



IFSTTAR



Cerema

SÉCURITÉ ROUTIÈRE
TOUS RESPONSABLES

Laboratoire Mécanismes d'Accidents

Projet



Sauver des vies par le retour d'analyse sur incidents

Convention de subvention DSCR/CERTU/IFSTTAR n° 7624

Livrable 2S3

Compte-rendu des exploitations analytiques des situations d'incidents/accidents

N° Livrable	2S3	N° sous-projet	SP2
Statut	Version finale		
Date	Novembre 2013		
Responsable du document	Claire NAUDE IFSTTAR-TS2 LMA Chemin de la Croix Blanche Salon de Provence Tel : 0490568624 claire.naude@ifsttar.fr		
Auteur principal	Claire Naude (IFSTTAR)		
Contributeur(s)	Thierry SERRE (IFSTTAR)		
Validation	Thierry SERRE, Vincent LEDOUX		
Enregistrement	SVRAI_Livrable2S3_final.doc		

Table des matières

1. INTRODUCTION	5
2. EVENEMENTS.....	7
2.1. TRANCHEE AFFAISSEE.....	7
2.2. PASSAGE D'UNE VOIE FERREE	9
2.3. BANDES RUGUEUSES SUR L'AUTOROUTE	10
3. INCIDENTS	11
3.1. FREINAGE BRUTAL EN APPROCHE D'INTERSECTION	11
3.2. VIRAGE SERRE A DROITE	13
3.3. FREINAGE ET TOURNE-A-DROITE.....	15
3.4. COUP DE FREIN AVANT INTERSECTION.....	18
3.5. TOURNE-A-GAUCHE RAPIDE EN INTERSECTION COMPLEXE.....	21
4. ACCIDENT : CHOC ARRIERE CONTRE UN POTEAU.....	23
5. CONCLUSION	24

1. Introduction

Le projet S_VRAI « Sauver des Vies par le Retour d'Analyse sur Incidents » a fait l'objet d'une convention (convention de subvention n°7624) signée entre :

- le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer¹,
- le Centre d'Etude sur les Réseaux, les transports, l'Urbanisme et les constructions publiques (CERTU)
- l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS) qui est devenu l'IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) suite à sa fusion avec le LCPC au 1^{er} janvier 2011.

Outre ces entités, il est attendu également dans le cadre du projet des contributions des CETE : Lyon, Normandie-Centre, Ouest, Sud-Ouest et Méditerranée.

Ce projet a pour principaux objectifs :

- d'équiper d'enregistreurs routiers (nommé EMMA pour Enregistreur eMbarqué des Mécanismes d'Accidents), des flottes cobayes de véhicules à des fins de recueil de données sur les incidents de la route,
- de concevoir de nouvelles bases de données et développer des outils adaptés à leur analyse pour identifier des pistes de progrès dans l'appréhension de l'accidentalité,
- de vérifier l'efficacité des enregistreurs en tant qu'outil de réduction de l'insécurité routière au sein de flottes professionnelles.

S_VRAI est décomposé en 9 Sous-Projets dont le SP2 « Production du système de recueil de données de la phase » qui a pour but de mettre à disposition 50 EMMA, de les installer sur les véhicules des flottes retenues en phase 1, et de recueillir pendant 12 mois les données des incidents/accidents qui se produiront lors de l'utilisation de ces véhicules, de vérifier et d'exploiter de façon analytique ces données.

Ce livrable 2S3 intitulé « Compte-rendu des exploitations analytiques des situations d'incidents/accidents » a pour objectif d'illustrer les différentes exploitations détaillées qu'il est possible d'effectuer sur les enregistrements au travers d'exemples d'évènements et d'incidents, ainsi que du seul « accident » recueilli, un choc arrière en manœuvre.

Nous rappelons les critères de déclenchement de type dynamique dans S_VRAI ; ils portent sur la norme des accélérations longitudinale et transversale, la norme des jerks et la vitesse du véhicule. Le jerk d'une accélération est sa dérivée et il traduit la rapidité de la sollicitation.

Les trois critères de déclenchement sont, dans l'ordre de priorité :

- Vitesse < 80 km/h et Norme des accélérations > 6 m/s² et Norme des jerks > 2 g/s
- Vitesse > 80 km/h et Norme des accélérations > 5 m/s² et Norme des jerks > 2 g/s
- Vitesse > 100 km/h et Norme des accélérations > 4 m/s² et Norme des jerks > 2 g/s.

Les données sont enregistrées à 100 Hz et intègrent les 30s précédant et les 15s suivant le déclenchement.

Les données complètes recueillies ont été stockées dans une base de données « EMMA2 »

¹ Le ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités Territoriales, et de l'Immigration, représenté par le délégué à la sécurité et à la circulation routières depuis le transfert du programme « Sécurité et circulation routières ».

sur un serveur de l'IFSTTAR LMA, et exploitées par l'équipe DYN, tandis que des extractions de ces données ont été envoyées au CETE Sud-Ouest afin d'alimenter une base de données « Incidents », dans laquelle les partenaires sont venus puiser pour réaliser leurs exploitations.

Les incidents validés et éventuellement corrigés ont été exploités de manière statistique et cartographique (voir livrable 7S1).

Une distinction entre événement et incident est apparue nécessaire en début de période de recueil. Les **événements** sont des déclenchements avec dépassement sur une courte durée des seuils, plutôt imputable à un aménagement d'infrastructure ou à un défaut de chaussée. Ce sont par exemple des déclenchements sur des voies ferrées, des bandes rugueuses, des bouches d'égout, des nids de poule... Ces événements sont potentiellement intéressants pour les gestionnaires de voirie pour détecter des défauts ou ruptures de la planéité de la chaussée.

Les **incidents** sont des déclenchements avec dépassement des seuils plus prolongé, réellement liés à de fortes sollicitations dynamiques potentiellement dangereuses. Ce sont par exemple des freinages d'urgence, des virages pris de manière brutale et/ou rapidement, des freinages en courbe...

Cette distinction est présentée de manière plus détaillée dans le livrable 2S1_3S2 « Logiciels embarqués des EMMA2 en phase 1 et leurs évolutions », notamment en ce qui concerne l'automatisation des traitements.

Ce livrable présente l'analyse détaillée d'un échantillon d'événements et d'incidents et du seul « accident » recueillis pendant la phase. Les analyses présentées dans ce document sont réalisées à partir des seules données recueillies par les boîtiers et d'outils de visualisation cartographique.

Pour obtenir plus d'information sur l'analyse détaillée des incidents, le lecteur pourra se référer aux travaux menés par le Cerema (Direction Territoriale Normandie Centre) sur les incidents survenus sur le département de Seine-Maritime ; ces incidents ayant fait l'objet d'analyses terrain complémentaires.

2. Evènements

Il s'agit de situations de conduite a priori sans risque dont le déclenchement a été provoqué par le passage un peu brutal :

- d'un aménagement routier tel un dos d'âne, une voie ferrée, un rail de portail, une zone pavée, une bouche d'égout, une jonction de pont ou des bandes rugueuses sur l'autoroute,
- d'un défaut de chaussée tel un nid de poule, une tranchée affaissée...

Nous détaillons ci-dessous quelques exemples illustrant ces situations de conduite.

2.1. Tranchée affaissée

Cet évènement s'est produit à faible vitesse, en zone urbaine. Les accélérations présentées à la figure 2 montre la brièveté des pics de fortes valeurs, que l'on retrouve essentiellement en longitudinal et en vertical. La durée du dépassement de seuil est très faible, environ 10 ms.

A priori ce type de comportement dynamique observé peut être considéré comme sans risque pour l'automobiliste. Mais différents véhicules avec différents conducteurs ont déclenché à cet endroit, d'où une accumulation d'évènements. On identifie alors un problème de chaussée, ici une déformation de la route liée à un affaissement de tranchée.

Cette identification de point d'accumulation d'évènements peut être très utile pour le gestionnaire de voirie qui planifiera des travaux de réparation de la chaussée ou peut avertir les conducteurs en approche d'un défaut de chaussée.



Figure 1 – Exemple d'évènement en zone urbaine : affaissement d'une tranchée

A noter que ce type de défaut de chaussée peut paraître relativement insignifiant pour les véhicules légers à 4 roues, il peut par contre être plus conséquent pour d'autres usagers tels que les 2 roues.

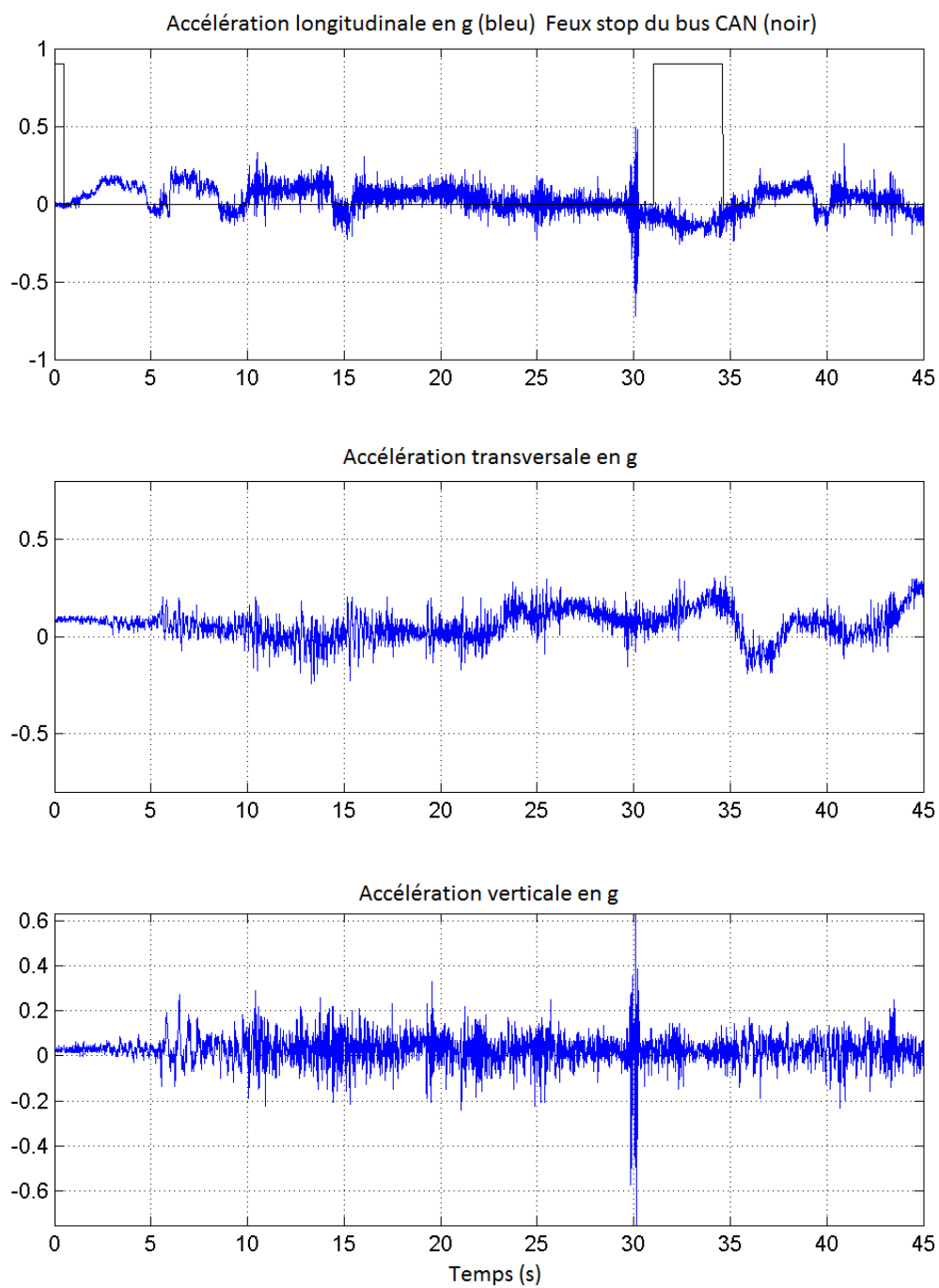


Figure 2 – Accélérations enregistrées lors du passage d'une tranchée affaissée

2.2. Passage d'une voie ferrée

A une vitesse supérieure, en zone péri-urbaine, des déclenchements brefs ont été recueillis au niveau de certains passages de voies ferrées, comme l'exemple présenté à la figure 3 avec une accumulation de déclenchements. La jonction entre les rails et la chaussée présente des malformations.

Bien sûr tous les passages de voies ferrées n'occasionnent pas un déclenchement et la détection d'un passage déclenchant permet de focaliser l'attention du gestionnaire sur un site qui peut poser problème, notamment en terme de vitesse d'approche...



Figure 3 – Exemple d'évènement en zone péri-urbaine : passage d'une voie ferrée

2.3. Bandes rugueuses sur l'autoroute

Cet évènement s'est produit sur l'autoroute, à vive allure, lors du passage de bandes rugueuses. La figure 5 montre les sollicitations mises en jeu lors du passage des bandes : une puis 2, puis 3, et enfin 5, toutes n'ayant pas occasionné un déclenchement.



Figure 4 – Exemple d'évènement sur l'autoroute : bandes rugueuses en approche d'un péage

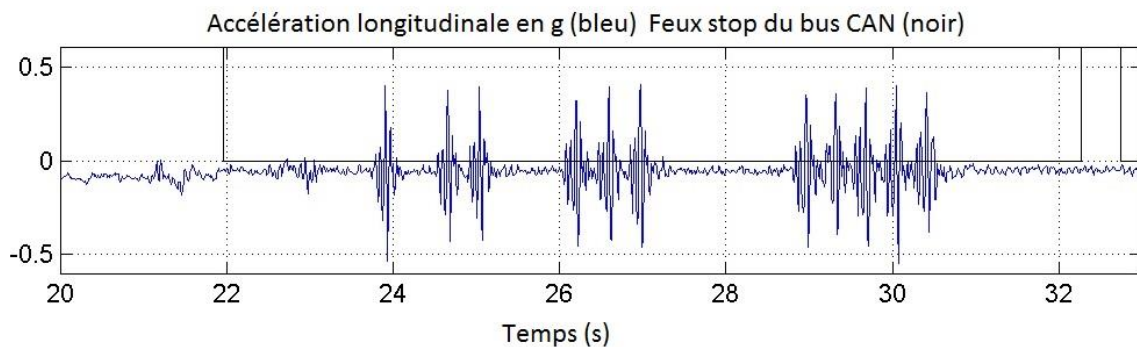


Figure 5 – Accélération longitudinale enregistrée lors du passage de bandes rugueuses en approche d'un péage

Là encore, ce type d'information peut être utile pour mieux définir ou calibrer l'aménagement de bandes rugueuses : hauteur/largeur de bandes, distance entre les bandes...

3. Incidents

Les déclenchements impliquant de fortes sollicitations de manière prolongée et présentant une situation potentiellement à risque mais n'ayant pas occasionné de choc sont donc considérées comme des incidents.

On trouve parmi ces incidents :

- De forts niveaux de décélération longitudinale : coups de frein brutaux et freinages d'urgence,
- De fortes accélérations transversales : virages, changements de direction, manœuvres d'évitement,
- Des manœuvres combinant accélérations longitudinale et transversale fortes : freinage en courbe...

Nous illustrons ci-après quelques-uns de ces incidents.

3.1. Freinage brutal en approche d'intersection

Dans ce cas, illustré par les figures 6 et 7, le conducteur freine brutalement en approche d'intersection. Le véhicule avait atteint depuis peu une vitesse proche de 90 km/h stabilisée par le limiteur de vitesse. Lors de ce freinage, l'ABS (Anti-lock Braking System) et l'AFU (Système d'assistance au freinage) se sont déclenchés. La distance de freinage est d'à peu près 30 mètres et la décélération moyenne de -7.6 m/s^2 , avec un pic maximal vers -11 m/s^2 . Un léger déport vers la gauche a également été observé avec un peu d'accélération transversale. Une hypothèse probable concernant les causes de cet incident a été avancée : l'arrivée d'un véhicule sur la route transversale à une vitesse indiquant qu'il ne va pas s'arrêter a peut-être surpris le conducteur. Ce dernier reprend de la vitesse une fois le danger écarté, par exemple si le véhicule antagoniste s'est finalement arrêté à l'intersection.



Figure 6 – Exemple d'incident : freinage brutal en approche d'une intersection (point rouge : début de l'enregistrement, point vert : déclenchement, point noir : fin de l'enregistrement)

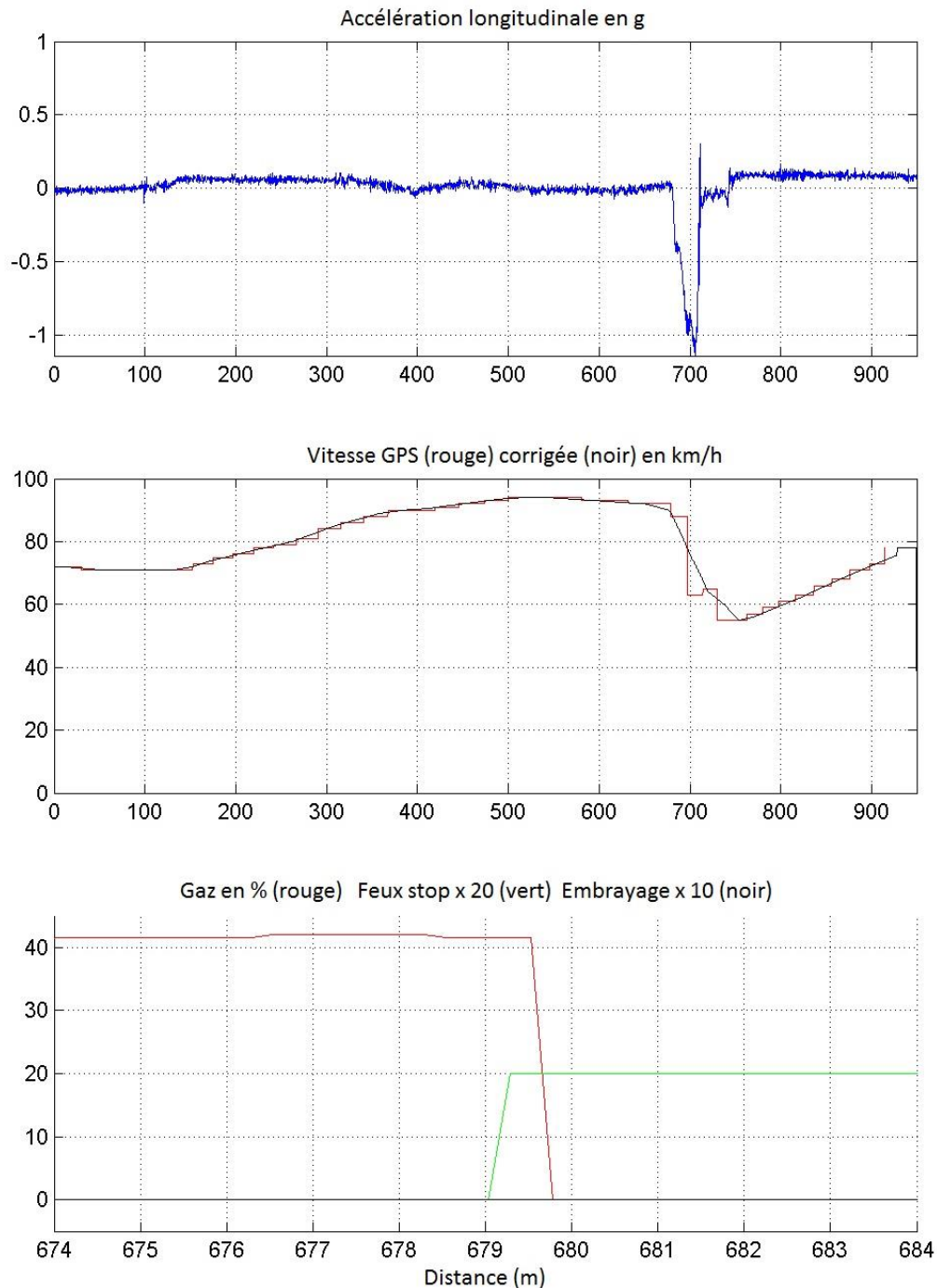


Figure 7 – Accélération longitudinale, vitesse, pédales des gaz, feux stop et embrayage enregistrés lors d'un freinage brutal en approche d'intersection (attention le 3^{ème} graphique a une échelle réduite en distance, il s'agit d'un zoom sur la zone intéressante)

A noter toutefois qu'en l'absence de données contextuelles (caméra embarquée), il ne nous est pas possible d'identifier précisément l'origine de cet incident.

Un tel incident peut apparaître comme intéressant vis-à-vis de l'analyse des processus de désactivation du régulateur de vitesse lors de la réalisation d'un freinage d'urgence. En effet, on peut observer par exemple sur le 3^{ème} graphique de la figure 7 que les feux stop ont été activés alors que la pédale d'accélération était encore enfoncée à cause du régulateur.

3.2. Virage serré à droite

Cet incident en virage à droite serré en zone péri-urbaine a été enregistré suite à une variation rapide de l'angle au volant. La figure 8 indique qu'un autre incident s'est également produit dans ce virage. Les courbes de la figure 9 nous renseignent sur la vitesse du véhicule, proche de 60 km/h en approche et qui descend vers 52 km/h au plus fort du virage, avec une accélération transversale qui atteint -7 m/s^2 . On observe également des secousses/oscillations plus fortes dans la partie la plus sollicitante du virage. Dans ce cas la survenue de l'incident est liée en bonne partie à l'infrastructure, car le virage a un faible rayon de courbure (36 m) et il n'y a pas de panneau de limitation de vitesse spécifique en approche.

Ainsi, même si le conducteur doit rester maître de son véhicule, on peut estimer que ce virage représente une zone à risque pour les usagers puisque les déclenchements se sont réalisés à vitesses plutôt faible.



Figure 8 – Exemple d'incident : Passage rapide en virage à droite serré (point rouge : début de l'enregistrement, point vert : déclenchement, point noir : fin de l'enregistrement)

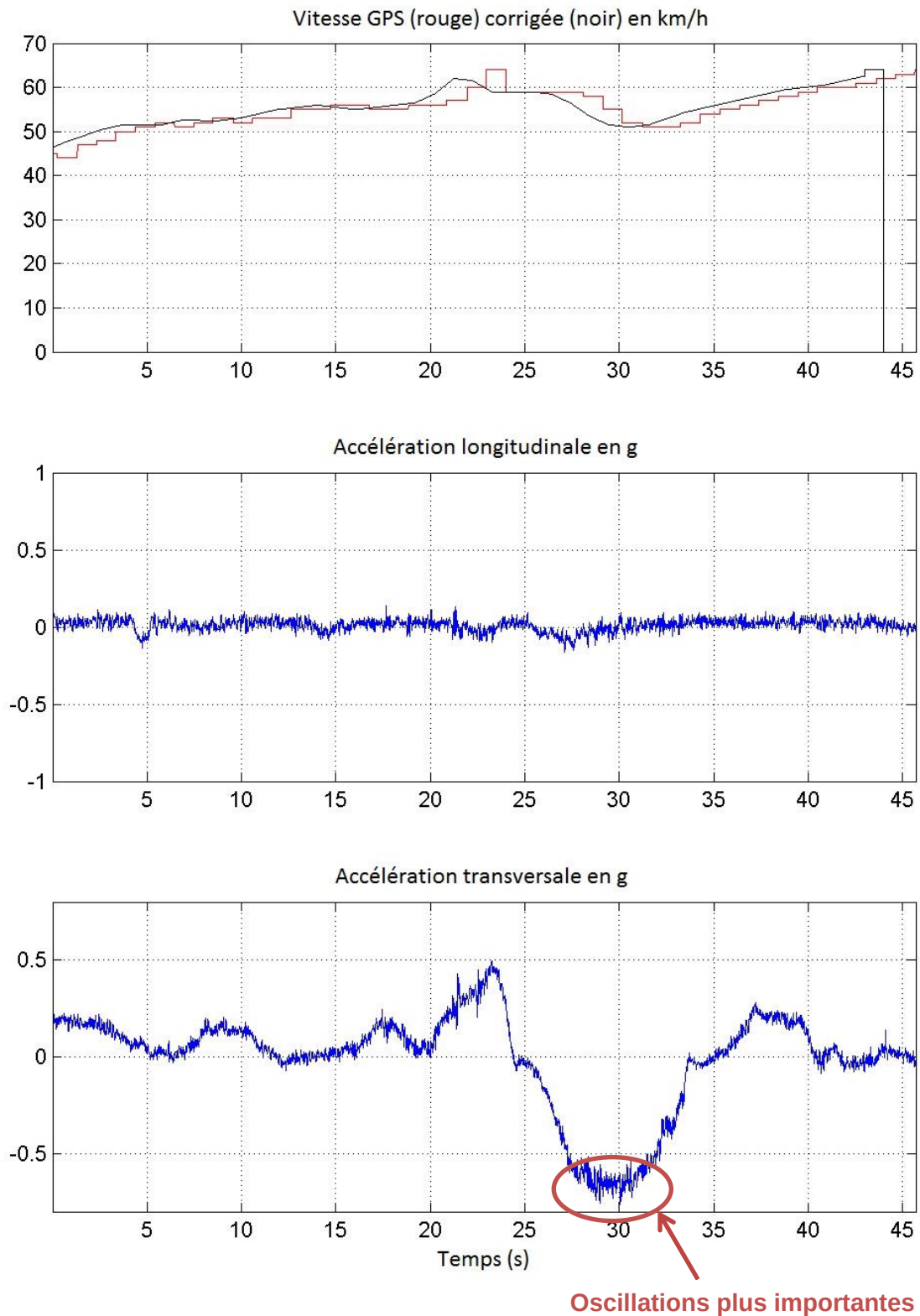


Figure 9 – Vitesse, Accélérations longitudinale et transversale enregistrées lors en virage serré

3.3. Freinage et tourne-à-droite

Dans cet incident, le conducteur freine et se déporte à droite sur un chemin, puis fait demi-tour lorsque ce chemin qui suit la route rejoint celle-ci. Comme le montrent les figures 10 et 11, l'incident se produit en courbe à gauche sur une route qui traverse une forêt. Un premier déclenchement a lieu lors du freinage et du tourne-à-droite, en sollicitations combinées, et un deuxième déclenchement lors du demi-tour.

La figure 12 montre l'angle au volant donné par le conducteur et l'accélération transversale du véhicule qui frôle -0.5 g vers 30 s. Au même instant la décélération en freinage, tracée à la figure 13, est de -0.55 g , avec un pic à -0.85 g . C'est bien la combinaison des deux sollicitations transversale et longitudinale qui a entraîné un dépassement du seuil de 0.6 g .

Le conducteur a mis son clignotant droit, mais simultanément au coup de volant et au freinage donc sans anticipation. Un éventuel véhicule derrière lui aurait pu être surpris par la manœuvre.

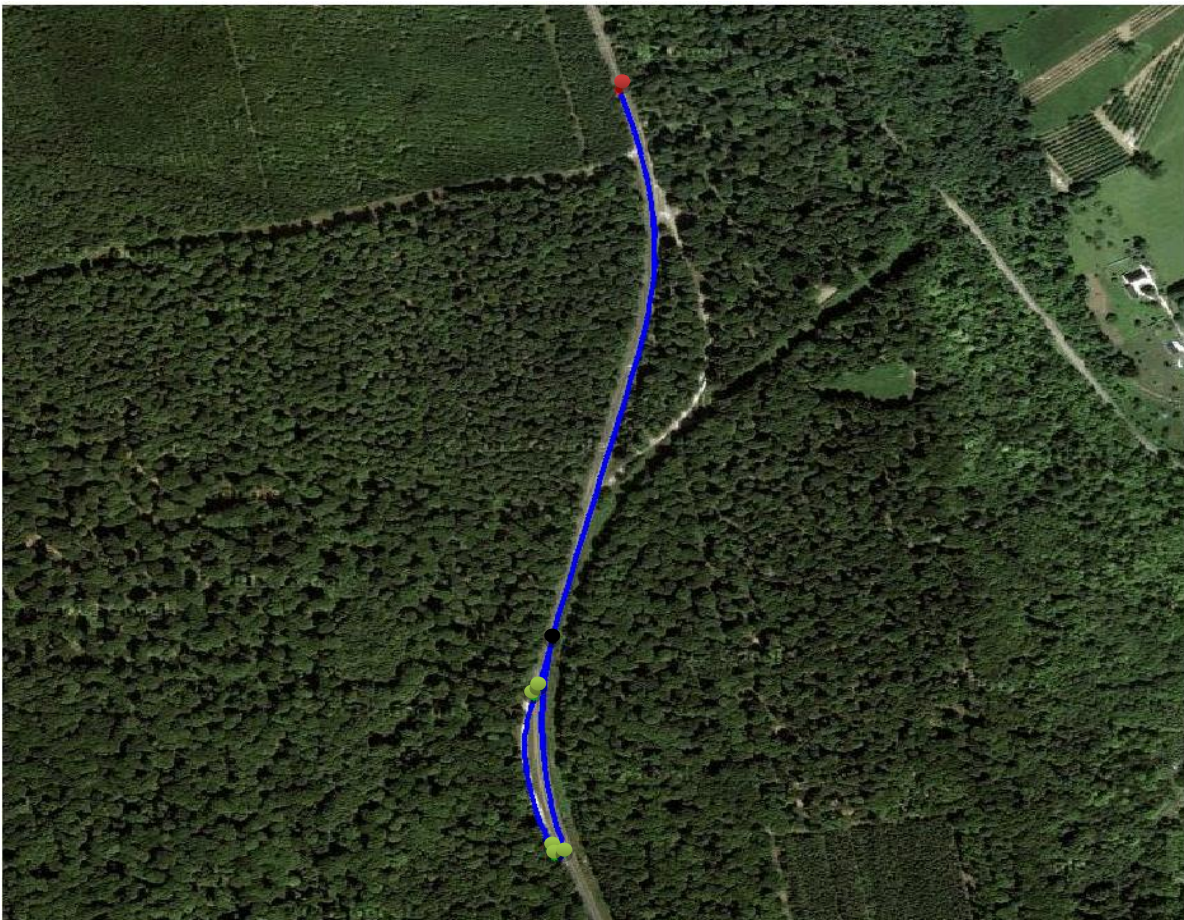


Figure 10 – Exemple d'incident : Freinage et tourne-à-droite puis demi-tour – Vue satellite (point rouge : début de l'enregistrement, points verts : déclenchements, point noir : fin de l'enregistrement)

Cet incident s'est produit en hiver. Si la manœuvre avait eu lieu par temps neigeux et sur chaussée mouillée ou verglacée, on peut estimer étant donnés les niveaux d'accélération atteints que ces conditions de faible adhérence aurait fait dégénérer cet incident en accident.



Figure 11 – Exemple d'incident : Freinage et tourne-à-droite puis demi-tour – Vue Google Street View de la route (le véhicule emprunte le chemin qui part à droite)

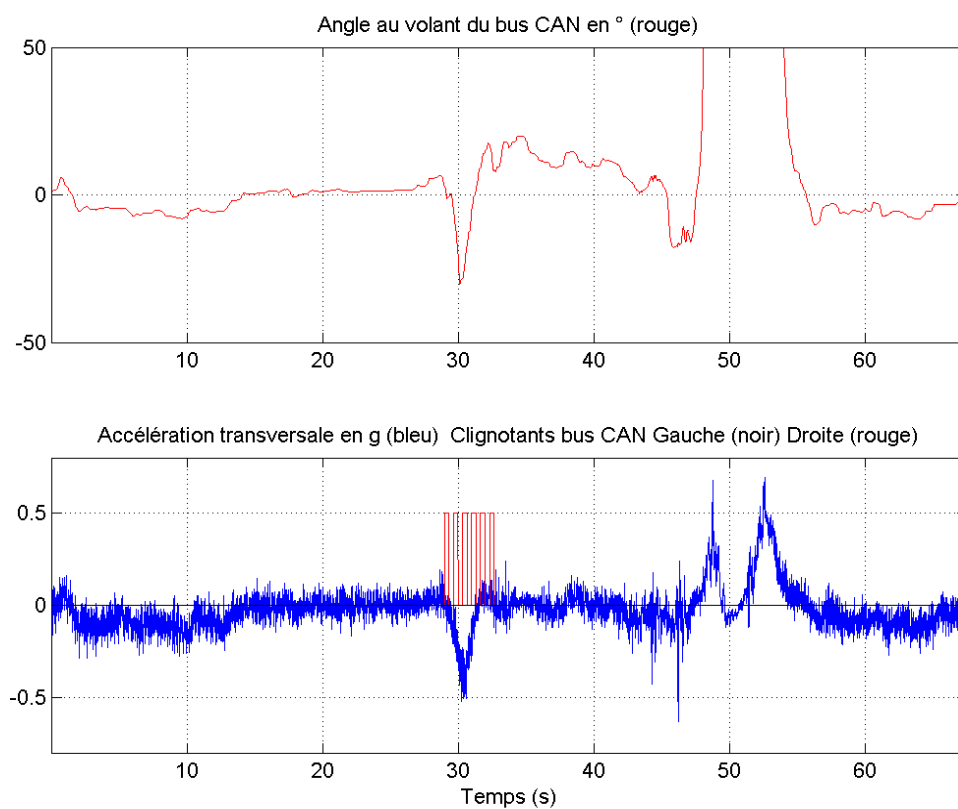


Figure 12 – Angle au volant et Accélération transversale enregistrés lors d'un freinage combiné avec un tourne-à-droite suivis par un demi-tour

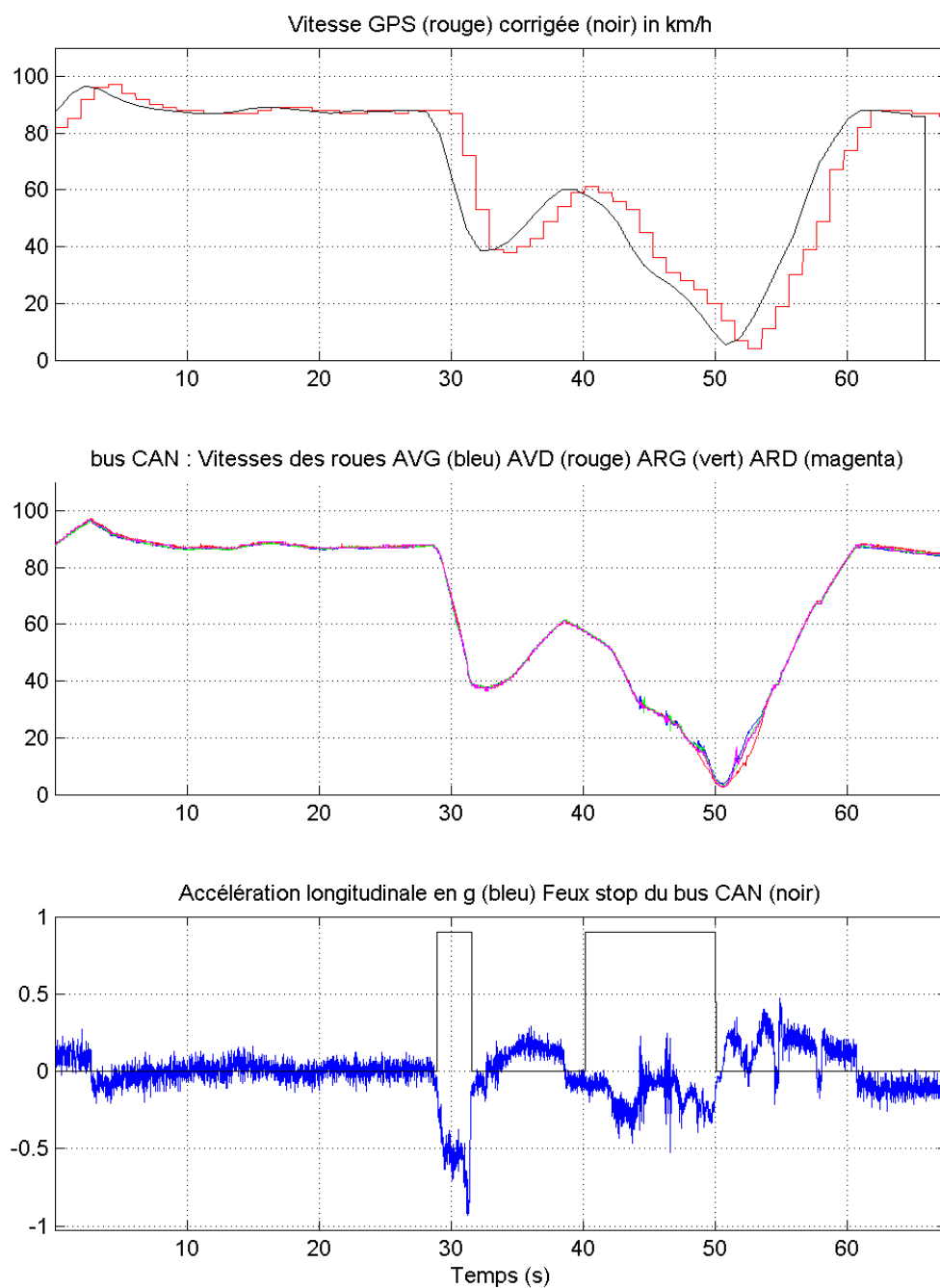


Figure 13 – Vitesse GPS, vitesse des roues et Accélération longitudinale enregistrés lors d'un freinage combiné avec un tourne-à-droite suivis par un demi-tour

3.4. Coup de frein avant intersection

Cet incident a lieu en ville. Le conducteur accélère jusqu'à une vitesse de 40 km/h après un tourne-à-droite, puis il freine brutalement et s'arrête presque, juste avant une intersection avec une rue à droite, en légère courbe à droite, comme le montrent les figures 14 et 15. Le niveau de la décélération en freinage dépasse de peu 0.6 g, mais l'ABS se déclenche et on peut observer sur les vitesses des roues des amorces de blocage, comme le montrent les figures 16 et 17. Le conducteur a peut-être été surpris par un véhicule arrivant de droite ou par un piéton sur la chaussée.



Figure 14 – Exemple d'incident : Coup de frein avant intersection – Carte (point rouge : début de l'enregistrement, point vert : déclenchement, point noir : fin de l'enregistrement)



Figure 15 – Exemple d’incident : Coup de frein avant intersection – Vue Google Street View des lieux

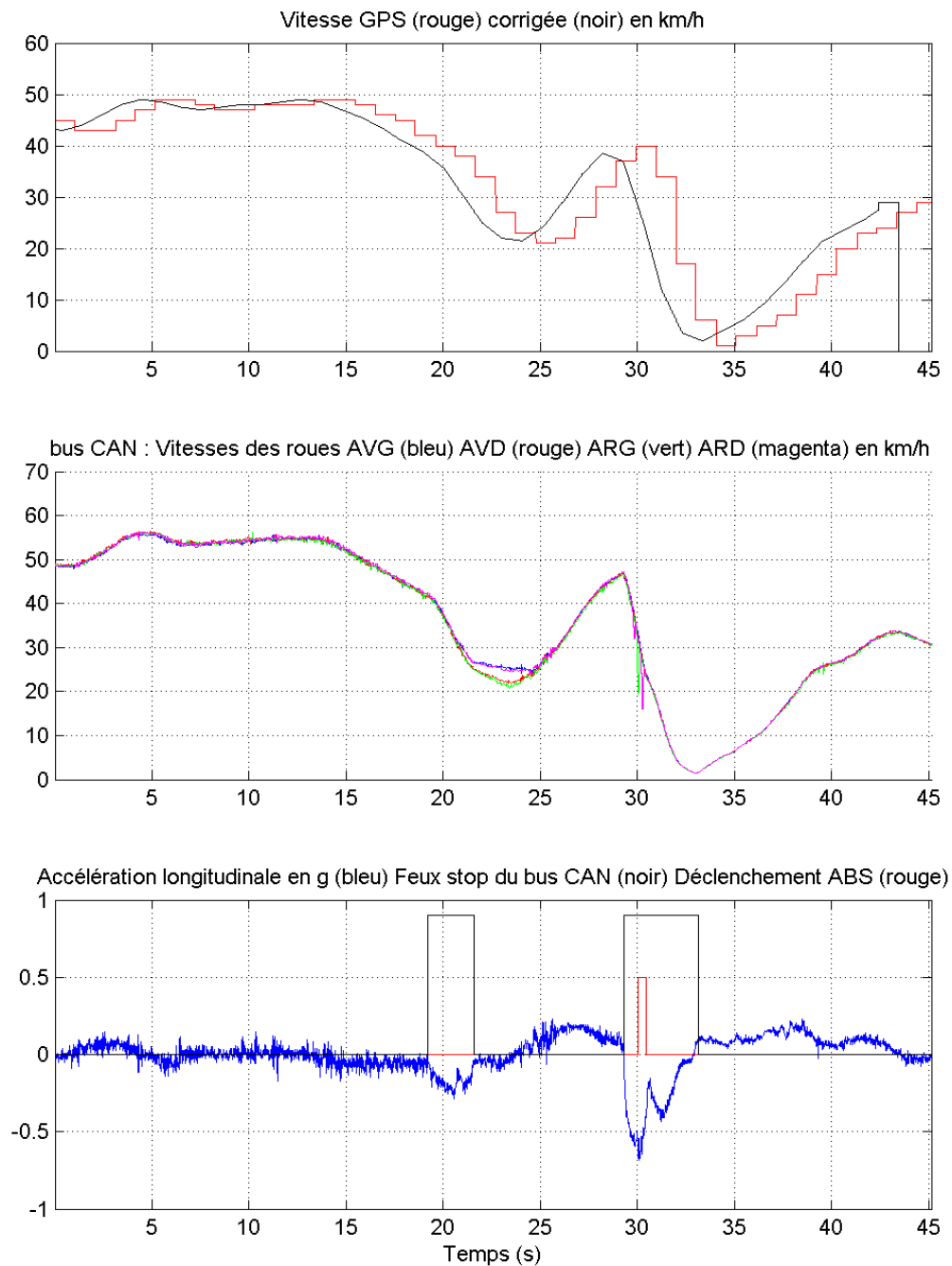


Figure 16 – Vitesse GPS, vitesse des roues et Accélération longitudinale enregistrés lors d'un coup de frein avant intersection : déclenchement de l'ABS

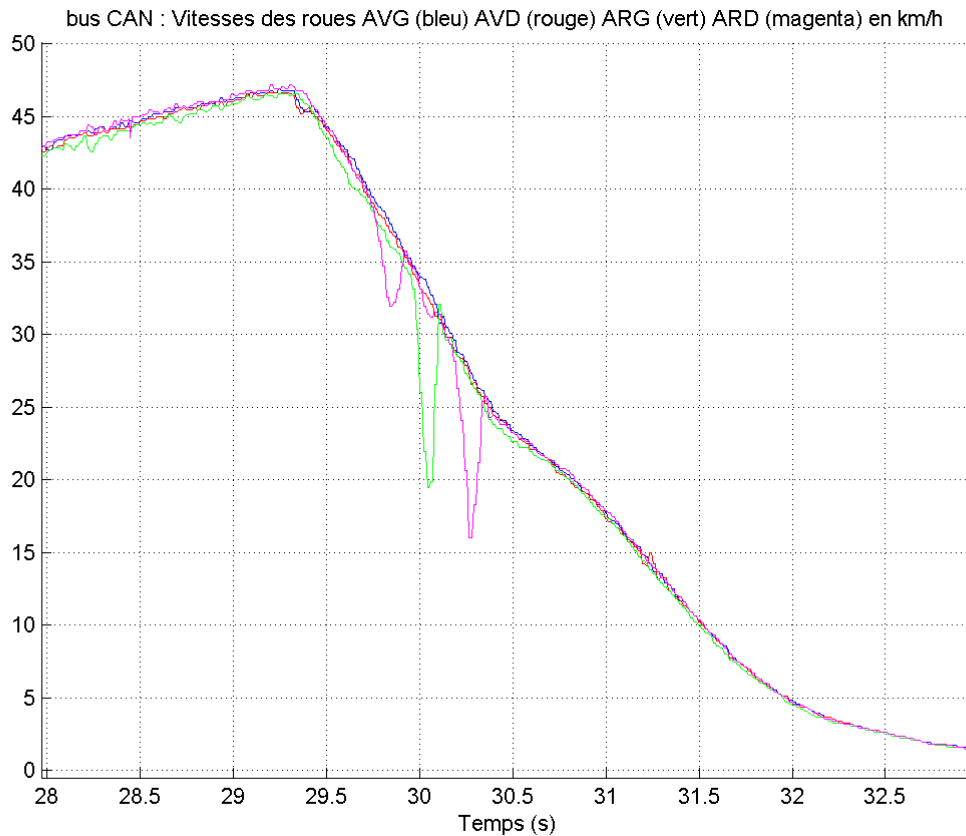


Figure 17 – Zoom sur les vitesses des roues lors d'un coup de frein avant intersection : amorce de blocage des roues

L'infrastructure a pu jouer un rôle dans la survenue de cet incident, car l'intersection est située en courbe d'où une visibilité réduite en approche. Par ailleurs l'intersection ne semble pas signalée par un panneau ou une borne. Une vidéo aurait pu nous donner des informations complémentaires sur les circonstances exactes de cet incident.

3.5. Tourne-à-gauche rapide en intersection complexe

Les figures 18 à 20 décrivent l'incident d'un véhicule qui tourne à gauche en intersection, après avoir mis son clignotant. Sa vitesse en approche est de 45 km/h mais le conducteur ralentit pour tourner vers 25 km/h. La vitesse est faible mais le changement de direction oblige à un fort coup de volant. L'accélération dépasse 0.6 g mais sans secousses particulières, donc a priori sans grand risque. La configuration des lieux telle que l'on peut la voir à la figure 19 montre cependant qu'il s'agit d'une intersection complexe, et que dans le cas de ce conducteur, il faut, avant de tourner, s'assurer qu'aucun véhicule n'arrive en face, ni ne franchit le stop de la rue à gauche ou le stop de la rue à droite. Par ailleurs la visibilité vers la rue à gauche est mauvaise, et le conducteur, s'il ne connaît pas les lieux, peut avoir été surpris par l'ampleur de l'angle au volant nécessaire pour ce changement de direction.



Figure 18 – Exemple d'incident : Tourne-à-gauche en intersection en Y – Vue satellite (point rouge : début de l'enregistrement, point vert : déclenchement, point noir : fin de l'enregistrement)

Ce type de comportement peut témoigner soit d'un effet de surprise à l'approche de l'intersection, soit d'une manœuvre d'urgence afin d'éviter un véhicule arrivant en sens inverse par exemple, soit encore d'une conduite « sportive » avec une manœuvre brutale. Là encore, il est important de souligner que pour ce type d'incident, des informations de contexte (caméra embarquée) nous auraient permis de mieux identifier l'origine de l'incident.



Figure 19 – Exemple d'incident : Tourne-à-gauche en intersection en Y – Vue Google Street
View des lieux

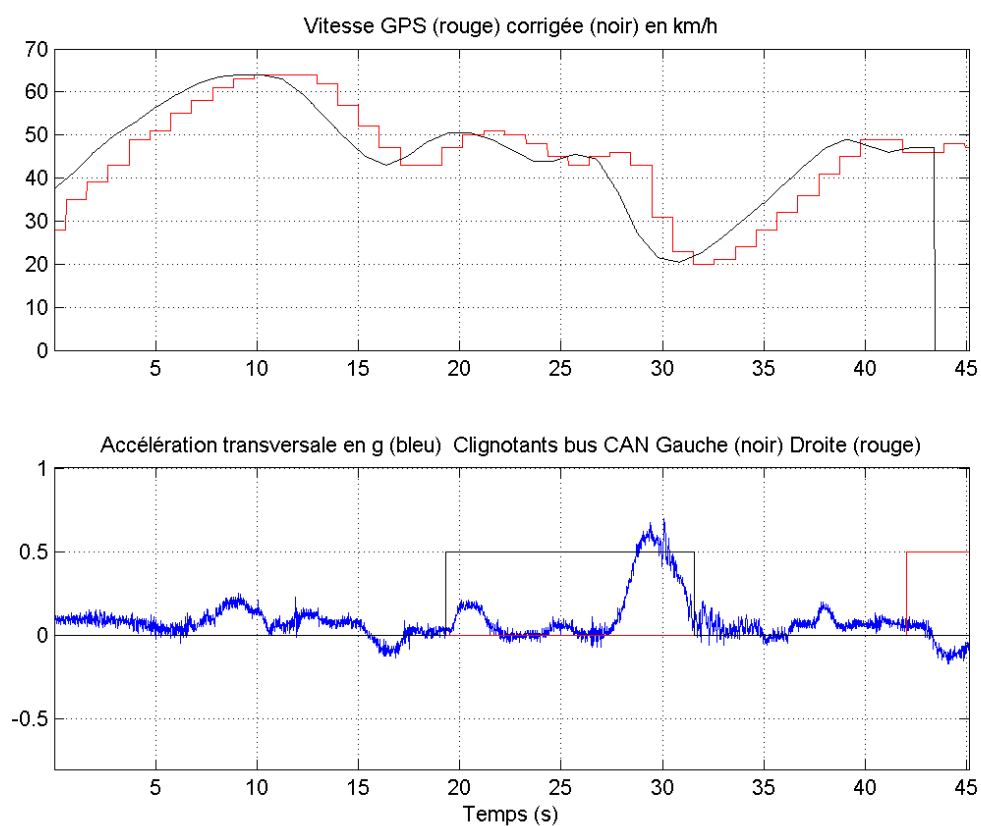


Figure 20 – Vitesse GPS et Accélération transversale enregistrées lors d'un Tourne-à-gauche en intersection en Y

4. Accident : choc arrière contre un poteau

Un seul accident matériel a été recueilli par un véhicule équipé de la flotte pendant les 12 mois de recueil. Lors d'une manœuvre en marche arrière, à très faible vitesse (5 km/h), le véhicule a rencontré un obstacle. Le choc, peu important, a généré un pic d'accélération longitudinale de 2.85 g, comme le montre la figure 21.

Dans ce cas particulier nous avons pu recueillir le témoignage du conducteur, ce qui nous a permis d'obtenir des informations complémentaires. Le véhicule a heurté un poteau. Aucun système de sécurité passive ne s'est déclenché (aire bag, prétensionneur) et seules des déformations minimales au niveau du pare-chocs ont été constatées.

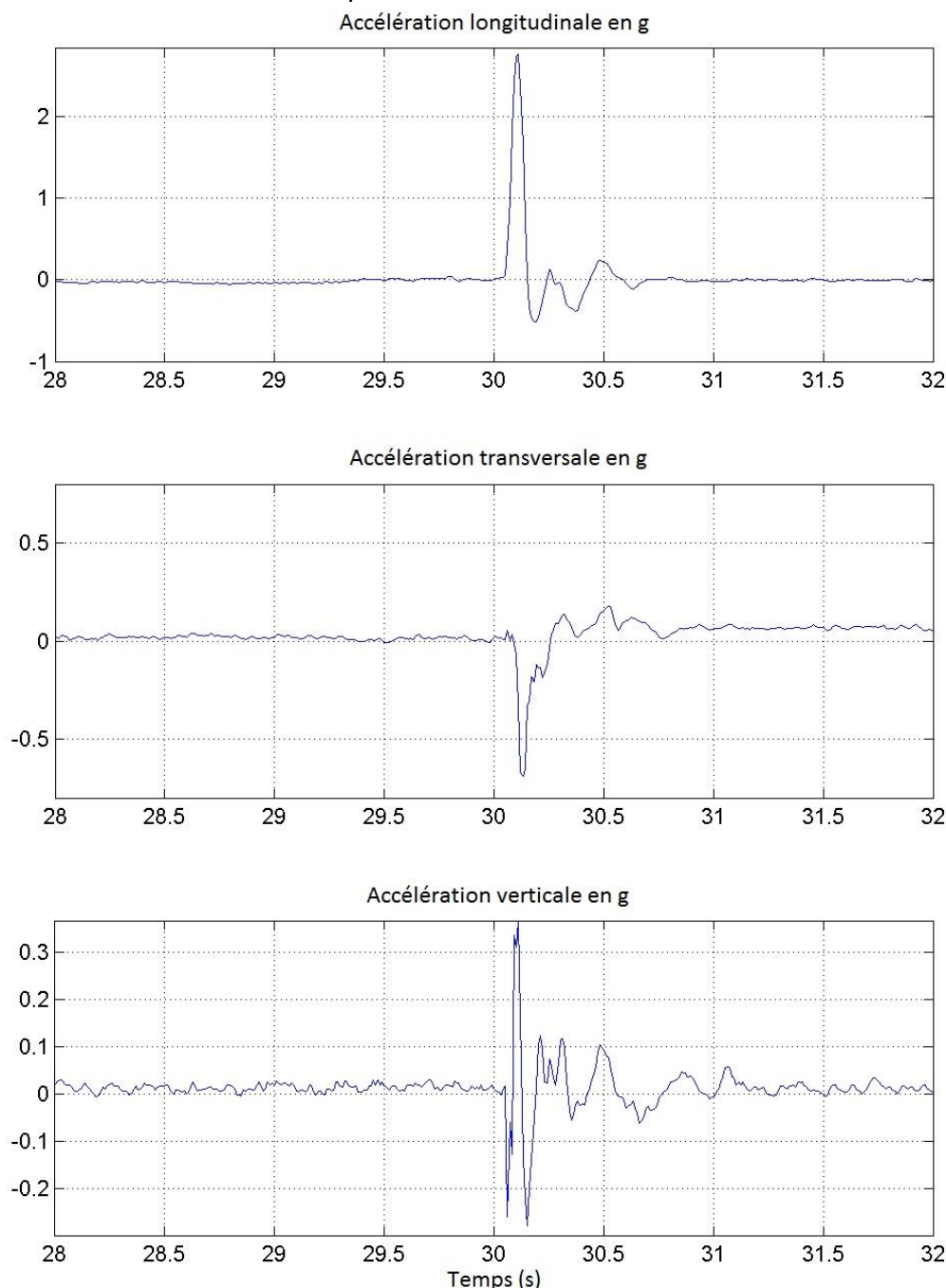


Figure 21 –Accélérations longitudinale, transversale et verticale enregistrées lors d'un choc arrière contre un poteau

5. Conclusion

En s'appuyant sur quelques exemples, ce document illustre :

- la diversité des situations conduites à l'origine du déclenchement du boîtier EMMA2 sur des critères purement liés à la dynamique du véhicule,
- le type d'analyses qualitatives qu'il est possible de réaliser en s'appuyant uniquement sur les données issues du boîtier et d'outils de visualisation cartographique « grand public »,
- la possibilité d'identifier des zones à risque ou à réparer, ou encore à réaménager,
- les limites d'interprétation de ces analyses faute de l'indisponibilité de certaines données (en particulier l'absence d'éléments de contexte qui pourraient en partie être obtenus par l'utilisation de la vidéo).