

Abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h

Rapport final d'évaluation
1^{er} Juillet 2020

Délégation à la Sécurité Routière

Abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h

Rapport final d'évaluation - 1^{er} Juillet 2020

Affaire suivie par

Georges TEMPEZ – Directeur du Cerema Infrastructures de Transports et Matériaux
Marine MILLOT – Adjointe au chef de département DCEDI au Cerema Méditerranée

Pilotage des différentes thématiques :

- « Coordination » par Marine Millot (Cerema Méditerranée) et Emilie Jeanneson-Mange (Cerema Infrastructures de Transports et Matériaux) ;
- « Vitesses pratiquées » par Eric Violette et Cyrille Le Lez (Cerema Normandie-Centre) ;
- « Accidentalité » par Gilles Duchamp et Nathalie Mompert (Cerema Sud-Ouest) ;
- « Acceptabilité et changement culturel » par Chloé Eyssartier (Cerema Ouest) ;
- « Effets sociétaux » par Valérie Buttignol, Olivier Troulloud et Jean-Romain Raffegau (Cerema Méditerranée).

Contribution au traitement des effets sociétaux :

Isabelle Gossmann, Amandine Lèbre, Marlène Long, David Lunain, Sabrina Nawrocki.

Contribution au relevé des données :

Patrick Bidaut, Azzedine Chabani, Romain Chaumontet, Xavier Godet, Didier Goudergues, Lyonel Guillaume, Ségolène Hombourger, Philippe Konne, Ludovic Le Calve, Camille Legrand, Kévin Lemaire, Valérie Leray, Joël Leroy, Julien Menaert, Laurent Michel, Jean-Philippe Mechin, Philippe Michou, Patrick Pacevicius, Pascal Petitjean, Silvio Rousic, Laurent Taraschini, Vincent Vaillant, Arnaud Werquin.

Relecture pour préparer le rapport final :

- Max Cameron, Professeur au Centre de Recherche sur les Accidents à l'université de Monash, Australie
- Laurent Carnis, Directeur de recherche à l'Université Gustave Eiffel, France
- François Combes, directeur du laboratoire AME SPLOTT à l'Université Gustave Eiffel, France
- George Yannis, Professeur à l'université nationale technique d'Athènes, Grèce
- Dominique Mignot, Directeur du département Transport, Santé, Sécurité à l'Université Gustave Eiffel, France
- Ana Vadeby, Chercheur en sécurité routière, Suède

Contact Presse Cerema

Géraldine Squenel – Directrice des relations publiques et relations presse
Tel : 06.12.73.55.56
Mail : geraldine.squenel@cerema.fr

Conclusion

Décidée par le gouvernement, la mesure d'abaissement de la vitesse maximale autorisée de 90 km/h à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles de rase campagne dépourvues de séparateur central en France métropolitaine a été mise en œuvre le 1^{er} juillet 2018. Son objectif principal était de faire baisser le nombre de tués et d'accidents corporels sur les routes concernées par la mesure.

Il a été décidé d'en dresser une évaluation approfondie en juillet 2020. Cette mission a été confiée au Cerema par la Délégation Interministérielle à la Sécurité Routière.

Pour ce faire, une méthode a été déployée autour de quatre thématiques : les vitesses pratiquées, l'accidentalité, l'acceptabilité et les effets sociétaux. Un calcul socio-économique a également été réalisé. Basée sur une approche scientifique, cette méthode a été soumise à la relecture d'experts nationaux et internationaux.

La pandémie du Covid19 a perturbé fortement les déplacements en France du premier semestre 2020, tant en volume qu'en structure. Elle a compromis le recueil de certaines données sur le début d'année. Ce contexte a conduit à mener l'évaluation sur les 18 mois après la mise en œuvre de la mesure, soit de juillet 2018 à décembre 2019.

Une réduction des vitesses pratiquées dès le 1^{er} juillet 2018

L'abaissement de la vitesse maximale autorisée a une influence non linéaire sur les vitesses pratiquées. Ainsi, dans le cadre de la mesure 80 km/h, une baisse de 3,3 km/h sur les vitesses moyennes pratiquées par l'ensemble des usagers est relevée par l'observatoire du Cerema. Cette baisse est conforme aux résultats de la littérature internationale.

Le 1^{er} juillet 2018 marque une réelle rupture dans l'évolution des vitesses pratiquées sur les routes concernées par la mesure. La baisse des vitesses s'inscrit dans la durée jusqu'en décembre 2019. Elle concerne l'ensemble des vitesses, y compris les plus élevées. L'écart entre les vitesses les plus lentes et les vitesses les plus élevées reste stable.

Une baisse très significative du nombre de tués sur le réseau concerné

L'impact de la mesure correspond à une baisse de 12 % du nombre de tués sur le réseau considéré, réseau « hors autoroute » et « hors agglomération », par rapport au reste du réseau routier français (avec une estimation de l'erreur de 3,6 %). Ainsi pour les 18 mois après la mise en œuvre de la mesure, où les données sont définitives, une baisse de 331 tués sur le réseau considéré est constatée par rapport à la période de référence 2013-2017. En tenant compte des mois de janvier et février 2020, où les données sont estimées, la baisse du nombre de tués s'élève à 349 sur 20 mois.

Sur le reste du réseau routier français, l'évolution est différente avec une stagnation du nombre de tués par rapport au niveau de référence.

L'impact de la mesure est plus mesuré sur le nombre d'accidents corporels. En effet, sur le réseau considéré, il se stabilise au niveau de la référence. Il faut cependant souligner la réduction de la gravité des accidents avec une baisse de 10 % du taux de mortalité.

Un allongement du temps de parcours, inférieur à la perception des usagers

En termes de circulation, l'observatoire Cerema n'a pas relevé d'impact de la mesure sur l'écoulement du trafic. En effet, il n'y a pas eu de création supplémentaire de pelotons de véhicules, ni de réduction du temps entre les véhicules qui se suivent.

En revanche, un allongement moyen des temps de parcours de 1 seconde par kilomètre a été calculé, par analyse comparée d'un historique de données de véhicules flottants sur trois mois en 2017 et en 2019.

Ceci correspond pour des trajets de 50 kilomètres à une perte de 50 secondes en semaine. C'est largement inférieur au temps perdu perçu par les usagers, qui ont tendance à surestimer le temps gagné lorsqu'ils roulent vite. En effet, lors des enquêtes réalisées en octobre 2019, les répondants déclaraient perdre plus de 2 minutes pour ce type de trajet.

Une légère amélioration des impacts environnementaux

Concernant les effets environnementaux, les analyses ont montré que la mesure entraînait une légère diminution des principaux polluants atmosphériques et des nuisances sonores, bien que cette dernière ne soit pas perceptible par l'oreille humaine. Les résultats obtenus, bien que modestes, sont conformes à la littérature antérieure sur le sujet.

Une progression continue de l'acceptabilité de la mesure

L'acceptabilité de la mesure ne cesse de progresser depuis sa mise en œuvre. La part des personnes favorables à la mesure augmente, passant de 30 % en avril 2018 à 43 % en octobre 2019 et 48 % en juin 2020.

L'évolution positive a été la plus forte parmi les personnes "tout à fait opposées" à la mesure, leur part étant passée de 40 % en avril 2018 à 23 % en octobre 2019 et 20 % en juin 2020. Cette évolution est particulièrement marquée pour les personnes habitant en zone rurale et dans les villes de moins de 20 000 habitants.

Les enquêtes, en lien avec la littérature antérieure, ont montré que la réduction de l'accidentalité et notamment de la mortalité a un impact positif sur le niveau d'adhésion à la mesure.

Un bilan socio-économique positif montrant l'efficacité de la mesure

Le calcul socio-économique estime un gain de 700 Millions d'euros sur une année, en comparant 2017 et 2019.

Le bilan socio-économique met en évidence une efficacité certaine de la mesure qui présente un faible coût d'investissement ainsi que des résultats positifs en termes d'atteinte des bénéfices sociétaux par rapport aux coûts sociaux. Les bénéfices sociétaux résident principalement dans les gains d'accidentalité (1,2 milliards €). Ils sont en cohérence avec l'effet attendu de la mesure. Le principal coût social de la mesure est lié aux pertes de temps de parcours (entre 720 et 920 millions €). Il est largement compensé par la réduction de l'accidentalité, auquel s'ajoute les bénéfices liés à la moindre consommation de carburants et à la baisse des émissions de CO₂.

Au final, des résultats positifs qui seraient encore meilleurs avec un plus fort respect des limitations de vitesse

La mesure n'a pas encore pleinement atteint les effets escomptés. En effet, en décembre 2019, 58 % des conducteurs de véhicules légers circulaient encore au-dessus de 80 km/h dont 35 % entre 80 et 90 km/h. La littérature indique que ces excès de vitesse inférieurs à 10 km/h sont principalement perçus par les usagers comme peu dangereux et peu répréhensibles, alors qu'ils jouent un rôle important dans la mortalité routière française.

Des marges de progrès sur le respect de la vitesse demeurent donc. La progression constante de l'adhésion à la mesure permet d'espérer une amélioration de son respect.

Sommaire

Préambule : la mission d'évaluation.....	6
1 - Contexte et objectifs de la mesure 80 km/h.....	7
1.1 - Historique de la mesure 80 km/h.....	7
1.2 - Objectifs de la mesure 80 km/h.....	8
1.3 - Le sujet Mobilité mis à l'agenda politique.....	9
1.4 - Evolution de la circulation routière.....	10
2 - Littérature scientifique en lien avec la mesure 80 km/h.....	13
2.1 - Les accidents mortels : rôle de la vitesse pratiquée.....	13
2.2 - Liens entre la vitesse maximale autorisée et les vitesses pratiquées.....	14
2.3 - Acceptabilité et acceptation d'une limitation de vitesse.....	15
2.4 - Les effets d'une limitation de vitesse sur l'environnement.....	17
2.5 - L'analyse économique des politiques de sécurité routière.....	19
3 - Méthode d'évaluation.....	21
3.1 - Les vitesses pratiquées : un observatoire dédié.....	21
3.2 - L'accidentalité : des calages méthodologiques indispensables.....	23
3.2.1 -Le BAAC source des données.....	23
3.2.2 -Définition du réseau « considéré » par l'évaluation.....	23
3.2.3 -Un indicateur principal : le nombre de personnes tuées.....	24
3.2.4 -Choix de la période de référence : 2013-2017.....	25
3.2.5 -Désaisonnaliser les données d'accidents pour les rendre comparables.....	25
3.2.6 -Évaluation de l'impact de la mesure sur l'accidentalité : calcul de l'odds-ratio.....	27
3.3 - Acceptabilité / Acceptation de la mesure à partir d'enquêtes.....	27
3.4 - L'analyse des effets sociétaux basée sur le référentiel d'évaluation des projets de transport.....	28
3.4.1 -L'analyse de multiples effets : accidents, temps de parcours, environnement, acceptabilité.....	29
3.4.2 -Le calcul socio-économique basé sur une comparaison 2017 / 2019.....	29
4 - Vitesses pratiquées.....	31
4.1 - L'évolution des vitesses pratiquées pour l'ensemble des véhicules.....	31
4.1.1 -Une rupture constatée au 1 ^{er} juillet 2018.....	31
4.1.2 -Une baisse des vitesses moyennes mensuelles.....	31
4.1.3 - Un écart stable entre les vitesses les plus lentes et les vitesses les plus élevées.....	32
4.2 - L'évolution des vitesses pratiquées pour les véhicules légers.....	33
4.2.1 -Une baisse des vitesses moyennes mensuelles.....	33
4.2.2 -Une diminution de l'ensemble des vitesses, y compris les plus élevées.....	34
4.2.3 -Un impact plus limité sur les vitesses comprises entre 80 et 90 km/h.....	35
4.2.4 -Une interaction inchangée entre les véhicules légers.....	36

4.3 - L'évolution des vitesses pratiquées pour les poids lourds.....	36
4.3.1 -Une baisse des vitesses moyennes mensuelles.....	36
4.3.2 -Un meilleur respect de la VMA par les poids lourds.....	37
4.3.3 -Un écart de temps inchangé avec les autres véhicules.....	37
4.4 - Pas d'impact sur les pelotons de véhicules.....	37
5 - Accidentalité.....	39
5.1 - Impact de la mesure sur les nombres de tués.....	39
5.1.1 -Des gains significatifs chaque semestre.....	39
5.1.2 -Un nombre de vies épargnées historique en 2019.....	40
5.1.3 -Après 18 mois, amélioration continue sur le réseau considéré, stagnation sur le reste du réseau.....	42
5.1.4 -La tendance se poursuit début 2020.....	44
5.2 - Une stabilisation du nombre d'accidents corporels au niveau de référence.....	46
5.3 - Une diminution du taux de mortalité.....	47
5.4 - Effets mesurés sur certaines situations de conduite.....	47
5.4.1 -Les manœuvres de dépassement s'inscrivent dans la tendance générale.....	47
5.4.2 -Des collisions par l'arrière et en chaîne plus meurtrières, sauf avec un poids lourd.....	48
6 - Temps de parcours.....	51
6.1 - Allongement moyen du temps de parcours de 1 seconde au kilomètre selon Google Maps.....	51
6.2 - La seconde au kilomètre confirmée par les traces GPS sur des trajets quotidiens.....	53
7 - Impacts environnementaux.....	55
7.1 - Une légère baisse des nuisances sonores non perceptible par l'oreille humaine.....	55
7.1.1 -Une baisse modélisée de 0,8 dB(A) pour une réduction de vitesse de 90 à 80 km/h.....	55
7.1.2 -Pas d'impact significatif sur les mesures de bruit in situ.....	58
7.2 - Un effet légèrement positif sur la qualité de l'air.....	58
8 - Acceptabilité / Acceptation de la mesure.....	61
8.1 - Une baisse des personnes les plus opposées à la mesure.....	61
8.2 - Trois quarts des usagers déclarent respecter la mesure.....	63
8.3 - Réduire l'accidentalité, un facteur positif d'adhésion à la mesure.....	66
8.4 - Le temps perdu estimé par les usagers reste supérieur à la réalité.....	67
9 - Le calcul socio-économique.....	69
9.1 - L'estimation de la circulation considérée en kilomètres parcourus.....	69
9.2 - Des gains liés à la sécurité routière.....	70
9.3 - Des pertes liées au temps de parcours.....	71
9.4 - Des gains sur la consommation de carburant.....	73
9.5 - Des gains sur les émissions de gaz à effet de serre (GES).....	74
9.6 - Des coûts d'investissement.....	75
9.7 - Un bilan socio-économique global positif de l'ordre de 700 millions €.....	76
Références bibliographiques.....	78

Annexe 1 - Questions évaluatives de la mission.....	84
Annexe 2 - Dynamique élémentaire et conséquences pratiques.....	85
A 2.1 - Temps, vitesse, accélération.....	85
A 2.2 - Dynamique routière.....	85
A 2.3 - Les lois physiques et le freinage.....	86
A 2.3.1 - Étapes dans le déroulé des événements précédant un freinage.....	86
A 2.3.2 - Distance de freinage.....	87
A 2.3.3 - Distance d'arrêt.....	88
A 2.4 - Conséquences pratiques pour l'abaissement de la vitesse de 90km/h à 80km/h.....	90
A 2.4.1 - Effet sur l'énergie.....	90
A 2.4.2 - Effet sur le temps de parcours et les distances.....	90
A 2.4.3 - Effet en virage.....	91
A 2.4.4 - Effet sur le freinage.....	91
Annexe 3 - Données de l'observatoire Vitesse VMA80 Cerema.....	93
Annexe 4 - Données d'accidents – Données brutes.....	100
A 4.1 - Nombre de tués.....	100
A 4.2 - Nombre d'accidents corporels.....	101
A 4.3 - Nombre de blessés.....	102
A 4.4 - Taux de tués et de victimes par accident.....	103
A 4.5 - Réseau considéré : accidents impliquant un véhicule dépassant à gauche.....	105
A 4.6 - Réseau considéré : accidents avec collision arrière.....	105
Annexe 5 - Désaisonnalisation des données d'accidents.....	107
A 5.1 - Calcul de la tendance.....	107
A 5.2 - Calcul des coefficients saisonniers.....	108
A 5.3 - Calcul des données Corrigées des Variations Saisonnières (CVS).....	108
A 5.4 - Application aux données brutes 2013-2020.....	109
Annexe 6 - Intervalles de confiance des données d'accidents.....	113
A 6.1 - Valeurs observées et valeurs estimées.....	113
A 6.2 - Lois de probabilité en accidentologie.....	113
A 6.3 - Intervalles de confiance.....	114
A 6.3.1 - Définition.....	114
A 6.3.2 - Calcul en accidentologie.....	115
A 6.3.3 - Application : calcul de l'intervalle de confiance pour les moyennes des données brutes sur la période de référence 2013-2017.....	116
Annexe 7 - Données pour les temps de parcours.....	117
Annexe 8 - Données pour les nuisances sonores.....	118
Annexe 9 - Données des enquêtes Acceptabilité / Acceptation.....	121

Préambule : la mission d'évaluation

Le Comité interministériel de la sécurité routière du 9 janvier 2018 a proposé 18 mesures de lutte contre l'insécurité routière¹.

La cinquième mesure concerne la réduction de 90 km/h à 80 km/h des vitesses maximales autorisées sur les routes bidirectionnelles de rase campagne dépourvues de séparateur central en France métropolitaine. La décision a été prise de rendre cette mesure effective au 1er juillet 2018.

Afin d'assurer un suivi attentif de la mesure mise en œuvre, il a été décidé d'en dresser une évaluation approfondie au bout de deux ans. Cette évaluation a été confiée au Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) auquel a été adressée une lettre de mission du Délégué Interministériel à la Sécurité Routière le 27 avril 2018.

Cette lettre précisait l'objet général de la mission, à savoir « *l'évaluation de la mesure interministérielle d'abaissement de la vitesse autorisée à 80 km/h sur routes bidirectionnelles sans séparateur central en France métropolitaine* », désignée dans le rapport par VMA80, ainsi que quatre « thèmes particuliers » qui devaient y être abordés : l'évolution des vitesses pratiquées, l'évolution de l'accidentalité corporelle et en particulier la mortalité routière, l'acceptabilité de la mesure et le changement culturel qu'il induit et les analyses qualitatives et quantitatives des effets sociétaux ».

La lettre donnait l'échéance globale, en indiquant que l'évaluation de la mesure « serait publiée deux ans après sa mise en place » soit en juillet 2020.

La lettre listait une série de questions évaluatives qui ont guidé la définition de la méthodologie et qui sont rappelées dans l'annexe 1.

Ce rapport présente les résultats de l'évaluation de la mesure 80 km/h.

¹L'ensemble des mesures sont consultables avec le lien suivant :
https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/01/dossier_de_presse_-_comite_interministeriel_de_la_securite_routiere_-_mardi_9_janvier_2018.pdf

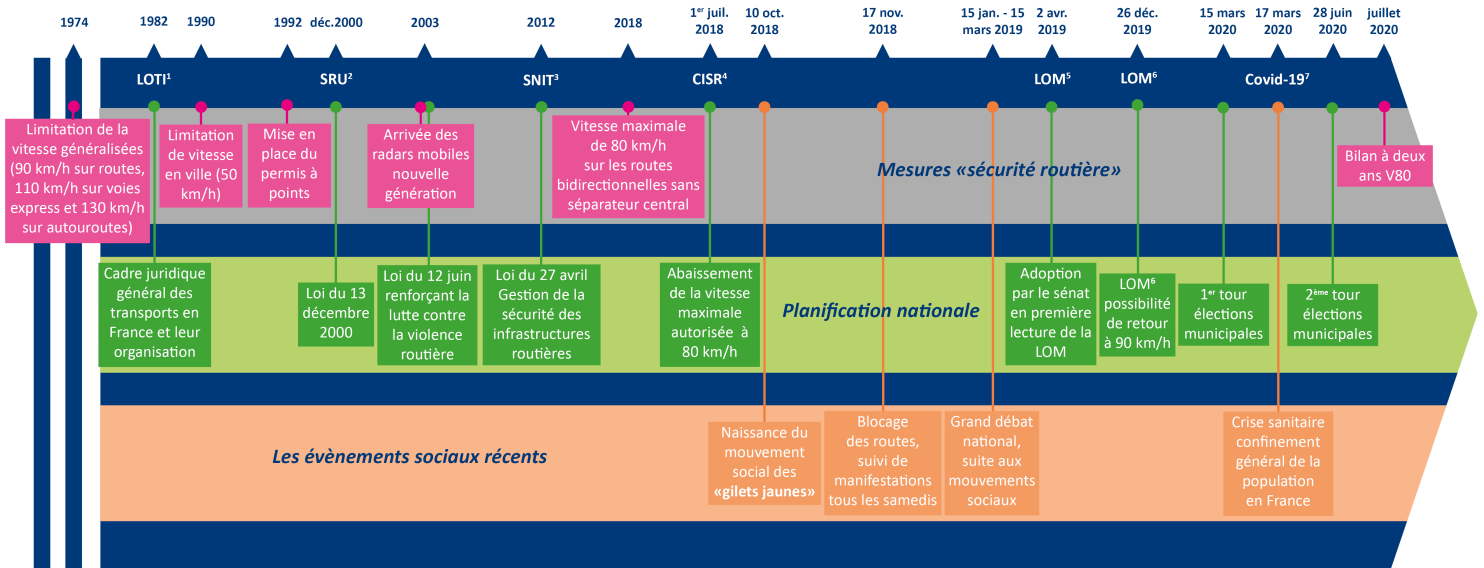
1 - Contexte et objectifs de la mesure 80 km/h

1.1 - Historique de la mesure 80 km/h

Depuis 1972, de nombreuses politiques et mesures ont été mises en œuvre pour réduire l'accidentalité routière (illustration 1). Parmi les principales, peuvent être citées : la limitation de la vitesse généralisée en milieu interurbain (1974), la diminution des seuils d'alcoolémie (1987), l'abaissement de la vitesse autorisée en ville (1990), l'instauration du permis à points (1992), la mise en place de radars automatiques (2002), la suppression de l'amnistie présidentielle pour les délits routiers (2007).

Elles s'inscrivent dans le cadre de nombreuses autres actions menées en faveur de la sécurité routière, comme celles portées sur l'amélioration de l'infrastructure par les gestionnaires de voirie ou des véhicules par les constructeurs. Elles ont également été accompagnées de programmes de sensibilisation et de prévention auprès des usagers de la route.

Mesures et enjeux de politiques publiques de sécurité routière



LOTI¹ : Loi d'Organisation des Transports Intérieurs du 30 décembre 1982

SRU² : Loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain : demande plus de sécurité des déplacements notamment en redéfinissant un partage modal et de qualité urbaine

SNIT³ : Schéma National des Infrastructures de Transport (avant projet)

CISR⁴ : Comité Interministériel Sécurité Routière

LOM⁵ : Loi d'Orientation des Mobilité

LOM⁶ : Loi d'Orientation des Mobilité : possibilité de relever la vitesse maximale de 80 à 90 km/h par les présidents de conseil départemental, maires ou présidents d'EPCI, sur leur réseau routier hors agglomération. Cela pourra être fait après avis de la commission départementale de la sécurité routière, et sur la base d'une étude d'accidentalité des sections concernées.

Covid-19⁷ : La maladie provoquée par ce coronavirus a été nommée Covid-19 par l'Organisation mondiale de la Santé, ce qui a entraîné le 17 mars 2020, le confinement général de la population en France. Le déconfinement progressif a été mis en place le 11 mai, la 2^{ème} phase de déconfinement est intervenue le 2 juin.

Illustration 1 : frise retraçant les principales mesures de sécurité routière et politiques nationales depuis 1972 et les évènements sociaux récents

Ces actions portent leurs fruits avec une forte baisse du nombre de tués au cours de la décennie 2000. Par contre, depuis 2013, une stagnation voire une légère augmentation du nombre de tués sur la route est constatée.

En novembre 2012, le ministre de l'Intérieur annonce l'objectif pour la France de passer à moins de 2 000 tués d'ici 2020, soit une baisse de 50 % des tués.

En novembre 2013, le Comité des experts du Conseil National de Sécurité Routière remet un rapport de propositions pour diviser par deux le nombre de personnes tuées ou blessées gravement dans des accidents de la route d'ici 2020. Ce rapport propose 4 mesures pour atteindre cet objectif dont une visant à réduire la vitesse maximale autorisée de 90 à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles. Un gain de 350 à 400 vies épargnées par an est estimé dans le cas d'une application de la mesure à l'ensemble du réseau bidirectionnel limité à 90 km/h et dans le cas d'une réduction effective de la vitesse moyenne de 5 km/h. Cette hypothèse assez forte avait été posée dans le cadre d'un contrôle sanction efficient.

Lors de la séance plénière du Conseil National de la Sécurité Routière du 11 juin 2014, le ministre de l'Intérieur a annoncé son intention d'engager une expérimentation en la matière. Les itinéraires retenus ont été présentés officiellement en séance plénière du CNSR le 11 mai 2015. Il s'agissait de trois itinéraires de route nationale sur 86 kilomètres (RN 57 Vesoul – Rioz, RN 151 Auxerre – La Charité-sur-Loire et RN7 Crozes-Hermitage – Valence). L'expérimentation a eu lieu de juillet 2015 à juillet 2017.

Le rapport d'évaluation du Cerema a montré que la baisse de la vitesse limite autorisée de 90 km/h à 80 km/h s'est accompagnée d'une baisse moyenne des vitesses pratiquées de 4,7 km/h tous véhicules confondus, de 5,1 km/h pour les véhicules légers et de 2,7 km/h pour les poids lourds (Cerema, 2017). Cette baisse concerne toutes les catégories de véhicules et tous les usagers, indépendamment de leurs habitudes de conduite. Les vitesses les plus fortes ont également baissé par rapport à la situation initiale. Cette baisse se traduit également par une diminution de la gêne occasionnée par les poids lourds qui circulent pendant l'expérimentation avec un différentiel de vitesse plus faible vis-à-vis des véhicules légers. Il n'avait pas été observé de report de trafic significatif sur des itinéraires de contournement. Cependant cette expérimentation n'a pas pu conclure sur l'évolution de l'accidentalité. En effet, le nombre restreint de kilomètres concernés rendait impossible une analyse statistique satisfaisante (ONISR, 2018a).

Le Comité interministériel de la sécurité routière du 9 janvier 2018 a proposé 18 mesures de lutte contre l'insécurité routière². **La cinquième mesure concerne la réduction de 10 km/h des vitesses maximales autorisées sur les routes bidirectionnelles de rase campagne dépourvues de séparateur central en France métropolitaine.** La décision a été prise de rendre cette mesure effective au 1er juillet 2018.

La mesure cible le réseau bidirectionnel de rase campagne car c'est celui qui porte le plus fort enjeu en termes de mortalité routière. En 2017, il représentait 56 % de l'ensemble de la mortalité routière (ONISR, 2018b). Il a été fait le choix d'appliquer la mesure à l'ensemble de ce réseau car les routes où s'écoule la majeure partie du trafic sont celles qui concentrent la majorité des personnes tuées. En effet, il a été montré qu'au niveau national, 20 % du réseau hors agglomération regroupe 55 % des tués (ONISR, 2018c) et que le réseau départemental structurant concentre 67 % des tués hors agglomération (Cerema, 2014).

1.2 - Objectifs de la mesure 80 km/h

La mesure d'abaissement de 10 km/h de la vitesse maximale autorisée sur le réseau bidirectionnel sans séparateur central en France métropolitaine, s'inscrit donc dans une politique nationale de baisse du nombre total de tués dans un accident de la route, politique réaffirmée dès 2012 par le Ministre de l'Intérieur.

L'objectif principal de la mesure est de faire baisser le nombre de tués et d'accidents corporels sur les routes concernées par la mesure.

²L'ensemble des mesures sont consultables avec le lien suivant : https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2018/01/dossier_de_presse_-_comite_interministeriel_de_la_securite_routiere_-_mardi_9_janvier_2018.pdf

Deux objectifs stratégiques lui étaient également assignés³ :

- inciter à la réduction de la vitesse moyenne pratiquée par les conducteurs,
- lutter contre la vitesse excessive,

ainsi que cinq objectifs intermédiaires :

- inciter les conducteurs à faire moins de dépassement,
- contribuer à réduire les émissions polluantes dans l'environnement,
- permettre une fluidification du trafic routier,
- amener à une réduction de la violence du choc en cas d'accident,
- amener à une réduction des distances de freinage pour éviter l'accident.

1.3 - Le sujet Mobilité mis à l'agenda politique

La mise en œuvre de la mesure 80 km/h s'inscrit dans un contexte général de mise à l'agenda politique du sujet de la mobilité et de révélation des préoccupations des Français vis-à-vis de cette thématique.

La loi d'organisation des transports intérieurs du 30 décembre 1982 a établi le cadre juridique général des transports en France et leur organisation. Or, depuis l'adoption de cette loi le secteur des transports a connu des évolutions majeures comme le développement des mobilités partagées. Il est apparu dès lors nécessaire de définir une nouvelle politique des mobilités pour répondre à ces nouveaux enjeux et aux nouvelles attentes des usagers. C'est l'objet de la Loi d'orientation des mobilités qui a été promulguée en décembre 2019.

Pour la préparer, le gouvernement avait lancé les Assises Nationales de la Mobilité en 2017. Dans ce cadre, les Français ont été sollicités pour exprimer leurs attentes sur leur mobilité quotidienne du 19 septembre au 13 décembre 2017. Cette concertation faisait suite à l'avant-projet du Schéma National des Infrastructures de Transports (2009) et à la Commission Mobilité 21 (2012) centrée sur une hiérarchisation des investissements prioritaires et soutenables. Les ateliers en zones périurbaines et ceux en zones rurales, ont fait le constat de transports en commun insuffisamment denses, fréquents et fiables. Il était indiqué que cela générait des fractures territoriales importantes et une utilisation massive de la voiture particulière, l'offre de transport ne permettant pas de sortir de leur enclavement. L'égalité d'accès à la mobilité a été un axe de discussion récurrent. Le problème s'est révélé particulièrement marqué dans les zones rurales.

En 2018, le regain d'inflation lié à la hausse du baril de brut, dans un contexte de prise de mesures fiscales (hausse de la CSG et des taxes sur l'énergie), associé à une baisse de l'imposition des revenus du capital suscite un mécontentement social. Plusieurs événements relayés par les réseaux sociaux pour protester contre la hausse des taxes sur les carburants marquent la naissance du mouvement des « gilets jaunes ». Le mouvement de protestation bloque les routes un peu partout en France le 17 novembre 2018. Il s'en est suivi des manifestations régulières (les samedis), avec une intensité décroissante à partir de début 2019.

En 2019, le grand débat national s'est officiellement tenu du 15 janvier au 15 mars 2019. C'est la réponse apportée par le chef de l'État au mouvement des « gilets jaunes » : se tourner vers les Français pour recueillir leurs doléances. Le rejet de la limitation de vitesse à 80km/h représente 15% des contributions libres au débat. L'augmentation supposée du temps de trajet pour les usagers de la route est le plus souvent citée dans les médias opposés à la mesure.

En mars 2019, un amendement adopté par la chambre haute du parlement, donne la compétence aux présidents des conseils départementaux (pour les routes départementales) et aux préfets (pour les

³Ces objectifs sont précisés dans la lettre de mission de la DSR au Cerema du 27 avril 2018.

routes nationales) pour relever la vitesse maximale autorisée sur les routes concernées par la mesure 80 km/h. Leur décision doit être prise après un avis de la commission départementale de la sécurité routière. Cet amendement a été étudié puis retenu dans le cadre de la Loi d'Orientation des Mobilités, promulguée en décembre 2019. Début 2020, quelques départements ont commencé à remonter la vitesse maximale autorisée à 90 km/h sur certains tronçons. Le département de la Haute-Marne fut le premier en janvier 2020.

En 2020, la pandémie Covid19 a fortement impacté la mobilité comme le montre les chiffres de la circulation dans la partie suivante.

1.4 - Evolution de la circulation routière

Sur l'ensemble des réseaux routiers de France métropolitaine, le transport intérieur de voyageurs en véhicules particuliers a connu une croissance constante de 1990 à 2017 puis stagne en 2018 (tableau 1). La croissance est en moyenne annuelle de 1,2% de 2013 à 2017. Elle se stabilise en 2018 (+0,0 %) dans un contexte de forte hausse du prix des carburants à la pompe (+16,6 % pour le gazole et +9,2 % pour l'essence sans plomb).

Cette évolution est de même nature pour le réseau national (autoroutes, voies rapides urbaines, routes nationales) et pour le réseau local (départemental, métropolitain, communal). Par contre, les valeurs sont données par le service statistique du Ministère de la transition écologique et solidaire (SDES) de manière agrégée et ne peuvent pas être dissociées pour reconstituer le réseau impacté par la mesure, qui comporte une partie des routes nationales et des routes départementales.

Par ailleurs, le volume de circulation globale en France sur l'ensemble des réseaux n'est pas encore disponible pour 2019.

G1.c Circulation par réseau*	en milliards de véhicules-kilomètres																												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Total autoroutes (1)	86,8	91,7	94,5	100,2	106,0	111,0	115,0	118,8	126,1	133,0	139,1	145,0	149,8	152,3	156,6	157,3	160,6	164,9	162,3	164,2	168,2	171,0	168,4	169,5	172,7	178,5	181,7	185,9	185,4
Autoroutes concédées	42,5	45,0	46,9	49,4	52,2	54,0	54,9	56,8	59,9	63,7	65,8	69,3	72,6	74,4	76,3	77,3	79,3	82,0	81,3	82,3	84,1	85,3	83,7	85,2	87,3	89,7	92,6	94,4	95,0
Autoroutes non concédées (1)	44,3	46,6	47,6	50,7	53,9	57,0	60,1	61,9	66,2	69,3	73,2	75,6	77,2	77,9	80,3	80,0	81,3	82,9	80,9	81,9	84,0	85,7	84,7	84,3	85,4	88,8	89,1	91,5	90,4
Routes 'nationales'	18,9	19,1	19,2	19,5	19,9	20,2	20,6	21,0	21,6	22,0	22,1	22,5	22,9	23,2	23,4	23,4	23,4	23,5	23,1	23,5	23,3	23,1	22,7	22,4	22,8	22,4	21,9	22,9	22,4
Total réseau 'national'	105,6	110,8	113,6	119,6	126,0	131,2	135,5	139,8	147,7	155,0	161,2	167,5	172,7	175,5	180,1	180,7	184,0	188,4	185,4	187,8	191,4	194,1	191,1	191,9	195,5	200,9	203,7	208,7	207,9
Autres routes (2)	314,2	317,4	327,1	326,8	328,6	334,5	335,0	341,7	350,9	359,3	357,1	371,5	375,1	377,2	377,0	373,6	371,2	373,3	367,3	364,5	369,1	370,8	372,6	375,9	376,9	384,0	396,0	397,3	398,4
Ensemble des réseaux	419,8	428,2	440,7	446,5	454,6	465,7	470,6	481,5	498,6	514,3	518,2	539,0	547,8	552,7	557,1	554,3	555,2	561,6	552,7	552,2	560,4	565,0	563,7	567,8	572,4	584,9	599,6	606,0	606,3

Source : SDES-Bilan de la circulation d'après SDES, CCFA, Setra, Asfa, Kantar-Worldpanel, TNS-Sofres, CPDP

(* ventilation de la circulation en tenant compte du nouveau réseau routier national : le réseau transféré aux collectivités locales en 2006 est inclus dans les 'autres routes' depuis 1990 (série homogène sur toute la période)

l'ensemble des séries constitutives du bilan de la circulation a été rebasé en 2011. Voir annexe du 48ème rapport à la CCTN (tome 1).

(1) les voies rapides urbaines et les routes nationales interurbaines à caractéristiques autoroutières sont incluses dans les autoroutes non concédées

(2) routes départementales et réseau local, calcul par solde

Tableau 1 : bilan de la circulation en France de 1990 à 2018 (Source : SDES)

Le transport terrestre de marchandises est toujours en hausse mais celle-ci est plus faible (+2,2 % en 2018 après + 6,1 % en 2017).

Selon les comptes nationaux des transports, les émissions de gaz à effet de serre (GES) des transports diminuent en 2018 après trois années consécutives de hausse du fait de l'amélioration des performances énergétiques des véhicules et de la stabilisation de la circulation en véhicules particuliers.

Exprimé en 100 millions de véhicules km													Total 2017
	janv-17	févr-17	mars-17	avr-17	mai-17	juin-17	juil-17	août-17	sept-17	oct-17	nov-17	déc-17	
Total autoroutes	129,933376	130,601987	143,775464	157,394592	155,308886	159,276667	188,809284	188,219297	156,302319	156,217432	138,728125	145,958498	1850,52593
> Autoroute concédée	61,548	64,778	68,872	80,893	78,074	80,425	103,831	106,385	78,932	76,254	66,007	72,571	938,57
> Autoroute non concédée	68,3853758	65,8239872	74,903464	76,5015915	77,2348861	78,8516669	84,9782843	81,8342974	77,3703194	79,9634317	72,7211252	73,3874977	911,955927
Routes nationales	16,847422	16,7609013	18,5893893	18,7676812	19,5891222	20,2265895	21,5531504	20,933474	19,5209922	19,8554349	17,9281001	17,8449567	228,417214
Total réseau national	146,780798	147,362889	162,364853	176,162273	174,898008	179,503256	210,362435	209,152771	175,823312	176,072867	156,656225	163,803454	2078,94314

	janv-18	févr-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18	juil-18	août-18	sept-18	oct-18	nov-18	déc-18	Total 2018
Total autoroutes	134,174607	126,836915	149,178509	157,756779	161,825592	160,825233	189,24462	190,946133	157,851579	157,531993	131,484474	137,767355	1855,42379
> Autoroute concédée	64,238	62,308	74,243	81,347	83,82	82,835	105,494	109,675	81,238	77,498	61,283	65,778	949,757
> Autoroute non concédée	69,9366072	64,528915	74,9355086	76,4097788	78,005592	77,9902328	83,7506197	81,2711331	76,6135791	80,0339933	70,2014744	71,9893549	905,666789
Routes nationales	17,3918177	16,1368827	18,4734627	18,4741835	19,3572164	19,7896358	21,1857075	20,6511437	19,001277	19,5505281	16,890193	17,0787322	223,98078
Total réseau national	151,566425	142,973798	167,651971	176,230962	181,182808	180,614869	210,430327	211,597277	176,852856	177,082521	148,374667	154,846087	2079,40457

	janv-18	févr-18	mars-18	avr-18	mai-18	juin-18	juil-18	août-18	sept-18	oct-18	nov-18	déc-18	Total 2019
Total autoroutes	133,749746	132,412028	149,001422	160,799911	154,190745	166,648305	186,712518	193,45033	158,485479	159,767649	141,096515	155,327673	1891,64232
> Autoroute concédée	63,706	65,913	73,512	82,27	76,504	86,709	103,088	111,12	80,447	78,828	68,43	79,443	969,97
> Autoroute non concédée	70,043746	66,4990281	75,4894224	78,5299107	77,6867446	79,9393046	83,6245182	82,3303303	78,0384791	80,9396489	72,6665155	75,884673	921,672322
Routes nationales	16,5398108	16,2427632	18,0836207	18,3195511	18,6625086	19,5353273	21,0024301	20,4147664	18,8876926	19,4140463	17,5563327	17,9204203	222,57927
Total réseau national	150,289557	148,654791	167,085043	179,119462	172,853253	186,183632	207,714948	213,865097	177,373172	179,181695	158,652848	173,248093	2114,22159

Tableau 2 : Evolution des véhicules.km entre 2017 et 2019 sur le réseau routier national (ie hors réseau départemental) (Source Cerema, 2020)

Sur le réseau routier national, les données de circulation routière sont disponibles en 2019 (tableau 2). Elles montrent une légère augmentation (+1,6 %) par rapport à 2018 mais cachent des disparités : la circulation sur les routes nationales baisse de 0,5 % alors que la circulation sur autoroutes progresse de 1,9 % (principalement sur le réseau non concédé).

En 2020, la pandémie Covid 19 a eu un fort impact sur la circulation routière. Les trafics sur le réseau routier national non concédé, mis à disposition sur la plateforme dédiée du Cerema (<http://dataviz.cerema.fr/trafic-routier>)⁴ montrent une diminution de l'ordre de 75 % lors de la période de confinement (illustration 2).

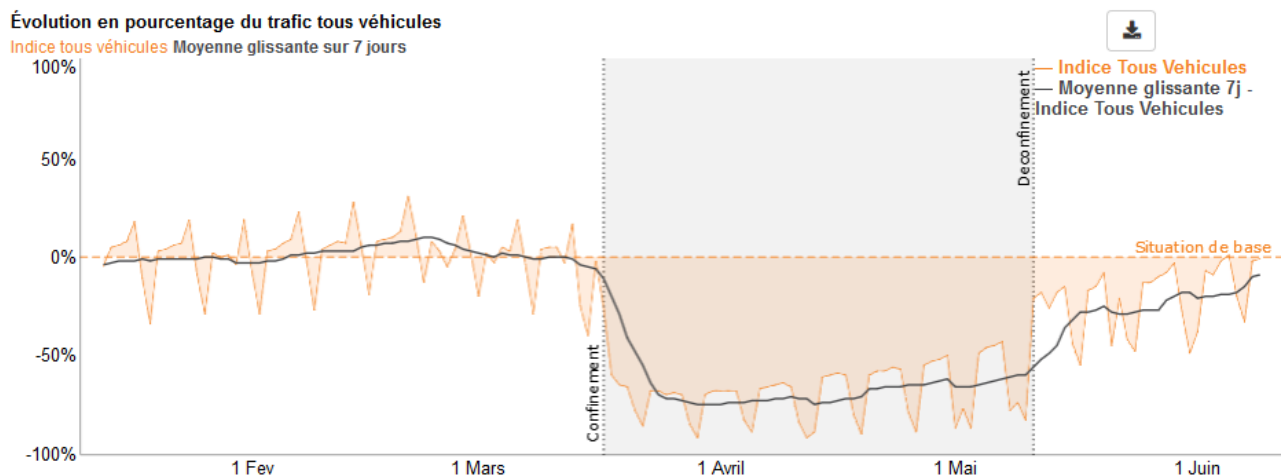


Illustration 2 : Evolution du trafic routier sur le réseau routier national (ie hors réseau départemental, communal et métropolitain) de janvier à juin 2020 (Source : Cerema)

La structure même des trafics a été fortement impactée, par exemple :

- les encombrements ont quasiment disparu,
- compte tenu du confinement, les déplacements au-delà de quelques kilomètres n'étaient autorisés que pour de rares cas, essentiellement professionnels,

⁴Ce site intègre des données issues du réseau routier national non concédé (sources : Bison Futé, Directions Interdépartementales des Routes, Stations de pesage dynamique) et de la Métropole de Bordeaux

- le trafic des véhicules utilitaires et des poids lourds, dédiés en particulier aux livraisons de marchandises de première nécessité, a diminué dans des proportions bien moindres que celle du trafic général (de l'ordre de -30 % en moyenne sur un point d'observation du réseau national en Nouvelle-Aquitaine par exemple).

Ainsi, sur l'ensemble de la France métropolitaine, la circulation routière a connu une croissance régulière jusqu'en 2017 puis une stagnation en 2018 (les données ne sont pas disponibles pour 2019).

Sur les routes nationales dont une partie est impactée par la mesure 80 km/h, la circulation a connu la même tendance : croissance régulière jusqu'en 2017 puis stagnation en 2018. En 2019, la circulation a baissé de 0,5 %.

2 - Littérature scientifique en lien avec la mesure 80 km/h

L'objectif de la mesure est de faire baisser le nombre total de tués en diminuant les vitesses pratiquées.

Dans cette partie, sont présentées les références scientifiques concernant :

- les liens entre la vitesse pratiquée et les accidents mortels,
- les liens entre la vitesse maximale autorisée et la vitesse pratiquée,
- les principes d'acceptation et d'acceptabilité des limitations de vitesse,
- les effets des limitations de vitesse sur l'environnement,
- l'analyse économique des politiques de sécurité routière.

2.1 - Les accidents mortels : rôle de la vitesse pratiquée

La littérature internationale montre que le mécanisme d'impact de la vitesse sur la sécurité routière est double : la vitesse joue un rôle dans (a) le risque de survenue d'un accident et (b) dans la gravité de l'accident (par exemple parmi les plus récents : Jurewicz et al., 2016 ; OECD, 2018 ; Castillo-Manzano et al., 2019 ; Elvik et al., 2019).

La vitesse joue un rôle sur l'ensemble des accidents, quelles que soient leurs causes.

La relation exacte entre la vitesse et les accidents sur une route donnée ou dans une zone donnée dépend d'une série de caractéristiques de la route et du trafic qui interagissent avec la vitesse.

Aarts et Van Schagen (2006), dans une revue de la littérature internationale, ont montré que le modèle de Nilsson (2004) était le meilleur pour décrire la relation entre le risque d'accident et la vitesse moyenne. Nilsson a en effet montré qu'une augmentation de 10% de la vitesse moyenne se traduit par une augmentation d'environ 20 % de la fréquence des accidents avec blessures, de 30 % des accidents graves et de 40 % des accidents mortels (Nilsson, 2004). Ces résultats concernent majoritairement les routes rurales et autoroutes. Début 2019, ces résultats ont été reconfirmés à partir de données plus récentes recueillies au niveau international (Elvik et al., 2019).

Une relation similaire a été calculée en Grande-Bretagne, sur la base d'études empiriques de Taylor (2000 ; 2002), où il a été démontré que les changements dans le nombre d'accidents associés à une variation de la vitesse de 1 km/h varient entre 1 et 4 % pour les routes urbaines et entre 2,5 et 5,5 % pour les routes rurales, la valeur la plus faible reflétant les routes de bonne qualité et la valeur la plus élevée les routes de moindre qualité.

L'étude de Elvik (2013) a montré que la relation entre la vitesse et la sécurité routière dépend non seulement du changement relatif de vitesse, comme suggéré par le modèle de puissance, mais également de la vitesse initiale. Autrement dit, les effets d'un changement de vitesse sur les accidents sont plus forts lorsque la vitesse initiale est élevée.

Par ailleurs, **la vitesse joue un rôle important dans la gravité des accidents.**

En effet, plus la vitesse d'impact est élevée, plus les conséquences en termes de blessures et de dégâts matériels sont graves. Ceci est lié à la dissipation de l'énergie cinétique du véhicule ou des véhicules juste avant l'impact. Cela dépend de la masse des véhicules et du carré de leur vitesse. Ainsi, les collisions à des vitesses plus élevées et avec un véhicule plus lourd peuvent avoir des conséquences plus graves (Finch et al., 1994).

De plus, un conducteur a besoin d'un temps de réaction constant pour réagir à des événements imprévus et plus la vitesse est élevée, plus la distance parcourue pendant ce laps de temps sera grande et donc la vitesse lors du choc sera élevée (Elvik, 2012 ; OECD, 2018). L'annexe 2 présente de façon plus détaillée les lois physiques sous-jacentes.

Enfin, à vitesse élevée, les différentiels de vitesse entre usagers sont préjudiciables car ils augmentent les situations potentiellement conflictuelles (Elvik, 2014). Par exemple, les risques de collisions par l'arrière entre un véhicule plus lent et un véhicule plus rapide sont plus fréquents.

L'analyse des facteurs d'accidents mortels en France confirme les résultats de la littérature internationale.

Une analyse des accidents mortels de l'année 2015 a été réalisée par le Cerema (Cerema, 2020). Elle a été menée selon la méthode d'analyse séquentielle des accidents définie par l'INRETS, qui à partir de la lecture des procès verbaux d'accidents permet de retracer l'histoire de l'accident, d'identifier les dysfonctionnements du système de circulation et de définir les facteurs d'accidents (Brenac, 1997).

Le facteur d'accident est un état d'un composant du système homme/véhicule/infrastructure-environnement qui a été nécessaire (mais non suffisant à lui seul) pour que l'accident se produise (si cet élément n'avait pas été présent, l'accident ne se serait pas produit) et sur lequel une action serait possible. Il intervient donc dans la survenue de l'accident de façon directe.

La vitesse excessive ou inadaptée apparaît comme le premier facteur (37%) des accidents mortels survenus en 2015, impliquant au moins un usager circulant sur une route bidirectionnelle limitée à 90 km/h. Le second concerne la prise d'alcool (32%), puis viennent la consommation de drogue (16%), la fatigue (13%), l'absence de possibilité de récupération (12%) et le refus de priorité (11%) pour les principaux. Les facteurs d'accidents peuvent se combiner pour conduire à la survenue de l'accident, ils sont rarement exclusifs les uns des autres.

Cela confirme les résultats de la littérature internationale qui ont montré que la vitesse constitue le plus important facteur de risque (ex : Elvik, 2012).

2.2 - Liens entre la vitesse maximale autorisée et les vitesses pratiquées

Il convient de distinguer la vitesse maximale autorisée (VMA) des vitesses pratiquées.

La vitesse maximale autorisée est une vitesse réglementaire, que les usagers ne doivent pas dépasser, sous peine d'être verbalisés. Par contre, les usagers peuvent circuler en dessous, notamment en fonction des conditions locales de circulation et en respectant d'éventuelles vitesses minimales autorisées.

Aussi pour une VMA donnée, vont être relevées des vitesses pratiquées différentes. Elles correspondent aux vitesses réellement effectuées, qui sont liées aux conditions physiques (virage...), climatiques (pluie...) et de circulation (congestion...) mais aussi au comportement des conducteurs (voir la partie 2.3).

La relation entre la vitesse maximale autorisée et les vitesses pratiquées n'est pas linéaire. Aussi une évolution de la vitesse maximale autorisée n'entraîne-t-elle pas une baisse proportionnelle des vitesses pratiquées (Elvik, 2012).

À partir d'une meta-analyse, Elvik a ainsi modélisé la variation de vitesses pratiquées selon le différentiel de la vitesse maximale autorisée sur autoroutes. Il apparaît clairement que les vitesses pratiquées évoluent dans le même sens que la VMA. Ainsi pour une baisse de la VMA, les vitesses pratiquées seront réduites. Cependant il est constaté qu'une augmentation de la VMA a moins d'impact sur les vitesses pratiquées qu'une baisse de la VMA. De plus, la méta-analyse a montré qu'une baisse de

10 km/h de la VMA entraîne une réduction de 3 km/h de la vitesse moyenne avec cependant une variabilité qui peut être importante (Elvik, 2012).

En Suède, une révision des limitations de vitesse a été opérée depuis 2008 sur le réseau routier rural national. La révision a concerné, en particulier, une baisse sur les routes à faible niveau de sécurité (soit 17 800 kilomètres impactés). Sur le réseau rural abaissé de 90 à 80 km/h, l'évaluation a montré une baisse des vitesses pratiquées de 3,1 km/h, et une baisse du nombre de décès de 14 par an, représentant une baisse de 41% (Vadeby et Forsman, 2018).

L'impact des excès de vitesse sur l'insécurité routière a été également étudié.

Différentes études internationales ont montré que **les conducteurs roulant plus vite que la vitesse moyenne avaient un risque plus élevé d'être impliqués dans un accident** (Kloeden et al., 2002 ; Taylor et al., 2002). Ce risque est multiplié par deux pour une vitesse supérieure de 10 km/h à la vitesse moyenne. Aarts et Van Schagen (2006), ayant comparé de nombreux travaux de modélisation ont conclu que le modèle de Kloeden (2002) était le meilleur pour décrire la relation entre le risque d'accident et la vitesse individuelle. Cette modélisation du risque a été confirmée par Brenac et al. (2016) à partir d'une étude cas-témoins d'accidents survenus en France.

Cameron (2013), en utilisant le modèle de Kloeden sur des routes urbaines australiennes limitées à 60 km/h, a montré que le nombre relatif d'accidents associés à des vitesses supérieures à 80 km/h était au moins aussi important que le nombre associé aux vitesses pratiquées dans la fourchette de 60 à 70 km/h.

En Europe, il est estimé que 40 à 50 % des conducteurs roulent plus vite que la limite de vitesse. En général, 10 à 20 % dépassent la limite de vitesse de plus de 10 km/h (European Commission, 2018).

En France, l'étude menée par le Cerema (Varin et Ledoux, 2018), à partir d'un ensemble d'analyses statistiques descriptives, dresse une image représentative de la part des véhicules en excès de vitesse dans les accidents mortels pour l'année 2011. Il apparaît que 30 % des accidents mortels sur les routes bidirectionnelles hors agglomération impliquent un conducteur en excès de vitesse.

Depuis 2003, a été déployé un large dispositif de radars de contrôle de vitesse en France. Viallon et Laumon (2013) ont montré que cette politique a permis de faire baisser fortement les grands excès de vitesse. Blais et Carnis (2015) ont montré qu'elle avait permis une diminution de 27 % de décès pour 100 000 habitants, soit un total de 20 040 vies sauvées sur la période 2002-2010.

Cependant, Viallon et Laumon (2013) ont mis en évidence un impact plus faible du dispositif sur les excès de vitesse de moins de 10 km/h (faible niveau). Ils estiment, selon le modèle de puissance qu'ils ont déployé, que la fraction des accidents mortels liés à la vitesse attribuable à ces excès de vitesse est passée de 16% en 2001 à 46% en 2010.

Autrement dit, le déploiement des radars de contrôle de vitesse en France a permis de diminuer les grands excès de vitesse. **Les plus faibles excès de vitesse de moins de 10 km/h perdurent et pèsent un poids important dans la part des accidents mortels.**

2.3 - Acceptabilité et acceptation d'une limitation de vitesse

Lorsqu'une politique publique est annoncée puis mise en œuvre, il existe différentes phases pour que la population s'en saisisse. La première concerne l'acceptabilité qui renvoie à l'étude d'une politique publique avant sa mise en place, tandis que son acceptation porte sur la perception de cette politique une fois qu'elle est effective, une fois que les usagers y ont été confrontés.

De nombreuses études ont porté sur l'acceptabilité des limitations de vitesse et montrent que différents éléments ont un impact. En premier lieu, les caractéristiques des conducteurs influent : ceux ayant un score élevé sur l'échelle de "recherche de sensations" (Zuckerman, 1979) sont ceux ayant une forte

appétence pour la vitesse (Sartre, 2004). Cette caractéristique intra-individuelle est liée à l'âge des répondants. Ainsi, les jeunes conducteurs ont tendance à davantage rechercher les sensations fortes au volant (Delhomme et al., 2012). En revanche, les femmes trouvent moins acceptable que les hommes le fait de dépasser la limitation de vitesse et cela quel que soit le réseau ou le pays de résidence (Granié et al., 2020).

La littérature s'intéressant au respect des limitations de vitesse porte souvent sur un des volets de l'acceptabilité ou de l'acceptation de la mesure et apporte de nombreux enseignements.

Selon une étude néerlandaise, sur une route limitée à 80 km/h, les conducteurs déclarent rouler 8 km/h au-dessus de la limitation de vitesse (Goldenberg et Van Schagen, 2007). Un tel dépassement de la limitation de vitesse est conforme à d'autres recherches montrant **que les répondants ont tendance à rouler 10% au-dessus de la limitation**, que celle-ci soit de 60 km/h ou de 100 km/h (Fleiter et Watson, 2005).

Un dépassement de la limitation de vitesse de l'ordre de 10% n'est pas considéré comme un comportement à risque par beaucoup d'usagers. Ainsi, plusieurs recherches démontrent que tant que les conducteurs se sentent à l'aise et pensent maîtriser leur véhicule, ils ne considèrent pas que dépasser la limitation de vitesse soit dangereux ou moralement répréhensible (Corbett, 2001). Ainsi, les usagers ont tendance à sous-estimer ou ne pas tenir compte du risque lié aux vitesses élevées (Kanellaidis et al., 2000). Des données plus récentes, montrent que 66,8 % des usagers de véhicules légers français pensent que dépasser les limitations de vitesse augmente le risque d'accidents contre 74,8 % des conducteurs européens (ESRA, 2018). De plus, toujours selon la même étude internationale, 12,6 % des conducteurs français trouvent acceptables « pour eux » de dépasser la limitation de vitesse sur les routes hors agglomérations à l'exclusion des autoroutes et des 2X2 voies contre 10,6 % des conducteurs européens (ESRA, 2018).

Les normes (notamment les normes descriptives) semblent également jouer un rôle sur les vitesses pratiquées, plus précisément les vitesses pratiquées par les autres conducteurs. Ainsi, **un conducteur qui pense que les conducteurs qu'il observe sur la route ne respectent pas la limitation de vitesse aura plus tendance à ne pas lui-même respecter une telle limitation de vitesse** (Haglung et Aberg, 2000). Dans le même ordre d'idée, les conducteurs suédois déclarent qu'il est plus important de conduire comme les autres plutôt que de respecter la limitation de vitesse (Aberg, 1997). Il existerait un lien entre la tendance des conducteurs français à rouler vite quand ils sont pressés et le fait que ces mêmes conducteurs pensent que les autres conducteurs ont le même comportement (Cestac et al., 2018).

Toutefois d'autres motivations sont mises en avant telles que gagner du temps et par conséquent arriver plus tôt à destination (pour 32% des conducteurs) ou en tout cas ne pas arriver en retard (57% des répondants de la recherche) (Rowland et McLeod, 2017). **Ainsi les conducteurs ont tendance à surestimer le temps gagné lorsqu'ils roulent vite** (Peer et Solomon, 2012).

En revanche, **un impact positif en termes de réduction du nombre d'accidents mais également de leur gravité semble être un argument convaincant pour respecter la limitation** (Mc Guffie et Span, 2009). Par contre, si les conducteurs pensent que la vitesse peut générer des nuisances sonores et avoir un impact négatif sur l'environnement, ces éléments n'ont que très peu d'impact sur leur décision de rouler plus ou moins vite (Elvik, 2010).

Certaines des normes légales peuvent être considérées comme arbitraires, et ne répondant pas à un besoin, en tout cas du point de vue des usagers, en termes de sécurité routière. Dans certaines situations, cette règle n'étant pas considérée comme légitime, n'est pas internalisée et seule la peur de la sanction fait que les usagers la respectent. Ainsi, concernant les limitations de vitesse, le respect de la limitation de vitesse à 50km/h est considérée comme une règle « perverse » alors que l'interdiction de la conduite en état d'ébriété semble légitime (Havârneau & Golita, 2010 in Granié, 2016).

2.4 - Les effets d'une limitation de vitesse sur l'environnement

L'évolution des vitesses pratiquées peut avoir des effets sur les émissions de polluants et sur les nuisances sonores. En termes de polluants, sont distingués les polluants ayant des impacts à l'échelle de la planète comme les gaz à effet de serre (CO₂ et HFC notamment) qui contribuent au réchauffement climatique, et ceux ayant des impacts locaux et régionaux sur l'environnement (altération des écosystèmes, des matériaux) et la santé (altération de la fonction respiratoire, cancers, etc.).

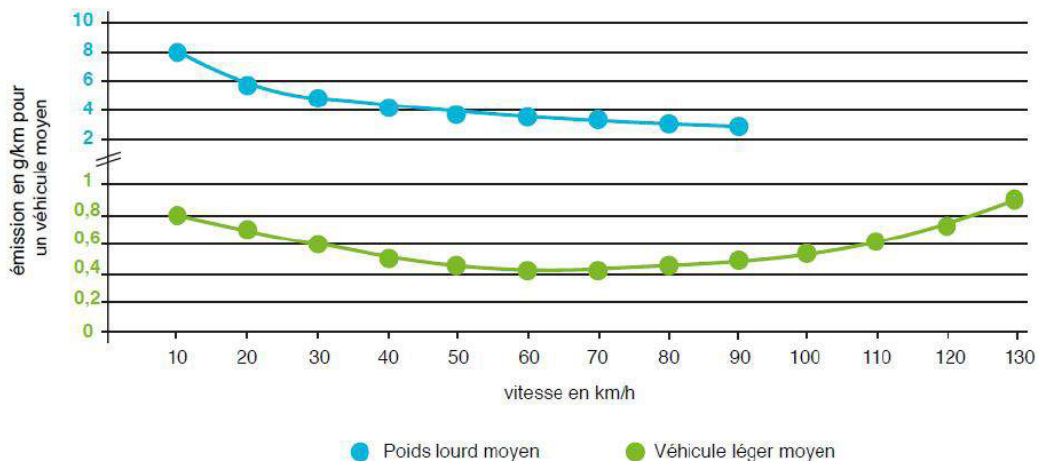
Une synthèse bibliographique de l'ADEME (2014) montre que, pour un abaissement de la vitesse maximale autorisée à 70 km/h au lieu de 90 km/h, les émissions de gaz à effet de serre (comme le CO₂) estimées à partir de méthodes microscopiques diminuent de 4 %. Le nombre d'études réalisées pour montrer l'impact de l'abaissement des vitesses sur les émissions de CO₂ est faible et les résultats montrent des différences selon les types de modèles utilisés.

Cette synthèse de l'ADEME (2014) met également en évidence **une réduction des émissions/concentrations des polluants locaux et régionaux avec la diminution de vitesse**, dans la mesure où celle-ci ne descend pas en deçà de 80 km/h.

Les vitesses comprises entre 70 km/h et 90 km/h correspondent aux niveaux d'émissions optimales (les plus faibles) pour les oxydes d'azote et les particules notamment, la variation des émissions à ces vitesses étant très faible voire nulle.

L'illustration 3 montre bien le lien entre la vitesse des véhicules et les émissions d'oxydes d'azote (Nox) :

- Pour un PL : plus la vitesse du véhicule diminue (à partir de 90km/h), plus il émettra de Nox
- Pour un VL : plus la vitesse du véhicule diminue de 130km/h à 70km/h, moins il émettra de Nox.



Evolution des facteurs d'émissions d'oxydes d'azote en fonction de la vitesse et du véhicule, extrait du rapport : Réduction de vitesse et qualité de l'air - Etude relative à l'autoroute A9 au droit de Montpellier Air Languedoc Roussillon - Janvier 2012, étudié par l'ADEME

Illustration 3 : Evolution des facteurs d'émissions en fonction de la vitesse (source Air Languedoc Roussillon, 2012)

L'association régionale de surveillance de la qualité de l'air en Auvergne-Rhône-Alpes (Atmo ARA, 2018) montre dans son évaluation de la limitation de vitesse maximale autorisée de 90 à 80 km/h (illustration 4) :

- (i) une diminution systématique des émissions de polluants, la valeur de la baisse variant avec la proportion des poids lourds, pour lesquels la limitation de vitesse est inchangée ;

- (ii) une diminution plus importante pour le dioxyde d'azote et les particules PM_{2,5} (jusqu'à moins 7 %) pour les plus faibles taux de poids lourds ;
- (iii) des gains ne dépassant pas 3 % pour les émissions de CO₂.

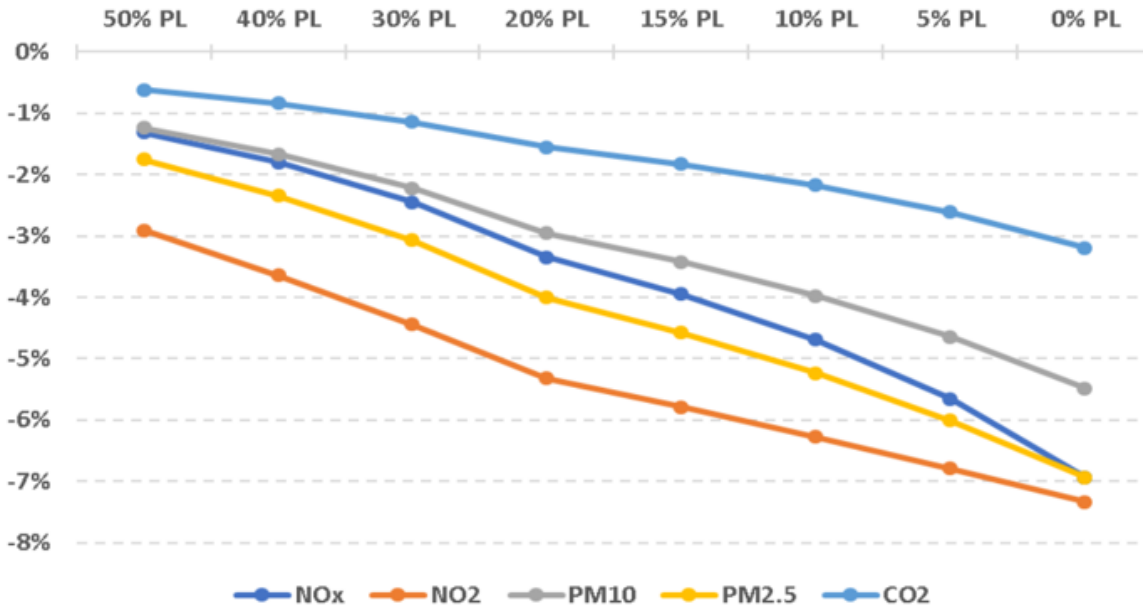


Illustration 4 : impact de la limitation de vitesse sur différents polluants en fonction du taux de poids lourds (Source : ATMO ARA, 2018)

De plus, la vitesse contribue également à l'émission sonore générée par une voie routière, et ce à l'instar d'autres facteurs (débit, taux de poids lourds, allure du flot, déclivité, interaction entre le pneumatique et la chaussée....). En effet, pour des vitesses de circulation supérieures à 50 km/h pour les véhicules légers et 70 km/h pour les poids lourds, le bruit émis par le contact entre le pneumatique et la chaussée (bruit de roulement) est considéré comme la source de bruit prédominante du véhicule.

En première approche, le niveau de bruit émis par un véhicule varie proportionnellement en fonction du logarithme de la vitesse (augmentation approximative # 20 log v).

Le diagramme de l'illustration 5 présente la variation des niveaux de bruit maximum au passage d'un véhicule exprimée en dB(A) en fonction de la vitesse. Lorsque la vitesse pratiquée passe de 90 à 70 km/h, ces abaques d'émissions montrent une atténuation globale du bruit émis par le véhicule, de l'ordre de 2 décibels.

Toutes choses étant égales par ailleurs, **le passage d'une vitesse maximale autorisée de 90 km/h à 80 km/h conduit à une diminution théorique de cette émission de l'ordre d'un 1 dB(A)**. Cette diminution théorique est calculée à partir de l'indicateur V80, indicateur utilisé en acoustique, qui caractérise la vitesse dépassée par 80 % des véhicules.

D'un point de vue physiologique, une telle diminution n'est pas perceptible par l'oreille humaine, qui commence à détecter une variation de niveau sonore à partir de 2 dB(A) (Setra, Certu, 2001). Ce seuil de 2 dB(A) est repris par la réglementation française pour expliciter la notion de modification significative d'une infrastructure routière ou ferroviaire existante.

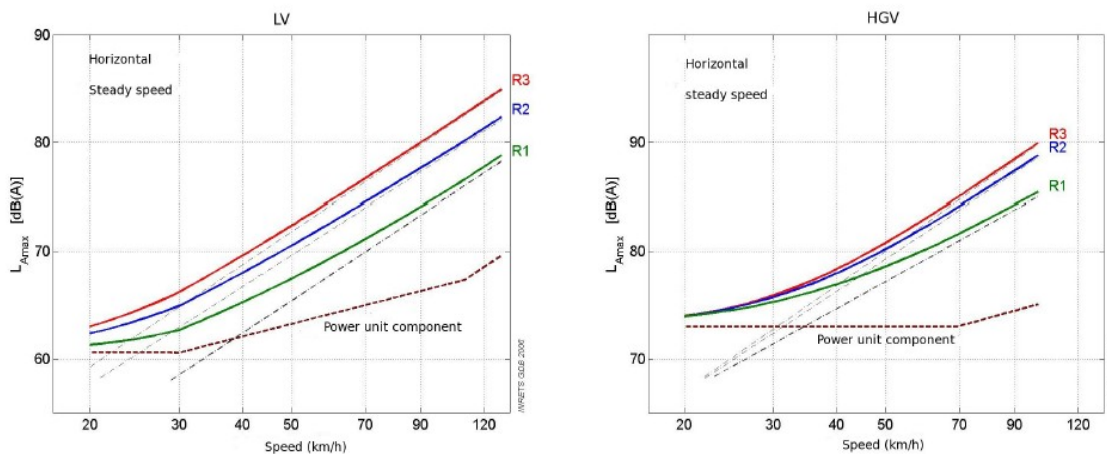


Illustration 5 : valeurs d'émission sonore (L_{Amax}) d'un véhicule léger (diagramme de gauche) et d'un poids lourd (diagramme de droite) en fonction de la vitesse (Source : SETRA, 2009)

Selon l'ADEME (2018), une synthèse bibliographique d'études de cas confirme, sur le terrain, cette réduction généralement faible des émissions sonores avec la diminution des vitesses. Cette baisse varie de 0,2 à 3 dB(A) et tend à être plus significative pour des vitesses initiales comprises entre 50 et 90 km/h (1 à 1,5 dB(A)) par rapport à celles entre 90 et 130 km/h (0,7 à 1 dB(A)).

Par exemple, l'étude conduite par BruitParif (2014) sur l'impact du passage de 80 à 70 km/h sur le boulevard périphérique parisien en 2014 a conduit à une baisse moyenne de 0,5 dB(A) de jour et 1,2 dB(A) de nuit sur 3 stations mesurées. Dans le cas de la rocade de Rennes (limitation de 110 à 90 et de 90 à 70 km/h), les mesures réalisées sur 5 points en 2015/2016 montrent des écarts compris entre -1 et +1 dB(A). Ils se situent à des valeurs inférieures à l'incertitude des mesures.

La variation du niveau sonore dépend également du parc automobile. En effet, à vitesse égale, la diminution sonore moins importante sur les véhicules lourds couvre la baisse attendue sur les véhicules légers. Ainsi, une proportion importante de poids lourds peut masquer tout le bénéfice de la réduction de vitesse sur les véhicules légers (ADEME, 2018).

2.5 - L'analyse économique des politiques de sécurité routière

Le bilan socio-économique des projets d'infrastructures est encadré par l'instruction du gouvernement du 16 juin 2014. Il consiste à déterminer la rentabilité économique du projet pour la collectivité, c'est-à-dire comparer les avantages créés (gains de temps, de sécurité, diminution de la pollution atmosphérique...) et les externalités négatives provoquées (bruit, coupures urbaines...).

Les méthodes d'évaluation socio-économique des projets d'infrastructures de transports ont fait l'objet, depuis les années 1950 de nombreuses recherches, portant notamment sur la valorisation des différents coûts et avantages liés aux infrastructures de transport ou sur l'amélioration des différents modèles de prévision du trafic. Avant d'être mises en œuvre, elles sont validées par un comité de suivi scientifique national.

Des dispositions officielles ont attribué une valorisation monétaire dite « valeur de référence ou valeur tutélaire » qui permet la monétarisation des effets non marchands et des externalités.

Le développement d'une approche économique des enjeux de sécurité routière reste toutefois peu pratiqué en France, alors qu'il ouvrirait des perspectives pour l'évaluation des politiques publiques et permettrait de mieux saisir les enjeux autour du calcul économique (Carnis et Mignot, 2012).

Longtemps, l'économie de la sécurité routière s'est ainsi réduite à une évaluation qualitative et quantitative des coûts en jeu dans la sécurité routière (Le Net, 1992 ; Boiteux et al., 1994 ; Quinet, 2000 ; Boiteux et Baumstark, 2001 ; Circulaires et instructions ministérielles dont celle de 2019). À l'exception de quelques travaux réalisés pour la plupart au sein de l'Ifsttar (par exemple Jaeger, 1997 ; Carnis, 2001 ; Dahchour, 2002 ; Lahatte et al., 2007), l'essentiel des travaux en matière d'économie de la sécurité routière réalisés en France jusque récemment ont porté sur le dénombrement du nombre de tués et de blessés et sur la valorisation de la vie humaine et des blessés (graves ou légers) afin d'intégrer cette dimension dans les analyses de rentabilité des infrastructures de transport. Il s'agit d'une approche en termes de calcul économétrique appliqué notamment à la rentabilité économique des projets d'infrastructures (Maurice et Crozet, 2007). Depuis 2017, le projet VASEM (valorisation socio-économique de la morbidité routière – projet Ifsttar soutenu par la Délégation à la sécurité Routière) a pour objectif d'améliorer la connaissance du coût de la morbidité routière en étudiant de nouvelles estimations de certaines composantes des coûts des accidents.

Sur ces bases méthodologiques, plusieurs analyses économiques de mesures de sécurité routière ont été proposées. Ainsi, l'analyse économique a été mobilisée pour l'évaluation économique du Contrôle sanction automatisé (Cameron et Delaney, 2010) ou pour en poser les bases pour la France (Carnis, 2010). Ces travaux comparent le coût de déploiement et les avantages en matière de sécurité mais ne prennent pas en compte la valorisation du temps perdu par les usagers. Ainsi, si l'évaluation de l'impact du contrôle sanction automatisée a été faite en France (ONISR, 2006), elle ne porte toutefois que sur l'impact en matière d'accidentologie et ne vise pas une évaluation économique globale du système.

L'analyse économique est également mise au service de l'évaluation des systèmes embarqués, que ce soit en France avec l'évaluation de l'acceptabilité économique des systèmes développés au sein du projet Sari (Surveillance automatisée des routes pour l'information des conducteurs et des gestionnaires) (Deregnacourt, 2008), ou en Allemagne avec une évaluation et une comparaison de différents systèmes embarqués d'aide à la conduite, comme par exemples le contrôle électronique de stabilité ou l'alerte de dépassement de vitesse (Baum et al., 2010).

Par ailleurs, dans l'évaluation de l'impact socio-économique de l'interdiction du téléphone au volant (Ifsttar, Inserm, 2011), les auteurs montrent que dans tous les travaux de référence, les incertitudes et les biais sont nombreux et que les résultats doivent être pris avec précaution, tout en pointant l'importance du choix des valeurs tutélaires retenues qui reflètent les priorités accordées à une question par les autorités.

Enfin, en France, en 2018, le Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES) a évalué les effets de différents scénarios de réduction des vitesses maximales autorisées des véhicules légers, et selon le type de réseau : autoroutier, urbain, national, départemental (CGDD, 2018).

Ces travaux s'appuient sur une analyse économétrique du lien entre vitesse pratiquée et accidentalité en France et sur l'utilisation du modèle de trafic « MODEV⁵ » développé par le MTES. Les effets positifs de réduction de l'accidentalité sont mis en regard des pertes de temps de trajet. L'étude montre que la rentabilité socio-économique de la plupart des scénarios testés est négative. **Seul l'abaissement de la vitesse maximale autorisée de 10km/h sur le réseau routier national et départemental de chaussées uniques bidirectionnelles présente un bilan positif de l'ordre de 230 M€ dû essentiellement à la réduction de l'accidentalité.** Les auteurs concluent que : « l'éclairage apporté par des mises en œuvre concrètes semble néanmoins essentiel pour mieux apprécier la robustesse de ces résultats ». C'est dans ce cadre que se situe le présent rapport.

⁵MODEV : Modèle national des Flux de Transport

3 - Méthode d'évaluation

L'évaluation d'une politique publique, selon le décret n°98-1048 du 18 novembre 1998, a « pour objet d'apprécier l'efficacité de cette politique en comparant ses résultats aux objectifs assignés et aux moyens mis en œuvre » (Blanchard et Carnis, 2015).

La méthode d'évaluation déployée repose sur une analyse détaillée pour comprendre les effets de la mesure au regard de quatre thématiques : les vitesses pratiquées, l'accidentalité, l'acceptabilité / l'acceptation et les effets sociétaux.

Elle a cherché à vérifier l'atteinte des objectifs assignés à la mesure (rappelés en partie 1.2).

Elle a dû tenir compte de différentes contraintes pour proposer des moyens de réalisation respectant le calendrier de l'évaluation : disposer d'un rapport en juillet 2020.

La mesure s'applique à l'ensemble du réseau de routes bidirectionnelles sans séparateur central en France métropolitaine. Elle concerne donc un type de réseau dans sa globalité et rend difficile la comparaison directe à des sites témoins non directement impactés par la mesure. **Le principe d'une évaluation « avant » et « après » mise en œuvre de la mesure sur le réseau concerné a donc été acté.** Le reste du réseau routier français a été retenu comme groupe de contrôle, comme le précise la partie 3.2.6.

Pour la période « avant » mise en œuvre de la mesure, certaines thématiques ont pu recourir à des données historiques existantes, pour d'autres, elles ont dû être constituées. Comme cette mise en œuvre a été très rapide (moins de 6 mois après sa décision), il n'était pas envisageable pour des raisons de coût et de temporalité de procéder à leur reconstitution complète. **Un recueil adapté a donc été défini selon les données concernées.** Il est précisé pour chaque thématique, sachant que les périodes « avant » peuvent être différentes selon chacune.

Pour la période « après » mise en œuvre de la mesure, la pandémie Covid19 a complètement bouleversé les mobilités du premier semestre 2020. Elle a empêché le recueil des données vitesses de début d'année. **Il a été donc retenu le principe de conduire l'évaluation sur les 18 mois après la mise en œuvre de la mesure (juillet 2018 – décembre 2019).** Quand des données étaient disponibles sur début 2020, elles ont été fournies.

Par ailleurs, comme évoqué dans la partie *Contexte et objectifs de la mesure 80 km/h*, la période d'évaluation depuis juillet 2018 a été marquée par différents phénomènes (mise en œuvre des mesures du CISR de janvier 2018, médiatisation très forte du sujet 80 km/h, mouvement social des « gilets jaunes »...). Comme pour toute évaluation, il n'est pas possible de faire la part de ce qui est dû spécifiquement à l'abaissement de la vitesse autorisée. Cependant la comparaison avec un groupe témoin, ou la référence à des données connexes a pu permettre de voir l'évolution liée à la mesure.

3.1 - Les vitesses pratiquées : un observatoire dédié

Il n'existait pas de données historiques des vitesses pratiquées en France permettant de constituer une référence satisfaisante pour réaliser l'évaluation. En effet, l'observatoire national des vitesses de l'ONISR délivre des indicateurs agrégés annuels qui ne permet pas la mise en évidence de phénomène de rupture et le suivi mensuel d'indicateurs sites par sites. De même, l'accès à des mesures de vitesses historiques délivrées par les systèmes de recueil de données de trafic n'apparaissait pas adapté pour plusieurs raisons : multiplicité d'acteurs rendant difficile l'agrégation des données, absence de procédure qualité, difficulté à qualifier des sites de mesures adaptés, contrainte temporelle incompatible avec la mise en œuvre de la mesure VMA80.

Le Cerema a donc mis en œuvre un observatoire des vitesses afin d'évaluer l'impact de l'abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h sur les vitesses pratiquées par les conducteurs (dénommé ci-dessous observatoire VMA80).

Cet observatoire VMA80 doit répondre à différents critères :

- permettre le suivi d'indicateurs dans la durée (au moins 2 ans),
- permettre de discriminer les types de véhicules et les catégories de routes concernées,
- maîtriser la chaîne de recueil de données pour garantir la nature et la qualité des données.

Il comporte une quarantaine de sites de mesure sur des routes bidirectionnelles à deux voies de circulation, répartis en France métropolitaine (illustration 6). Ils ont été sélectionnés pour leur neutralité en termes d'infrastructure c'est-à-dire pour que les usagers puissent circuler à la vitesse qu'ils souhaitent.

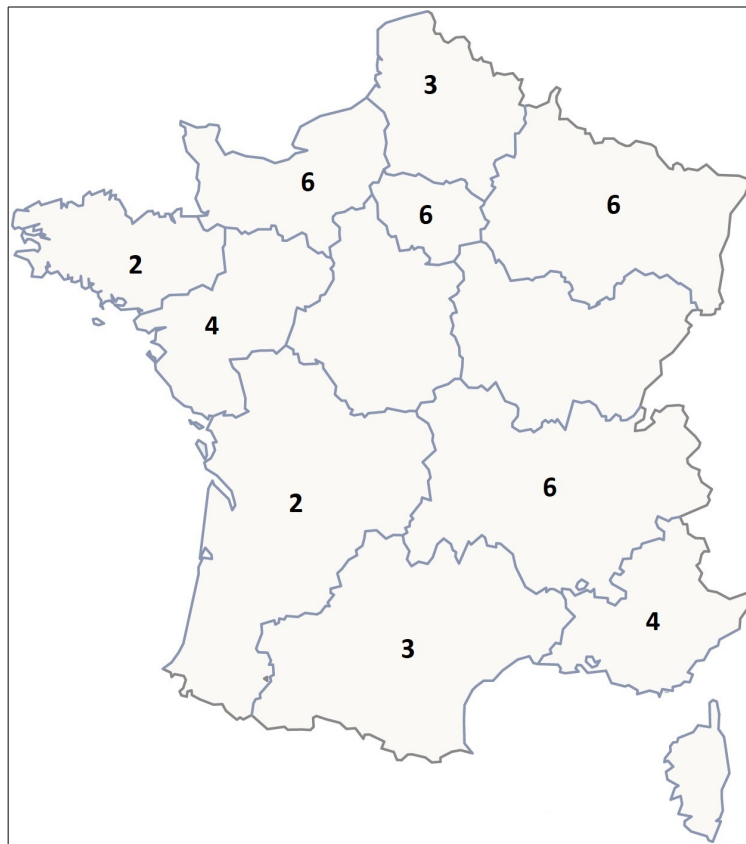


Illustration 6 : Cartographie d'implantation des points de mesure de l'observatoire des vitesses selon les régions françaises (source : Cerema)

La méthodologie retenue par le Cerema vise à étudier l'évolution du comportement des conducteurs. Ainsi, l'observatoire mis en œuvre ne prétend pas être représentatif de la vitesse pratiquée sur l'ensemble des routes françaises limitées à 80 km/h. Cependant, les choix techniques réalisés et la gestion de l'observatoire garantissent la qualité des mesures récoltées et la robustesse des indicateurs.

L'observatoire recueille en continu les données de vitesse de tous les usagers circulant sur les sites concernés. L'observatoire permet de discriminer les véhicules légers et les poids lourds. Il ne permet pas d'identifier les deux-roues motorisés (2RM). Cependant, lorsqu'ils sont détectés dans l'observatoire, les 2RM sont affectés à la catégorie des véhicules légers.

Les temps inter-véhiculaires (TIV) sont aussi relevés afin d'identifier les interactions entre véhicules. Ainsi, les véhicules sont dits "libres" lorsque leur vitesse n'est pas contrainte par le véhicule qui les

précède. Les véhicules sont « libres » lorsque le TIV est supérieur à 5 secondes selon Aron et Durrande (2000) et OECD (2018). Cela permet de distinguer différentes populations pour l'analyse des indicateurs, notamment l'ensemble des véhicules, les véhicules légers, les véhicules légers libres, les poids lourds.

L'observatoire ne procède pas par échantillonnage. Des vérifications sont faites régulièrement pour veiller à la qualité et à la continuité du recueil de données. Ainsi l'incertitude de mesure de la vitesse moyenne en chaque point est inférieure à 1 %.

Les indicateurs suivis dans la durée (au moins 2 ans) sont :

- la vitesse moyenne,
- la distribution des vitesses individuelles et percentiles (V15 et V85) :
 - la vitesse V15 des véhicules légers correspond au 15^{ème} percentile de la distribution des vitesses et caractérise la vitesse des véhicules les plus lents,
 - la vitesse V85 correspond au 85^{ème} percentile et caractérise la vitesse des véhicules les plus rapides.
- le dépassement de seuils de vitesse par rapport à la vitesse maximale autorisée.

Cet observatoire a été mis en œuvre en juin 2018. Les données obtenues en juin 2018 représentent la période « avant » la mise en œuvre de la mesure. Celles de juillet 2018 à décembre 2019 représentent la période « après ».

Cette courte durée « avant » peut constituer une limite de l'observatoire mis en œuvre. C'est pourquoi des sources de données complémentaires ont été recherchées pour renforcer l'analyse. Par exemple, les données annuelles de l'observatoire de l'ONISR ont été utilisées pour conforter les tendances d'évolution des vitesses moyennes pratiquées.

3.2 - L'accidentalité : des calages méthodologiques indispensables

3.2.1 - Le BAAC source des données

Les données d'accidents sont issues du Bulletin d'Analyses d'Accidents Corporels de la Circulation (BAAC). Ces fichiers sont saisis par les forces de l'ordre pour tout accident de la circulation survenu sur une voie ouverte à la circulation publique, impliquant au moins un véhicule et ayant entraîné au moins un blessé. La consolidation du fichier est assurée par les observatoires locaux de sécurité routière et l'ONISR avec l'appui du Cerema.

Après un long processus de vérification détaillée, les données sont validées et publiées par l'ONISR dans les bases officielles des accidents corporels consolidées. Ainsi, les données validées de 2018 sont officielles depuis le 29 mai 2019, celles de 2019 depuis le 15 mai 2020.

Ce sont ces données officielles qui ont été utilisées pour la présente évaluation sur l'ensemble de la période 2013-2019.

Les traitements ont été effectués à partir de TRAxY, le nouveau système d'information de l'ONISR, et de son outil d'analyse SAP-BI.

3.2.2 - Définition du réseau « considéré » par l'évaluation

L'évaluation de l'accidentalité devrait porter sur le réseau concerné par la mesure en France métropolitaine.

Pour ce faire, le périmètre d'étude a été défini selon les caractéristiques de localisation dans le BAAC, à partir des variables « hors agglomération » et « hors autoroute ». Il ne concerne que le réseau en France métropolitaine. Un accident est pris en compte au titre de ce réseau si au moins un des véhicules impliqués circule sur une route non autoroutière hors agglomération. Ainsi, un accident à l'intersection entre une bretelle autoroutière et une route bidirectionnelle hors agglomération est pris en compte.

Il aurait fallu ensuite, en toute rigueur, limiter ce réseau en excluant :

- les sections où sont implantées des limites de vitesses particulières : traversée de lieux dits hors agglomération, virage dangereux, approches d'agglomérations à 70km/h ou de giratoire, etc. ;

Cela n'a pas été possible car le BAAC ne comporte pas les vitesses maximales autorisées des voiries sur lesquelles circulaient les usagers. Il n'est pas possible de les reconstituer vu la masse d'accidents concernés (1 915 tués pour l'année 2017, par exemple et près de 15 000 accidents annuels).

- les sections à 2x2 voies non autoroutières.

Là encore, cela n'a pas pu être fait. En effet, il n'est pas possible de distinguer de façon fiable le régime de circulation des voies (sens unique ou bidirectionnelle) ni le nombre de voies. Le renseignement de ces champs dans le BAAC a fait l'objet d'une évolution importante conduisant à une amélioration très significative à partir de 2017, mais ne permettant pas la comparaison avec les années antérieures.

Il est estimé que de telles sections regroupent 10% de la mortalité du réseau total.

En conséquence, le réseau « hors agglomération » et « hors autoroute », ainsi défini sera désigné par la suite par le vocable **réseau considéré**, par opposition au reste du réseau routier en France métropolitaine.

3.2.3 - Un indicateur principal : le nombre de personnes tuées

L'indicateur principal de l'évaluation est le nombre de personnes tuées sur le réseau considéré, qui est labellisé par l'Autorité de la Statistique Publique (ASP).

Des indicateurs complémentaires sont aussi utilisés :

- le nombre d'accidents corporels,
- le nombre de blessés.

Ces indicateurs permettront de calculer le taux de tués et de victimes pour 100 accidents corporels.

Il aurait été utile de distinguer, parmi les blessés, les blessés hospitalisés (c'est-à-dire ceux qui sont hospitalisés plus de 30 jours) des blessés légers (qui ne sont pas hospitalisés ou hospitalisés moins de 24 heures). Ceci est particulièrement vrai pour le volet socio-économique.

Cette information figure dans le BAAC, mais depuis fin 2017 et pour une raison qu'il n'a pas été encore possible d'éclaircir, la part relative des blessés hospitalisés (BH) et des blessés légers (BL) a brusquement changé, et dans des proportions telles qu'elles ne peuvent s'expliquer par des phénomènes lents et modérés qui pourraient être avancés comme l'amélioration de la sécurité des véhicules ou le changement d'une politique de santé. Plus vraisemblablement, cette évolution est due à des changements dans la saisie des données ou dans leur interprétation logicielle.

C'est pourquoi les données BH et BL ne sont pas labellisées par l'ASP. Et c'est pourquoi aussi le taux BH/BL de 2017 sera utilisé comme référence pour le volet socio-économique.

3.2.4 - Choix de la période de référence : 2013-2017

Le choix de la période des années de référence, période qui doit servir au calcul de la moyenne à laquelle sont comparées les données « après » la mise en œuvre de la mesure, a été opéré suite une analyse d'une longue période de données depuis 2010.

Il s'agissait de choisir une période :

- suffisamment étendue pour s'abstraire des variations liées au caractère aléatoire de la survenance des accidents ; classiquement, les études de sécurité routière prennent pour référence une période minimale de cinq ans,
- qui permette de s'abstraire de tendances d'évolution éventuellement brutales qui viendraient affecter la moyenne.

Pour ce faire, l'ensemble de la chronologie des données d'accidents corporels et des tués a été examinée sur la période de janvier 2010 à juin 2018 (voir l'illustration 7).

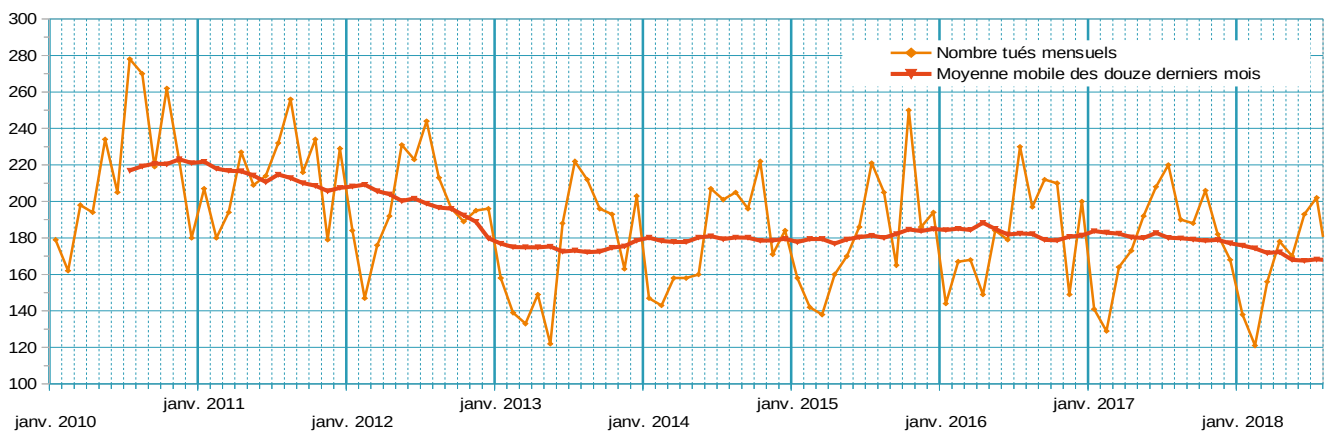


Illustration 7 : Données mensuelles du nombre de tués de janvier 2010 à juin 2018 sur le réseau concerné
(Source des données : base officielle ONISR)

L'évolution annuelle du nombre de tués sur le réseau considéré, illustrée par la moyenne mobile des douze derniers mois pour un mois donné, montre une baisse de 2010 à 2013, suivie d'une stagnation voire une légère augmentation jusqu'à fin 2017. La période 2013-2017 apparaît donc comme stable et sans rupture en ce qui concerne le nombre de tués sur le réseau considéré. Elle ne risque pas d'introduire de phénomène de régression vers la moyenne dans l'évaluation de la période « après » mise en œuvre de la mesure.

La période 2013-2017 a donc été retenue comme période de référence « avant » la mise en œuvre de la mesure pour l'analyse de l'accidentalité.

3.2.5 - Désaisonnaliser les données d'accidents pour les rendre comparables

L'examen des courbes des données d'accident (par exemple, illustration 7) montre qu'elles sont affectées d'un phénomène de saisonnalité : régulièrement reviennent des maxima qui montrent que certains mois sont régulièrement plus accidentogènes que d'autres. Plus généralement, les seconds semestres sont plus défavorables au bilan des accidents que les premiers semestres.

Il ressort aussi que le phénomène de saisonnalité est compensé sur une année complète.

Ainsi, si l'on veut valablement comparer des données :

- soit on compare un mois de données avec des mois identiques de plusieurs années précédentes (idem pour un trimestre ou un semestre donné),
- soit on compare une période multiple de douze mois avec une autre période multiple de douze mois. En effet, toute période multiple de douze mois comporte tous les mois de l'année.

En revanche, la comparaison d'un mois avec le mois précédent ne porte aucun enseignement. De même, la comparaison d'un mois avec un mois différent d'une année précédente, ou la comparaison d'un premier semestre avec un second semestre n'a pas de sens.

L'évaluation de la mesure 80 km/h porte sur la comparaison des 18 mois suivant sa mise en œuvre (juillet 2018 – décembre 2019) avec la période de référence 2013-2017, comme expliqué en introduction de ce chapitre. La période d'évaluation comporte donc deux seconds semestres et un seul premier semestre. Il n'est pas possible, comme expliqué précédemment, de sommer simplement ces semestres pour les comparer à une référence.

Il est nécessaire d'avoir recours à une méthode appelée désaisonnalisation qui consiste à corriger les données pour les rendre comparables (voir l'explication complète en annexe 5).

Le principe de la désaisonnalisation consiste à interpréter la série chronologique comme un phénomène résultant de la composition de plusieurs phénomènes :

- Une **composante tendancielle**, appelée aussi tendance ou *trend*. C'est un effet à long terme, résultante de la totalité des effets permanents auxquels est soumise la série. C'est pour simplifier le comportement moyen de la série.

Pour l'évaluation de la mesure 80 km/h, la tendance adoptée est la moyenne centrée mobile sur 12 mois, donc dépourvue de phénomène de saisonnalité,

- Une **composante saisonnière**, ou cyclique. Ce sont des effets se reproduisant dans le temps à une période fixe. Il peut y avoir plusieurs effets saisonniers, chacun ayant sa période propre,
- Une **composante résiduelle**, traduisant des effets aléatoires.

A été choisie ici une désaisonnalisation additive, qui a l'avantage de conserver strictement par construction les sommes de mois égales à la période de 12 mois, par exemple les bilans annuels. Cette décomposition peut être résumée par :

$$X_m = ZX_m + SX_m + rX_m$$

où : X_m (Acc, Tués, BG, BL) est la valeur de la variable au mois m

ZX_m est la tendance au mois m

SX_m est le coefficient saisonnier au mois m

rX_m est la composante résiduelle au mois m

Grâce à la désaisonnalisation, il est possible notamment d'analyser, de décrire et d'expliquer la chronologie des événements survenus dans le passé en, s'affranchissant des aléas saisonniers.

3.2.6 - Évaluation de l'impact de la mesure sur l'accidentalité : calcul de l'odds-ratio

Pour estimer le gain éventuel de vies assigné à la mesure, il convient de tenir compte de différents facteurs dont la régression vers la moyenne, les tendances d'évolution de long terme et les modifications exogènes comme l'évolution du trafic. Le calcul de l'odds-ratio permet de prendre en compte ces facteurs (Hauer, 1997).

L'analyse des données mensuelles d'accidents (illustration 7) a montré que la période de référence retenue était stable et sans rupture et ne risquait pas d'introduire de phénomène de régression vers la moyenne dans l'évaluation.

Pour la définition du groupe de contrôle, la mesure 80 km/h s'applique à l'ensemble du réseau de routes bidirectionnelles sans séparateur central de la France métropolitaine. Elle concerne donc un type de réseau dans sa globalité et rend difficile la comparaison à des groupes témoins non directement impactés par la mesure. Il a donc été acté d'utiliser le périmètre « **reste du réseau** » **France métropolitaine, hors réseau considéré, comme groupe de contrôle**. Ce principe a déjà été retenu dans des comparaisons avant-après de projets pour estimer l'impact sur la sécurité routière (Elvik et al., 2017).

Par ailleurs, il n'est pas possible de connaître finement le trafic sur le réseau considéré. La donnée n'existe pas de façon complète et fiable. Des comptages permanents existent sur certains réseaux. Cependant ils ne sont pas exhaustifs et étant gérés par différentes autorités (État, conseils départementaux...), les systèmes de recueil de données sont disparates et rendent leur agrégation impossible. De plus, vu l'étendue du réseau impacté (plus de 400 000 km), il n'était pas possible de procéder à des comptages ponctuels pour reconstituer la donnée.

La comparaison entre le réseau considéré et le groupe de contrôle peut se faire à partir de la formule suivante, qui permet d'avoir une approche de l'impact estimé de la mesure.

Étant entendu que (Hauer, 1997 ; Elvik et al., 2017) :

- K = nombre de tués avant la mesure sur le réseau considéré
- L = nombre de tués après la mesure sur le réseau considéré
- M = nombre de tués avant la mesure sur le reste du réseau (groupe de contrôle)
- N = nombre de tués après la mesure sur le reste du réseau (groupe de contrôle)
- $w = (N/M) \times K$

L'odds-ratio est donné par la formule : Odds-ratio (OR) = $[(L/K)/(N/M)] / (1 + 1/K + 1/M + 1/N)$

Et l'estimation de l'erreur par $E = (OR) \times \sqrt{(\frac{1}{K} + \frac{1}{w} + \frac{1}{M} + \frac{1}{N}) / (1 + \frac{1}{w})}$

Le calcul de l'odds-ratio donne le pourcentage d'évolution de l'accidentalité sur le réseau considéré par rapport au reste du réseau en France métropolitaine.

3.3 - Acceptabilité / Acceptation de la mesure à partir d'enquêtes

Comme il l'a été rappelé en 2.3, l'acceptabilité renvoie à l'étude d'une politique publique avant sa mise en place tandis que l'acceptation porte sur la perception de la politique publique considérée une fois qu'elle est effective, une fois que les usagers y ont été confrontés.

L'objectif de ce volet est donc d'analyser l'acceptabilité puis l'acceptation des usagers vis-à-vis de la mesure selon différentes dimensions étudiées et selon les caractéristiques des répondants : mode de transport principal, classes d'âge, catégories socio-professionnelles, milieux de résidence (urbain, rural, semi-urbain...). Il s'agit également d'étudier l'évolution de cette acceptation au cours des deux années de l'évaluation.

Pour ce faire, un questionnaire a été diffusé par un institut de sondage auprès d'un large échantillon de conducteurs représentatif de la population française. Il intègre les différentes dimensions de l'acceptabilité / acceptation de la mesure notamment son efficacité et son utilité perçues, son équité, son impact sur les comportements et l'attitude générale des répondants.

Trois vagues d'enquête ont été réalisées sur la période d'étude :

- du 24 avril au 2 mai 2018 soit « avant » la mise en œuvre de la mesure, auprès de 5 310 répondants âgés de 18 ans et plus (vague 1),
- « après » la mise en œuvre de la mesure :
 - du 7 au 14 mars 2019, auprès de 3 797 répondants âgés de 18 ans et plus (vague 2),
 - du 10 au 17 octobre 2019, auprès de 3 884 répondants âgés de 18 ans et plus (vague 3).

La 1ère vague d'enquête vise à étudier l' « acceptabilité », les 2^{ème} et 3^{ème} vagues, son « acceptation ».

Le panel de personnes interrogées a été choisi de façon à être représentatif de la population française et à être comparable entre les enquêtes. Il se compose de 47 % d'hommes, avec une moyenne d'âge se situant à 47 ans pour les deux premières vagues et 49 ans pour la troisième. Le principal mode de déplacement utilisé par les répondants sur le réseau concerné au cours des 6 derniers mois est la voiture. Près d'un quart de l'échantillon réside dans une zone rurale (23%) et 18 % dans une ville de moins de 20 000 habitants. L'annexe 9 présente les principales caractéristiques de ces panels.

Un biais pourrait venir du fait que les répondants ne sont pas les mêmes d'une vague à l'autre. S'assurer de la représentativité des échantillons selon certaines variables comme décrit ci-dessus apporte une première réponse. Cependant il est impossible de définir de façon exhaustive toutes les variables qui caractérisent un échantillon. Les tailles d'échantillon très importantes neutralisent ce biais.

Même si le questionnaire est construit selon un protocole scientifique basé sur la littérature scientifique, il peut demeurer des biais inhérents à toute politique publique notamment quand elle est fortement médiatisée. Ainsi les mouvements sociaux survenus pendant la période d'analyse et les informations diffusées par les médias sur la mesure, parfois contradictoires, peuvent avoir influencé les répondants. De même la possibilité offerte aux départements de remonter certains tronçons à 90 km/h a pu introduire de la confusion.

3.4 - L'analyse des effets sociétaux basée sur le référentiel d'évaluation des projets de transport

L'objectif de ce volet est de comprendre les effets sociétaux liés à la mesure d'abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles sans séparateur central. Il se nourrit fortement des volets précédents.

La mesure d'abaissement de la vitesse n'est pas un projet de transport *stricto sensu*, cependant son évaluation peut s'inspirer du cadre général pour l'évaluation des projets de transports, tel que présenté dans l'instruction gouvernementale du 16 juin 2014. Ce principe a été proposé par le Conseil d'État.

La méthodologie proposée s'inscrit donc dans le cadre du référentiel d'évaluation des projets de transport du MTES, comme dans l'évaluation *ex-ante* menée par le CGDD (2018).

3.4.1 - L'analyse de multiples effets : accidents, temps de parcours, environnement, acceptabilité

L'évaluation des projets de transports est obligatoire en France. Lorsque ce travail d'évaluation est conduit avant la décision de réalisation du projet, l'évaluation socio-économique permet de déterminer l'opportunité de réalisation du projet. Lorsqu'elle est réalisée après la mise en service d'un projet, l'évaluation socio-économique permet de mesurer l'atteinte des objectifs, et les écarts potentiels. Ainsi l'évaluation socio-économique *a priori* et *a posteriori* constitue un outil important d'aide à la décision publique et à la transparence de l'action publique.

L'évaluation de la mesure 80 km/h est atypique par rapport au référentiel. En effet, il ne s'agit pas de faire une analyse des effets prévisibles de cette mesure (évaluation *ex-ante*), ni de comparer et d'expliquer les écarts entre les effets prévus et observés (évaluation *ex-post*), mais d'analyser les effets constatés après sa mise en œuvre et de mesurer l'atteinte des objectifs principaux (évaluation chemin-faisant).

Cette évaluation est réalisée à partir de données mesurées. Elle s'appuie sur les analyses qualitatives et quantitatives des effets de l'abaissement à 80 km/h de la vitesse maximale autorisée et la réalisation du calcul socio-économique.

Plus précisément, il s'agit de développer les effets suivants :

- Une analyse quantitative de l'accidentalité ;
- Une analyse quantitative des temps de parcours ;
- Une analyse de la pollution de l'air et des nuisances sonores ;
- Une analyse de l'acceptabilité des usagers.

La note technique du 27 juin 2014, élaborée par la Direction Générale des Infrastructures de Transports et la Mer, précise que l'évaluation s'inscrit dans un processus progressif qui aide à l'élaboration du projet et en porte les effets prévisibles à la connaissance des personnes intéressées. L'analyse des effets du projet est donc adaptée à la phase à laquelle l'évaluation est réalisée. En ce sens, les principes de progressivité et de proportionnalité guident cette évaluation :

- principe de proportionnalité : le niveau de précision de l'évaluation dépend de l'importance des enjeux et des objectifs, de l'ampleur du projet et de ses effets envisageables ;
- principe de progressivité : le niveau d'évaluation est fonction de l'avancement du projet et du niveau de connaissance qui en découle.

3.4.2 - Le calcul socio-économique basé sur une comparaison 2017 / 2019

En application du référentiel d'évaluation français des projets de transports, un calcul socio-économique global permettant d'identifier et de comparer les avantages attendus et les inconvénients en résultant est réalisé.

Au regard de la littérature (voir la partie 2) et du cadre réglementaire du référentiel, les paramètres quantifiés sont les suivants :

- Gains de sécurité routière, liés à la diminution de l'accidentalité,
- Pertes liées à l'allongement des temps de parcours,
- Gains liés à la baisse de consommation de carburant et aux émissions de GES,
- Pertes liées au coût d'investissement de la mesure.

Ce calcul socio-économique est effectué en comparant les années pleines 2017 (« avant » la mise en œuvre de la mesure) et 2019 (« après » la mise en œuvre).

Certaines contraintes méthodologiques ont été prises en compte dans ce calcul, comme la difficulté à préciser la longueur du réseau concerné par la mesure. Elle est estimée à environ 400 000 kilomètres, mais il n'est pas possible d'avoir une valeur exacte. Les contraintes sont détaillées dans les chapitres correspondants.

Les données de trafics ne sont pas connues de façon fine et exhaustive. Elles ne sont pas disponibles sur l'ensemble des réseaux et des départements de France, ce qui génère des difficultés à connaître le volume de véhicules.km sur le réseau concerné. Une estimation basse et haute du volume de circulation a donc été proposée.

4 - Vitesses pratiquées

Les résultats présentés dans cette partie concernent les routes bidirectionnelles à 2 voies de circulation de l'observatoire VMA80. Ils sont établis à partir **de 143 millions de passages** de véhicules mesurés du 1^{er} juin 2018 au 31 décembre 2019. La période « avant » la mise en œuvre de la mesure est constituée du mois de juin 2018, la période « après » des mois de juillet 2018 à décembre 2019 (soit 18 mois). Les effectifs détaillés comme l'ensemble des résultats de l'observatoire sont présentés en annexe 1.

Il est rappelé que l'observatoire ne procède pas par échantillonnage. Des vérifications sont faites régulièrement pour veiller à la qualité et à la continuité du recueil de données. Ainsi l'incertitude de mesure de la vitesse moyenne en chaque point est inférieure à 1 %.

4.1 - L'évolution des vitesses pratiquées pour l'ensemble des véhicules

4.1.1 - Une rupture constatée au 1^{er} juillet 2018

Les résultats mettent en évidence, **dès le dimanche 1^{er} juillet 2018, une rupture dans l'évolution des vitesses sur les routes bidirectionnelles à 2 voies de l'observatoire VMA80**, comme le montre l'évolution des vitesses moyennes journalières de l'ensemble des véhicules (illustration 8).

La moyenne des vitesses pratiquées en juillet 2018 est inférieure de 4,3 km/h par rapport à juin 2018, pour l'ensemble des véhicules.

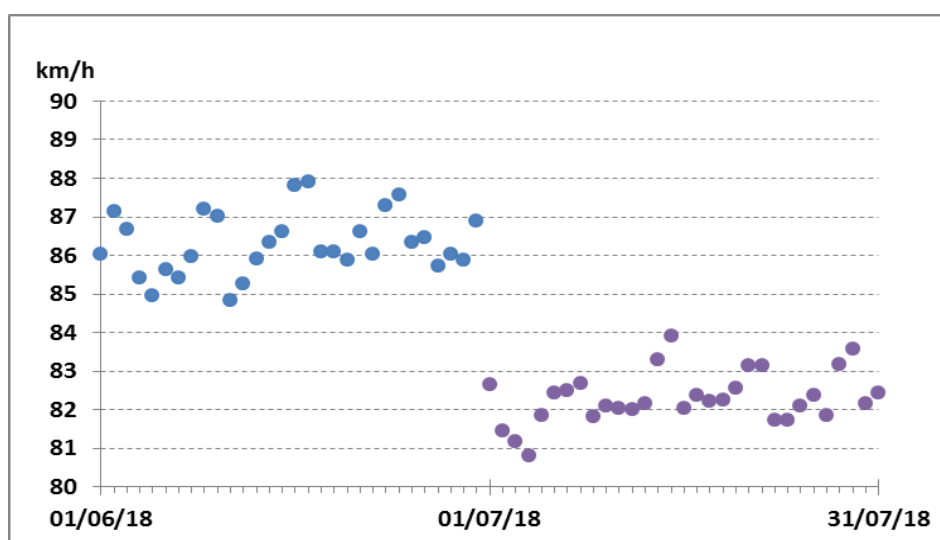


Illustration 8 : Évolution des vitesses moyennes journalières pratiquées par l'ensemble des véhicules durant les mois de juin et juillet 2018, données recueillies par l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Il est à noter que la variabilité des vitesses moyennes journalières sur l'illustration 8 est due à la différence entre les jours de la semaine et ceux du week-end.

4.1.2 - Une baisse des vitesses moyennes mensuelles

Au cours des 18 mois après la mise en œuvre de la mesure, l'évolution mensuelle des vitesses pour l'ensemble des usagers montre une forte baisse en juillet 2018, une légère remontée des vitesses

jusqu'en juin 2019 puis une stabilisation voire une légère inflexion (illustration 9). Cette tendance avait été observée lors de l'expérimentation menée entre 2015 et 2017 (Cerema, 2017).

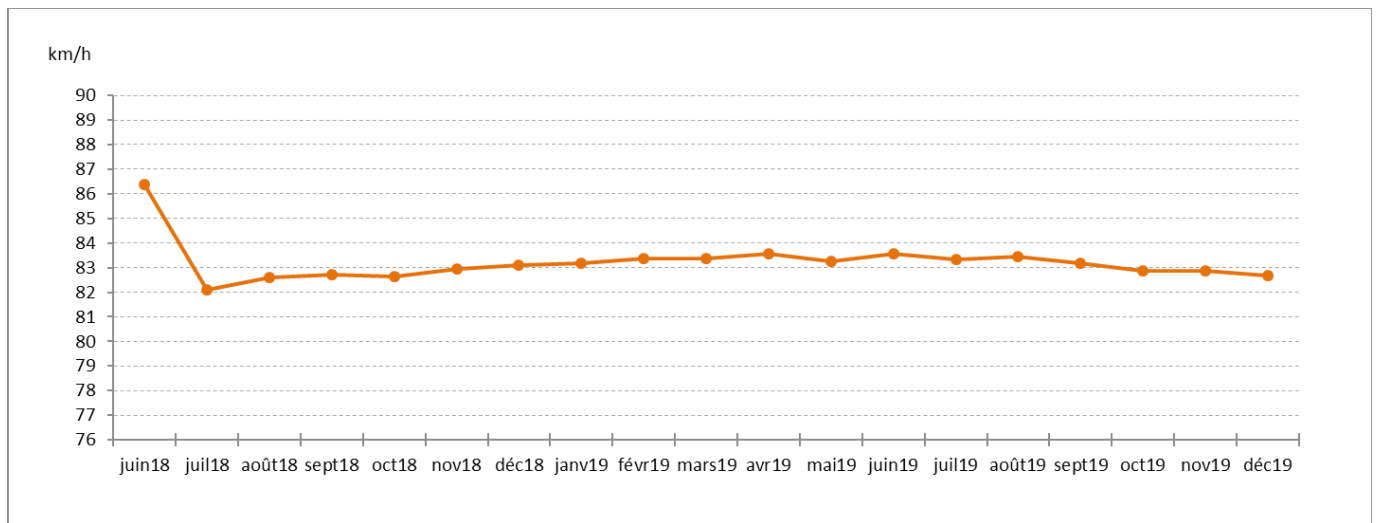


Illustration 9 : Evolution des vitesses moyennes mensuelles de l'ensemble des véhicules de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

La baisse de la vitesse moyenne de l'ensemble des véhicules sur la période de 18 mois après la mise en œuvre de la mesure **est de 3,3 km/h** par rapport à juin 2018. La vitesse moyenne pratiquée est de 86,4 km/h avant la mise en œuvre (juin 2018) et de 83,1 km/h après la mise en œuvre (juillet 2018 à décembre 2019). Sur la période « après », la vitesse moyenne semestrielle est de 82,7 km/h au second semestre 2018, de 83,4 km/h au premier semestre 2019 puis de 83,1 km/h au second semestre 2019.

Il est à noter que toute différence de vitesse moyenne mensuelle de 0,1 km/h est statistiquement significative selon le Test de Student ($p = 0,05$)⁶.

La baisse des vitesses correspond globalement à l'effet attendu si on se réfère à la littérature internationale (-3 km/h selon Elvik, 2012 ; OECD, 2018). Elle est cependant moins accentuée que celles avancées en hypothèses par le comité des experts du CNSR (-4 km/h voire -5 km/h, dans le cadre d'un contrôle sanction efficient selon CNSR, 2013) et des résultats de l'expérimentation menée en France de 2015 à 2017 (-4,7 km/h pour les véhicules légers selon Cerema, 2017).

4.1.3 - Un écart stable entre les vitesses les plus lentes et les vitesses les plus élevées

L'évolution de la vitesse moyenne peut s'accompagner d'une évolution de l'écart entre les vitesses des véhicules, notamment entre les plus rapides et les plus lents. Pour le vérifier, a été regardée la différence entre le 85^{ème} percentile (V85) et le 15^{ème} percentile (V15) des vitesses.

⁶ La distribution des vitesses est assimilée à une loi Normale.

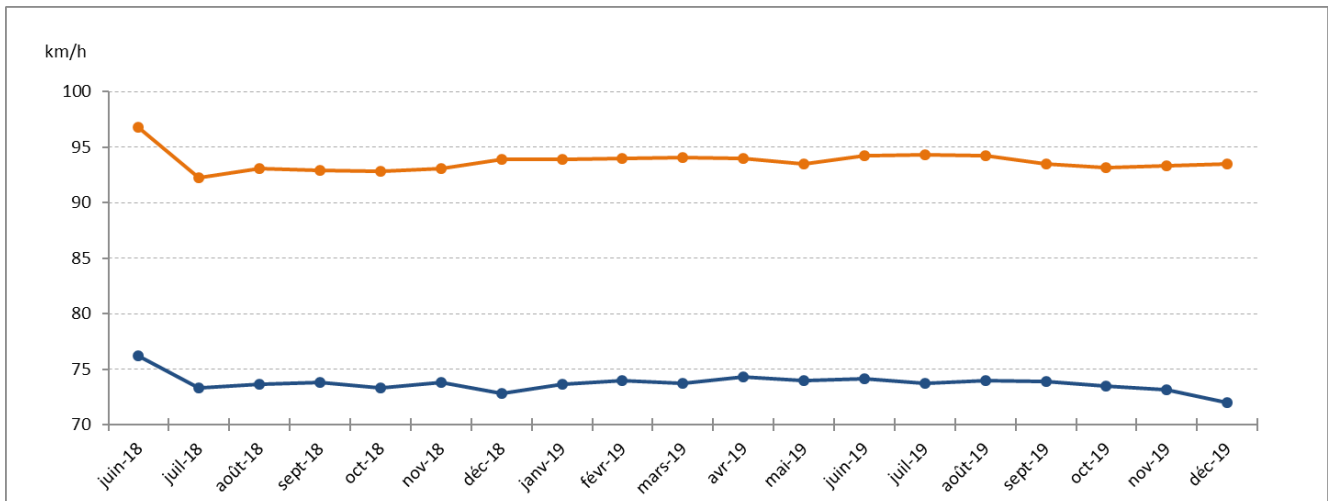


Illustration 10 : représentation des V15 (en bleu) et V85 (en orange) de l'ensemble des véhicules de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

L'abaissement de la VMA à 80 km/h a eu pour effet de réduire de 2,4 km/h la V15 de la distribution des vitesses de l'ensemble des véhicules calculé en moyenne sur l'ensemble de la période de juillet 2018 à décembre 2019 par rapport à juin 2018.

La même influence est constatée pour la V85 (baisse de 3,5 km/h).

L'écart entre V15 et V85 ne varie que de 1 km/h entre juin 2018 et la moyenne de la période après la mesure (respectivement 21 km/h et 20 km/h). Ce résultat suggère que globalement la mesure n'a pratiquement pas impacté la dispersion des vitesses de l'ensemble des véhicules.

Globalement il apparaît que l'écart entre les vitesses des véhicules les plus lents (caractérisées par la V15) et celles des véhicules les plus rapides (caractérisées par la V85) n'a pratiquement pas évolué avec la mise en œuvre de la mesure.

Il y a donc une bien une baisse globale de toutes les vitesses pratiquées, y compris les plus élevées.

4.2 - L'évolution des vitesses pratiquées pour les véhicules légers

4.2.1 - Une baisse des vitesses moyennes mensuelles

L'évolution mensuelle des vitesses moyennes des véhicules légers suit la même tendance que celle de l'ensemble des usagers (illustration 11).

La baisse de la vitesse moyenne des véhicules légers sur la période de 18 mois après la mise en œuvre de la mesure **est de 3,5 km/h** par rapport à juin 2018. La vitesse moyenne pratiquée est de 87,0 km/h avant la mise en œuvre (juin 2018) et de 83,5 km/h après la mise en œuvre (juillet 2018 à décembre 2019). Sur la période « après », la vitesse moyenne semestrielle est de 83,1 km/h au second semestre 2018, de 83,9 km/h au premier semestre 2019 puis de 83,5 km/h au second semestre 2019.

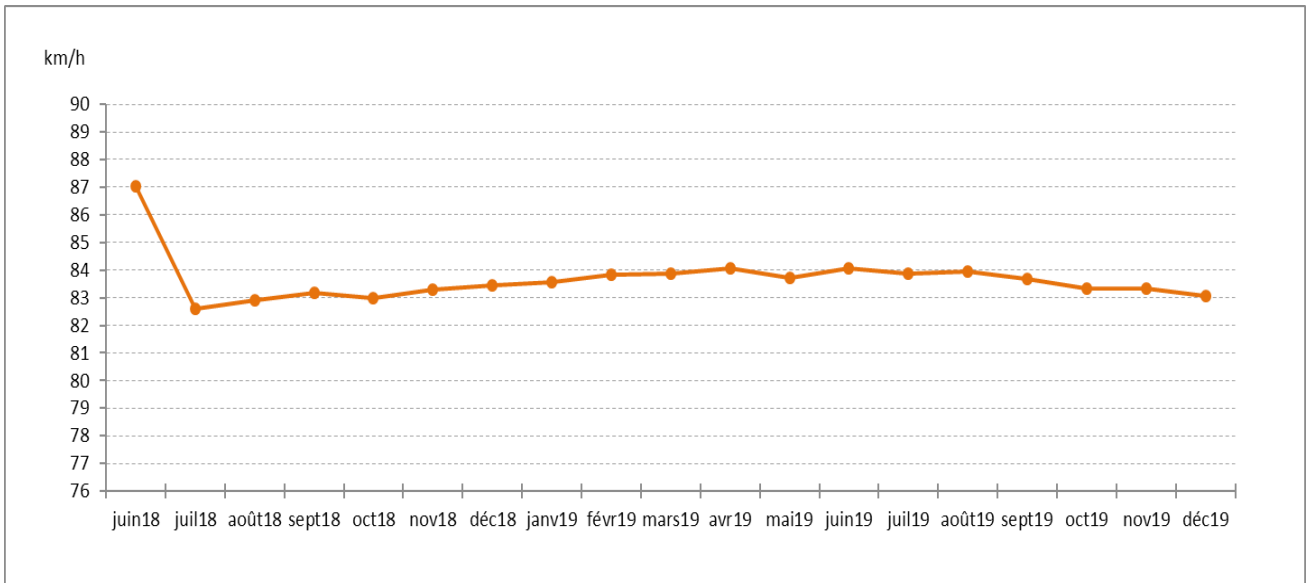


Illustration 11 : Evolution des vitesses moyennes mensuelles des véhicules légers de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

En complément, la baisse de vitesse moyenne mensuelle pour les véhicules légers libres⁷ est de 3,6 km/h en décembre 2019 par rapport à juin 2018. Le résultat de cet indicateur, moins sensible aux effets du trafic, confirme une évolution favorable du comportement des conducteurs de véhicules légers.

Pour conforter cette tendance à la baisse, les données de l'observatoire de l'ONISR⁸ peuvent être regardées. En effet, l'ONISR publie annuellement des indicateurs sur les vitesses pratiquées en distinguant plusieurs types d'infrastructures routières et catégories d'usagers. En retenant les vitesses pratiquées par les véhicules de tourisme de jour sur les routes à 2 ou 3 voies hors agglomération, il apparaît une différence de vitesse moyenne de jour de 4,4 km/h entre 2017 et 2019.

Bien que les deux observatoires n'utilisent pas les mêmes outils de mesure, ne soient pas calés sur les mêmes périmètres et les mêmes périodes, **ils révèlent, tous les deux, une tendance à la baisse des vitesses pratiquées après la mise en œuvre de la mesure.**

4.2.2 - Une diminution de l'ensemble des vitesses, y compris les plus élevées

L'illustration 12 montre l'évolution de la distribution des vitesses sur les routes bidirectionnelles à deux voies de l'observatoire VMA80. Il apparaît qu'après la mise en œuvre de la mesure, la distribution des vitesses a été entièrement translatée vers les vitesses plus faibles. **La baisse des vitesses pratiquées concerne donc l'ensemble de la distribution des vitesses des véhicules légers.**

⁷ Les véhicules sont dits "libres" lorsque leur vitesse n'est pas contrainte par le véhicule qui les précède. Le paramètre utilisé est le temps inter-véhiculaire (TIV). Les véhicules sont « libres » lorsque le TIV est supérieur à 5 secondes selon Aron et Durrande (2000) et OECD (2018).

⁸ <https://www.onisr.securite-routiere.gouv.fr/etudes-et-recherches/comportements-en-circulation/observations/observatoire-des-vitesses>

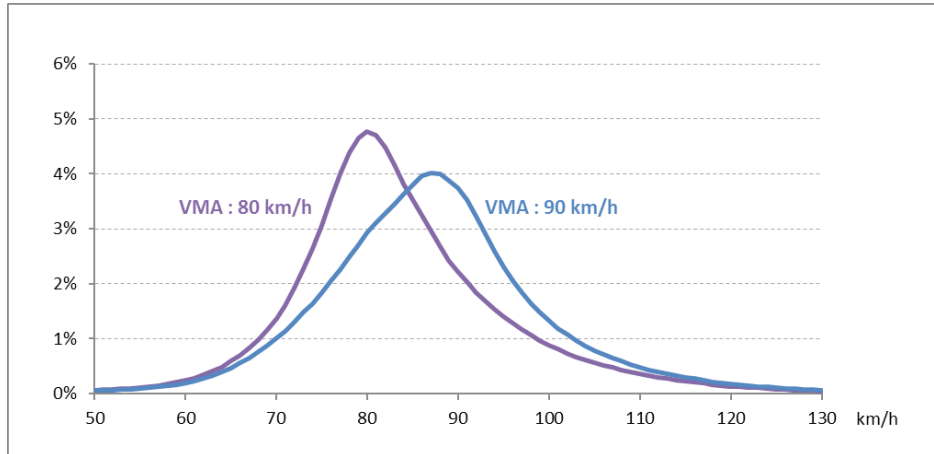


Illustration 12 : Comparaison de la distribution moyenne des vitesses des véhicules légers de juillet 2018 à décembre 2019 (VMA : 80 km/h) par rapport à juin 2018 (VMA : 90 km/h), données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Les mesures de vitesses effectuées jusqu'en décembre 2019 montrent qu'il n'y a pas de resserrement de la courbe des vitesses : l'écart entre les vitesses les plus lentes et les vitesses les plus rapides reste le même.

4.2.3 - Un impact plus limité sur les vitesses comprises entre 80 et 90 km/h

La baisse des vitesses des véhicules légers concerne davantage les classes 90-100 km/h et >100 km/h que la classe 80-90 km/h (illustration 13).

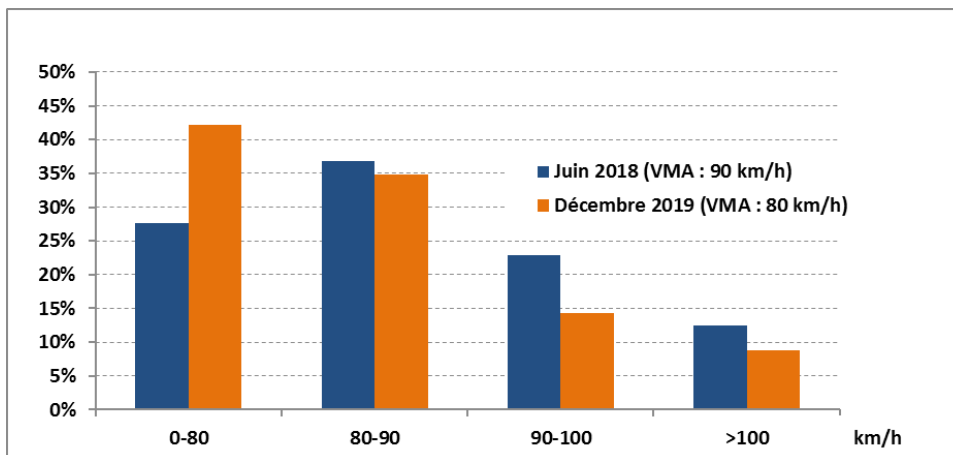


Illustration 13 : Comparaison de la distribution des vitesses des véhicules légers : décembre 2019 (VMA : 80 km/h) par rapport à juin 2018 (VMA : 90 km/h), données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Ainsi, **en décembre 2019, 58 % des conducteurs circulent encore au-dessus de 80 km/h**, 35 % des conducteurs roulant entre 80 et 90 km/h et 23 % roulant à plus de 90 km/h.

En décembre 2019, 58 % des conducteurs de véhicules légers circulent au-dessus de la vitesse maximale autorisée (80 km/h), sachant que la proportion de non-respect de la VMA était de 35 % avant la mise en œuvre de la mesure (avec une VMA de 90 km/h).

Cette forte proportion de véhicules légers circulant à une vitesse plus élevée que la VMA peut avoir des incidences sur l'impact de la mesure en termes d'accidents, dans la mesure où des recherches (Taylor et

al., 2000 ; Kloeden et al., 2002 ; Brenac et al., 2016) ont montré que les conducteurs roulant plus vite que la vitesse moyenne avaient un risque plus élevé d'être impliqués dans un accident et que les excès de vitesse de moins de 10 km/h jouaient un rôle important dans la mortalité routière (Viallon et Laumon, 2013).

Le changement insuffisant de comportement d'une partie des conducteurs ne permet pas à la mesure d'atteindre le maximum de son potentiel. En effet, si tous les véhicules enregistrés par l'observatoire VMA80 circulaient à une vitesse inférieure ou égale à 80 km/h, la baisse de la vitesse moyenne serait trois fois plus importante en décembre 2019, soit 9,7 km/h au lieu de 3,5 km/h.

Même si la proportion de conducteurs de véhicules légers circulant à plus de 100 km/h a baissé après la mesure, elle est encore de 9 % en décembre 2019 (contre 13% avant l'abaissement de la VMA à 80 km/h, en juin 2018).

4.2.4 - Une interaction inchangée entre les véhicules légers

Le temps inter-véhiculaire vis-à-vis du véhicule précédent (TIV) est un indicateur qui caractérise, pour partie, la nature des interactions entre les véhicules.

Le TIV est considéré comme court lorsqu'il est inférieur à 2 secondes (article R412-12 du code de la route). Le temps de 2 secondes est généralement admis comme la valeur moyenne du temps de réaction pour réagir à une situation (SWOW, 2012). Les TIV de moins de 2 secondes représentaient 25 % des TIV avant la mise en œuvre de la mesure et représentent la même proportion après sa mise en œuvre.

Le TIV est considéré comme très court lorsqu'il est inférieur à 1 seconde. En effet ces valeurs correspondent davantage à des situations de mise en pression du véhicule précédent, voire de conduite agressive (Hany et al., 2017). Les TIV de moins de 1 seconde représentaient 7 % des TIV avant la mise en œuvre de la mesure et représentent la même proportion après sa mise en œuvre.

Les véhicules légers conservent donc en proportion le même écart de temps par rapport au véhicule précédent. **Il n'y a pas plus de situations de conduite avec des TIV courts et très courts constatées après la mise en œuvre de la mesure.**

4.3 - L'évolution des vitesses pratiquées pour les poids lourds

4.3.1 - Une baisse des vitesses moyennes mensuelles

La mesure d'abaissement de la VMA ne concerne pas les poids lourds (hors autocars), puisque leur VMA était déjà limitée à 80 km/h avant juillet 2018. Néanmoins une **baisse de la vitesse moyenne des poids lourds de 1,8 km/h** est constatée sur la période de 18 mois après la mise en œuvre de la mesure par rapport à juin 2018 (illustration 14).

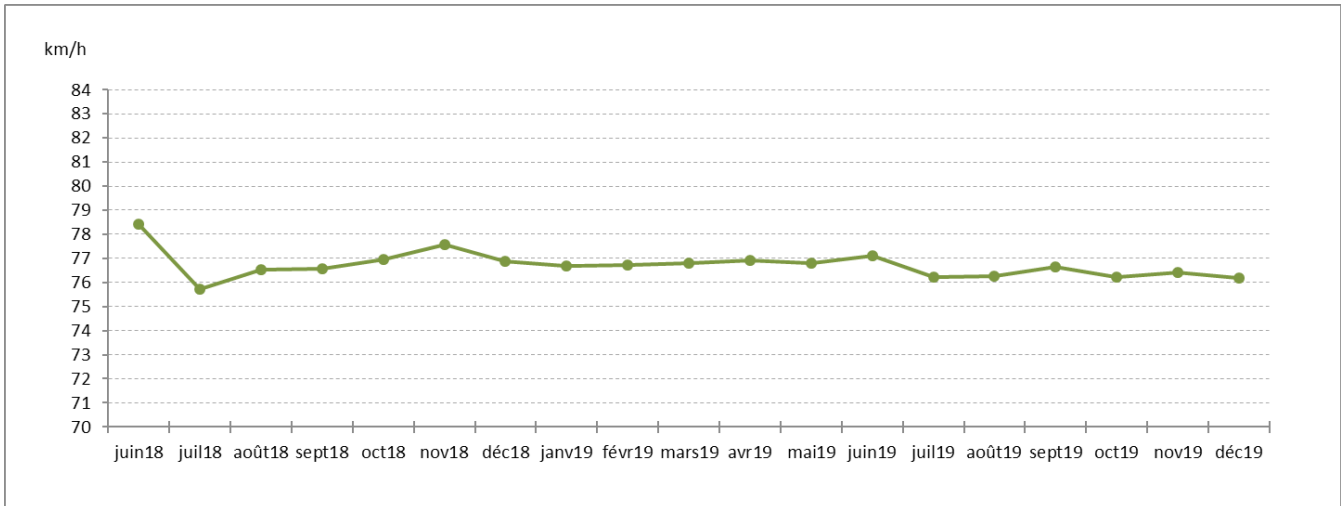


Illustration 14 : Evolution des vitesses moyennes mensuelles des poids lourds de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

4.3.2 - Un meilleur respect de la VMA par les poids lourds

L'observatoire VMA80 montre l'évolution des taux de dépassement des seuils de vitesse par les poids lourds de juin 2018 à décembre 2019. Le taux d'infraction des PL est inférieur de 11 points en décembre 2019 par rapport à juin 2018, passant de 49% à 38%.

Ainsi, il apparaît d'une part, que **les poids lourds ont sensiblement réduit leur vitesse et d'autre part, qu'ils respectent désormais mieux la limitation de vitesse à 80 km/h.**

4.3.3 - Un écart de temps inchangé avec les autres véhicules

En termes d'interaction avec les autres usagers, les poids lourds conservent en proportion le même écart de temps par rapport au véhicule précédent. **Ils ne circulent pas plus près du véhicule qui les précède.**

En effet, les temps inter-véhiculaires courts et très courts restent stables après la mise en œuvre de la mesure (6% pour les TIV inférieurs à 2 secondes, dits courts, et 1% pour les TIV inférieurs à 1 seconde, dits très courts).

4.4 - Pas d'impact sur les pelotons de véhicules

L'analyse des pelotons de véhicules permet de vérifier l'impact sur l'écoulement du trafic.

Un véhicule peut être considéré comme appartenant à un peloton lorsque son TIV avec le véhicule précédent et/ou le véhicule suivant est inférieur ou égal à 3 secondes (Al-Kaisy et Durbin, 2011). L'analyse est réalisée sur une comparaison du mois de juin 2019 avec le mois de juin 2018 afin de minimiser les effets de trafic et d'usage auxquels les indicateurs pourraient être sensibles. Les effectifs de l'observatoire VMA80 donnent des valeurs de trafic similaires en juin 2018 et juin 2019, tant en trafic moyen journalier (de l'ordre de 7 700 véhicules/jour) qu'en proportion de poids lourds (de l'ordre de 5%).

Pelotons	Juin 2018	Juin 2019
Taux de véhicules en peloton	49,8%	51,2%
Nombre moyen de véhicules par peloton	3	3
Proportion de PL dans les pelotons	3,5%	3,4%
Proportion de PL en tête dans les pelotons	2,3%	2,2%
Proportion de PL en second et VL en tête	0,4%	0,5%

Tableau 3 : Composition des pelotons en juin 2018 et 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Les indicateurs figurant dans le tableau 3 montrent que l'abaissement de la VMA à 80 km/h n'a pas eu d'impact notable sur la formation de pelotons en juin 2019 par rapport à juin 2018. En effet, le taux de véhicules (VL et PL) circulant en peloton reste pratiquement identique pour les deux mois analysés. De même, le nombre moyen de véhicules par peloton n'a pas changé. Enfin, pour les pelotons avec au moins un PL, il n'apparaît pas de différence notable d'une part lorsque le PL est le premier véhicule du peloton et d'autre part, quand le PL suit immédiatement un VL tête de peloton.

Cette analyse montre que la mesure n'a pas eu d'impact sur la constitution des pelotons de véhicules. La majorité de ces pelotons est exclusivement constituée par des véhicules légers.

En combinant les divers indicateurs du tableau 3, une analyse a été faite sur les pelotons conduits par un VL et suivis de près par un PL. En effet, la grande majorité des pelotons de véhicules sont constitués exclusivement de VL (véhicule de tête et véhicules suiveurs). Les pelotons commençant par un PL sont bien moins fréquents et les pelotons commençant par un VL suivi immédiatement par un PL restent des occurrences rares.

	Juin 2018 (VMA : 90 km/h)	Juin 2019 (VMA : 80 km/h)
%VL en tête de peloton et respectant la VMA		
PL suiveur < 2 s	0,07%	0,05%
PL suiveur < 1 s	0,007%	0,004%

Tableau 4 : Taux de VL respectant la VMA en tête d'un peloton et suivis de trop près par un PL en juin 2018 et 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Le tableau 4 décrit les situations de pelotons constitués par un VL en tête respectant la VMA et suivi par un PL avec un TIV court ou très court. Avant et après la mesure VMA80, ces situations de conduite sont très rares.

Le tableau 4 montre aussi que la mesure n'a pas eu pour effet d'augmenter le taux de VL soumis à un TIV court de la part du PL suiveur lorsque le VL respecte la VMA en tête d'un peloton.

Pour un VL en tête de peloton et suivi par un PL, il n'a pas plus de pression en respectant la VMA 80 km/h qu'il n'en avait en respectant la VMA 90 km/h.

5 - Accidentalité

Toutes les données brutes sont présentées en annexe 4 et les données désaisonnalisées en annexe 5.

Il est question dans ce chapitre d'intervalle de confiance, dont le détail est abordé en annexe 6. Ainsi, il sera question régulièrement d'écart « significatifs » ou « non significatifs ». Ce vocable signifie que la valeur dont il est question se situe en dehors des limites de l'intervalle de confiance de l'espérance mathématique de la loi de Poisson – loi statistique d'occurrence des accidents et leur sinistralité. Les limites inférieures et supérieures de ces intervalles sont consignées dans le tableau 49 de l'annexe 6 pour chacune des variables considérées. Les écarts avec les valeurs de l'intervalle de confiance à 99 % sont considérés comme très significatifs, ceux avec les valeurs de l'intervalle de confiance de 95 % comme significatifs.

5.1 - Impact de la mesure sur les nombres de tués

5.1.1 - Des gains significatifs chaque semestre

L'évaluation de la mesure porte sur 18 mois. Cette période comprend le second semestre 2018, le premier semestre 2019 et le second semestre 2019.

Comme expliqué dans la partie 3.2.5, il n'est pas possible de comparer ou d'additionner les premiers et seconds semestres du fait du phénomène de saisonnalité. Les effets de la mesure sont donc regardés, par rapport à la période de référence, pour chacun des types de semestres pris séparément (illustration 15).

Il apparaît tout d'abord que la situation est stable entre les seconds semestres de 2018 et 2019, que ce soit sur le réseau considéré ou sur le reste du réseau.

Sur le réseau considéré, la baisse du nombre de tués est très significative :

- pour le premier semestre 2019, la baisse du nombre de tués par rapport à la moyenne des premiers trimestres de référence est de 76 tués soit 8 % et est très significative⁹
- pour les seconds semestres 2018 et 2019, la baisse représente respectivement 125 et 130 tués, soit 10 % et est très significative¹⁰.

En revanche, sur le reste du réseau, l'évolution est plus défavorable :

- le premier semestre 2019 a connu une hausse de 52 tués, soit 9 % par rapport à la période de référence, cette hausse est très significative¹¹,
- les seconds semestres sont dans la simple continuité de la période de référence : les écarts ne sont pas significatifs.

⁹la valeur observée de 887 tués se situe très en dessous des 928 tués de la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 99 % de l'espérance de la loi de Poisson

¹⁰pour les seconds semestres 2018 et 2019 (respectivement 1 063 tués et 1 058 tués), les valeurs sont elles aussi très en-dessous de la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 99 % (1 149 tués)

¹¹la valeur de 631 tués est très supérieure des 607 tués constituant la borne supérieure de l'intervalle de confiance à 99 %.

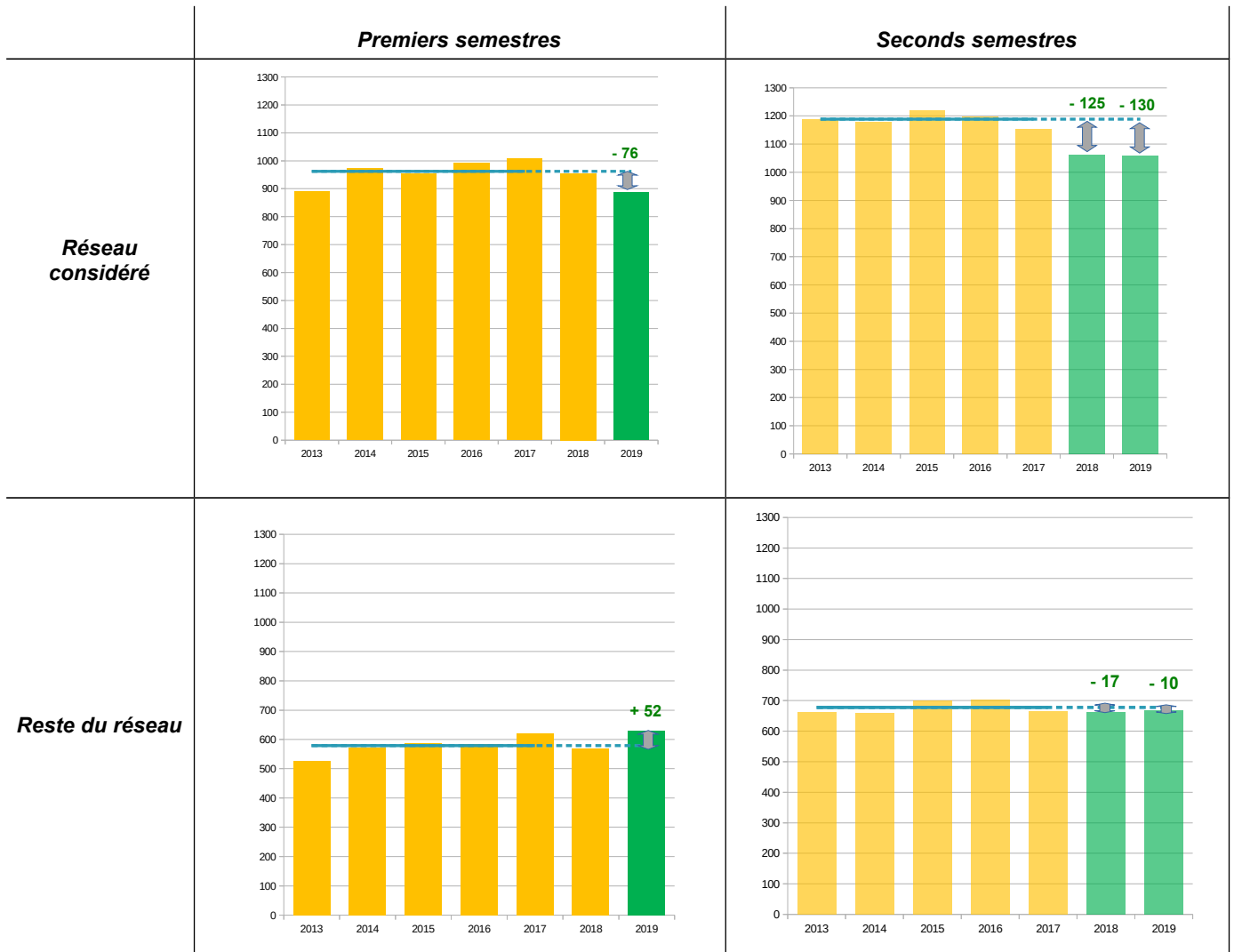


Illustration 15 : Comparaison du nombre de tués par semestre, selon le type de réseau - réseau considéré et reste du réseau - entre la période « avant » de 2013 à 2017 et la période « après » de juillet 2018 à décembre 2019 (Source : BAAC officiel)

Ainsi, sur le réseau considéré, chaque semestre montre des baisses importantes et très significatives du nombre de tués par rapport à la moyenne des semestres antérieurs.

À l'inverse, sur le reste du réseau, aucun gain n'est constaté aux seconds semestres et le premier semestre 2019 présente même une hausse sensible et très significative du nombre de tués.

5.1.2 - Un nombre de vies épargnées historique en 2019

Travailler sur les bilans annuels de la sécurité routière permet d'analyser les chiffres bruts de tués. Dans cette approche, il n'est pas possible d'identifier pleinement l'influence de la mise en œuvre de la mesure, étant donné que l'année 2018 est considérée dans sa globalité. Cet aspect sera traité dans la partie suivante. Cependant, il est intéressant d'observer les tendances.

Sur le réseau considéré (illustration 16), les baisses observées par rapport à la moyenne de référence de 132 tués de moins sur l'ensemble de l'année 2018 et 206 de moins pour l'année entière 2019 sont

statistiquement très significatives¹². Comme vu dans la partie 3.2.4, elles ne peuvent pas être imputées à une variation aléatoire autour de la moyenne dans la mesure où la période de référence est stable.

Ce résultat ne se retrouve absolument pas sur le reste du réseau (illustration 17), où la tendance est une baisse de 28 tués pour l'ensemble de l'année 2018 et une hausse de 42 tués pour l'année 2019. Ces fluctuations, qui conduisent globalement à une très légère augmentation par rapport à la moyenne observée 2013-2017, ne sont pas statistiquement significatives¹³.

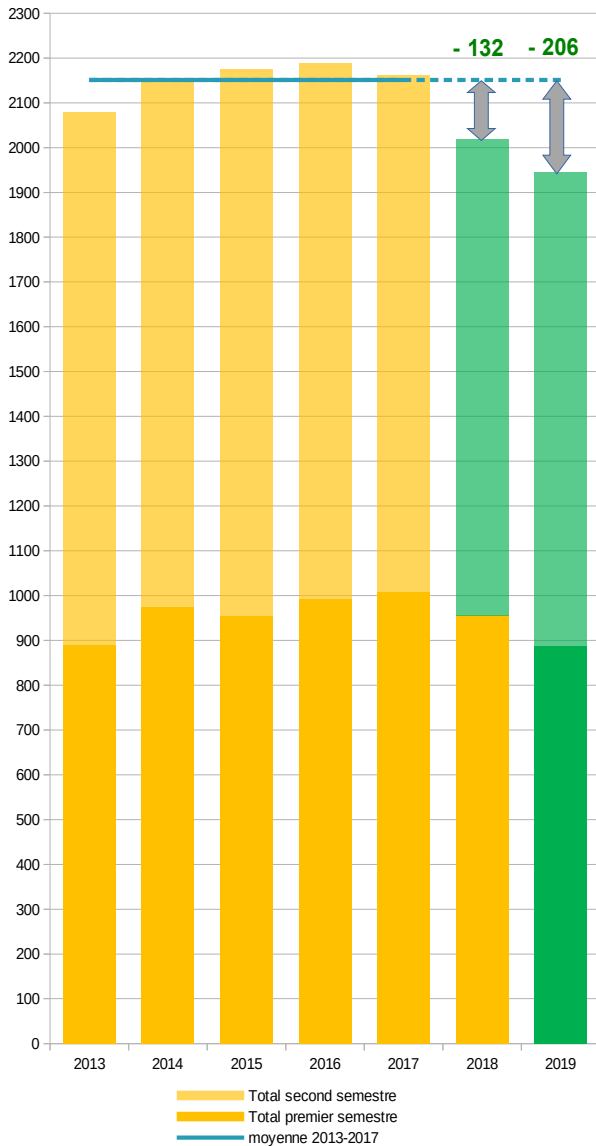


Illustration 16 - Comparaison du nombre de tués sur le réseau considéré, par année (Sources : BAAC officiel)

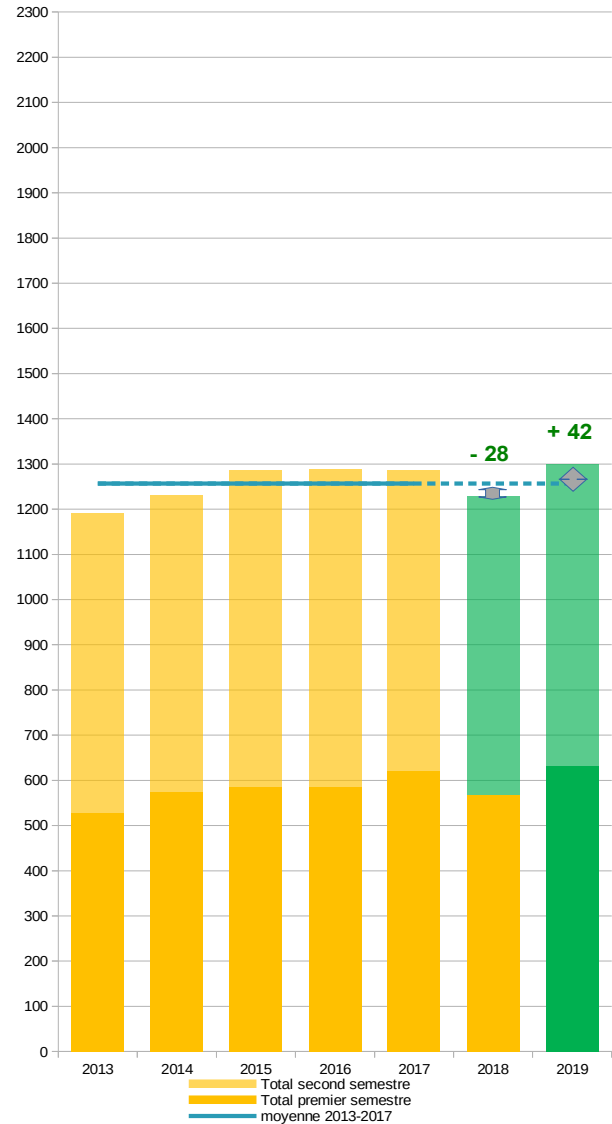


Illustration 17 - Comparaison du nombre de tués sur le reste du réseau, par année (Sources : BAAC officiel)

¹²Les valeurs de 2018, soit 2 019 tués, et celle de 2019 avec 1 945 tués, sont très en dessous de la borne inférieure de cet intervalle de confiance à 99 % (2 098).

¹³Les 1 229 tués de 2018 appartiennent à l'intervalle de confiance à 95 % de la loi de Poisson de moyenne de référence. Quant aux 1 271 tués de 2019, ils correspondent à la borne supérieure de l'intervalle à 99 %.

L'année 2019, avec 1 945 tués apparaît comme l'année avec le minimum historique du nombre de tués sur le réseau considéré. Cette valeur est statistiquement plus faible que les résultats de 2013 (qui comptait 2 078 tués).

Par contre, sur le reste du réseau, le nombre de tués reste au même niveau que celui de 2017 et dépasse celui de 2013.

5.1.3 - Après 18 mois, amélioration continue sur le réseau considéré, stagnation sur le reste du réseau

Si les approches semestrielles menées plus haut, tout comme les approches en année glissante, permettent de s'affranchir de la saisonnalité, tel n'est pas le cas de l'approche à 18 mois. En effet, la période comprend un seul premier semestre (2019) pour deux seconds semestres (2018 et 2019).

Aussi, l'approche globale à 18 mois ne peut être entreprise qu'après correction des variations saisonnières des valeurs mensuelles : les données utilisées ici sont les données préalablement désaisonnalisées (voir pour plus de détail, l'annexe 5).

Dans un premier temps, sont comparées les sommes cumulées des données corrigées des variations saisonnières sur 18 mois glissants, entre juillet 2014 (somme de janvier 2013 à juin 2014) et décembre 2019.

Pour ce faire, la comparaison est menée en prenant pour base 100 les valeurs des 18 mois correspondants des périodes de référence 2013-2017 pour chacun des réseaux pris séparément, à savoir K et M figurant dans le Tableau 5 :

		2nd semestres 2013-2017	Année moyenne 2013-2017	Total période de référence
Reseau considéré	<i>K</i>	1087,5	2151,0	3238,5
Reste du réseau	<i>M</i>	635,9	1256,6	1892,5

Tableau 5 - Données moyennes CVS du nombre de tués de référence pour une période de 18 mois, établis sur les données CVS de la période 2013-2017

Le graphique comparé des deux réseaux (Illustration 18) confirme la tendance vue dans l'approche par semestre, cette fois à la précision du mois.

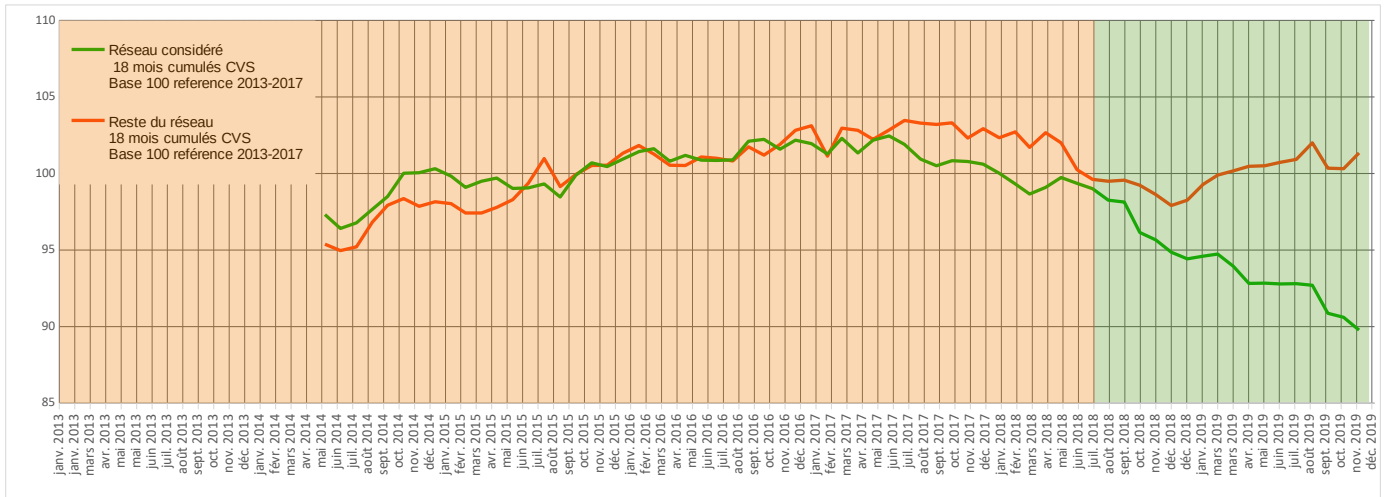


Illustration 18 - Evolution comparée sur le réseau considéré et sur le reste du réseau de la somme des tués sur une période glissante de 18 mois, en données corrigées des variations saisonnière et en prenant pour base 100 la valeur moyenne de la période de référence de 18 mois (moyenne 2nd semestres + moyenne années entières sur 2013-2017)

Sur la période avant la mesure, les sommes des 18 mois glissants suivent sur les deux réseaux une évolution similaire, même si sur la période avril 2017-juin 2018 les deux courbes s'écartent pour se rejoindre ensuite : les sommes sur 18 mois restent proches de ce que sont, pour l'un ou l'autre réseau, les sommes de référence (valeur 100).

Sur la période après la mesure, en revanche, la divergence est flagrante. Alors que la somme des 18 derniers mois sur le reste du réseau, après une légère baisse jusqu'en décembre 2018, repart à la hausse pour se stabiliser à une valeur voisine de celle de la période de référence (indice autour de 100), **le réseau considéré amorce dès juillet 2018 une baisse tendancielle du nombre de tués.**

Pour mener une comparaison entre ces deux tendances, il est proposé une approche par odds-ratio comme exposé dans la méthode (voir la partie 3.2.6).

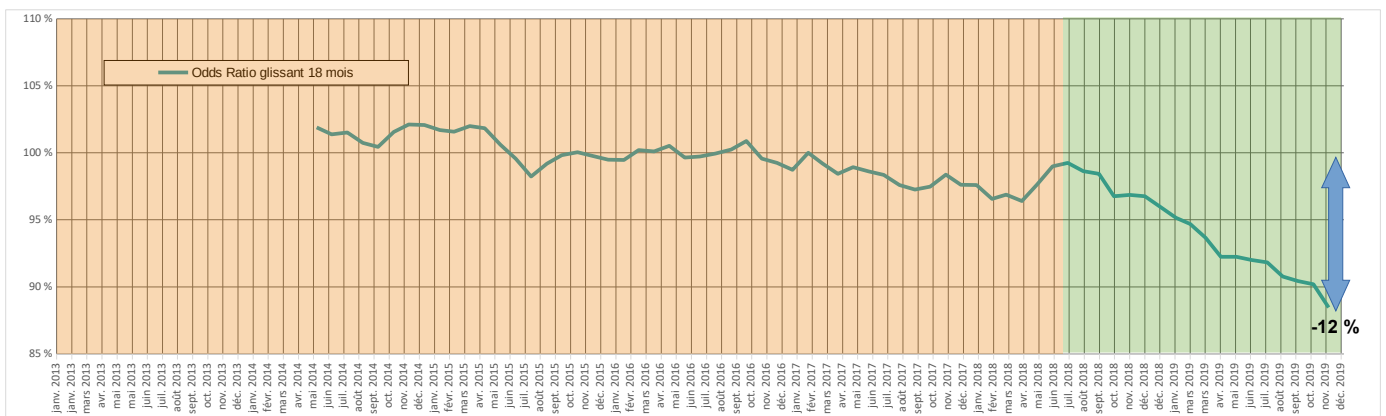


Illustration 19: Evolution de l'odds-ratio calculé sur le cumul glissant 18 mois entre le réseau considéré et le reste du réseau

L'illustration 19 montre que l'odds-ratio décroît, pour chaque mois depuis juillet 2018.

Cela signifie que, depuis juillet 2018 date de mise en œuvre de la mesure, le nombre de tués sur le réseau considéré baisse régulièrement au rythme de -0,6 % à -0,7 % par mois par rapport au reste du réseau.

Ainsi, au bout de 18 mois de l'application de la mesure, l'odds-ratio montre une baisse de l'ordre de 12 % de la mortalité routière observée sur le réseau considéré par rapport au reste du réseau routier de France métropolitaine (avec une estimation maximale de l'erreur de 3,6 %). Ce ratio permet d'estimer l'impact de la mesure sur la mortalité.

Formulé autrement, **sur le réseau considéré,**

- en données corrigées des variations saisonnières, **le gain brut pendant les 18 mois est de 331 tués¹⁴,**
- si l'on envisage, par référence au reste du réseau qui constitue le groupe de contrôle de l'odds-ratio, **ce qui serait advenu si ce réseau considéré avait évolué comme le reste du réseau, alors le gain estimé sur 18 mois serait de 389 tués¹⁵.**

5.1.4 - La tendance se poursuit début 2020

Les données d'accidents de début 2020 sont des données encore provisoires, non labellisées, entachées d'incertitude car non vérifiées et non encore parfaitement stabilisées. Ces données mises à disposition par l'ONISR, sont estimées à partir des BAAC, des préBAAC (fichiers BAAC en cours de saisie), et des accidents signalés par les remontées rapides des préfetures.

L'examen des données brutes du nombre de tués sur le réseau considéré montre qu'à partir de mars 2020 les accidents, à l'instar du trafic (voir partie 1.4), ont connu une évolution brutale liée à la pandémie du Covid19 (illustration 20). Il n'est donc pas possible, à compter du mois de mars 2020, de mener une quelconque étude sur le sujet de la mesure 80 km/h.

Seuls les mois de janvier et février peuvent donc être pris en compte sur le 1^{er} semestre 2020, à la réserve que les données d'accidents sont « estimées ».

L'examen des données brutes « estimées » de ces deux mois conduit aux observations suivantes :

- En janvier 2020 :
 - sur le réseau considéré, les 156 tués sont de 6 tués supérieurs à la moyenne de référence des mois de janvier 2013-2017, mais sont nettement supérieurs aux 133 tués de 2019¹⁶,
 - Sur le reste du réseau, les 104 tués de janvier situent le mois à 7 tués de plus que la moyenne, mais au même niveau que 2019 (106 tués).
- En février 2020 :
 - sur le réseau considéré, le nombre de 120 tués est inférieur de façon significative à la référence¹⁷,
 - sur le reste du réseau, à l'inverse, le nombre de 102 tués est supérieur de façon significative à la référence¹⁸.

¹⁴on compare le total des 18 mois de la mesure, soit 2 907 tués CVS, aux 3 238,50 tués CVS de référence – cf. Tableau 5.

¹⁵12 % de 3 238,5 tués CVS de référence, avec une erreur estimée de 3,6 % qui établit l'intervalle de confiance [383 ;395]

¹⁶les 156 tués en données estimées, se situent au-dessus de la moyenne de la période de référence 2013-2017 (150 tués), mais elle reste dans l'intervalle de confiance. Par contre, ils sont au-dessus des 133 tués du mois de janvier 2019.

¹⁷les 120 tués en données estimées (pourtant avec 29 jours) comptent 24 tués en dessous de la moyenne, soit très en dessous de l'intervalle de confiance à 95 % [133,7 ; 154,9]

¹⁸les 102 tués estimés en février sont supérieurs de 16 tués à la moyenne observée, écart significatif (l'intervalle de confiance, autour de la moyenne observée de 86 tués pour les mois de février est en effet de [78,1;94,5]).

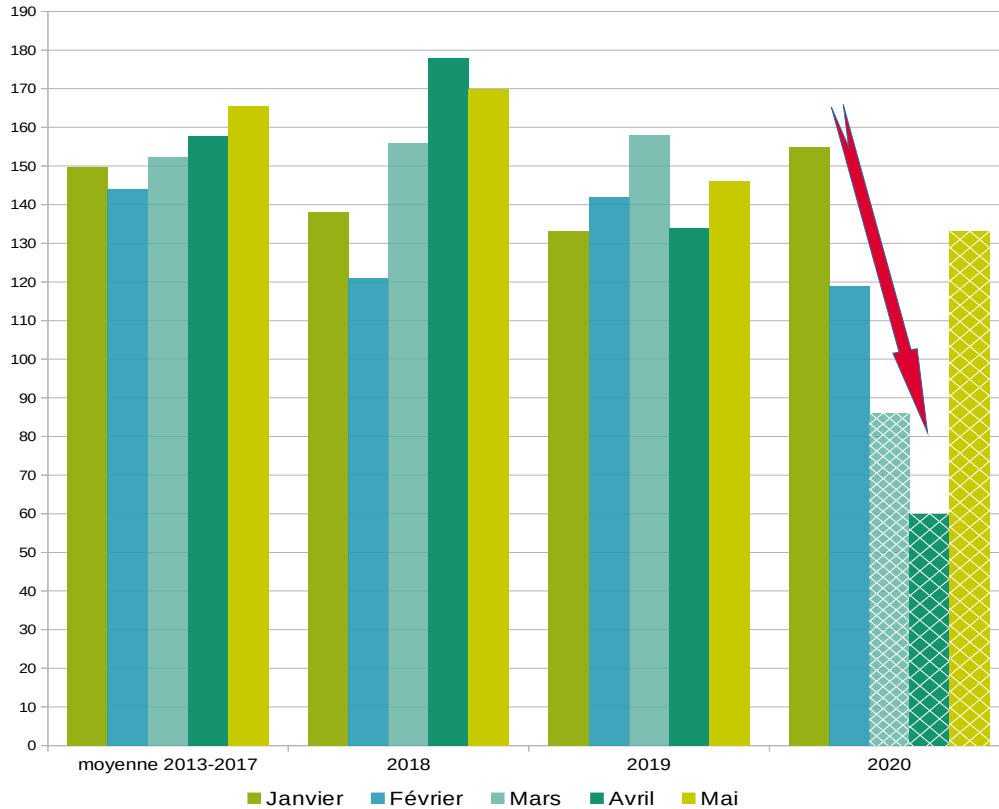


Illustration 20 - Evolution du nombre de tués au début 2020 sur le réseau considéré – Source : BAAC officiels 2013-2019 et données estimées ONISR pour 2020

Il a été possible d'intégrer les données de janvier et de février afin d'obtenir, à l'instar de ce qui a été fait précédemment avec les données définitives, une tendance à 20 mois de la mesure.

De la même façon, une nouvelle désaisonnalisation des données a été menée (voir l'annexe 5.4) pour conduire au tableau de référence suivant :

		2nd semestres 2013-2017	Année moyenne 2013-2017	Janvier moyen 2013-2017	Février moyen 2013-2017	Total période de référence 20 mois
Reseau considéré	<i>K</i>	1087,4	2151,0	183,9	180,8	3603,0
Reste du réseau	<i>M</i>	635,9	1256,6	103,5	99,1	2095,1

Tableau 6 - Données moyennes CVS du nombre de tués de référence pour une période de 20 mois, établis sur les données CVS de la période 2013-2017

Le nouvel odds-ratio sur 20 mois s'établit à 87 % en février 2020 avec une estimation de l'erreur à 3,5 % : le gain du réseau considéré, toutes choses égales par ailleurs, est alors de 13 %.

Cette approche permet d'affirmer que sur le réseau considéré, sur la période juillet 2018-février 2020 :

- en données corrigées des variations saisonnières, le gain brut sur les 20 mois est de 349 tués¹⁹,
- si l'on envisage, par référence au reste du réseau qui constitue le groupe de contrôle de l'odds-ratio, ce qui serait advenu si ce réseau considéré avait évolué comme le reste du réseau, alors le gain estimé sur 20 mois serait de 468 tués²⁰.

5.2 - Une stabilisation du nombre d'accidents corporels au niveau de référence

Pour les parties suivantes, les données sont traitées en chiffres bruts et sont donc analysées par année.

Il convient de noter d'abord que **le réseau considéré représente environ un quart des accidents corporels, alors que l'on y déplore près de 2/3 des tués.**

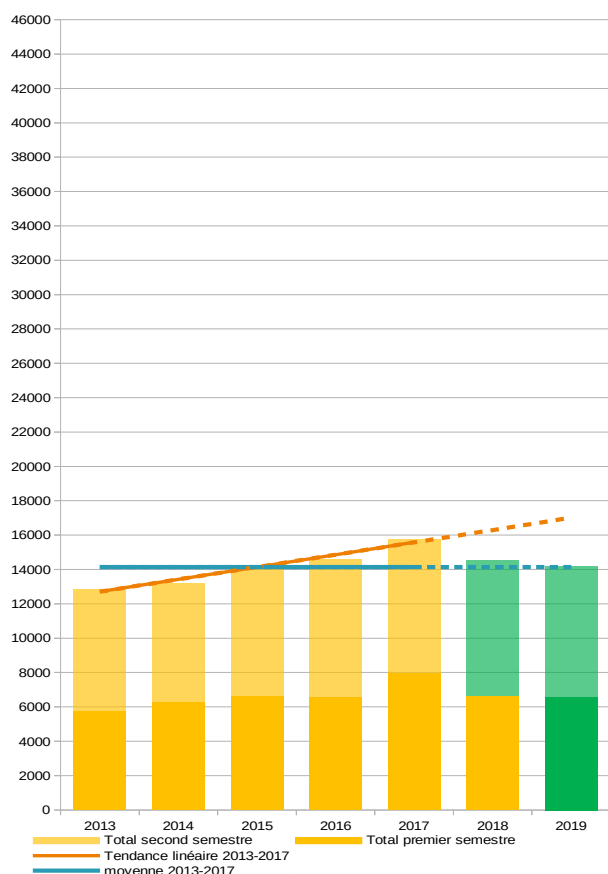


Illustration 21 - Comparaison du nombre d'accidents sur le réseau considéré, par année (Source : BAAC officiel)

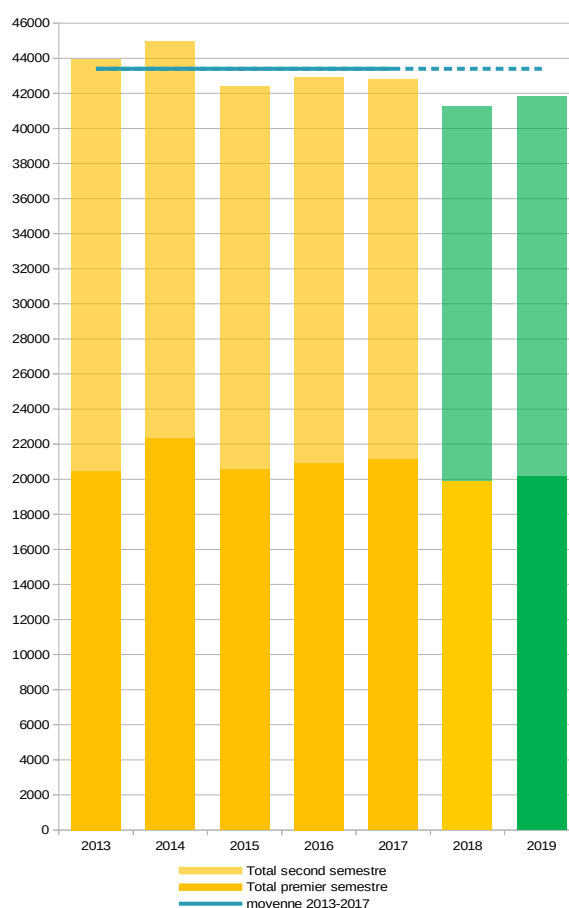


Illustration 22 - Comparaison du nombre d'accidents sur le reste du réseau, par année (Sources : BAAC officiel)

L'année 2019 marque une stabilisation du nombre d'accidents corporels sur le réseau considéré au niveau de référence et une baisse sur le reste du réseau.

¹⁹on compare le total des 20 mois de la mesure, soit 3 254 tués CVS, aux 3 603 tués CVS de référence

²⁰13 % de 3 603 tués CVS de référence, avec une erreur estimée de 3,5 %

En effet, sur le réseau considéré, la période 2013-2017 traduisait une croissance régulière, l'année 2018 et plus encore 2019 marquent une baisse par rapport à cette tendance. Cependant par rapport à la moyenne de référence 2013-2017, le nombre d'accidents corporels en 2018 et en 2019 est stable (illustration 21).

Le reste du réseau n'a pas connu de croissance significative sur 2013-2017 (illustration 22). Il est observé une baisse du nombre d'accidents en 2018 et 2019. Cette baisse est significative.

5.3 - Une diminution du taux de mortalité

Le constat précédent concernant le nombre d'accidents, rapporté à la mortalité, laisse entrevoir une évolution des gravités fort différentes entre celle sur le réseau considéré et celle sur le reste du réseau. Les chiffres sont présentés en annexe A 4.4.

Les nombres de victimes globales pour 100 accidents sont voisins, avec 150 victimes sur le réseau considéré pour 125 sur le reste du réseau.

Sur le réseau considéré, ce nombre a légèrement baissé en 2019 (150,5 contre 152,7 sur la période 2013-2017).

Par contre le taux de tués est très différent entre les deux réseaux. En effet, pour 100 accidents, sont dénombrés, sur la période de référence, pas moins de 15 tués sur le réseau considéré et seulement 3 tués sur le reste du réseau. **En cas d'accident corporel, la probabilité d'être tué est cinq fois supérieure sur le réseau considéré que sur le reste du réseau.**

Sur le réseau considéré, une diminution de 10 % du taux de tués est observée en 2019 (13,7 en 2019 contre 15,2 sur la période 2013-2017). Ce phénomène n'est pas observé sur le reste du réseau, où au contraire une hausse de 1 % du taux de tués est constatée en 2019.

5.4 - Effets mesurés sur certaines situations de conduite

La mesure pourrait entraîner une évolution des comportements des usagers, et faire apparaître une accidentalité particulière. Dépassements et collisions arrière ont donc fait l'objet d'un focus particulier sur le réseau considéré. Les chiffres sont donnés en annexe A 4.5 et A 4.6.

5.4.1 - Les manœuvres de dépassement s'inscrivent dans la tendance générale

Ce type de manœuvre sur le réseau considéré concerne autour de 1 000 accidents corporels par an, et cause le décès d'environ 130 personnes.

Les données relatives à ce type d'accident évoluent de façon similaire à ce que l'on observe pour l'ensemble des accidents corporels :

- un arrêt de la tendance à la hausse du nombre d'accidents mais une accidentalité un peu plus élevée que la moyenne de référence,
- une forte baisse en 2018 et en 2019 du nombre de tués en lien avec des manœuvres de dépassement.

Il ne semble pas y avoir, par conséquent, de changement induit par la mesure sur l'accidentalité liée aux dépassements autre que le changement observé sur l'accidentalité en général.

5.4.2 - Des collisions par l'arrière et en chaîne plus meurtrières, sauf avec un poids lourd

L'examen global des accidents ayant causé une collision arrière ou en chaîne montre que le nombre d'accidents se stabilise en 2018 et 2019, en dessous de la valeur de 2017 mais au-dessus de la moyenne de référence sur 2013-2017.

Par contre, **le nombre de tués lors d'un accident avec collision arrière affiche** une tendance plus disparate, avec une baisse non significative en 2018 et **une hausse très significative en 2019** (illustration 23), où les 128 tués sont 20 % supérieurs à la référence 2013-2017.

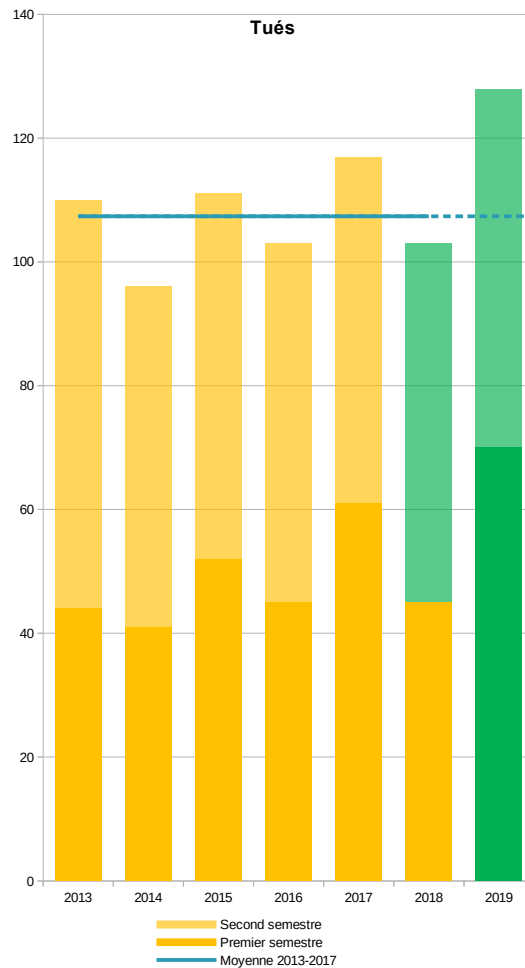


Illustration 23 - Nombre de tués dans des accidents avec collision arrière, par année -
Source : BAAC officiel

Sont ici examinés les accidents avec collision arrière impliquant un poids lourd.

Tout d'abord, **il apparaît que les poids lourds ne sont impliqués que dans 11 % des accidents avec collision arrière.** Ce chiffre est stable sur l'ensemble de la période d'étude.

Le nombre de ce type d'accidents se stabilise en 2018 et 2019, en dessous de la valeur de 2017 mais au-dessus de la moyenne de référence sur 2013-2017.

En revanche, **le nombre de tués dans des accidents avec collision arrière impliquant au moins un poids lourd baisse fortement en 2018 et en 2019** (Illustration 24), baisse significative²¹.

Le détail du type de choc arrière ou en chaîne impliquant un poids lourd a été examiné selon le point de choc, pour savoir si c'était le poids lourd qui percutait un autre véhicule par l'arrière ou au contraire si c'était lui qui était percuté, et si les proportions entre ces deux types de collision changeaient à l'occasion de la mise en place de la mesure.

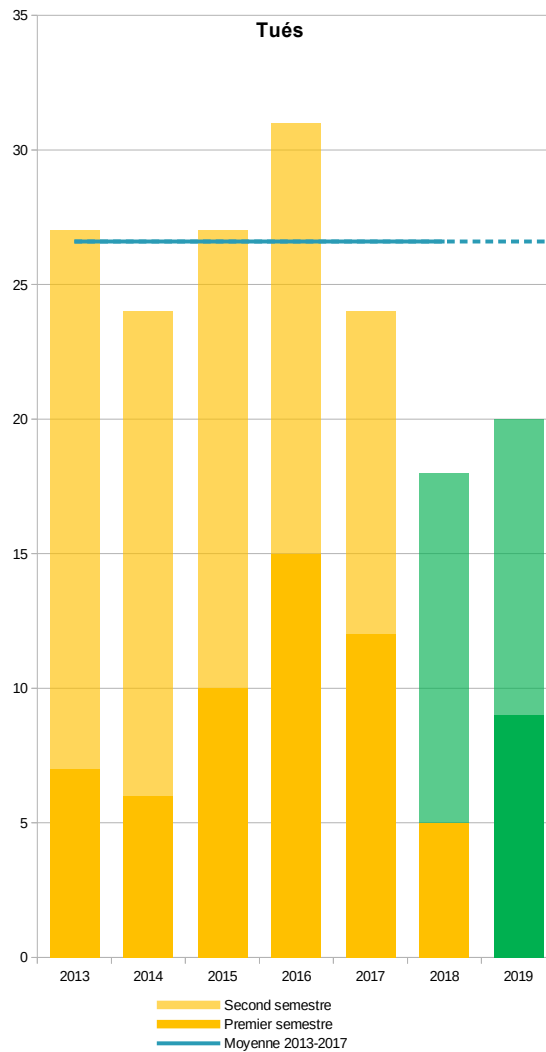


Illustration 24 - Nombre de tués dans des accidents avec collision arrière impliquant un poids lourd, par année - Source : BAAC officiel

²¹Avec 18 et 20 tués annuels en 2018 puis 2019 (soit respectivement 9 tués et 7 tués de moins que la moyenne de référence), ces accidents présentent un bilan très favorable, en-deçà de la borne inférieure du seuil de confiance de l'espérance à 95 % ([22,6;32]).

Le résultat, consigné dans le Tableau 7, montre qu'il n'y a eu aucun changement de tendance : dans 52 % des accidents de type collision arrière ou en chaîne impliquant un poids lourd, ce sont les poids lourds qui sont les véhicules qui percutent, alors que dans 41 % ce sont eux qui sont percutés. La mesure n'a pas influé sur cette répartition de façon significative.

	Avant mesure 2013-2017	Après mesure Juillet 2018- décembre 2019
PL percuteurs : accidents où les PL impliqués percutent à l'avant	541 52,0%	169 50,6%
PL percutés : accident où les PL impliqués sont percutés à l'arrière	428 41,1%	136 40,7%
Accidents mixtes , avec PL percuteurs et PL percutés	72 6,9%	29 8,7%

Tableau 7 - Comparaison du nombre d'accidents sur le réseau considéré, de type collision arrière ou en chaîne impliquant un poids lourd, entre la période « avant » de 2013 à 2017 et la période « après » de juillet 2018 à décembre 2019 (Source : BAAC officiel)

Cela ne fait que confirmer les conclusions de l'approche de la partie 4.3.3 où il a été montré que les poids lourds ne circulent pas plus près qu'avant du véhicule qui les précèdent.

6 - Temps de parcours

Une évaluation de l'effet de la mesure sur les temps de parcours a été réalisée à partir de deux méthodes complémentaires : le recours à l'application Google Maps et l'utilisation de traces historiques GPS.

Les données Google Maps permettent d'embrasser un large panel d'itinéraires concernés par la mesure et répartis sur l'ensemble du territoire français. Cependant elles représentent à un instant « t » le temps de parcours estimé par l'algorithme de Google. Aussi, elles ne peuvent être collectées qu'en temps réel. Ainsi la période « avant » est-elle limitée à juin 2018.

C'est pourquoi un travail complémentaire a porté sur l'utilisation de traces historiques Floating Car Data (FCD) de véhicules. Si ce travail porte sur un périmètre plus restreint, il permet cependant d'élargir les périodes d'analyse et ainsi de lisser des facteurs ponctuels (travaux, accidents, météo) ou saisonniers (trafic touristique) susceptibles de faire varier significativement les temps de parcours des différents itinéraires sélectionnés.

La caractérisation du temps perdu par l'utilisateur est exprimée en seconde par kilomètre.

6.1 - Allongement moyen du temps de parcours de 1 seconde au kilomètre selon Google Maps

Pour ce faire, le Cerema a effectué un relevé des temps de parcours à partir de l'algorithme de l'application Google Maps « avant » et « après » la mise en œuvre de la mesure d'abaissement de la vitesse maximale autorisée à 80 km/h. L'utilisation de l'application Google Maps permet de lancer automatiquement le recueil de données à un même horaire sur l'ensemble des itinéraires retenus.



Illustration 25 : Représentation des 298 itinéraires analysés pour les temps de parcours avant et après mise en œuvre de la mesure 80 km/h en France continentale (Source : Cerema)

Les relevés ont porté sur 297 itinéraires d'une longueur comprise entre 25 et 30 kilomètres, répartis sur l'ensemble des départements de la France métropolitaine. Ils représentent un linéaire cumulé de 7 551 kilomètres.

Ces itinéraires privilégient des trajets pendulaires (c'est-à-dire des trajets quotidiens entre le domicile et le travail). Selon une enquête de l'Insee, trois quarts des salariés parcourent en voiture moins de 26 kilomètres pour atteindre leur lieu de travail (Coudène et Levy, 2016).

Ils comportent un minimum de 70% de routes bidirectionnelles hors agglomération limitées à 80 km/h. Des potentiels critères d'exclusion ont été pris en compte, comme les conditions météorologiques ou les travaux sur la voie. Les itinéraires retenus en France continentale sont représentés sur l'illustration 25.

Les relevés de temps de parcours via Google Maps ont été opérés :

- la semaine avant la mesure soit du 25 au 30 juin 2018,
- un an après la mise en place de la mesure soit du 24 au 30 juin 2019, hors période estivale.

Les périodes de relevés sont les suivantes :

- à 8h pour les trajets pendulaires du matin,
- à 17h pour les trajets pendulaires du soir,
- à 10h et 15h pour les trajets autres que pendulaires,
- le samedi à 15h.

Les trois premiers relevés permettent d'illustrer un temps de parcours journalier moyen en semaine.

En moyenne, sur l'ensemble des itinéraires, **les relevés avec Google Maps mettent en évidence un allongement de temps de parcours à partir du 1^{er} juillet 2018 de l'ordre de la seconde au kilomètre sur un trajet pendulaire** (temps perdu moyen journalier en semaine).

Cet ordre de grandeur reflète des disparités selon les itinéraires. Le tableau montre la répartition du nombre d'itinéraires en fonction des gains ou des allongements de temps de parcours avant et après mise en œuvre de la mesure sur les itinéraires de la France continentale.

	Gain de Temps de parcours (seconde/km)		Allongement de temps de parcours (seconde/km)	
	Juin 2018 / juin 2019	(% du total des itinéraires)	Juin 2018 / juin 2019	(% du total des itinéraires)
Moins de 1 s/km	32	11 %	72	24 %
Entre 1 et 2 s/km	9	3 %	83	28 %
Entre 2 et 3 s/km	6	2 %	40	14 %
Supérieur à 3 s/km	9	2%	46	15%
	56	19 %	241	81%

Tableau 8 : Répartition du nombre d'itinéraires en fonction des gains ou allongements de temps de parcours moyen journalier, en semaine, entre juin 2018 et juin 2019 pour tous les véhicules (Source : Google Maps)

Entre juin 2018 et juin 2019, il s'avère que :

- 81% des itinéraires présentent un allongement de temps de parcours moyen journalier, dont 24 % de moins de 1 seconde et 28 % entre 1 et 2 seconde(s) au kilomètre.
- Pour 19 % des itinéraires, il est mesuré un gain de temps. Celui-ci est majoritairement inférieur à 1 seconde.

6.2 - La seconde au kilomètre confirmée par les traces GPS sur des trajets quotidiens

Les relevés de temps de parcours par suivi de traces historiques GPS ont été effectués avec l'outil TomTom Move Traffic stats.

Le travail a porté sur un panel de 154 itinéraires issus de la sélection effectuée dans la précédente phase (voir l'annexe 7). Ils représentent un linéaire total de 3 983 km de routes soit 25,8 kilomètres en moyenne par itinéraire. Ils sont localisés dans au moins 83 départements distincts²². Une exploitation des vitesses maximales autorisées sur un échantillon de 19 itinéraires a confirmé que le trajet moyen comprend 80% de linéaire concerné par la mesure d'abaissement de la vitesse.

Les temps de parcours obtenus sont ainsi représentatifs d'un panel d'itinéraires quotidiens.

Il s'agissait de comparer les temps de parcours réalisés sur une période de 3 mois consécutifs en 2017 et en 2019. Le choix précis de la période d'étude a été fait en :

- excluant la période de perturbations de circulation routière liées au mouvement des gilets jaunes,
- excluant au maximum les mois atypiques en termes de trafic et de météorologie (période de nuit hivernale, mois pluvieux),
- comparant les mêmes mois entre 2017 et 2019 pour éviter les effets des variations saisonnières sur les temps de parcours,
- retenant une période permettant d'assurer la disponibilité de la donnée (délai de traitement entre le recueil des données par Tom-Tom et la mise à disposition dans l'outil),
- tenant compte que les trafics sont relativement stables entre 2018 (de août à octobre) et 2019 (de août à octobre) selon le bilan de la circulation routière des comptes des transports.

Les périodes d'études retenues sont donc :

- du 1^{er} août au 31 octobre 2017, pour la période « avant » la mesure,
- du 1^{er} août au 31 octobre 2019, pour la période « après » la mesure.

Les 24 heures de la journée sont découpées en tranches horaires, permettant de distinguer différentes temporalités et différentes conditions de circulation :

- 7h00-9h00 pour l'heure de pointe du matin,
- 9h00-17h00 pour l'heure creuse,
- 17h-19h pour l'heure de pointe du soir
- et 19h-7h pour les heures de « nuit ».

Pour le week-end, une tranche horaire de 10h à 19h est définie par jour (samedi et dimanche).

Pour la totalité du recueil, les temps de parcours de 1 458 000 véhicules ont été collectés (voir l'annexe 7 pour le détail). Seuls les véhicules effectuant la totalité de l'itinéraire ont leurs traces GPS prises en compte pour une meilleure approche des temps de parcours globaux. Sur l'ensemble des itinéraires, le trafic moyen journalier par kilomètre parcouru s'établit à 3 782 veh/j (1 sens de circulation).

²²Un itinéraire, même trans-départemental, n'est référencé que dans un seul département

Les volumes de déplacements cumulés pour l'ensemble des itinéraires, mesurés par l'indicateur des véhicules.km, sont, par hypothèse, identiques pour les deux années 2017 et 2019 et **s'établissent à 5,50 milliards de véhicules kilomètres**.

Le temps de parcours journalier moyen est reconstitué sur la base du recueil des traces GPS. Ce temps de parcours est obtenu en sommant les temps de parcours par périodes horaires, et affecté du coefficient de l'échantillon GPS de la période par rapport à la somme des échantillons GPS journaliers.

Entre 2017 et 2019, l'augmentation moyenne des temps de parcours révélée par les traces historiques GPS, pondérée par le volume de trafic circulant sur les itinéraires étudiés, s'établit à 0.98 s/km parcouru. Ce résultat confirme l'estimation obtenue avec l'application Google Maps.

Sur les 154 itinéraires étudiés :

- 88% des itinéraires connaissent une augmentation de temps de parcours, majoritairement inférieure à 3 s/km parcourus.
- 12 % des itinéraires connaissent une diminution de leur temps de parcours très majoritairement inférieur à 1 s/km parcourus.

Une analyse sur la distribution des allongements des temps de parcours 2017-2019 en fonction du trafic n'a pas fait apparaître de corrélation significative entre charges des trafics et allongement des temps de parcours. Cette analyse met également en évidence une baisse des temps de parcours concentrée sur les itinéraires avec une faible vitesse moyenne initiale.

Les temps de parcours augmentent, en moyenne, significativement plus le week-end que les jours ouvrés (tableau 9). Pour les jours ouvrés, l'heure de pointe du soir connaît l'augmentation la plus forte de temps de parcours, et les heures de nuit (19h – 07h) la plus faible.

	Allongement de temps de parcours moyen en s/km parcouru	Pour un trajet régulier de 30km, en secondes	Pour un trajet de 80km en secondes
Heure Point Matin (Jour ouvré)	0,86	25,8	68,8
Heure Creuse (Jour ouvré)	0,84	25,2	67,2
Heure Pointe Soir (Jour ouvré)	1,11	33,3	88,8
Heure (nuit) 19h-7h (Jour ouvré)	0,69	20,7	55,2
Samedi 10h-19h	1,41	42,3	112,8 (soit 1mn 52s)
Dimanche 10h-19h	1,42	42,6	113,6 (soit 1 mn 53s)

Tableau 9 : répartition des allongements de temps de parcours moyens à partir des traces GPS historiques (source : calcul Cerema, 2020)

Pour des trajets « réguliers » de l'ordre de 30km, l'allongement moyen du temps de parcours est de l'ordre de 30 secondes en semaine et de 40 secondes le week-end.

Pour des trajets de l'ordre de 80km, qui correspondent à la traversée d'un département par exemple, l'allongement moyen du temps de parcours est de l'ordre de la minute en semaine et de moins de 2 minutes le week-end.

7 - Impacts environnementaux

7.1 - Une légère baisse des nuisances sonores non perceptible par l'oreille humaine

L'impact acoustique de la mesure 80 km/h a été évalué selon deux méthodes complémentaires :

- via le calcul à partir de modèles de simulation acoustiques.

Ce travail a été conduit sur 4 tronçons routiers concernés par la mesure (N31 ; N79 ; N94 et D612). La simulation des émissions sonores du flot de véhicules et l'évaluation globale des zones exposées au bruit ont été réalisées grâce à un logiciel de prévision Mithra-Sig V5 ; la méthode d'émission et de propagation repose sur la NMPB08 (Nouvelle Méthode de Prévision du Bruit 2008),

- via des mesures de bruit *in situ*.

Le principe consiste à comparer, sur une section concernée par la mesure de réduction de vitesse, les résultats de mesures acoustiques réalisées aux abords des voies avant puis après la mise en œuvre de la baisse de la vitesse maximale autorisée de 10 km/h. Cette mesure est réalisée grâce à un sonomètre situé en façade d'une habitation bordant l'infrastructure, conformément à la norme NFS 31-085 « Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier ». Cette étude a été conduite sur la N85 dans les Alpes- de-Haute-Provence.

Plusieurs indicateurs ont été utilisés pour quantifier l'impact de la mesure VMA80 selon ces deux méthodes :

- un indicateur caractérisant intrinsèquement la source de bruit routier (Lw/m). Il représente le niveau de puissance acoustique linéique émis par le flot de véhicules sur la portion de voie testée. Cet indicateur est généré uniquement par calcul/modélisation.
- deux indicateurs énergétiques pour qualifier les niveaux sonores : LAeq, Lden (indicateurs se rapportant respectivement à la réglementation française et européenne).
 - Le LAeq, niveau sonore continu équivalent pondéré A, permet de caractériser un niveau sonore en un point donné, pendant une période donnée. La réglementation française fixe 2 périodes réglementaires : 6h-22h (période diurne) et 22h-6h (période nocturne). Cet indicateur est utilisé en France pour évaluer l'impact acoustique lié à des projets d'aménagements de transport mais aussi lors de mesures de bruit *in situ*,
 - Le Lden, indicateur européen de niveau de bruit global en dB(A) sur 24h ; cet indicateur, utilisé dans le cadre des cartes de bruit stratégiques, est calculé sur la base des niveaux sonores équivalents moyennés sur trois périodes : jour (6h-18h), soir (18h-22h), nuit (22h-6h).

A la différence du Lw/m, ces indicateurs (Laeq et Lden) caractérisent le niveau sonore en un point donné. Ces indicateurs sont utilisés à la fois lors des mesures *in situ* (mesure de bruit en façade ; Laeq) et lors de modélisations (dans le cas présent, utilisation de MithraSIG).

7.1.1 - Une baisse modélisée de 0,8 dB(A) pour une réduction de vitesse de 90 à 80 km/h

Pour modéliser les impacts acoustiques de l'abaissement de la vitesse, le Cerema a sélectionné 4 tronçons le long de la N31, N79, N94 et D612, représentant des caractéristiques tranchées en termes de flux routiers, pourcentages de poids lourds et fonction de la voie (tableau 10). Il n'était en effet pas

possible de réaliser une modélisation sur l'ensemble du réseau routier français concerné par l'abaissement de la VMA à 80 km/h.

Voie localisation du tronçon	N31 entre Beauvais et Compiègne	N79 entre Paray-le-Monial et Mâcon	N94 entre Gap et Embrun	D612 entre Saint-Chinian et Béziers
TMJA (véh/j) sur la section de voie étudiée	20 580	13 308	14 596	11 132
% PL sur la section de voie étudiée	12,0	25,5	9,2	10,8
fonction	interrégionale	interrégionale	régionale	locale

Tableau 10 : caractéristiques des tronçons retenus pour la modélisation des émissions sonores

Les émissions sonores (exprimées en niveau de puissance acoustique ; Lw/m) ont été calculées sur les 4 tronçons routiers, grâce à l'outil Mithra -SIG V5. Elles tiennent compte des paramètres suivants : TMJA et pourcentage de PL, décomposés sur 24h selon quatre périodes réglementaires pré-définies en acoustique (6h-18h / 18h-22h / 6h-22h et 22h-6h). La démarche permet ainsi d'obtenir les débits moyens horaires pour les VL et les PL. Cette décomposition est conforme aux recommandations sur le « Calcul prévisionnel de bruit routier – profils journaliers de trafics sur routes et autoroutes inter-urbaines » (Note Setra ; 2007) et la vitesse maximale autorisée (90 km/h (avant) versus 80 km/h (après)).

Pour les 4 tronçons étudiés, les émissions sonores calculées diminuent systématiquement lors du passage de 90 km/h à 80 km/h. Les diminutions sont très faibles, toutes inférieures à 0,8 dB(A) ; elles sont quasi non perceptibles par l'oreille humaine.

Les résultats sont détaillés en annexe 8. Cette observation prévaut sur l'ensemble des périodes réglementaires considérées (de jour comme de nuit), que l'on se base sur les périodes réglementaires françaises ou européennes.

Les axes les moins circulés et les moins chargés en poids lourd sont ceux qui présentent un effet de la mesure plus élevé en termes d'émission sonore (N94 ; D612), les gammes de variation restant toutefois très faibles (entre - 0,4 et - 0,7 dB(A)).

Par ailleurs, le tronçon de la N79 (axe RCEA), très chargé en PL est celui qui présente un effet de la mesure le plus faible, < - 0,4 dB(A), quelle que soit la période de la journée.

Ce constat rejoint l'observation de l'ADEME (2014), qui soulignait que la part importante des poids lourds pouvait « absorber » le bénéfice de la réduction de vitesse sur les véhicules légers. En outre, dans cette situation (fort pourcentage de PL), la diminution des émissions sonores est jugée moins perceptible la nuit (situation observée sur la N79), car la part des poids lourds est plus importante qu'en journée.

L'utilisation de cartes de bruit et de courbes isophones permet de disposer d'une vue spatialisée de l'effet de la mesure. Elle a été réalisée sur 2 tronçons : le long de la N94 à Montgardin (illustration 26) et le long de la RD612 à Béziers (illustration 27).

Il apparaît clairement que le paysage sonore pour les riverains reste inchangé.

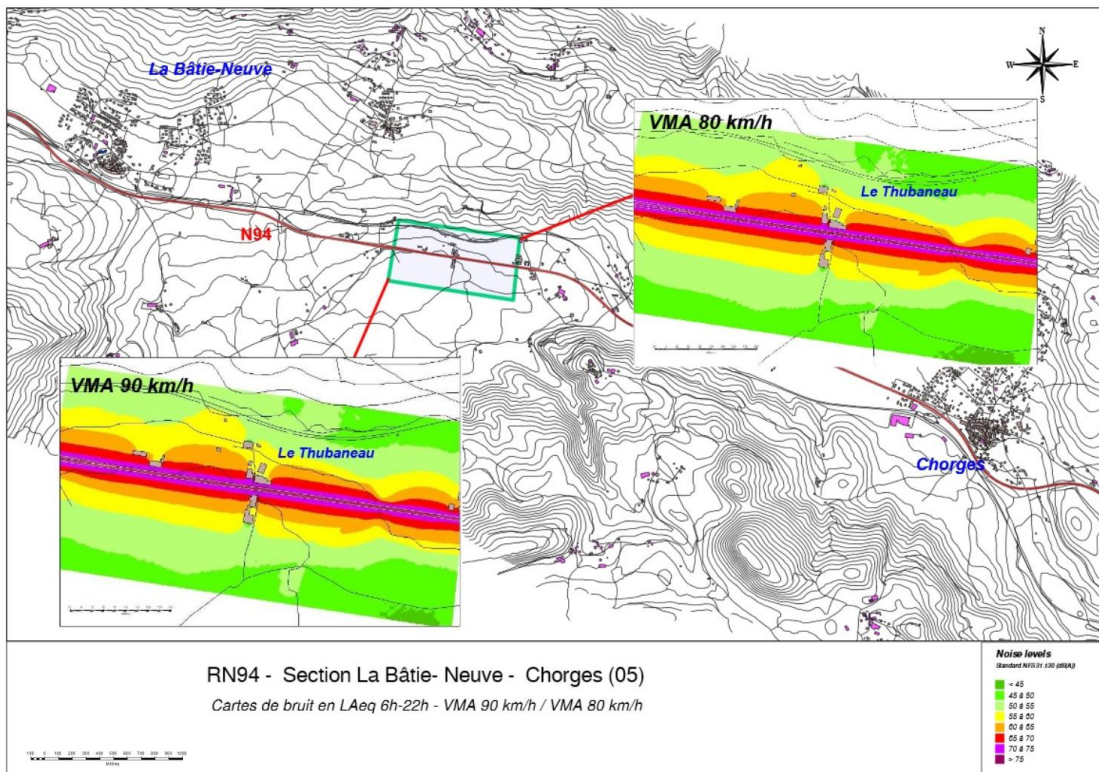


Illustration 26 : Comparaison de l'effet de la mesure VMA80 le long de la N94 à Montgardin.
Carte de Bruit (carte de type A ; période diurne 6h-22h) – courbes isophones matérialisant les zones de même niveau sonore

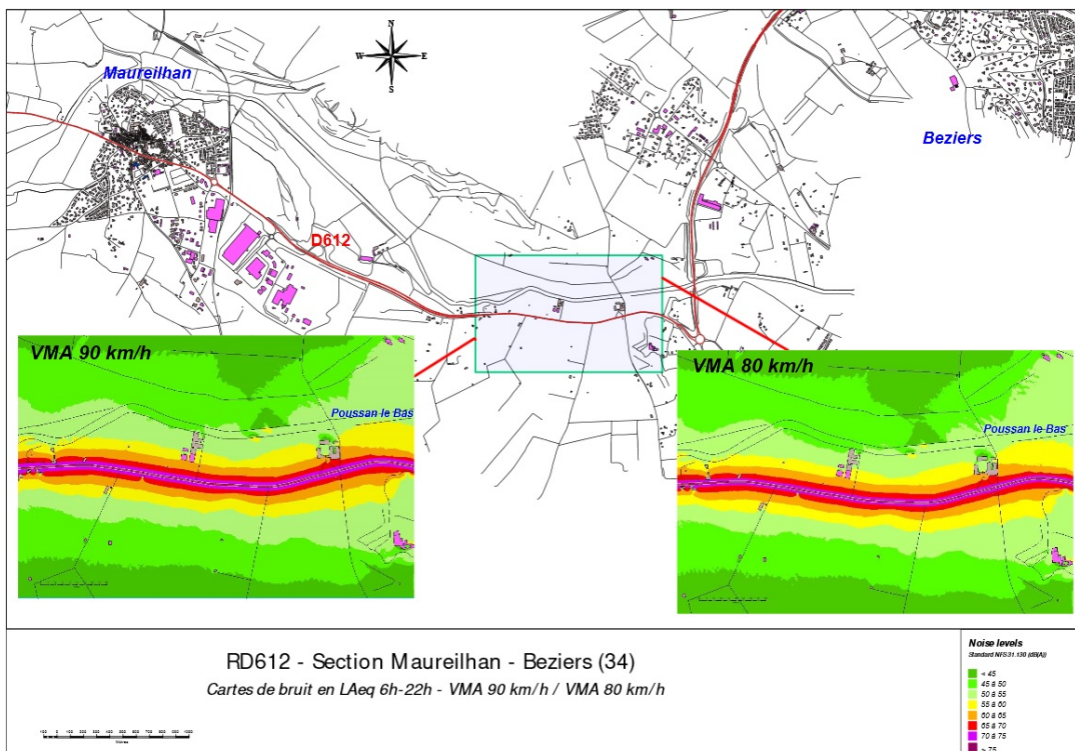


Illustration 27 : Comparaison de l'effet de la mesure VMA80 le long de la RD612 à Béziers.
Carte de Bruit (carte de type A ; période diurne 6h-22h) – courbes isophones matérialisant les zones de même niveau sonore.

7.1.2 - Pas d'impact significatif sur les mesures de bruit *in situ*

Un site, répondant aux exigences nécessaires (section de voie concernée par la mesure VMA80 ; mesures acoustiques réalisées avant la mesure) a été expérimenté en 2019. Il est localisé le long de la nationale N85 entre Château-Arnoux-Saint-Auban et Digne-les-Bains dans les Alpes-de-Haute-Provence.

Ce site avait déjà donné lieu à une instrumentation incluant des mesures acoustiques en 2013, dans le cadre d'un autre projet. En 2019, le sonomètre a été installé strictement au même emplacement qu'en 2013.

Sur cet itinéraire, les relevés de vitesses enregistrées en 2013 et 2019 montrent une très faible évolution des vitesses pratiquées (de l'ordre de -2 km/h).

La comparaison de mesures acoustiques *in situ* sur un point le long de la N85 montre que les niveaux sonores enregistrés en 2013 et en 2019 (niveaux recalés sur les trafics 2013) sont quasiment identiques : delta de niveau sonore entre les 2 dates inférieur à 0,5 dB (A).

Ce résultat est observé, quelle que soit la période évaluée (diurne et nocturne) et indépendamment des conditions météorologiques. Les très faibles variations observées ici relèvent du domaine d'incertitude de la chaîne d'acquisition/mobilisation des données dans le domaine de l'acoustique de l'environnement ; les postes d'incertitudes étant liés aussi bien aux phénomènes physiques présents (instrumentation) qu'au procédé de mise en œuvre expérimental adopté (Ecotière, 2014).

Ainsi, au droit de l'habitation considérée, il est possible de conclure que les écarts de bruit se situent à des valeurs inférieures à l'incertitude des mesures. La mesure VMA80 n'a pas d'impact mesurable sur les niveaux sonores.

Cette étude de mesure de bruit *in situ* rejoint les résultats antérieurs, montrant que si une réduction de la vitesse maximale autorisée conduit à une faible variation des vitesses pratiquées, elle n'a pas d'impact mesurable sur les mesures de bruit *in situ*.

Ainsi, même si le nombre de situations examinées dans le cadre de la présente étude est modeste, les résultats obtenus sont conformes avec ceux de la littérature.

7.2 - Un effet légèrement positif sur la qualité de l'air

Il s'agit d'évaluer, de manière la plus quantitative possible, les effets de la mesure de l'abaissement de la vitesse maximale autorisée sur la qualité de l'air, principalement sur les niveaux d'émission des polluants atmosphériques ayant un impact sanitaire (polluants de proximité) et sur les niveaux d'émission des gaz à effet de serre (GES) ayant un impact sur le changement climatique. Les polluants étudiés sont :

- le dioxyde de carbone (CO₂), pour les gaz à effet de serre,
- les oxydes d'azote (Nox), les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et le benzène, pour les polluants de proximité.

L'analyse consiste à estimer les émissions de polluants atmosphériques avant et après la mise en place de l'abaissement des VMA. Il s'agit d'avoir, sur un échantillon des itinéraires soumis à l'abaissement de la VMA et pour lesquels les données de trafic et de vitesses sont disponibles, une estimation de l'impact de l'abaissement de la VMA à partir des vitesses moyennes pratiquées avant et après la mise en place de la mesure, en exploitant les relevés de traces GPS des véhicules.

L'échantillon retenu comporte 6 itinéraires répartis sur le territoire métropolitain et présentant des caractéristiques diverses en termes de vitesses pratiquées, taux de poids-lourds et pente de l'itinéraire (tableau 11). Ce sont en effet ces 3 facteurs qui peuvent expliquer des différences relatives dans les émissions estimées entre deux situations avant et après mise en place de la mesure (voir la partie 2.4,

retravaillant la littérature sur le sujet). Le pourcentage des poids lourds varie de 4 à 43 % selon les itinéraires étudiés.

Les vitesses pratiquées varient pour les situations avant et après mise en place de la mesure. Tous les itinéraires sélectionnés ont des vitesses moyennes pratiquées supérieures à 70km/h. Par rapport à ce seuil, sur les 6 itinéraires, 2 itinéraires ont des vitesses moyennes pratiquées élevées (entre 80 et 90 km/h) et 4 itinéraires ont des vitesses moyennes modérées (entre 70 et 80 km/h).

Les baisses de vitesse sont significatives pour les 2 itinéraires sur lesquels des vitesses moyennes élevées sont pratiquées. Elles sont moindres sur les 4 itinéraires qui ont des vitesses moyennes modérées.

Département	Longueur en km	Trafic moyen journalier en nombre de véhicules	Part de PL	Vitesse pratiquée avant la mesure (en km/h)	Vitesse pratiquée après la mesure (en km/h)
62	35,8	6 128	32%	71,0	70,0
10	28,6	10 235	8%	74,8	72,1
65	28,5	2 200	14%	76,3	75,1
44	26,9	11 700	4%	83,5	77,5
3	26,5	15 760	43%	90,5	87,4
83	29,5	3 280	13%	71,0	70,4

Tableau 11 : Principales caractéristiques des itinéraires étudiés pour l'évaluation de l'impact de la mesure sur la qualité de l'air

Pour estimer les émissions des polluants atmosphériques, le logiciel COPCETE v4 du Réseau Scientifique et Technique « Air » du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire a été utilisé. Ce logiciel²³ est basé sur la méthodologie de calcul des émissions polluantes COPERT 4 (Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport), méthodologie issue des travaux menés depuis les années 1990 par différents organismes et laboratoires de recherche européens.

Les critères pris en compte pour estimer les émissions tiennent compte :

- du trafic moyen journalier annuel (TMJA) pour les véhicules légers et les poids lourds ainsi que des vitesses associées ;
- de la topographie notamment de la pente qui peut être faible, moyenne ou forte au niveau du projet ;
- de l'occupation du sol.

Les résultats sur les 6 itinéraires tendent globalement à une diminution des principaux polluants (illustration 28).

²³La version 4 de COPCETE (octobre 2016) intègre les modifications de la version v9.0 du logiciel COPERT 4, tient compte de la modification de la structure et mise à jour du parc automobile roulant français 1990-2030 de l'IFSTTAR (parc IFSTTAR mars 2013).

Cette illustration montre la diminution des émissions de polluants suite à la mise en place de la mesure, pour chaque itinéraire étudié, pour les principaux polluants d'origine routière (NOx, PM10, benzène) ainsi que pour le CO2 (GES) et en fonction du niveau de vitesse pratiquée (élevé ou modéré) et de la part des poids lourds.

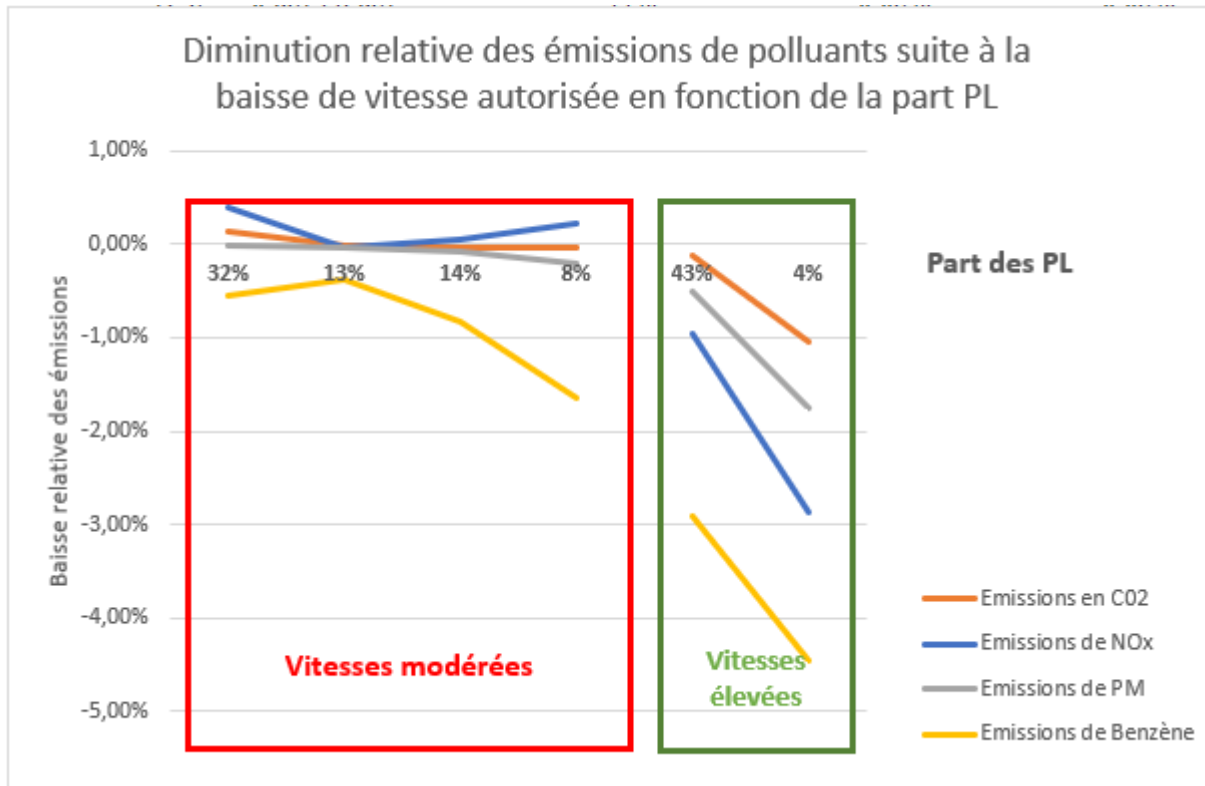


Illustration 28 : Diminution des émissions des principaux polluants sur 6 itinéraires représentatifs après la mise en œuvre de la mesure 80 km/h (source : Calcul Cerema, 2020)

Dans le détail, pour les itinéraires ayant une vitesse de circulation élevée (80-90 km/h) et une part de poids lourds faible, les estimations réalisées correspondent aux tendances connues, à savoir que la mesure d'abaissement des vitesses apporte un gain en émission de polluants significatif. Ce résultat est logique pour ces vitesses pratiquées dans la mesure où la vitesse des PL était déjà limitée à 80km/h sur les routes autorisées à 90km/h. Les diminutions les plus marquées concernent les émissions d'oxydes d'azote et de benzène (respectivement -3 et -4,5 % pour l'itinéraire enregistrant les plus fortes baisses). Les émissions de particules PM10 sont plus limitées dans la mesure où ce polluant ne provient pas seulement des émissions à l'échappement mais également des émissions dues au frottement des pneumatiques sur la route.

En revanche, pour les itinéraires sur lesquels la vitesse pratiquée est proche de 70km/h, les résultats varient selon le contexte (baisse effective de vitesse, taux de PL). Pour un d'entre eux, le gain d'émission des VL compense les émissions supplémentaires de NOx des PL (13% de PL sur l'itinéraire). Pour les 3 autres, le gain d'émission des VL ne compense pas les émissions supplémentaires de NOx des PL (part de PL variant entre 8 et 32 %).

En synthèse, les résultats tendent globalement à une diminution des principaux polluants. Cependant, cette baisse est très faible et ne peut être considérée, à ce stade, comme significative.

8 - Acceptabilité / Acceptation de la mesure

Les résultats présentés ci-dessous concernent les trois vagues d'enquête :

- « avant » la mise en œuvre de la mesure : vague 1 (avril 2018),
- « après » la mise en œuvre de la mesure : vague 2 (mars 2019) et vague 3 (octobre 2019).

Ils ont tous fait l'objet de tests statistiques permettant de vérifier la significativité des propos avancés.

Une quatrième vague d'enquête a été menée du 12 au 17 juin 2020. Elle n'a pas encore pu faire l'objet d'analyses approfondies. Seul le résultat sur l'adhésion à la mesure peut être présenté dans cette partie.

8.1 - Une baisse des personnes les plus opposées à la mesure

Après la mise en œuvre de la mesure, une évolution positive de son acceptation est constatée (illustration 29). La part des répondants favorables à la mesure ne cesse de croître. Elle est passée de 30 % en avril 2018, à 40 % en mars 2019, puis 42 % en octobre 2019 et 48 % en juin 2020.

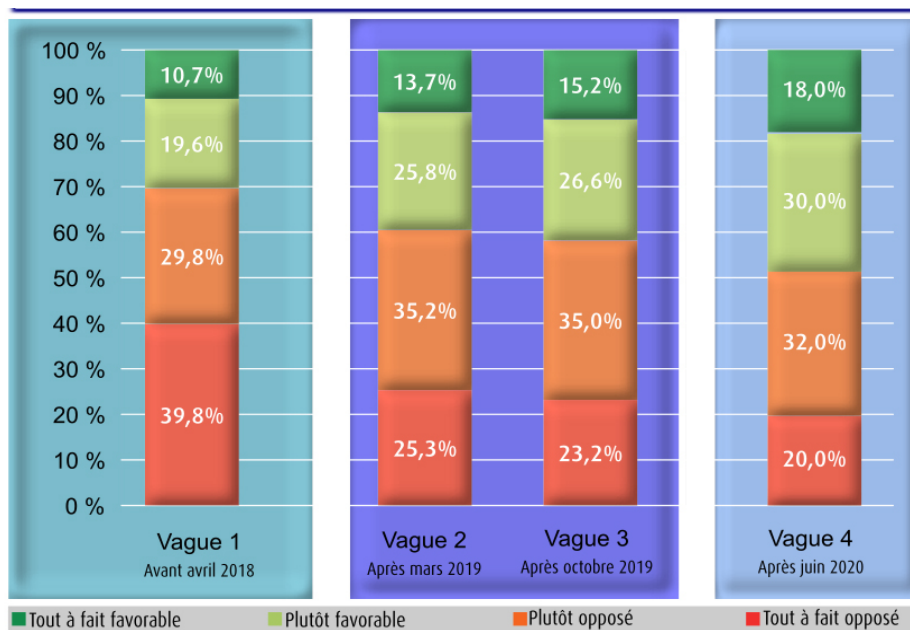


Illustration 29: Pourcentages de répondants sur leur niveau d'adhésion à la mesure, en fonction des vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019), vague 3 (octobre 2019), vague 4 (juin 2020)

Pour chaque vague d'enquête, **les femmes sont plus favorables à la mesure que les hommes** (illustration 30). En juin 2020, 53 % des femmes sont favorables à la mesure, contre 44 % des hommes.

Quelque soit le genre (homme/femme), le taux d'adhésion à la mesure augmente (illustration 30). Parmi les hommes, la proportion de répondants défavorables à la mesure diminue ainsi de 72 % en avril 2018 à 65 % en mars 2019, 64 % en octobre 2019 et enfin 56 % en juin 2020.

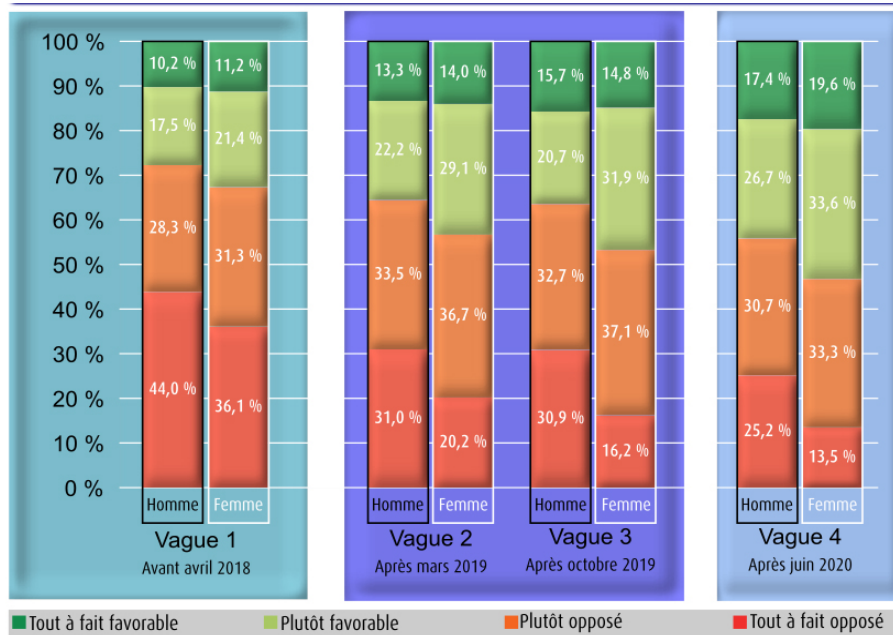


Illustration 30 : Pourcentages de répondants sur leur niveau d'adhésion à la mesure, en fonction du genre et des vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019), vague 3 (octobre 2019), vague 4 (juin 2020)

L'évolution positive vis-à-vis de la mesure concerne particulièrement les personnes les plus opposées à la mesure. La représentation des « tout à fait opposées » à la mesure a baissé de 40 % en avril 2018 à 25 % en mars 2019, 23 % en octobre 2019 puis 20 % en juin 2020. La réduction du nombre de répondants « opposés » à la mesure entre la vague 1 et les vagues 2 (Chi2=211 p=1,08 e-45) et 3 est significative (Chi2=292 p=3,87 e-63).

Cette évolution positive des personnes les plus opposées à la mesure est notamment marquée parmi les répondants habitant en zone rurale et dans les villes de moins de 20 000 habitants.

Pour les répondants habitant en zone rurale (illustration 31), la proportion de personnes tout à fait opposées à la mesure passe de 50 % en vague 1 à 34 % en vague 2, 29 % en vague 3 et 25 % en vague 4 (vague 1/vague 2, Chi 2=57,01 ; p=2,55 e-12 ; vague 1/vague 3 Chi 2=40,03 ; p=2,50 e-10).

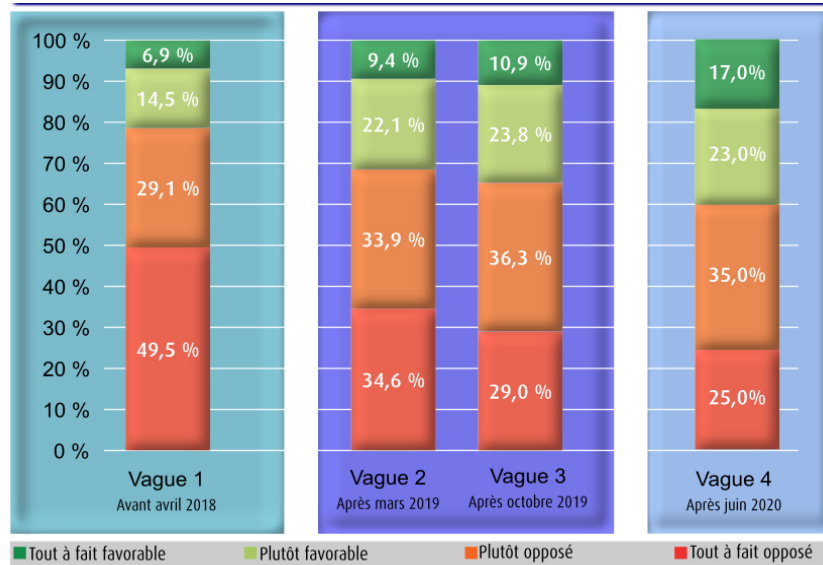


Illustration 31 : Pourcentages de répondants habitant en zone rurale en fonction de leur niveau d'adhésion à la mesure et des vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019), vague 3 (octobre 2019), vague 4 (juin 2020)

Pour les répondants habitant dans les villes de moins de 20 000 habitants (illustration 32), la proportion de personnes tout à fait opposées à la mesure passe de 46 % en vague 1 à 28 % en vague 2 et 3 (vague 1/vague 2, Chi 2=58,4 ; p=1,3 e-12 ; Chi 2=41,3 ; p=1,3 e-10).

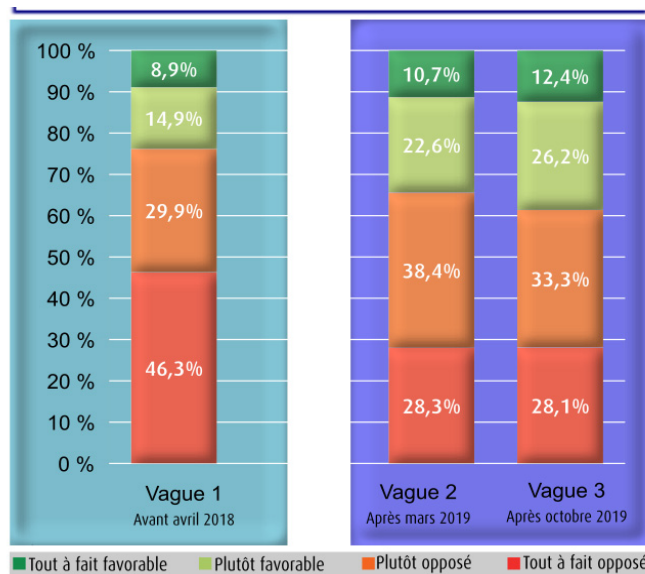


Illustration 32 : Pourcentages de répondants habitant dans des villes de moins de 20 000 habitants en fonction de leur niveau d'adhésion à la mesure et des vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019), vague 3 (octobre 2019)

8.2 - Trois quarts des usagers déclarent respecter la mesure

En octobre 2019, **75% des répondants déclarent respecter la mesure « systématiquement » ou « le plus souvent »**. Avant la mise en œuvre de la mesure, ils étaient 77 % à donner le même type de réponse (illustration 33).

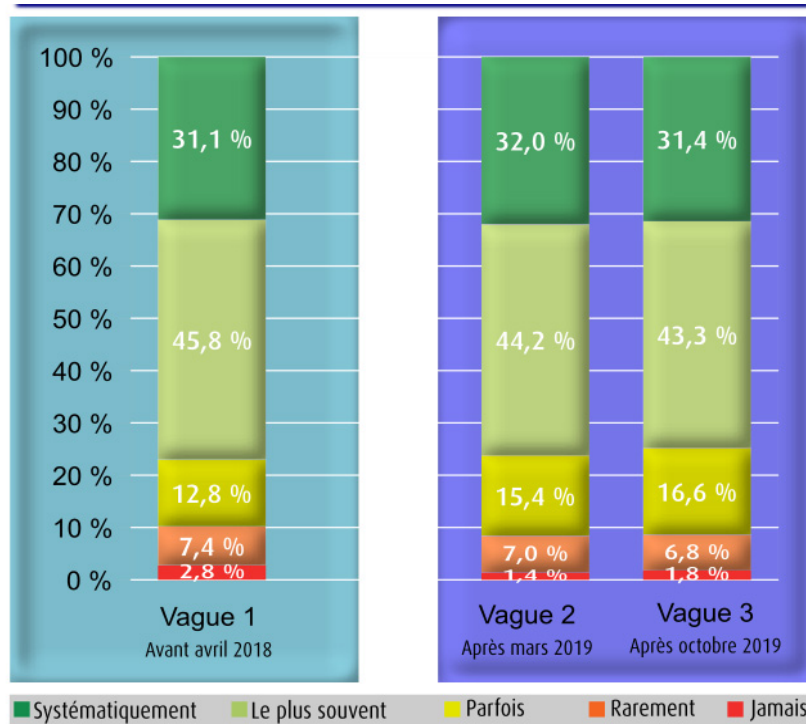


Illustration 33 : Proportion des déclarations de niveau de respect de la mesure (systématiquement, le plus souvent, parfois, rarement ou jamais) pour chacune des trois vagues d'enquête

Assez logiquement, les « tout à fait favorables » à la mesure sont ceux qui majoritairement déclarent la respecter systématiquement (illustration 34). À l'inverse, les « tout à fait opposés » à la mesure déclarent plutôt ne la respecter jamais, rarement ou parfois.

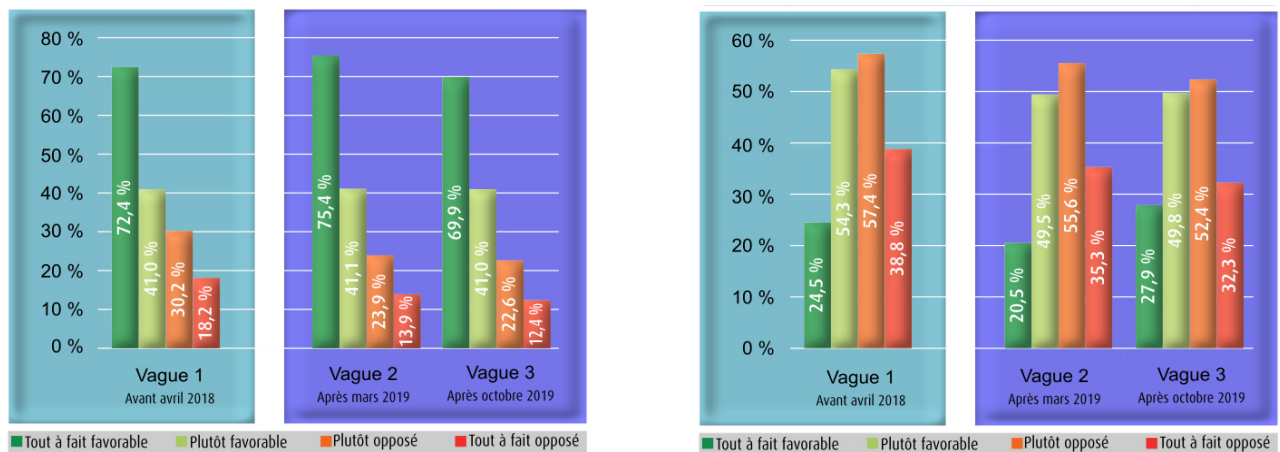


Illustration 34 : Proportion de répondants déclarant respecter systématiquement (à gauche) ou le plus souvent (à droite) la mesure selon leur niveau d'adhésion à la mesure et selon les vagues d'enquête

Il est intéressant de noter que les répondants « plutôt opposés » et « plutôt favorables » à la mesure sont respectivement 55 % et 51 % à déclarer la respecter le plus souvent. Cet écart est statistiquement significatif ($\chi^2=5,66$; $p=0,02$), ce qui signifie que les « plutôt opposés » sont plus nombreux à déclarer respecter le plus souvent la mesure par rapport aux « plutôt favorables ».

Ainsi les personnes qui se déclarent « plutôt opposées » à la mesure disent la respecter systématiquement ou le plus souvent à 80 %.

Il faut tout de même noter que, dans le cadre de cette évaluation, pour les répondants « respecter la limitation de vitesse » ne signifie pas, pour tous, rouler à 80 km/h. **Ainsi, ils considèrent en moyenne, qu'ils respectent la limitation quand ils roulent en dessous de 86 km/h.** Plus le niveau d'adhésion à la mesure est élevé, plus cette valeur est faible. Pour les « tout à fait favorables » à la mesure, elle est de 84 km/h. Pour les « tout à fait opposés », elle est de 89 km/h ($F(3 ; 3800)=52,94 ; p=.00$, tous les tests post-hoc sont significatifs). Ces résultats confirment les études antérieures vues dans la partie 2.3.

Ce résultat peut être mis en regard avec le fait que près de la moitié des répondants considère qu'un dépassement de 10 km/h de la VMA sur ce type de réseau n'a qu'un faible impact voir pas d'impact du tout sur le risque routier. Cette dernière analyse est en conformité avec la revue bibliographique en partie 2.3 qui soulignait que les dépassements de 10 % de la vitesse limite étaient considérés par les usagers comme peu dangereux et peu répréhensibles. Or la littérature a bien montré la différence d'impact sur l'accidentalité entre une vitesse de roulage de 80 km/h et une vitesse de 90 km/h et le poids des dépassements de vitesse de 10 km/h dans la mortalité routière française (voir aussi l'annexe 2 - Dynamique élémentaire et conséquences pratiques). **Les usagers sous-estiment donc bien le danger que représente la vitesse.**

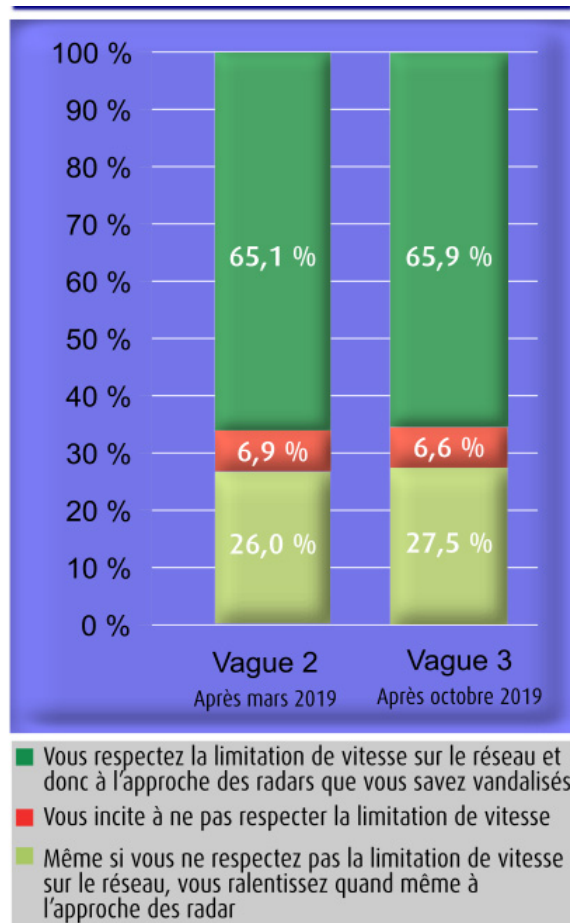


Illustration 35 : Identification des comportements à l'approche des radars vandalisés, après la mise en œuvre de la mesure (vague 2 en mars 2019 et vague 3 en octobre 2019)

Une question ajoutée dans les vagues 2 (mars 2019) et 3 (octobre 2019) d'enquêtes concernaient le comportement des répondants aux abords des radars vandalisés (illustration 35). Une très petite minorité déclare que le fait que les radars soient vandalisés les incite à ne pas respecter la limitation de vitesse

(6,9 % en vague 2 et 6,6% en vague 3). En revanche, une large majorité déclare respecter la limitation indépendamment de cela (65,11 % en vague 2 et 65,9% en vague 3) et un quart qu'ils ralentissent à l'approche des radars vandalisés (25,9 % en vague 2 et 27,5% en vague 3).

Leur déclaration de ne pas changer de comportement se retrouve dans l'observation des vitesses pratiquées qui restent stables dans cette période (partie 4.2).

8.3 - Réduire l'accidentalité, un facteur positif d'adhésion à la mesure

Une question cherchait à déterminer si l'impact de la mesure a un impact sur l'attitude vis-à-vis de la mesure. Pour ce faire, les répondants devaient se positionner sur une échelle en 4 points sur chacun des éléments portant sur l'impact. Il n'y a pas d'évolution majeure entre les vagues et les résultats sont présentés pour la vague 3 (octobre 2019).

Tout d'abord, **l'impact de la mesure a une influence forte sur l'acceptabilité de la mesure** puisqu'il explique 52,2% de l'opinion [R^2 ajusté=0,52 ; $F(21, 2553)=134,61$; $p<0,00000$]. Le modèle reste très prédictif avec 52,2 % de la variance expliquée.

D'une manière générale, même si les coefficients sont faibles, **l'adhésion à la mesure est confortée par les arguments de réduction de l'accidentalité** (réduction du nombre de tués, de la gravité, du nombre d'accidents, ainsi que des situations comme sortie de route, chocs frontaux). Par contre, les arguments environnementaux sont parmi ceux qui portent le moins.

En effet, deux arguments apparaissent comme ayant un impact négatif sur l'adhésion à la mesure :

- augmenter le risque d'être sanctionné ($\beta=-0,12$; $t=-7,41$; $p=0,000$),
- endommager les boites de vitesse car elles ne sont pas adaptées pour rouler à 80 km/h ($\beta=-0,087$; $t=-5,77$; $p=0,000$).

Sept arguments apparaissent comme ayant un impact positif sur l'adhésion à la mesure :

- réduire le nombre de tués ($\beta=0,15$; $t=5,3$; $p=0,000$),
- réduire le nombre d'accidents matériels ($\beta=0,16$; $t=6,13$; $p=0,000$),
- réduire le risque de collision car le champ de vision sera moins important ($\beta=0,09$; $t=4,12$; $p=0,000$),
- fluidifier le trafic ($\beta=0,08$; $t=3,74$; $p=0,000$),
- réduire la gravité des accidents ($\beta=0,06$; $t=2,42$; $p=0,01$),
- réduire les chocs frontaux ($\beta=0,06$; $t=2,70$; $p=0,007$),
- réduire les sorties de route ($\beta=0,06$; $t=2,92$; $p=0,004$).

Il est intéressant de relever que le risque d'augmenter les dépassements dangereux était vu comme ayant un impact négatif sur l'adhésion à la mesure dans les vagues 1 et 2 d'enquête. Par contre, cet argument n'a pas d'impact dans la vague 3. Il est possible que les répondants aient constaté que l'abaissement de la vitesse sur les routes bi-directionnelles sans séparateur central n'avait pas d'incidence sur l'accidentalité liée aux dépassements, comme le confirment les résultats de l'analyse accidentologique (partie 5.4.1).

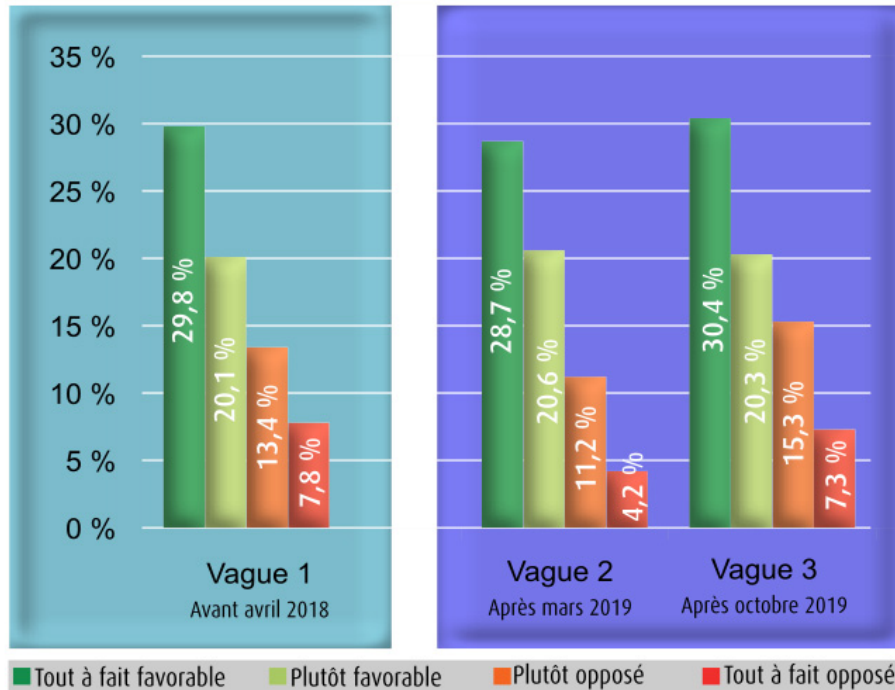


Illustration 36 : Pourcentage des répondants pensant que les excès de vitesse constituent un facteur d'accident, selon leur niveau d'adhésion à la mesure et selon les vagues d'enquête

Par contre, la perception des excès de vitesse comme un facteur d'accident divise les répondants favorables et opposés à la mesure. En effet, une faible proportion des opposés à la mesure considère les excès de vitesse comme un facteur d'accident (illustration 36). Cela permet de légitimer leur non-respect de la vitesse maximale autorisée.

D'ailleurs les principaux arguments donnés par ceux qui déclarent avoir peu l'intention de respecter la mesure sont que la route permet d'aller vite et qu'il y a peu de risque car ils maîtrisent leur véhicule.

8.4 - Le temps perdu estimé par les usagers reste supérieur à la réalité

Avant la mise en œuvre de la mesure, le temps perdu était surestimé par les usagers. 72 % des répondants considéraient que leur temps de trajet serait plus important après le 1^{er} juillet 2018. Pour 31 %, le temps de trajet supplémentaire serait compris entre 5 et 10 minutes, pour 13 %, il serait supérieur à 10 minutes.

Après la mise en œuvre de la mesure, pour tous les types de répondants, le temps perdu estimé a baissé par rapport à leurs projections avant juillet 2018 (illustration 37).

Plus les répondants sont favorables à la mesure, moins ils pensent que la mesure leur fait perdre du temps. Cet effet est constant entre les 3 vagues d'enquête.

En termes d'évolution entre les vagues, tous les répondants sauf les répondants « tout à fait favorables » à la mesure estiment leur temps perdu moins important en vague 2 et 3 qu'en vague 1. Toutefois aucune différence n'est à observer entre la vague 2 et la vague 3 sauf pour les plus favorables à la mesure qui estiment leur temps perdu comme inférieur en vague 3 par rapport à la vague 2.

Pour les répondants « opposés » à la mesure, ils estiment en moyenne que la mesure leur fait perdre au mieux moins de 2 minutes, au pire entre 2 et 5 minutes sur leur trajet habituel. Avant la mise en œuvre de la mesure, ils estimaient qu'ils perdraient au mieux moins de 5 minutes, au pire entre 5 et 10 minutes.

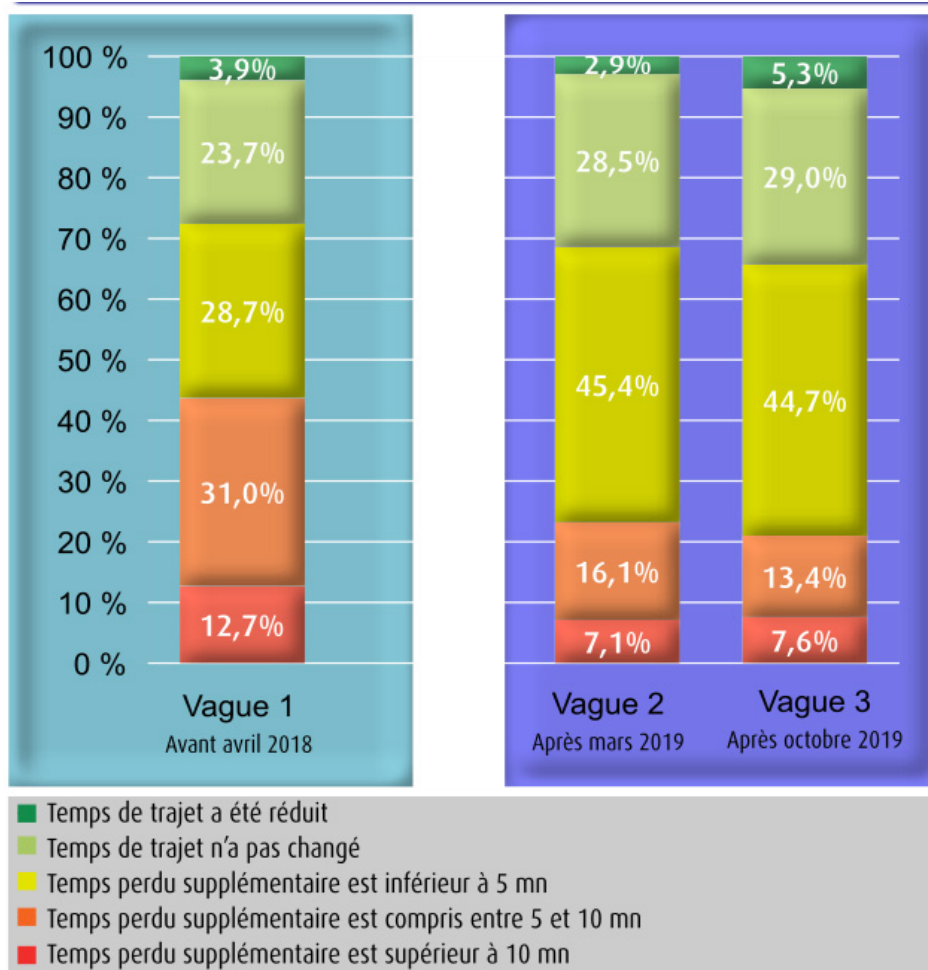


Illustration 37 : temps de trajet estimé par l'ensemble des répondants pour chacune des vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019), vague 3 (octobre 2019)

Cependant le temps perdu estimé reste encore supérieur à la réalité. En effet, la majorité des usagers, déclarant perdre plus de 2 minutes de temps de trajet, parcourent des trajets quotidiens de moins de 50 kilomètres. Si l'on considère l'évolution moyenne estimée au travers des relevés de temps de parcours de 1 seconde par kilomètre, les temps de trajet devraient être augmentés de 50 secondes environ, ce qui est bien inférieur aux « plus de 2 minutes » déclarées.

9 - Le calcul socio-économique

Dans cette partie, sont présentés les indicateurs de l'évaluation socio-économique (sécurité routière, temps de parcours, consommation de carburant, émission de GES, coût d'investissement) en précisant la méthodologie appliquée, les données nécessaires à son application et les résultats quantitatifs et monétaires.

Comme vu en partie 3.4, la mesure est prise comme une modification du réseau de transports. La date de mise en œuvre du projet est prise à l'identique sur l'ensemble des itinéraires soit le 1er juillet 2018.

Le bilan s'appuie sur une analyse coûts avantages par comparaison de la situation avant/après. L'analyse est effectuée par différence des coûts calculés entre les années pleines 2017 et 2019.

La monétarisation des indicateurs s'appuie sur des valeurs de référence exprimées en €2015 à l'année 2015 dans les fiches du référentiel d'évaluation des projets de transports. Les indicateurs monétaires sont donc exprimés en €2015.

Les valeurs de références sont considérées constantes entre 2017 et 2019. Elles concernent la structure du parc automobile, les coûts de circulation, les dépenses énergétiques... Les valeurs de référence réactualisées à l'année 2018 seront utilisées dans le calcul des indicateurs aux années 2017 et 2019.

Le bilan simplifié est un bilan hors fiscalité, sans prendre en compte le coefficient d'opportunité des fonds publics (COFP), et sans bilan par acteur.

9.1 - L'estimation de la circulation considérée en kilomètres parcourus

Dans les paramètres du calcul économique portant sur le réseau considéré à 80 km/h, il est indispensable de quantifier le nombre de kilomètres parcourus sur lesquels l'effet de la mesure doit être évalué et sur lequel le calcul des indicateurs va porter. L'objectif est de connaître les kilomètres parcourus sur le réseau considéré par l'évaluation, c'est-à-dire le réseau « hors autoroute » et « hors agglomération » (voir la partie 3.2.2 pour plus de détails).

Tout d'abord, **il est important de rappeler qu'il n'existe pas de données fiables, agrégées et complètes des trafics sur le réseau considéré pour l'évaluation. Une estimation doit donc être faite.**

Le nombre de véhicules circulant sur les itinéraires est considéré identique entre 2017 et 2019 : aucune évolution de la demande n'est appliquée et les reports d'itinéraires et modaux sont considérés négligeables. L'analyse coûts bénéfiques du CGDD (2018) conforte cette hypothèse en montrant que les effets de reports sur le réseau autoroutier sont faibles.

Une première estimation de la circulation sur le réseau considéré est effectuée à partir d'une modélisation. Sont utilisées les données des calculs du CGDD selon MODEV²⁴ (2018). Le réseau étudié par le CGDD est plus étendu que le réseau considéré. La décomposition des trafics proposés par le CGDD permet d'identifier le trafic sur un ensemble constitué du réseau des routes nationales (RN), routes départementales (RD) et « autres » routes²⁵. Le trafic est alors de 329 milliards de véhicules.km.

En s'appuyant sur la répartition des vitesses par type de réseau (CGDD, 2018), il apparaît que la vitesse sur ce réseau « autres » est de 49,4 km/h. Le réseau « autres routes » relève donc davantage du type agglomération et représente de l'ordre de 33-34% de la totalité du réseau. En enlevant la part du réseau

²⁴MODEV : Modèle national des Flux de Transport

²⁵Les données ne sont pas disponibles dans un découpage plus fin.

agglomération au trafic RN, RD et « autres » routes, une première hypothèse de circulation sur le réseau considéré de 220 milliards de kilomètres parcourus peut être définie.

Une seconde estimation est opérée à partir des consommations de carburant. Pour cela, sont utilisés les comptes nationaux des transports, publiés par le CGDD. Ces comptes fournissent un indice de circulation par grand type de réseau. Là encore le découpage ne permet pas de cibler directement le réseau considéré. Un ensemble constitué des routes nationales (hors Voies Rapides Urbaines et routes interurbaines à caractéristiques autoroutières), des routes départementales et du réseau local peut être extrait. Il comporte un trafic de 421 milliards de kilomètres parcourus (voir tableau 1). En retenant la part « agglomération » précédente de 33-34% et en la déduisant de ce trafic total, une seconde hypothèse de circulation sur le réseau considéré de 280 milliards de kilomètres parcourus peut être proposée.

Le trafic sur le réseau considéré est donc approximé entre 220 milliards de kilomètres parcourus, hypothèse basse, et 280 milliards de kilomètres parcourus, hypothèse haute.

Le calcul des indicateurs relatifs à l'allongement des temps de parcours et aux gains de carburant économisé s'appuie sur les temps de parcours et vitesses reconstitués à partir des données d'entrée FCD recueillies sur les 3 983 km de linéaire (voir la partie 6.2) et extrapolés à partir des kilomètres parcourus sur le réseau considéré. Pour ces deux indicateurs, les hypothèses haute (280 milliards) et basse (220 milliards) sont retenues pour encadrer les résultats du calcul économique.

Cette méthode suppose de poser l'hypothèse que l'allongement des temps de parcours est proportionnel aux kilomètres parcourus. La méthode conduit alors à majorer le calcul du temps perdu.

9.2 - Des gains liés à la sécurité routière

Cette partie du bilan s'appuie sur l'évolution du nombre de tués, de blessés hospitalisés et de blessés légers²⁶ entre les années pleines 2017 et 2019.

Les données sont celles du BAAC, données validées pour les deux années (partie 3.2.1). Les données brutes des nombres de tués et de blessés sont disponibles en annexe 4.

Comme évoqué dans la partie 3.2.3, la répartition entre blessés hospitalisés (BH) et blessés légers (BL) ne peut pas être issue directement des données validées du BAAC. Le taux BH/BL de 2017 est utilisé comme référence et appliqué au nombre réel de blessés en 2019. Ce taux est de 55,2 % de blessés hospitalisés et de 44,8 % de blessés légers.

Le tableau 12 récapitule l'évolution du nombre de tués, blessés hospitalisés et blessés légers entre 2017 et 2019, calculés selon les hypothèses décrites précédemment.

	Écart entre 2017 et 2019
Nombre de tués	- 216
Nombre de blessés hospitalisés	- 1 165
Nombre de blessés légers	- 945

Tableau 12 : Evolution du nombre de tués, BH et BL entre 2017 et 2019 (Source : BAAC officiel et calcul pour le taux BH/BL)

²⁶Les blessés légers sont les victimes ayant reçu des soins médicaux mais non hospitalisés ou hospitalisés moins de 24 h.

L'effet sur la sécurité routière est monétarisé par application de la valeur tutélaire définie comme la Valeur de la Vie humaine Statistique (VVS).

Cette valeur de référence de l'insécurité est exprimée en €2015 en 2015²⁷. Elle se décline comme suit :

- Tués (VVS : valeur de la vie statistique) = 3 200 000 €
- Blessé hospitalisé (12,5% de la VVS) = 400 000 €
- Blessé léger (0,5% de la VVS) = 16 000 €

Les valeurs de l'insécurité évoluent dans le temps comme le PIB par habitant. Aussi les gains monétaires prennent-ils en compte l'évolution du PIB par habitant.

Les blessés légers sont les victimes ayant reçu des soins médicaux mais non hospitalisées ou hospitalisées moins de 24 h.

Les résultats présentés dans le tableau montrent un gain monétaire annuel de 1,2 milliards €2015 à l'année 2018 pour le volet sécurité routière.

Avantages annuels liés à la sécurité routière (Millions €2015)	
Avantages liés au nombre de vies sauvées	708,5
Avantages liés au nombre de blessés hospitalisés évités	477,7
Avantages liés au nombre de blessés légers évités	15,1
Avantages totaux	1 201,3

Tableau 13 : Avantages annuels (en Millions €2015) liés à la sécurité routière
(Source: calcul Cerema, 2020)

9.3 - Des pertes liées au temps de parcours

Le calcul pour l'allongement des temps de parcours s'appuie sur les temps de parcours et vitesses reconstitués à partir des données d'entrée FCD recueillies sur les 3 983 km de linéaire.

Pour chaque itinéraire, il est calculé un temps perdu annuel global, à partir des périodes horaires présentées en partie 6.2 et des différents jours de la semaine (distinction semaine et week-end).

Pour chaque période horaire, est considéré le temps perdu. Par exemple, sur la période de pointe du matin :

$$\text{Temps perdu}_{HPM} = (Tdp_{avant} - Tdp_{après})_{HPM} \times \text{Trafic}_{HPM}$$

²⁷fiche « valeurs de référence prescrites pour le calcul économique, version du 03 mai 2019

Le trafic HPM est calculé à partir du trafic moyen journalier et la part des traces GPS sur la tranche horaire par rapport aux traces GPS journalières totales.

L'ensemble des résultats calculés par tranche horaire est sommé pour obtenir une perte de temps journalière moyenne par itinéraire.

Ensuite, un temps perdu annuel global est calculé en multipliant la totalité des pertes de temps journalières obtenues par origine-destination par l'ensemble des jours de l'année.

Au final, l'allongement de temps de parcours annuel pour le calcul socio-économique est calculé par soustraction des temps de parcours (TDP) 2019 aux temps de parcours (TDP) 2017. Il est ensuite ramené au nombre de véhicules annuels circulant sur l'itinéraire pour obtenir une perte de temps de parcours annuelle par itinéraire.

Le calcul des pertes annuelles des temps de parcours totaux est obtenu en sommant les résultats obtenus pour chaque itinéraire :

$$Perte\ de\ TDP\ annuelle\ (VL.h) = \sum_{itinéraires} (TDP\ 2019 - TDP\ 2017) \times Nb\ \frac{VL}{j} \times 365$$

Le calcul des effets de la mesure sur les temps de parcours des usagers nécessite l'application d'un taux d'occupation de véhicule. Il est retenu égal à 1.3 dans le calcul socio-économique²⁸.

Les pertes de temps de parcours sont ensuite redressées sur le nombre de véhicules parcourus selon les hypothèses de circulation basse et haute. Le tableau 14 présente les résultats obtenus.

Écart entre 2017 et 2019	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Evolution du temps de parcours (millions de véhicules.heure)	+ 60,7	+ 77,2
Evolution du temps de parcours (millions d'usagers.heure)	+ 78,9	+ 100,4

Tableau 14 : Evolution des temps de parcours entre 2017 et 2019 selon les hypothèses de circulation
(Source: calcul Cerema, 2020)

La monétarisation des allongements de temps de parcours s'obtient en appliquant une valeur du temps aux pertes de temps de parcours quantifiées par millions d'usagers.heures. La valeur du temps peut être définie comme le reflet du montant maximal que l'utilisateur est prêt à payer pour économiser une heure de temps de transport.

$$Pertes\ annuelles\ de\ TDP\ des\ usagers\ VP\ (€) = Pertes\ annuelles\ TDP\ (usagers\ VP.h) \times VdT$$

La valeur du temps (VdT) proposée est la valeur de référence en milieu interurbain²⁹, tous motifs, calculée pour les distances de 20 km – 80 km soit : $VdT = 0.096 \times d + 6.5$

²⁸Hypothèse établie à partir d'une exploitation de la base unifiée des enquêtes de mobilités certifiées Cerema (EMC²) nationales de 2017 qui montre que le taux d'occupation est en moyenne de 1,36 quel que soit le motif du déplacement et pour les trajets Multipolaire <-> Couronnes, il est de 1,3.

La distance d est égale à la longueur moyenne des itinéraires sélectionnés au sein du périmètre du relevé FCD (autour de 25 km), ce qui donne une valeur du temps de 8,9 €2015/h en 2015 par voyageur.

La valeur du temps des voyageurs évolue dans le temps comme le PIB par habitant. Aussi les gains monétaires prennent-ils en compte l'évolution du PIB par habitant.

Les résultats présentés dans le tableau 15 montrent une perte monétaire annuelle entre 721 et 917 millions €2015 à l'année 2018 pour les temps de parcours.

	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Pertes annuelles liées au temps de parcours (millions €2015)	- 720,9	- 917,5

Tableau 15 : Pertes annuelles (en Millions €2015) liées au temps de parcours (Source: calcul Cerema, 2020)

9.4 - Des gains sur la consommation de carburant

Il est rappelé que le calcul socio-économique est basé sur les coûts hors fiscalité.

La quantité de carburant consommé par véhicule est calculée à partir du volume de véhicules circulant sur un itinéraire et de leur consommation de carburant. Les consommations de carburant sont directement liées aux vitesses des véhicules. Elles dépendent également de la structure du parc roulant et de son évolution et sont différenciées par type de carburant.

Le référentiel d'évaluation recommande de s'appuyer sur les courbes COPERT 4 pour estimer la consommation des véhicules en fonction de leur vitesse. La fiche-outil « Cadrage du scénario de référence » du référentiel d'évaluation en vigueur fournit l'ensemble des hypothèses relatives à l'évolution du parc roulant et de ses consommations unitaires de carburant.

Il est envisageable d'utiliser les vitesses moyennes relevées par traces FCD sur le réseau restreint appliquées aux kilomètres parcourus qui ont été estimés sur le réseau élargi.

En prenant les caractéristiques du parc roulant 2018 et en les considérant constantes entre 2017 et 2019, il est alors possible d'estimer le différentiel de quantité de carburant consommé entre les situations avant (2017) et après mise en service (2019) de la mesure pour chaque itinéraire. Ces variations de quantité de carburant consommé sont ensuite ramenées à l'année puis sommées pour obtenir une variation sur l'ensemble des itinéraires étudiées :

$$\Delta \text{Quantité annuelle carburant consommé} = \sum_{\text{itinéraires}} \text{Nb L VP 2019} - \text{Nb L VP 2017}$$

$$\text{avec Nb L consommés annuels VP} = \text{conso TC} \times \text{Nb} \frac{\text{VP}}{j} \times \text{Nb VP} \times \text{Lg iti} \times 365$$

Les variations de carburant consommé, calculées sur la base du linéaire recueilli par traitement des FCD, sont ensuite redressées sur le nombre de véhicules parcourus selon les hypothèses de circulation basse et haute. Le tableau 16 présente les résultats.

²⁹en €2015/h par voyageur en 2015 (fiche « valeurs de référence prescrites pour le calcul économique, version du 03 mai 2019)

Écart entre 2017 et 2019	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Evolution de la quantité de carburant consommé (millions de litres)	- 458	- 583

Tableau 16 : Evolution de la quantité de carburant consommé entre 2017 et 2019 selon les hypothèses de circulation
(Source: calcul Cerema, 2020)

Par application des prix unitaires 2018 des carburants proposés dans la fiche-outil « Cadrage du scénario de référence », la quantité de carburant économisée entre 2017 et 2019 est monétarisée.

Les résultats présentés dans le tableau 17 montrent un gain monétaire annuel entre 251 et 320 millions €2015 pour le carburant consommé.

	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Avantages annuels liés à la quantité de carburant économisé (millions €2015)	+ 251,8	+ 320,5

Tableau 17 : Avantages annuels (en Millions €2015) liés au carburant économisé (Source: calcul Cerema, 2020)

9.5 - Des gains sur les émissions de gaz à effet de serre (GES)

La quantité d'émission de GES est estimée à partir de la consommation de carburant des véhicules qui est liée aux vitesses des véhicules et se calcule par l'application des courbes COPERT 4 comme expliqué dans le paragraphe précédent. Elle dépend également d'un facteur d'émission attribué par type de véhicule, de la structure du parc roulant et de son évolution.

La variation de la quantité annuelle de GES émise, exprimée en kg/an, est calculée par différence entre les quantités émises en 2017 et 2019. Les quantités annuelles émises en 2017 et 2019 sont calculées en sommant les résultats individuels de chaque itinéraire.

$$\Delta \text{Quantité annuelle GES émise} = \text{Nb kg annuels VP 2019} - \text{Nb kg annuels VP 2017}$$

$$\text{avec Nb kg émis annuels} = \sum_{\text{itinéraire}} \text{conso VP} \times \text{Nb} \frac{\text{VP}}{j} \times 365 \times \text{facteur d'émission} \times \text{Lg iti}$$

Les variations de quantité annuelle d'émission de GES sont calculées sur la base du linéaire recueilli par traitement des FCD. Elles doivent ensuite être redressées à l'échelle du réseau d'application de la mesure, sur le nombre de véhicules parcourus selon les hypothèses de circulation basse et haute. Le tableau 18 présente les résultats.

Écart entre 2017 et 2019	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Evolution de la quantité annuelle de GES émise (10 ³ kg)	- 1 026,0	- 1 305,8

Tableau 18 : Evolution de la quantité de GES émise entre 2017 et 2019 selon les hypothèses de circulation
(Source: calcul Cerema, 2020)

La monétarisation de la variation de quantité de GES émise est obtenue par application du coût de la tonne de CO₂, valeur de référence préconisée par le référentiel d'évaluation et fixée à 53 €2015 la tonne de CO₂ en 2018.

Les résultats présentés dans le tableau 19 montrent un gain monétaire annuel entre 54 et 65 millions €2015 pour les GES.

	Hypothèse basse de circulation (220 Mds de km parcourus)	Hypothèse haute de circulation (280 Mds de km parcourus)
Avantages annuels liés à l'émission de GES (millions €2015)	+ 54,4	+ 69,2

Tableau 19 : Avantages annuels (en Millions €2015) liés aux émissions de GES (Source: calcul Cerema, 2020)

9.6 - Des coûts d'investissement

Les coûts pris en compte sont :

- le coût annuel du changement des panneaux pour les RN et RD (durée de vie de 10 ans des panneaux)
- les coûts d'études et de communication pour la mise en œuvre de la mesure.

Concernant le coût du changement des panneaux, ces derniers n'ont pas tous été changés. En effet, en raison de l'évolution du code de la route intégrant le changement à 80 km/h sur l'ensemble des routes bidirectionnelles sans séparateur central, il n'était pas obligatoire de changer la signalisation hormis dans le cas des zones où il était décidé de maintenir des portions à 90km/h (créneaux de dépassement, par exemple).

Ainsi, le coût relatif aux panneaux changés s'élève à 2,30 Millions €2019 qui ramenée en €2015 se chiffre à 2,10 Millions €2015 (source : ONISR). En tenant compte de la durée de vie de ce type d'équipement estimée à 10 ans, **le coût annuel retenu pour les panneaux dans l'analyse monétarisée est de 210 000 €2015.**

Les coûts d'étude et de communication sont estimés par l'ONISR à 6 Millions €.

9.7 - Un bilan socio-économique global positif de l'ordre de 700 millions €

Le bilan socio-économique de la mesure est positif. Il peut être approximé à 700 Millions d'euros sur une année. Les bénéfices sociétaux résident principalement dans les gains d'accidentalité (1,2 milliards €). Ils sont en cohérence avec l'effet attendu de la mesure.

Bilan socio-économique monétarisé : somme des avantages en Millions €HT 2015 à l'année 2018	Hypothèse basse de circulation sur le réseau considéré	Hypothèse haute de circulation sur le réseau considéré
Vies sauvées	708,5	708,5
Blessés hospitalisés évités	477,7	477,7
Blessés légers évités	15,1	15,1
Bilan Accidentalité	1201,3	1201,3
Bilan des temps perdus	-720,9	-917,5
Bilan des économies de carburants	251,8	320,5
Bilan des émissions de CO2 évitées	54,4	69,2
Coûts annuels des panneaux (10 ans)	-0,2	-0,2
Coûts de communication	-6,0	-6,0
Bilan Coûts	-6,2	-6,2
Total	780,3	667,2

Tableau 20 : Calcul du bilan économique total à partir des bilans annuels sur la sécurité routière, les temps de parcours, l'environnement et les coûts liés à la mesure (Source: calcul Cerema, 2020)

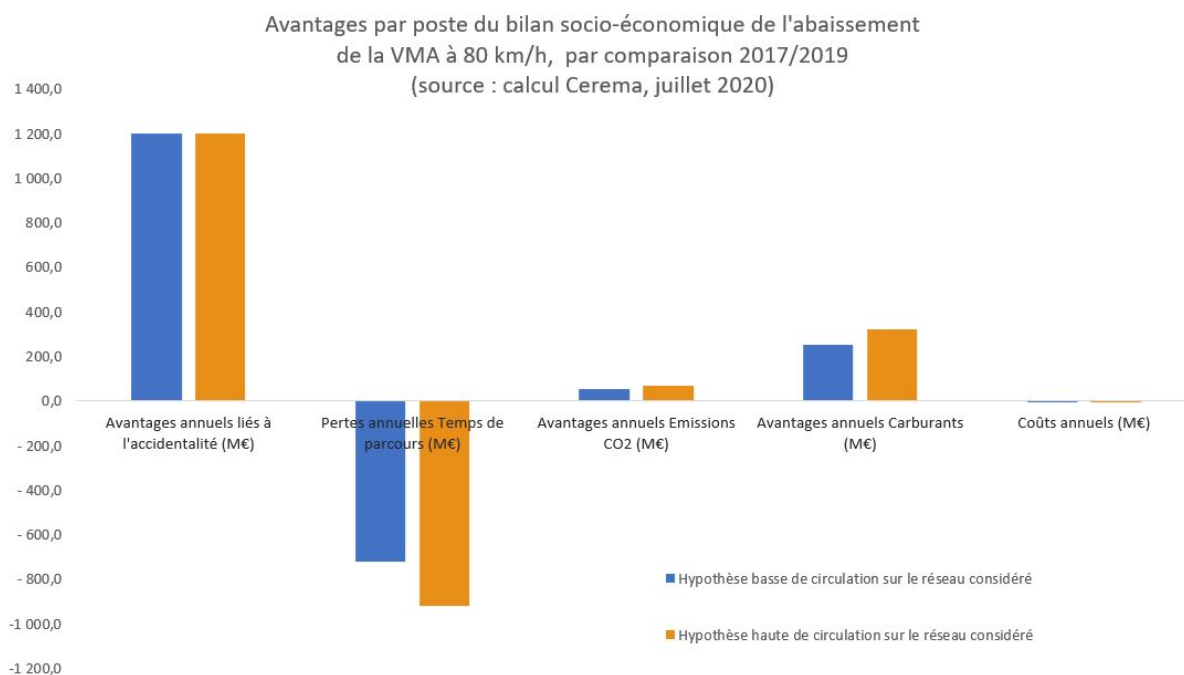


Illustration 38 : Représentation des poids des différents postes étudiés dans le calcul socio-économique selon l'hypothèse basse de circulation (série 1) et l'hypothèse haute de circulation (série 2) (Source : calcul Cerema, 2020)

Le poste des pertes de temps de parcours est le principal coût social de la mesure (entre 720 et 920 millions €), il est largement compensé par la réduction de l'accidentalité avec un solde positif (entre 280 et 480 millions €).

Ce bilan positif est conforté par des bénéfices liés à la moindre consommation de carburants et des moindres émissions de CO₂. En effet, il ressort du bilan que les gains pour l'utilisateur en termes de consommation de carburants sont notables (entre 250 et 320 millions €). En termes de bilan des émissions de GES, le bilan met en évidence un gain de 50 à 70 millions €. Les gains sur le bruit et la qualité de l'air, bien que légèrement positifs, sont considérés comme négligeables et n'ont pas été monétarisés.

Le bilan met ainsi en évidence une efficacité certaine de la mesure qui présente un faible coût d'investissement ainsi que des résultats positifs en termes d'atteinte des bénéfices sociétaux par rapport aux coûts sociaux.

Références bibliographiques

- Aarts, L., van Schagen, I. (2006) Driving speed and the risk of road crashes: a review. *Accident Analysis and Prevention*, 38, 215–224
- Åberg, L., Larsen, L., Glad, A., & Beilinson, L. (1997) Observed vehicle speed and drivers' perceived speed of others. *Applied Psychology: An International Review*, 46(3), 287–302
- ADEME (2014) Impact des limitations de vitesses sur la qualité de l'air, le climat, l'énergie et le bruit. Synthèse d'étude, février 2014
- ADEME (2018) Impact des modifications des vitesses limites du trafic routier sur la qualité de l'air, l'énergie et le bruit
- Air Languedoc Roussillon (2012) Réduction de vitesse et qualité de l'air – Etude relative à l'autoroute A9 au droit de Montpellier – Janvier 2012
- Al-Kaisy, A., Durbin, C. (2011) Platooning on Two-lane Two-way Highways: an Empirical Investigation, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 16, 329–339
- Aron, M., Durrande, F. (2000) Temps Intervéhiculaires sur Route Nationale - Étude en un point
- ATMO Auvergne-Rhône-Alpes (2018). Abaissement de la vitesse à 80 km/h et impact sur les émissions polluantes
- Baum, H., Geilbler, T., Westerkamp, U. (2010) Rentabilité des véhicules intelligents. Méthodologie et résultats à partir de l'étude eIMPACT. *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° spécial Économie de la sécurité routière : définition, connaissance et enjeux, 57, 85-116
- Blais, E., Carnis, L. (2015) Improving the safety effect of speed camera programs through innovations: Evidence from the French experience. *Journal of Safety Research*, 55, 135-145
- Brenac (1997) L'analyse séquentielle de l'accident de la route. Rapport INRETS Outils et méthodes n°3
- Brenac, T., Perrin, C., Canu, B., Magnin, J., Canu, A. (2016) Influence de la vitesse de déplacement sur le risque d'accident corporel : une étude cas-témoins. *Carnets d'accidentologie*, 1-13
- Blanchard, G., Carnis, L. (2015) Evaluation des politiques publiques de sécurité routière. Méthodes, outils et limites. Edition L'Harmattan (sous la coordination scientifique), 272 p.
- Boiteux, M., Mathieu, M., Halaunbrenner, G. (1994) Transport : pour un meilleur choix des investissements. Commissariat Général du Plan, La Documentation Française, Paris, 132 p.
- Boiteux, M., Baumstark, L. (2001) Transports : choix des investissements et coût des nuisances. Commissariat Général du Plan, La Documentation Française, Paris, 323 p.
- BruitParif (2012) Des solutions pour prévenir et lutter contre le bruit – fiche pratique « Faire baisser la vitesse », 8 p.
- BruitParif (2014) Impact acoustique de la baisse de la vitesse limite de circulation sur le boulevard périphérique. Note, 7 p.
- Buttignol, V., Long, M., Troullioud, O. (2019) Réduction de vitesse de 90 à 80 km/h en France : quelle approche pour évaluer les effets socio-économiques ? *Proceedings of the 26th World Road Congress*, Abu Dhabi, October 2019

Cameron, M. (2013) Use of Kloeden et al's relative risk curves and confidence limits to estimate crashes attributable to low and high level speeding. Journal of the Australasian College of Road Safety – Volume 24 No.3, 40-52

Cameron, M., Delaney, AK. (2010) Contrôles de vitesse : effets, mécanismes, densité et analyse économique pour chaque mode d'intervention. Les Cahiers Scientifiques du Transport, n° spécial Économie de la sécurité routière : définition, connaissance et enjeux, 57, 63-83

Carnis, L. (2001) Entre intervention publique et initiative privée : une analyse économique en sécurité routière, une application aux législations sur la vitesse. Thèse de doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, Faculté des sciences économiques et de gestion, 2 volumes, 726 p.

Carnis, L. (2010) Analyse économique des choix de vitesse : entre théorie et pratique. In : Pour une économie de la sécurité routière. Carnis, L, Mignot, D. (eds). Economica

Carnis, L. (2017). Économie de la sécurité routière : quelques perspectives issues de la recherche

Carnis, L., Blais, E. (2013) An assessment of the safety effects of the French speed camera program, Accident Analysis and Prevention, 51, 301-309

Castillo-Manzano, J., Castro-Nuño, M., López-Valpuesta, L., Vassallo, F. (2019) The complex relationship between increases to speed limits and traffic fatalities: Evidence from a meta-analysis, Safety Science, Volume 111, January 2019, 287-297

Cerema (2020) Les facteurs d'accidents mortels en 2015 - exploitation de la base FLAM. Cerema, à paraître

Cerema (2014) 70 km/h : étude de l'abaissement de la vitesse sur les réseaux locaux interurbains – Etude d'enjeux

Cerema (2017) Expérimentation de l'abaissement de la vitesse limite autorisée à 80 km/h. Bilan des observations des vitesses pratiquées. Rapport de décembre 2017, 25 p.

Cestac, J., Carnis, L., Assailly, JP., Eyssartier, C., Garcia, C. (2018). Enquête sur le rapport à la règle chez les automobilistes français. Rapport Ifsttar-Cerema

CGDD (2018) Réduction des vitesses sur les routes, analyse coûts bénéfiques

Conseil National de la Sécurité Routière, Comité des Experts (2013) Proposition d'une stratégie pour diviser par deux le nombre des personnes tuées ou blessées gravement d'ici 2020. Tome 1, 25 p.

Corbett, C. (2001). Explanations for understating in self-reported speeding behaviour. Transport. Res. Part F 4, 133–150

Coudène, M., Levy, D. (2016) De plus en plus de personnes travaillent en dehors de leur commune de résidence. Fiche Insee Première n° 1605, juin 2016

Dahchour, M. (2002) Tarification de l'assurance automobile, utilisation du permis à points et incitations à la sécurité routière : une analyse empirique. Thèse de doctorat, Faculté des sciences économiques, Université Paris X Nanterre

Delhomme, P., Chaurand, N. et Paran, F. (2012). Personality predictors of speeding in young drivers : anger vs sensation seeking. Transportation Research Part F , 15, 654-656

Deregnaucourt, J. (2008) Méthodologie des études économiques réalisées dans SARI. In : Actes du séminaire économie de la sécurité routière 2008. MIGNOT D (ed). Rapport Inrets pour le Predit, Paris, 123-126

DGITM (2014) Instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport. 5 p.

DGITM (2019) note technique relative à l'évaluation des projets de transport du 10 décembre 2019

Ecotièrre, D. (2014) Prise en compte des incertitudes en acoustique de l'environnement. *Acoustique et Techniques* n° 77, 32-38

Elvik, R. (2010) A restatement of the case for speed limits. *Transport Policy* 17

Elvik, R. (2012) Speed Limits, Enforcement and Health Consequences, Department of Safety and Environment, Institute of Transport Economics, *Annu. Rev. Public Health*, 33, 225–238

Elvik, R. (2013) A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 854-860

Elvik, R. (2014). *Fart og trafikksikkerhet. Nye modeller. (Speed and road safety; new models)* TØI Report 1296/2014. Institute of Transport Economics TØI, Oslo

Elvik, R., Ulstein, H., Wifstad, K., and al. (2017) An Empirical Bayes before-after evaluation of road safety effects of a new motorway in Norway. *Accident Analysis and Prevention*, 108, 285-296

Elvik, R., Vadeby, A., Hels, T., Van Schagen, I. (2019) Updated estimates of the relationship between speed and road safety at the aggregate and individual levels. *Accident Analysis and Prevention*, 123, 141-122

ESRA (2018) E-survey of road users'attitudes. Speeding

European Commission (2018) Speed and Speed Management, Report of European Commission, Directorate General for Transport, February 2018

Eyssartier, C., Chastenot, L., Granié, M-A. (2019) Abaissement de la vitesse de 90 km/h à 80 km/h sur les routes françaises : acceptabilité de la mesure. *Proceedings of the 26th World Road Congress, Abu Dhabi, October 2019*

Finch, D.J., Kompfner, P., Lockwood, C.R., Maycock, G. (1994) Speed, speed limits and crashes. Project Record S211G/RB/Project Report PR 58. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne

Fleiter, J., Watson, B. (2005) The speed paradox: the misalignment between driver attitudes and speeding behaviour. In: *Proceedings of the Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Wellington, New Zealand*

Granié, M-A. (2016) Représentations sociales et sécurité routière. In G. Lo Monaco, S. Delouvé, & P. Rateau (Eds.), *Les représentations sociales. Théories, méthodes et applications (279-294)*. Bruxelles: deBoeck Supérieur

Granié, M-A., Thévenet, C., Varet, F., Evennou, M., Lyon, C., Meesmann, U., Robertson, R., Torfs, K., Vanlaar, W., Woods-Fry, H., Van der Berghe, W. (2020). Are Gender Differences In Risky Behaviors Culturally Determined? Evidences From Comparison Based On 32 Countries. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* (en révision)

Goldenberg, Van Schagen, I. (2007). The credibility of speed limits on 80 km/h rural roads: The effects of road and person(ality) characteristics. *Accident Analysis and Prevention*, 37, 1121-1130

Gonçalves, M., Jimenez-Guerrero, P., Lopez, E., Baldasano, J.M. (2008) Air quality models sensitivity to on-road traffic speed representation: Effects on air quality of 80 km/h speed limit in the Barcelona Metropolitan area, *Atmospheric Environment* 42, 8389–8402

- Haglund, M., Aberg, L. (2000) Speed choice in relation to speed limit and influences from other drivers. *Transport. Res. Part F* 3, 39–51
- Hany, M., Hassan, Garib, A., Sarhan, M., Al Harthei, H. (2017) Drivers' Time Headway Characteristics and Factors Affecting Tailgating Crashes, 96st Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2017
- Hauer, E. (1997) *Observational Before-after Studies in Road Safety*. Pergamon Press, Elsevier Science Ltd, Oxford, United Kingdom
- Jaeger, L. (1997) L'évaluation du risque dans le système des transports routiers par le développement du modèle TAG. Thèse de doctorat de Sciences économiques, Université Louis Pasteur, Faculté des sciences économiques de Strasbourg, 347 p.
- Ifsttar, Inserm (2011) Téléphone et sécurité routière : Analyse de l'Impacts socio-économique de l'interdiction du téléphone au volant
- Jurewicz, C., Sobhani, A., Woolley, J., Dutschke, J., Corben, B. (2016) Exploration of vehicle impact speed – injury severity relationships for application in safer road design, 6th Transport Research Arena, April 18-21, 2016, *Transportation Research Procedia* 14, 4247-4256
- Kanellaidis, G., Zervas, A. and Karagioules, V. (2000) Drivers' risk perception of road design elements. *Transportation human factors*. 2(1), 39-48
- Keuken, M.P., Jonkers, S., Wilmink, I.R., Wesseling, J. (2010) Reduced NOx and PM10 emissions on urban motorways in The Netherlands by 80 km/h speed management, *Science of Total Environment* 408, 2517-2526
- Kloeden, C.N., Ponte, G., McLean, A.J. (2001) Travelling speed and the risk of crash involvement on rural roads, report CR 204, Australian Transport Safety Bureau, Canberra, ACT
- Kloeden, C.N., McLean, A.J., Glonek, G. (2002). Reanalysis of travelling speed and the rate of crash involvement in Adelaide South Australia. Report No. CR 207. Australian Transport Safety Bureau ATSB, Civic Square, ACT
- Lahatte, A., Lassarre, S., Rozan, A. (2007) Evaluation économique des conséquences d'un accident de la route non mortel. *Revue d'économie politique* 2007/2, 117, 225-442
- Le Net M. (1992) Le prix de la vie humaine : application à l'évaluation du coût économique de l'insécurité routière. Commissariat Général du Plan
- Long, M., Buttignol, V., Eyssartier, C. (2019) Vehicle velocity and air pollution : challenges on the speed limit reduction to 80 km/h in France. Proceedings of the 23rd Transport and Air Pollution Conference, Thessalonik, May 2019
- Maurice, J., Crozet, Y. (2007) Le calcul économique dans le processus de choix collectif des investissements de transport. Collection « Méthodes et approches », Predit-Economica, Paris, 350 p.
- Mc Guffie, J. et Span, D. (2009) Community attitudes to speed limit. Report, AMR Interactive
- Millot, M., Le Lez, C., Violette, E., Duchamp, G., Mompert, N., Eyssartier, C., Buttignol, V., Chaumontet, R. (2019) How can the reduction in speed from 90 km/h to 80 km/h on French roads be assessed ? Proceedings of the 26th World Road Congress, Abu Dhabi, Octobre 2019
- Millot, M., Le Lez, C., Violette, E., Duchamp, G., Mompert, N., Eyssartier, C., Buttignol, V., Ledoux, V. (2020) Impacts on the reduction of speed limits on speed practiced, accident rates, variations in travel time, effects on the environment. TRB 99th Annual Meeting, Washington, January 12–16

Ministère de l'écologie, du développement durable, et de l'énergie (2014) Note technique du gouvernement du 27 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport de la DGITM

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2019) Les comptes des transports en 2018 - 56e rapport de la Commission des comptes des transports de la Nation- Bilan de la circulation en France depuis 1990 à 2018, 149-157

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2019) Fiche Outil « scénario de référence », mai 2019

Nilsson, G. (2004) Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety, bulletin 221, Lund Institute of Technology

OECD / International Transport Forum (2018) Speed and crash risk. Report, 76 p.

ONISR (2006) Impact du contrôle sanction automatisé sur la sécurité routière (2003-2005), Paris, 87 p.

ONISR (2018a) Expérimentation de la baisse de la VMA à 80 km/h : Bilan de l'accidentalité. Rapport de février 2018, 15 p.

ONISR (2018b) La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2017, 142 p.

ONISR (2018c) Accidentalité sur les routes bidirectionnelles hors agglomération : Enjeux relatifs au réseau principal sur 100 départements

ONISR (2019) La sécurité routière en France. Bilan de l'accidentalité de l'année 2018

Patte, L. (2013) Indicateurs de sécurité liés à l'infrastructure, 1–47

Patte, L. (2015) Nouvelles modalités de définition des recommandations pour plus de flexibilité et de cohérence, 1–56

Peer, E. and Solomon, L. (2012). Professionally biased: Evidence for misestimations of driving speed, journey time and time-savings among taxi and car drivers. Judgment and Decision Making. 7(2), 165-172

Quinet, E. (2000) Economic evaluation of road traffic safety measures. CEMT Round Table 117, Paris, 167 p.

Rowland, T., McLeod, D. (2017) Travel time savings and speed: actual and perceived. NZ Transport Agency research report 568, 97 p.

Sartre (2004) European drivers and road risk. Part 2. Report on in-depth analyses. INRETS, Arcueil Cedex

SETRA (2007) Calcul prévisionnel de bruit routier – profils journaliers de trafics sur routes et autoroutes interurbaines. Note d'information n° 77, 10 p.

SETRA (2009) Prévision du bruit routier – Calcul des émissions sonores dues au trafic routier. Rapport du Setra, juin 2009, 124 p.

SETRA, CERTU (2001) Bruit et études routières – Manuel du chef de Projet. Rapport du Setra et du Certu – Octobre 2001

SWOW (2012) Headway times and road safety, Swow fact sheets, december 2012

Taylor, M.C., Lynam, D. A., Baruya, A. (2000). The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents. TRL Report, No. 421. Transport Research Laboratory TRL, Crowthorne, Berkshire

Taylor, M., Baruya, A., Kennedy, J.V. (2002) The relationship between speed and accidents on rural single carriageway roads. TRL Report TRL511. Transport Research Laboratory, Crowthorne

Transport Canada (2007) Driver attitudes to speeding and speed management : a quantitative and qualitative study. Final report

Triggs, T.J., Harris, W.G. (1982) Reaction time of drivers to road stimuli. Report Monash University No.: HFR-12-ISBN 0 86746 147 0, Jun 1982, 1–60

Vadeby, A., Forsman, A. (2018) Traffic safety effects of new speed limits in Sweden. Accident Analysis and Prevention, 114, 34-39

Varin, B., Ledoux, V. (2018) Accidents mortels 2011 : Vitesses pratiquées par les usagers motorisés accidentés sur les routes départementales bidirectionnelles hors agglomération Partie 1: Analyse descriptive des accidents. Rapport d'études, Cerema, juillet 2018, 62 p.

Viallon, V., Laumon, B. (2013) Fractions of fatal crashes attributable to speeding: Evolution for the period 2001-2010 in France, Accident Analysis and Prevention, 52, 250-256

Zuckerman, M. (1979) Sensation seeking and risk taking. In C. E. Izard (Ed.), Emotions in personality and psychopathology. New York: Plenum Press

Annexe 1 - Questions évaluatives de la mission

La lettre de mission de la DSR au Cerema (27 avril 2018) précisait les questions auxquelles l'évaluation menée par le Cerema devait répondre (en italique) avec les indicateurs associés :

Question d'effectivité : *l'évaluation devra rendre compte de la réalité de la baisse des vitesses pratiquées sur les routes concernées par la mesure*

- les vitesses moyennes pratiquées sur les routes concernées par la mesure ont significativement baissé,
- la vitesse excessive pratiquée sur les routes concernées est sensiblement réduite ;

Questions d'efficacité : *dans quelle mesure l'abaissement de la VMA à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles permet d'inciter à la réduction de la vitesse moyenne pratiquée ?*

- les usagers des routes bidirectionnelles concernées par la mesure ont été ciblés par les campagnes de communication,
- le risque lié à la vitesse est compris par les usagers des routes concernées par la mesure,
- le comportement de conduite des usagers est modifié (conduite apaisée),

dans quelle mesure l'abaissement de la VMA à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles contribue-t-elle à favoriser la lutte contre les vitesses excessives ?

- la nouvelle limitation de vitesse est respectée,
- l'écart entre la vitesse maximale autorisée et les excès de vitesse moyens relevés est réduit,

dans quelle mesure l'abaissement de la VMA à 80 km/h sur les routes bidirectionnelles contribue-t-elle à favoriser la baisse de l'accidentalité ?

- le nombre d'accidents corporels survenus sur les routes bidirectionnelles est réduit,
- la gravité des accidents corporels survenus sur les routes bidirectionnelles est réduite,
- le nombre d'accidents mortels survenus sur les routes bidirectionnelles est réduit ;

Questions de pertinence : *dans quelle mesure la baisse de la VMA sur les routes bidirectionnelles contribue-t-elle réellement à résoudre la problématique du facteur vitesse dans les accidents de la route ?*

Dans quelle mesure la baisse de la VMA sur les routes bidirectionnelles initie un changement culturel des usagers de la route au regard de la vitesse ?

- la prise de conscience de la vitesse comme facteur de risque est davantage avérée,
- le changement culturel est observé chez toutes les catégories d'usagers et dans toutes les classes d'âges.

Le Cerema avait annoncé au DSR le 2 octobre 2018 qu'il ne pourrait traiter que partiellement les indicateurs suivants :

- les usagers des routes bidirectionnelles concernées par la mesure ont été ciblés par les campagnes de communication,
- le comportement de conduite des usagers est modifié (conduite apaisée).

Annexe 2 - Dynamique élémentaire et conséquences pratiques

A 2.1 - Temps, vitesse, accélération

Un véhicule en mouvement, comme tout mobile, est décrit à un instant donné t par sa position $x(t)$. En observant l'objet entre deux temps très voisins t et $t+dt$, en découlent les notions :

- de vitesse $V(t)$, correspondant à la distance parcourue pendant dt : $V = \frac{dx}{dt}$ (1)
- d'accélération $\gamma(t)$ correspondant à la variation de vitesse pendant ce même temps petit dt :

$$\gamma(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2)$$

Quelques valeurs repères :

- un corps en chute libre dans le vide sur Terre subit une accélération constante notée g qui vaut $9,81 \text{ m/s}^2$. Cela signifie que toutes les secondes sa vitesse s'accroît de 35 km/h .
- un véhicule sportif qui passe de 0 à 100 km/h ($27,8 \text{ m/s}$) en 7 s subit donc une accélération de 4 m/s^2
- la décélération d'un ralentissement normal est de $1,5 \text{ m/s}^2$
- le freinage maximal admis pour un bus en service avec passagers debout est de 2 m/s^2
- la décélération d'un arrêt normal est de 3 m/s^2 , d'urgence de 4 m/s^2
- l'accélération transversale maximale admissible en virage est de 3 m/s^2

A 2.2 - Dynamique routière

Ce qu'il faut retenir essentiellement, c'est que l'énergie développée par un mobile en mouvement varie comme le carré de sa vitesse. Un mobile qui se meut deux fois plus vite acquiert quatre fois plus d'énergie.

Alors donc que l'intuition nous le ferait croire, et que nous y incitent les compteurs tachymétriques gradués linéairement, un même écart de vitesse ne correspond pas à un même écart d'énergie mais dépend de la vitesse à partir de laquelle on mesure cet écart.

Un écart de 10 km/h représente donc, pour un véhicule de 1500 kg , un écart énergétique de :

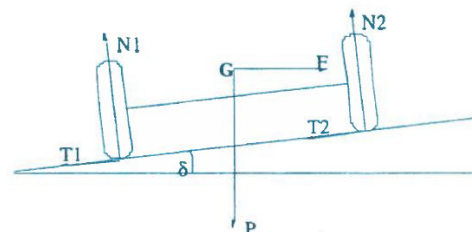
- $5,8$ kilojoules entre sa position au repos et lorsqu'il se déplace à 10 km/h
- $144,5$ kilojoules lorsqu'il passe de 120 km/h à 130 km/h

Au même écart de vitesse correspond ainsi une énergie 25 fois plus grande. Ceci explique la forte puissance nécessaire aux véhicules atteignant de grandes vitesses, et la forte consommation de carburant (l'énergie) à grande vitesse.

Il en va ainsi de l'énergie cinétique longitudinale E d'un mobile de masse m se déplaçant à la vitesse V :

$$E = 1/2 m v^2 \quad (3)$$

Il en va de même avec la force transversale F que subit un véhicule de masse m dans un virage de rayon R incliné d'un dévers δ qui correspond à l'énergie nécessaire à absorber par les suspensions et les forces de frottement des pneus pour le maintenir sur la route :



$$F = m \frac{v^2}{R} \quad (4)$$

Avec ce que nous avons vu plus haut, cela signifie que la vitesse critique en courbe, au-delà de laquelle l'équilibre n'est plus assuré et le véhicule sort de sa trajectoire, est en fonction de l'accélération transversale maximale admissible $\gamma_t=3$:

$$V_{cr} = \sqrt{(\gamma_{tmax} R)} = \sqrt{(3 R)} \quad (5)$$

A 2.3 - Les lois physiques et le freinage

A 2.3.1 - Étapes dans le déroulé des événements précédant un freinage

Confronté à une situation donnée où il doit s'arrêter, le déroulé des événements pour le conducteur est divisé en deux étapes principales :

- le temps de réaction (t_r), compté à partir du moment où une situation anormale, impliquant une action sur le frein, est visible et la première action sur le véhicule (direction, freinage, etc.). Pendant cette période, la vitesse du véhicule reste à sa valeur initiale.
- le temps d'action (t_a), pendant lequel le conducteur agit sur les dispositifs du véhicule, qui se termine soit lorsqu'il résout le problème (évite l'obstacle, arrête le véhicule à temps), soit par une collision. Pendant cette période, la vitesse varie. Par exemple, en cas de manœuvre d'arrêt, la vitesse diminue en fonction du modèle de décélération.

Diverses conditions extérieures, par exemple météorologiques, peuvent influencer ces temps, par leur influence sur les interactions :

- sur l'interaction entre le conducteur et l'environnement : lorsque les conditions conduisent à une réduction de la visibilité ou de l'identification de la situation qui va retarder ainsi le moment de la décision lorsqu'un événement se produit : elle peut affecter la décision de freiner en cas d'obstacle ou de signe de priorité, ou la décision de diriger en fonction d'une courbe donnée. Cette interaction influe le temps de réaction.
- Sur l'interaction entre le véhicule et la route : lorsque les conditions conduisent à un effet sur la structure du pneumatique ou de la chaussée agissant sur l'adhérence par modification des matériaux (durcissement des pneus par le froid, verglas, pluie, etc.). Cette interaction influe le temps d'action.

Le temps de réaction du conducteur (t_r) lui-même a deux composantes : $t_r = t_d + t_i$ où :

- t_d est le temps de "décision" : le conducteur voit la situation (signal de déclenchement), et son cerveau indique que quelque chose doit être fait. La valeur de ce temps dépend de l'environnement : dans des conditions météorologiques défavorables par exemple, ce temps peut être plus long parce que les stimuli sont différents et que le cerveau ne prend pas en compte la situation aussi rapidement qu'en situation normale parce qu'il peut ne pas comprendre correctement le contexte à première vue (ombre non identifiée comme obstacle, problème d'éblouissement dans une nuit pluvieuse, ...)
- t_i est le temps de "initiation" : le cerveau du conducteur a bien compris qu'il faut faire quelque chose, ordonner de le faire et le faire. "Je dois freiner, je déplace le pied vers la pédale, mon pied appuie maintenant sur la pédale de frein". Ce temps est influencé par les performances du cerveau, qui dépendent de plusieurs paramètres tels que l'âge, la santé, la consommation d'alcool ou les médicaments, les autres stimuli externes (téléphone ou appareils de divertissement à bord) et l'expérience (un conducteur expérimenté commandera plus vite qu'un nouveau conducteur). On peut considérer que cette composante ne dépend que du conducteur.

Plusieurs études comportementales ont permis de mieux connaître les réactions, principalement sur la base d'études en laboratoire, de bases de simulation ou de mesures à bord de véhicules, comme la recherche sur la conduite en milieu naturel. De telles références sont par exemple citées par une étude australienne (Trigg et al., 1982). Après un large état des connaissances, l'auteur mène ses propres expériences et obtient des résultats qui montrent comment le temps de réaction peut être très variable, comme le montre le tableau suivant :

C.R.B. "Roadworks Ahead" Sign	3.0s
Protruding vehicle with tyre change	1.5s
Lit vehicle under repair at night	1.5s
Parked Police Vehicle	2.8s
Amphometer: Beaconsfield	3.4s
Amphometer: Dandenong North	3.6s
Amphometer: Gisborne	3.6s
Amphometer: Tynong	2.54s
Railway crossing: Night (General Population)	1.50s
Railway crossing: Night (Rally drivers)	1.50s
Railway crossing: Day	2.53s
Car following	1.26s

Illustration 39 : 85^{ème} percentile des valeurs de temps de réaction - Trigg et al., 1982

La valeur générale de 2,5 secondes est fortement suggérée par cette étude. Mais il faut souligner que, comme le dit l'auteur : "Le temps de réaction dépend largement du type de situation, du degré d'urgence et de la vitesse du véhicule au moment où le signal d'appel commence".

A 2.3.2 - Distance de freinage

Nous allons nous intéresser ici tout particulièrement à la distance de freinage, c'est-à-dire la distance correspondant au temps d'action t_a entre le moment où la voiture commence à ralentir et le moment où le véhicule s'arrête.

L'une des approches les plus classiques, sur laquelle se basent les chiffres de l'éducation à la conduite, a été généralement développée, pour le calcul de la distance de freinage, en appliquant l'équation suivante résultant d'un mouvement de décélération uniforme :

$$d_f = \frac{v_0^2}{2 \times g \times (f + G)} \quad (6)$$

où :

- d_f = distance de freinage
- v_0 = vitesse initiale de la voiture (m/s)
- g = accélération due à la gravité ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- f = coefficient de décélération, effet de contact pneu/route en fraction de $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- G = gradient (pente de la route) $\tan \alpha$ (+ montée ; - descente)

En fait, plusieurs paramètres différents ont un impact sur le coefficient f :

- tout d'abord la vitesse initiale elle-même ;

- ensuite l'état du contact pneu-chaussée, fortement influencé par le revêtement routier, les conditions météorologiques ou les caractéristiques des pneumatiques (gonflage, surface de contact, sculpture, gomme, ...)
- les caractéristiques de la structure de la route : en fonction de la qualité intrinsèque du revêtement (comme le type et la granularité : micro- et macro-textures et type de granulat utilisé, uni longitudinal...), le freinage sera plus ou moins efficace. Par exemple, les routes de terre et de gravier n'offrent pas une bonne adhérence et augmentent la distance de freinage ;
- les caractéristiques du véhicule : les suspensions (maintenir le pneu en contact avec la chaussée), les systèmes de freinage (aide au freinage d'urgence, ABS...),
- la capacité du conducteur à mobiliser une décélération donnée dans les cas d'urgence, ce qui dépend des capacités propres du conducteur mais aussi du véhicule : l'ABS, par exemple, optimise l'effet d'adhérence mais augmente également la décélération admise par le conducteur.

Ainsi, le modèle précédent, même s'il est largement utilisé, peut être considéré comme une simplification car ces derniers paramètres explicatifs n'apparaissent pas explicitement.

Une approche plus sophistiquée a donc été explorée (Patte, 2013 ; Patte, 2015), en s'appuyant sur plusieurs résultats théoriques et utilisant des mesures in situ pour calibrer les paramètres du modèle et valider les résultats.

La nouvelle équation utilisée est alors :

$$d_f = \frac{1}{g} \int_{v_0}^0 \frac{v}{\gamma(v) + G} \quad (7)$$

Cette théorie plus complète introduit un nouveau paramètre γ , dépendant de la vitesse, qui est la décélération instantanée d'une fraction g .

La fonction γ transforme les interactions et les caractéristiques mentionnées ci-dessus qui peuvent avoir un impact sur la décélération ; elle est composée de plusieurs paramètres comme l'explique Patte (2013).

Fondamentalement, $\gamma = \inf(\mu, \gamma_{\text{conducteur}})$ où :

- μ paramètre dépend du freinage et des caractéristiques de la chaussée, et est calculé à partir de la formule $\mu = 0,95 \mu_{\text{max}}$ si le véhicule est équipé de l'ABS, $\mu = \mu_{\text{block}}$ sinon, où μ_{block} est une fonction de la hauteur d'eau, du CFL (Coefficient longitudinal de friction) et de la profondeur de la sculpture du pneu h_s . Le CFL lui-même dépend également de la vitesse, selon le modèle de l'Institut des transports de Pennsylvanie de paramètre b : $\text{CFL}(v) = \text{CFL}(0) e^{bv}$.
- $\gamma_{\text{conducteur}}$ est défini comme la décélération maximale que le conducteur est capable de mobiliser.

Dans la pratique, on peut se satisfaire de l'équation simple. Elle correspond au cas où γ et G sont constants et où γ est considérée comme étant uniquement représentée par le coefficient de frottement μ .

A 2.3.3 - Distance d'arrêt

La distance d'arrêt se compose de :

- la distance parcourue pendant le temps de réaction t_r , somme des distances parcourues pendant le temps de décision t_d et le temps d'initiation t_i . Sur cette distance, et pendant ce temps, la vitesse reste à sa valeur initiale v_0 ,
- la distance parcourue pendant le temps d'action t_a , c'est-à-dire la distance de freinage d_f .

Cela correspond à l'équation suivante selon le modèle habituel :

$$s = v_0 \times t_r + d_f = v_0 \times t_r + \frac{v_0^2}{2 \times g \times (f + G)} \quad (8)$$

où

- s = distance d'arrêt de la voiture (m)
- v_0 = vitesse initiale de la voiture (m/s)
- d_f = distance de freinage
- t_r = temps de réaction du conducteur
- g = accélération due à la gravité ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- f = coefficient de décélération, effet de contact pneu/route en fraction de $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- G = gradient (pente de la route) = $\tan \alpha$ (+ montée ; - descente)

La distance d'arrêt de la voiture s peut être considérée comme une distance de freinage de sécurité :

- si un événement est détecté à une distance supérieure à cette valeur, le véhicule s'arrêtera à temps.
- si l'événement est détecté à une distance inférieure à cette valeur, le véhicule ne s'immobilisera pas à temps.

Selon (8), qui décrit un mouvement de décélération uniforme, il est possible d'estimer la vitesse résiduelle $v(x)$ à la distance x du point de détection sachant qu'il s'agit d'un mouvement de décélération uniforme :

$$v(x) = v_0 \quad \text{si} \quad x \leq x_{\text{reaction}}$$

$$(9) \quad v(x) = \sqrt{v_0^2 - 2gf(x - v_0 t_r)} \quad \text{si} \quad x_{\text{reaction}} \leq x \leq s$$

$$v(x) = 0 \quad \text{si} \quad x \geq s$$

où

- x = distance parcourue depuis le point de détection
- s = distance d'arrêt de la voiture (m)
- v_0 = vitesse initiale de la voiture (m/s)
- t_r = temps de réaction du conducteur
- $x_{\text{reaction}} =$ distance parcourue pendant le temps de réaction = $v_0 t_r$
- g = accélération due à la gravité ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$)
- f = coefficient de décélération, effet de contact pneu/route en fraction de $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- $v(x)$ = vitesse à la position x

Cette vitesse résiduelle est un évaluateur crucial des effets sur la sécurité routière, sachant que les conséquences d'un accident sont fortement liées à la vitesse à l'impact car l'énergie de choc à absorber dépend de son carré comme vu plus haut (voir 2.2 Dynamique routière).

Toutes les notions introduites peuvent être illustrées comme le montre la figure suivante.

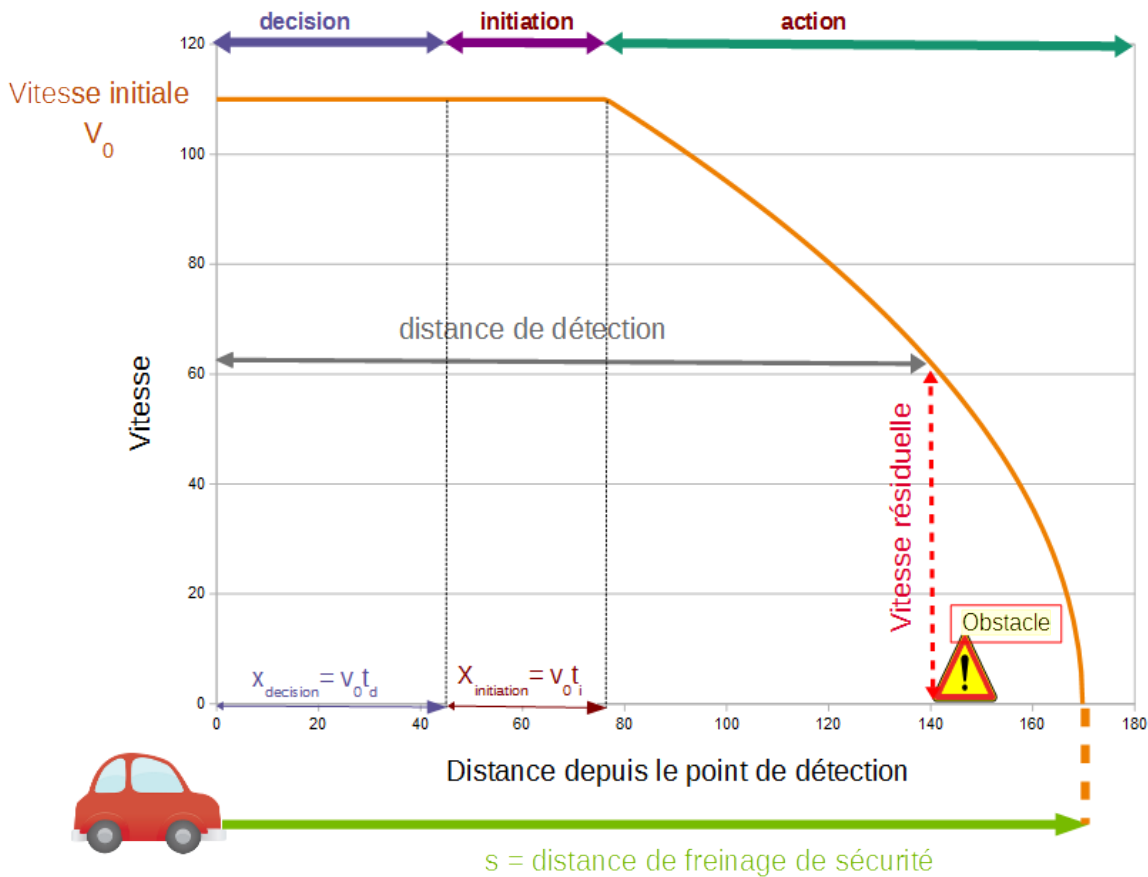


Illustration 40 : Distance de sécurité et vitesse résiduelle sur obstacle

A 2.4 - Conséquences pratiques pour l'abaissement de la vitesse de 90km/h à 80km/h

A 2.4.1 - Effet sur l'énergie

Par application de l'équation d'un mouvement uniformément accéléré par g , un corps lâché dans le vide sur Terre d'une hauteur H atteint la vitesse : $V = \sqrt{(2gH)}$ (cf. (6)).

Ainsi un véhicule lancé à 80km/h a la même énergie que s'il chutait d'une hauteur de 25m. A 90km/h, la hauteur de chute passe à 32m.

A 2.4.2 - Effet sur le temps de parcours et les distances

Par application des équations vues plus haut, la **perte de temps maximale absolue est de 5 s/km** :

$$P = T_{80} - T_{90} = 3600/80 - 3600/90 = 5 \text{ s/km}$$

Dans les faits et compte tenu que la vitesse moyenne résulte d'une série d'aléas sur un parcours, la perte mesurée est bien moindre (voir chapitre 6 du rapport).

A titre d'illustration, si l'usager qui roule à 90km/h rencontre à son arrivée un feu rouge qui dure 2mn, il sera rattrapé par l'usager roulant à 80km/h dès lors que son trajet total fera moins de 24km.

De la même façon, le véhicule roulant à 90km/h ne gagnera 1/4 d'heure qu'au bout de ... 180 km !

A 2.4.3 - Effet en virage

Par application de (5), le rayon critique à 80 km/h est de 164m. La force transversale subie par un véhicule de 1500 kg sera de 4517 N selon (4), force **correspondant** à celle nécessaire pour soulever une masse de 460 kg soit près du tiers du poids du véhicule.

Si un usager aborde le même virage à 90km/h, il subira une accélération tangentielle selon (4) de 3,8 m/s². Soit 0,8 m/s² au-dessus de l'accélération tangentielle admissible. Pour un véhicule de 1500kg, cela représente une force supplémentaire de 1200N qui ne sera pas reprise par le véhicule ; cette valeur correspondant à la force nécessaire pour soulever 120 kg va projeter le véhicule hors du virage.

A 2.4.4 - Effet sur le freinage

A partir du système 9, sur une route plate de pente nulle, on choisit les paramètres suivants :

- t_r = temps de réaction du conducteur = 1,5s
- g_f = 7 m/s² décélération d'urgence (100 km/h en 4s)

On peut dès lors établir, en fonction de la distance à partir du point où le conducteur a détecté qu'il fallait s'arrêter, le profil des vitesses selon qu'il roule à 80 km/h ou à 90 km/h (illustration 41).

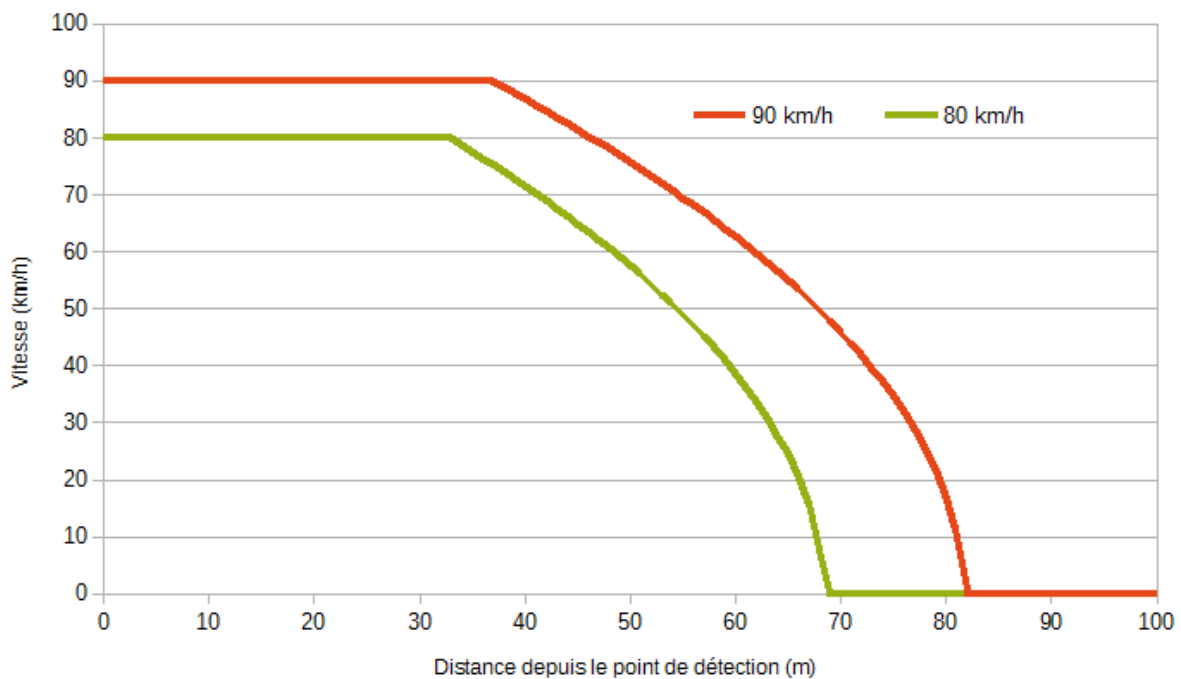


Illustration 41 : Profils de vitesses comparées en cas de freinage d'urgence

Il en ressort :

- le conducteur qui roule à 90 km/h freine au même moment (temporellement au bout de 1,5 s) mais 4m plus loin que celui qui roule à 80 km/h : le conducteur roulant à 80km/h aura à ce même point déjà réduit sa vitesse à 74 km/h, soit 16 km/h de plus.
- le conducteur roulant à 80 km/h s'arrête en 69 m. En ce point, le conducteur roulant à 90 km/h roule encore à 50 km/h, et il lui faut 13 m de plus pour s'arrêter.

Supposons que l'obstacle est un véhicule sortant d'un carrefour.

Si l'on suppose que le carrefour est situé à 69 m, cela signifie que le conducteur roulant à 80 km/h s'arrêtera juste avant la collision alors que celui qui roule à 90 km/h percutera le véhicule à une vitesse de 50 km/h, qui correspond à une vitesse de crash test latéral : le véhicule sera détruit.

Pire encore : si le carrefour se situe à 54m, le véhicule initialement à 80 km/h percutera l'autre véhicule à 50 km/h, vitesse d'un crash test latéral. Mais le véhicule initialement à 90 km/h percutera l'autre véhicule à ... 71 km/h ! A cette vitesse, le risque de décès est de 30 % pour les occupants, et de plus de 90 % si le véhicule percute un autre véhicule par le côté (Richards, 2010).

Annexe 3 - Données de l'observatoire Vitesse VMA80 Cerema

Effectifs mensuels de l'observatoire :

	Nombre Tous véhicules	Trafic/jour/site	Nombre de Véhicules légers	Nombre de Poids lourds
juin-18	8300118	7700	7347665	456311
juil-18	7188789	7200	6281882	422024
août-18	6776699	6300	5981608	344045
sept-18	7424276	7000	6495520	406871
oct-18	7539610	7100	6585632	446936
nov-18	7437101	6900	6422630	463163
déc-18	7265888	6400	6462494	349409
janv-19	6679732	6200	5995123	333646
fév-19	6693449	6800	5931996	368231
mars-19	7729870	7000	6832505	415929
avril-19	7705088	7300	6808880	421909
mai-19	7727557	7400	6886489	410370
juin-19	7399878	7600	6586598	380004
juil-19	8033209	7300	6999235	490239
août-19	7276919	6900	6423547	393541
sept-19	8085551	7600	7113318	447371
oct-19	8110433	7300	7170478	463157
nov-19	7724903	7100	6878286	422937
déc-19	8065492	7200	7252925	406877

Tableau 21 : Nombre de passages de véhicules enregistrés sur les sites à 2 voies de l'observatoire VMA80
(Source : Cerema)

Le tableau ci-dessus donne les effectifs mensuels des vitesses sur les routes bidirectionnelles à 2 voies de l'observatoire VMA80 du Cerema.

L'évolution des effectifs n'est pas révélatrice de l'évolution du trafic sur les sites de l'observatoire puisqu'elle est sensible également aux aléas d'exploitation de l'observatoire. En revanche, la taille de l'échantillonnage reste proche de la totalité de la population, ce qui permet de rendre compte de l'évolution des vitesses.

Evolution des vitesses moyennes mensuelles :

	Moyenne des vitesses pratiquées pour tous les usagers (km/h)	Moyenne des vitesses pratiquées pour les véhicules légers (km/h)	Moyenne des vitesses pratiquées pour les poids lourds (km/h)
juin-18	86,4	87,0	78,4
juil-18	82,1	82,6	75,7
août-18	82,6	82,9	76,5
sept-18	82,7	83,2	76,6
oct-18	82,6	83,0	77,0
nov-18	82,9	83,3	77,6
déc-18	83,1	83,4	76,9
janv-19	83,2	83,6	76,7
fév-19	83,4	83,8	76,7
mars-19	83,4	83,9	76,8
avril-19	83,6	84,1	76,9
mai-19	83,2	83,7	76,8
juin-19	83,6	84,1	77,1
juil-19	83,3	83,9	76,2
août-19	83,5	83,9	76,3
sept-19	83,2	83,7	76,6
oct-19	82,9	83,3	76,2
nov-19	82,9	83,3	76,4
déc-19	82,7	83,1	76,2

Tableau 22 : Vitesses moyennes mensuelles de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Evolution des percentiles de vitesse :

	V15 (km/h)	V85 (km/h)	V85-V15 (km/h)
juin-18	76	97	21
juil-18	73	92	19
août-18	74	93	19
sept-18	74	93	19
oct-18	73	93	20
nov-18	74	93	19
déc-18	73	94	20
janv-19	74	94	20
fév-19	74	94	20
mars-19	74	94	20
avril-19	74	94	20
mai-19	74	94	20
juin-19	74	94	20
juil-19	74	94	20
août-19	74	94	20
sept-19	74	94	20
oct-19	73	93	20
nov-19	73	93	20
déc-19	72	93	21

Tableau 23 : V15 et V85 mensuelles de l'ensemble des véhicules de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Evolution des taux de dépassement des seuils de vitesse par les véhicules légers :

Véhicules légers	> 80 km/h	> 90 km/h	> 100 km/h	>110 km/h
juin-18	72,3%	35,4%	12,5%	4,7%
juil-18	52,4%	20,5%	8,3%	3,2%
août-18	54,0%	21,2%	8,7%	3,4%
sept-18	55,5%	21,5%	8,6%	3,4%
oct-18	54,0%	21,1%	9,1%	4,0%
nov-18	55,8%	21,8%	8,9%	3,6%
déc-18	57,6%	23,5%	9,4%	3,7%
janv-19	58,3%	23,6%	9,4%	3,7%
févr-19	59,0%	23,7%	9,4%	3,6%
mars-19	59,3%	24,0%	9,5%	3,7%
avril-19	59,5%	23,8%	9,3%	3,6%
mai-19	58,2%	23,0%	9,1%	3,5%
juin-19	59,0%	24,6%	9,7%	3,7%
juil-19	58,2%	24,7%	9,6%	3,6%
août-19	58,5%	24,4%	9,6%	3,6%
sept-19	58,2%	23,6%	9,1%	3,5%
oct-19	57,2%	22,9%	8,8%	3,4%
nov-19	57,7%	22,8%	8,6%	3,3%
déc-19	57,9%	23,1%	8,8%	3,4%

Tableau 24 : Taux mensuels de dépassement de seuils de vitesse par les VL de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Evolution des taux de dépassement des seuils de vitesse par les poids lourds :

Poids lourds	> 80 km/h	> 90 km/h
juin-18	48,6%	7,6%
juil-18	35,0%	4,1%
août-18	37,5%	5,6%
sept-18	37,5%	4,5%
oct-18	37,0%	5,9%
nov-18	38,6%	5,7%
déc-18	38,3%	4,8%
janv-19	36,9%	4,9%
févr-19	37,7%	3,6%
mars-19	38,0%	3,8%
avril-19	38,0%	3,8%
mai-19	38,8%	3,8%
juin-19	40,1%	4,2%
juil-19	38,5%	4,1%
août-19	38,9%	4,2%
sept-19	38,5%	4,4%
oct-19	36,9%	4,2%
nov-19	36,6%	4,0%
déc-19	36,5%	4,0%

Tableau 25 : Taux mensuels de dépassement de seuils de vitesse par les PL de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Evolution des temps inter-véhiculaires pour les véhicules légers :

Véhicules légers	TIV < 2 s	TIV < 1 s
juin-18	25%	7%
juil-18	25%	7%
août-18	22%	6%
sept-18	25%	7%
oct-18	26%	8%
nov-18	25%	7%
déc-18	24%	7%
janv-19	23%	7%
févr-19	25%	7%
mars-19	25%	8%
avril-19	25%	7%
mai-19	25%	7%
juin-19	25%	7%
juil-19	24%	7%
août-19	23%	6%
sept-19	25%	7%
oct-19	25%	7%
nov-19	24%	6%
déc-19	24%	7%

Tableau 26 : Proportion des TIV courts et très courts des véhicules légers vis-à-vis du véhicule précédent de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Evolution des temps inter-véhiculaires pour les poids lourds :

Poids lourds	TIV < 2 s	TIV < 1 s
juin-18	6%	0,7%
juil-18	7%	0,6%
août-18	6%	0,6%
sept-18	6%	0,7%
oct-18	6%	0,9%
nov-18	6%	0,6%
déc-18	6%	0,5%
janv-19	5%	0,5%
févr-19	6%	0,5%
mars-19	6%	0,6%
avril-19	6%	0,5%
mai-19	6%	0,4%
juin-19	6%	0,6%
juil-19	6%	0,6%
août-19	6%	0,5%
sept-19	6%	0,5%
oct-19	5%	0,4%
nov-19	5%	0,4%
déc-19	5%	0,4%

Tableau 27 : Proportion des TIV courts et très courts des poids lourds vis-à-vis du véhicule précédent de juin 2018 à décembre 2019, données de l'observatoire VMA80 (Source : Cerema)

Annexe 4 - Données d'accidents – Données brutes

A 4.1 - Nombre de tués

Réseau considéré

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	158	147	158	144	141	150	138	-12	133	-17	156	6
Février	139	143	142	167	129	144	121	-23	142	-2	120	-24
Mars	133	158	138	168	164	152	156	4	158	6	91	-61
Avril	149	158	160	149	173	158	178	20	134	-24	65	-93
Mai	122	160	170	184	192	166	170	4	146	-20	135	-31
Juin	188	207	186	179	208	194	193	-1	174	-20	ND	
Total premier semestre	889	973	954	991	1007	963	956	-7	887	-76	ND	
Juillet	222	201	221	230	220	219	202	-17	209	-10	ND	
Août	212	205	205	197	190	202	159	-43	175	-27	ND	
Septembre	196	196	165	212	188	191	194	3	187	-4	ND	
Octobre	193	222	250	210	206	216	155	-61	165	-51	ND	
Novembre	163	171	186	149	182	170	176	6	161	-9	ND	
Décembre	203	184	194	200	168	190	177	-13	161	-29	ND	
Total second semestre	1189	1179	1221	1198	1154	1188	1063	-125	1058	-130	ND	
TOTAL ANNUEL	2078	2152	2175	2189	2161	2151	2019	-132	1945	-206	ND	

Tableau 28 - Nombre de tués mensuels sur le réseau considéré, par année - Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Reste du réseau

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	85	88	104	92	114	97	91	-6	106	9	104	7
Février	82	82	93	96	75	86	97	11	112	26	102	16
Mars	67	103	81	87	103	88	79	-9	97	9	63	-25
Avril	87	96	98	94	108	97	106	9	101	4	38	-59
Mai	102	100	97	110	105	103	98	-5	97	-6	70	-33
Juin	105	104	113	106	116	109	97	-12	118	9	ND	
Total premier semestre	528	573	586	585	621	579	568	-11	631	52	ND	
Juillet	122	101	132	126	123	121	126	5	119	-2		
Août	110	101	127	104	107	110	87	-23	115	5		
Septembre	116	121	92	122	109	112	128	16	123	11		
Octobre	115	125	128	105	113	117	119	2	92	-25		
Novembre	89	109	110	109	90	101	92	-9	96	-5		
Décembre	110	102	111	137	124	117	109	-8	123	6		
Total second semestre	662	659	700	703	666	678	661	-17	668	-10		
TOTAL ANNUEL	1190	1232	1286	1288	1287	1257	1229	-28	1299	42	ND	

Tableau 29 - Nombre de tués mensuels sur le reste du réseau, par année - Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

A 4.2 - Nombre d'accidents corporels

Réseau considéré

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	905	989	925	1022	1098	988	947	-41	892	-96	1013	25
Février	765	860	825	933	1021	881	816	-65	1028	147	934	53
Mars	841	960	975	1024	1296	1019	979	-40	1076	57	619	-400
Avril	938	1006	1174	1014	1418	1110	1206	96	1088	-22	359	-751
Mai	1006	1127	1242	1269	1444	1218	1282	64	1132	-86	941	-277
Juin	1273	1325	1464	1282	1645	1398	1398	0	1360	-38	ND	
Total premier semestre	5728	6267	6605	6544	7922	6613	6628	15	6576	-37	ND	
Juillet	1431	1225	1426	1473	1527	1416	1535	119	1494	78	ND	
Août	1276	1153	1367	1258	1363	1283	1329	46	1384	101	ND	
Septembre	1227	1191	1315	1328	1343	1281	1368	87	1294	13	ND	
Octobre	1137	1250	1228	1392	1360	1273	1333	60	1296	23	ND	
Novembre	990	1088	1142	1291	1150	1132	1134	2	1065	-67	ND	
Décembre	1093	1053	1125	1335	1107	1143	1194	51	1091	-52	ND	
Total second semestre	7154	6960	7603	8077	7850	7529	7893	364	7624	95	ND	
TOTAL ANNUEL	12882	13227	14208	14621	15772	14142	14521	379	14200	58	ND	

Tableau 30 - Nombre d'accidents corporels mensuels sur le réseau considéré, par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Reste du réseau

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	3354	3660	3352	3633	3322	3464	3281	-183	3085	-379	3409	-55
Février	2990	3231	2884	3025	2855	2997	2523	-474	3054	57	3010	13
Mars	3046	3649	3298	3390	3650	3407	2995	-412	3379	-28	1824	-1583
Avril	3482	3819	3463	3279	3530	3515	3468	-47	3259	-256	740	-2775
Mai	3497	3831	3499	3698	3668	3639	3592	-47	3532	-107	2135	-1504
Juin	4103	4110	4064	3900	4102	4056	4022	-34	3875	-181	ND	
Total premier semestre	20472	22300	20560	20925	21127	21077	19881	-1196	20184	-893	ND	
Juillet	4078	3544	3615	3607	3621	3693	3526	-167	3793	100	ND	
Août	3065	2947	2912	2908	2928	2952	2827	-125	2869	-83	ND	
Septembre	4266	4133	3885	3927	3745	3991	4002	11	3833	-158	ND	
Octobre	4244	4377	3857	4059	3991	4106	4168	62	3839	-267	ND	
Novembre	3999	3967	3856	3910	3837	3914	3564	-350	3560	-354	ND	
Décembre	3806	3696	3710	3565	3592	3674	3277	-397	3738	64	ND	
Total second semestre	23458	22664	21835	21976	21714	22329	21364	-965	21632	-697	ND	
TOTAL ANNUEL	43930	44964	42395	42901	42841	43406	41245	-2161	41816	-1590	ND	

Tableau 31 - Nombre d'accidents corporels mensuels sur le reste du réseau, par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

A 4.3 - Nombre de blessés

Réseau considéré

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	1222	1391	1318	1435	1529	1379	1302	-77	1226	-153	1448	69
Février	1042	1198	1168	1250	1360	1204	1153	-51	1333	129	1256	52
Mars	1161	1274	1316	1369	1740	1372	1344	-28	1431	59	816	-556
Avril	1313	1354	1594	1405	1922	1518	1640	122	1471	-47	384	-1134
Mai	1403	1593	1651	1783	1945	1675	1803	128	1558	-117	1137	-538
Juin	1708	1838	1969	1827	2296	1928	1871	-57	1914	-14	ND	
Total premier semestre	7849	8648	9016	9069	10792	9075	9113	38	8933	-142	ND	
Juillet	1998	1773	2030	2125	2171	2019	2073	54	2073	54	ND	
Août	1804	1681	1884	1792	1845	1801	1809	8	1927	126	ND	
Septembre	1649	1619	1830	1759	1777	1727	1800	73	1682	-45	ND	
Octobre	1509	1664	1643	1922	1785	1705	1726	21	1804	99	ND	
Novembre	1264	1521	1475	1808	1569	1527	1489	-38	1426	-101	ND	
Décembre	1441	1517	1529	1868	1592	1589	1637	48	1576	-13	ND	
Total second semestre	9665	9775	10391	11274	10739	10369	10534	165	10488	119	ND	
TOTAL ANNUEL	17514	18423	19407	20343	21531	19444	19647	203	19421	-23	ND	

Tableau 32 - Nombre de blessés mensuels sur le réseau considéré, par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Reste du réseau

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires (estimation ONISR)	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	3956	4329	3942	4480	3890	4119	3899	-220	3733	-386	4180	61
Février	3551	3893	3517	3589	3427	3595	2995	-600	3649	54	3526	-69
Mars	3717	4423	3980	4090	4416	4125	3668	-457	4069	-56	2149	-1976
Avril	4168	4599	4177	3949	4311	4241	4244	3	3956	-285	863	-3378
Mai	4275	4723	4317	4490	4422	4445	4452	7	4296	-149	2567	-1878
Juin	4868	5012	4888	4800	4897	4893	4844	-49	4757	-136	ND	
Total premier semestre	24535	26979	24821	25398	25363	25419	24102	-1317	24460	-959	ND	
Juillet	5019	4373	4515	4497	4624	4606	4459	-147	4719	113	ND	
Août	3931	3752	3686	3671	3678	3744	3598	-146	3685	-59	ND	
Septembre	5110	4989	4704	4771	4518	4818	4814	-4	4638	-180	ND	
Octobre	5093	5269	4642	4933	4712	4930	4962	32	4689	-241	ND	
Novembre	4789	4791	4547	4719	4623	4694	4314	-380	4317	-377	ND	
Décembre	4616	4472	4480	4313	4335	4443	3991	-452	4561	118	ND	
Total second semestre	28558	27646	26574	26904	26490	27234	26138	-1096	26609	-625	ND	
TOTAL ANNUEL	53093	54625	51395	52302	51853	52654	50240	-2414	51069	-1585	ND	

Tableau 33 - Nombre de blessés mensuels sur le reste du réseau, par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

A 4.4 - Taux de tués et de victimes par accident

Réseau considéré

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires – BAAC+PREBAAC	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	17,5	14,9	17,1	14,1	12,8	15,1	14,6	-0,6	14,9	-0,2	15,4	0,3
Février	18,2	16,6	17,2	17,9	12,6	16,3	14,8	-1,5	13,8	-2,5	12,8	-3,5
Mars	15,8	16,5	14,2	16,4	12,7	14,9	15,9	1,0	14,7	-0,2	14,7	-0,2
Avril	15,9	15,7	13,6	14,7	12,2	14,2	14,8	0,5	12,3	-1,9	18,1	3,9
Mai	12,1	14,2	13,7	14,5	13,3	13,6	13,3	-0,3	12,9	-0,7	14,3	0,7
Juin	14,8	15,6	12,7	14,0	12,6	13,9	13,8	0,0	12,8	-1,1	ND	
Taux premier semestre	15,5	15,5	14,4	15,1	12,7	14,6	14,4	-0,1	13,5	-1,1	ND	
Juillet	15,5	16,4	15,5	15,6	14,4	15,4	13,2	-2,3	14,0	-1,5	ND	
Août	16,6	17,8	15,0	15,7	13,9	15,7	12,0	-3,8	12,6	-3,1	ND	
Septembre	16,0	16,5	12,5	16,0	14,0	14,9	14,2	-0,8	14,5	-0,5	ND	
Octobre	17,0	17,8	20,4	15,1	15,1	17,0	11,6	-5,4	12,7	-4,2	ND	
Novembre	16,5	15,7	16,3	11,5	15,8	15,0	15,5	0,5	15,1	0,1	ND	
Décembre	18,6	17,5	17,2	15,0	15,2	16,6	14,8	-1,8	14,8	-1,9	ND	
Taux second semestre	16,6	16,9	16,1	14,8	14,7	15,8	13,5	-2,3	13,9	-1,9	ND	
TAUX ANNUEL	16,1	16,3	15,3	15,0	13,7	15,2	13,9	-1,3	13,7	-1,5	ND	

Tableau 34 - Taux de tués pour 100 accidents mensuels sur réseau considéré par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires – BAAC+PREBAAC	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	152,5	155,5	159,6	154,5	152,1	154,7	152,1	-2,7	152,4	-2,4	158,3	3,6
Février	154,4	155,9	158,8	151,9	145,8	153,0	156,1	3,1	143,5	-9,5	147,3	-5,7
Mars	153,9	149,2	149,1	150,1	146,9	149,5	153,2	3,7	147,7	-1,9	146,5	-3,0
Avril	155,9	150,3	149,4	153,3	147,7	150,9	150,7	-0,2	147,5	-3,4	125,1	-25,9
Mai	151,6	155,5	146,6	155,0	148,0	151,2	153,9	2,7	150,5	-0,6	135,2	-16,0
Juin	148,9	154,3	147,2	156,5	152,2	151,8	147,6	-4,1	153,5	1,8	ND	
Taux premier semestre	152,5	153,5	150,9	153,7	148,9	151,8	151,9	0,1	149,3	-2,5	ND	
Juillet	155,1	161,1	157,9	159,9	156,6	158,0	148,2	-9,8	152,7	-5,3	ND	
Août	158,0	163,6	152,8	158,1	149,3	156,1	148,1	-8,0	151,9	-4,2	ND	
Septembre	150,4	152,4	151,7	148,4	146,3	149,8	145,8	-4,0	144,4	-5,3	ND	
Octobre	149,7	150,9	154,2	153,2	146,4	150,8	141,1	-9,7	151,9	1,1	ND	
Novembre	144,1	155,5	145,4	151,6	152,3	149,9	146,8	-3,1	149,0	-0,9	ND	
Décembre	150,4	161,5	153,2	154,9	159,0	155,7	151,9	-3,8	159,2	3,5	ND	
Taux second semestre	151,7	157,4	152,7	154,4	151,5	153,5	146,9	-6,6	151,4	-2,1	ND	
TAUX ANNUEL	152,1	155,6	151,9	154,1	150,2	152,7	149,2	-3,5	150,5	-2,2	ND	

Tableau 35 - Taux de victimes pour 100 accidents mensuels sur réseau considéré par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Reste du réseau

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires – BAAC+PREBAAC	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	2,5	2,4	3,1	2,5	3,4	2,8	2,8	0,0	3,4	0,6	3,1	0,3
Février	2,7	2,5	3,2	3,2	2,6	2,9	3,8	1,0	3,7	0,8	3,4	0,5
Mars	2,2	2,8	2,5	2,6	2,8	2,6	2,6	0,0	2,9	0,3	3,5	0,9
Avril	2,5	2,5	2,8	2,9	3,1	2,7	3,1	0,3	3,1	0,4	5,1	2,4
Mai	2,9	2,6	2,8	3,0	2,9	2,8	2,7	-0,1	2,7	-0,1	3,3	0,5
Juin	2,6	2,5	2,8	2,7	2,8	2,7	2,4	-0,3	3,0	0,4	ND	
Taux premier semestre	2,6	2,6	2,9	2,8	2,9	2,7	2,9	0,1	3,1	0,4	ND	
Juillet	3,0	2,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,6	0,3	3,1	-0,1	ND	
Août	3,6	3,4	4,4	3,6	3,7	3,7	3,1	-0,6	4,0	0,3	ND	
Septembre	2,7	2,9	2,4	3,1	2,9	2,8	3,2	0,4	3,2	0,4	ND	
Octobre	2,7	2,9	3,3	2,6	2,8	2,9	2,9	0,0	2,4	-0,5	ND	
Novembre	2,2	2,7	2,9	2,8	2,3	2,6	2,6	0,0	2,7	0,1	ND	
Décembre	2,9	2,8	3,0	3,8	3,5	3,2	3,3	0,1	3,3	0,1	ND	
Taux second semestre	2,8	2,9	3,2	3,2	3,1	3,0	3,1	0,1	3,1	0,1	ND	
TAUX ANNUEL	2,7	2,7	3,0	3,0	3,0	2,9	3,0	0,1	3,1	0,2	ND	

Tableau 36 - Taux de tués pour 100 accidents mensuels sur le reste du réseau par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

	BAAC						BAAC				BAAC données provisoires – BAAC+PREBAAC	
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017	2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
Janvier	120,5	120,7	120,7	125,8	120,5	121,7	121,6	-0,1	124,4	2,7	125,7	4,0
Février	121,5	123,0	125,2	121,8	122,7	122,8	122,6	-0,3	123,1	0,3	120,5	-2,3
Mars	124,2	124,0	123,1	123,2	123,8	123,7	125,1	1,4	123,3	-0,4	121,3	-2,4
Avril	122,2	122,9	123,4	123,3	125,2	123,4	125,4	2,0	124,5	1,1	121,8	-1,7
Mai	125,2	125,9	126,2	124,4	123,4	125,0	126,7	1,7	124,4	-0,6	123,5	-1,5
Juin	121,2	124,5	123,1	125,8	122,2	123,3	122,8	-0,5	125,8	2,5	ND	
Taux premier semestre	122,4	123,6	123,6	124,2	123,0	123,3	124,1	0,7	124,3	1,0	ND	
Juillet	126,1	126,2	128,5	128,2	131,1	128,0	130,0	2,1	127,6	-0,4	ND	
Août	131,8	130,7	130,9	129,8	129,3	130,5	130,4	-0,2	132,5	1,9	ND	
Septembre	122,5	123,6	123,4	124,6	123,6	123,5	123,5	0,0	124,2	0,7	ND	
Octobre	122,7	123,2	123,7	124,1	120,9	122,9	121,9	-1,0	124,5	1,6	ND	
Novembre	122,0	123,5	120,8	123,5	122,8	122,5	123,6	1,1	124,0	1,4	ND	
Décembre	124,2	123,8	123,7	124,8	124,1	124,1	125,1	1,0	125,3	1,2	ND	
Taux second semestre	124,6	124,9	124,9	125,6	125,1	125,0	125,4	0,4	126,1	1,1	ND	
TAUX ANNUEL	123,6	124,2	124,3	124,9	124,0	124,2	124,8	0,6	125,2	1,0	ND	

Tableau 37 - Taux de victimes pour 100 accidents mensuels sur le reste du réseau par année – Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

A 4.5 - Réseau considéré : accidents impliquant un véhicule dépassant à gauche

BAAC – Accidents						
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	373	402	400	407	526	422
Second semestre	472	400	460	524	560	483
Total annuel	845	802	860	931	1086	905

BAAC-Accidents			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
450	28,4	460	38,4
523	39,8	539	55,8
973	68	999	94

BAAC – Tués						
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	74	67	53	81	66	68
Second semestre	78	67	71	77	89	76
TOTAL ANNUEL	152	134	124	158	155	145

BAAC-Tués			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
73	4,8	57	-11,2
58	-18,4	63	-13,4
131	-14	120	-25

Tableau 38- Nombre d'accidents et nombre de tués mensuels dans des accidents impliquant un véhicule dépassant par la gauche – Source : BAAC officiel

A 4.6 - Réseau considéré : accidents avec collision arrière

Données globales

BAAC – Accidents						
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	641	751	794	748	1015	790
Second semestre	786	801	893	995	1044	904
Total annuel	1427	1552	1687	1743	2059	1694

BAAC-Accidents			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
898	108,2	951	161,2
1075	171,2	1003	99,2
1973	279	1954	260

BAAC – Tués						
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	44	41	52	45	61	49
Second semestre	66	55	59	58	56	59
TOTAL ANNUEL	110	96	111	103	117	107

BAAC-Tués			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
45	-3,6	70	21,4
58	-0,8	58	-0,8
103	-4	128	21

Tableau 39 - Nombre d'accidents et nombre de tués mensuels dans des accidents de type collision arrière ou en chaîne – Source : BAAC officiel

Données concernant les accidents impliquant au moins un poids lourd

	BAAC – Accidents					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	75	84	68	92	119	88
Second semestre	93	98	98	113	103	101
Total annuel	168	182	166	205	222	189
	0,1177295	0,11726804	0,09839953	0,11761331	0,10781933	11,14 %

BAAC-Accidents			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
98	10,4	95	7,4
122	21	117	16
220	31	212	23
0,11150532	0,11238368	0,10849539	0,08986175

	BAAC – Tués					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	7	6	10	15	12	10
Second semestre	20	18	17	16	12	17
TOTAL ANNUEL	27	24	27	31	24	27

BAAC-Tués			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
5	-5	9	-1
13	-3,6	11	-5,6
18	-9	20	-7

Tableau 40-Nombre d'accidents et nombre de tués mensuels dans des accidents de type collision arrière ou en chaîne impliquant au moins un poids lourd– Source : BAAC officiel

	BAAC – Accidents					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	46	55	42	51	76	54
Second semestre	53	55	67	51	53	56
Total annuel	99	110	109	102	129	110

BAAC-Accidents			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
64	10	56	2
73	17,2	69	13,2
137	27	125	15

	BAAC – Tués					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	4	5	6	7	10	6
Second semestre	8	7	13	5	5	8
TOTAL ANNUEL	12	12	19	12	15	14

BAAC-Tués			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
1	-5,4	3	-3,4
7	-0,6	6	-1,6
8	-6	9	-5

Tableau 41-Nombre d'accidents et nombre de tués mensuels dans des accidents de type collision arrière ou en chaîne impliquant au moins un poids lourd qui percute un autre véhicule – Source : BAAC officiel

	BAAC – Accidents					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	36	37	26	46	57	40
Second semestre	47	49	40	58	58	50
Total annuel	83	86	66	104	115	91

BAAC-Accidents			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
46	5,6	50	9,6
63	12,6	52	1,6
109	18	102	11

	BAAC – Tués					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Premier semestre	2	1	5	8	3	4
Second semestre	12	9	7	12	8	10
TOTAL ANNUEL	14	10	12	20	11	13

BAAC-Tués			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
4	0,2	6	2,2
7	-2,6	5	-4,6
11	-2	11	-2

Tableau 42-Nombre d'accidents et nombre de tués mensuels dans des accidents de type collision arrière ou en chaîne impliquant au moins un poids lourd percute par un autre véhicule – Source : BAAC officiel

Annexe 5 - Désaisonnalisation des données d'accidents

Le principe de la désaisonnalisation a été introduit dans la partie 3.2.5 - Désaisonnaliser les données d'accidents pour les rendre comparables.

Grâce à la désaisonnalisation, il est possible :

- d'analyser, de décrire et d'expliquer la chronologie des événements survenus dans le passé
- de situer dans cette perspective les nouvelles données qui surviennent
- d'en tirer des stratégies pour le futur, voire de proposer des prédictions avec leur seuil de fiabilité (estimation des erreurs de prédiction).

La méthode proposée, bien adaptée au cas de l'étude de valeurs mensuelles, procède en quatre étapes.

A 5.1 - Calcul de la tendance

Pour calculer la tendance, il existe plusieurs méthodes. L'une pourrait consister simplement à ajuster une courbe de tendance par la méthode des moindres carrés par exemple, ou par l'ajustement d'une courbe adaptée polynomiale ou autre.

L'inconvénient majeur ici de telles méthodes est qu'elles ne garantissent pas de s'affranchir de la tendance périodique ou saisonnière. Or, **une moyenne mobile d'ordre P supprime les composantes saisonnières de même ordre.**³⁰ Par conséquent, pour calculer la tendance des variables mesurant l'accidentalité routière, il est proposé d'avoir recours à la **moyenne mobile centrée sur 12 mois**. 12 étant un nombre pair, le traitement des mois d'extrémités est particulier : chacune des extrémités est prise en compte pour la moitié de leur valeur.

Ainsi donc, la valeur de la tendance mensuelle de la variable $X_{a,m}$ au mois m de l'année a sera donnée par :

$$ZZ_{a,m} = \frac{1}{12} \left(\frac{X_{a,m-6}}{2} + \sum_{i=m-5}^{m+5} X_{a,i} + \frac{X_{a,m+6}}{2} \right)$$

Par exemple, la valeur de la tendance au mois de juillet 2015 sera prise comme la moyenne des dix mois de février 2015 à décembre 2015, plus la moitié de janvier 2015 plus la moitié de janvier 2016.

³⁰ Cela provient du fait qu'une composante saisonnière d'ordre P affecte les entités $k, k+P, k+2P \dots$ etc. Ainsi, dans une moyenne mobile d'ordre P, une et une seule de ces entités est prise en compte puisque la « longueur » de la moyenne mobile est justement P. Tout saisonnalité d'ordre P est donc prise en compte identiquement par toute moyenne mobile d'ordre P : entre elles, les moyennes mobiles d'ordre P n'ont donc plus de saisonnalité d'ordre P.

A 5.2 - Calcul des coefficients saisonniers

Pour chaque mois m de l'année a , la tendance $ZX_{a,m}$, il est possible de calculer pour chaque mois la différence entre $X_{a,m}$ et la tendance $ZX_{a,m}$ (moyenne mobile), puis de faire la moyenne de ces rapports pour chaque mois de type m , et ce sur l'ensemble des A années considérées. Cette moyenne est appelée coefficient saisonnier brut du mois m sur la période des A années :

$$SX'_m = \frac{\sum_{a=1}^A X_{a,m} - ZX_{a,m}}{A}$$

Ayant par définition supposé que la composante saisonnière est strictement périodique, il convient donc retrancher à chaque coefficient saisonnier brut la moyenne de l'ensemble des coefficients saisonniers bruts, de telle façon que la moyenne des coefficient saisonniers finaux soit égale à zéro. Ainsi donc le coefficient saisonnier du mois m est :

$$SX_m = SX'_m - \frac{1}{12} \sum_{\mu=1}^{12} SX'_\mu$$

A 5.3 - Calcul des données Corrigées des Variations Saisonnières (CVS)

Il est à ce stade possible d'obtenir pour chaque donnée mensuelle X la donnée corrigée des variations saisonnières, par soustraction à la donnée brute de la donnée saisonnière :

$$CVS_X_{a,m} = X_{a,m} - SX_m$$

L'observation de cette variable corrigée permet de savoir, au-delà des variations mensuelles observées, si la donnée sous-jacente est spécifique au mois considéré. En comparant cette donnée à la tendance, affectée d'un intervalle de confiance, elle permet de répondre à la question : le mois considéré est-il meilleur ou moins bon que le mois habituel.

A 5.4 - Application aux données brutes 2013-2020

Période janvier 2019-décembre 2019

Pour le cas qui nous concerne, le calcul des coefficients saisonniers s'effectuera sur la période de janvier 2013 à décembre 2019 à partir des données définitives concernant les tués. Les moyennes centrées seront donc calculées pour tous les mois entre juillet 2013 et juin 2019.

Le calcul des coefficients de variations saisonniers mensuels conduit aux valeurs du tableau 43.

	CVS réseau considéré	CVS Reste du réseau
Janvier	-34,3	-6,9
Février	-36,7	-13,5
Mars	-20,1	-14,4
Avril	-18,2	-5,5
Mai	-6,3	-4,7
Juin	14,8	3,0
Juillet	38,3	16,9
Août	17,1	0,9
Septembre	14,1	9,1
Octobre	28,2	11,7
Novembre	-6,7	-6,1
Décembre	9,7	9,6

Tableau 43 : Coefficients de variation saisonniers mensuels pour le nombre de tués - calculés sur les données brutes des tués sur la période janvier 2013-décembre 2019 - Source : BAAC officiel pour 2013-2019

Grâce à ces coefficients, on peut donc dresser les tableaux des valeurs des tués corrigées des variations saisonnières.

	BAAC corrigé des variations saisonnières					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Janvier	192,3	181,3	192,3	178,3	175,3	183,9
Février	175,7	179,7	178,7	203,7	165,7	180,7
Mars	153,1	178,1	158,1	188,1	184,1	172,3
Avril	167,2	176,2	178,2	167,2	191,2	176,0
Mai	128,3	166,3	176,3	190,3	198,3	171,9
Juin	173,2	192,2	171,2	164,2	193,2	178,8
Total premier semestre	989,7	1073,7	1054,7	1091,7	1107,7	1063,5
Juillet	183,7	162,7	182,7	191,7	181,7	180,5
Août	194,9	187,9	187,9	179,9	172,9	184,7
Septembre	181,9	181,9	150,9	197,9	173,9	177,3
Octobre	164,8	193,8	221,8	181,8	177,8	188,0
Novembre	169,7	177,7	192,7	155,7	188,7	176,9
Décembre	193,3	174,3	184,3	190,3	158,3	180,1
Total second semestre	1088,3	1078,3	1120,3	1097,3	1053,3	1087,5
TOTAL ANNUEL	2078,0	2152,0	2175,0	2189,0	2161,0	2151,0

BAAC corrigé des variations saisonnières			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
172,3	-11,6	167,3	-16,6
157,7	-23,0	178,7	-2,0
176,1	3,8	178,1	5,8
196,2	20,2	152,2	-23,8
176,3	4,4	152,3	-19,6
178,2	-0,6	159,2	-19,6
1056,7	-6,8	987,7	-75,8
163,7	-16,8	170,7	-9,8
141,9	-42,8	157,9	-26,8
179,9	2,6	172,9	-4,4
126,8	-61,2	136,8	-51,2
182,7	5,8	167,7	-9,2
167,3	-12,8	151,3	-28,8
962,3	-125,2	957,3	-130,2
2019,0	-132,0	1945,0	-206,0

Tableau 44- Nombre de tués mensuels corrigés des variations saisonnières sur le réseau considéré, par année –
Source : BAAC officiel

	BAAC corrigé des variations saisonnières					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Janvier	91,9	94,9	110,9	98,9	120,9	103,5
Février	95,5	95,5	106,5	109,5	88,5	99,1
Mars	81,4	117,4	95,4	101,4	117,4	102,6
Avril	92,5	101,5	103,5	99,5	113,5	102,1
Mai	106,7	104,7	101,7	114,7	109,7	107,5
Juin	102,0	101,0	110,0	103,0	113,0	105,8
Total premier semestre	570,1	615,1	628,1	627,1	663,1	620,7
Juillet	105,1	84,1	115,1	109,1	106,1	103,9
Août	109,1	100,1	126,1	103,1	106,1	108,9
Septembre	106,9	111,9	82,9	112,9	99,9	102,9
Octobre	103,3	113,3	116,3	93,3	101,3	105,5
Novembre	95,1	115,1	116,1	115,1	96,1	107,5
Décembre	100,4	92,4	101,4	127,4	114,4	107,2
Total second semestre	619,9	616,9	657,9	660,9	623,9	635,9
TOTAL ANNUEL	1190,0	1232,0	1286,0	1288,0	1287,0	1256,6

BAAC corrigé des variations saisonnières			
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne
97,9	-5,6	112,9	9,4
110,5	11,4	125,5	26,4
93,4	-9,2	111,4	8,8
111,5	9,4	106,5	4,4
102,7	-4,8	101,7	-5,8
94,0	-11,8	115,0	9,2
610,1	-10,6	673,1	52,4
109,1	5,2	102,1	-1,8
86,1	-22,8	114,1	5,2
118,9	16,0	113,9	11,0
107,3	1,8	80,3	-25,2
98,1	-9,4	102,1	-5,4
99,4	-7,8	113,4	6,2
618,9	-17,0	625,9	-10,0
1229,0	-27,6	1299,0	42,4

Tableau 45 - Nombre de tués mensuels corrigés des variations saisonnières sur le reste du réseau par année –
Source : BAAC officiel

Période janvier 2019-février 2020

Si l'on souhaite intégrer les deux mois supplémentaires de janvier et février 2020, il faut prendre en compte les données provisoires correspondantes estimées par l'ONISR. L'introduction de nouveaux mois implique, par construction, le recalcul des coefficients de variations saisonnières mensuels.

Pour cette nouvelle période, le calcul des coefficients saisonniers s'effectuera sur la période janvier 2013-février 2020. Les moyennes centrées seront donc calculées pour tous les mois entre juillet 2013 et août 2019. Le fait que les données de janvier et février soient connues de façon provisoire influera peu,

d'autant que les précédents rapports intermédiaires du Cerema ont montré que les données provisoires approchaient les données définitives de 1 à 2 unités mensuelles au grand maximum.

Le calcul des coefficients de variations saisonniers mensuels 20 mois conduit aux valeurs du tableau 46.

	CVS réseau considéré	CVS Reste du réseau
Janvier	-34,3	-6,9
Février	-36,8	-13,5
Mars	-20,1	-14,4
Avril	-18,2	-5,5
Mai	-6,3	-4,7
Juin	14,8	3,0
Juillet	39,3	16,0
Août	16,3	1,8
Septembre	14,1	9,1
Octobre	28,2	11,7
Novembre	-6,7	-6,1
Décembre	9,7	9,6

Tableau 46 : Coefficients de variation saisonniers mensuels pour le nombre de tués - calculés sur les données brutes des tués sur période janvier 2013-Février 2020 - Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Grâce à ces coefficients, on peut donc dresser les tableaux des valeurs des tués corrigées des variations saisonnières sur l'ensemble de la période (données définitives et données estimées).

	BAAC corrigé des variations saisonnières					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Janvier	192,3	181,3	192,3	178,3	175,3	183,9
Février	175,8	179,8	178,8	203,8	165,8	180,8
Mars	153,1	178,1	158,1	188,1	184,1	172,3
Avril	167,2	176,2	178,2	167,2	191,2	176,0
Mai	128,3	166,3	176,3	190,3	198,3	171,9
Juin	173,2	192,2	171,2	164,2	193,2	178,8
Total premier semestre	989,8	1073,8	1054,8	1091,8	1107,8	1063,6
Juillet	182,7	161,7	181,7	190,7	180,7	179,5
Août	195,7	188,7	188,7	180,7	173,7	185,5
Septembre	181,9	181,9	150,9	197,9	173,9	177,3
Octobre	164,8	193,8	221,8	181,8	177,8	188,0
Novembre	169,7	177,7	192,7	155,7	188,7	176,9
Décembre	193,3	174,3	184,3	190,3	158,3	180,1
Total second semestre	1088,2	1078,2	1120,2	1097,2	1053,2	1087,4
TOTAL ANNUEL	2078,0	2152,0	2175,0	2189,0	2161,0	2151,0

BAAC corrigé des variations saisonnières				BAAC données provisoires (estimation ONISR) – CVS	
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
172,3	-11,6	167,3	-16,6	190,3	6
157,8	-23,0	178,8	-2,0	156,8	-24
176,1	3,8	178,1	5,8	111,1	-61
196,2	20,2	152,2	-23,8	83,2	-93
176,3	4,4	152,3	-19,6	141,3	-31
178,2	-0,6	159,2	-19,6	ND	
1056,8	-6,8	987,8	-75,8	ND	
162,7	-16,8	169,7	-9,8	ND	
142,7	-42,8	158,7	-26,8	ND	
179,9	2,6	172,9	-4,4	ND	
126,8	-61,2	136,8	-51,2	ND	
182,7	5,8	167,7	-9,2	ND	
167,3	-12,8	151,3	-28,8	ND	
962,2	-125,2	957,2	-130,2	ND	
2019,0	-132,0	1945,0	-206,0	ND	

Tableau 47- Nombre de tués mensuels corrigés des variations saisonnières sur le réseau considéré, par année –
Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

	BAAC corrigé des variations saisonnières					
	2013	2014	2015	2016	2017	moyenne 2013-2017
Janvier	91,9	94,9	110,9	98,9	120,9	103,5
Février	95,5	95,5	106,5	109,5	88,5	99,1
Mars	81,4	117,4	95,4	101,4	117,4	102,6
Avril	92,5	101,5	103,5	99,5	113,5	102,1
Mai	106,7	104,7	101,7	114,7	109,7	107,5
Juin	102,0	101,0	110,0	103,0	113,0	105,8
Total premier semestre	570,1	615,1	628,1	627,1	663,1	620,7
Juillet	106,0	85,0	116,0	110,0	107,0	104,8
Août	108,2	99,2	125,2	102,2	105,2	108,0
Septembre	106,9	111,9	82,9	112,9	99,9	102,9
Octobre	103,3	113,3	116,3	93,3	101,3	105,5
Novembre	95,1	115,1	116,1	115,1	96,1	107,5
Décembre	100,4	92,4	101,4	127,4	114,4	107,2
Total second semestre	619,9	616,9	657,9	660,9	623,9	635,9

BAAC corrigé des variations saisonnières				BAAC données provisoires (estimation ONISR) – CVS	
2018	Ecart à la moyenne	2019	Ecart à la moyenne	2020	Ecart à la moyenne
97,9	-5,6	112,9	9,4	110,9	7
110,5	11,4	125,5	26,4	115,5	16
93,4	-9,2	111,4	8,8	77,4	-25
111,5	9,4	106,5	4,4	43,5	-59
102,7	-4,8	101,7	-5,8	74,7	-33
94,0	-11,8	115,0	9,2	ND	
610,1	-10,6	673,1	52,4	ND	
110,0	5,2	103,0	-1,8		
85,2	-22,8	113,2	5,2		
118,9	16,0	113,9	11,0		
107,3	1,8	80,3	-25,2		
98,1	-9,4	102,1	-5,4		
99,4	-7,8	113,4	6,2		
618,9	-17,0	625,9	-10,0		

Tableau 48 - Nombre de tués mensuels corrigés des variations saisonnières sur le reste du réseau par année –
Source : BAAC officiel pour 2013-2019 – ONISR données estimées pour 2020

Annexe 6 - Intervalles de confiance des données d'accidents

A 6.1 - Valeurs observées et valeurs estimées

La variable accident X au mois m , X pouvant être 'Accidents', 'Tués', 'Blessé' est un phénomène aléatoire. Il convient donc de bien distinguer :

1. Les valeurs observées (nombre observé, moyenne observée, tendance observée)
2. Les valeurs estimées du phénomène que ces observations révèlent. Ces valeurs statistiques, qui caractérisent le phénomène d'accident et ses conséquences, sont a priori inconnues. Il faut essayer d'en produire des estimations.

Prenons l'image d'un sac contenant des boules de couleurs, sans que ne soient connus ni le nombre de boules, ni les couleurs utilisées. Ce n'est qu'au bout d'un grand nombre de tirages avec remise qu'il sera possible d'estimer les couleurs contenues dans le sac (sans en être tout à fait sûr d'ailleurs) et qu'une loi de probabilité de tirage *a posteriori* pourra être formulée.

De la même façon, ce n'est que la connaissance de nombreuses valeurs de chaque variable X pendant de nombreux mois m qui permettra d'approcher la loi de probabilité de la variable X et son évolution dans le temps. C'est ce qui est appelé **l'estimation** de la loi de probabilité à laquelle obéit X .

Par conséquent, il n'est pas possible par la connaissance de la seule valeur brute d'un mois donné X_{def_m} de déduire le comportement de la variable X au mois m . De la même façon que ce n'est pas parce qu'un « cinq » sort trois fois de suite sur un jet de dé qu'il y a plus de faces « cinq » que de faces « deux » ou « six », de la même façon **la valeur brute de X au mois m ne peut être comparée telle quelle à la valeur du mois précédent ou à la valeur du même mois d'une année précédente pour en déduire une tendance générale.**

A 6.2 - Lois de probabilité en accidentologie

Les accidents de la route, et leurs conséquences, sont des processus aléatoires dont la probabilité de l'éventualité est faible, et dont les survenances sont considérées comme indépendante les unes des autres.

Par ailleurs, les variables traitées sont par essence discrètes, c'est-à-dire qu'elles ne peuvent prendre que des valeurs entières.

Le phénomène d'accident pourrait s'assimiler à phénomène aléatoire appliqué à un nombre N d'automobilistes ayant chacun une probabilité p d'avoir un accident, ou d'être tué ou blessé, et donc $1-p$ de ne pas en avoir. En tenant compte de tous les cas possibles parmi les N épreuves, chaque variable X « Acc, Tués, BG, BL » pourrait donc obéir à une classique loi binomiale de paramètre N qui pourrait prendre toutes les valeurs de 0 à N avec une probabilité :

$$P(X = k) = C_N^k p^k (1-p)^{N-k}$$

L'espérance serait Np et la variance $Np(1-p)$.

Or, dans la pratique, N (=ensemble des automobilistes) n'est pas connu. Ce qui est en revanche estimé, c'est le nombre d'occurrences des événements au cours du temps, qui n'est autre qu'un estimateur de Np , avec N grand (=nombre de véhicules concernés) et p petit (=probabilité d'avoir un accident, d'être tué ou blessé).

On rappelle qu'un processus poissonien (ou processus de Poisson³¹) est un modèle probabiliste des situations qui voient un flux d'évènements se produire les uns à la suite des autres de façon aléatoire (dans le temps et dans l'espace), obéissant aux conditions suivantes :

1. la probabilité de réalisation de l'évènement au cours d'une petite période ou sur une petite portion d'espace t est proportionnelle à t soit pt .
2. elle est indépendante de ce qui s'est produit antérieurement ou à côté,
3. la probabilité de deux apparitions sur le même t est négligeable.

Cette loi est définie par la probabilité de voir survenir k événements :

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!}$$

Cette loi se caractérise par une espérance et une variance toutes les deux égales à $\lambda = Np$. Son écart type est donc $\sqrt{\lambda}$.

On montre aisément que lorsque N est grand, la loi binomiale converge pour toute valeur de k vers une loi de Poisson.

Ainsi donc les variables aléatoires liées à l'accidentalité routière sont désormais considérées comme obéissant à un processus poissonien.

La constance de $\lambda = Np$, contrainte posée pour l'approximation, peut s'interpréter ainsi : la moyenne restant la même, plus N est grand, plus la probabilité d'apparition du phénomène est faible. Dans le contexte de la loi de Poisson, elle s'explique par l'hypothèse de proportionnalité de la probabilité d'apparition du phénomène au laps de temps considéré.

A 6.3 - Intervalles de confiance

A 6.3.1 - Définition

Il résulte de ce qui précède que, lorsque est donnée la valeur d'un estimateur de la loi de probabilité de la variable aléatoire, il doit s'accompagner d'un **intervalle de confiance**.

L'intervalle de confiance (*IC*) est un intervalle de valeurs qui a une certaine probabilité de contenir la vraie valeur du paramètre estimé. Avec moins de rigueur, il est possible de dire que l'*IC* représente la fourchette de valeurs à l'intérieur de laquelle il y a certitude, à une certaine probabilité fixée, de trouver la vraie valeur. En général, la probabilité est fixée à 95%, mais il est tout aussi légitime de s'imposer 99% ou d'accepter 90%.

On note IC_α l'intervalle de confiance à $\alpha\%$:

$$IC_\alpha = [IC_{min_\alpha} ; IC_{max_\alpha}]$$

et sont appelés limites de confiance associées à α .

³¹ de Siméon Denis Poisson (21 juin 1781 à Pithiviers - 25 avril 1842 à Sceaux), mathématicien, géomètre et physicien français.

A 6.3.2 - Calcul en accidentologie

Le calcul de l'intervalle de confiance et de la précision relative lorsque l'on communique une valeur estimée dépend bien entendu de la loi à laquelle obéit la variable observée.

Or, les variables d'accidentalité X (« Acc, Tués, BG, BL) étant poissonniennes, il ne faut pas leur appliquer, pour le calcul des intervalles de confiance, des règles valables pour des variables normales, sauf en approximation dans des cas particuliers. En effet, ce ne sont que pour de grands échantillons que le théorème central limite indique que la moyenne suit une loi normale, et qu'un certain nombre de lois peuvent être approchées par une loi normale. Considérons par exemple la formule habituelle fixant l'intervalle de confiance de la moyenne d'une variable X selon :

$$IC_{\alpha} = [\bar{X} - t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}}; \bar{X} + t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}}]$$

où :

- \bar{X} est la moyenne mesurée,
- $t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ est la valeur de la loi de Student à $n-1$ degrés de liberté de loi de probabilité T_{n-1} telle que

$$T_{n-1}(t \leq t_{1-\frac{\alpha}{2}}) = 1 - \frac{\alpha}{2}$$

- σ^* est la variance de la population
- n est la taille de l'échantillon

Cette formule n'est valable que si X suit une loi normale, ou lorsque n est assez grand pour que l'on puisse faire une approximation (cas de grands nombres où le théorème central limite s'applique). **Elle n'est donc pas applicable en général pour les études d'accidentologie**, et tout particulièrement pour la présente évaluation, puisque l'estimation de l'espérance mathématique annuelle est faite à partir de la moyenne de cinq années de données ($n=5$).

On démontre que l'intervalle de confiance du paramètre λ d'une variable aléatoire suivant une loi de Poisson, qui est comme on l'a vu aussi bien son espérance que sa variance, au niveau de confiance $(1 - \alpha)\%$ est l'intervalle :

$$IC_{1-\alpha} = \left[\frac{\chi_{2S}^2(\alpha)}{2n}; \frac{\chi_{2(S+1)}^2(1-\alpha)}{2n} \right]$$

où :

- n désigne le nombre d'observations et S leur somme,
- $\chi_{2S}^2(\alpha)$ est le quantile d'ordre α de la loi du χ^2 à $2S$ degrés de libertés, c'est à dire que $P(X < \chi_{2S}^2) = \alpha/2$,
- $\chi_{2(S+1)}^2(1-\alpha)$ est le quantile d'ordre $1-\alpha$ de la loi du χ^2 à $2(S+1)$ degrés de libertés, c'est à dire que $P(X > \chi_{2(S+1)}^2) = \alpha/2$, X suivant une loi du χ^2 à $2(S+1)$ degrés de libertés

Pour de grandes valeurs de S, on démontre qu'il est possible d'approcher la loi du χ^2 à 2S degrés de liberté (resp. 2(S+1)) par une loi normale d'espérance 2S (resp. 2(S+1)) et de variance 4S (resp. 4(S+1)) :

$$\chi_{2S}^2 \approx N(2S; 4S) \text{ et } \chi_{2(S+1)}^2 \approx N(2(S+1); 4(S+1))$$

A 6.3.3 - Application : calcul de l'intervalle de confiance pour les moyennes des données brutes sur la période de référence 2013-2017

L'application de cette méthode pour les valeurs de S correspondant à la sinistralité (Tués, Accidents, Blessés) observée sur la période 2013-2017 (n = 5) conduit à l'estimation des intervalles de confiance pour le paramètre vrai de la loi de Poisson dont la moyenne observée est un estimateur (cf. Tableau 49).

On ne peut valablement se prononcer sur la significativité d'une différence entre une valeur annuelle et la moyenne que si cette valeur se situe en dehors de l'intervalle correspondant au seuil de confiance choisi, parce que l'espérance « vraie » peut se situer n'importe où dans l'intervalle de confiance autour de la moyenne observée qui n'en est qu'un estimateur.

Il est considéré que l'écart situé en-dehors de l'intervalle de confiance de 99 % est très significatif et de l'intervalle de confiance de 95 % significatif.

Réseau	Donnée	Moyenne annuelle observée sur 2013-2017	Intervalle de confiance de l'espérance au seuils de					
			90%		95%		99%	
			IC min	IC max	IC min	IC max	IC min	IC max
Réseau considéré	Tués annuels	2151	2117,0	2185,4	2110,5	2192,0	2097,9	2205,0
	Tués 1 ^{er} semestres	963	940,3	986,1	936,0	990,6	927,6	999,3
	Tués 2 nd semestre	1188	1162,8	1213,7	1158,0	1218,6	1148,7	1228,3
	Accidents annuels	14142	14054,6	14229,8	14038,0	14246,6	14005,4	14279,6
	Accidents 1 ^{er} semestres	6613	6553,3	6673,1	6541,9	6684,7	6519,7	6707,3
	Accidents 2 nd semestre	7529	7465,3	7593,1	7453,1	7605,4	7429,4	7629,5
	Blessés annuels	19444	19341,5	19546,9	19322,0	19566,6	19283,7	19605,2
	Blessés 1 ^{er} semestres	9075	9005,0	9145,4	8991,7	9158,9	8965,6	9185,3
	Blessés 2 nd semestre	10369	10294,2	10444,2	10279,9	10458,6	10252,1	10486,9
	Tués des mois de janvier	150	141,1	159,3	139,5	161,1	136,3	164,7
	Tués des mois de février	144	135,3	153,1	133,7	154,9	130,6	158,4
	Tués collision arrière et en chaîne	107	99,5	114,9	98,1	116,5	95,5	119,5
Idem avec Poids lourd impliqué	27	23,3	31,1	22,6	32,0	21,4	33,6	
Reste du réseau	Tués annuels	1257	1231,0	1283,4	1226,1	1288,5	1216,5	1298,4
	Tués 1 ^{er} semestres	579	561,4	597,0	558,1	600,5	551,7	607,3
	Tués 2 nd semestre	678	659,0	697,5	655,4	701,2	648,4	708,6
	Accidents annuels	43406	43252,9	43559,6	43223,6	43589,0	43166,4	43646,6
	Accidents 1 ^{er} semestres	21077	20970,3	21184,1	20949,9	21204,6	20910,1	21244,8
	Accidents 2 nd semestre	22239	22129,4	22349,0	22108,5	22370,1	22067,6	22411,4
	Blessés annuels	52654	52485,3	52823,1	52453,1	52855,5	52390,0	52918,9
	Blessés 1 ^{er} semestres	25419	25301,8	25536,6	25279,4	25559,1	25235,7	25603,2
	Blessés 2 nd semestre	27234	27112,7	27355,7	27089,5	27379,0	27044,3	27424,7
	Tués des mois de janvier	97	89,9	104,6	88,6	106,0	86,0	108,9
	Tués des mois de février	86	79,3	93,1	78,1	94,5	75,7	97,3

Tableau 49- Intervalles de confiance pour que les moyennes annuelles 2013-2017 représentent la valeur vraie du paramètre de la loi de Poisson de survenance des sinistres

Annexe 7 - Données pour les temps de parcours

L'échantillon de traces GPS :

Année	Heure de pointe du matin – Jour Ouvré	Heure Creuse - Jour Ouvré	Heure de Pointe du Soir - Jour Ouvré	Nuit 19h-7h Jour Ouvré	Samedi 10h -19h	Dimanche 10h -19h	Total
2017	46 436	218 499	53 838	86 357	54 514	52 050	511 694
2019	96 168	404 584	97 051	152 552	98 408	97 344	946 107
Total	142 604	623 083	150 889	238 909	152 922	149 394	1 457 801

Tableau 50 : Nombres de véhicules dont les traces historiques GPS ont été recueillies par période horaire et par année pour le calcul du temps de parcours

Représentation géographique des 154 itinéraires

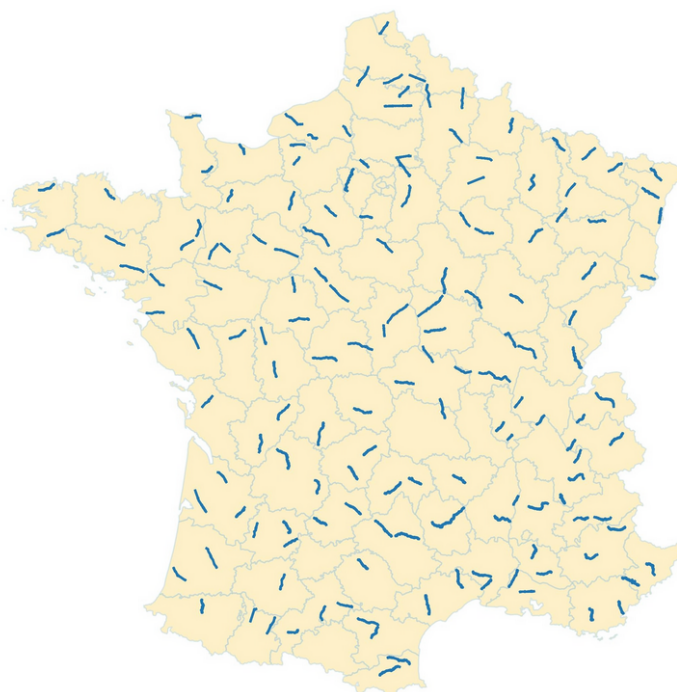


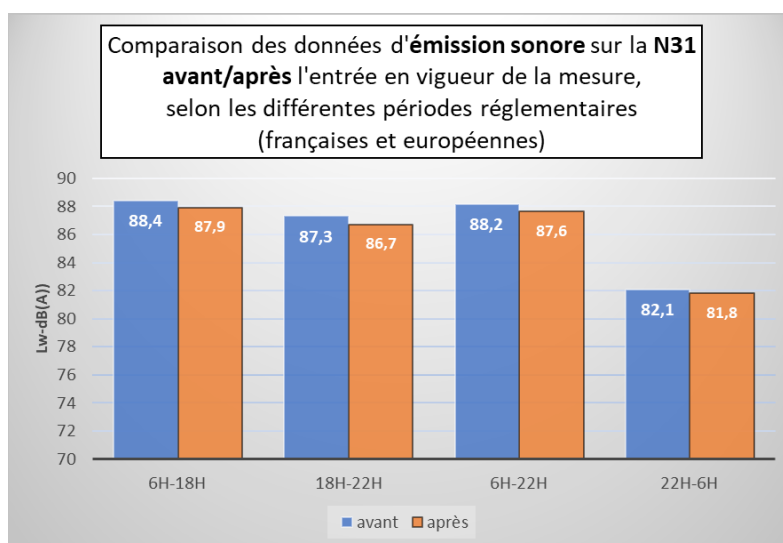
Illustration 42 : Représentation géographique des 154 itinéraires analysés pour les temps de parcours avant et après mise en œuvre de la mesure VMA80 en France continentale (Source : Cerema, 2020, exploitation de données FCD)

Annexe 8 - Données pour les nuisances sonores

Résultats de la modélisation des émissions sonores avant et après l'entrée en vigueur de la mesure sur 4 tronçons routiers

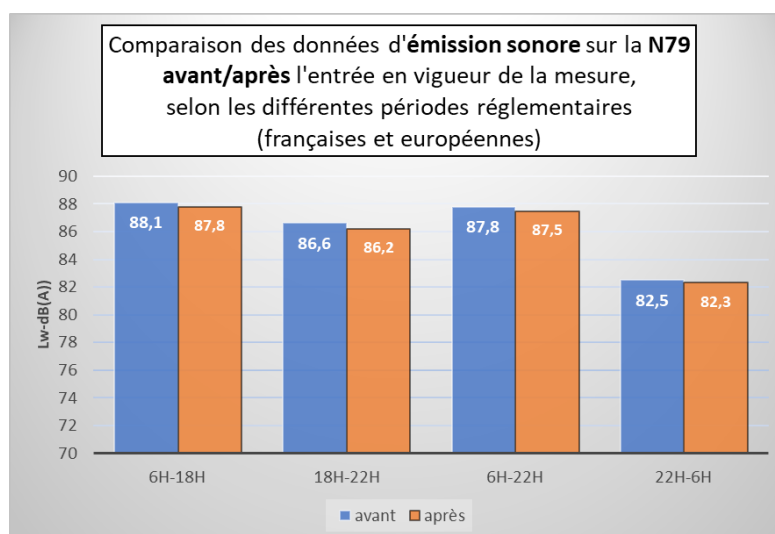
La route nationale 31 (N31) est une infrastructure routière interdépartementale reliant Rouen dans le département de Seine-Maritime à Reims dans le département de la Marne dans son tracé intégral. Elle fait partie du Grand contournement nord de Paris.

La section concernée par l'évaluation se situe dans le département de l'Oise entre Compiègne et Beauvais et s'étend sur environ 19 km.



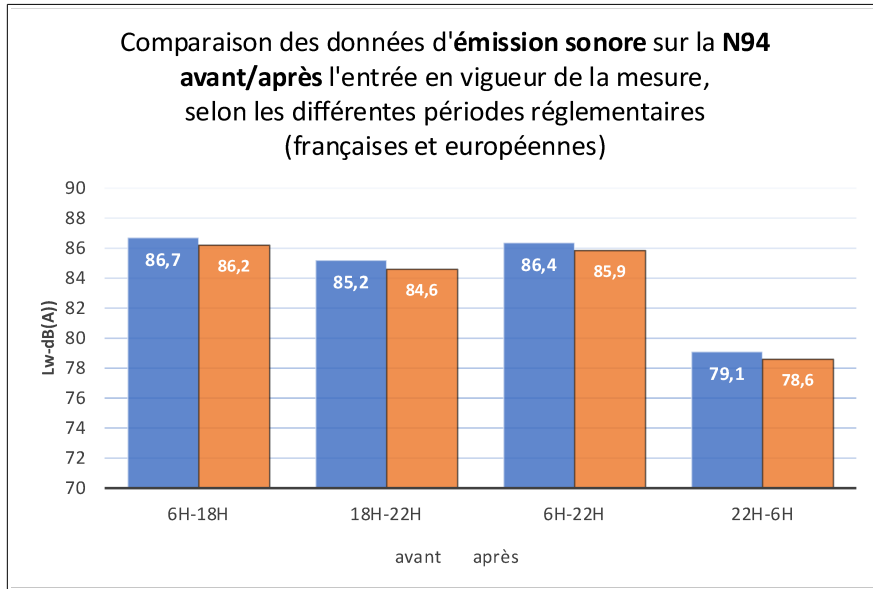
La route nationale 79 (N79) est une section de la Route Centre Europe Atlantique (RCEA). Elle relie Montmarault à l'ouest à Mâcon à l'est et assure un lien entre l'A71 et l'A6. Elle est très empruntée par les poids lourds du fait de sa gratuité et de sa configuration en 2X2 voies sur de nombreuses portions. Sa position stratégique, au nord du Massif central, en fait un axe privilégié pour les trajets de longue distance, en particulier pour les transports de marchandises.

La section étudiée se situe dans le département de la Saône-et-Loire entre Mâcon et Paray-le-Monial.

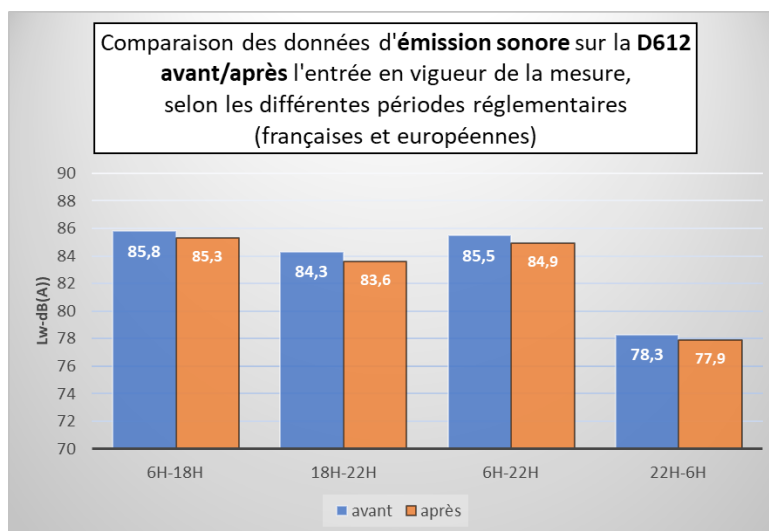


La route nationale 94 (N94) située dans le département des Hautes-Alpes, est une voirie bidirectionnelle à 2X1 voies. Elle relie Gap, chef-lieu de département à la frontière franco-italienne, au niveau de la commune de Montgenèvre. Elle constitue un axe de communication vital pour la desserte de la haute Durance.

La section étudiée dans le cadre de cette évaluation se situe entre Embrun et Gap sur une longueur de 26 kilomètres.



Le tronçon retenu sur la route départementale 612 (D612) se situe dans le département de l'Hérault. Long de 23 kilomètres, il relie Saint Chinian à l'ouest à Béziers à l'est. Son tracé actuel, une bidirectionnelle à 2X1 voie fait partie de l'ex-nationale 112 qui reliait Albi à Toulouse. Le trafic est principalement local ; il permet de desservir Béziers Ouest qui accueille des parcs d'activités et zones industrielles.



Résultats des mesures in situ le long de la RN85

Le point de mesure retenu se situe à moins de 100m de la N85. Ainsi, conformément à la norme NFS 31-085, on peut considérer que les conditions météorologiques n'ont pas d'influence sur la mesure. Néanmoins, à titre informatif, la consultation des données météorologiques a été réalisée (données Météo-France). Elles montrent qu'il n'y a eu ni pluie ni vent fort (< 3 km/h) lors de la mesure. Celle-ci a donc été réalisée dans de bonnes conditions météorologiques, tout comme en 2013 (mêmes conditions), ce qui garantit, de ce point de vue, la reproductibilité de la mesure.

Afin de pouvoir mener une comparaison avant/après de la mesure VMA80, un « recalage de la mesure à trafic acoustiquement équivalent » a été réalisé, permettant ainsi d'étudier l'effet de la variation de la vitesse. La formule de recalage, appelée également formule « d'estimation de long terme trafic » prescrite par la norme NFS 31-085, tient compte des niveaux de bruit, du trafic et des vitesses maximales autorisées sur les 2 périodes de mesures (2013/ 2019).

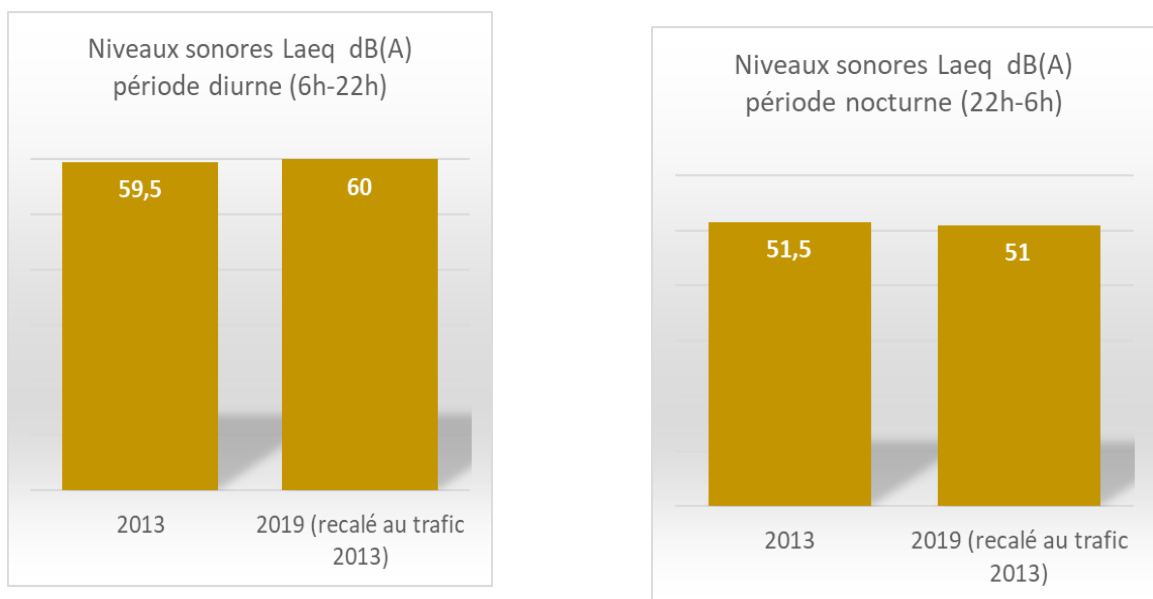


Illustration 43 : Comparaison de l'effet de la mesure VMA80 sur les niveaux sonores mesurés/recalés, sur le site instrumenté en 2013 et 2019 le long de la RN85

Annexe 9 - Données des enquêtes Acceptabilité / Acceptation

Présentation des panels étudiés au cours des 3 vagues d'enquête

	Vague 1 (avril 2018)	Vague 2 (mars 2019)	Vague 3 (octobre 2019)
Effectif total de répondants de plus de 18 ans	N=5310	N=3797	N=3 883
Genre	52,9 % de femmes (N=2809) et 47,1 % d'hommes (N=2 501)	52,4% de femmes (N=1992) et 47,6 % d'hommes (N=1808)	52,4% de femmes (N=2035) et 47,6 % d'hommes (N=1848)
Age	47,1 ans (âge moyen)	47,2 ans (âge moyen)	49,3 ans (âge moyen)
Mode de transport le plus utilisé	le VL reste utilisé par 83,7% des répondants soit 4 446 personnes	le VL reste utilisé par 77,1% des répondants soit 2929 personnes	le VL reste utilisé par 78,3% des répondants soit 3043 personnes
Résidence	22,5 % d'entre eux résident dans une zone rurale (N=1193)	23,2 % d'entre eux résident dans une zone rurale (883personnes),	22,5 % d'entre eux résident dans une zone rurale (873personnes),
Revenus	33,6 % des répondants ayant renseigné leur revenu ont un revenu de plus de 36k€ (N=1522)	28,7% des répondants ayant renseigné leurs revenus ont un revenu de plus de 36k€ (soit 1091 personnes)	29,2% des répondants ayant renseigné leurs revenus ont un revenu de plus de 36k€ (soit 1135 personnes)

Tableau 51 : Présentation des panels de personnes interrogées pour les 3 vagues d'enquête : vague 1 (avril 2018), vague 2 (mars 2019) et vague 3 (octobre 2019)



Cerema

25, avenue François Mitterrand
69500 Bron

Contact Presse : Géraldine Squenel – 06.12.73.55.56 - geraldine.squenel@cerema.fr