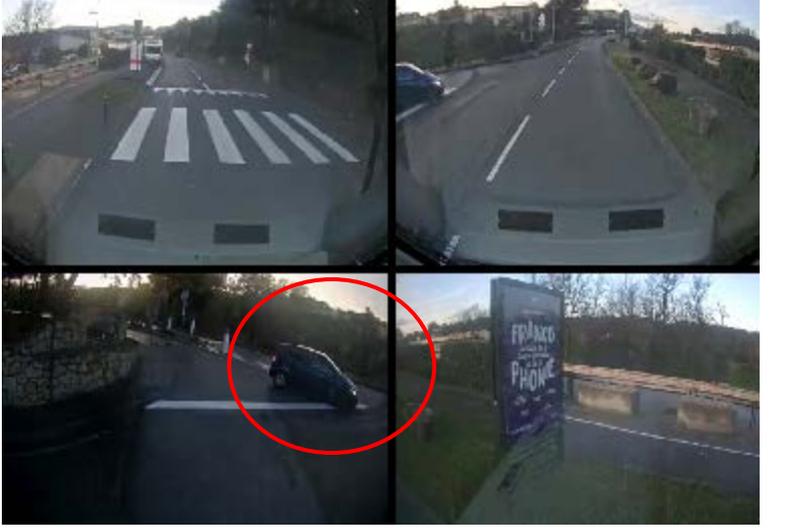
TABLEAU 18 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE CARREFOUR STOP A DROITE





### 3.4.2. Exemple de refus de priorité par non-respect du stop à gauche

TABLEAU 19 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE CARREFOUR STOP A GAUCHE

<p>La navette roule sur sa voie (section 52).</p> <p>On voit un croisement à gauche avec STOP (en jaune).</p>	
<p>La navette continue d'avancer.</p> <p>Un véhicule (cercle rouge) arrive sur sa gauche au niveau du STOP.</p>	
<p>La navette est toujours sur sa voie.</p> <p>Le véhicule (cercle rouge) ne marque pas le stop.</p>	

La navette est obligée de ralentir tandis que le véhicule grille la priorité.



Le véhicule (cercle rouge) continue sa manœuvre et s'insère dans la voie de la navette.



La navette peut reprendre sa route.



### 3.5. SECTION GIRATOIRE SANS FEUX

Ce giratoire est situé en fin de parcours avec peu de trafic véhicules.

**TABLEAU 20 : LISTE DES EVENEMENTS SUR GIRATOIRE SANS FEUX**

Evènement	Nombre d'évènement	Nombre de freinage
Animal	1	1
Dépassement proche	1	0
Incident	2	1
Rabatement proche	2	1
Refus de priorité	34	15
Remontée de file	1	0
Stationnement gênant	8	1
Travaux	1	0
Traversée passage piéton	17	6
Végétation	3	0
Vitesse excessive	1	0
<b>Total général</b>	<b>71</b>	<b>25</b>

Il y a quelques refus de priorité lorsque les voitures s'engagent même si la navette est dans le giratoire.

Nous décrivons donc pour ce type d'infrastructure les évènements suivants :

- Refus de priorité dans le giratoire ;
- Traversée sur passage piéton dans giratoire.

### 3.5.1. Exemple de refus de priorité au giratoire

**TABLEAU 21 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE GIRATOIRE SANS FEUX**

<p>La navette est engagée sur le rond-point (section 34).</p>	
<p>La navette roule toujours sur le rond-point. Un véhicule arrive sur sa droite (cercle rouge).</p>	
<p>Le véhicule (cercle rouge) grille la priorité de la navette et s'engage sur le rond-point.</p>	

La navette continue d'avancer sur le rond-point.



Un autre véhicule (cercle jaune) arrive à droite de la navette.

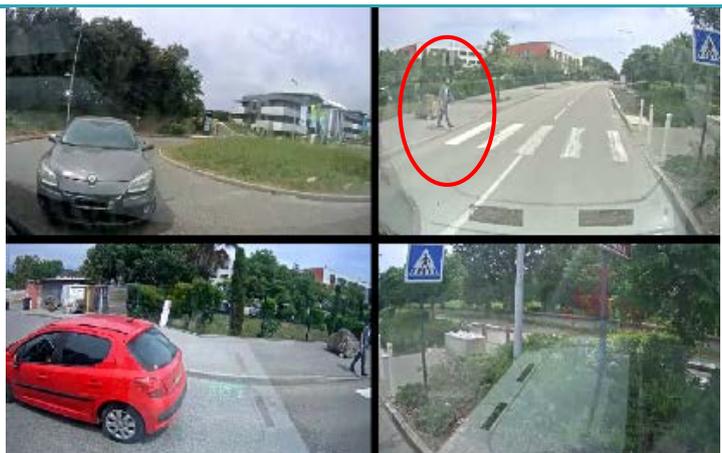


Le véhicule (cercle jaune) grille la priorité de la navette et s'engage sur le rond-point, entraînant un freinage brusque de la navette.



### 3.5.2. Exemples de traversée passage piéton

**TABLEAU 22 : SCENARIO TRAVERSEE PASSAGE PIETON GIRATOIRE SANS FEUX**

<p>La navette roule sur le rond-point (<b>section 34</b>). Un véhicule roule derrière la navette.</p>	
<p>La navette arrive au niveau d'un passage piéton en sortie de rond-point.</p>	
<p>La navette freine au passage piéton. Un piéton (cercle rouge) s'apprête à traverser.</p>	

La navette est arrêtée.  
Le véhicule derrière la navette est également à l'arrêt.  
Le piéton (cercle rouge) traverse.



Le piéton (cercle rouge) termine de traverser.  
La navette repart lentement.



Le piéton a fini sa traversée, la navette repart normalement.



### 3.6. SECTIONS COURANTES PERIURBAINES

Ce sont les sections sur lesquelles il n’y a pas d’intersection mais qui sont de courtes distances (inférieures à 1km en général) et il y a peu de passages piétons.

**TABLEAU 23 : LISTE DES EVENEMENTS SUR LES SECTIONS COURANTES PERIURBAINES**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	7	1
Dépassement proche	298	93
Eblouissement	22	2
Incident	11	6
Intempéries	1	0
Rabatement proche	843	252
Refus de priorité	61	16
Remontée de file	14	5
Sortie de stationnement	12	1
Sortie de parking	29	2
Stationnement gênant	167	14
Travaux	4	0
Traversée avec masquage	20	0
Traversée hors passage piéton	20	2
Traversée passage piéton	17	4
Usager sortant véhicule	44	3
Végétation	278	68
Vitesse excessive	44	13
<b>Total général</b>	<b>1892</b>	<b>58</b>

Sur ce type de sections sur lesquelles les véhicules peuvent rouler assez vite, plus de la moitié des évènements sont dus aux vitesses excessives associées à des dépassements et rabattements proches. Ceci est amplifié par le fait que la navette roule à 18 km/h alors que les véhicules vont beaucoup plus vite. S’il n’y a personne en face mais que le véhicule se rabat trop proche de la navette, cela peut induire des freinages inconfortables ou même dangereux pour les usagers de la navette qui sont debout. S’il y a des autres véhicules sur la voie opposée, cela peut être dangereux car la distance pour se rabattre peut-être trop courte, ce qui oblige les autres usagers à freiner et génère des incidents. Les refus de priorité dans ces sections correspondent souvent à des dépassements qui empêchent la navette de redémarrer à ses arrêts.

Sur ces sections nous avons aussi observé beaucoup d'évènements liés aux stationnements gênants qui empiètent sur la voie de la navette ou des sorties de parking ainsi que des évènements liés à la présence de végétation sur les bords de la route. Les évènements remontés de file et sortie de stationnement sont les mêmes que dans les sections urbaines tandis que les évènements animaux, intempéries et travaux ne sont pas spécifiques à ces sections.

Nous décrivons donc pour cette section les évènements suivants :

- Dépassement/rabattement proches ;
- Refus de priorité au redémarrage de la station ;
- Traversée hors passage piéton ;
- Traversée sur passage piéton ;
- Traversée avec masquage ;
- Sortie de parking ;
- Stationnement gênant ;
- Usager sortant véhicule ;
- Eblouissement (nous n'avons pas d'exemple à montrer car il n'y a pas d'interaction avec d'autres usagers).

### 3.6.1. Exemples de dépassement et rabattement proches

**TABLEAU 24 : SCENARIO DEPASSEMENT /RABATTEMENT PROCHE PERIURBAIN CROISEMENT NAVETTE**





### 3.6.2. Exemple de refus de priorité au redémarrage de la station

**TABLEAU 25 : SCENARIO REFUS DE PRIORITE AU REDEMARRAGE DE LA STATION ET INCIDENT**

<p>La navette est arrêtée à son arrêt (section 12).</p>	
<p>Un véhicule commence à dépasser la navette.</p>	
<p>Le véhicule commence à se rabattre devant la navette.</p>	

La navette est toujours sur son arrêt.  
Un véhicule commence à la dépasser.



Le véhicule commence à se rabattre  
devant la navette.  
Un véhicule derrière la navette  
commence à effectuer un dépassement.



Le véhicule se rabat devant la navette  
qui est toujours sur son arrêt.



La navette commence à redémarrer.  
Un véhicule derrière la navette la  
dépasse assez proche.  
Un autre véhicule se trouve sur la voie  
opposée à la navette.



La navette freine brusquement tandis  
que le véhicule se rabat proche devant la  
navette, croisant de très près le véhicule  
qui roule sur la voie opposée.



La navette redémarre et repart enfin.



### 3.6.3. Exemple de traversée hors passage piéton

**TABLEAU 26 : SCENARIO TRAVERSEE PASSAGE HORS PASSAGE PIETON PERIURBAIN**

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 31</b>). Un véhicule roule également dans la voie de la navette. Un piéton (cercle rouge) est sur la route voie opposée devant la navette.</p>	
<p>La navette roule toujours. Il n'y a pas de passage piéton dans cette section. Un piéton traverse hors passage (cercle rouge).</p>	
<p>La navette roule toujours en section 31. Le piéton (cercle rouge) continue d'effectuer sa traversée hors passage. On peut également voir un cycliste (cercle jaune) attendant que la navette soit passée.</p>	

Le piéton devant la navette finit de traverser.



La navette roule sur sa voie.  
Le cycliste (cercle jaune) commence à traverser derrière la navette (comportement fréquent des piétons quand il n'y a pas de passage piéton).



La navette entre en **section 32**.  
Le cycliste traverse la route derrière la navette.



### 3.6.4. Exemple de traversée sur passage piéton

TABLEAU 27 : SCENARIO TRAVERSEE PASSAGE SUR PASSAGE PIETON PERIURBAIN

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 13</b>).</p>	
<p>La navette arrive à hauteur du passage piéton (<b>section 14</b>). Un piéton (cercle rouge) commence à s'engager.</p>	

La navette roule doucement  
tandis que le piéton avance sur  
le passage.



Le piéton (cercle rouge) termine  
de traverser tandis que la  
navette continue d'avancer.



La navette roule sur sa voie.  
Traversée de piéton bien gérée.



### 3.6.5. Exemple de sortie de parking

TABLEAU 28 : SCENARIO SORTIE DE PARKING

<p>La navette qui était à son arrêt redémarre (<b>section 16</b>). Présence d'une VL qui roule sur la voie opposée.</p>	
<p>La navette roule, une voiture sort de sa place de parking qui se trouve du côté de la voie opposée.</p>	
<p>La navette freine brusquement car la VL empiète sur sa voie durant sa manœuvre.</p>	

La navette repart et la VL voie opposée termine sa manœuvre.



### 3.6.6. Exemple de stationnement gênant

TABLEAU 29 : SCENARIO STATIONNEMENT GENANT

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 36</b>).</p>	
<p>La navette roule toujours sur sa voie. Plusieurs véhicules sont stationnés sur des places de parking de part et d'autre de la route. Un véhicule (cercle rouge) est stationné légèrement en décalé près de la route.</p>	
<p>La navette roule et arrive à hauteur du véhicule mal stationné (cercle rouge).</p>	

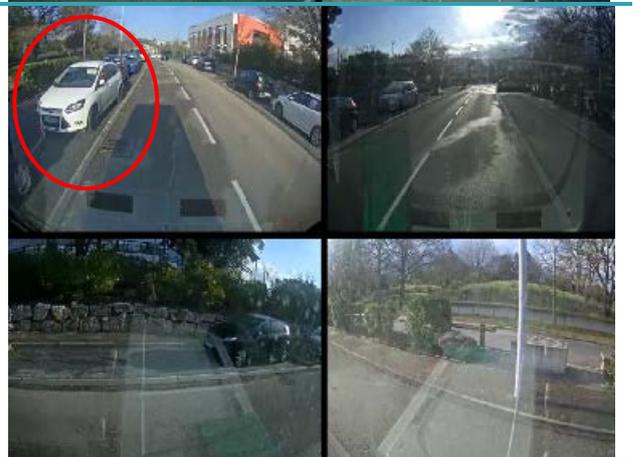
La navette freine brusquement à cause du véhicule qui est mal stationné (cercle rouge).



La navette redémarre et repart sur sa voie.



La navette roule sur sa voie.  
On peut voir le véhicule qui est en stationnement gênant (cercle rouge) décalé légèrement proche de la route par rapport aux autres véhicules.



### 3.6.7. Exemple de sortie d'utilisateur de son véhicule

**TABLEAU 30 : SCENARIO SORTIE D'USAGER DE SON VEHICULE**

<p>La navette roule sur sa voie en <b>section 30</b>. Un usager est en train de sortir de son véhicule (cercle rouge).</p>	
<p>La navette freine brusquement. On voit l'utilisateur qui est sorti de son véhicule (cercle rouge).</p>	
<p>La navette redémarre et repart sur sa voie.</p>	

La navette roule sur sa voie.



### 3.6.8. Exemple de végétation

**TABLEAU 31 : SCENARIO VEGETATION**

<p>La navette roule sur sa voie (section 30). La flèche rouge désigne l'emplacement de l'arbuste qui dépasse légèrement sur la route.</p>	
<p>La navette continue de rouler et se rapproche des arbustes.</p>	
<p>La navette arrive à hauteur de l'arbuste.</p>	

La navette freine brusquement.  
L'arbuste est dans un angle mort.



La navette est toujours arrêtée.  
Un véhicule se rapproche  
derrière.



La navette redémarre  
finalement.



### 3.7. SECTIONS COURANTES URBAINES

Ce sont les sections sur lesquelles il n’y a pas d’intersection mais qui sont de courtes distances (inférieures à 1km en général) et il peut y avoir des passages piétons assez régulièrement.

**TABLEAU 32 : LISTE DES EVENEMENTS SUR LES SECTIONS COURANTES URBAINES**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Animal	6	1
Dépassement proche	46	26
Embouteillages	1	0
Incident	5	3
Intempéries	1	1
Rabatement proche	268	76
Refus de priorité	52	7
Remontée de file	18	9
Sortie de stationnement	34	1
Sortie de parking	57	4
Stationnement gênant	132	9
Travaux	6	0
Traversée hors passage piéton	36	4
Traversée passage piéton	295	61
Usager sortant véhicule	30	11
Végétation	64	5
Vitesse excessive	4	0
<b>Total général</b>	<b>1055</b>	<b>58</b>

Sur ce type de sections sur lesquelles la navette roule lentement, un tiers des évènements est dû à des dépassements et rabattements proches qui génèrent quelques vitesses excessives. S’il y a d’autres véhicules sur la voie opposée, cela peut être dangereux car la distance pour se rabattre peut-être trop courte ce qui oblige les autres usagers à freiner et génère des incidents. Les refus de priorité dans ces sections correspondent la plupart du temps à des dépassements et quelques fois à des sorties de stationnement.

Les évènements liés aux piétons sont aussi très fréquents car cette portion du parcours est située sur un axe avec des commerces tels que les restaurants, supermarché.

Sur ces sections nous avons aussi observé beaucoup d'évènements liés aux stationnements gênants qui empiètent sur la voie de la navette ou des sorties de parking ou de la présence de végétation. Les évènements sortie d'usager de son véhicule, stationnement gênant et sortie de parking sont les mêmes que dans les sections périurbaines tandis que les évènements animaux et travaux ne sont pas spécifiques à ces sections.

Nous décrivons donc pour ce type d'infrastructure les évènements suivants :

- Remontée de file
- Sortie de stationnement
- Dépassement et rabattement proches
- Traversée hors passage piéton
- Traversée sur passage piéton

### 3.7.1. Exemple de remontée de file

TABLEAU 33 : SCENARIO REMONTEE DE FILE

<p>La navette roule (<b>section 61</b>). Plusieurs véhicules suivent la navette. On aperçoit un 2RM qui commence un dépassement derrière la navette.</p>	
<p>La navette est toujours sur sa voie. Le 2RM dépasse un véhicule derrière la navette et commence ainsi une remontée de file.</p>	
<p>Le 2RM continue sa remontée de file.</p>	

Le 2RM est au niveau de la navette et continue la remontée de file. Il s'agit également d'un dépassement proche.



Le 2RM se rabat, provoquant ainsi un freinage brusque pour la navette juste avant le carrefour de la **section 62**.



La navette redémarre finalement.



### 3.7.2. Exemple de sortie de stationnement et dépassement/rabatement proches

La navette roule sur sa voie (**section 56**).

Un véhicule effectue une sortie de son stationnement devant la navette (cercle rouge).

Un véhicule commence à dépasser la navette (cercle bleu).



La navette est toujours sur sa voie.

Le véhicule qui manœuvrait pour sortir a fini sa manœuvre et avance sur la voie de la navette devant.

Le véhicule derrière continue d'effectuer son dépassement.



La navette se trouve toujours sur sa voie.

Le véhicule (cercle bleu) termine son dépassement.

Un autre véhicule derrière la navette commence à dépasser la navette (cercle vert).



La navette avance sur sa voie tandis que le véhicule qui était derrière effectue un dépassement proche.



La navette freine brusquement suite au rabattement proche du véhicule (cercle vert).



La navette redémarre après un dépassement et un rabattement proches.  
Un véhicule roule derrière la navette sur sa voie (cercle jaune).



Le véhicule (cercle jaune) qui se trouvait derrière la navette commence à la dépasser.



La navette continue de rouler sur sa voie tandis que le véhicule (cercle jaune) termine son dépassement.

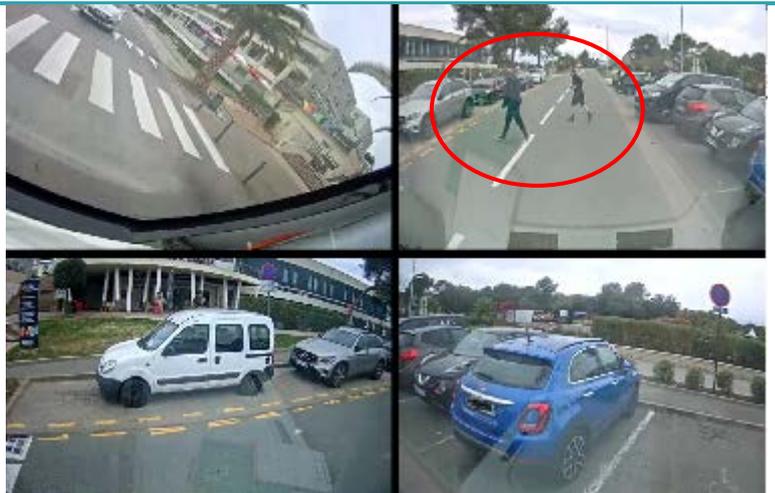


### 3.7.3. Exemples de traversée hors passage piéton urbain

**TABLEAU 34 : SCENARIO TRAVERSEE PROCHE HORS PASSAGE PIETON URBAIN**

<p>La navette roule sur sa voie en <b>section 58</b>.</p>	
<p>Deux piétons (cercle rouge) semblent vouloir traverser. Il n'y a pas de passage piéton dans cette section mais il y en a un sur la section précédente (<b>section 57</b>).</p>	
<p>La navette roule toujours sur sa voie. Les piétons (cercle rouge) traversent hors passage.</p>	

Les piétons traversent hors passage devant la navette.  
La navette freine brusquement.



La navette redémarre et repart.  
Les piétons ont terminé leur traversée.



**TABLEAU 35 : SCENARIO TRAVERSEE LOINTAIN HORS PASSAGE PIETON URBAIN LOINTAIN**

<p>La navette roule sur sa voie (section 9).</p>	
<p>La navette est toujours sur sa voie. Un piéton est en train de traverser hors passage piéton (cercle rouge).</p>	
<p>Le piéton (cercle rouge) continue de traverser hors passage.</p>	

La navette continue de rouler sur sa voie.  
Le piéton finit sa traversée.



### 3.7.4. Exemple de traversée sur passage piéton

TABLEAU 36 : SCENARIO TRAVERSEE SUR PASSAGE PIETON URBAIN

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 60</b>).</p>	
<p>La navette ralentit et s'arrête au passage piéton (<b>section 61</b>). Un piéton avec poussette (cercle rouge) s'apprête à traverser.</p>	
<p>La navette est arrêtée. Le piéton (cercle rouge) s'engage sur le passage piéton. Un 2RM (cercle jaune) est entrain de dépasser des véhicules derrière la navette.</p>	

Le 2RM (cercle jaune) continue sa remontée de file.  
Le piéton est toujours sur le passage.



Le 2RM (cercle jaune) est toujours en train de dépasser. Il arrive au niveau de la navette.  
Le piéton (cercle rouge) est toujours sur le passage.



Le 2RM est maintenant au niveau de la navette.  
Le piéton a été obligé d'accélérer pour terminer de traverser.



Le 2RM (cercle jaune) effectue un rabattement proche devant la navette.



La navette freine brusquement suite au rabattement proche du 2RM.



La navette redémarre sur sa voie et repart.



### 3.8. SECTION SORTIES D'ENTREPRISES

Ce sont des sections dans lesquelles il y a des sorties d'entreprise avec assez peu de véhicules qui sortent d'une section sans carrefour.

**TABLEAU 37 : LISTE DES EVENEMENTS SUR LES SORTIES D'ENTREPRISE**

Evènement	Nombre d'évènements	Nombre de freinages
Dépassement proche	74	28
Eblouissement	4	1
Incident	5	0
Rabatement proche	70	24
Refus de priorité	24	5
Remontée de file	1	0
Sortie de stationnement	1	1
Sortie de parking	2	1
Stationnement gênant	19	1
Travaux	1	0
Traversée avec masquage	9	0
Traversée hors passage piéton	6	1
Traversée passage piéton	3	1
Végétation	4	1
Vitesse excessive	2	2
<b>Total général</b>	<b>225</b>	<b>58</b>

Comme dans les sections périurbaines, cette section a le même type d'évènements que les sections périurbaines avec beaucoup d'évènements dépassements et rabattements proches. Il y a encore quelques évènements liés au stationnement et aux traversées de piétons ainsi qu'à la végétation et aux travaux. Par contre les évènements spécifiques correspondent aux sorties de parking. Nous décrivons donc pour ce type d'infrastructure un seul évènement :

- Sortie de parking d'entreprise

### 3.8.1. Exemple de sortie de parking entreprise

**TABLEAU 38 : SCENARIO SORTIE DE PARKING ENTREPRISE**

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 23</b>).</p> <p>Un véhicule (cercle rouge) commence à sortir du parking à droite.</p>	
<p>La navette est toujours sur sa voie.</p> <p>Le véhicule (cercle rouge) empiète sur la voie de la navette en sortant du parking.</p>	
<p>La navette continue d'avancer sur sa voie pendant que le véhicule (cercle rouge) coupe sa voie.</p> <p>La navette freine brusquement.</p>	

La navette qui s'était arrêtée dû au freinage brusque peut repartir.



## 3.9. SECTIONS RURALES

Sur le parcours Cœur de Brenne, il y a eu très peu d'incidents remontés par les opérateurs. Les évènements les plus fréquents sont les dépassements par les autres véhicules dont des poids lourds sur les parties rurales et des très forts ralentissements dus à la présence de travaux, de panneaux ou de végétation sur les bords de la route

### 3.9.1. Exemple de sortie de dépassement en zone rurale

TABLEAU 39 : SCENARIO DEPASSEMENT PROCHE RURAL

<p>La navette roule sur sa voie à allure constante.</p>	
<p>Un PL commence à dépasser la navette.</p>	
<p>Le PL est en train d'effectuer un dépassement proche.</p>	

Le PL est toujours en train de dépasser.  
Il roule sur la voie opposée à la navette.



Le PL commence à se rabattre.  
Un autre véhicule dépasse la navette.



Le PL et le véhicule sont devant la navette.  
Un troisième véhicule (cercle jaune)  
dépasse également la navette.



Le véhicule (cercle jaune) ne s'est pas  
encore rabattu sur sa voie et dépasse le  
PL et l'autre VL devant la navette.



### 3.9.2. Exemple de végétation en zone rurale

TABLEAU 40 : SCENARIO VEGETATION RURAL

<p>La navette roule sur sa voie à vitesse constante.</p>	
<p>La navette continue de rouler.</p>	
<p>La navette avance toujours. On peut voir la végétation assez dense sur le bord de la route (cercle rouge).</p>	

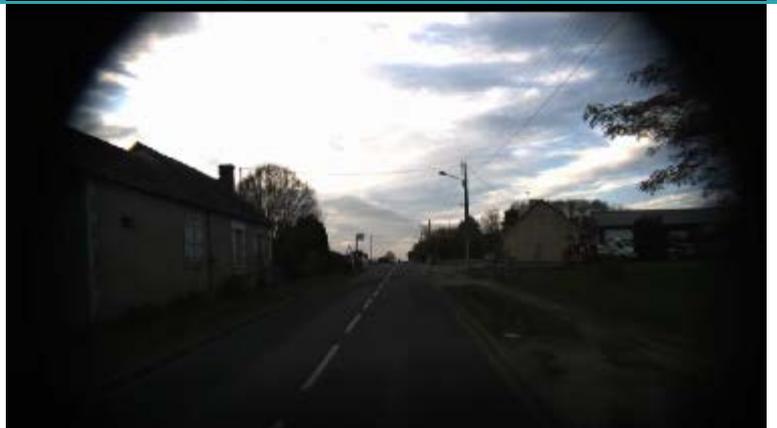
La navette freine à cause de la végétation (cercle rouge) et s'arrête.



La navette est toujours à l'arrêt.



La navette redémarre enfin.



**TABLEAU 41 : SCENARIO SCENARIO RURAL**

La navette roule sur sa voie.  
On peut voir un petit PL mal stationné  
qui empiète sur la voie de la navette  
(cercle rouge).



La navette est à l'arrêt.  
Un véhicule vient de la dépasser.



La navette redémarre mais un véhicule  
(cercle jaune) la dépasse. La navette  
s'arrête.



La navette est toujours à l'arrêt.  
Le véhicule (cercle jaune) a dépassé la  
navette et le véhicule mal stationné.



La navette redémarre finalement et  
entame un dépassement du véhicule mal  
stationné.



La navette effectue son dépassement et  
se réinsère sans difficulté dans sa voie.



### 3.10. SECTIONS VILLAGES

Les évènements les plus fréquents dans les villages sont du comme sur CASA, à des stationnements gênants. Il y a aussi quelques traversées de piéton.

#### 3.10.1. Exemple de stationnement gênant dans les villages

**TABLEAU 42 : SCENARIO STATIONNEMENT GENANT VILLAGE**

La navette roule sur sa voie.  
On peut voir un petit PL mal stationné  
qui empiète sur la voie de la navette  
(cercle rouge).



La navette est à l'arrêt.  
Un véhicule vient de la dépasser.



La navette redémarre mais un véhicule  
(cercle jaune) la dépasse. La navette  
s'arrête.



La navette est toujours à l'arrêt.  
Le véhicule (cercle jaune) a dépassé la  
navette et le véhicule mal stationné.



La navette redémarre finalement et  
entame un dépassement du véhicule mal  
stationné.



La navette effectue son dépassement et  
se réinsère sans difficulté dans sa voie.



### 3.10.2. Exemple de traversée hors passage piéton dans un village

TABLEAU 43 : SCENARIO TRAVERSEE HORS PASSAGE PIETON VILLAGE

La navette roule sur sa voie.  
Un piéton attend plus loin sur le trottoir (cercle rouge).



La navette roule toujours à vitesse constante.  
Le piéton commence à s'orienter vers la route.



La navette roule toujours sur sa voie.  
Le piéton commence à traverser hors passage (cercle rouge).



La navette ralentit.  
Le piéton traverse.



La navette roule lentement, pas de freinage brusque.  
Le piéton est toujours en train de traverser.



Le piéton finit de traverser.  
La navette roule sans s'être arrêtée.



### 3.11. EVENEMENTS NON RELIES AUX USAGES DES INFRASTRUCTURES

Il y a des évènements qui peuvent se produire sur tout type d'infrastructure. Il faut donc pouvoir les traiter partout. Cela ne veut pas dire qu'ils aient la même fréquence d'occurrence partout.

Nous décrivons donc pour ce type d'infrastructure les évènements suivants :

- Animal
- Travaux

#### 3.11.1. Exemple d'animal sur la route

TABLEAU 44 : SCENARIO ANIMAL SUR LA ROUTE

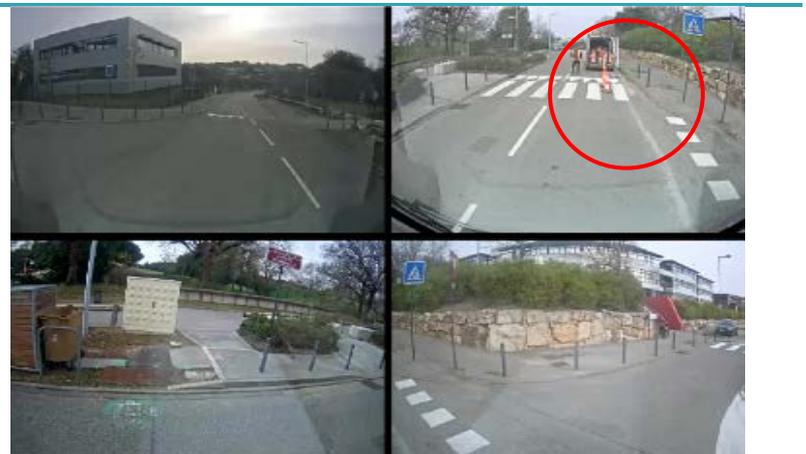
<p>La navette se trouve sur le rond-point (<b>section 34</b>) Un pigeon vient se poser devant la navette juste avant la sortie.</p>	
<p>Le pigeon est arrêté au milieu de la voie de la navette, la navette freine brusquement.</p>	

Le pigeon s'envole finalement, la navette peut repartir.



### 3.11.2. Exemple de travaux

TABLEAU 45 : SCENARIO TRAVAUX

<p>La navette roule sur sa voie (<b>section 27</b>).</p> <p>On peut voir des signalisations en place pour des travaux (cercle rouge) au niveau du passage piéton (<b>section 28</b>).</p>	
<p>La navette marque un bref arrêt puis commence à dépasser.</p>	
<p>La navette effectue le dépassement des travaux.</p>	

La navette termine de dépasser.



La navette commence à se rabattre sur sa voie (**section 30**).



La navette est insérée sur sa voie et roule.



## 4. ANALYSES DES EVENEMENTS

Nous allons décrire dans cette section la manière dont les évènements ont été gérés par la navette. Nous nous focaliserons sur les évènements de CASA qui sont très nombreux. Nous avons gardé pour cette analyse les évènements dont l'opérateur a évalué la gestion. Nous n'avons pas pris en compte les incidents car les opérateurs ont rarement évalué la gestion.

### 4.1. ANALYSE DE LA GESTION DES EVENEMENTS OPERATEUR PAR TYPE D'INFRASTRUCTURE

**TABLEAU 46 : GESTION DES EVENEMENTS PAR INFRASTRUCTURE**

Infrastructure	Bien géré (Nombre)	Bien géré (%)	Mal géré (Nombre)	Mal géré (%)	Nombre d'évènements
Cédez le Passage	43	19%	180	81%	223
Giratoire	5	21%	19	79%	24
Giratoire à Feux	5	28%	13	72%	18
Périurbain	70	6%	1075	94%	1145
Plateforme	1	17%	5	83%	6
Section Urbaine	216	38%	356	62%	572
Sortie Entreprise	10	8%	120	92%	130
Stop	3	4%	69	96%	72
<b>Total général</b>	<b>353</b>	<b>16%</b>	<b>1837</b>	<b>84%</b>	<b>2190</b>

En moyenne, les opérateurs ont jugé que 16 % des évènements notables était bien géré par la navette. Il faut noter qu'il est normal que les situations bien gérées soient moins remontées par les opérateurs car elles ne génèrent pas de comportement désagréable de la navette. Par contre, le fait que l'opérateur ait pris le temps d'indiquer qu'une situation est bien gérée est très intéressant car il nous permet de savoir dans quels contextes des situations souvent mal gérées sont bien gérées.

Nous remarquons que la gestion des évènements en section urbaine est un peu mieux gérée qu'en périurbain tandis que les carrefours sont entre les deux sauf pour le carrefour stop.

Pour Cœur de Brenne, il n'a pas été possible de rattacher les évènements à des sections car les opérateurs avaient pour consigne de noter les évènements quand ils étaient à l'arrêt pour des questions de sécurité.

## 4.2. ANALYSE DE LA GESTION DES EVENEMENTS OPERATEUR PAR TYPE D'EVENEMENT

Nous avons retiré les évènements trop peu nombreux (inférieur à 5) pour lesquelles calculer des pourcentages de gestion ne veut rien dire.

**TABLEAU 47 : GESTION DES EVENEMENTS PAR TYPE D'EVENEMENT CASA**

Evènement	Bien géré (Nombre)	Bien géré (%)	Mal géré (Nombre)	Mal géré (%)	Nombre d'évènements
Animal	8	35%	15	65%	23
Dépassement proche	5	1%	377	99%	382
Eblouissement	0	0%	24	100%	24
Rabatement proche	13	2%	616	98%	629
Refus de priorité	8	5%	147	95%	155
Sortie parking	60	76%	19	24%	79
Stationnement gênant	16	6%	241	94%	257
Travaux	1	11%	8	89%	9
Traversée hors passage piéton	26	84%	5	16%	31
Traversée passage piéton	181	89%	22	11%	203
Usager sortant véhicule	25	81%	6	19%	31
Végétation	9	3%	333	97%	342
Vitesse excessive	0	0%	5	100%	5
<b>Total général</b>	<b>353</b>	<b>16%</b>	<b>1837</b>	<b>84%</b>	<b>2190</b>

Nous pouvons remarquer que tous les évènements liés aux piétons (Traversées sur et hors de passages piétons, usagers sortant des véhicules) ainsi que les sorties de stationnement ou de parking sont assez bien gérés (de 81% à 89 %) c'est-à-dire assez bien anticipés pour ne pas créer de comportement de la navette désagréable. Par contre la présence d'objets proches de la voie de la navette (stationnement gênant, végétation et animal) ne sont pas bien gérés (de 3% à 35%). De même les problématiques de déplacement des véhicules proches de la navettes (dépassement, rabatement vitesse excessive, refus de priorité) ne sont pas souvent bien gérés (1% à 5%). Cela ne veut pas dire que tous les dépassements sont mal gérés mais que les opérateurs n'ont noté que ceux qui posaient un problème. En effet, les dépassements de la navette étaient incessants et impossibles à tous noter.

**TABLEAU 48 : GESTION DES EVENEMENTS PAR TYPE D'EVENEMENT CŒUR DE BRENNE**

Evènement	Bien géré (Nb)	Bien géré (%)	Mal géré (Nb)	Mal géré (%)	Gestion Non Codé	Gestion Non Codé (%)	Nombre d'évènements
Dépassement proche	14	100%	0	0%	0	0%	14
Incident	0	0%	0	0%	1	100%	1
Intempéries	2	29%	1	14%	4	57%	7
Rabatement proche	2	100%	0	0%	0	0%	2
Refus de priorité	0	0%	3	100%	0	0%	3
Sortie de route	2	14%	12	86%	0	0%	14
Stationnement	37	93%	3	8%	0	0%	40
Travaux	2	67%	0	0%	1	33%	3
Traversée hors passage piéton	2	100%	0	0%	0	0%	2
Végétation	21	70%	9	30%	0	0%	30
Pas d'évènement sur le trajet	7	100%	0	0%	0	0%	7
<b>Total général</b>	<b>89</b>	<b>72%</b>	<b>28</b>	<b>23%</b>	<b>6</b>	<b>5%</b>	<b>123</b>

Sur Cœur de Brenne, les problématiques de déplacement des véhicules proches de la navette (dépassement, rabatement) sont très bien gérées (100%). Nous pouvons remarquer que les deux évènements liés aux piétons ainsi que la plupart des stationnements sont assez bien gérés (93 %) c'est-à-dire assez bien anticipés pour ne pas créer de freinages violents. Par contre la présence d'objets proches de la voie de la navette (végétation, Travaux) est moins bien gérée (70%). Enfin, les évènements « sortie de route » et « refus de priorité » sont des évènements dus à la navette. En effet, sur cette expérimentation, il n'y a pas eu de refus de priorité de la part des autres usagers. Enfin, il y a eu plusieurs trajets sans aucun évènement.

### 4.3. ANALYSE DES FREINAGES

**TABLEAU 49 : PROPORTION DES FREINAGES AVEC DES EVENEMENTS ASSOCIES SUR L'EXPERIMENTATION CASA**

Type d'évènements	Nb freinage	Nb total d'évènements remontés	Rapport nb Freinage / nb évènement
Animal	6	28	21%
Dépassement proche	134	457	29%
Eblouissement	3	28	11%
Incident	5	36	14%
Intempéries	1	2	50%
Rabatement proche	351	1306	27%
Refus de priorité	79	445	18%
Remontée de file	7	39	18%
Sortie de stationnement	3	50	6%
Sortie parking	7	96	7%
Stationnement gênant	25	346	7%
Travaux	1	16	6%
Traversée hors passage piéton	10	71	14%
Traversée passage piéton	84	394	21%
Pas d'évènement proche	1471		
Usager sortant véhicule	12	78	15%
Végétation	80	400	20%
Vitesse excessive	1	54	2%
Total général	2280	3845	59%

Pour mieux comprendre les contextes dans lesquels ces freinages sont présents nous les avons groupés suivant le type d'infrastructure sur lesquelles ils se sont produits. Nous avons séparé les résultats sur deux tableaux, un pour les carrefours et un pour les sections courantes. Pour les carrefours la fréquence d'occurrence est calculée par nombre de passage tandis que pour les sections courantes la fréquence correspond au nombre d'évènements par heure de roulage sur la section.

**TABLEAU 50 : NOMBRE DE FREINAGES PAR CARREFOUR SUR CASA**

Type d'évènement	Cédez le Passage		Giratoire		Giratoire à Feux		Stop	
	Nb	Freq.	Nb	Freq.	Nb	Freq.	Nb	Freq.
Animal	0	0,00	1	0,08	1	0,04	0	0,00
Dépassement proche	15	0,56	0	0,00	0	0,00	15	0,55
Rabatement proche	26	0,96	0	0,00	0	0,00	28	1,04
Refus de priorité	17	0,63	11	0,90	1	0,04	7	0,26
Sortie parking	2	0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Stationnement gênant	1	0,04	2	0,16	0	0,00	0	0,00
Travaux	1	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Traversée hors passage piéton	2	0,07	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Traversée passage piéton	12	0,44	4	0,33	2	0,07	0	0,00
Pas d'évènement proche	141	5,22	36	2,96	17	0,63	122	4,51
Végétation	5	0,19	0	0,00	0	0,00	17	0,63
Remontée de file	1	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Incident	1	0,04	0	0,00	1	0,04	1	0,04
<b>Total général</b>	<b>224</b>	<b>8,30</b>	<b>54</b>	<b>4,44</b>	<b>22</b>	<b>0,81</b>	<b>190</b>	<b>7,02</b>
<b>Nombre de passage</b>	<b>2699</b>		<b>1217</b>		<b>2716</b>		<b>2705</b>	

Le nombre de freinages est beaucoup plus importants au stop et cédez-le-passage que sur les giratoire, en particulier pour celui protégé par des feux. En carrefour, il y a des freinages liés aux refus de priorité. De plus pour le stop et le cédez-le passage, il y a beaucoup de rabattements/dépassements proches car beaucoup de véhicules décident de doubler la navette lors du ralentissement programmé de sa vitesse pour traverser le carrefour.

Il y a beaucoup plus de freinages sur les sections urbaines que périurbaines. Il y a un fort taux de dépassement/rabatement dans toutes les sections (> 1 par heure). Naturellement, les évènements liés aux piétons et au stationnement sont plus présents en urbain.

**TABLEAU 51 : NOMBRE DE FREINAGES PAR SECTION COURANTE SUR CASA**

Type d'évènement	Section Périurbaine		Plateforme		Section Urbaine		Sortie Entreprise	
	Nb	Freq.	Nb	Freq.	Nb	Freq.	Nb	Freq.
Animal	1	0,00	1	0,01	2	0,03	0	0,00
Dépassement proche	61	0,29	0	0,00	16	0,26	27	0,62
Eblouissement	2	0,01	0	0,00	0	0,00	1	0,02
Rabatement proche	207	0,99	0	0,00	69	1,11	21	0,48
Refus de priorité	17	0,08	0	0,00	23	0,37	3	0,07
Sortie de stationnement	2	0,01	0	0,00	1	0,02	0	0,00
Sortie parking	2	0,01	0	0,00	3	0,05	0	0,00
Stationnement gênant	11	0,05	0	0,00	10	0,16	1	0,02
Traversée hors passage piéton	3	0,01	0	0,00	5	0,08	0	0,00
Traversée passage piéton	4	0,02	0	0,00	61	0,98	1	0,02
Pas d'évènement proche	656	3,12	63	0,51	360	5,77	76	1,75
Usager sortant véhicule	3	0,01	0	0,00	9	0,14	0	0,00
Végétation	54	0,26	0	0,00	3	0,05	1	0,02
Vitesse excessive	1	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Remontée de file	2	0,01	0	0,00	4	0,06	0	0,00
Intempéries	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00
Incident	1	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00
<b>Total général</b>	<b>1027</b>	<b>4,89</b>	<b>64</b>	<b>0,52</b>	<b>568</b>	<b>9,10</b>	<b>131</b>	<b>3,02</b>
<b>Nb d'heure de roulage</b>	<b>209,96</b>		<b>123,96</b>		<b>62,44</b>		<b>43,34</b>	

**TABLEAU 52 : NOMBRE DE FREINAGES PAR SECTION COURANTE SUR CASA**

Type de freinage	Village		Rural	
	Nb	Freq.	Nb	Freq.
1 Fort Arrêt	16	0,2	0	0,0
2 Fort Ralentissement	26	0,3	9	0,1
3 Arrêt	160	2,1	0	0,0
4 Ralentissement	294	3,9	73	0,7
6 Faible Arrêt	36	0,5	0	0,0
7 Faible Ralentissement	46	0,6	10	0,1
8 Redémarrage	2	0,0	0	0,0
<b>Total général</b>	<b>580</b>	<b>7,7</b>	<b>92</b>	<b>0,8</b>
<b>Nombre d'heure de roulage sur les sections</b>	<b>74,91</b>		<b>109,31</b>	

Il y a plus de freinages dans les villages que sur les sections rurales. En regardant les vidéos, nous nous sommes rendus compte que les forts freinages correspondent souvent à la détection d'obstacle sur les bords de la voie (travaux, végétation) en rural et les ralentissements se produisent souvent lors du croisement d'autres véhicules sur la voie opposée.

#### 4.4. ANALYSE DES CODAGES MANUELS SUR CASA

Lors du codage manuel, les situations ont été classifiées en termes de criticité. Une situation était évaluée comme critique si un accident semblait possible. Par exemple, si un VL doublait la navette sur un passage piéton devant lequel elle s'était arrêtée pour laisser le piéton passer.

Sur les 495 situation codées, 44 ont été évaluées

La plupart d'entre elles correspond à des dépassements, rabattements ou remontées de file dangereux pouvant inclure des vitesses excessives. En effet, il est arrivé plusieurs fois que des véhicules roulent sur la voie opposée et que les véhicules doublant la navette se rabattent très près de ces derniers. Les exemples suivants décrivent ce type de situation :

- La navette freine brusquement suite à une remontée de file/dépassement/rabattement proches de 2 2RM sur passage piéton surélevé avec VL sur voie opposée
- La navette est à son arrêt, plusieurs VL dépassent, la navette redémarre quand VL la dépasse et VL arrive voie opposée, navette FB
- La navette est à son arrêt, VL immobile derrière, une autre VL qui sort d'un carrefour double VL + navette et croise très proche 2ème navette voie opposée (les 2 navettes freinent brusquement), un 2RM qui suit dépasse proche également
- Plusieurs VL dépassent la navette, un 2RM dépasse navette alors que VL arrive sur la voie opposée
- Plusieurs véhicules doublent en sortie de carrefour
- 2RM dépasse sur PP surélevé, navette freine brusquement

**TABLEAU 53 : CRITICITE DES SITUATIONS CODEES MANUELLEMENT**

Type d'évènement	Banale	Interaction Critique	Interaction Non Critique	Total général
Animal	12		9	21
Incident	3	10	16	29
Rabattement proche	11	12	39	62
Refus de priorité	13	1	9	23
Remontée de file	4	4	26	34
Sortie de stationnement	25	3	18	46
Sortie parking			2	2
Stationnement gênant	1			1
Travaux			1	1
Traversée avec masquage			1	1
Traversée hors passage piéton	32	3	29	64
Traversée passage piéton	63	3	34	100
Usager sortant véhicule	42	5	18	65
Végétation	2		3	5
Vitesse excessive	1	3	37	41
<b>Total général</b>	<b>209</b>	<b>44</b>	<b>242</b>	<b>495</b>

Nous avons aussi observé des freinages très brusques dus à des déplacements trop près de la navette, par exemple :

- La navette freine brusquement car 2RM dépasse proche (se rabat sur triangle blanc avant carrefour à feux)
- VL dépasse la navette au moment où celle-ci va s'insérer dans sa voie avant le grand carrefour, FB alors que VL suit assez près derrière

Les évènements refus de priorité ont été jugés critiques lorsqu'ils coupaient la trajectoire de la navette de très près et généraient des freinages violents, par exemple :

- VL grille feu rouge au giratoire
- VL grille son feu au carrefour, navette freine brusquement

Les incidents critiques liés au stationnement (3 sur 46) arrivent souvent quand le véhicule coupe la voie de la navette pour se garer ou quand un véhicule sort brusquement de sa place de parking, par exemple :

- VL sort du parking et roule en sens inverse sur la voie de la navette pour passer devant un véhicule de livraison arrêté sur la voie opposée et derrière lequel un flot de VL est arrêté, il se rabat sur la voie opposée après son contre sens à 5 mètres de la navette
- Freinage brusque navette car VL coupe la voie de la navette pour se garer

Les incidents critiques sur les traversées de piéton (6 critiques sur 165) sont souvent dus au fait que la navette s'arrête puis redémarre brièvement pour s'arrêter à nouveau alors que la plupart du temps les traversées sont bien gérées. Les événements concernant les usagers sortant du véhicule ont été jugés critiques lorsque les piétons (souvent avec des enfants) n'étaient pas attentifs.



## 5. SYNTHÈSE/RECOMMANDATIONS

### 5.1.1. Les piétons

Dans les deux cas d'usage du projet ENA, les piétons n'ont pas créé d'évènement vraiment critiques. Cela peut s'expliquer par le fait que, pour Cœur de Brenne, il y avait très peu de piéton à part les jours de marché et que la navette roulait lentement dans les villages. Pour CASA, les piétons avaient tendance à passer derrière la navette, mais le parcours était très animé en bas de l'avenue Roumanille et les voitures roulaient assez vite. Nous ne pouvons pas donc conclure qu'à partir d'une certaine vitesse de la navette, les piétons passent derrière la navette ou s'ils se méfiaient du trafic habituel. Par contre, il y a eu des freinages brusques dans un cas qui nous a questionné. Lorsque les piétons traversent de gauche à droite, il est arrivé que la navette semble vouloir redémarrer puis freine brusquement. Nous avons interprété cela comme un problème de compréhension du fonctionnement de la navette. En effet, elle a été programmée pour réduire sa vitesse aux passages piétons avec ou sans piéton présent. Les piétons en déduisent que la navette les a vu or ils peuvent encore être loin de la voie de roulage de la navette alors qu'ils sont déjà sur la route et que pour eux, ils ont bien indiqué leur volonté de traverser.

Nous pensons donc qu'il serait important :

- De faire des essais de validation avec des piétons qui viennent des deux côtes de la route avec plusieurs largeurs de voies et de bien vérifier que les VA prennent en compte la totalité des passages piétons.
- De faire connaître aux piétons qu'ils ont été identifiés (concept du croisement de regards avec un automobiliste). Ce dispositif serait aussi utile pour gérer les problèmes d'usagers voulant traverser après être sorti de leur véhicule.

Un autre problème lié aux dépassements incessants de la navette par les autres usagers est qu'il est souvent arrivé que cela se passe sur un passage piéton. Heureusement, la plupart du temps, il n'y avait pas de piéton mais il y en a eu quelques fois. Comme indiqué ci-dessus, la navette réduit sa vitesse pour les passages piétons même s'il n'y a personne. Nous pensons que ce comportement incite les autres conducteurs à la doubler à ce moment. Or la navette est un masque à la visibilité pour les véhicules la suivant, ils ne savent donc pas si un piéton est présent ou non. Elle réduit aussi la visibilité des piétons qui voient moins bien les véhicules la suivant. Ce type de situation n'est pas spécifique à la navette mais sa réduction de vitesse ne fait qu'augmenter son occurrence. Bien que ce comportement des autres usagers soit infractionniste, il faut en tenir compte pour la sécurité des piétons. De même, pour les traversées hors passages piétons, le problème de visibilité est le même.

Nous pensons donc qu'il serait important

- De voir si techniquement, la réduction de vitesse aux passages piétons peut être moins importante s'il la visibilité est suffisante.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'arrière de la navette qu'un piéton est en train de traverser.
- Pour les passages piétons, il serait possible de mettre un îlot entre les deux voies pour que les piétons soient en sécurité. Cette dernière solution devrait aussi réduire les occurrences de dépassement sur les passages piétons.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'avant de la navette au piéton qui est en train de traverser de vérifier lorsqu'il arrive sur l'autre voie de regarder dans les deux directions avant de terminer sa traversée.

### 5.1.2. Les véhicules stationnés/ oiseaux /végétation

Les problèmes liés au stationnement ont été très nombreux sur les deux cas d'usage. Sur CASA, le cas de véhicules mal garés, en particulier les petits véhicules de chantier, ont générés des arrêts des navettes. Le fait que la navette est une trajectoire fixe la bloque pour passer ce type d'évènement.

Nous pensons donc qu'il serait important

- De voir si techniquement, il est possible de prévoir des déviations de trajectoire que quelques dizaines de centimètres pour gérer ces problèmes.

Ces évènements gênent les mêmes arrêts que les problèmes liés à la végétation. Ce type d'arrêt est insupportable pour les usagers de la navette et nous avons eu des fois du mal à identifier les causes d'arrêts.

Nous pensons donc qu'il serait important

- De voir si techniquement, il est possible de reconnaître le type de l'objet de manière plus précise pour ne s'arrêter que pour les objets mobiles.

Par contre, la gestion de présence d'animal sur la voie (dans le cas CASA des pigeons) devrait demander l'implantation de connaissance sur leur comportement est encore assez compliqué en autonome.

### 5.1.3. Les refus de priorité

Les refus de priorité par les autres usagers vis-à-vis de la navette sur les carrefours à Stop et à Cédez-le-passage n'ont été observés que sur CASA à de nombreuses reprises. Nous pensons que ces refus seraient motivés par le fait de ne pas se retrouver derrière la navette mais cela n'a pas été forcément le cas. Il est possible que la dynamique de la navette qui ralentie en arrivant au carrefour pour passer les passages piétons, donne l'impression à certains automobilistes qu'ils ont le temps de passer avant qu'elle traverse le carrefour. Malheureusement, la navette reprend de la vitesse après les passages piétons et doit alors freiner brusquement. Il est aussi arrivé après ce freinage que plusieurs véhicules enchaînent les refus de priorité car ils savent qu'elle ne repartira pas. Cela confirme le fait que les autres usagers sachant que quoiqu'il arrive la navette s'arrêtera, en profite pour ne pas respecter le code de la route.

Pour le giratoire protégé par des feux, nous avons observé le même type de comportement et des situations assez critiques. La navette s'est arrêtée à chaque fois avec des freinages assez violents. Nous n'avons pas de préconisations techniques pour résoudre ces problèmes.

### 5.1.4. Les dépassements/rabattements

Les dépassements ont été les principaux évènements rencontrés dans les deux cas d'usages. La principale cause est le différentiel de vitesse entre la vitesse de la navette et celle usuelle du parcours. Ils peuvent générer des freinages si les rabattements sont proches, surtout en urbain ou périurbain. En termes de confort pour les usagers de la navette, cela devient assez rapidement insupportable en cas de trafic important. Nous avons observé aussi des flots de véhicules doublant (jusqu'à 7 véhicules à CASA).

A Cœur de Brenne, les rabattements étaient assez loin mais à CASA ils étaient souvent proches. En termes de sécurité, les cas les plus critiques ont été rencontrés lorsqu'un véhicule arrivait en face et devaient ralentir pour laisser passer le véhicule doublant. La navette étant assez haute, elle était un masque à la visibilité pour voir les usagers en face.

Nous pensons donc qu'il serait important

- De gérer la dynamique de la navette pour que les rabattements proches soient plus confortables.
- De voir si techniquement, la vitesse de croisière peut ne pas être trop basse par rapport à la vitesse usuelle du parcours. Cela réduirait l'occurrence de dépassements.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'arrière de la navette qu'un véhicule arrive sur la voie opposée (particulièrement en milieu urbain). Cela pourrait réduire les occurrences de dépassements dangereux.

Ces dépassements se faisaient partout aussi bien en approche de passage piéton que de carrefour en milieu urbain. En intersection les véhicules n'ont pas le droit de doubler (Article R414-6 du code de la route) par contre en approche de passages piétons, les conducteurs ne doivent effectuer de dépassement qu'après s'être assurés qu'aucun piéton n'est engagé sur le passage doubler (Article R414-5 du code de la route). Il faudrait faire prendre conscience aux autres véhicules qu'ils n'ont pas le droit de doubler en carrefour et de signaler s'il y a des piétons proches d'un passage piéton. Enfin, la navette avait tendance à beaucoup réduire sa vitesse aux carrefour ayant des passages piétons même si elle avait priorité. Ce comportement a sans doute augmenter les occurrences de dépassement aux carrefours.

Nous pensons donc qu'il serait important

- De voir si techniquement, la vitesse de traversée des intersections peut ne pas être trop basse par rapport à la vitesse usuelle du parcours. Cela réduirait l'occurrence de dépassements en carrefour ou près des passages piétons.
- D'indiquer de manière dynamique sur l'arrière de la navette
  - Qu'elle arrive près d'un passage piéton et qu'il y a des piétons sur les trottoirs. Cela pourrait réduire les occurrences de dépassements dangereux.
  - Qu'elle arrive à un carrefour et qu'il est interdit de doubler en affichant les panneaux de signalisation routière.

En rural, nous n'avons pas de ce type d'incident car il y avait peu de trafic. Par contre, il a été nécessaire de mettre de la signalétique sur la navette pour que les autres véhicules comprennent qu'elle allait moins vite de n'arrivent pas trop vite.



## 6. CONCLUSION

Ce livrable a permis de présenter les types de données recueillies et de catégoriser les différents évènements rencontrés dans les deux cas d'usage. Nous avons présenté un certain nombre de scénarios récurrents rencontrés dans nos deux cas d'usage qui montrent la complexité des situations réelles.

Pour la cas d'usage rural de Cœur de Brenne, très peu d'évènements ont été rencontrés, et la plupart ont été bien gérés. Les principaux évènements, hormis les problèmes techniques, qui ont demandé la reprise en main sont les stationnements sur la voie de la navette, et la détection de végétation sur le bord de la voie.

Pour le cas de CASA, de nombreux comportements incivils ont été remontés dont des dépassements proches et des refus de priorité. Certains de ces évènements ont générés de violents freinages. Nous avons retrouvé les mêmes problèmes de stationnement et de végétation.

En conclusion, il est important de discuter de la vitesse de la navette. En effet, pour assurer la sécurité, les navettes ont une vitesse réduite par rapport aux autres usagers ce qui entraîne des comportements incivils. Nous n'avons pas observé de problèmes de sécurité lors de ces comportements à part des freinages brusques car les navettes s'arrêtent. Mais cela nous pose la question du bon compromis entre vitesse pour la sécurité et vitesse pour une bonne intégration dans le trafic. Il faudrait donc que dans les futurs déploiements, les 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. Nous ne pouvons pas donner de seuils car cela dépend du trafic. Sur le parcours CASA très fréquenté, cela a été problématique alors que sur Cœur de Brenne très peu fréquenté, cela a pu être géré. Il nous semble donc important dans la définition des ODDs de définir aussi des vitesses minimums à respecter.

Pour terminer, il existe encore des problèmes techniques à résoudre impérativement tels que les fausses alarmes dus à la présence de végétation et le contournement des véhicules stationnés sur une partie de la voie de la navette.

Tant que ces problèmes ne seront pas résolus, la circulation de navettes autonomes sans opérateurs à bord sur route ouvertes ne sera pas possible.





---

Tentez l'expérience