



## Livrable 2.4

Méthodologie de recueil de données des vitesses  
sur des sections routières

## Livrable 2.5

Faisabilité et pertinence d'un observatoire des  
vitesses

## Livrable 5 .2

Réalisation d'un outil cartographique

<b>N° Livrable</b>	2.4, 2.5 5.2	<b>N° sous-projet</b>	SP2, SP5
<b>Statut</b>	Version à consolider		
<b>Date</b>	26/01/2018		
<b>Responsable du document</b>	<b>Vincent Ledoux – Cerema Territoires et ville</b> vincent.ledoux@cerema.fr		
<b>Auteur principal</b>	Vincent Ledoux		
<b>Contributeur(s)</b>	Bernard Rongione (Cerema Méditerranée)		
<b>Validation</b>	Thierry Serre		
<b>Enregistrement</b>	DYMOA_L2.4-L2.5-L5.2.doc		



## Table des matières

---

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESCRIPTIF DES DONNÉES ENREGISTRÉES .....</b>	<b>7</b>
<b>3. STATISTIQUE GLOBALE.....</b>	<b>8</b>
<b>4. ENRICHISSEMENT CARTOGRAPHIQUE DES DONNÉES. ....</b>	<b>11</b>
4.1. MISE EN ŒUVRE.....	11
4.1.1. Les données.....	11
4.1.2. Les outils .....	11
4.1.3. Le traitement .....	11
4.2. LA VISUALISATION DES DONNÉES.....	16
<b>5. CONTEXTUALISATION DES DONNÉES. ....</b>	<b>18</b>
5.1. CONNAISSANCE DES VITESSES MAXIMALES AUTORISÉES .....	18
5.1.1. Méthode.....	18
5.1.2. Echantillon .....	19
5.2. ANALYSE GLOBALE DES RÉSULTATS .....	21
5.2.1. Répartition des VMA .....	21
5.2.2. Vitesse moyenne .....	22
5.2.3. Excès de vitesse.....	23
5.2.4. Temps gagné par le fait de ne pas respecter la VMA. ....	25
5.3. ANALYSE PAR NATURE DE RÉSEAU .....	26
5.3.1. Temps passé et distance parcourue par catégorie administrative des voies et VMA.....	26
5.3.2. Indicateurs statistiques .....	28
5.4. ANALYSE DES PARCOURS .....	32
5.4.1. Distance parcourue :.....	32
5.4.2. Temps passé :.....	33
5.4.3. Vitesse moyenne .....	33
5.4.4. Excès de vitesse.....	34
5.4.5. Temps gagné :.....	35
5.4.6. Nombre de changement de VMA rencontrées.....	35
<b>6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>36</b>



## 1. Introduction

---

La gestion et la maîtrise de la vitesse sont essentielles pour la sécurité routière. La vitesse constitue aussi un paramètre d'analyse de la sécurité routière en raison du lien statistique avéré entre vitesse pratiquée et accidentalité.

Jusqu'à ces dernières années, la détermination des vitesses pratiquées par les conducteurs provenaient majoritairement de mesures effectuées avec des dispositifs bord de voie tel qu'une station de recueil de donnée de trafic ou un analyseur de trafic. Bien que présentant de nombreux avantages (connaissance précise et sans équivoque du positionnement du point de mesure, prise en compte quasi-exhaustive de l'ensemble des véhicules circulant en un point...), cette technique de recueil présente l'inconvénient majeur d'être spatialement très localisée.

Les évolutions technologiques récentes dans le domaine de l'électronique permettent de disposer désormais de dispositifs d'enregistrements embarqués rendant possible, à faible de coût, de recueillir en continu la vitesse de déplacement des véhicules associée à leurs positions GPS.

Disposer, en continu, de la vitesse géoréférencée permet notamment de lier finement la vitesse pratiquée et les caractéristiques de l'infrastructure routière et laisse entrevoir la possibilité de mettre en œuvre de nouvelles analyses jusqu'alors difficilement réalisables.

Dans le cadre du projet DYMOA, nous avons souhaité investiguer l'intérêt de mettre en œuvre un observatoire des vitesses à partir des données enregistrées par les EMMAPHONE embarqués sur une flotte de 2RM et 4RM et appartenant à des particuliers volontaires pour participer à l'expérimentation. Il s'agissait d'en étudier la faisabilité juridique et technique et de commencer à réfléchir à la définition d'indicateurs pertinents.

Les aspects juridiques ont été traités dans le dossier accompagnant notre demande d'autorisation auprès de la CNIL qui par sa délibération n°2016-034 du février 2016 a en autorisé le recueil et le traitement selon des modalités bien définies et encadrées. Ces aspects sont traités dans le livrable 4.1 et ne seront pas repris ici.

Le livrable se concentrera sur les traitements mis en œuvre pour rendre exploitable les données vitesse et présentera à titre illustratif quelques exemples d'exploitation des données.

Le présent rapport s'appuiera sur les données enregistrées de Juillet 2016 jusqu'au mois de juin 2017. A cette période, la table de données des mesures de vitesse contenait 2 783 883 points de mesures soit l'équivalent de 32,2 jours d'enregistrement à raison d'un point de mesure par seconde. Ces points de mesures provenaient de l'enregistrement de 2926 parcours : 2648 de 2RM et 278 de 4RM.

Compte-tenu de faible proportion de données en provenance des 4RM disponible à cette date, le présent livrable traite exclusivement des données vitesses des 2RM motorisés.

Après un bref descriptif des données à notre disposition, quelques éléments de statistique descriptive globale seront exposés. Les techniques de map-matching visant à enrichir les données recueillies par des informations issues des bases de données cartographiques seront ensuite détaillées puis quelques exemples d'exploitations de données seront présentés.



## 2. Descriptif des données enregistrées

---

Afin d'investiguer la faisabilité et la pertinence de construire un observatoire des vitesses basée sur la collecte des vitesses enregistrée par des Enregistreurs de Données Routière, les EMMAPHONE utilisés dans le projet ont été conçus de manière à enregistrer les vitesses pratiquées par les conducteurs de 2RM à une fréquence de 1Hz.

En pratique, la vitesse provient du GPS interne des EMMAPHONES (GPS 1Hz). Elle commence à être enregistrée une trentaine de secondes après la mise sous contact du véhicule (temps nécessaire à l'allumage de l'EMMAPHONE et au lancement du logiciel d'acquisition).

Ensuite, toutes les secondes, jusqu'à ce que le contact soit coupé, l'EMMAPHONE stocke dans un fichier spécifique les informations suivantes :

- la position du véhicule : latitude, longitude, altitude.
- les vitesses du véhicule :
  - vitesse GPS : vitesse brute délivrée par le GPS
  - vitesse GPS corrigée : moyenne glissante sur 100 pts de la vitesse brute du GPS
  - vitesse bus CAN : vitesse lue sur le bus CAN du véhicule. Cette information n'étant pas disponibles sur les 2RM, elle n'a pas été utilisée.

Le fichier de stockage comprend également des informations permettant de connaître le type de jour (weekend ou semaine), la plage horaire d'enregistrement (ex de 17 à 20 heures), les conditions de luminosité (jour/nuit) et la catégorie de véhicule (2RM/4RM).

Les données sont alors transmises via GSM, de manière sécurisée et cryptée, vers un serveur hébergé par l'IFSTTAR à Salon-de-Provence puis viennent alimenter la base INCIDENTS hébergée au Cerema Sud-Ouest. Elles sont effacées du boîtier dès qu'elles ont été transmises sur le serveur de l'IFSTTAR.

Il est important de préciser qu'aucun identifiant boîtier, véhicule ou conducteur n'est associé à ces données comme le stipule nos engagements vis-à-vis de la CNIL.

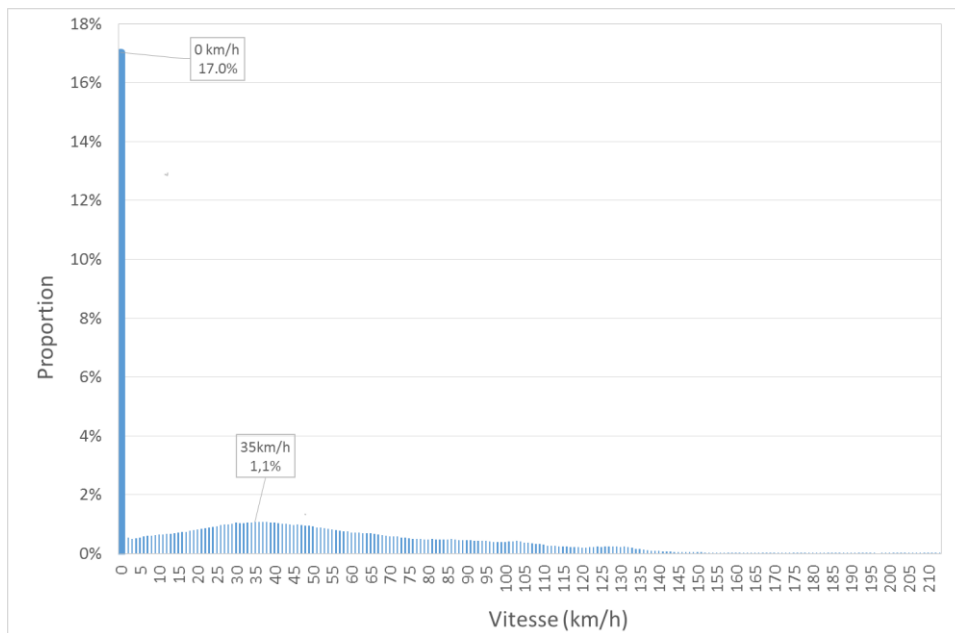
### 3. Statistique Globale

Cette partie a pour objectif de présenter quelques indicateurs statistiques macroscopiques portant sur les 2 493 603 points de mesure vitesse issues des EMMAPHONE équipant les 2RM.

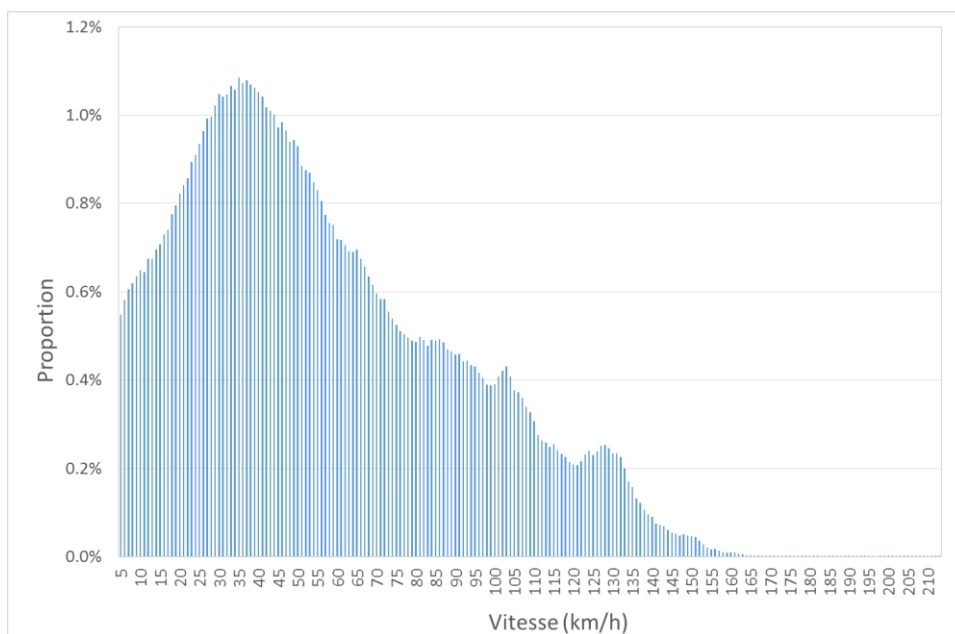
La moyenne des vitesses GPS enregistrées est de 42 km/h et leur étendue est comprise entre 0 et 213km/h/

La distribution des vitesses enregistrées par pas de 1km/h (voir les figures 1 et 2) montre qu'une part non négligeable de l'utilisation des 2RM se fait à une vitesse nulle (17% du temps d'enregistrement).

Il apparaît ensuite que la vitesse de circulation enregistrée la plus fréquente est de 35 km/h.



**Figure 1 : Histogramme des vitesses GPS enregistrées par l'ensemble de la flotte 2RM par pas de 1km/h.**



**Figure 2 : Histogramme des vitesses GPS enregistrées par l'ensemble de la flotte 2RM par pas de 1km/h pour les vitesses supérieures à 5km/h.**



Le calcul de l'histogramme cumulé (Figure 3) montre qu'une fois le contact mis, les motards passent 50% de leur temps à des vitesses inférieures à 40km/h et 85% de leur temps à des vitesses inférieures à 90 km/h.

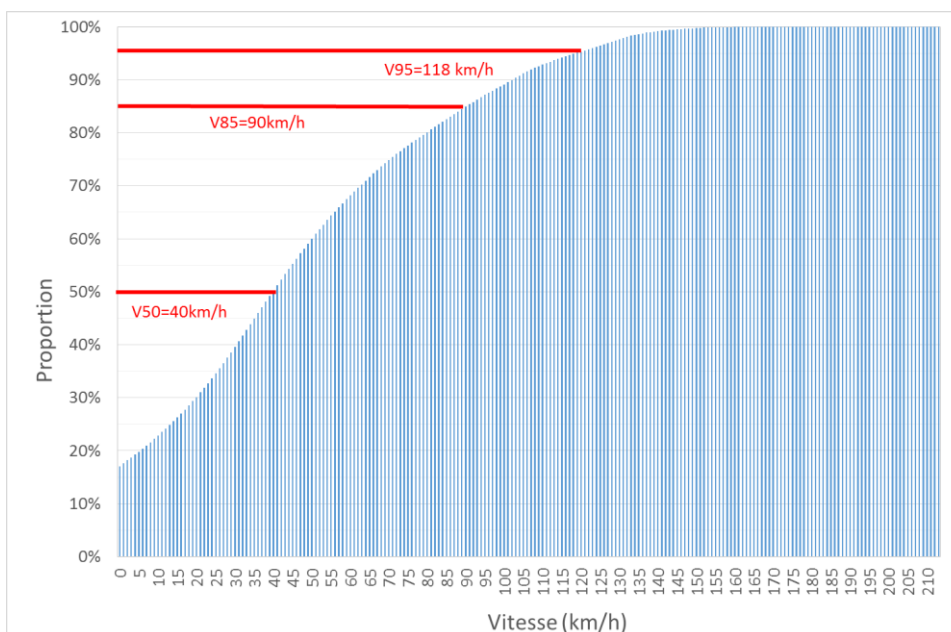


Figure 3 : Histogramme cumulé des vitesses GPS enregistrées par l'ensemble de la flotte 2RM.

Le fait que près de 60% du temps de circulation des 2RM se déroulent en dessous de 50 km/h peut laisser supposer que les véhicules de la flotte ont vraisemblablement beaucoup circulé en milieu urbain.

A chaque parcours GPS est associé, la nature du jour (semaine/weekend) et les conditions de luminosité (jour/nuit) dans lesquelles se sont déroulés les trajets.

La flotte a très majoritairement circulé en semaine (91% du temps) et de jour (86%) (Figure 4).

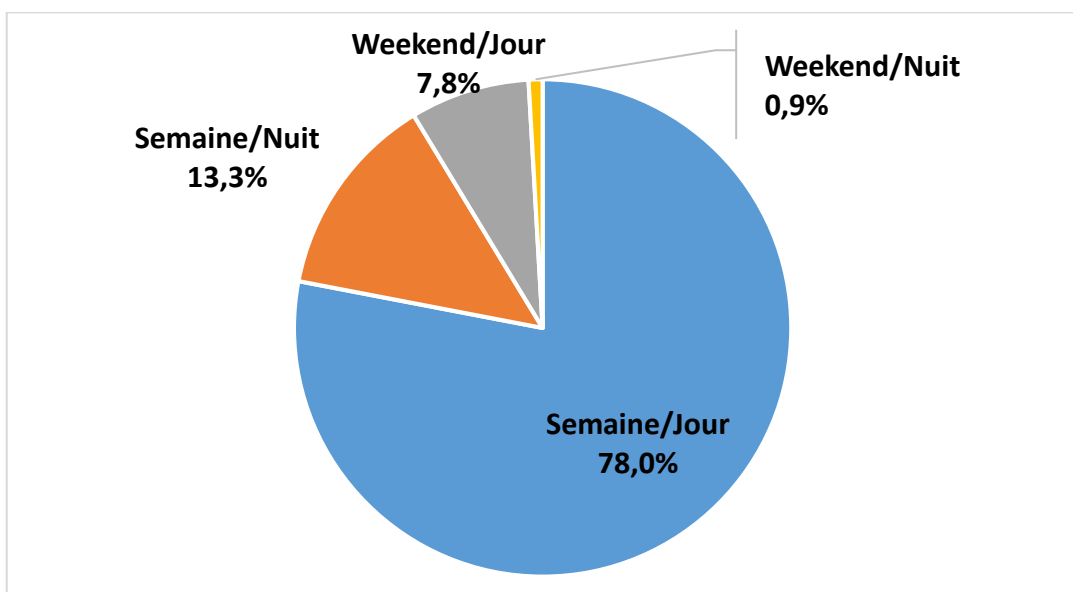
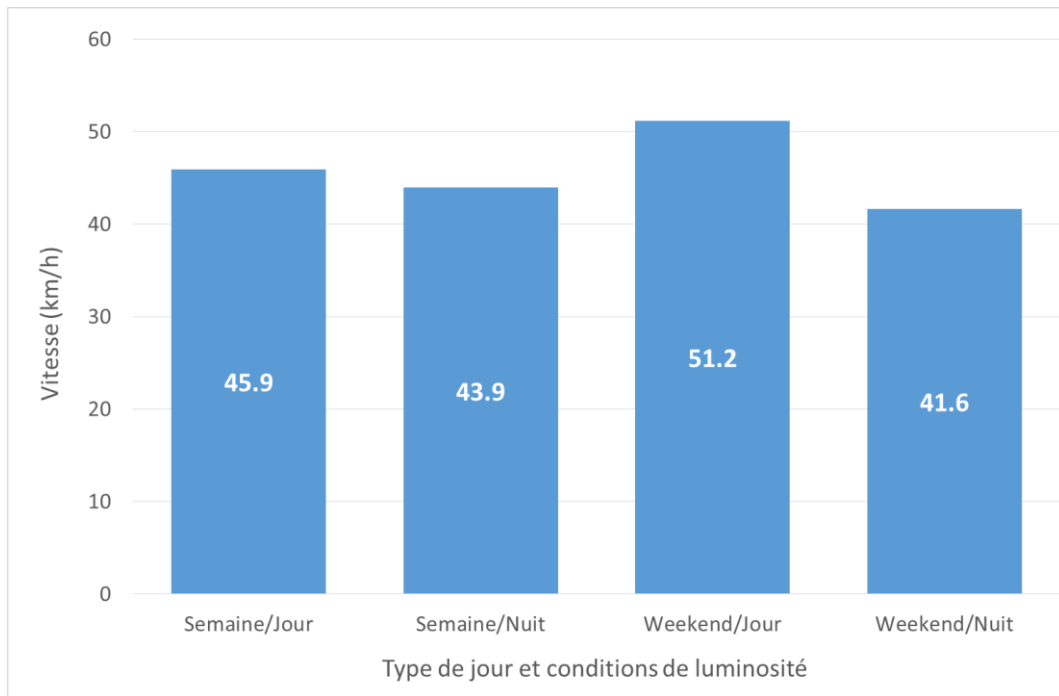


Figure 4 – Proportion de temps passé en fonction de la nature du jour et des conditions de luminosité

C'est le weekend de jour que les vitesses moyennes sont les plus élevées. Qu'ils circulent en semaine ou pendant les weekends, les conducteurs de 2RM circulent plus vite de jour que de nuit (Figure 5).



**Figure 5 : Vitesse moyenne des 2M en fonction du type de jour et des conditions de luminosité.**

Les éléments qui viennent d'être présentés font abstraction de données de contextualisation concernant le type d'infrastructure circulée par les 2RM, les limitations de vitesse auxquelles ils sont contraints et les conditions de trafic.

Afin de mieux contextualiser les données recueillies, nous avons tenté d'enrichir les données observées par des renseignements complémentaires concernant d'une part des réseaux routiers et d'autre part les limitations de vitesse en vigueur sur les routes empruntées par les conducteurs.

Dans un premier temps nous présenterons les opérations de map matching mises en œuvre pour raccrocher les traces GPS aux tronçons routiers décrits dans des bases de données cartographiques.

## 4. Enrichissement cartographique des données.

---

L'objectif de l'exploitation géographique est de s'appuyer sur des informations externes à la chaîne de recueil des données pour enrichir les données recueillies avec des éléments de contexte, que ce soit sur leur localisation administrative, les réseaux empruntés, le type d'environnement (milieu urbain, espace rural, ...) voire la configuration routière immédiate (intersection, zone de virage, ...). Ces informations complémentaires sont obtenues en rapprochant les données des parcours effectués par les véhicules équipés avec des données géographiques externes par le rattachement des traces GPS sur des éléments de réseau routier.

### 4.1. Mise en œuvre

#### 4.1.1. Les données

Les données sont récupérées à partir du serveur du Cerema Sud-Ouest. Elles sont ensuite stockées sous forme de tables dans une base de données. L'aspect cartographique impose la transformation de certaines données (champs longitude et latitude) en objets géométriques : en points puis en lignes. Certaines tables existantes sont complétées avec ces champs géométriques ; d'autres sont créés pour obtenir in fine les résultats désirés.

#### 4.1.2. Les outils

Les données géométriques et attributaires sont stockées dans une base PostgreSQL (v 9.6) avec une extension Postgis (v 2.2). Ce plugin gère et fournit des fonctions pour le traitement des géométries. Nous avons ajouté un autre plugin PgRouting (v 2) qui permet de connaître le chemin le plus court entre 2 points situés dans un réseau routier en tenant compte de ses contraintes (sens uniques, double sens...).

Le réseau utilisé est celui de la table des routes de la BD Topo 2016 de l'IGN. Les données fournies au niveau départemental ont été agrégées en une seule table nationale comprenant plus de 17 millions de lignes représentant chacune un tronçon du réseau routier (au sens de l'IGN).

Afin de réaliser le processus de routing, une table des nœuds d'intersection entre tronçons, appelés vertex, a été créée. Elle contient près de 14 millions de lignes.

Les opérations informatiques sont écrites en python v2 en utilisant les bibliothèques pycogp2, shapely , sqlalchemy et geomAlchemy.

#### 4.1.3. Le traitement

Différentes étapes interviennent pour déterminer les tronçons routiers empruntés par les 2RM à partir des points GPS enregistrés. Les opérations sont réalisées pour chaque parcours recueilli :

- trouver les arêtes du réseau qui pourrait intervenir dans la trajectoire
- trouver les points de départ et d'arrivée puis les projeter sur le réseau
- réaliser le routing entre ces points projetés
- enregistrer le résultat, générer la courbe qui suit le plus fidèlement la trajectoire réelle.

### Trajectoire réelle

A partir des points GPS (longitude, latitude) on crée le point correspondant dans le référentiel géographique choisi. Avec tous les points ordonnés selon le temps on génère une ligne passant par tous des points afin de constituer la trajectoire « réelle » du véhicule.

La Figure 6 montre l'exemple d'un parcours constitué de 272 points de mesure (soit environ 4 mn et 30 secondes).



Figure 6 – Position des points de mesure d'un trajet. L'étiquette des points indique le numéro d'ordre dans le parcours et la vitesse GPS.

### Les points de départ et d'arrivée

L'étape suivante consiste à projeter les points de départ et d'arrivée sur le réseau de telle manière que la distance entre le point de départ ou d'arrivée de la trajectoire réelle et le réseau soit la plus petite possible (voir Figure 7).

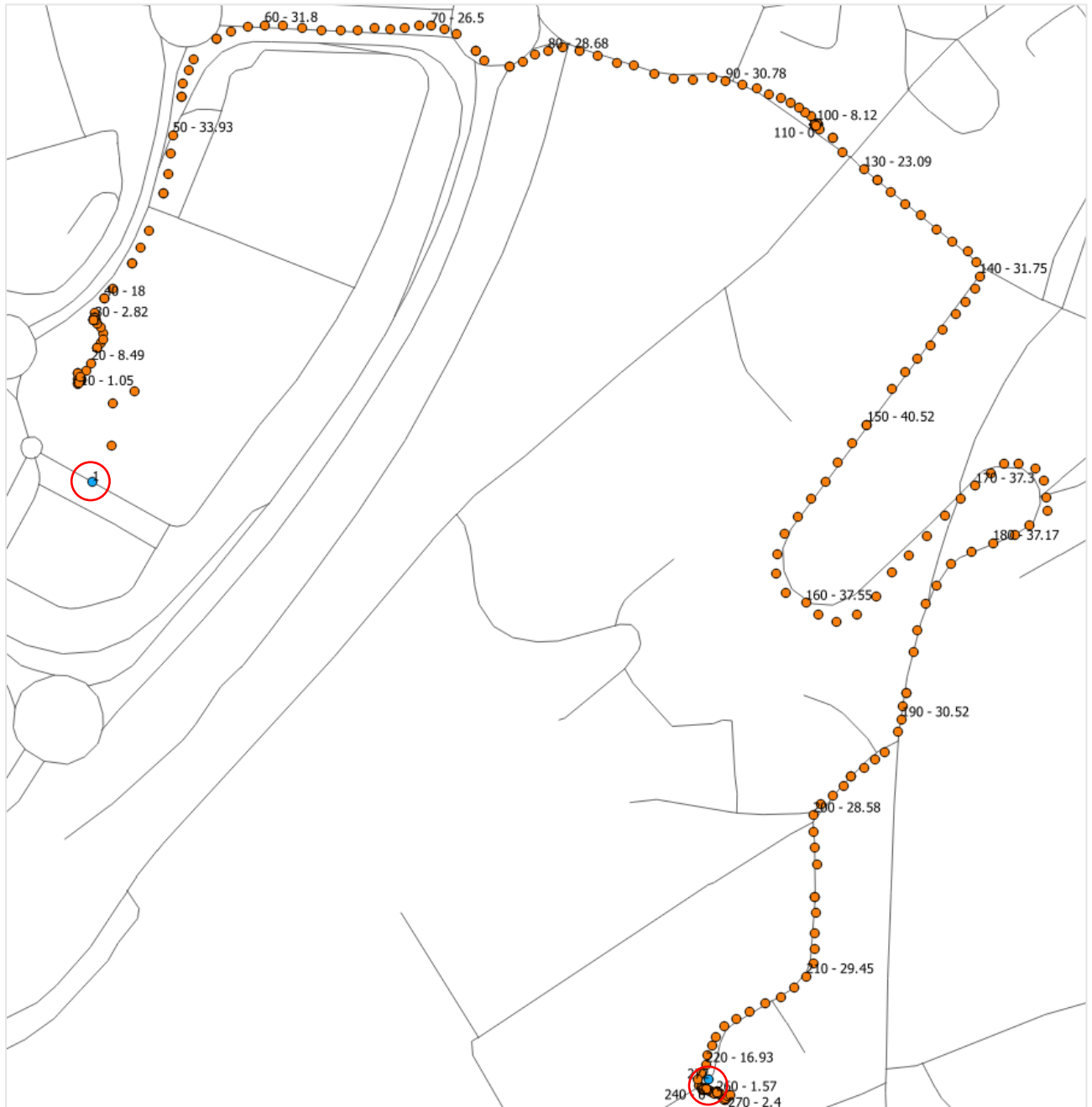


Figure 7 – Points de départ et d'arrivée calculée (en bleu) projetées sur le réseau

### Les arrêtes du réseau

Pour obtenir les arrêtes qui pourraient intervenir dans le parcours du véhicule, on réalise autour de la trajectoire réelle un tampon (buffer) de 50 m. On récupère ensuite toutes les arrêtes de la couche du réseau routier qui intersectent ce buffer (voir Figure 8).



**Figure 8 – Tampon (en vert) à l'intérieur duquel on récupère tous les tronçons de route qui seront testés pour faire le routing entre le point de départ et d'arrivée**

## Le routing

A présent que les points sont connus, il est possible de se rendre du point de départ (n°1) vers les point d'arrivé (n°272) en utilisant les arêtes qui permettent de se déplacer avec le coût, en termes de distance, le plus faible possible.

Un exemple de trajectoire (tronçons routiers empruntés) est représenté par la courbe rouge sur la Figure 9. On observe que vers le milieu, cette courbe se désolidarise de la trajectoire réelle (point orange).



**Figure 9 – Trace de la trajectoire projetée sur le réseau (en rouge) en comparaison de la trajectoire réelle (en orange).**

L'exemple qui nous a servi à illustrer la démarche montre que la procédure retenue ne permet pas d'assurer un rattachement parfait des points vitesse au réseau routier et nécessite donc d'être améliorée.

## 4.2. La visualisation des données

La visualisation des données est réalisée à l'aide d'un plugin codé en python et interfacé avec le système d'information géographique Qgis<sup>1</sup>. Le logiciel permet d'afficher les couches de données géographiques souhaitées (Tronçons routiers de la BD Topo, points de mesure vitesse,...).

Le plugin développé permet de calculer un ensemble d'indicateurs vitesse propres à chaque tronçon de la BD Topo circulé par des volontaires : vitesse moyenne, distribution.... Le calcul se fait dynamiquement sur la base des points vitesse rattachés à ce tronçon.

L'exécution du plugin génère l'ouverture de deux fenêtres contenant plusieurs informations. La première (Figure 10) permet de visualiser l'ensemble des trajets (nvitesse) qui ont emprunté le tronçon sélectionné (ici le segment 2157389). A chaque trajet est associé le nombre de points vitesse enregistrés sur ce segment, la vitesse maximale et minimale ainsi que la vitesse moyenne.

Id du segment:2157389				
nvitesse	nb_points	vitesse min	vitesse max	vitesse moy
20	12	29.88	41.53	36.41
23	12	30.50	35.43	34.23
24	11	29.58	47.19	38.06
29	9	32.22	44.65	39.19
33	11	35.13	45.55	41.92
48	11	36.22	37.95	37.21
50	15	25.01	30.10	27.42
90	7	23.75	24.98	24.32
94	10	32.71	43.67	39.96
104	14	22.46	33.25	29.82
109	9	38.65	41.78	40.82
121	9	37.86	54.36	47.27
139	13	30.80	35.12	32.57
155	11	37.11	38.10	37.38
165	14	26.35	33.22	29.38

Moyenne des moyennes: 36.72  
 Nombre de passage dans le sens de construction: 2, sens inverse a la construction 69

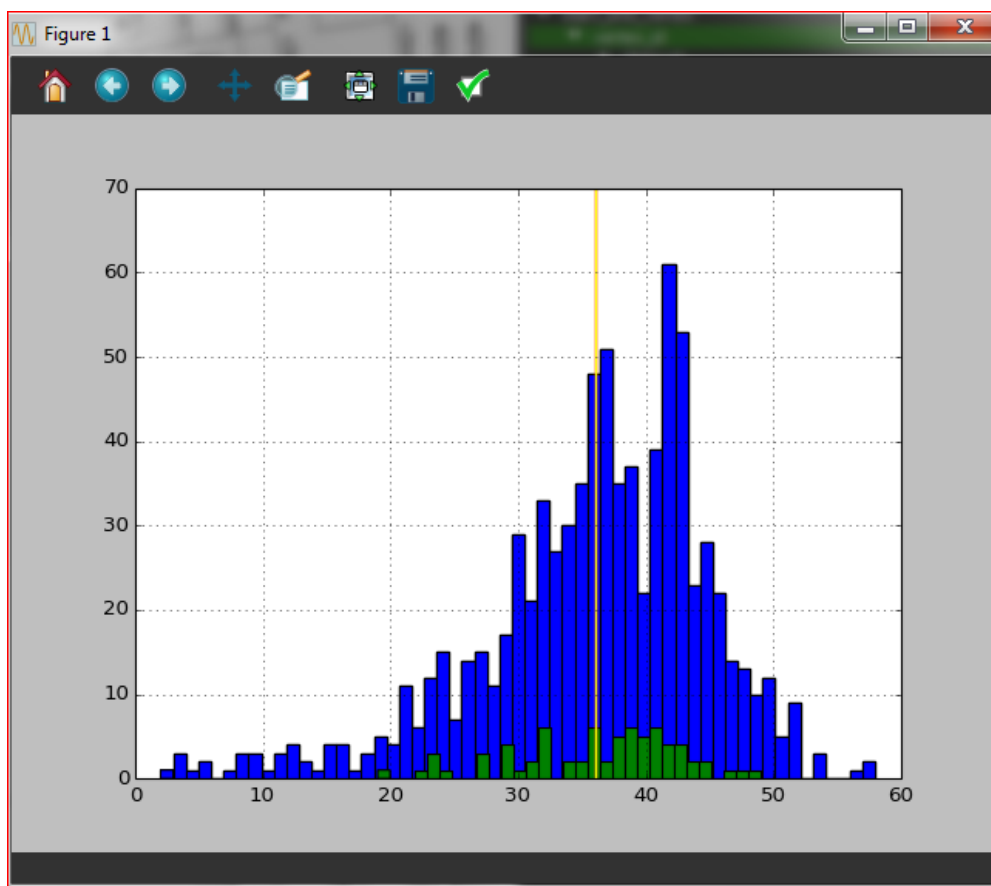
Figure 10 – Fenêtre d'affichage des indicateurs vitesse pour l'ensemble des parcours (nvitesse) ayant emprunté le tronçon de la BD Topo sélectionné (ID :2157389)

<sup>1</sup> QGIS – Development Team. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>



La deuxième fenêtre (Figure 11) propose une représentation graphique des informations suivantes :

- histogramme bleu : répartition du nombre de points de mesure par classe vitesse
- histogramme vert : répartition des vitesses moyennes individuelles par classe de vitesse.
- trait jaune : vitesse moyenne des vitesses moyennes individuelles.



**Figure 11 – Répartition par tranche de vitesse du nombre de points de mesure vitesse (bleu) associés à un tronçon, des vitesses moyennes individuelles (vert) et calcul de la moyenne des vitesses moyennes individuelles (jaune)**

### Perspectives futures

L'ensemble des travaux menés sur le rapprochement géographiques des traces numériques a mis en avant un certain nombre de difficultés liées d'une part à la qualité des données GPS (en termes de précision) et à la définition géométrique des tronçons routiers de la BD Topo (surface décrite sous forme filaire).

Ces limitations ont pour conséquence la nécessité de mettre en œuvre des traitements cartographiques complexes et gourmands en ressources informatiques (en particulier lorsque le terrain de jeux s'étend potentiellement à toute la France).

Il s'agit donc de concilier efficacement la mise en œuvre de traitements minimisant le taux d'erreur (rattachement d'un point de mesure à un tronçon non circulé) avec des temps de calcul acceptables.

Un algorithme proche de celui qui a été présenté précédemment mais qui tient compte des points situés à l'intérieur du réseau sélectionné est en cours d'élaboration. L'idée est d'augmenter le taux de correspondance entre trajectoire réelle et celle suivie sur le réseau. Le temps de calcul étant plus important, il convient de ne traiter que les trajectoires qui ne sont pas correctes. Pour cela il est envisagé de procéder à des traitements itératifs.

## 5. Contextualisation des données.

### 5.1. Connaissance des vitesses maximales autorisées

#### 5.1.1. Méthode

Afin de procéder à des analyses s'appuyant sur une meilleure contextualisation des vitesses pratiquées par les volontaires, nous avons tenté de déterminer quelles étaient les limitations de vitesse auxquelles étaient soumis les volontaires lors de leurs déplacements. En l'absence de bases de données permettant de disposer de cette information, nous avons procédé à une recherche « manuelle » des VMA (vitesse maximale autorisée). Pour cela, nous avons visualisé les trajets parcourus par les véhicules à l'aide de Google Street View et tenté de déterminer la VMA en fonction des différents éléments en lien avec les règles du code de la route et de la signalisation routière.

Dans un premier temps, ce travail a été réalisé en affectant les VMA relevées aux tronçons routiers décrits dans la BD Topo sur lesquels circulaient les véhicules. Cette approche posait toutefois nombre de problèmes en lien avec la manière dont sont définis géométriquement les tronçons de la BD Topo. Cette procédure a donc, par la suite, été abandonnée.

En effet, plusieurs VMA différentes peuvent s'appliquer sur un même tronçon de la BD Topo qui correspond à une seule entité géométrique. Il peut s'agir soit de VMA différentes par sens de circulation et/ou de plusieurs VMA pour un même sens de circulation. Il est alors impossible d'affecter une seule VMA à un tronçon. Pour tenter de remédier à ces problèmes, il aurait vraisemblablement été nécessaire de mettre en place un ensemble d'opérations cartographiques complexes irréalisables dans les délais impartis.

Finalement, la procédure retenue a consisté à affecter la VMA qui s'appliquait à chaque point de mesure vitesse recueillies par les EMMAPHONE. La VMA a été déterminée en considérant chaque sens de signalisation.

La VMA a été codée selon les critères décrits dans le Tableau 1.

Codage VMA	Description
-3	impossibilité de déterminer la VMA principalement en raison de l'absence d'images Google Street View sur les routes considérées ou de la présence de travaux sur la voirie accompagnés d'une VMA temporaire.
-2	pour les ronds-points et ses alentours proches (sélection d'un cercle de rayon choisie manuellement pour englober les ronds-points et les quelques mètres qui en précèdent l'entrée et la sortie.
-1	dans les cas où les VMA ne « s'appliquent » pas (voies non ouvertes à la circulation publique) ou ont peu de sens (parking, barrière de péage...) ou stationnement (le contact de la moto étant en fonctionnement).
XXX	Dans le cas où la VMA a été déterminée. XXX représentant la VMA en vigueur exprimée en km/h : 5, 30, 45, 50, 70, 90, 110, 130.

Tableau 1- Description du codage de la VMA

Comme attendu, cette démarche s'est révélée extrêmement chronophage. De surcroît elle s'est heurtée à des difficultés dont les principales sont listées ci-dessous.

- Il est possible que les gestionnaires aient opérées à des changements de limitation de vitesse entre le moment où les prises de vue ont été effectuées et le moment où les véhicules ont circulé sur les tronçons. Certaines images de Google Street View datent de plusieurs années (certaines d'avant 2010). Inversement et de manière moins fréquente, certaines images sont très récentes et leur prise de vue potentiellement postérieure à la date d'acquisition des données vitesse.
- Certaines images montrent l'existence de travaux sur la voirie qui s'accompagnent généralement d'une limitation temporaire de la VMA. Dans ce cas, la VMA a été codée « -3 ». Ce code a également été utilisé pour les sections routières circulées par les véhicules mais pour lesquelles il n'existait pas d'images disponibles dans Street View.
- Enfin il est parfois extrêmement compliqué de savoir quelle est la VMA qui s'applique au niveau de chaque point dans certaines situations parmi lesquelles :
  - Absence (ou non détection par le codeur) de certains panneaux (panneau de fin de zone 30 ou de fin d'agglomération par exemple),
  - Nécessité d'interpréter le code de la route (quand finit précisément la prescription d'une VMA ponctuelle associée par exemple au signallement d'un virage ?).
  - Problème de cohérence du signallement des VMA notamment au niveau des intersections (prescription de limitation de vitesse non rappelée en fin d'intersection par exemple).

**L'ensemble de ces éléments conduit donc à considérer avec précaution les VMA qui ont été relevées.**

### 5.1.2. Echantillon

Compte-tenu de l'ampleur de la tâche, le relevé des VMA décrit précédemment n'a pas pu être réalisé sur l'ensemble des points de mesures disponibles. Il s'est limité aux données recueillies sur la région Rouennaise.

L'échantillon est constitué de plus de 523 000 points de mesure vitesse issues de 424 parcours : 412 provenant de motos et 11 de 4RM. Compte-tenu de la faible taille de l'échantillon 4RM, notre analyse portera uniquement sur les 412 parcours 2RM comprenant 512 286 points de mesure vitesse.

Le choix arbitraire de notre zone de sélection géographique a eu pour effet de ne retenir qu'une partie de certains parcours effectués par les volontaires. Ainsi sept parcours n'ont pas été inclus dans leur intégralité dans notre échantillon.

La Figure 12 propose une visualisation de la localisation des points retenus et la Figure 13 une représentation des VMA de 30, 50, 70, 90, 110 et 130 km/h sur une zone centrée sur Rouen.

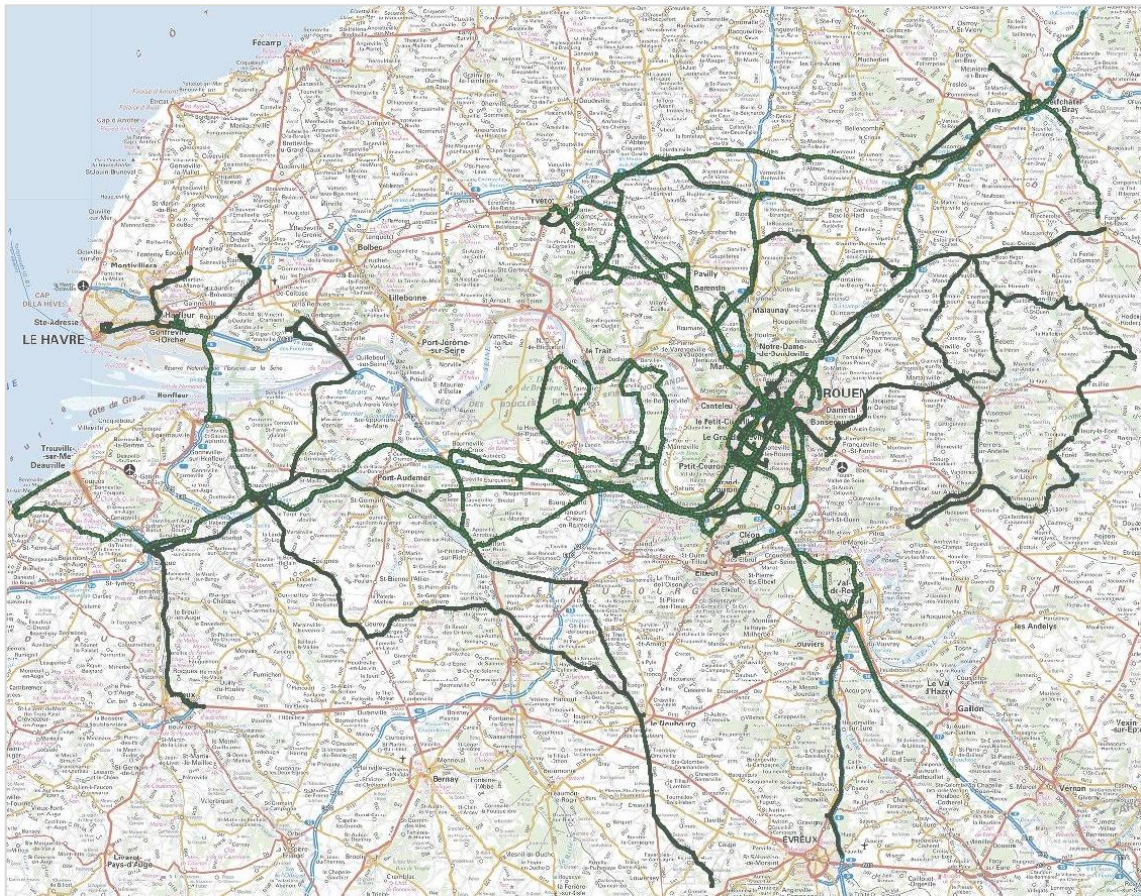


Figure 12 – Visualisation de la trace des points pour lesquels la VMA a été recherchée.

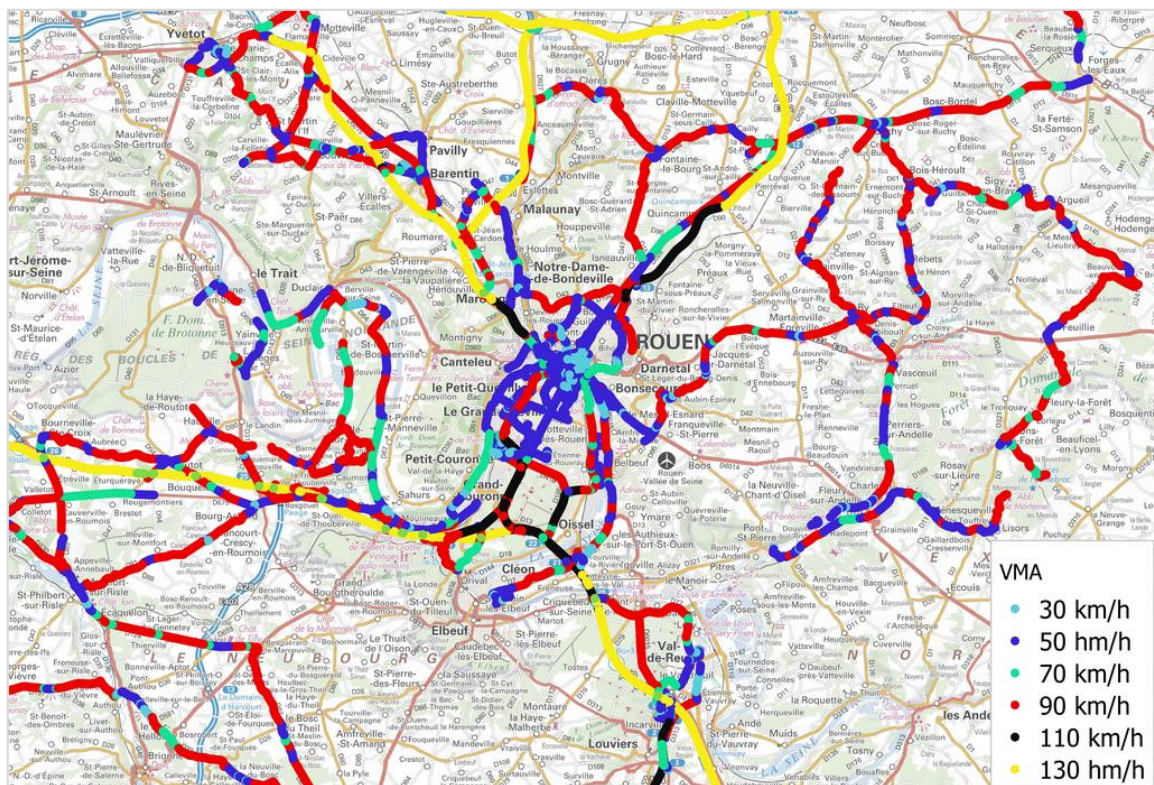


Figure 13 – Représentations des VMA associées aux points de mesure vitesse

## 5.2. Analyse globale des résultats

### 5.2.1. Répartition des VMA

La Figure 14 représente la fréquence des VMA relevées pour chaque point de mesure vitesse des 2RM c'est-à-dire la proportion de temps passé par les 2RM pour chaque régime de VMA.

Les conducteurs de 2RM ont été soumis à des limitations de vitesse classiques (de 30 à 130 km/h) pendant 81,5% de leur temps de déplacement ; la VMA la plus fréquente étant le 50 km/h. Les VMA plus exotiques (5 et 45 km/h) constituent une part infime de l'échantillon. On notera par ailleurs que la VMA a été jugée non pertinente/non applicable dans un peu plus de 14% des cas. Enfin il a été impossible de coder la VMA dans un peu plus de 1% des cas.

Par ailleurs, l'absence de VMA à 20 km/h révèle que les 2RM de la flotte n'ont jamais circulé dans des zones de rencontre.

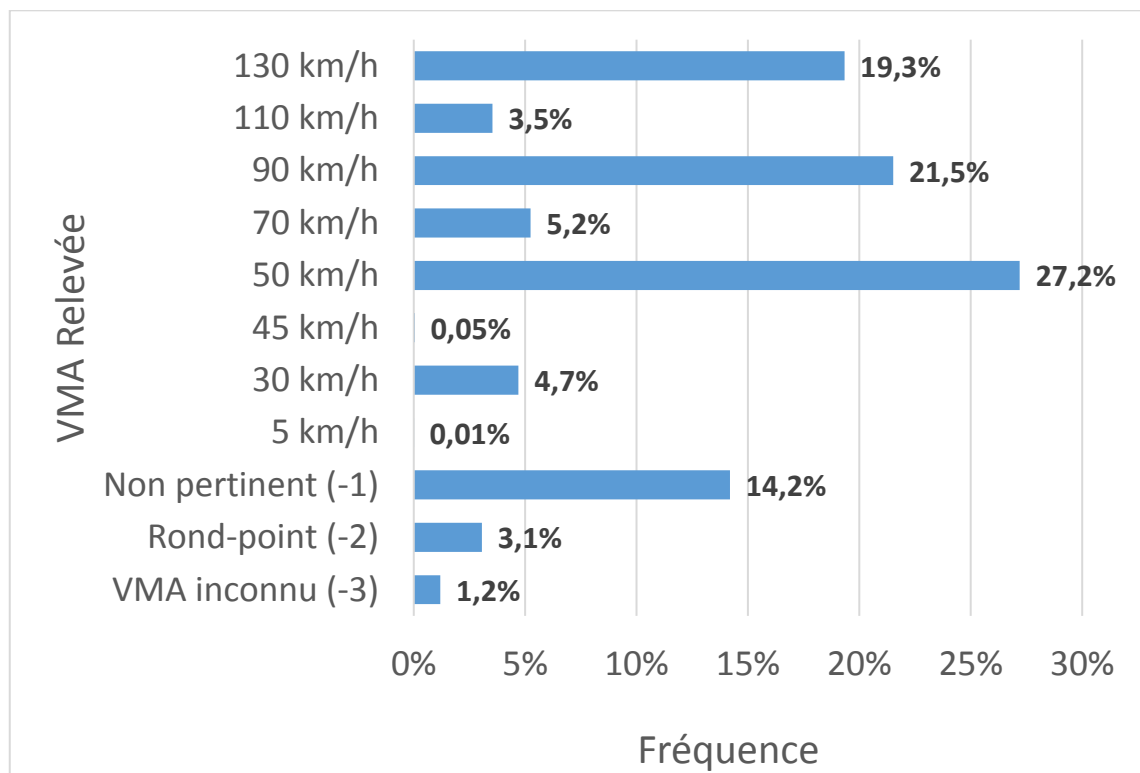


Figure 14 : Fréquence des différentes VMA relevées associées à chaque point de mesure vitesse des 2RM sur la région rouennaise.

Connaissant les vitesses pratiquées par les 2RM et les VMA associées, quelques indicateurs statistiques peuvent être calculés par catégorie de VMA : vitesse moyenne et écart-type, proportion de temps passé en excès de vitesse...

### 5.2.2. Vitesse moyenne

Les données du Tableau 2 représentées sur la Figure 15 indiquent que la vitesse moyenne sur l'ensemble des trajets est de 63 km/h. A l'exception de la très marginale VMA de 5km/h, les vitesses moyennes se situent toujours en dessous de la VMA.

Etiquette	vitesse moyenne (km/h)	écart-type (km/h)
<b>VMA inconnu (-3)</b>	47	22.7
<b>Rond-point (-2)</b>	29	13.5
<b>Non pertinent (-1)</b>	7	13.9
<b>5 km/h</b>	15	5.9
<b>30 km/h</b>	23	16.7
<b>45 km/h</b>	32	10.7
<b>50 km/h</b>	39	22.0
<b>70 km/h</b>	69	22.6
<b>90 km/h</b>	78	22.9
<b>110 km/h</b>	109	19.9
<b>130 km/h</b>	128	15.1
<b>Ensemble</b>	<b>63</b>	<b>45.3</b>

Tableau 2 : Moyenne et écart-type des vitesses pratiquées par les conducteurs de 2RM

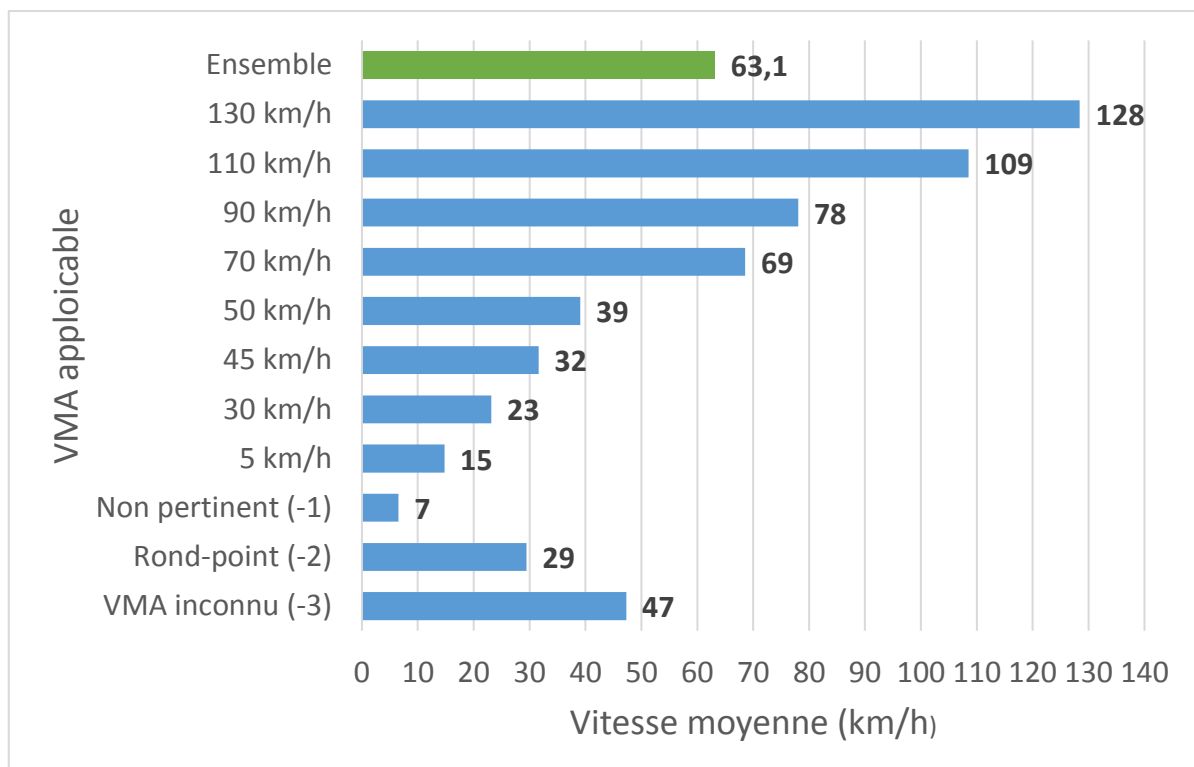


Figure 15 : Vitesse moyenne pratiquée par les conducteurs de 2RM sur la région Rouennaise par

## VMA

### 5.2.3. Excès de vitesse

Les données présentées dans le Tableau 3 et illustrées par les figures 16 et 17 permettent d'estimer que (si l'on considère l'ensemble des points de mesure y compris les VMA codées -3 ; -2 ou -1) :

- les conducteurs de 2RM de notre échantillon ont passé près de 31% de leur temps de trajet en excès de vitesse ;
- cette proportion atteint près de 48% lorsqu'elle est calculée en distance parcourue.

En se limitant aux VMA « classiques » :

- la proportion de temps passé en excès est particulièrement importante pour les VMA de 70, 110 et 130km/h avec près de 50% du temps en excès de vitesse,
- la part de distance parcourue en excès de vitesse est prégnante pour ces VMA mais également pour celles de 30 et 50 km/h,
- la VMA de 90km/h est celle qui apparaît la mieux respectée tant en termes de temps passé que de distance parcourue.

VMA	% temps passé en excès de vitesse	% distance parcourue en excès de vitesse
5 km/h	96.2%	99.4%
30 km/h	35.7%	63.1%
45 km/h	11.8%	18.6%
50 km/h	33.6%	53.3%
70 km/h	49.9%	61.6%
90 km/h	30.6%	40.3%
110 km/h	46.7%	53.0%
130 km/h	47.6%	51.6%
<b>Ensemble</b>	<b>30.9%</b>	<b>47.8%</b>

**Tableau 3 : Proportion de temps passé en excès de vitesse et estimation associée de la distance parcourue en excès de vitesse par les conducteurs de 2RM de la région rouennaise selon les VMA**

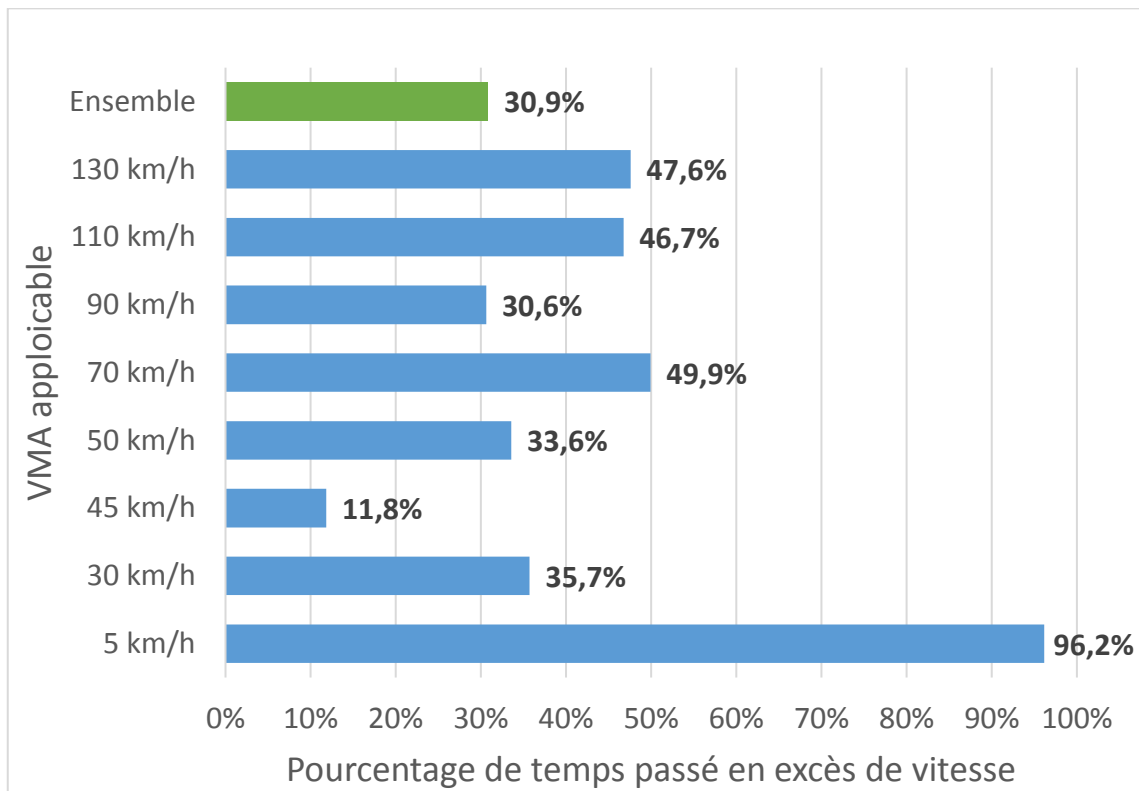


Figure 16 – Pourcentage de temps passé en excès de vitesse par les conducteurs de la région rouennaise pour chaque VMA

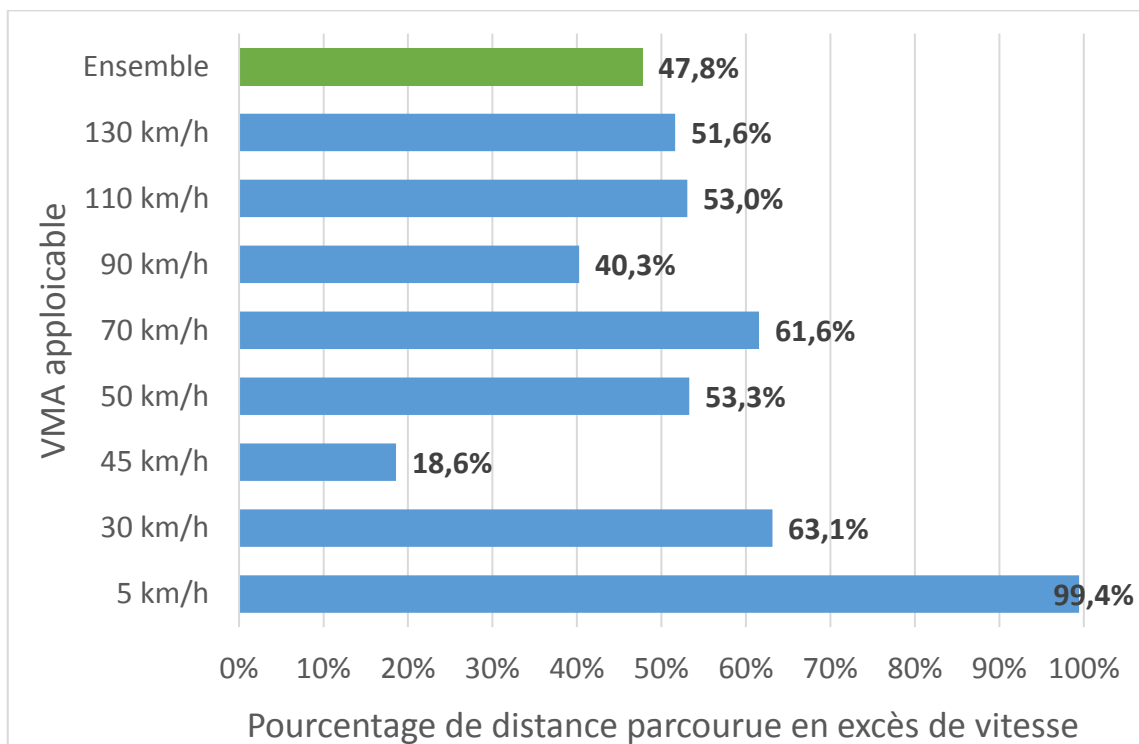


Figure 17 – Pourcentage de distance parcourue en excès de vitesse par les conducteurs de la région rouennaise pour chaque VMA



#### 5.2.4. Temps gagné par le fait de ne pas respecter la VMA.

Le gain de temps est l'une des raisons généralement invoquées par les conducteurs pour ne pas respecter les limitations de vitesse. Afin d'estimer les bénéfices du non-respect des VMA sur le budget temps, nous avons tenté d'estimer le temps gagné par notre échantillon de conducteurs de 2RM en dépassant les VMA en recourant à la procédure décrite ci-après.

Pendant une seconde de parcours, la moto parcourt une distance :

$$dréel\_1s = 1 \text{ seconde} * v_{gps}$$

Si le motard avait parcouru cette distance à la VMA qui s'applique, il aurait parcouru cette distance en un temps :

$$t_{VMA}(s) = dréel\_1s / VMA \text{ soit } t_{VMA}(s) = v_{gps} / VMA$$

Si le conducteur circule au-dessus de la VMA, on peut estimer qu'il a gagné  $v_{gps}/VMA - 1$  secondes pour parcourir la même distance. Dans le cas, où il ne dépasse pas la VMA, il ne gagne pas de temps.

La procédure revient donc à enchaîner les étapes suivantes :

- Détermination du gain de temps  $gain_i$  pour chaque point de mesure  $v_{gps}$ , selon qu'il respecte ou non la VMA :

$$\text{Si } v_{gps,i} \leq VMA \text{ alors } gain_i = 0 \text{ s}$$

$$\text{Si } v_{gps,i} > VMA \text{ alors } gain_i = \frac{v_{gps,i}}{VMA} - 1$$

- Calcul du gain de temps total en sommant sur les  $N$  points de mesures vitesse

$$Gain (s) = \sum_{i=1}^{i=N} gain_i$$

VMA	Temps passé (s) (col 1)	Temps gagné (s) (col 2)	Temps gagné / Temps passé (%) (col 2/col 1)	Part de temps gagné par VMA (col 2) / Temps passé total
<b>VMA inconnu (-3)</b>	6 062	0	0.0%	0.00%
<b>Rond-point (-2)</b>	15 664	0	0.0%	0.00%
<b>Non pertinent (-1)</b>	72 725	0	0.0%	0.00%
<b>5 km/h</b>	26	51	197.5%	0.01%
<b>30 km/h</b>	24 078	3 134	13.0%	0.61%
<b>45 km/h</b>	262	3	1.2%	0.00%
<b>50 km/h</b>	139 339	11 236	8.1%	2.19%
<b>70 km/h</b>	26 829	2 783	10.4%	0.54%
<b>90 km/h</b>	110 205	4 734	4.3%	0.92%
<b>110 km/h</b>	18 078	1 009	5.6%	0.20%
<b>130 km/h</b>	99 018	3 374	3.4%	0.66%
<b>Ensemble</b>	<b>512 286</b>	<b>26 326</b>	<b>5.1%</b>	<b>5.1%</b>

Tableau 4 - Temps gagné par les conducteurs de 2RM par le fait de conduire en excès de vitesse

Le croisement des données des tableaux 3 et 4 permet de constater qu'alors qu'il passe près de 31% de leur temps de déplacement en excès de vitesse, le gain de temps qui en résulte est de seulement 5% de leur temps de parcours.

### 5.3. Analyse par nature de réseau

Dans la section précédente (5.2), les analyses ne prenaient pas en compte la nature des réseaux circulés par les véhicules. En s'appuyant sur les algorithmes de map matching présentés précédemment (4), les points de mesure vitesse ont été rattachés aux tronçons routiers de la BD Topo. Cela a permis d'associer à chaque point vitesse les attributs (classement administratif de la voie, largeur,...) attachés au tronçon correspondant.

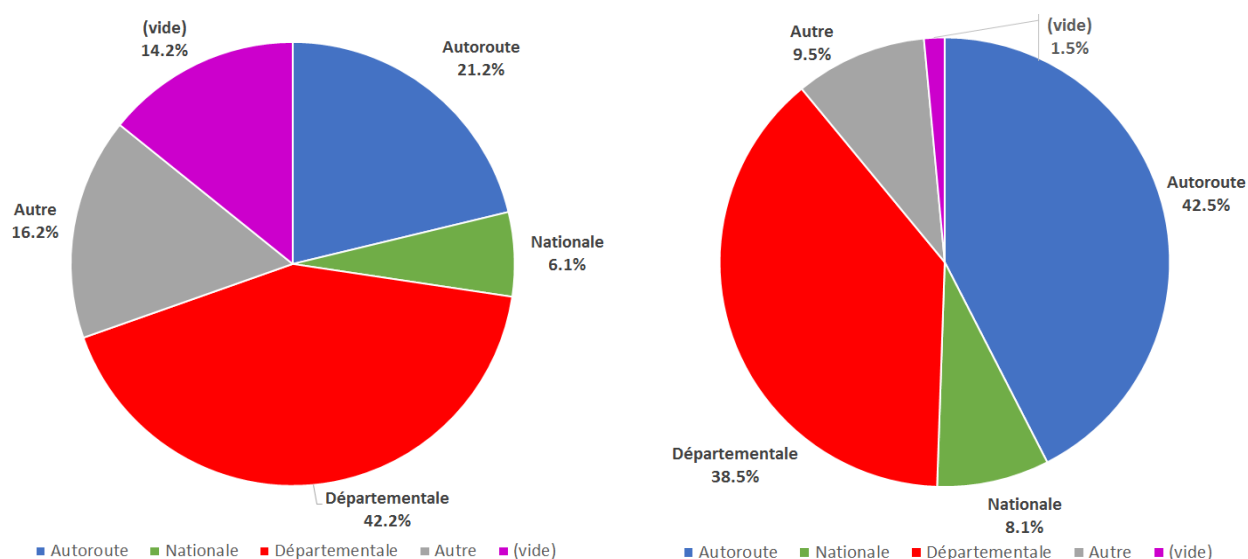
*NOTE : Lors de cette étape, il a été choisi de ne pas rattacher de tronçons routiers au point vitesse dont la VMA était codée -1. En effet une proportion importante de ces points sont localisés sur des espaces privés (non décrits dans la BD Topo) ou présentant peu d'intérêt (parking) par exemple.*

Cet enrichissement offre ainsi la possibilité de réaliser un ensemble d'exploitations selon les différents attributs disponibles. Dans cette partie, et à titre d'exemple, nous présenterons des analyses prenant en compte la connaissance de la catégorie administrative des routes.

#### 5.3.1. Temps passé et distance parcourue par catégorie administrative des voies et VMA

Dans le référentiel de la BD Topo, les routes sont classées selon 4 catégories : Autoroute, Nationale, Départemental et Autre.

Le réseau départemental est celui sur lequel les conducteurs de 2RM ont passé le plus temps (42%) mais c'est sur les autoroutes qu'ils ont parcouru le plus de kilomètres (42,5% environ 3600 km) (cf Figure 18).



**Figure 18 : Proportion de temps passé (à gauche) et distance parcourue (à droite) par catégorie de réseau**

Le croisement de VMA avec la catégorie de réseau (voir Tableau 5 et Figure 19) livre les enseignements suivants :

- Sur autoroutes, les 2RM ont très majoritairement circulé avec une VMA de 130 km/h ( $\approx 90\%$ ).
- Sur routes nationales, la VMA la plus rencontrée est le 90 km/h ( $\approx 45\%$ ) suivi du 110 km/h (30% du temps et 38% du kilométrage).
- Sur route départementale la situation est différente selon le choix du facteur d'exposition considéré. Rapporté aux kilomètres parcourus c'est majoritairement le 90km/h qui s'imposait

à eux (55% du kilométrage). Par contre, en temps passé, c'est la VMA de 50km/h qu'ils devaient principalement respecter (42% du temps).

- Pour la catégorie *Autre* (qui inclut majoritairement les voies communales en et hors agglomération), c'est la VMA de 50 km/h qui est la plus prépondérante.

Exposition	VMA	Autoroute	Nationale	Départementale	Autre
En temps passé	Autre <sup>(1)</sup>	0.4%	2.4%	5.7%	10.2%
	30	0.0%	0.2%	2.0%	23.7%
	50	0.1%	13.2%	<b>42.1%</b>	<b>52.9%</b>
	70	1.2%	11.0%	9.0%	3.1%
	90	1.2%	<b>43.1%</b>	40.8%	8.3%
	110	7.1%	30.0%	0.3%	0.3%
	130	<b>89.9%</b>	0.1%	0.0%	1.4%
	<b>Part de chaque type de réseau</b>		<b>21.2%</b>	<b>6.1%</b>	<b>42.2%</b>
En distance parcourue	Autre <sup>(1)</sup>	0.1%	1.6%	3.2%	9.8%
	30	0.0%	0.1%	1.0%	13.9%
	50	0.1%	5.6%	29.3%	<b>53.5%</b>
	70	0.8%	9.4%	10.5%	5.7%
	90	1.0%	<b>45.1%</b>	<b>55.4%</b>	12.6%
	110	6.3%	38.2%	0.7%	0.7%
	130	<b>91.7%</b>	0.1%	0.0%	3.8%
	<b>Part de chaque type de réseau</b>		<b>42.5%</b>	<b>8.1%</b>	<b>38.5%</b>

<sup>(1)</sup> Autre englobe les VMA codés -3 ; -2 ; -1 ; 5km/h et 45 km/h

Tableau 5 – Proportion de temps passé et de kilomètres parcourus selon la catégorie administrative du réseau et les VMA

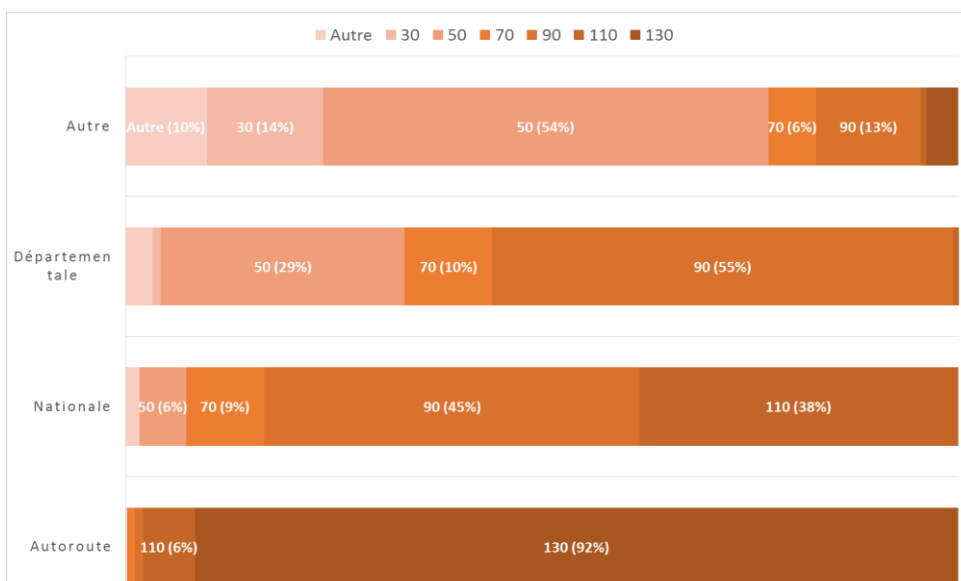


Figure 19 – Proportion de kilomètres parcourus par les 2RM selon la VMA pour les différentes catégories de réseau routier

### 5.3.2. Indicateurs statistiques

Le Tableau 6 présente un ensemble d'indicateurs statistiques permettant d'appréhender de manière macroscopique les vitesses pratiquées en fonction de la nature des réseaux routiers et des VMA. Il est accompagné d'un ensemble de courbes présentant pour chaque VMA les distributions des vitesses pratiquées selon les réseaux (voir les figures 20 à 24) ainsi que les V50 et V85.

Seules les combinaisons nature du réseau/VMA pour lesquelles le nombre de points de mesure était important ont été retenues.

Type de réseau	VMA	V <sub>moy</sub> (km/h)	V50 (km/h)	V85 (km/h)	Taux de non - respect de la VMA (%)
Autoroute	110 km/h	112.1	112	134	56
	130 km/h	128.8	129	141	42
Nationale	50 km/h	35.0	39	59	29
	70 km/h	70.8	75	92	59
	90 km/h	87.1	89	102	46
	110 km/h	105.8	106	115	30
Départementale	30 km/h	29.1	30	44	48
	50 km/h	40.0	43	60	33
	70 km/h	67.2	68	84	43
	90 km/h	78.1	78	98	29
Autres	30 km/h	21.8	22	39	29
	50 km/h	37.5	36	58	26
	70 km/h	67.1	67	87	39
	90 km/h	55.9	54	80	5

**Tableau 6 – Indicateurs statistiques concernant les vitesses pratiquées en fonction des réseaux et des VMA.**

Les résultats présentés ici permettent d'affiner certains éléments présentés précédemment. Ces exploitations :

- confirment que les vitesses moyennes sont inférieures aux VMA (à l'exception du 110 km/h sur autoroutes et du 70 km/h sur RN pour lesquels un léger dépassement existe).
- montrent que les vitesses moyennes sont significativement plus basses que la VMA
  - pour les routes *Autres* ( $V_{moy}=56\text{km/h}$ ) et les RD ( $V_{moy}=78\text{km/h}$ ) limitées à 90 km/h (soit respectivement 34 et 12 km/h de moins que la limitation de vitesse),
  - pour les sections limitées à 50 km/h sur RN ( $V_{moy}=35\text{km/h}$ ), RD ( $V_{moy}=40\text{km/h}$ ) et *Autres* à 50 km/h ( $V_{moy}=38\text{ km/h}$ )
- mets en avant des taux de dépassements particulièrement importants sur Autoroute (56%) et RN pour les VMA de 90 (46%) et 70km/h (59%) par rapport aux RD (respectivement 29% et 43%) et *Autres* route (respectivement 5% et 39%).

- suggèrent que, globalement, pour une même VMA, les vitesses pratiquées sont d'autant plus élevées que le réseau routier est important (selon la hiérarchie décroissante suivante : autoroute, RN, RD puis *Autres*) comme le suggère le décalage, vers la droite, des courbes de distribution de vitesse.
- Indiquent que pour les VMA les moins élevées une part non négligeable du temps passé par les 2RM se fait à des vitesses nulles ou très faibles. Ainsi environ 20% du temps passé par les 2RM sur les routes *Autres* limitées à 30km/h l'est à une vitesse nulle. Cette proportion s'élève à 10% pour le même type de route limitée à 50 km/h.

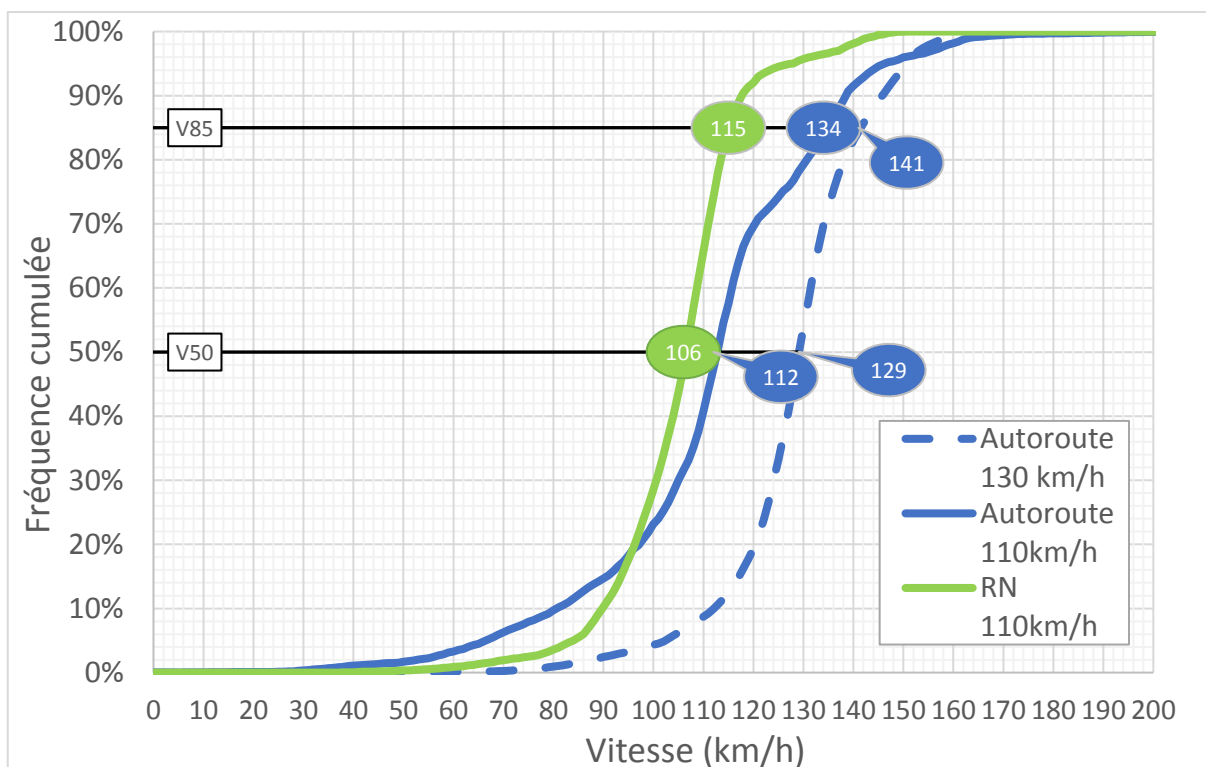


Figure 20 – Distribution des vitesses pour les VMA de 130 km/h et 110 km/h sur les autoroutes et routes nationales (RN)

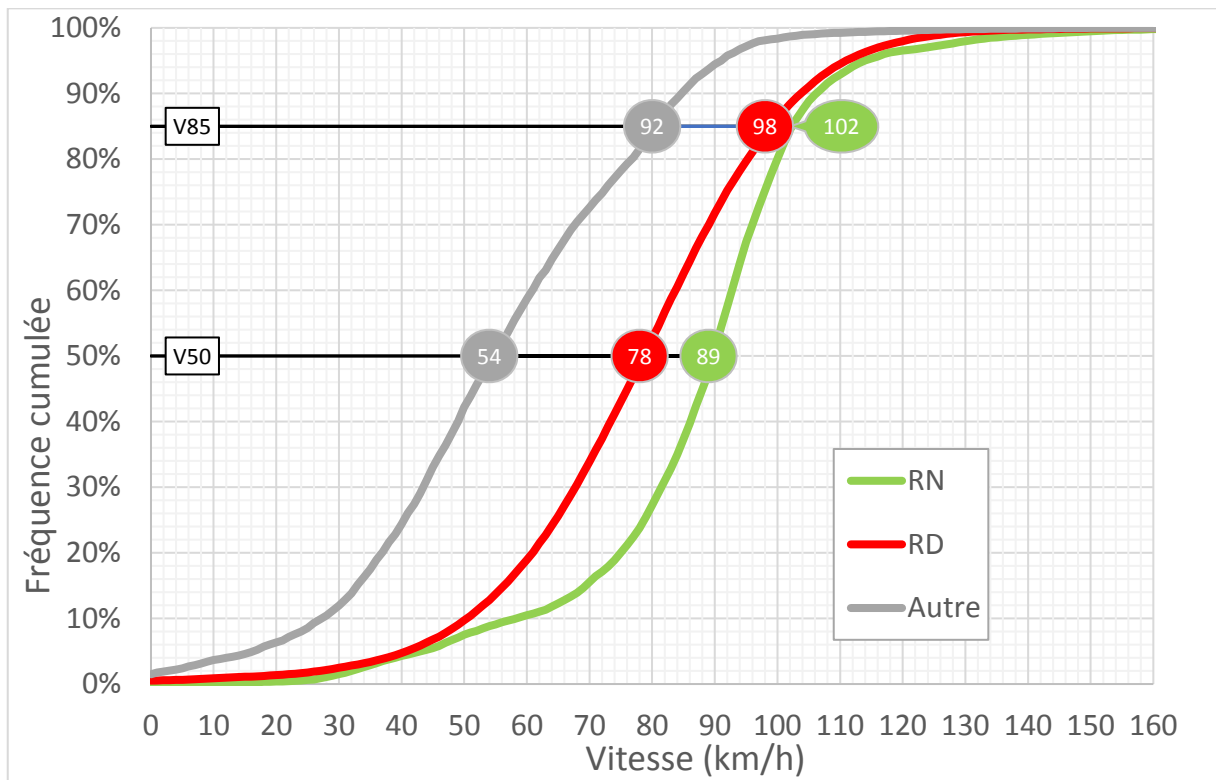


Figure 21 – Distribution des vitesses pour la VMA de 90 km/h sur les routes nationales (RN), départementales (RD) et Autres (Autre)

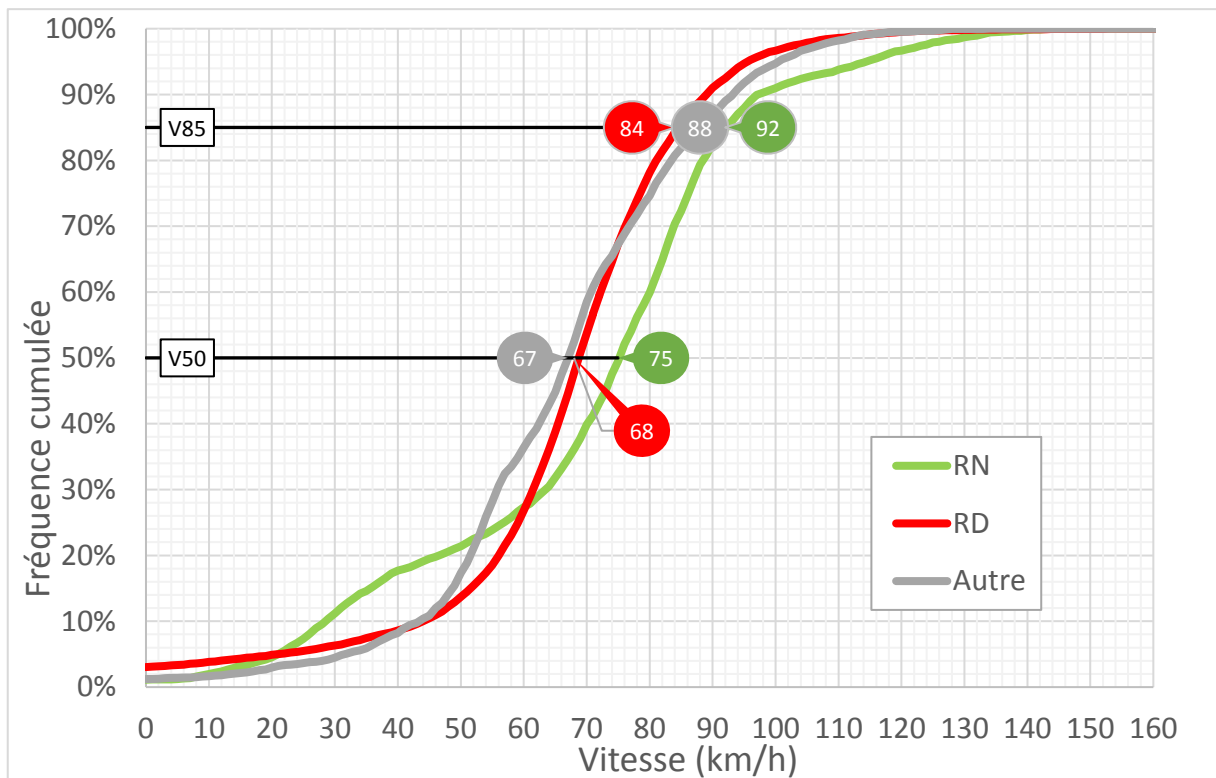


Figure 22 – Distribution des vitesses pour la VMA de 70 km/h sur les routes nationales (RN), départementales (RD) et Autres (Autre)

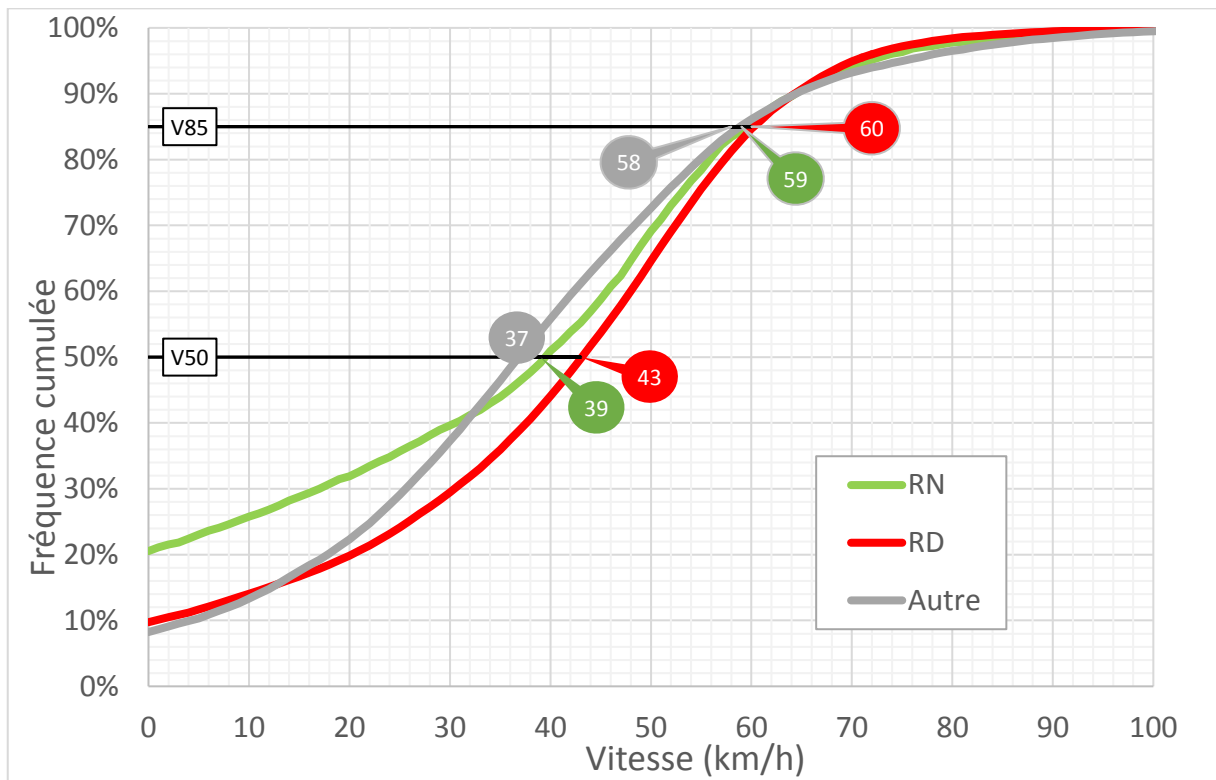


Figure 23 – Distribution des vitesses pour la VMA de 50 km/h sur les routes nationales (RN), départementales (RD) et Autres (Autre)

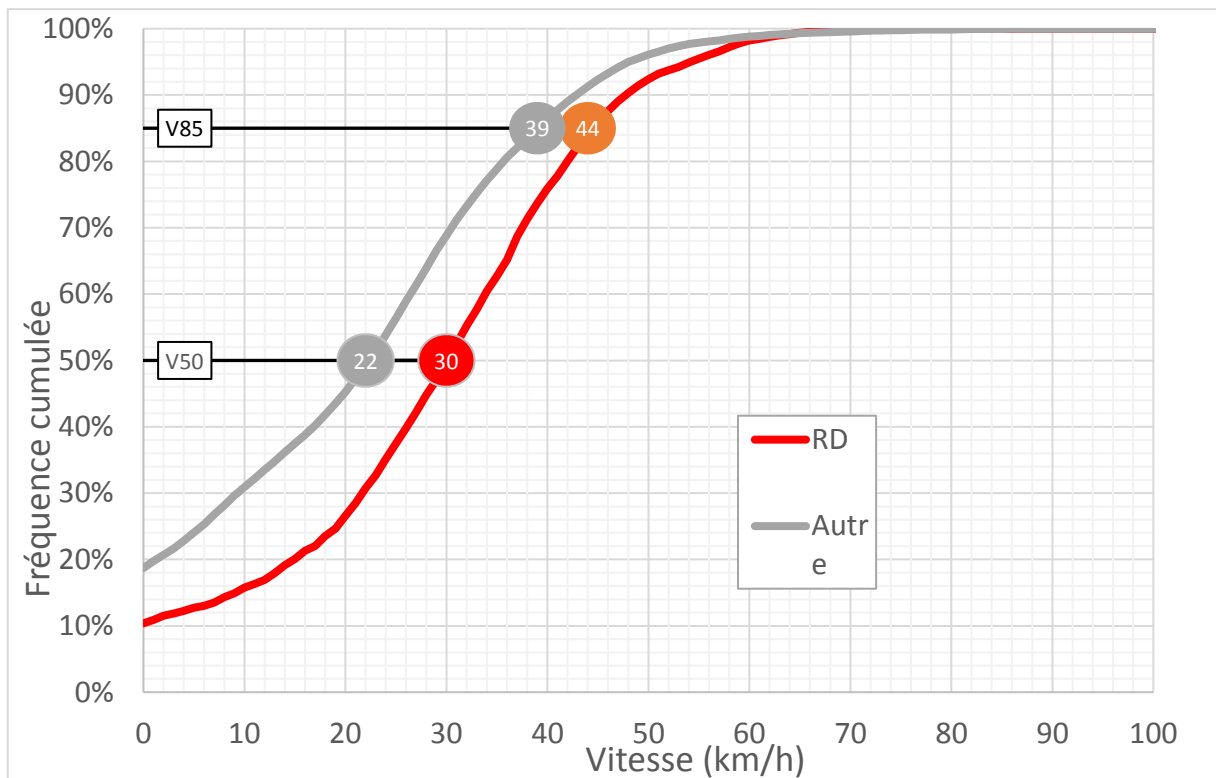


Figure 24 – Distribution des vitesses pour la VMA de 30 km/h sur les routes départementales (RD) et Autres (Autre)

## 5.4. Analyse des parcours

Dans les parties précédentes les analyses ont porté sur la globalité des points vitesse. Les données peuvent également être étudiées à partir de l'exploitation des parcours individuels. Cette démarche permet d'avoir une vision plus désagrégée sur certains des indicateurs présentés précédemment mais également d'en explorer d'autres.

Un premier examen des parcours montre que certains d'entre eux se sont déroulés quasi exclusivement en des lieux pour lesquels aucun attribut codé de la VMA ne correspondait à une limitation de vitesse réglementaire. Ces parcours ont été retirés de notre analyse. Ils étaient notamment susceptibles de correspondre à des mises en route de la moto sur un espace privé.

Ensuite nous avons fait le choix de ne conserver que les parcours qui se déroulaient dans leur intégralité sur la zone d'analyse géographique retenue.

Au final la présente exploitation porte sur 396 parcours de 2RM : 368 en semaine et 28 en weekend ; 360 de jour et 36 de nuit.

### 5.4.1. Distance parcourue :

Le kilométrage moyen des parcours est de 22 km. La moitié des parcours n'excède pas 10,5 km. On notera la part non négligeable des trajets très courts : 12% font moins de 2km et 21% d'entre eux sont compris entre 2 et 5 km.

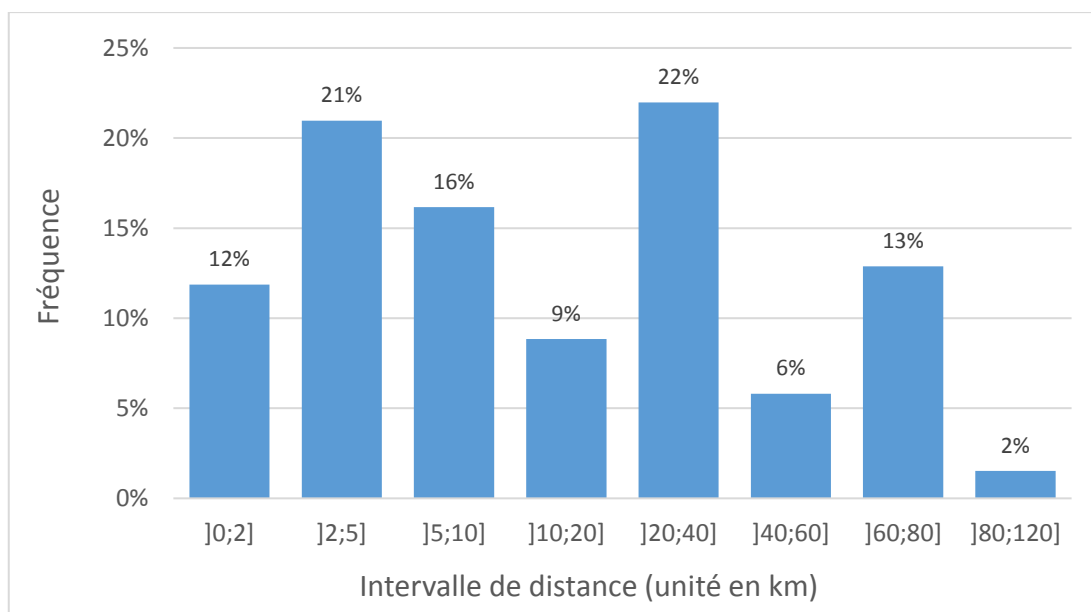


Figure 25 – Distribution de la longueur des parcours.



#### 5.4.2. Temps passé :

Les trajets ont duré 21 min en moyenne et la moitié des parcours était inférieur à 15 mn. Une part non négligeable des trajets s'avère être très court : 15% d'entre eux durent moins de 5 mn, 40%, moins de 10mn.

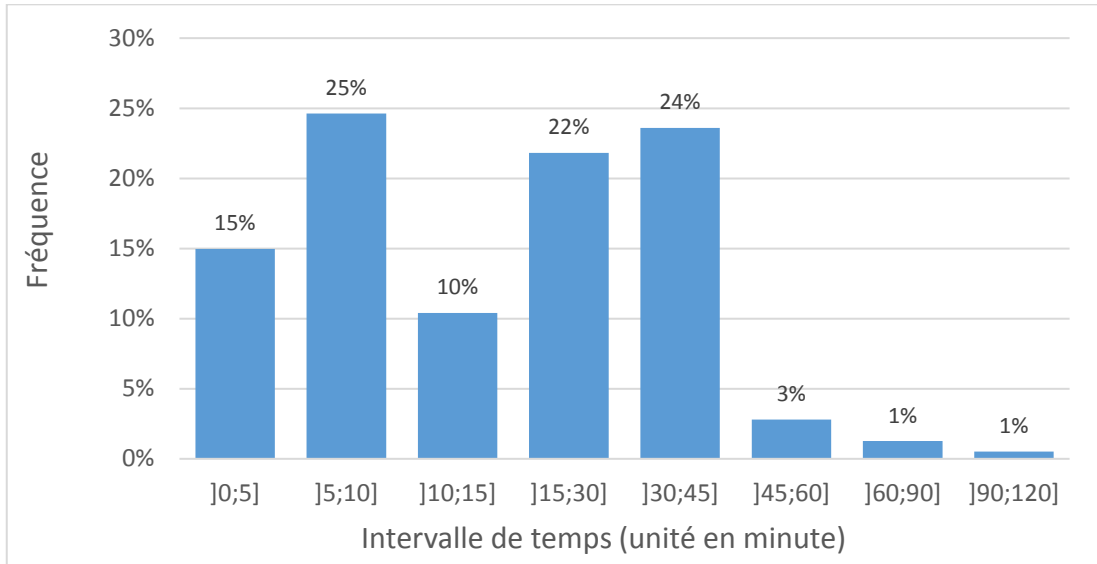


Figure 26 – Distribution des temps de parcours

#### 5.4.3. Vitesse moyenne

La moyenne des vitesses moyennes de parcours s'élève à 52 km/h. La moitié d'entre eux s'effectue à moins de 46 km/h.

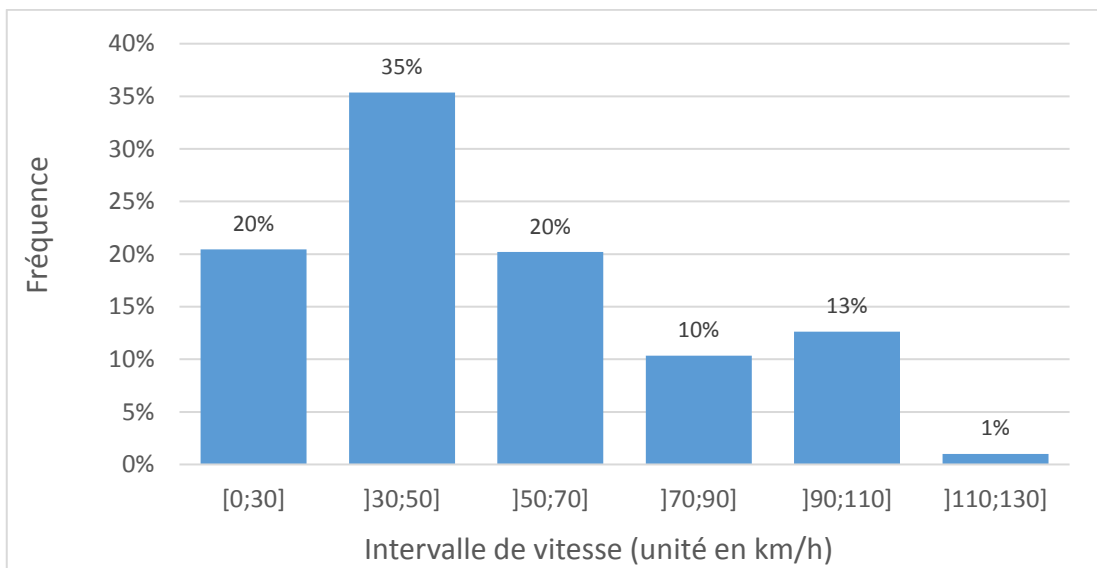


Figure 27 – Distribution des vitesses moyennes

#### 5.4.4. Excès de vitesse

En moyenne, les conducteurs de 2RM ont passé près de 29% de leur temps de trajet en excès de vitesse. 6% des parcours ont été réalisés en dépassant les VMA pendant 60% à 80% du temps de trajet. Par ailleurs on notera que 12 parcours (3%) ont été réalisés sans qu'aucun excès de vitesse n'ait été constaté.

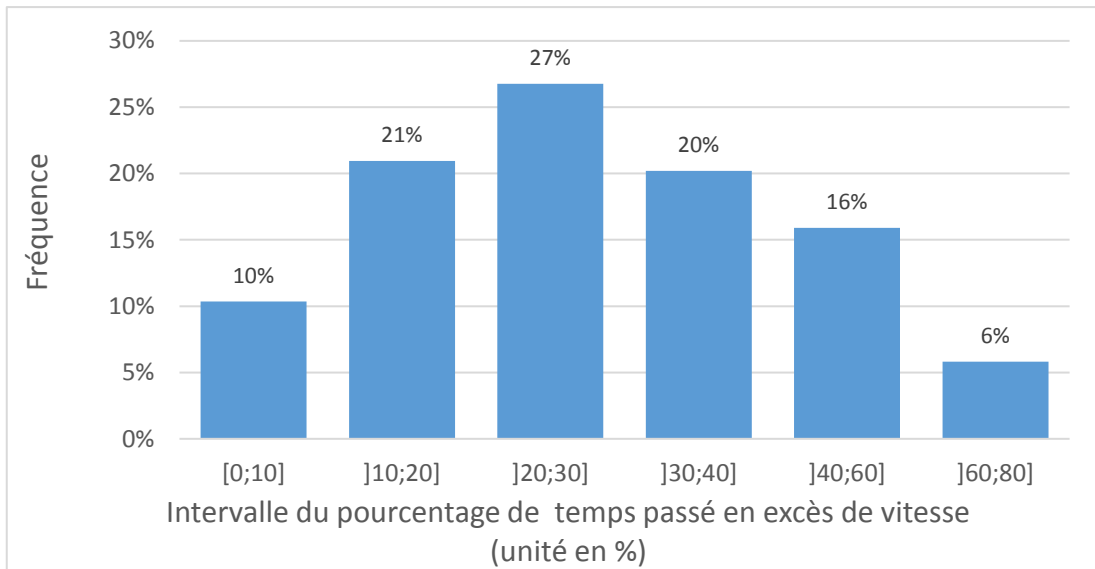


Figure 28 – Distribution de la proportion de temps passé en excès de vitesse

Il est également possible de quantifier les dépassements à partir de la moyenne des dépassements de vitesse ( $v_{gps} - VMA$  si  $v_{gps} > VMA$ ). En moyenne les dépassements de vitesse sur les parcours sont de 11 km/h. Pour 52% des parcours, les dépassements moyens sont inférieurs ou égaux à 10km/h.

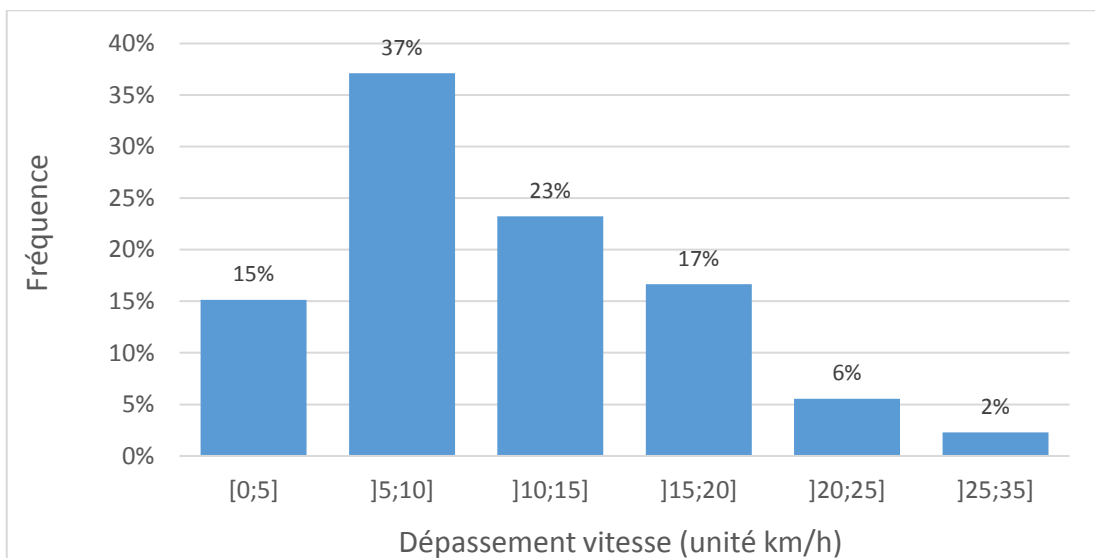


Figure 29 – Distribution de la moyenne des dépassements de vitesse sur chaque parcours.

#### 5.4.5. Temps gagné :

Le dépassement de la VMA a permis aux conducteurs de 2RM de gagné en moyenne 6,1% de leur temps de trajet. Ce gain est inférieur à 5% pour 52% des parcours.

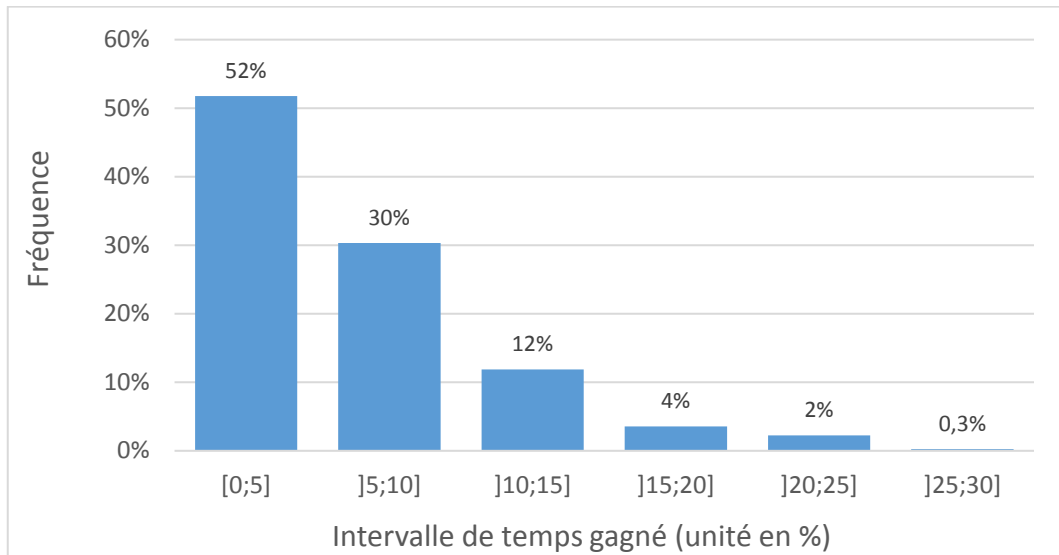


Figure 30 – Distribution de la proportion de temps trajet gagné en circulant au-dessus de la VMA

#### 5.4.6. Nombre de changement de VMA rencontrées

En parcourant chronologiquement les VMA attachés à chaque point il est possible de déterminer le nombre de changements de VMA rencontrés par les motards (ne sont considérés que les changements entre VMA réglementaires).

En moyenne, les conducteurs de 2RM ont été confrontés :

- à 27 changements de limitation de vitesse par heure de conduite,
- à 1 changement de VMA tous les 0,6 km parcourus.

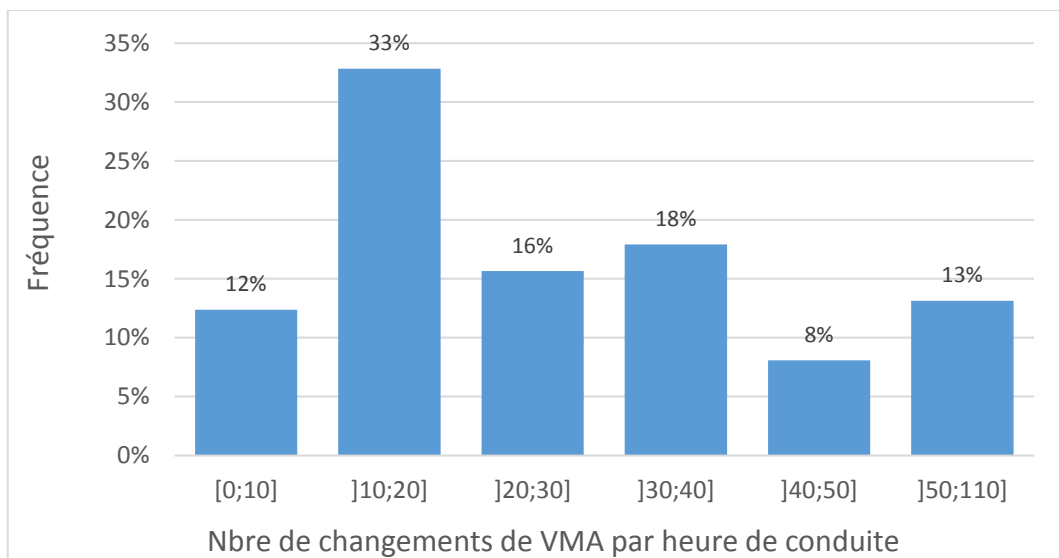


Figure 31 - Distribution du nombre de changements de VMA rencontrées par les conducteurs de 2M par heure de conduite.

## 6. Conclusions et perspectives

---

L'expérimentation DYMOA a permis de recueillir un grand nombre de relevé vitesse. A la date de fin du recueil (novembre 2017), la base de données contient 6 millions de points de mesure vitesse issus de près de 6000 parcours effectués par des conducteurs volontaires de 2RM et 4RM.

Ce rapport recense quelques travaux préliminaires basés sur les données recueillies avant l'été 2017 soit environ 2,7 millions de points de mesures (45% du volume final) avec un focus particulier sur plus de 500 000 points de mesure enregistrés sur la région rouennaise.

Les travaux réalisés nous ont permis de progresser sur la mise au point des techniques de map-matching visant à raccrocher des points GPS à des bases de données géographiques. Toutefois les techniques mises en œuvre nécessitent encore d'être perfectionnés pour augmenter le taux de raccrochement correct et diminuer le taux d'erreur tout en conservant des temps de calculs acceptables. Les développements se poursuivent sur le sujet dans l'optique de les appliquer à l'ensemble des données acquises.

Ce document présente également, à titre illustratif, quelques exemples d'exploitations de ces données réalisés à un niveau d'agrégation assez élevé. Les résultats sont à prendre avec précautions compte tenu du faible nombre de parcours traités et d'éventuels problèmes de représentativité de notre panel de conducteurs.

Le rapport a également souligné l'intérêt de disposer des VMA auxquelles étaient soumis les conducteurs de 2RM et la difficulté qu'il existait à essayer de les déterminer en l'absence de BD VMA disponible. Cette difficulté devrait toutefois rapidement pouvoir être surmontée par la mise en place prochaine d'une base de données nationale des VMA sous l'égide de la Délégation à la sécurité routière.

Dans les prochains mois nous prévoyons donc de raffiner nos procédures de mapmatching afin de pouvoir procéder à l'enrichissement cartographique (attributs de la BD Topo, VMA en provenance de la DSR, Autre base de données...) de l'ensemble des données collectées. Cela nous permettra de mettre en œuvre des analyses multifactorielles permettant de mieux appréhender la manière dont les caractéristiques de l'infrastructure influent sur le choix des vitesses adoptées par les conducteurs de 2RM et 4RM mais également de mener des études sur les profils de vitesses pratiquées sur certains itinéraires et tronçons routiers.