

DYMOA+

Diagnostic d'Infrastructures et Dynamique du Véhicule pour
les Motos et les Autos

Livrable L1

Diagnostic d'infrastructures à partir des
événements et des incidents de 2RM et 4RM.

N° Livrable	L1	N° workpackage	WP1
Statut	Version provisoire		
Date	Avril 2022		
Responsable du document	Peggy SUBIRATS, Cerema Normandie Centre 10, chemin de la Poudrière, 76121 Le Grand-Quevilly peggy.subirats@cerema.fr		
Auteur principal	Olivier MOISAN		
Contributeur(s)	Nathalie BERTIAUX, Clémence BRUNEVAL, Fabien GEMY, Thibault MARIDOR, Peggy SUBIRATS		
Validation	Thierry Serre		
Enregistrement	DYMOA_Livrable1.doc		

Table des matières

1. INTRODUCTION WP1	7
2. ANALYSE DES DONNÉES	8
2.1. RÉSULTATS PAR ENVIRONNEMENT ROUTIER	8
2.2. RÉSULTATS PAR CONFIGURATION ROUTIÈRE	10
2.3. RÉSULTATS PAR ENVIRONNEMENT ET CONFIGURATION	11
3. ANALYSE D'INCIDENTS	14
3.1. GIRATOIRE, COMMUNE DE SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY	14
3.1.1. <i>Présentation du site</i>	14
3.1.2. <i>Analyse des incidents</i>	15
3.2. RALENTISSEURS, COMMUNE DE BERVILLE-SUR-SEINE	17
3.2.1. <i>Présentation du site</i>	17
3.2.2. <i>Analyse des incidents</i>	18
3.3. RALENTISSEURS, COMMUNE DE LA BOUILLE	19
3.3.1. <i>Présentation du site</i>	19
3.3.2. <i>Analyse des incidents</i>	19
3.4. PASSAGE PIÉTONS SUR BRETELLE D'INSERTION, COMMUNE DE MONTPELLIER	25
3.4.1. <i>Présentation du site</i>	26
3.4.2. <i>Analyse de l'incident</i>	27
3.5. BRETELLE D'ENTRÉE SUR GIRATOIRE, COMMUNE DE CASTRIES	28
3.5.1. <i>Présentation du site</i>	28
3.5.2. <i>Analyse des incidents</i>	29
3.6. RUE FONT DU PILA SAINT-GÉLY, COMMUNE DE MONTPELLIER	30
3.6.1. <i>Présentation du site</i>	30
3.6.2. <i>Analyse de l'incident</i>	32
4. FOCUS : LA VITESSE DE FRANCHISSEMENT DES RALENTISSEURS PAR LES 2RM	32
5. ANALYSE DES ZONES D'INTÉRÊT	34
5.1. ZONE D'INTÉRÊT AVEC NOMBRE DE PASSAGES ÉGAL OU SUPÉRIEUR À 10	34
5.1.1. <i>Giratoire à l'intersection des RD572/RD538/Avenue de la Patrouille de France à Salon-de-Provence</i>	34
5.2. ZONES D'INTÉRÊT AVEC PASSAGE D'UN 4RM ET D'UN 2RM	37
5.2.1. <i>Zone d'intérêt n°11, gare de péage de Lançon</i>	37
5.2.2. <i>Zone d'intérêt n°12, bretelle d'échange entre A54 et A7, commune de Salon-de-Provence</i>	38
5.3. ZONE D'INTÉRÊT, OBJET ROUTIER PARTICULIER	39
5.3.1. <i>Zone d'intérêt n°74, giratoire « cacahuète » de Croix-Mare, département de la Seine-Maritime</i>	39
5.3.1.1. Focus sur les vitesses de franchissement de l'aménagement par un 2RM dans deux sens de circulation	45
5.3.1.2. Comparaison des données de franchissement 2RM et 4RM de l'aménagement dans deux sens de circulation à partir de données DYMOA et S_VRAI	Erreur ! Signet non défini.

Table des illustrations

Figure 1 : déclenchements dynamiques pour les 2RM et 4RM selon l'environnement routier	9
Figure 2 : déclenchements dynamiques pour les 2RM et 4RM selon la configuration routière	10
Figure 3 : déclenchements dynamiques pour les 2RM selon l'environnement et la configuration routière	12
Figure 4 : déclenchements dynamiques pour les 4RM selon l'environnement et la configuration routière	13
Figure 5 : localisation de la séquence, St Etienne-du-Rouvray	14
Figure 6 : localisation et courbes de la séquence n°202	15

Figure 7 : localisation des séquences, Berville-sur-Seine.....	17
Figure 8 : localisation et courbes de la séquence n°1248	18
Figure 9 : localisation des séquences, La Bouille.....	19
Figure 10 : localisation et courbes de la séquence n°974, sens nord-sud	20
Figure 11 : localisation et courbes de la séquence n°409, sens nord-sud	21
Figure 12 : localisation et courbes de la séquence n°1635, sens nord-sud	22
Figure 13 : localisation et courbes de la séquence n°1234, sens nord-sud	22
Figure 14 : localisation et courbes de la séquence n°3203, sens sud-nord (ralentisseur n°1).....	24
Figure 15 : localisation et courbes de la séquence 1341, sens sud-nord (ralentisseur n°3)	25
Figure 16 : localisation de la séquence, bretelle d'insertion à Montpellier	26
Figure 17 : localisation et courbes de la séquence n°1162	27
Figure 18 : localisation de la séquence giratoire de Castrie.....	28
Figure 19 : localisation et courbes de la séquence n°1203	29
Figure 20 : courbes des séquences n°1331 et 143	29
Figure 21 : localisation de la séquence « traversée de la voie de tramway » à Montpellier	31
Figure 22 : trajectoire du 2RM en traversée de la voie de tramway.....	31
Figure 23 : localisation et courbes de la séquence n°2394	32
Figure 24 : distribution des vitesses enregistrées pour les déclenchements dynamiques liés à des passages sur ralentisseurs et détails de la lecture des boîtes à moustaches.....	33
Figure 25 : distribution des vitesses enregistrées pour les déclenchements dynamiques liés à des passages sur ralentisseurs pour les différents couples véhicule/conducteur.....	33
Figure 26 : localisation des séquences sur le giratoire RD572/RD538 à Salon-de-Provence	34
Figure 27 : localisation et courbes de la séquence n°1659, sens sud-est	35
Figure 28 : localisation et courbes de la séquence n°1668, sens sud-nord	36
Figure 29 : localisation et courbes de la séquence n°2611, sens nord-sud	36
Figure 30 : extrait street view de la gare de péage de Lançon	37
Figure 31 : localisation et courbes de la séquence n°2265, 4RM.....	37
Figure 32 : localisation et courbes de la séquence n°2578, 2RM.....	38
Figure 33 : localisation de la bretelle d'échange A54/A7 à Salon-de-Provence.....	38
Figure 34 : courbes des séquences n°241, 2124 et 2110.....	39
Figure 35 : localisation du giratoire dit « cacahuète » de Croix-Mare	40
Figure 36 : localisation et courbes de la séquence n°882, sens nord-sud	40
Figure 37 : localisation et courbes de la séquence n°1902, sens nord-sud	41
Figure 38 : localisation et courbes de la séquence n°1515, sens nord-sud	41
Figure 39 : localisation et courbes de la séquence 1398, sens nord-sud.....	42
Figure 40 : localisation et courbes de la séquence n°1155, sens nord-sud	42
Figure 41 : localisation et courbes de la séquence n°1030, sens nord-sud	43
Figure 42 : localisation et courbes de la séquence n°2402, sens sud-nord	43
Photo 1 : arrivée sur le giratoire	16
Photo 2 : sortie de giratoire, 2 ^{ème} et 3 ^{ème} déclenchements	16
Photo 3 : section courante après le giratoire.....	16
Photo 4 : premier ralentisseur rencontré	18
Photo 5 : deuxième ralentisseur rencontré	18
Photo 6 : premier ralentisseur rencontré	18
Photo 7 : premier ralentisseur sens nord-sud (n°3).....	23
Photo 8 : deuxième ralentisseur sens nord-sud (n°2).....	23
Photo 9 : premier ralentisseur sens sud-nord (n°1).....	24
Photo 10 : dernier ralentisseur sens sud-nord.....	25
Photo 11 : bretelle d'insertion comportant un passage piétons, trajet du 2RM	27
Photo 12 : bretelle d'entrée sur le giratoire	28
Photo 13 : A54 en approche de la bretelle vers A7.....	39
Photo 14 : bretelle vers A7 au niveau du convergent.....	39
Photo 15 : insertion sur A7.....	39

Tableau 1 : nombre de déclenchements dynamiques avec ou sans déclenchements multiples en fonction du type d'environnement	8
Tableau 2 : nombre de déclenchements dynamiques avec ou sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière.....	10
Tableau 3 : nombre de déclenchements dynamiques de 2RM sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière et du type d'environnement	11
Tableau 4 : nombre de déclenchements dynamiques de 4RM sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière et du type d'environnement	12

Crédit illustrations :

Les vues en plan « présentation des sites » sont issues de **Géoportail**.

Les vues de dessus associées aux courbes de sollicitations dynamiques sont d'origine **Open Street Map**.

Les photos des chapitres 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 5.2.2, 5.3.1 sont d'origine Cerema. Les autres sont issues de **Google Maps**.

1. Introduction WP1

DYMOA a notamment pour objectif d'aider à l'identification d'éléments d'infrastructures et/ou configuration routière qui pourraient engendrer un risque pour un usager deux-roues motorisé (2RM) ou quatre-roues motorisé (4RM). C'est une aide au diagnostic pour les exploitants routiers permettant de déterminer les facteurs contribuant à la survenue des accidents.

Le recueil de données a permis de collecter de nombreux parcours de 2 et 4RM sur plusieurs zones géographiques : les régions Normandie, Paca et Occitanie dans lesquelles les boîtiers ont été déployés relevant ainsi soit, des incidents et événements, soit des passages en zones d'intérêt avec valeurs des sollicitations dynamiques.

L'analyse de ces incidents et événements (dépassement de seuils dynamiques) et des traces en zones d'intérêt apporte des informations sur la relation couple conducteur/véhicule et l'infrastructure.

Le projet se décompose en six workpackages thématiques et un workpackage « exploitation globale de la base de données Dymoa+ ». Le présent livrable concerne le workpackage **WP1** : « **lien Incidents / Infrastructure routière** ». Pour un échantillon d'incidents recueillis et sélectionnés selon les sollicitations rencontrées ou/et la localisation (définis avec les questionnaires locaux), des visites et des expertises des lieux correspondants ont été réalisées pour rechercher l'influence de l'infrastructure routière dans l'incident correspondant. Pour ce faire, ont été mobilisées deux équipes du Cerema (Normandie-Centre et Méditerranée). L'essentiel de ce travail était de vérifier que l'étude des incidents survenant avec des 2RM peut contribuer au diagnostic de l'infrastructure routière afin de l'améliorer.

Dans un souci de simplification, les incidents et événements ont été regroupés sous le terme « incidents » ou « déclenchement dynamique » dans la suite de ce livrable.

Analyse des données

1.1. Résultats par environnement routier

Le type d'environnement est déterminé à partir des données CORIN Land Cover. La méthode employée est détaillée dans le livrable du WP0.

Environnement routier	Nombre de déclenchements dynamiques		Nombre de déclenchements dynamiques sans déclenchements multiples	
	2RM	4RM	2RM	4RM
Tissu urbain continu	268	1	161	1
Tissus urbain discontinu	3333	20	1507	13
Espaces agricoles ¹	3034	63	1008	35
Espaces forestiers ²	590	32	232	15
Autres espaces naturels ³	337	24	126	13
Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	1616	27	728	12
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	306	8	119	5
Equipements sportifs et de loisirs	70	5	20	2
Autres espaces ⁴	232	0	110	0
Total	9786	180	4011	96

Tableau 1 : nombre de déclenchements dynamiques avec ou sans déclenchements multiples en fonction du type d'environnement

¹ Regroupement des catégories : Terres arables hors périmètres d'irrigation, Vignobles, Systèmes culturaux et parcellaires complexes, Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants, Pelouses et pâturages naturels, Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole, Vergers et petits fruits.

² Regroupement des catégories : Forêts de feuillus, Forêts mélangées, Forêt et végétation arbustive en mutation, Forêts de conifères.

³ Regroupement des catégories : Végétation sclérophylle, Landes et broussailles, Cours et voies d'eau, Marais maritimes, Végétation clairsemée.

⁴ Regroupement des catégories : Chantiers, Zones portuaires, Extraction de matériaux, Espaces verts urbains, aéroports, indéterminés.

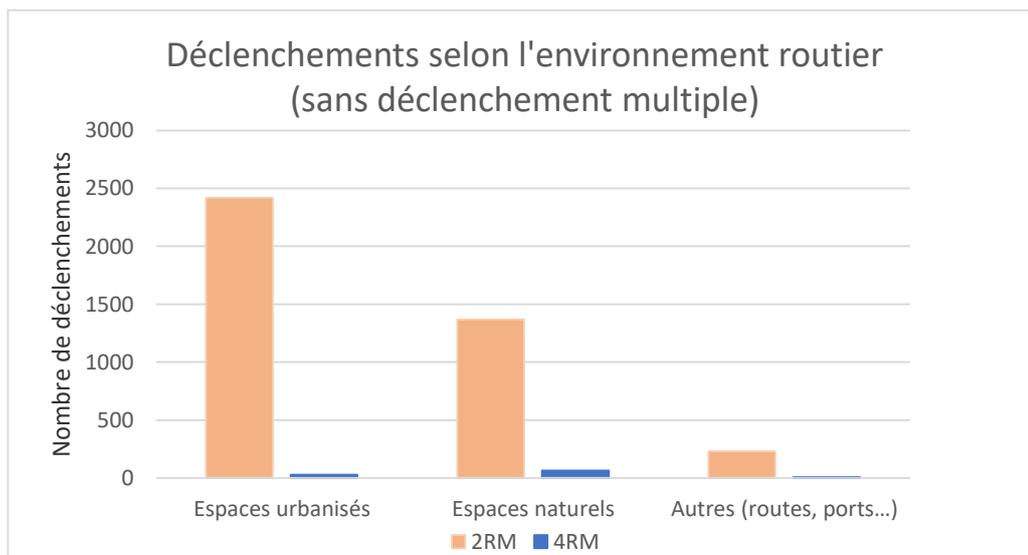


Figure 1 : déclenchements dynamiques pour les 2RM et 4RM selon l'environnement routier

Dans « espaces urbanisés » sont regroupés :

- tissu urbain continu
- tissu urbain discontinu
- zones industrielles ou commerciales et installations publiques
- équipements sportifs et de loisirs

Dans « espaces naturels », sont regroupés :

- espaces agricoles
- espaces forestiers
- autres espaces naturels

Et dans autres :

- réseaux routiers
- autres espaces

1.2. Résultats par configuration routière

La configuration routière est estimée grâce à des algorithmes d'automatisation. La méthode employée est détaillée dans le livrable du WP0.

Configuration routière	Nombre de déclenchements dynamiques		Nombre de déclenchements dynamiques sans déclenchements multiples	
	2RM	4RM	2RM	4RM
Intersection (5m)	3888	91	1840	55
Intersection (10m)	561	3	238	1
Courbe	1515	76	618	33
Section courante	3822	10	1315	7
Total	9786	180	4011	96

Tableau 2 : nombre de déclenchements dynamiques avec ou sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière

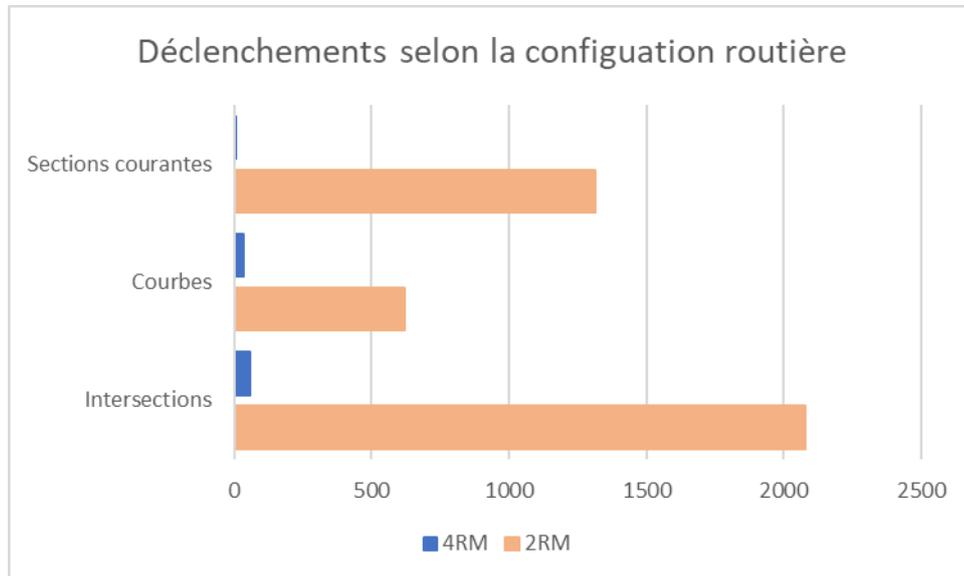


Figure 2 : déclenchements dynamiques pour les 2RM et 4RM selon la configuration routière

1.3. Résultats par environnement et configuration

La configuration routière est estimée grâce à des algorithmes d'automatisation. Le type d'environnement est déterminé à partir des données CORIN Land Cover. La méthode employée est détaillée dans le livrable du WPO.

2RM	Configuration routière				
	Type d'environnement	Intersection (5m)	Intersection (10m)	Courbe	Section courante
Tissu urbain continu	128	16	9	8	161
Tissus urbain discontinu	899	84	159	365	1507
Espaces agricoles ¹	278	43	163	524	1008
Espaces forestiers ²	46	8	59	119	232
Autres espaces naturels ³	32	6	30	58	126
Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	365	69	146	148	728
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	49	6	16	48	119
Equipements sportifs et de loisirs	3	0	9	8	20
Autres espaces ⁴	40	6	27	37	110
Total	1840	238	618	1315	4011

Tableau 3 : nombre de déclenchements dynamiques de 2RM sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière et du type d'environnement

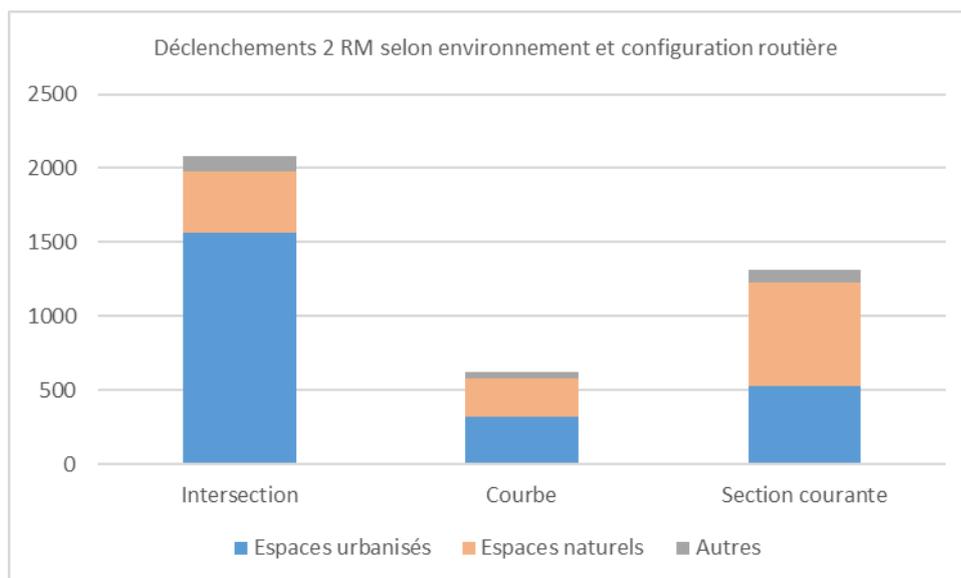


Figure 3 : déclenchements dynamiques pour les 2RM selon l'environnement et la configuration routière

4RM	Configuration routière				Total
	Intersection (5m)	Intersection (10m)	Courbe	Section courante	
Type d'environnement					
Tissu urbain continu	1	0	0	0	1
Tissus urbain discontinu	12	0	0	1	13
Espaces agricoles ¹	25	0	6	4	35
Espaces forestiers ²	1	0	14	0	15
Autres espaces naturels ³	2	0	10	1	13
Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	12	0	0	0	12
Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	2	1	1	1	5
Equipements sportifs et de loisirs	0	0	2	0	2
Autres espaces ⁴	0	0	0	0	0
Total	55	1	33	7	96

Tableau 4 : nombre de déclenchements dynamiques de 4RM sans déclenchements multiples en fonction de la configuration routière et du type d'environnement

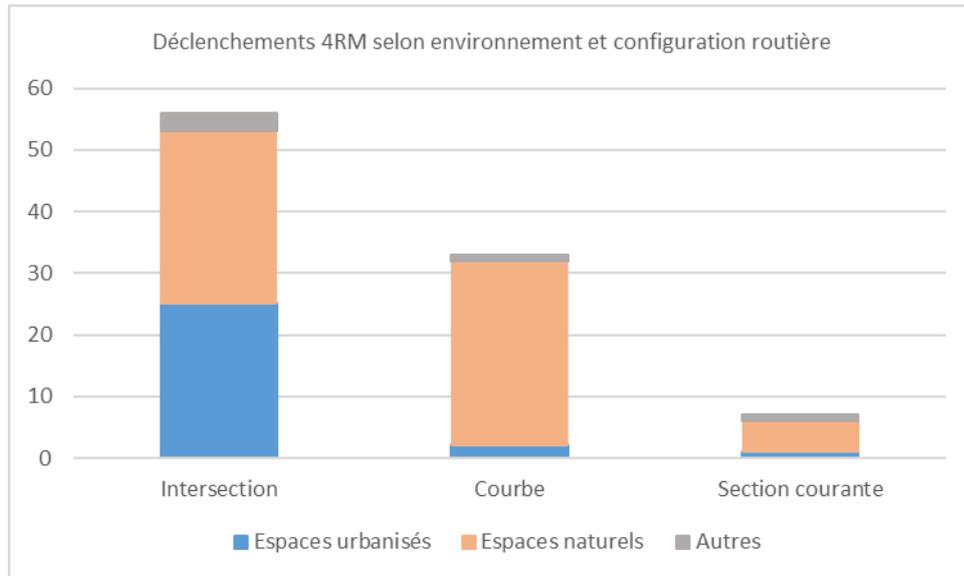


Figure 4 : déclenchements dynamiques pour les 4RM selon l'environnement et la configuration routière

On note qu'une majorité de déclenchements enregistrés par les 2RM concernent les intersections en milieu urbanisé.

Les déclenchements 4RM sont principalement observés en intersection et en courbe, principalement dans un environnement de type rase campagne. Il est à noter un plus faible recueil pour les 4RM.

2. Analyse d'incidents

Compte-tenu du nombre important d'incidents, un tri a été réalisé afin de sélectionner ceux qu'il semble opportun d'analyser en priorité. Les critères suivants ont été pris en compte :

- accumulation d'incidents en un même point ou très proches,
- différenciation des accumulations (zones regroupant plusieurs incidents triées à partir de la base de données) selon qu'il s'agit d'un même couple véhicule/conducteur ou non,
- zone incidentée prenant en considération 2RM et 4RM, permettant une comparaison des sollicitations dynamiques pour ces deux types de véhicules
- intérêt des incidents après visionnage des vidéos en lien avec la situation observée.

2.1. Giratoire, commune de Saint-Etienne-du-Rouvray

La séquence concernant ce giratoire a été retenue suite au visionnage de la vidéo. Elle comporte cinq déclenchements par un 2RM.

2.1.1. Présentation du site

Le giratoire est situé sur la RD18, à l'intersection de la rue des Coquelicots et de l'avenue du Bic Aubier, commune de Saint-Etienne-du-Rouvray.



Figure 5 : localisation de la séquence, St Etienne-du-Rouvray

2.1.2. Analyse des incidents

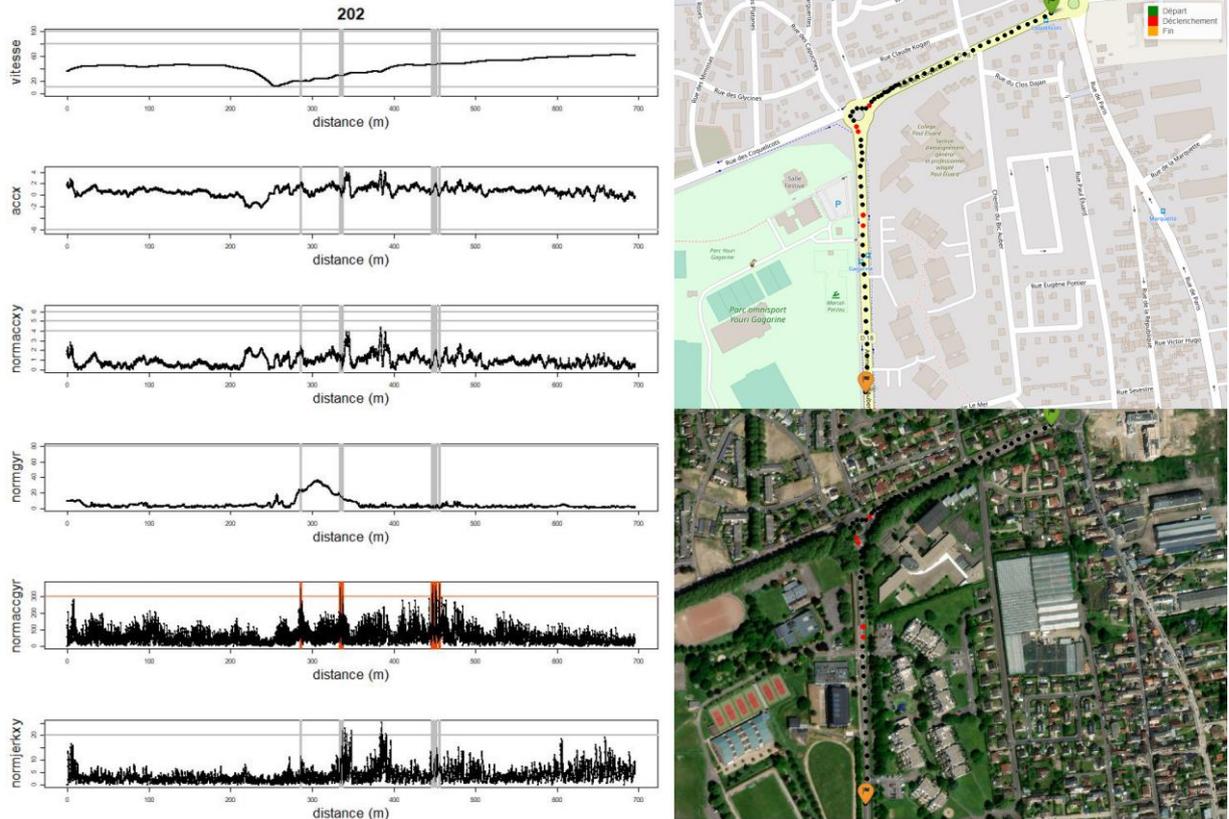


Figure 6 : localisation et courbes de la séquence n°202

Le premier déclenchement a lieu juste en entrée de giratoire, sur la branche côté est :

- la vitesse en approche de l'aménagement est cohérente avec la VMA50 (Vitesse Maximale Autorisée à 50 km/h),
- le 2RM se positionne au plus près de l'îlot central pour aborder l'entrée sur la chaussée annulaire,
- il observe un net ralentissement avant le « cédez-le-passage » du fait de la présence d'autres véhicules sur la branche d'entrée ; sa vitesse au moment du déclenchement est de 19 km/h,
- le déclenchement a lieu sur la norme des trois accélérations angulaires : $350,3 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ pour un seuil fixé à $300 \text{ }^\circ/\text{s}^2$.

→ l'incident est déclenché par un mouvement brusque, de gauche à droite, effectué par le 2RM lors de son entrée sur la chaussée annulaire.



Photo 1 : arrivée sur le giratoire

Les deuxième et troisième déclenchements ont lieu en sortie de giratoire sur norme des accélérations angulaires. La vitesse est enregistrée à 29 km/h pour des valeurs de déclenchements de 352,62 et 302,80 °/s².



Photo 2 : sortie de giratoire, 2^{ème} et 3^{ème} déclenchements

→ **Le déclenchement est probablement dû au mauvais état du revêtement de chaussée.**

Plusieurs déclenchements successifs ont lieu ensuite en ligne droite sur norme des trois accélérations angulaires à des valeurs comprises entre 306 et 373 °/s² pour une vitesse de 47 km/h.



Photo 3 : section courante après le giratoire

→ La présence de bandes rugueuses et le mauvais état du revêtement de chaussée peuvent expliquer ces déclenchements.

2.2. Ralentisseurs, commune de Berville-sur-Seine

Cette séquence a été choisie compte tenu de la récurrence d'incidents par les 2RM sur les ralentisseurs et considérant un comportement « normal » de l'utilisateur sur ce parcours.

2.2.1. Présentation du site



Figure 7 : localisation des séquences, Berville-sur-Seine

La rue du Village, dans l'agglomération de Berville-sur-Seine, comporte deux ralentisseurs de type dos d'âne distants de 135 mètres l'un de l'autre. La section concernée est en zone 30.

L'implantation du deuxième dispositif n'est pas judicieuse car il n'y a pas de continuité de la bordure sur une des rives (photo 5). Pour les deux ralentisseurs, la géométrie des extrémités n'est pas conforme entraînant un chanfrein longitudinal dangereux (photos 4 et 5) pour des deux-roues motorisés ou autres usagers. La chaussée déformée en amont du premier ralentisseur engendre une secousse qui vient se cumuler avec l'effet du ralentisseur.

2.2.2. Analyse des incidents

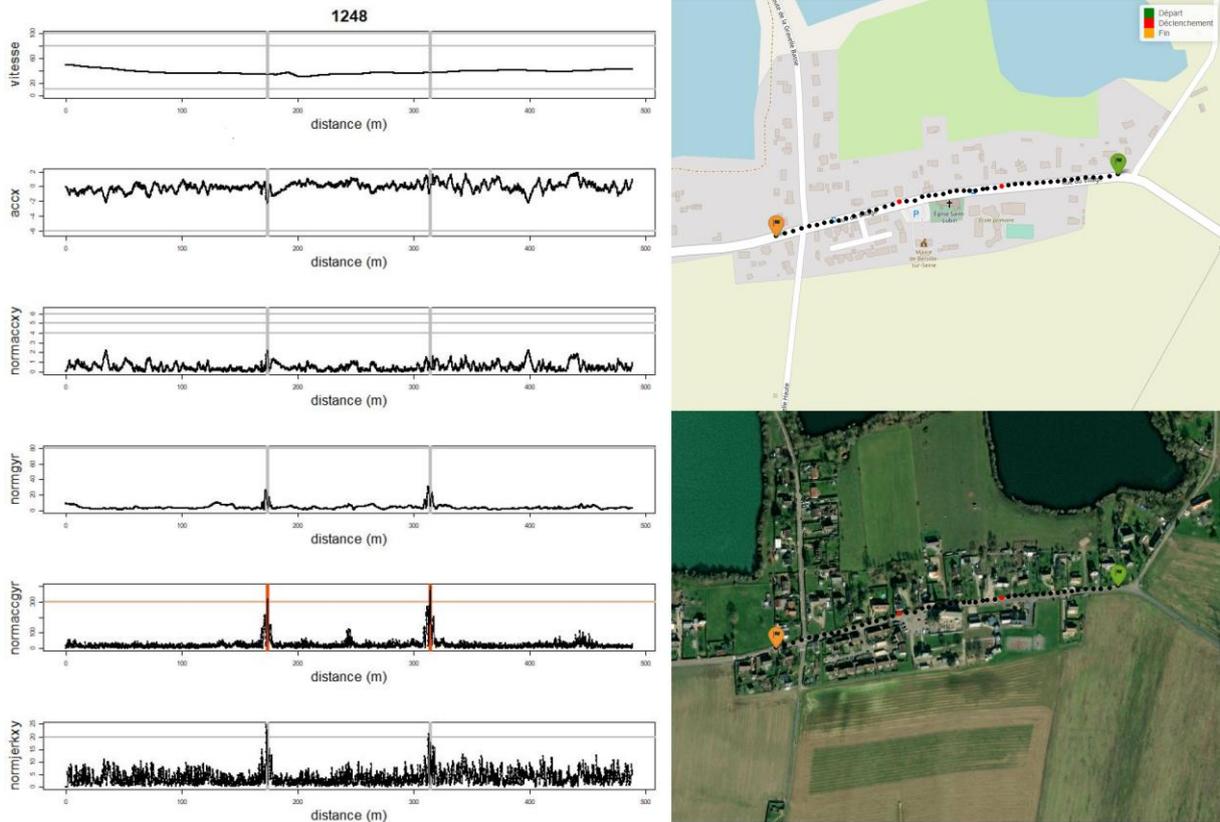


Figure 8 : localisation et courbes de la séquence n°1248

Chaque ralentisseur entraîne un dépassement de seuil de la norme des trois accélérations angulaires : $319^\circ/s^2$ sur le premier ralentisseur et $311^\circ/s^2$ sur le deuxième. La vitesse de franchissement de ces dispositifs est légèrement supérieure à la vitesse maximale autorisée (respectivement 34 et 37 km/h) mais régulière sur le tronçon considéré. La sollicitation sur l'accélération verticale est de $6,68 \text{ m/s}^2$ pour le premier et $7,86 \text{ m/s}^2$ sur le deuxième ralentisseur. Le 2RM est positionné au milieu de sa voie de circulation sur les deux ralentisseurs.



Photo 4 : premier ralentisseur rencontré



Photo 5 : deuxième ralentisseur rencontré

→ les déclenchements sont liés à la surélévation de la chaussée.

2.3. Ralentisseurs, commune de La Bouille

Ce site a été choisi car il concerne plusieurs séquences enregistrées par un même couple véhicule/conducteur 2RM sur une succession de ralentisseurs.

2.3.1. Présentation du site

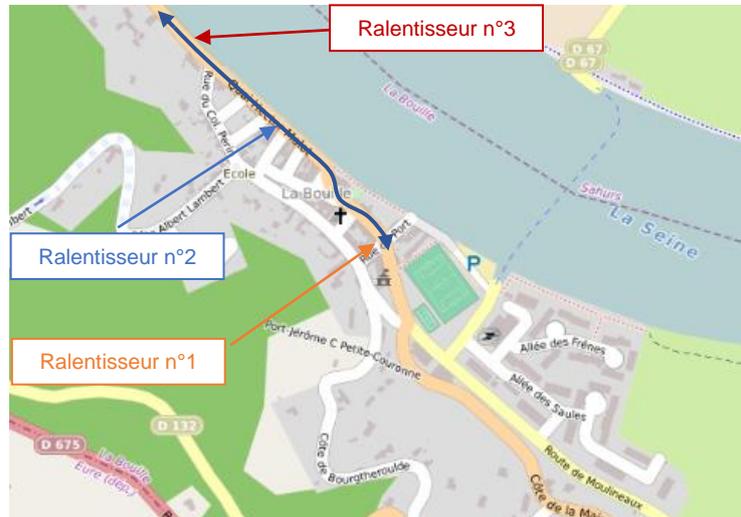


Figure 9 : localisation des séquences, La Bouille

La RD64 est située en agglomération et le tronçon concerné par les incidents est classé en zone 30.

Le ralentisseur n°1, situé le plus à l'est, est de type trapézoïdal avec un passage pour piétons. Il est implanté en courbe et en intersection. Sa géométrie ne respecte pas rigoureusement la norme NF P 98-300

Les deux autres ralentisseurs sont de type dos d'âne. Le plus à l'ouest (n°3) est précédé de deux écluses.

2.3.2. Analyse des incidents

Quatre séquences sont enregistrées dans le sens nord-sud (numéros 409, 974, 1234, 1635) et deux dans le sens sud-nord (1341 et 3203). Elles concernent le même couple véhicule/conducteur 2RM.

Sens nord-sud :

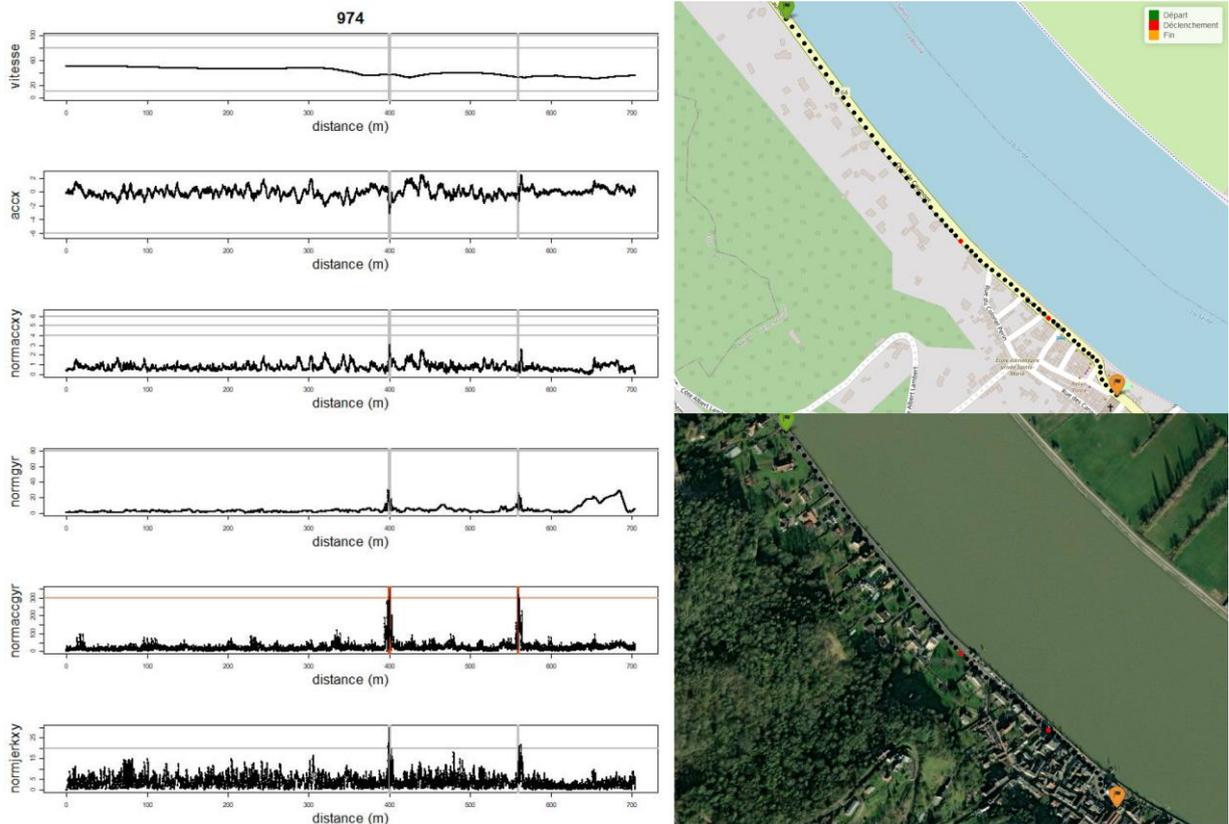


Figure 10 : localisation et courbes de la séquence n°974, sens nord-sud

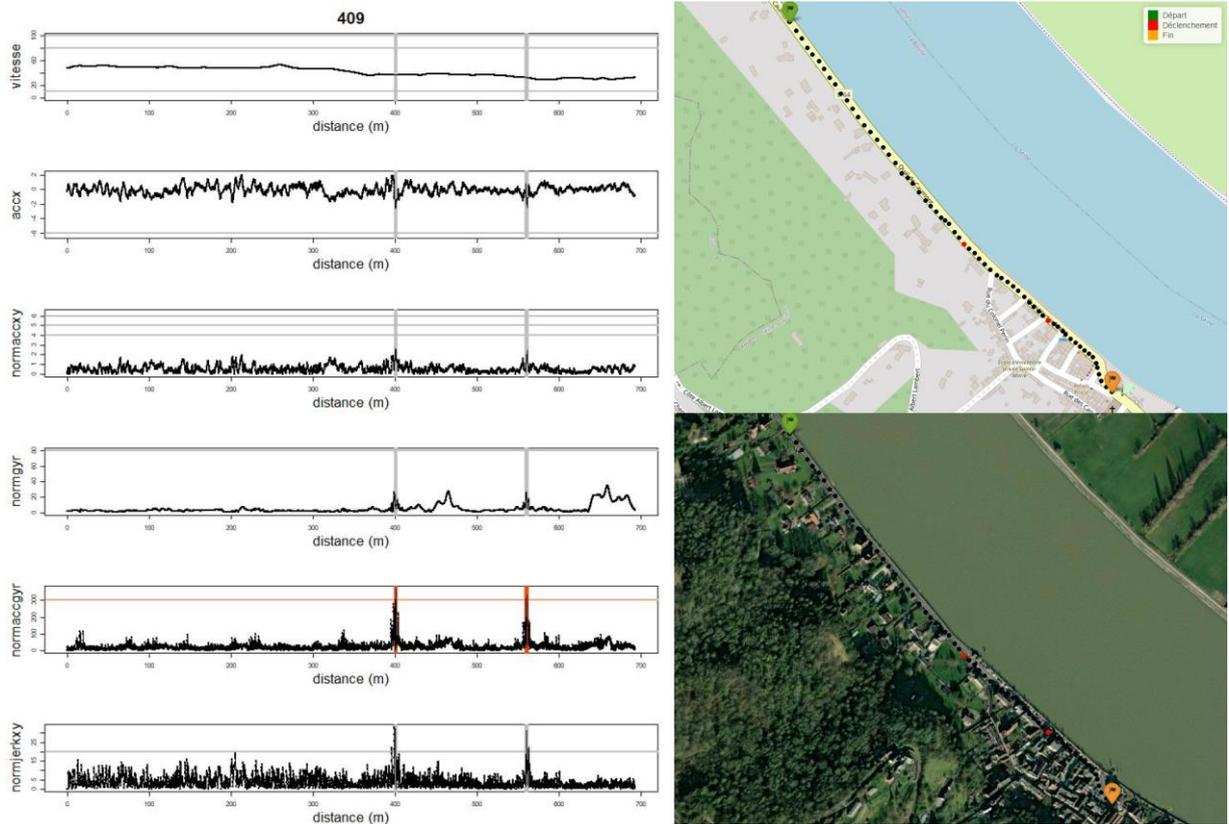


Figure 11 : localisation et courbes de la séquence n°409, sens nord-sud

Ces deux séquences (974 et 409), dans le sens nord-sud, enregistrent des incidents sur les deux ralentisseurs n°2 et 3. La séquence 974 comporte un premier déclenchement avec un dépassement de seuil de l'accélération verticale avec une valeur de $7,77 \text{ m/s}^2$ et norme des trois accélérations angulaires à la limite du seuil ($301 \text{ }^\circ/\text{s}^2$) pour une vitesse de franchissement du ralentisseur de 37 km/h . Le deuxième déclenchement a lieu à 33 km/h sur la norme des trois accélérations angulaires : $301 \text{ }^\circ/\text{s}^2$.

La séquence 409 montrent deux déclenchements sur dépassement de seuil de la norme des trois accélérations angulaires : $304 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ pour le premier et $328 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ pour le second avec des valeurs d'accélération verticale respectivement de $7,18 \text{ m/s}^2$ et $6,66 \text{ m/s}^2$ à 37 et 32 km/h

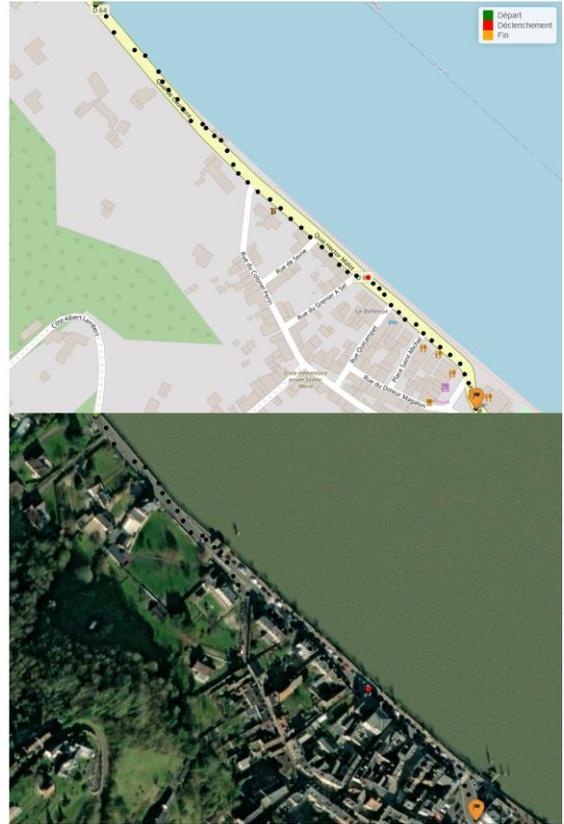
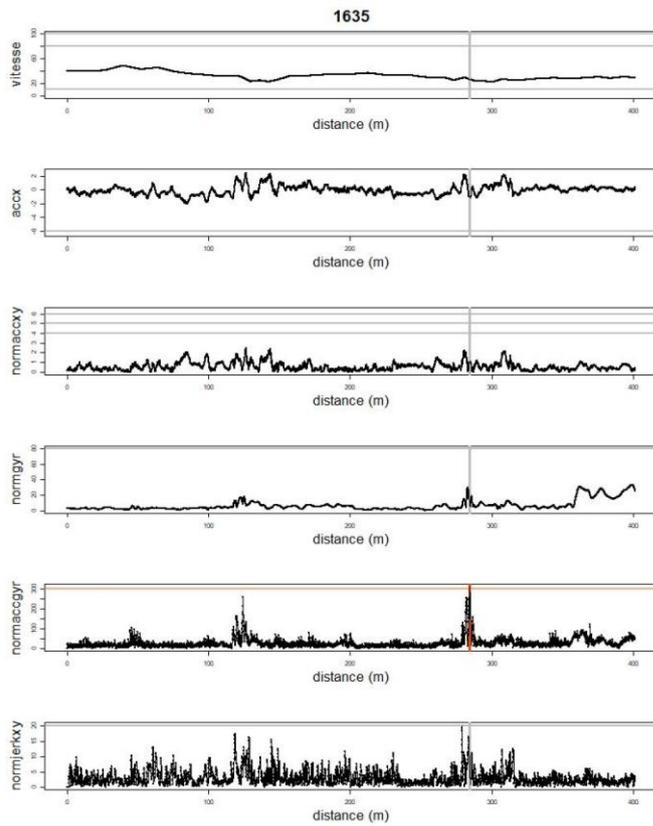


Figure 12 : localisation et courbes de la séquence n°1635, sens nord-sud

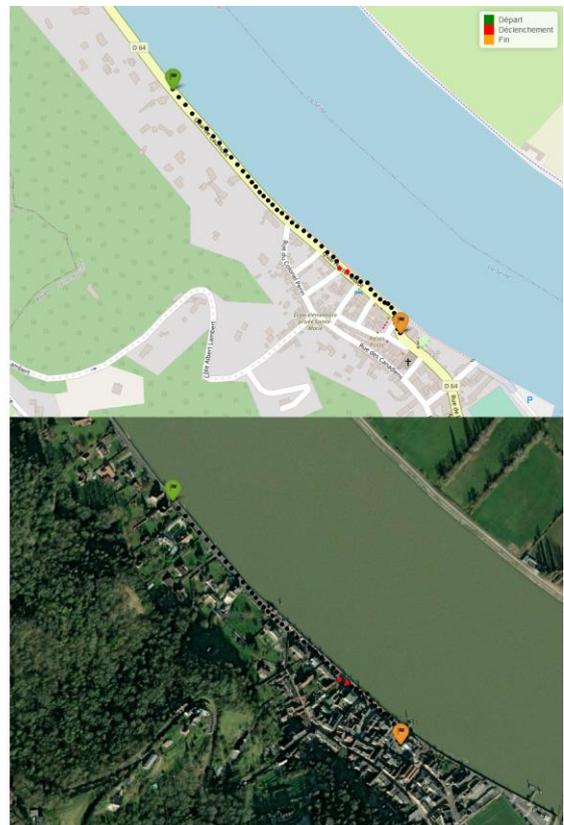
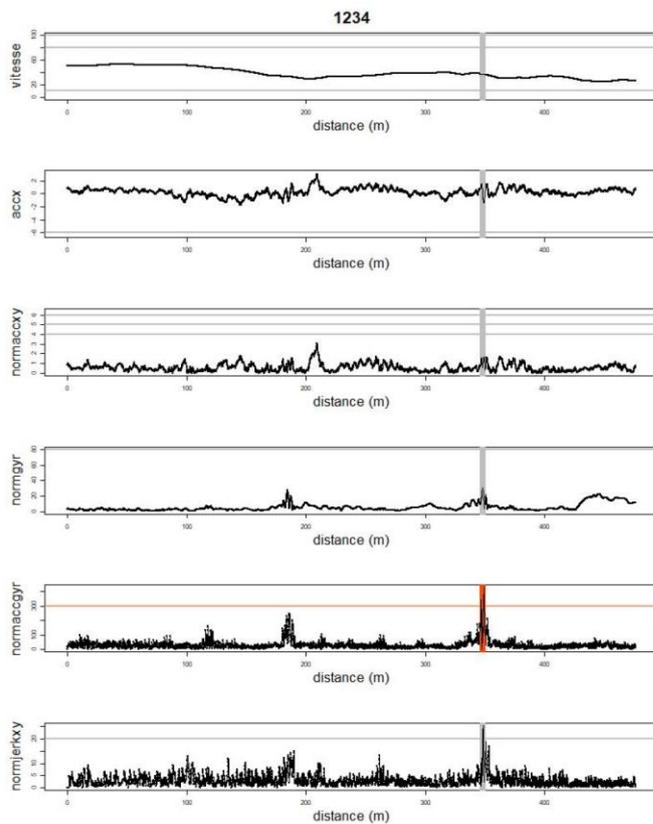


Figure 13 : localisation et courbes de la séquence n°1234, sens nord-sud

Ces deux séquences (1635 et 1234), sens nord-sud, n'enregistrent de déclenchements que sur le deuxième ralentisseur rencontré (n°2).

La séquence 1635 montre un incident sur la norme des trois accélérations angulaires avec une valeur de 306 °/s² à une vitesse de 26 km/h.

La séquence 1234 déclenche également sur la norme des trois accélérations angulaires : 344 °/s² à une vitesse de 37 km/h soit légèrement supérieure à la VMA.

On note que le revêtement de ces ralentisseurs est très dégradé. Lors de la visite sur site, il a été observé que la plupart des usagers 4RM franchissait les aménagements à vitesse très réduite.



Photo 7 : premier ralentisseur sens nord-sud (n°3)



Photo 8 : deuxième ralentisseur sens nord-sud (n°2)

Sens sud-nord :

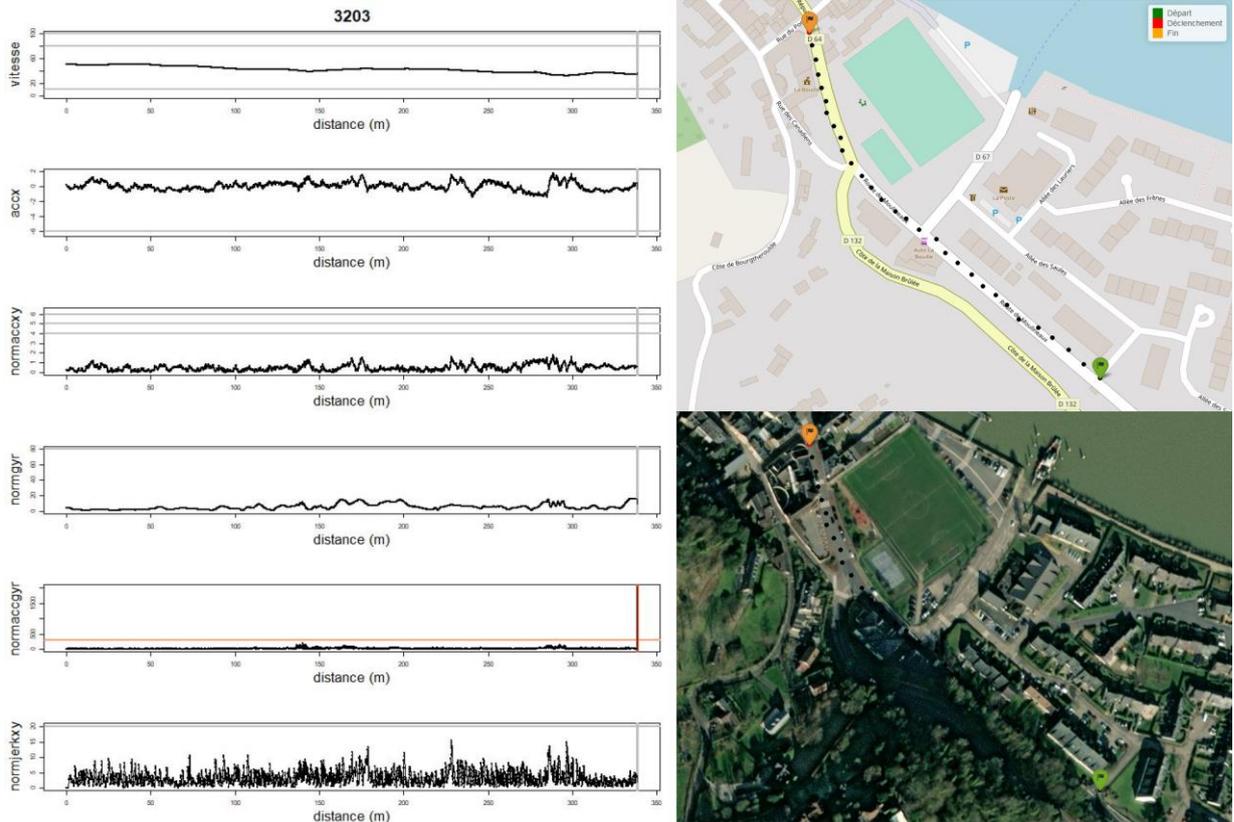


Figure 14 : localisation et courbes de la séquence n°3203, sens sud-nord (ralentisseur n°1)

L'incident 3203 est déclenché par un dépassement de seuil de la norme des accélérations angulaires : $2023 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ avec une valeur de l'accélération verticale de $7,82 \text{ m/s}^2$ pour une vitesse de 37 km/h . Ces dépassements de seuils sont importants et ont probablement engendré un inconfort pour l'utilisateur. La non-conformité de la géométrie du dispositif associé à son implantation en courbe engendre probablement ces valeurs excessives de sollicitations dynamiques même si l'absence de vidéo associée à cette séquence ne permet pas de le confirmer.



Photo 9 : premier ralentisseur sens sud-nord (n°1)

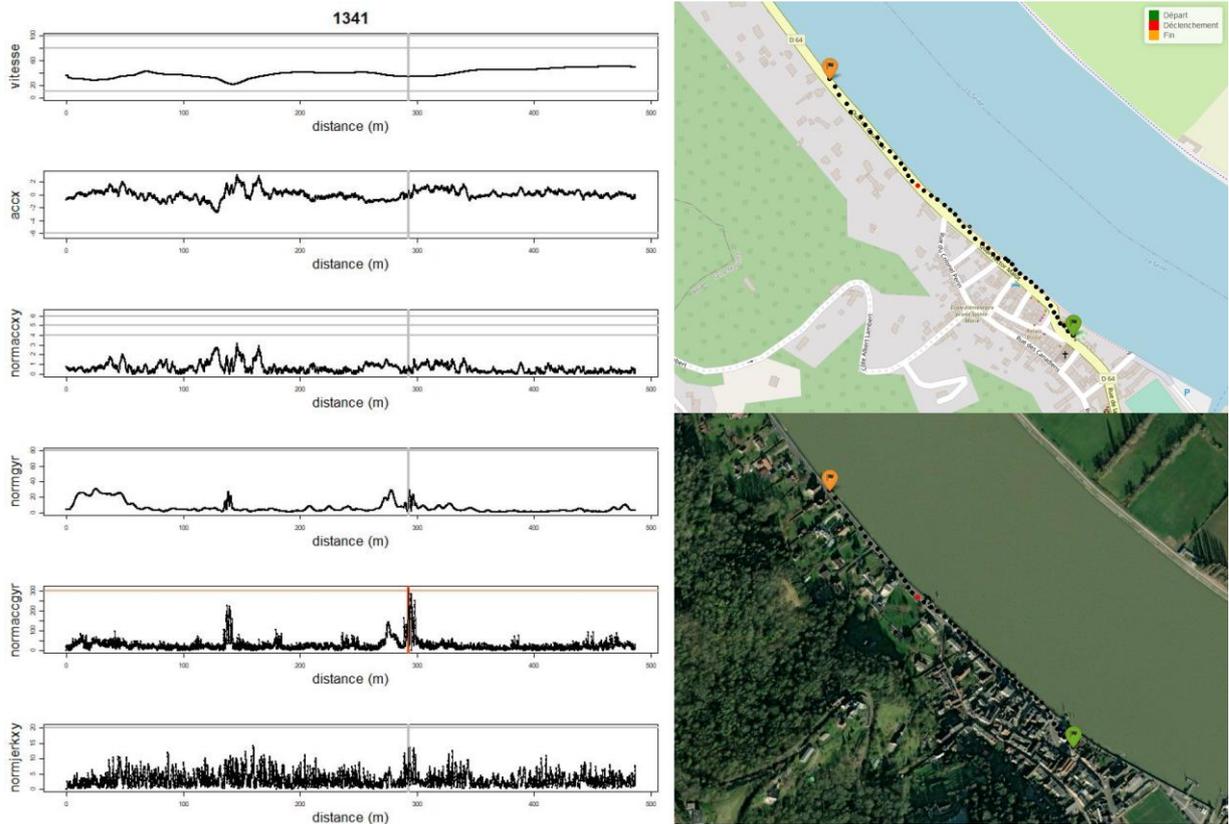


Figure 15 : localisation et courbes de la séquence 1341, sens sud-nord (ralentisseur n°3)

L'incident 1341 concerne un dépassement de seuil de la norme des accélérations angulaires sur un ralentisseur de type dos d'âne avec une valeur de $310 \text{ }^\circ/\text{s}^2$ à une vitesse de franchissement du ralentisseur de 35 km/h.

On note que les sollicitations dynamiques du 2RM sur ce ralentisseur sont similaires dans les deux sens de circulation.



Photo 10 : dernier ralentisseur sens sud-nord

→ Pour ces trois ralentisseurs, les déclenchements sont liés à la surélévation de la chaussée.

2.4. Passage piétons sur bretelle d'insertion, commune de Montpellier

Cette séquence a été retenue suite au visionnage de la vidéo compte tenu de la configuration atypique des lieux et du danger avéré pour les usagers.

2.4.1. Présentation du site

La séquence concerne l'existence d'un passage piétons sur la bretelle d'insertion vers la RD986, route des Ganges à Montpellier. Il s'agit d'une configuration atypique.

Le passage piétons est implanté dans la courbe de cette bretelle d'insertion, et est situé à la jonction de deux bretelles. Cette configuration nécessite une vigilance accrue pour l'usager motorisé considérant que des véhicules peuvent arriver sur sa gauche et que parallèlement des piétons peuvent traverser de droite vers la gauche ou inversement. Il est pré-signalé à l'aide du panneau A13b mais absence de signalisation de position. La zone bénéficie d'un éclairage public.

La visibilité est réduite en intérieur de courbe de fait de la présence de végétation et de panneaux publicitaires.

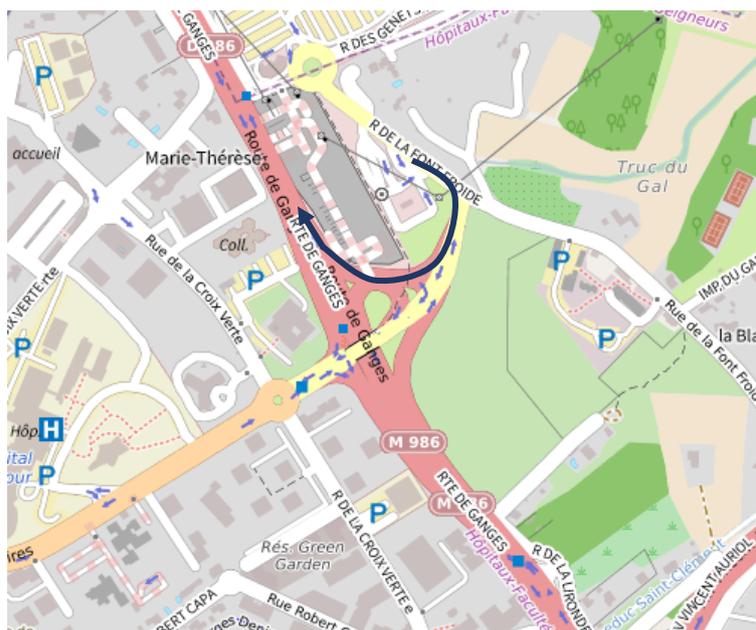


Figure 16 : localisation de la séquence, bretelle d'insertion à Montpellier

2.4.2. Analyse de l'incident

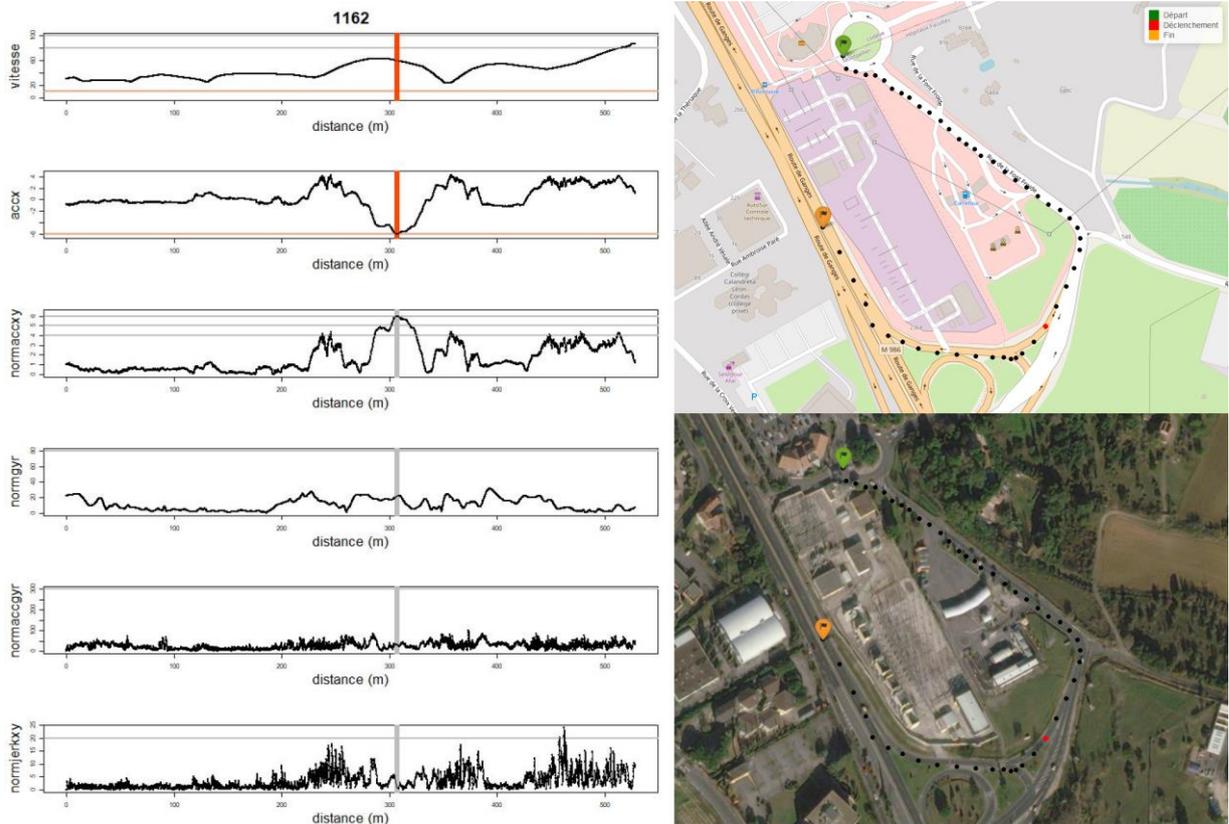


Figure 17 : localisation et courbes de la séquence n°1162

L'incident est enregistré sur l'accélération longitudinale : $-6,01 \text{ m/s}^2$, juste au-dessus du seuil de déclenchement fixé à 6 m/s^2 . Il concerne un freinage important par un 2RM alors qu'il est en accélération en vue de son insertion sur la voie principale.



Photo 11 : bretelle d'insertion comportant un passage piétons, trajet du 2RM

→ Le déclenchement est lié au freinage du 2RM provoqué par la présence d'un piéton traversant la chaussée sur le passage piétons.

2.5. Bretelle d'entrée sur giratoire, commune de Castries

L'analyse de ce site a été choisie car les séquences concernent trois couples véhicule/conducteur dont les déclenchements sont observés sur une bretelle d'entrée du giratoire. Cette analyse permet donc de comparer ces incidents selon le comportement des trois conducteurs.

2.5.1. Présentation du site

Le giratoire est situé à l'intersection des RD65, RD68 et RD610, hors agglomération, sur la commune de Castries.



Figure 18 : localisation de la séquence giratoire de Castrie



Photo 12 : bretelle d'entrée sur le giratoire

La bretelle d'entrée ouvre à deux voies avant l'arrivée sur le giratoire de très grand rayon (≈ 50 mètres de rayon intérieur). La vitesse maximale autorisée est de 80 km/h.

2.5.2. Analyse des incidents

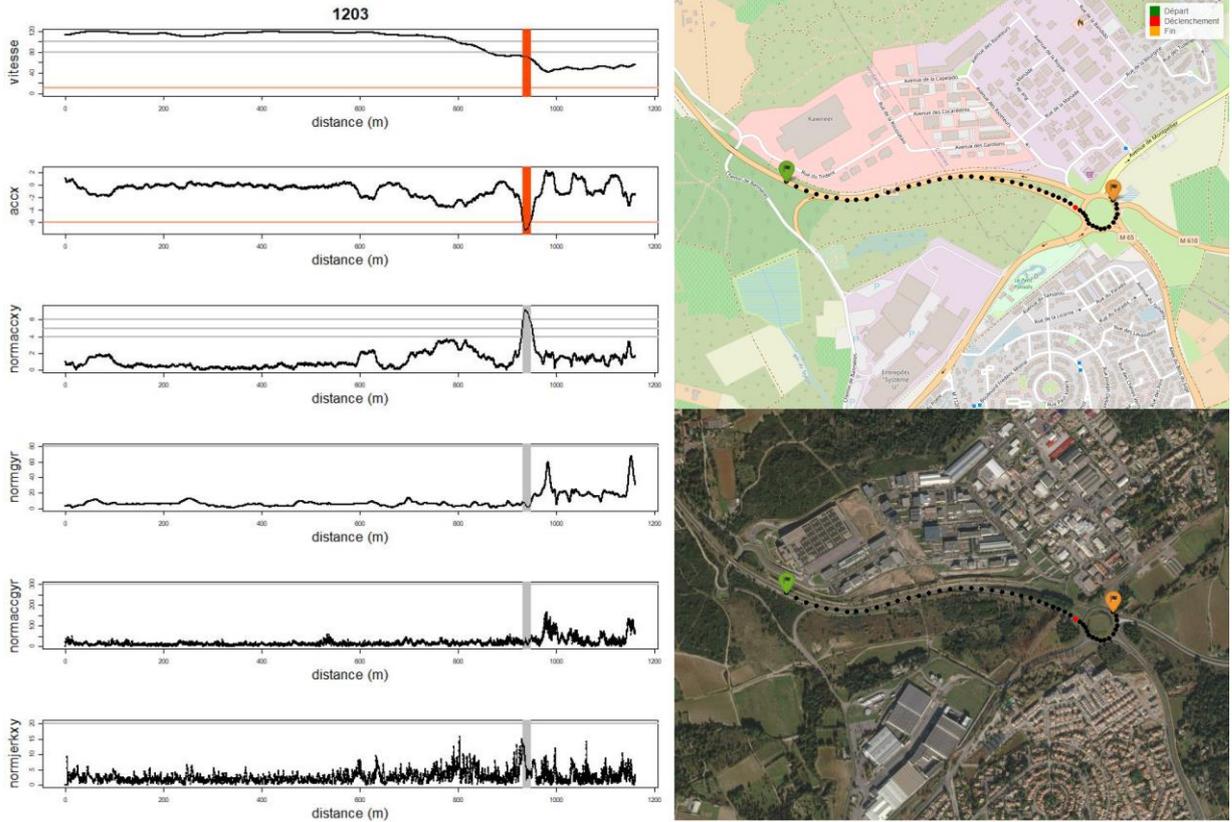


Figure 19 : localisation et courbes de la séquence n°1203

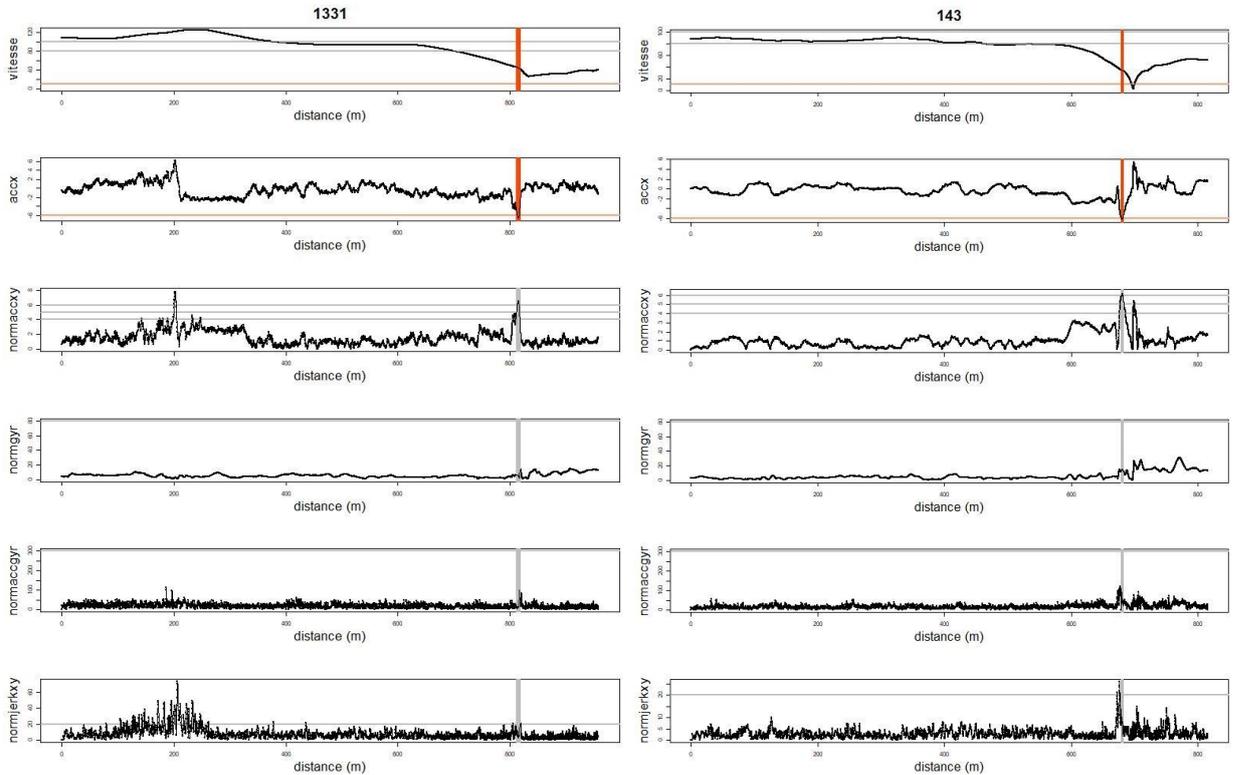


Figure 20 : courbes des séquences n°1331 et 143

Pour les trois séquences (143, 1203, 1331), la vitesse d'approche des 2RM est élevée au regard de la VMA :

- supérieure à 80 km/h pour la séquence 143,
- 110 km/h en approche à 200 mètres pour la séquence 1203,
- 120 km/h à 600 mètres et comprise entre 90 et 100 km/h à 200 mètres pour la séquence 1331,

mais elle est moindre au moment des déclenchements :

- 34 km/h pour l'incident 143,
- 72 km/h pour l'incident 1203,
- 46 km/h pour l'incident 1331.

La vidéo de l'incident 1203 montre que le 2RM dépasse un véhicule léger sur la branche en approche du giratoire alors que la deuxième voie n'existe pas encore. Le véhicule léger se déporte sur la bande dérasée de droite. Le 2RM se positionne ainsi sur la voie de gauche de la bretelle d'entrée avant son insertion sur la chaussée annulaire.

Sur la vidéo de l'incident 1331, le 2RM est positionné sur la voie de droite de la bretelle d'entrée, un véhicule léger étant arrêté voie de gauche.

Aucune vidéo n'est disponible pour l'incident 143.

Pour les trois 2RM, un ralentissement s'opère sur les 100/150 mètres avant l'incident mais le freinage important effectué à l'approche de la chaussée annulaire engendre un dépassement de seuil de l'accélération longitudinale : -6,01 m/s² pour le 143, -6,10 m/s² pour le 1203 et -6,14 m/s² pour le 1331.

→ Les déclenchements sont liés à un freinage fort en approche du giratoire en lien avec une vitesse d'approche élevée.

2.6. Rue Font du Pila Saint-Gély, commune de Montpellier

Cette séquence a été choisie suite au visionnage de la vidéo qui montre un incident dans une configuration particulière.

2.6.1. Présentation du site

Il s'agit d'une intersection complexe formée par le Quai du Verdanson, la rue du Font du Pila Saint-Gély, la rue Michel Vernière, traversée par le tramway à Montpellier. Elle est située dans un environnement très urbain, à proximité du palais des congrès.



Figure 21 : localisation de la séquence « traversée de la voie de tramway » à Montpellier



Figure 22 : trajectoire du 2RM en traversée de la voie de tramway

L'intersection n'est pas très lisible et la signalisation directionnelle inadaptée au regard des possibilités de mouvements pour les usagers motorisés.

Le damier marqué au sol semble indiquer une trajectoire possible pour les automobilistes de la rue Michel Vernière du nord vers le sud, pour les automobilistes de la rue Michel Vernière nord vers la rue du Font du Pila Saint-Gély mais pas pour ceux du quai du Verdanson ouest vers la rue du Font Saint-Gély. C'est ce dernier trajet qui est identifié dans l'incident n°2394 analysé.

2.6.2. Analyse de l'incident

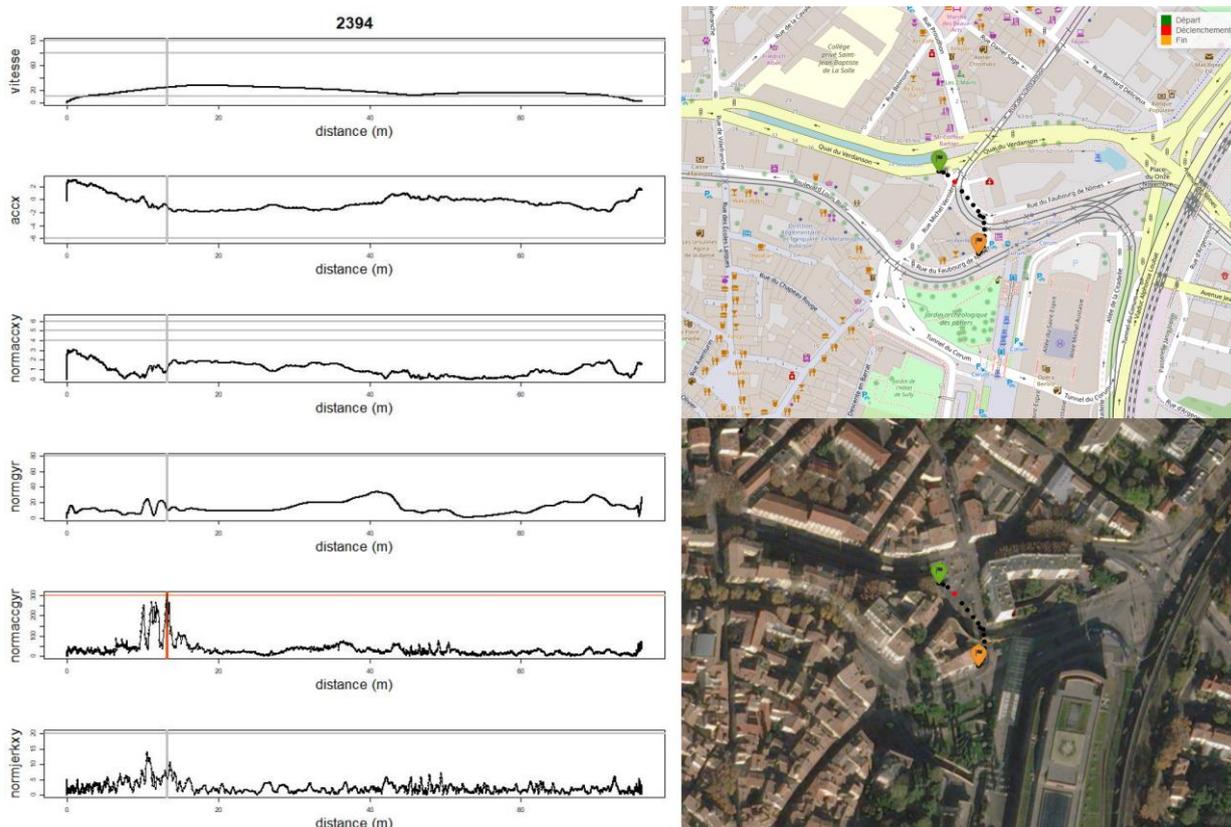


Figure 23 : localisation et courbes de la séquence n°2394

Le 2RM arrive du quai du Verdanson ouest et traverse les voies de tramway afin de rejoindre la rue du Font du Pila Saint-Gély. Cette manœuvre n'est pas interdite au regard de la signalisation en place mais elle apparaît peu naturelle : l'utilisateur peut avoir l'impression d'emprunter la rue du Font du Pila Saint-Gély à contre-sens.

La bordure qui délimite la voie de tramway de la chaussée de la rue du Font du Pila Saint-Gély est surbaissée ponctuellement pour permettre le franchissement de la voie de Tramway mais le 2RM n'adapte pas sa trajectoire à ce surbaissé. De ce fait, il franchit cette bordure alors qu'elle mesure quelques centimètres de vue. C'est à cet instant que déclenchement a lieu sur la norme des trois accélérations angulaires : $305,95 \text{ }^\circ/\text{s}^2$, à une vitesse de 24 km/h.

→ Le déclenchement est lié au franchissement de la bordure par le 2RM.

3. Focus : la vitesse de franchissement des ralentisseurs par les 2RM

Dans ce focus seuls les passages sur ralentisseurs ayant donné lieu à un déclenchement dynamique ont été pris en compte. Ils sont également issus de l'analyse des vidéos qui a permis de déterminer et vérifier l'origine du déclenchement. Les différents types de ralentisseurs ont été pris en compte : ralentisseurs de type dos d'âne, ralentisseurs de type trapézoïdal, coussins, plateaux. Ce type d'aménagement doit être limité à 30km/h.

Si on regarde l'ensemble des vitesses sans faire de distinction couple véhicule/conducteur on obtient les résultats figurant dans la représentation graphique ci-dessous :

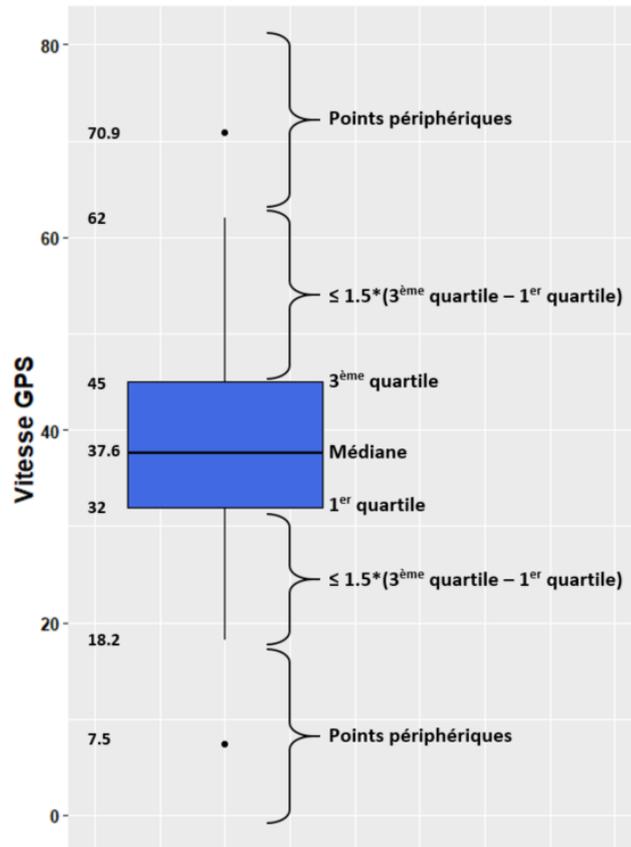


Figure 24 : distribution des vitesses enregistrées pour les déclenchements dynamiques liés à des passages sur ralentisseurs et détails de la lecture des boîtes à moustaches

La médiane des vitesses de franchissement des ralentisseurs pour l'ensemble des 2RM avec déclenchements dynamiques est de 37,6 km/h, supérieure à la VMA de 30km/h préconisée pour ce type d'aménagement.

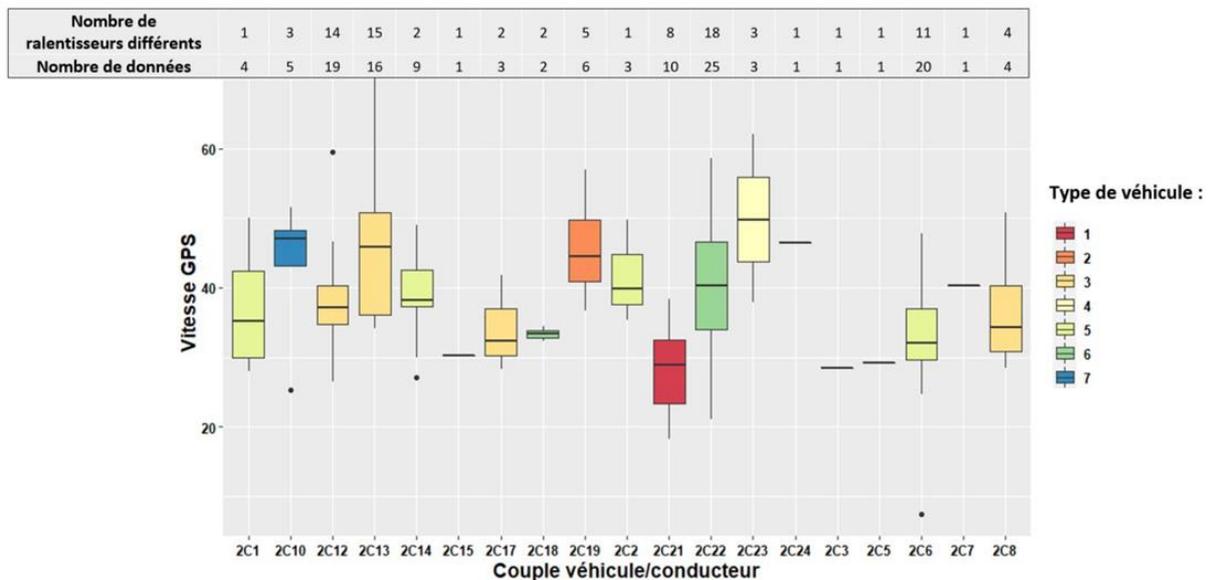


Figure 25 : distribution des vitesses enregistrées pour les déclenchements dynamiques liés à des passages sur ralentisseurs pour les différents couples véhicule/conducteur

On observe une grande variabilité des vitesses pour un même objet routier ainsi que l'absence d'influence du type de moto sur les vitesses au regard de l'échantillon analysé.

Si on regarde par couple véhicule/conducteur sur un même ralentisseur, on peut observer une grande gamme de vitesses pratiquées. Sur plusieurs ralentisseurs, pour un même couple véhicule/conducteur (ex : 2C12), on peut avoir une gamme de vitesses plus resserrée. On peut donc faire l'hypothèse qu'il y a un **effet conducteur** mais aussi un **effet ralentisseur** plus ou moins marqué lié à sa conception géométrique, sa signalisation...

La vitesse minimale enregistrée est de 7,45 km/h. Cette vitesse correspond à un mouvement tournant à 90° sur un rampant en descendant d'un plateau surélevé.

La vitesse maximale de 70,9 km/h correspond au franchissement d'un ralentisseur dans un environnement de type rase campagne qui n'est pas cohérent avec ce type d'aménagement.

Les études ont montré que certains seuils de déclenchements pourraient être réévalués pour être plus pertinents, ce qui peut expliquer des déclenchements à des vitesses de franchissement faibles. Cependant il est intéressant de regarder les franchissements pour lesquels nous avons eu des valeurs extrêmes (70,9 km/h et 7,45 km/h) pour voir s'il y a des situations particulières qui expliquent ces vitesses de franchissement et des déclenchements dynamiques.

4. Analyse des zones d'intérêt

En vue de sélectionner les zones d'intérêt dont l'analyse peut sembler pertinente, un tri a été réalisé selon les critères suivants :

- nombre de déclenchements enregistrés dans la base (équivalent au nombre de passages) ≥ 10 ,
- nombre de couples véhicule/conducteur enregistrés dans la zone GPS ≥ 3 ,
- nombre de déclenchements dynamiques dans la zone GPS ≥ 1 ,
- passage d'un 4RM et d'un 2RM.

Les exemples présentés ci-dessous répondent à au-moins un de ces critères.

4.1. Zone d'intérêt avec nombre de passages égal ou supérieur à 10

4.1.1. Giratoire à l'intersection des RD572/RD538/Avenue de la Patrouille de France à Salon-de-Provence



Figure 26 : localisation des séquences sur le giratoire RD572/RD538 à Salon-de-Provence

Dans ce giratoire, on enregistre 35 passages dont :

- 6 dans le sens nord-sud,
- 6 dans le sens sud-est,
- 17 dans le sens sud-nord,

6 sens de passages n'ont pu être définis.

Tous les passages concernent le même couple véhicule/conducteur 2RM.

Les courbes ci-dessous représentent les enregistrements de trois passages, un dans chaque sens. Elles montrent qu'à l'approche de la chaussée annulaire, le 2RM observe un ralentissement pour atteindre une vitesse comprise entre 20 et 30 km/h sur la branche d'entrée du giratoire quel que soit le sens de circulation.

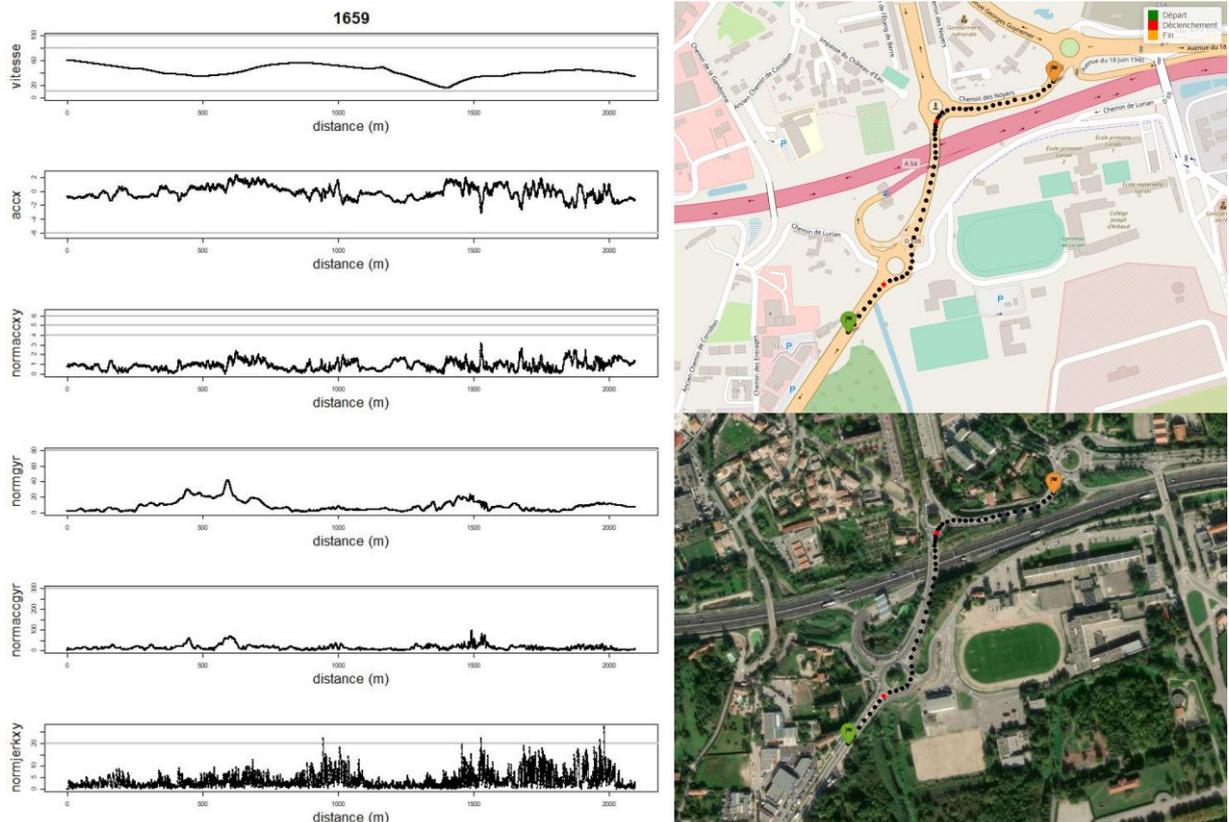


Figure 27 : localisation et courbes de la séquence n°1659, sens sud-est

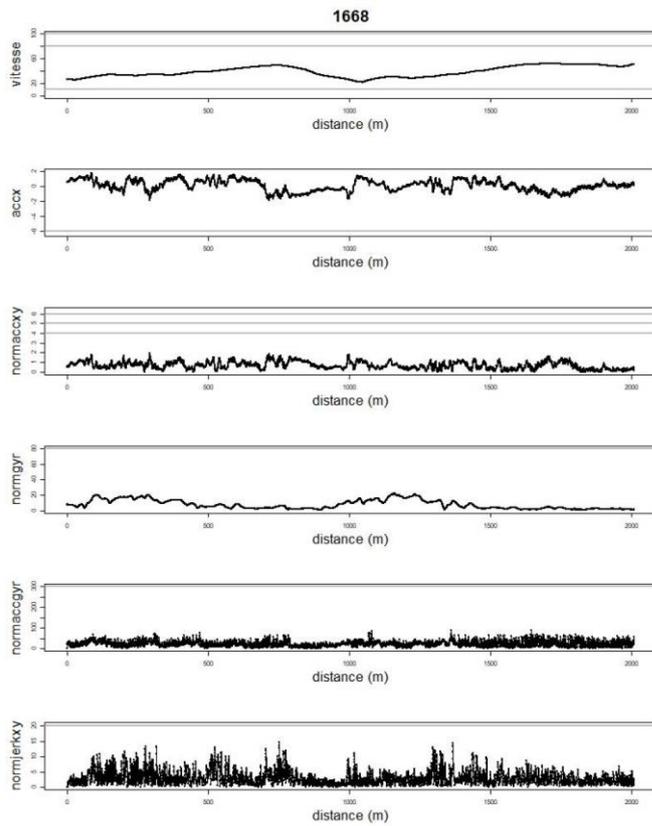


Figure 28 : localisation et courbes de la séquence n°1668, sens sud-nord

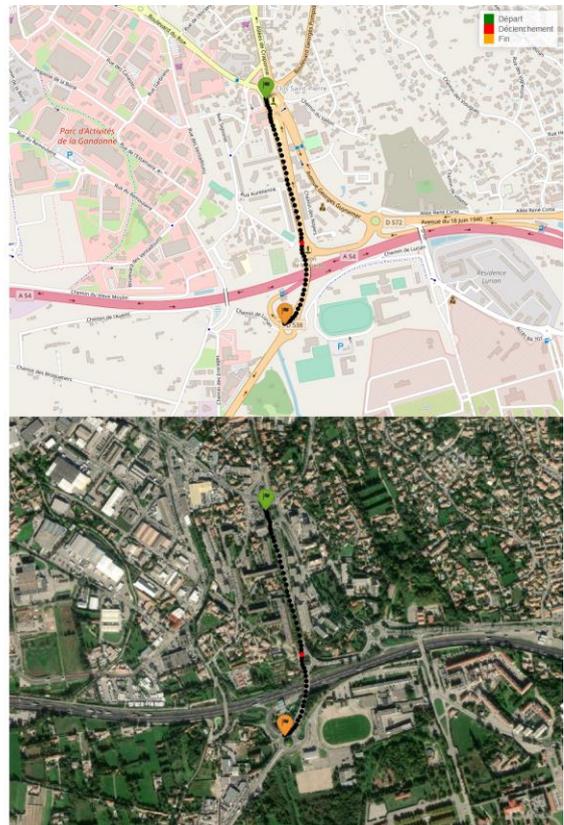
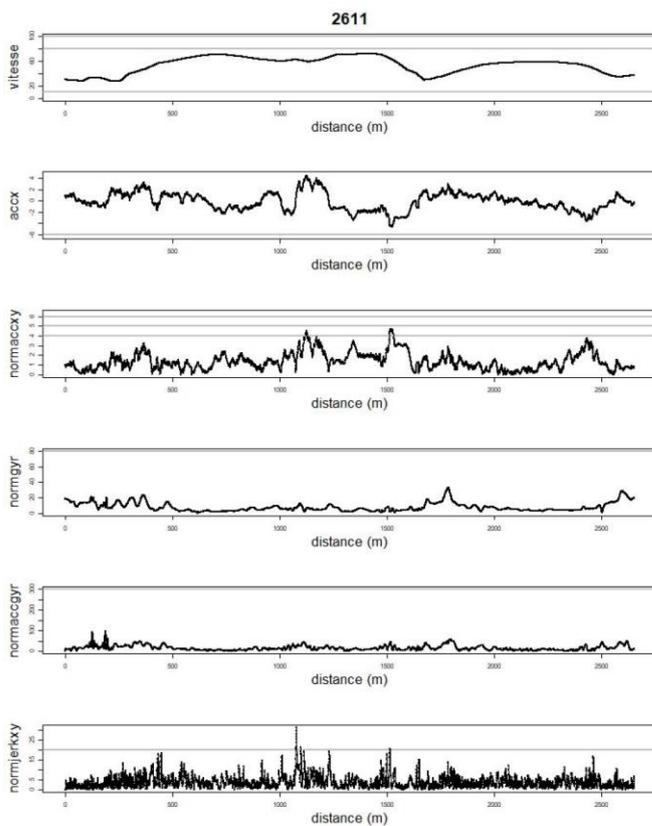


Figure 29 : localisation et courbes de la séquence n°2611, sens nord-sud

→ Les vitesses et les sollicitations enregistrées lors du franchissement du giratoire sont cohérentes avec l'aménagement.

4.2. Zones d'intérêt avec passage d'un 4RM et d'un 2RM

4.2.1. Zone d'intérêt n°11, gare de péage de Lançon

La zone d'intérêt n°11 a enregistré un passage par un 2RM et un par un 4RM, les deux par le même conducteur. La comparaison des courbes des deux parcours et l'analyse vidéo a pour objectif de regarder s'il y a une similitude ou non sur ces deux passages.

Cette zone d'intérêt concerne la gare de péage de Lançon située sur la bretelle d'entrée de l'autoroute A7.



Figure 30 : extrait street view de la gare de péage de Lançon

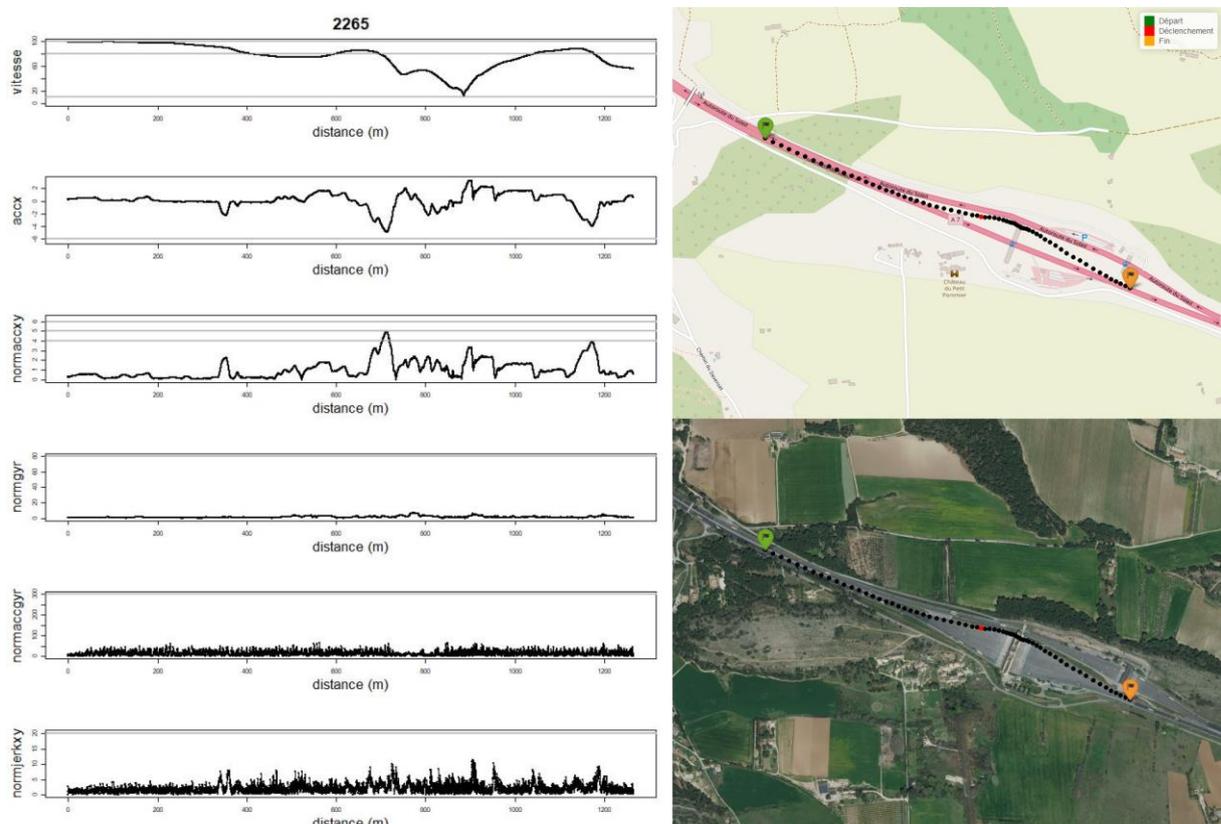


Figure 31 : localisation et courbes de la séquence n°2265, 4RM

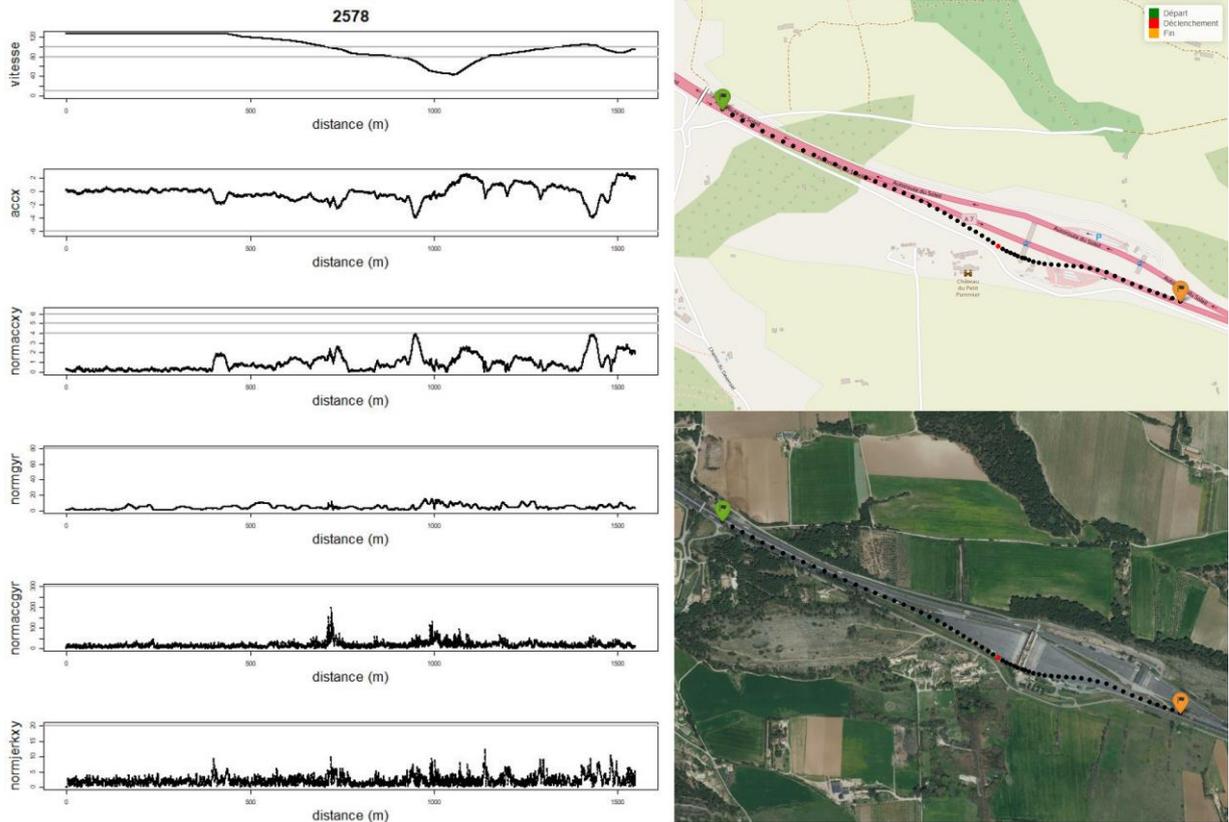


Figure 32 : localisation et courbes de la séquence n°2578, 2RM

Les enregistrements des passages et les vidéos nous indiquent que le 4RM se positionne le plus à gauche vers la voie réservée télépéage 30km/h et le 2RM vers la voie la plus à droite également réservée télépéage.

Le 2RM a une vitesse de franchissement du péage de l'ordre de 40 km/h. Il n'est pas contraint par d'autres usagers à contrario du 4RM. Ce dernier slalome entre les voitures à l'approche de la barrière de péage. Sa trajectoire est plus habituelle d'un 2RM que d'un 4RM.

→ Cette analyse ne permet pas de mettre en lien les données avec l'infrastructure mais elle montre qu'un usager qui est à la fois conducteur de 2RM et de 4RM peut adopter un comportement de la conduite d'un 4RM similaire à celui d'un 2RM.

4.2.2. Zone d'intérêt n°12, bretelle d'échange entre A54 et A7, commune de Salon-de-Provence

Cette zone d'intérêt concerne la bretelle d'échange de A54 vers A7. Elle permet l'insertion sur A7 par adjonction. Le 2RM arrive de l'A54 et emprunte la bretelle pour se diriger sur A7. La vitesse maximale autorisée est fixée à 70 km/h.



Figure 33 : localisation de la bretelle d'échange A54/A7 à Salon-de-Provence



Photo 13 : A54 en approche de la bretelle vers A7



Photo 14 : bretelle vers A7 au niveau du convergent



Photo 15 : insertion sur A7

En venant de l'A54, un véhicule voulant s'insérer sur l'A7 peut se retrouver « enfermé » par un véhicule notamment un poids-lourds circulant sur la voie lente de l'A7 qui peut éventuellement tenter de se rabattre sur la voie en adjonction qui devient alors la voie lente. Le trafic de l'A7 peut amener les usagers arrivant de l'A54 à ralentir ou au contraire à accélérer.

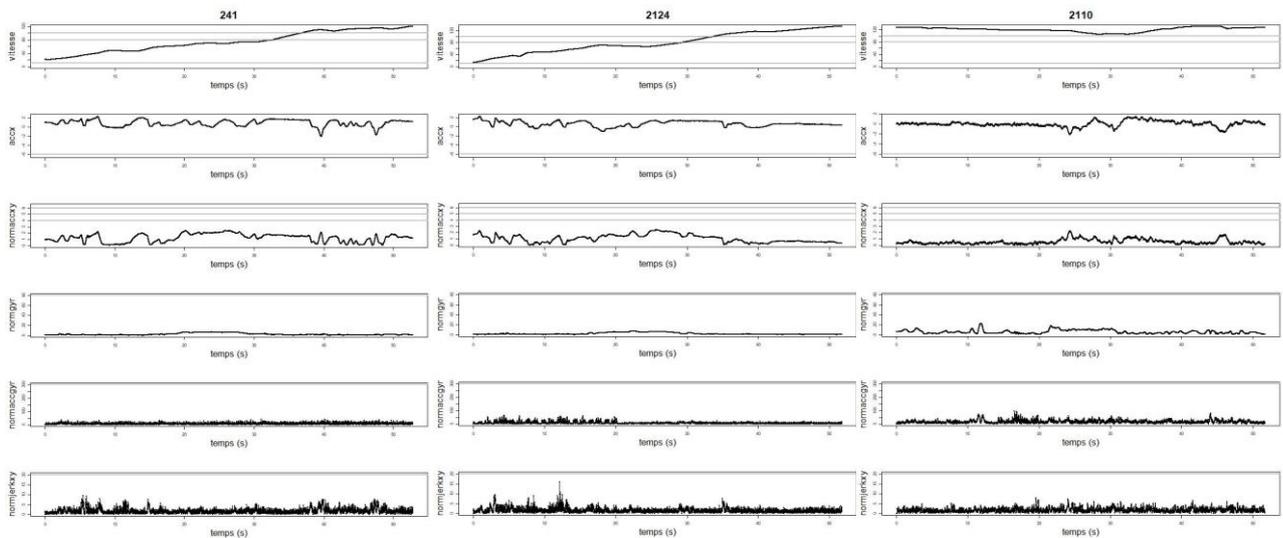


Figure 34 : courbes des séquences n°241, 2124 et 2110

On observe, sur la vidéo, que les 4RM (séquence n°241 et 2124) sont gênés par d'autres usagers et de ce fait contraints d'adapter leur vitesse. Celle-ci est progressive dans la bretelle d'insertion en lien avec les fonctions de cette infrastructure.

D'après la vidéo, on note que le 2RM (séquence n°2110) s'affranchit des autres usagers en doublant, conserve une vitesse élevée (≈ 107 km/h), bien supérieure à la VMA, sur l'ensemble de la bretelle et franchit la ligne continue du convergent pour s'insérer sur A7.

→ Le recueil Dymoa permet de comparer des passages effectués par un même conducteur, une fois en 2RM et deux fois en 4RM.

4.3. Zone d'intérêt, objet routier particulier

4.3.1. Zone d'intérêt n°74, giratoire « cacahuète » de Croix-Mare, département de la Seine-Maritime

Cette zone d'intérêt concerne le giratoire dit « cacahuète » situé sur la commune de Croix-Mare à l'intersection des RD6015 et 20. Cet aménagement a été réalisé dans le cadre des travaux de requalification de la 1^{ère} section de la RD6015 (Barentin – Yvetot). Cet aménagement a permis de traiter un carrefour en baïonnette situé sur la RD6015 et de s'inscrire dans la logique de traitement des intersections de l'axe.



Figure 35 : localisation du giratoire dit « cacahuète » de Croix-Mare

La configuration du site et les contraintes foncières du carrefour ont conduit le Département de la Seine-Maritime à réaliser un carrefour plan de type giratoire dit « cacahuète » à cinq branches dont quatre en service lors du recueil. En effet, seule l'amorce de la branche d'accès à la future zone d'activités située au sud-est de l'aménagement n'était pas réalisée.

Sens nord-sud :

La zone d'intérêt n°74 a enregistré 6 passages par un 2RM dans le sens nord-sud et un passage dans le sens sud-nord par le même couple véhicule/conducteur.

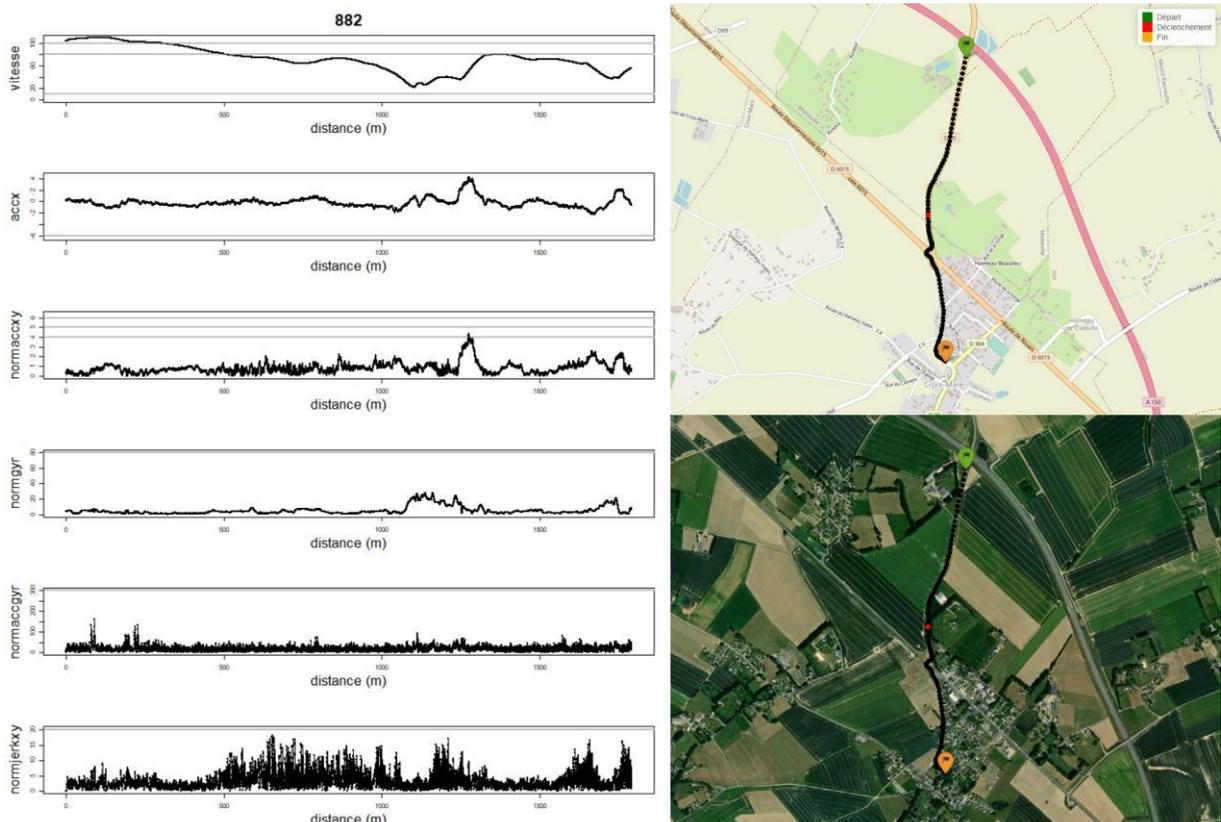


Figure 36 : localisation et courbes de la séquence n°882, sens nord-sud

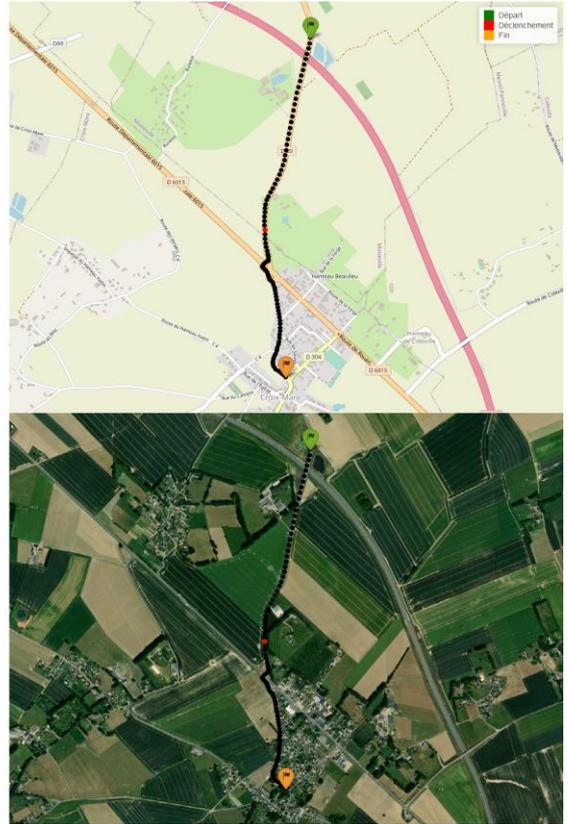
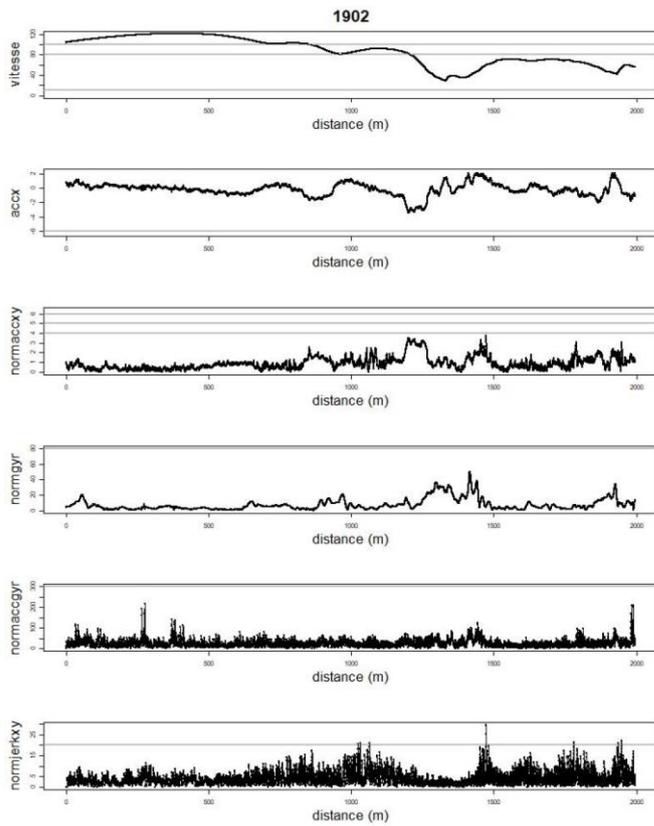


Figure 37 : localisation et courbes de la séquence n°1902, sens nord-sud

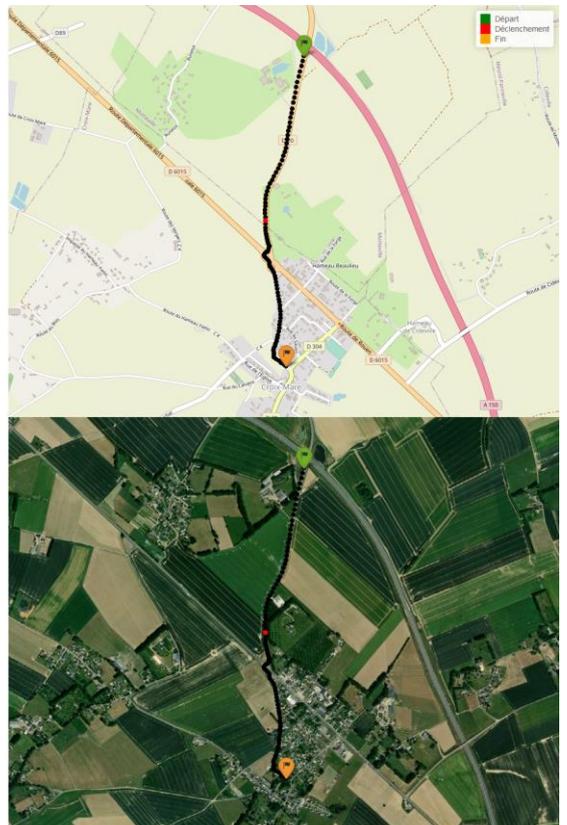
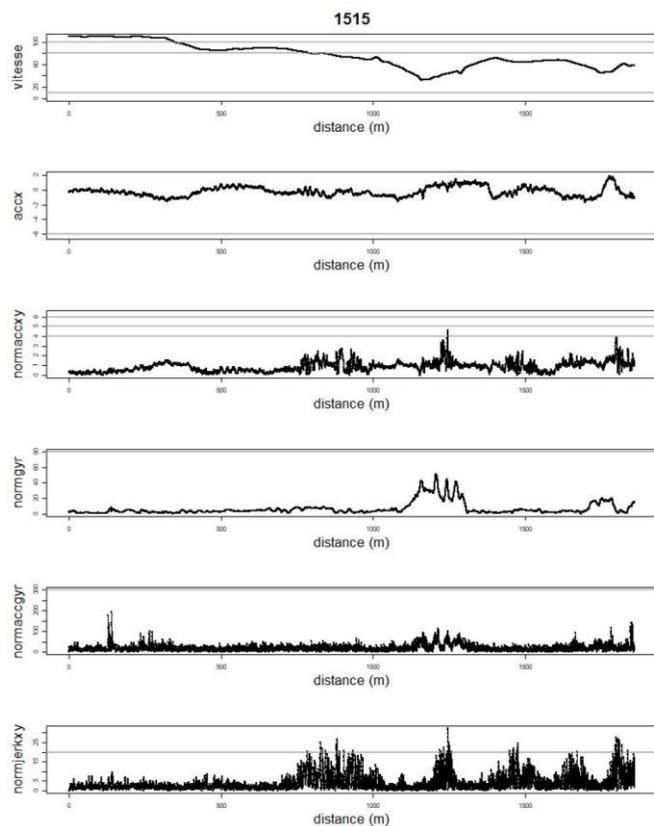


Figure 38 : localisation et courbes de la séquence n°1515, sens nord-sud

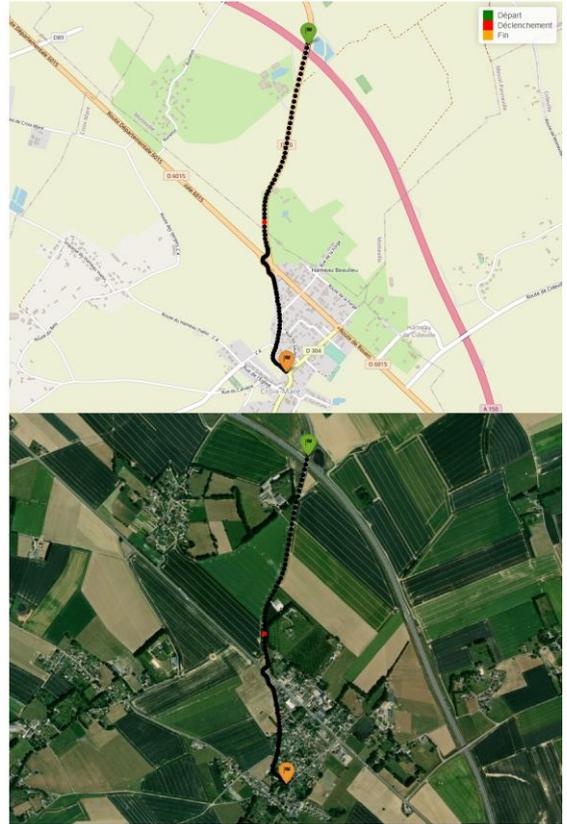
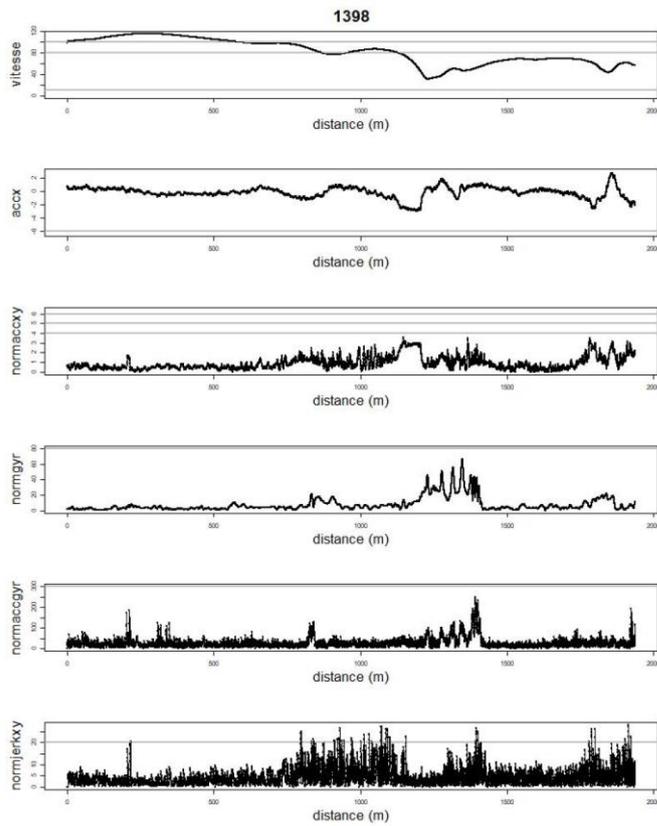


Figure 39 : localisation et courbes de la séquence 1398, sens nord-sud

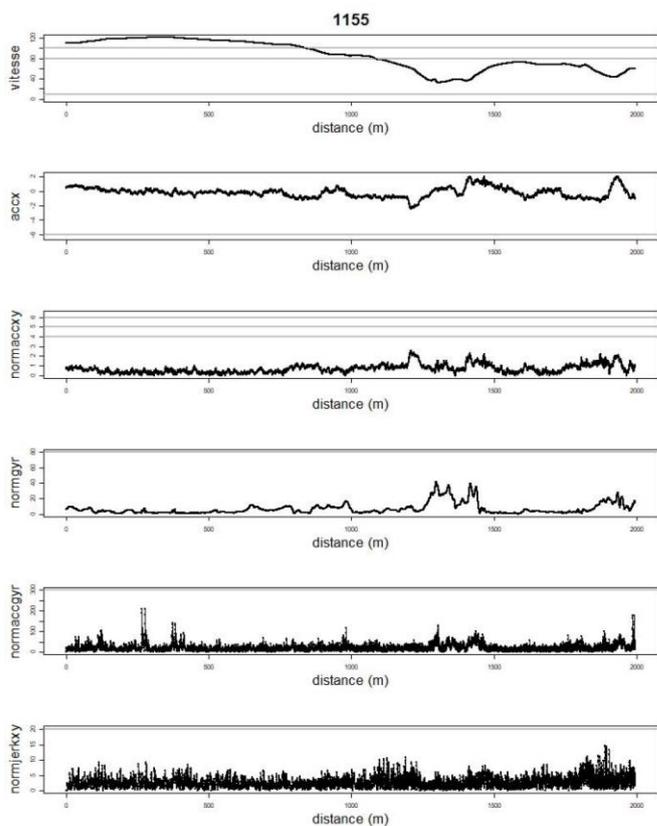


Figure 40 : localisation et courbes de la séquence n°1155, sens nord-sud

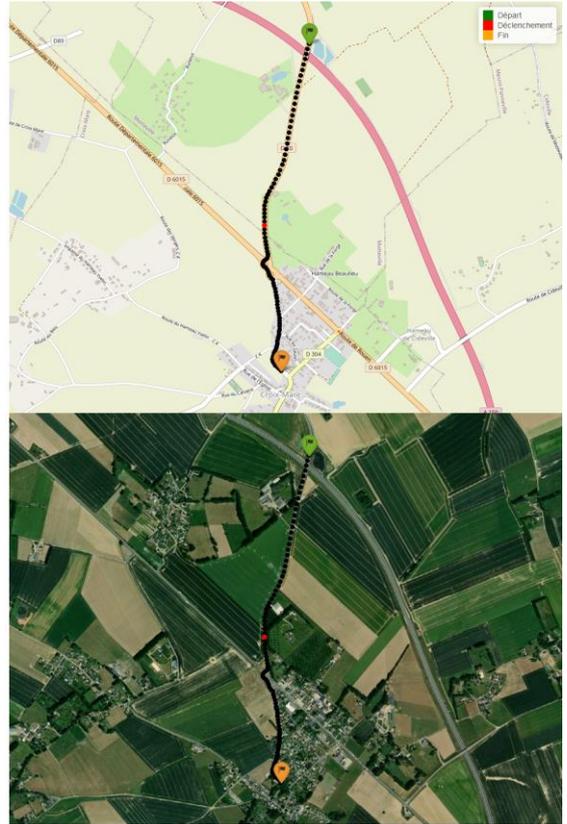
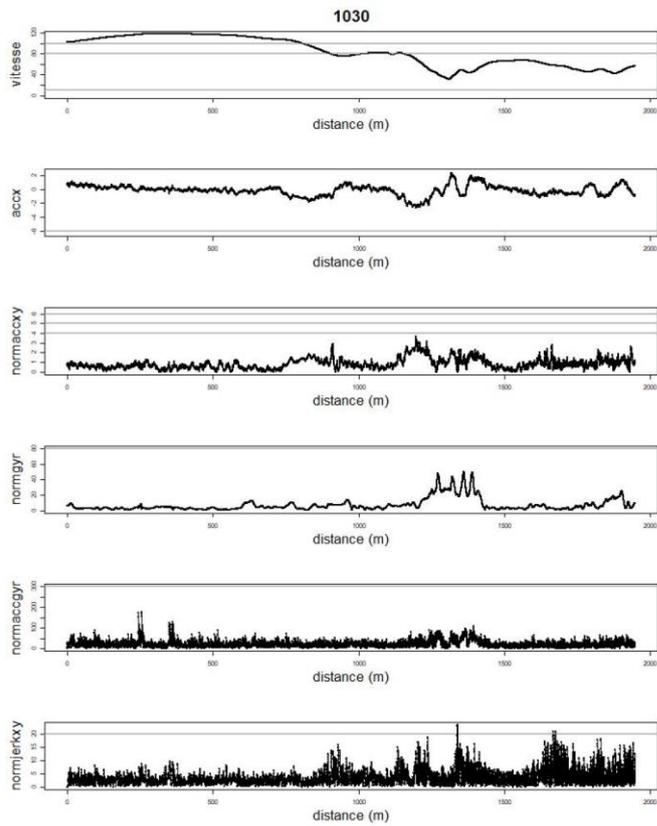


Figure 41 : localisation et courbes de la séquence n°1030, sens nord-sud

Sens sud-nord :

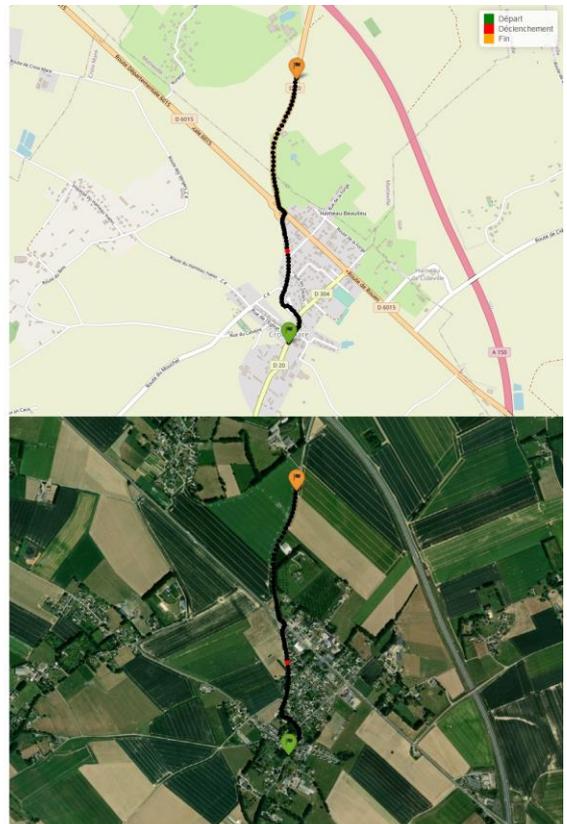
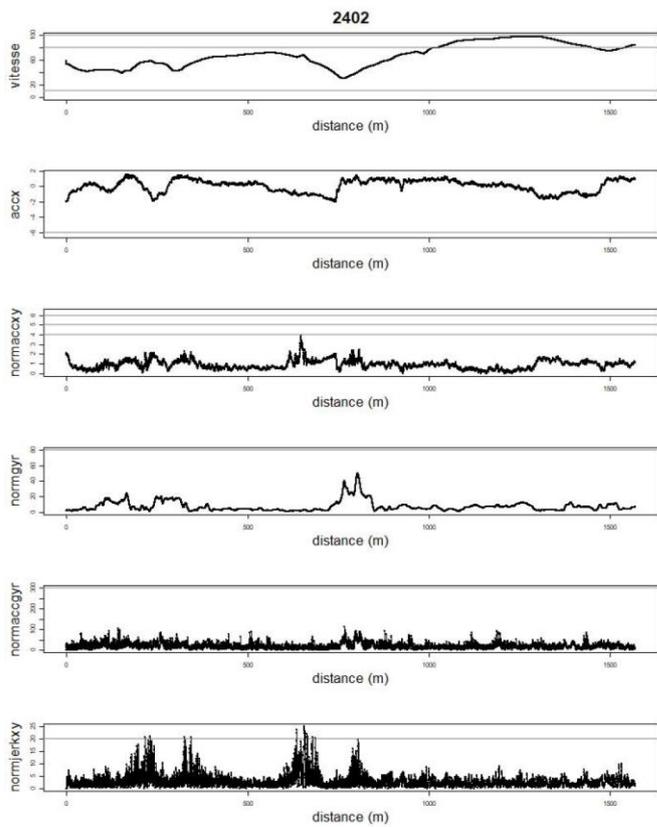


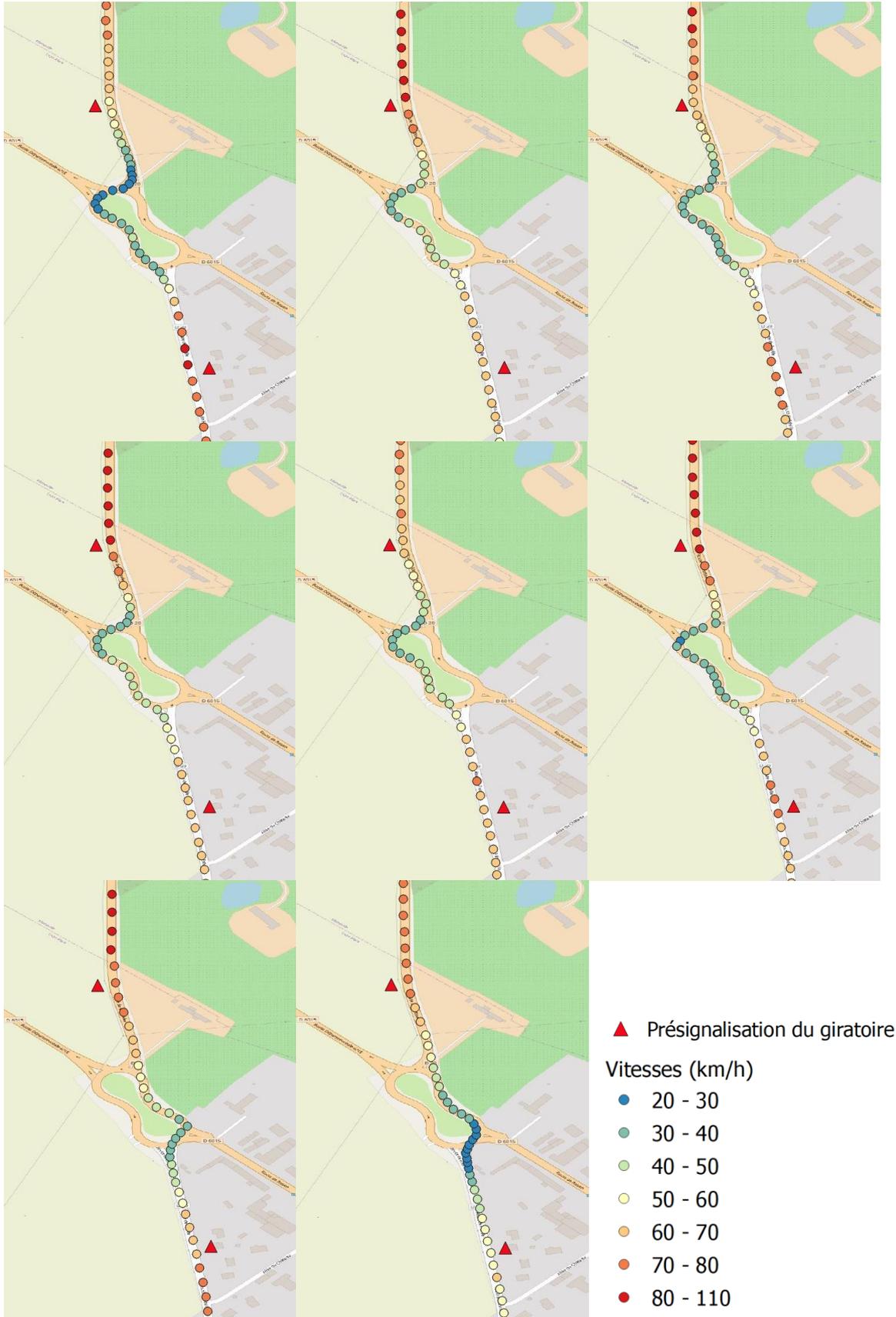
Figure 42 : localisation et courbes de la séquence n°2402, sens sud-nord

Les figures 36 à 42 présentent des exemples de courbes de vitesses, de vitesses angulaires et d'accélération angulaires par un usager 2RM empruntant le giratoire dit « cacahuète » dans deux sens de circulation : sens nord-sud (RD20 Motteville vers Fréville) et sens sud-nord (Fréville vers Motteville).

L'analyse des courbes fait apparaître :

- Des contraintes dynamiques plus ou moins fortes selon les branches empruntées.
- Des vitesses de franchissement cohérentes avec l'aménagement.

4.3.1.1 Focus sur les vitesses de franchissement de l'aménagement par un 2RM dans deux sens de circulation



De gauche à droite et de haut en bas les numéros des séquences : 882, 1030, 1155, 1398, 1515, 1902, 2402, 2848. Toutes ses séquences concernent un même conducteur.

L'analyse des graphiques vitesses fait apparaître les comportements suivants :

- des vitesses d'approche qui varient entre 70km/h et 110km/h (sens nord-sud) et 50 et 70 km/h (sens sud-nord),
- un effet plus au moins marqué sur les vitesses au niveau de la présignalisation du giratoire de type D42 (diagrammatique),
- des vitesses d'entrée sur le giratoire qui sont de l'ordre de 20 à 40 km/h,
- des vitesses de franchissement de l'ordre de 30 à 50km/h,
- des vitesses de sortie de l'ordre de 40 à 80km/h suivant le sens de circulation.

→ Globalement le giratoire double dit « cacahuète » joue son rôle modérateur de vitesse. Quelle que soit la vitesse d'entrée, le 2RM franchit l'objet routier à une vitesse cohérente avec l'aménagement.

