



Diagnostic d'infrastructures et d'Ynamique du véhicule
pour les MOtos et les Autos

Livrable 5.3

Bases de données

N° Livrable	5.3	N° sous-projet	SP5
Statut	Version finale		
Date	Janvier 2018		
Responsable du document	Gilles Duchamp Cerema Sud-Ouest		
Auteur principal	Gilles Duchamp		
Contributeur(s)			
Validation	Thierry Serre		
Enregistrement	DYMOA_Livrable5.3-vf.doc		

Résumé

Après avoir présenté les données recueillies par les boîtiers mis en œuvre dans le projet, le rapport présente rapidement les deux bases dans lesquelles elles sont stockées : la base complète EMMA/ 3, hébergée à l'IFSTTAR, et la base INCIDENTS, hébergée au Cerema.

Ensuite, un focus est porté sur la base INCIDENTS. Après un exposé des principes généraux qui ont présidé à sa confection, le contenu de ses différentes tables constitutives est détaillé : tables de bases, événements, traces GPS et vitesses, pour aboutir à la présentation générale du modèle de données et de son schéma relationnel.

Pour sa mise en œuvre et son alimentation, la base INCIDENTS a nécessité la création de format d'échanges ad hoc avec la base EMMA/ 3 : ces formats sont explicités, ainsi que les procédures de traitement associées qui permettent l'intégration des fichiers bruts dans les différentes tables de la base.

En conclusion, un bilan synthétique est proposé de l'état de la base à la date du présent rapport : près de 8000 fichiers ont été pris en compte représentant 13 millions de données enregistrées.

Au-delà des chiffres, la richesse des résultats qu'ont permis les exploitations de ces données, telle qu'elle ressort des autres livrables du projet, montre l'efficacité et la pertinence des bases mises en œuvre par le projet DYMOA et de le modèle de données qui leur est associé.

Table des matières

1. INTRODUCTION	7
2. DONNÉES COLLECTÉES PAR LES BOÎTIERS ET TYPOLOGIE DES SITUATIONS	8
2.1. DÉCLENCHEMENTS.....	8
2.1.1. Déclenchements sur dépassements de seuils : Événements / Incidents / Accidents.....	8
2.1.2. Déclenchements sur zones d'intérêt	9
2.1.3. Données enregistrées lors d'un déclenchement.....	9
2.2. LES TRACES GPS.....	10
2.2.1. Objet du recueil des traces GPS	10
2.2.2. Données enregistrées.....	10
2.3. LES SYNTHÈSES DE PARCOURS.....	11
2.3.1. Objet de la synthèse des parcours	11
2.3.2. Données recueillies pour la synthèse	11
2.4. L'OBSERVATOIRE DES VITESSES	12
3. CONTENU SYNTHÉTIQUE DES DIFFÉRENTES BASES ET DROIT D'ACCÈS.....	13
3.1. BASE EMMA/3.....	13
3.1.1. Données contenues dans la base	13
3.1.2. Sécurisation des accès à la base EMMA/3	13
3.2. BASE INCIDENTS.....	14
3.2.1. Données contenues dans la base	14
3.2.2. Sécurisation des accès à la base INCIDENTS	14
3.3. SYNTHÈSE	15
4. MODÈLE DE DONNÉES DE LA BASE INCIDENTS	16
4.1. PRINCIPES GÉNÉRAUX	16
4.1.1. Nature des données à prendre en compte – CNIL.....	16
4.1.2. Complétude.....	16
4.1.3. Évolutivité	17
4.2. TRAÇAGE DE L'INTÉGRATION DES DONNÉES	17
4.3. LES TABLES DE BASE : BOÎTIERS, VÉHICULES, CONDUCTEURS.....	18
4.3.1. Boîtiers	18
4.3.2. Véhicules	18
4.3.3. Conducteurs	18
4.4. ÉVÉNEMENTS.....	19
4.4.1. Déclenchements.....	20
4.4.2. Mesures liées à un événement.....	21

4.4.3.	<i>Règles de déclenchement</i>	23
4.4.4.	<i>Paramétrage des boîtiers</i>	25
4.5.	TRACES GPS.....	27
4.5.1.	<i>Table des traces</i>	27
4.5.2.	<i>Mesures liées à une trace</i>	27
4.6.	VITESSES.....	28
4.6.1.	<i>Profils de vitesses</i>	28
4.6.2.	<i>Mesure des vitesses</i>	29
4.7.	SCHÉMA COMPLET DU MODÈLE DE DONNÉES RELATIONNEL	29
5.	FORMATS D'ÉCHANGES INTER BASES – PRINCIPE D'ALIMENTATION DE LA BASE INCIDENTS	31
5.1.	FORMAT D'ÉCHANGE ENTRE LES BASES EMMA/3 ET INCIDENTS.....	31
5.2.	ALIMENTATION DE LA BASE INCIDENTS.....	32
6.	ÉTAT ACTUEL DE LA BASE	36
ANNEXE 1	– EXEMPLES DE FICHIERS BRUTS - EXTRAITS	37
ANNEXE 1.1	EXTRAIT D'UN FICHER CSV « DÉCLENCHEMENTS ».....	37
ANNEXE 1.2	EXTRAIT D'UN FICHER CSV « TRACES »	39
ANNEXE 1.3	EXTRAIT D'UN FICHER CSV « VITESSES ».....	40
ANNEXE 2	CALCUL DE LA LUMINOSITÉ JOUR/NUIT	41

Table des tableaux

Tableau 1 – Données des boitiers recueillies lors d'un déclenchement	9
Tableau 2 - Données du bus CAN recueillies lors d'un déclenchement	10
Tableau 3 - Données recueillies pour les traces GPS	11
Tableau 4 - Description de la table fichiers_integres	17
Tableau 5 - Description de la table boitiers	18
Tableau 6 -Description de la table vehicules	18
Tableau 7 - Description de la table conducteurs	19
Tableau 8 - Description de la table evenements	20
Tableau 9 - Description de la table declenchements	21
Tableau 10 - Description de la table mesures_eve	23
Tableau 11 - Description de la table regle_gps	23
Tableau 12 - Description de la table regle_dyn	25
Tableau 13 - Description de la table paramboit_chrono	26
Tableau 14 – Description de la table paramboit	26
Tableau 15 – Description de la table tracesgps	27
Tableau 16 - Description de la table mesures_traces	28
Tableau 17 - Description de la table vitesses	28
Tableau 18 - Description de la table mesures_vitesses	29

Table des illustrations

Figure 1 - Schéma récapitulatif des bases de données et tables de correspondance.	15
Figure 2 - Schéma relationnel de la base INCIDENTS	30
Figure 3 - Écran d'accueil du programme d'intégration des données	32
Figure 4 - Processus d'intégration des fichiers événements	33
Figure 5 - Processus d'intégration des fichiers traces	34
Figure 6 - Processus d'intégration des fichiers vitesses	35

Liste des abréviations et acronymes - Glossaire

ABS	De l'allemand « Antiblockiersystem » système anti-blocage
AFU	Aide au freinage d'urgence
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CAN	Controller Area Network : bus système qui équipe les véhicules, et normalisé avec la norme ISO 118981.
CNIL	Commission nationale de l'informatique et des libertés
CSV	Comma Separated Value : format de fichiers informatique permettant de présenter des enregistrements tabulés où les données sont séparées par un signe conventionnel (originellement virgule, mais aussi point virgule, tabulation,...)
EDR	Enregistreur de Données de la Route
ESP	Electronic Stability Program
GPS	Global Positioning System
INRETS	Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (fusionné avec le laboratoire central des Ponts et Chaussées dans l'IFSTTAR en 2011.
IFSTTAR	Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux
LMA	Laboratoire Mécanismes d'Accidents (IFSTTAR/LMA)

TS2	Département Transport Santé Sécurité (IFSTTAR/LMA/TS2)
2RM	<p>Ensemble qui comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les motocyclettes de cylindrée comprise entre 50 cm³ et 125 cm³. Il s'agit d'une motocyclette dite motocyclette légère ne répondant pas à la définition du cyclomoteur telle qu'elle est donnée à l'article R. 311-1 du code de la route et dont la puissance n'excède pas 11 KW, - les scooters de cylindrée comprise entre 50 cm³ et 125 cm³ : motocyclettes légères carénées, à cadre ouvert et à plancher plat, - les motocyclettes de cylindrée supérieure à 125 cm³ et dont la puissance est supérieure à 11 KW, - les scooters de cylindrée supérieure à 125 cm³ et dont la puissance est supérieure à 11 KW.
4RM	Véhicule motorisé comportant 4 roues.

1. Introduction

Les objectifs poursuivis par le projet DYMOA sont :

- de développer de nouvelles méthodes de diagnostic des infrastructures routières et de leur usage par des 2RM et des VL à l'aide d'EDR (Enregistreurs de Données de la Route), basée notamment sur l'analyse des incidents.
- de produire de la connaissance sur l'utilisation réelle d'un 2RM, en distinguant : les interactions avec l'infrastructure, l'utilisation des capacités dynamiques des 2RM et les comparaisons véhicule légers / 2RM.

Pour ce faire, une flotte de véhicules est équipée de dispositifs (boîtiers) permettant le recueil de données liées au mouvement (position, vitesses, accélérations, jerks, etc.) et à des données propres au véhicule (remontées du bus CAN).

Afin de capitaliser puis d'exploiter ces données, une première base de données (EMMA/3) est mise en œuvre à l'IFSTTAR, de laquelle des extractions viennent alimenter une autre base, hébergée au Cerema : la base INCIDENTS.

Le présent rapport conduira le lecteur de la description des données collectées à leur capitalisation dans la base INCIDENTS, en décrivant les deux bases et en détaillant tout particulièrement la base INCIDENTS ainsi que l'ensemble des modèles et processus mis en œuvre à cet effet.

2. Données collectées par les boîtiers et typologie des situations

La nature et la quantité des données enregistrées par les boîtiers dépendent des différentes situations à observées.

2.1. Déclenchements

2.1.1. Déclenchements sur dépassements de seuils : Événements / Incidents / Accidents

Les **déclenchements** sur dépassements de seuils sont définis comme des situations de conduite critiques, non maîtrisées ou à la limite de la maîtrise du véhicule, qui n'occasionnent pas nécessairement de choc ni dégât.

Les critères de déclenchement sont basés sur des paramètres concernant le comportement dynamique du véhicule.

Les boîtiers EMMA/3 recueillent les données à une fréquence de 100 Hz. et intègrent les 30s précédant et les 15s suivant le déclenchement.

Pour les deux-roues motorisés la définition des critères de déclenchement fait partie des travaux de DYMOA définis au titre de la tâche 3 du projet. Ces critères ont été identifiés suite aux résultats des travaux préliminaires.

En ce qui concerne les véhicules automobiles, ces critères ont été élaborés sur la base de travaux antérieurs menés par l'INRETS. Suite à l'expérience acquise dans le projet EDR (INRETS, 2004-2008), trois critères de déclenchement des incidents ont été définis. Ils portent sur la norme des accélérations longitudinale et transversale, la norme des jerks et la vitesse du véhicule. Dans l'ordre de priorité :

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

Dans le précédent projet S_VRAI, la nécessité d'une distinction entre événement et incident était apparue nécessaire en début de période de recueil.

Les **événements** sont des déclenchements avec dépassement sur une courte durée des seuils, plutôt imputables à un aménagement d'infrastructure ou à un défaut de chaussée. Ce sont, par exemple, des déclenchements sur des voies ferrées, des bandes rugueuses, des bouches d'égout, des nids de poule... Ces événements sont potentiellement intéressants pour les gestionnaires de voirie pour détecter des défauts ou ruptures de la planéité de la chaussée.

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

Enfin, un **accident** sera un déclenchement mettant en jeu de très fortes accélérations, supérieures à 2g, correspondant à un choc. Pour mémoire, un cas mineur avait été recueilli dans S_VRAI avec un petit impact correspondant à choc contre poteau à faible vitesse.

2.1.2. Déclenchements sur zones d'intérêt

Une **zone d'intérêt** est définie comme une zone présentant des caractéristiques intéressantes du point de vue de la sécurité routière notamment une zone à risque en raison d'une accumulation d'accidents, par exemple, ou une zone sur laquelle est prévu ou vient d'être réalisé un nouvel aménagement, ce qui permet éventuellement de procéder à des évaluations avant / après l'aménagement. La zone de déclenchement ne dépassera pas un rayon de 100m.

Dans ce cas de figure, la durée de l'enregistrement conservé est d'au moins 45 secondes mais peut dans certaines circonstances se trouver augmentée en fonction du temps pendant lequel le véhicule se trouve à l'intérieur de la zone d'intérêt (véhicule à l'arrêt ou fortement ralenti suite à un embouteillage dans la dite zone par exemple).

2.1.3. Données enregistrées lors d'un déclenchement

Les données enregistrées lors d'un déclenchement le sont au moins pendant 45 secondes (30s avant, 15s après, plus la durée de parcours de la zone d'intérêt ou la durée de dépassement du ou des seuils dynamiques).

Il s'agit d'une part de données issues des boîtiers :

Données boîtiers	Fréquence (Hz)
Pas de temps	100
Accélération en X, en Y et en Z (capteurs accéléromètres)	100
Vitesse angulaire en X en Y et en Z (capteurs Gyromètres)	100
Angle d'inclinaison (roulis)	100
Position GPS (capteur GPS)	1
Vitesse GPS	1
Nsat, hdop (capteur GPS)	1
cap	1
JerkX JerkY	100
vidéo	~30

Tableau 1 – Données des boîtiers recueillies lors d'un déclenchement

Il s'agit d'autre part de données issues du bus CAN du véhicule :

Données bus CAN	Fréquence (Hz)
Vitesse	25
Régime moteur	25
Gaz	25
volant	25

Essuie-glace	25
Vitesses roues	25
Frein TOR	25
ABS	25
ESP	25
AFU	25
Clignotant	25

Tableau 2 - Données du bus CAN recueillies lors d'un déclenchement

2.2. Les traces GPS

2.2.1. Objet du recueil des traces GPS

Les **traces GPS** concernent l'enregistrement de la position du véhicule au cours de son trajet à la fréquence de 1 pt/mn (comme dans le projet S_VRAI). Elles permettent de calculer des mesures d'exposition au risque et de resituer les trajets dans leur contexte en fonction de l'environnement routier. Il s'agit par exemple :

- de connaître le kilométrage parcouru par un véhicule et toute la flotte,
- de connaître les routes parcourues par la flotte et par suite le nombre de passage sur une section de route,
- de déterminer les taux d'incidents pour une section de route (nombre d'incidents divisés par le nombre de kilomètres de la section),
- de comparer de manière générale des groupes de sections de route (par exemple : les autoroutes à 2x2 voies et les autoroutes à 2x3 voies, les courbes et les sections rectiligne, ...).

2.2.2. Données enregistrées

Les données enregistrées à la fréquence d'un point par minute sont les suivantes :

Donnée boîtier	Fréquence (Hz)
Pas de temps	0.017
Accélération en X, en Y et en Z (capteurs accéléromètres)	
Vitesse angulaire en X en Y et en Z (capteurs Gyromètres)	
Position GPS (capteur GPS)	0.017
Nsat, hdop (capteur GPS)	0.017

cap	0.017
JerkX JerkY	
vidéo	

Tableau 3 - Données recueillies pour les traces GPS

2.3. Les synthèses de parcours

2.3.1. Objet de la synthèse des parcours

Les **synthèses de parcours** permettent de positionner tout incident recueilli par rapport aux comportements de conduite en considérant :

- soit tous les parcours effectués par tous les véhicules équipés,
- soit tous les parcours effectués par un même véhicule ou un même conducteur (1 véhicule = 1 conducteur) dont on étudie l'incident,
- soit un parcours complet au cours duquel un incident analysé s'est produit,
- soit les incidents survenus sur le site même où un incident analysé s'est produit, en associant tous les passages.

2.3.2. Données recueillies pour la synthèse

Les données enregistrées dans les synthèses de parcours concernent :

- des données générales sur le parcours : les heures de début et de fin de parcours, les positions GPS en début et fin de parcours, la durée du trajet, la distance parcourue, la consommation cumulée (si la donnée est fournie par le bus CAN et a été calibrée), la vitesse moyenne pendant le trajet, le régime moteur moyen, la position moyenne de l'accélérateur (si ces données sont disponibles sur le bus CAN).
- des données agrégées concernant les paramètres dynamiques de conduite : des croisements des accélérations longitudinales et transversales dans les phases de sollicitation de conduite, réparties par tranches de vitesse et stockées sous forme de matrices, les niveaux de sollicitations verticales, les angles d'inclinaison de la moto.

L'algorithme de calcul des données agrégées peut être résumé de la manière suivante :

Les périodes sont comptabilisées dans des matrices selon le niveau d'accélération longitudinale et le niveau d'accélération transversale par intervalle de 0.1 g.

Pour les 4RM, ce calcul n'est effectué que lorsque l'un des trois critères suivants est vérifié :

- en freinage lorsque les feux stop sont allumés.
- en accélération lorsque la course de la pédale des gaz dépasse 60%.
- en sollicitation transversale lorsque l'angle au volant dépasse 30°.

Pour les 2RM, l'absence de bus CAN sur les véhicules ne permet pas de mettre en place de tels critères. Le calcul se fait donc sans condition.

Le calcul est fait à chaque pas de temps de l'acquisition donc toutes les 10 ms (fréquence 100 Hz) et le compteur associé à une case de matrice est incrémenté

(pour les 4RM, si l'une des trois conditions est vérifiée). Les compteurs sont incrémentés dans les cases correspondantes d'une matrice en fonction de la vitesse du véhicule, par intervalle de 10 km/h.

2.4. L'observatoire des vitesses

La demande initiale faite à la CNIL a été complétée afin de pouvoir élaborer, sur la base des données recueillies, un observatoire des vitesses sur des itinéraires issus de flottes de véhicules instrumentés qui apparaît être un nouvel outil particulièrement prometteur.

En effet, en s'appuyant sur de nombreuses références bibliographiques, il est apparu que le fait de disposer en continu de la mesure de la vitesse avec la géo-localisation permet de lier finement la vitesse pratiquée et les caractéristiques de l'infrastructure routière et autorise ainsi de nouvelles analyses, telles que :

- la connaissance fine de la cinématique de franchissement d'aménagements routiers destinés à la sécurité routière notamment pour les démarches d'évaluation.
- la connaissance des vitesses pratiquées sur les réseaux secondaires qui sont peu ou mal connus et pour lesquels il existe un enjeu de sécurité routière du point de vue des risques.
- la connaissance des vitesses pratiquées sur les réseaux urbains notamment ceux où le déploiement de dispositifs de mesure bord de voie n'est pas envisageable.
- l'analyse des vitesses pratiquées en lien avec les caractéristiques routières (géométrie, équipement, niveau de service). Cet aspect est essentiel pour la capitalisation des connaissances et la rédaction des guides de recommandations pour les aménageurs et les gestionnaires.

Les applications énumérés ci-dessus concernent principalement la conception, l'aménagement et l'entretien de l'infrastructure routière pour lesquels de nouveaux besoins émergent tels que :

- l'adéquation des limitations de vitesses au sens des itinéraires et des réseaux.
- les nouveaux aménagements routiers pour apaiser les comportements

La CNIL a répondu favorablement à la demande, sous réserve que les données ne permettent pas un lien direct entre les vitesses observées et un boîtier, un véhicule ou un conducteur.

Les mesures effectuées de position et de vitesses associées seront donc agrégées par catégorie de jour, créneau horaire ou type de véhicule.

3. Contenu synthétique des différentes bases et droit d'accès

3.1. Base EMMA/3

3.1.1. Données contenues dans la base

La base EMMA/3 contient tout d'abord les données recueillies par les boîtiers comme décrit plus haut :

- les données de conduite issues du boîtier EMMA/3 et / ou d'un smartphone dédié installé dans le véhicule : pas de temps, accélérations, vitesses angulaires, angles d'inclinaison, position GPS, vitesse GPS, nsat, hdop, cap, jerk, vidéos des scènes à l'avant du véhicule (avec floutage des visages et plaques d'immatriculation lors des restitutions), la vitesse instantanée, le régime moteur, le kilométrage du véhicule, la position de la pédale d'accélérateur, l'ouverture du papillon des gaz, l'accélération longitudinale, l'angle de rotation du volant, la consommation d'essence, la position des essuie-glaces, les vitesses de rotation des roues, la température d'eau du moteur, le frein tout ou rien, ABS, AFU, clignotant.
- les synthèses de parcours : les heures de début et de fin de parcours, la durée du trajet, la distance parcourue, la consommation cumulée, la vitesse moyenne pendant le trajet, le régime moteur moyen, la position moyenne de l'accélérateur, et les positions GPS en début et fin de parcours ; des croisements des accélérations longitudinales et transversales dans les phases de sollicitation de conduite, réparties par tranches de vitesse et stockées sous forme de matrices, les niveaux de sollicitations verticales, les angles d'inclinaison de la moto.
- un message de résumé de l'événement : date et heure du début de l'enregistrement et code du boîtier qui a généré l'enregistrement.

A ces données s'ajoutent :

- les données relatives aux participants : nom, date de naissance, sexe, adresse, téléphone, année d'obtention du permis, kilométrage annuel parcouru pour les trois dernières années ;
- les données relatives aux véhicules : la marque du véhicule, le modèle, l'année du véhicule, la cylindrée, la présence ou pas d'un ABS, d'un ESP, de l'aide au freinage d'urgence, ou d'aide à la conduite spécifique, le kilométrage du véhicule à l'installation du boîtier ou à sa désinstallation ;

Enfin, des tables de correspondances sont également mises en place :

- le code boîtier (crypté ou haché) étant associé à un seul véhicule et à un seul conducteur volontaire, une table de correspondance (TC2) est établie afin de faire correspondre un code boîtier à un profil conducteur et un profil véhicule
- une table de correspondance directement nominative (TC1) qui comprend :
 - o le nom du volontaire.
 - o ses coordonnées : adresse, téléphone.
 - o le code boîtier (crypté ou haché).

3.1.2. Sécurisation des accès à la base EMMA/3

La base de données EMMA/3 est hébergée à l'IFSTTAR/TS2/LMA, sur un serveur dédié situé dans le bureau réservé à l'ensemble des serveurs du laboratoire (sans contrôle

d'accès). Il s'agit d'une base de données en MySQL, administrée et supervisée en interne par l'équipe DYN, au moyen d'une connexion en https. Des journaux d'activité indiqueront la date, l'heure d'accès et de déconnexion à la base, ainsi que l'identifiant de l'utilisateur et du poste de travail.

La restauration de la base en cas de panne n'est pas automatique. Une sauvegarde automatisée de la base est faite en interne tous les 2 jours, en snapshot. Des journaux d'application sont activés avec une fréquence annuelle.

L'accès à la base de données est restreint à l'intranet de l'IFSTTAR et se fait avec un login et un mot de passe (propre à chaque membre de l'équipe DYN).

L'authentification s'opère par mot de passe et éventuellement adresse IP, 8 caractères, dont au moins une lettre, un caractère numérique et un non alphanumérique.

À noter que l'accès à la table TC1 nominative n'est accessible qu'à deux catégories de membres du projet, nominativement identifiés :

- ceux en charge de la mise en œuvre du droit d'accès en cas de demande de la part des conducteurs,
- ceux en charge de la pose et de la maintenance des boîtiers sur les véhicules.

3.2. Base INCIDENTS

3.2.1. Données contenues dans la base

Le contenu détaillé et le modèle de la base INCIDENTS seront détaillés dans les chapitres suivants.

Il convient simplement de souligner ici que la base INCIDENTS est un extrait partiel de la base EMMA3. En particulier :

- aucune information personnelle des participants n'y figure : y sont uniquement présent des identifiants des conducteurs et véhicules ne permettant pas de remonter à un conducteur pour déterminer les sections empruntées par un seul conducteur ou un seul véhicule afin de les supprimer des représentations cartographiques
- les synthèses de parcours n'y sont pas présentes.

3.2.2. Sécurisation des accès à la base INCIDENTS

La base INCIDENTS (contenant une extraction de la base EMMA/3 et des données complémentaires telles que réseaux, trafic, etc.) est consultable uniquement par les agents habilités de l'IFSTTAR et par les agents habilités du CEREMA (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité l'aménagement).

La base est hébergée et administrée par le Cerema Sud-Ouest.

Plusieurs contrôles en limitent l'accès aux autres membres du projet :

- la base est uniquement accessible via le réseau interne ministère,
- un contrôle est effectué en entrée par un pare-feu qui filtre les adresses IP. L'accès par proxy est prohibé, afin de s'assurer que seule les machines des agents habilités ont accès,
- les agents habilités disposent d'un login/mot_de_passe qui leur est propre, et qui leur confère des droits limités en écriture/lecture sur tel ou tel champ ou table de la base.

3.3. Synthèse

Le schéma ci-après résume l'articulation entre les différentes bases et tables.

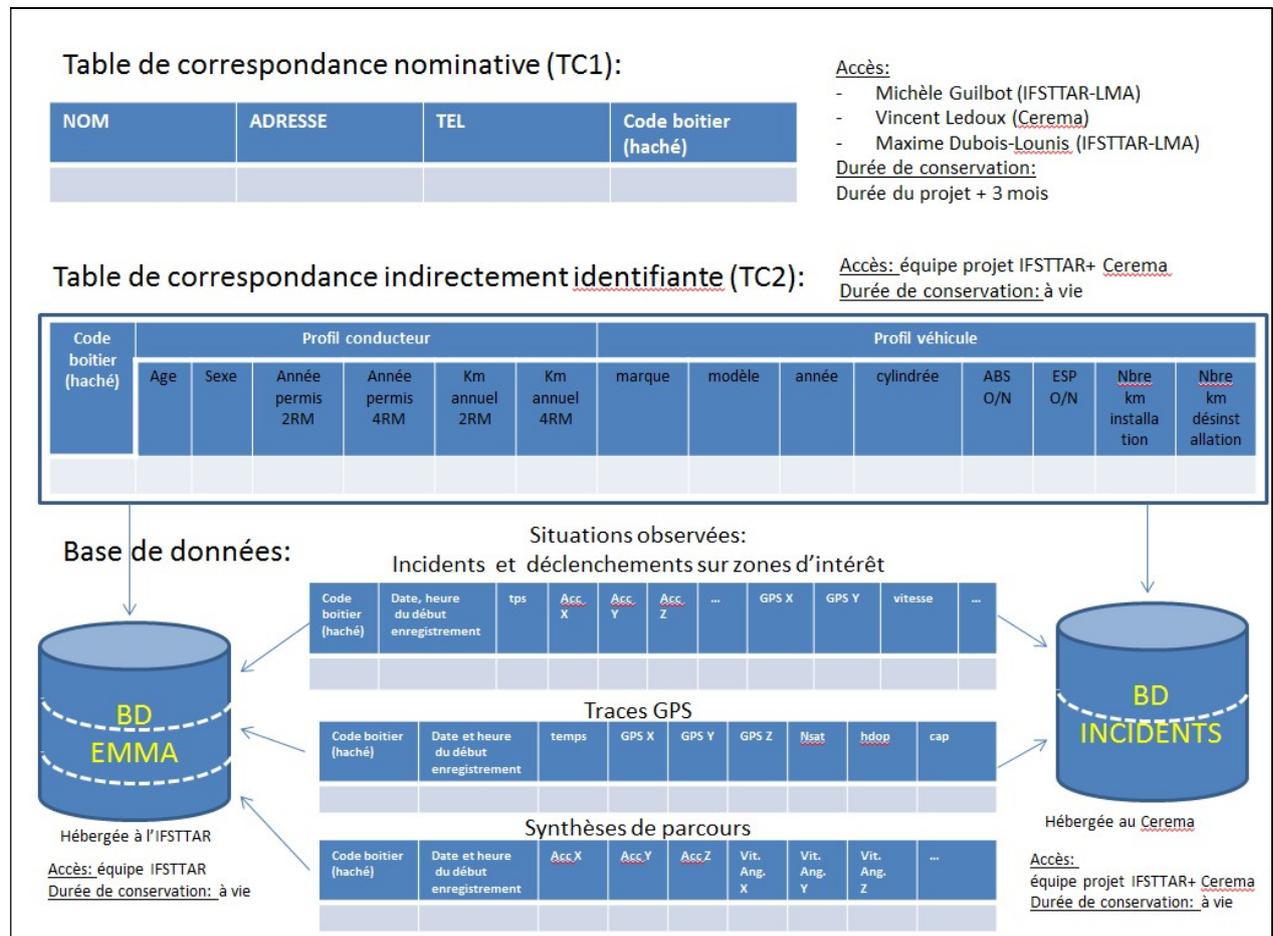


Figure 1 - Schéma récapitulatif des bases de données et tables de correspondance.

4. Modèle de données de la base INCIDENTS

Il s'agit ici, à partir des données extraites de la base de données EMMA/3, de construire une base dite base INCIDENTS. De fait, la dénomination de cette base est réductrice puisque elle est structurée autour de trois types d'informations et de données :

- les données liées aux événements issus des déclenchements des boîtiers, lesquels se produisent soit lorsque certains paramètres mesurés dépassent des seuils fixés, soit lorsque les coordonnées du boîtier se situent à l'intérieur d'une zone placée sous surveillance. (cf. 2.1)
- les données liées aux traces des véhicules, permettant l'évaluation des données d'exposition grâce à la connaissance des trajets parcourus, (cf. 2.2)
- les données liées aux vitesses des véhicules, constituant en cela un observatoire des vitesses (cf.2.4)

4.1. Principes généraux

Le modèle de données de la base INCIDENTS doit prendre en compte l'ensemble des exigences suivantes :

- être compatible avec les exigences légales, notamment celles édictées par la CNIL,
- contenir toutes les données nécessaires aux études envisagées et aux enseignements attendus de la base,
- ne pas contenir de doublons ou de données inutiles,
- préserver la possibilité d'évolutions,
- permettre des traitements rapides sur les données souvent sollicitées, et permettre aisément l'appel de données qui ont un lien entre elles.

4.1.1. Nature des données à prendre en compte – CNIL

Les données à prendre en compte dans la base INCIDENTS sont extraites de la base complète EMMA/3. Elles ont été déterminées à l'occasion d'une démarche préalable commune à l'ensemble des organismes partenaires.

Elle est retranscrite dans le dossier soumis à l'appui de la demande d'autorisation n°1852276 soumise à la CNIL, demande qui a fait l'objet d'une autorisation par délibération n°2016-04 du 11 février 2016.

S'il y a correspondance biunivoque entre les enregistrements issus des fichiers intégrés à la base INCIDENTS et les enregistrements de la base EMMA/3, la base INCIDENTS doit cependant répondre à des exigences supplémentaires relevant d'un certain nombre de principes généraux sur lesquels se fondera le modèle de données.

La base INCIDENTS peut donc être considérée comme un extrait organisé d'un certain nombre d'informations relatives aux événements enregistrés dans la base EMMA/3. Nous verrons plus loin les conditions de cette extraction.

4.1.2. Complétude

Le modèle proposé doit être complet, c'est-à-dire prendre en compte l'ensemble de l'information nécessaire disponible.

L'information se compose des données elles-mêmes, mais tire aussi toute sa richesse des relations qu'entretiennent les données entre elles.

Ces relations doivent être explicitées dans la structure de la base : lorsque de nombreux enregistrements ont des données communes, ces dernières doivent être regroupées dans une table séparée et les liens établis par l'intermédiaire de zone indexées.

4.1.3. Évolutivité

Il est possible qu'un jour il soit possible/pertinent de prendre en compte telle ou telle nouvelle donnée supplémentaire.

Il convient donc de créer un modèle de données qui permette d'intégrer facilement de nouveaux champs.

Par ailleurs, il est possible qu'au cours du temps le contenu de tel ou tel champ nécessite un nouveau codage. Il convient que ce type de changement ne soit à effectuer que sur une seule table.

Or, certains champs vont constituer les champs clés des liaisons entre tables.

Le modèle doit permettre commodément de s'assurer que toute modification d'un champ de liaison entraîne de facto la modification de toutes les liaisons associées. Les liens entre tables ne doivent donc dépendre que de clés immuables, indépendantes du contenu des champs eux-mêmes.

4.2. Traçage de l'intégration des données

Les données sont transmises depuis la base EMMA/3 vers la base INCIDENTS par courriel, sur une boîte sécurisée, sous forme de fichiers CSV au format prédéfini (cf. chapitre 5).

Pour tout fichier extrait d'EMMA/3 transmis par l'IFSTTAR et intégré par le Cerema dans la base INCIDENTS, la table *fichiers_integres* mémorise le nom du fichier et la date d'intégration des données qu'il contient. Une intégration correspond à un fichier unique.

Table <i>fichiers_integres</i>			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NFic	Index	int(11)	
type_eve	Type de fichier (Observatoire vitesse, trace GPS ou Déclenchement)	tinytext	
nom_fichier	Nom du fichier	tinytext	
nb_mesures	Nombre de mesures incluses dans le fichier	int(11)	
taille	Taille en octet du fichier	int(11)	
date_int	Date d'intégration du fichier	datetime	

Tableau 4 - Description de la table *fichiers_integres*

4.3. Les tables de base : boîtiers, véhicules, conducteurs

4.3.1. Boîtiers

Cette table permet de corréler les différents types de mesures déclenchements ou traces pour un même boîtier.

Table boîtiers			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
ldboitier	Identifiant haché du boiter de mesure en alphanumérique	varchar(8)	
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 5 - Description de la table boîtiers

4.3.2. Véhicules

Chaque véhicule dispose de ses propres caractéristiques techniques (voir détail Tableau 6).

Elles sont enrichies de données particulières :

- kilométrage du véhicule à l'installation et à la désinstallation du boîtier,
- commentaire libre.

Table vehicules			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
IdVehicule	Identifiant haché du véhicule en alphanumérique	varchar(8)	
typeVeh	Type de véhicule (2RM – 4RM)	varchar(5)	
cylindree	Cylindrée en cm3	int(4)	
marque	Marque	varchar(10)	
modele	Modèle	varchar(20)	
mise_en_circ	Date de mise en circulation	datetime	
abs	Présence ou non d'ABS	tinyint(1)	
afu	Présence ou non d'AFU	tinyint(1)	
esp	Présence ou non d'ESP	tinyint(1)	
aide specifique	Autre aide spécifique	varchar(10)	
km_installation	Kilométrage du véhicule à l'installation du boîtier	int(6)	
km_deinstallation	kilométrage du véhicule à la désinstallation du boîtier	int(6)	
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 6 -Description de la table vehicules

4.3.3. Conducteurs

Compte tenu des exigences de la CNIL, cette table ne recueille aucune information permettant d'identifier le conducteur.

Elle permet cependant très utilement de faire le lien entre les événements et/ou les traces qui concernent un seul et même conducteur (par exemple identification de comportements de conduite, d'accumulation d'incidents, de parcours habituels ou non, ...).

Table	conducteurs		
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
Idconducteur	Identifiant haché du conducteur en alphanumérique	varchar(8)	
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 7 - Description de la table *conducteurs*

4.4. Événements

Un événement correspond à un des types de fichiers pris en charge dans la base INCIDENTS. Il correspond à la survenance d'un déclenchement, voire de plusieurs déclenchements dans la mesure où ceux-ci se succèdent à moins de 15 secondes les uns des autres.

Il se caractérise donc par un déclenchement initial sur un paramètre donné, précédé de 30 secondes de mesures et suivi, ou non, à moins de quinze secondes les uns des autres, d'autres déclenchements concernant soit le même paramètre soit d'autres paramètres, pour se terminer par 15 secondes de mesures.

Compte tenu du mode d'acquisition des données, un événement a plusieurs caractéristiques intrinsèques :

- date et l'heure de survenance
- conditions de luminosité Jour/Nuit/ND en fonction du crépuscule civil (voir détail en Annexe 2).

Il est par ailleurs lié à des éléments externes :

- un boîtier enregistreur, identifié par son code haché unique,
- le véhicule concerné, identifié par son code haché unique,
- le conducteur du véhicule, identifié par son code haché unique. Il est à noter que la connaissance du code conducteur suppose d'une part qu'il dispose d'une carte magnétique, et d'autre part qu'il a volontairement souhaité l'utiliser le dispositif (cf. autorisation CNIL),
- le fichier source qui a permis sa prise en compte.

Il est enfin enrichi d'informations particulières :

- un fichier vidéo, identifié sous forme d'heure et date
- la qualification du type d'événement : événement, incident, zone.

Concernant la typologie des événements :

- le type « zone » correspond à un déclenchement sur zone d'intérêt (cf. 2.1.2).
- la distinction entre les types « événement » et « incident » est basée sur des critères particuliers permettant une appréciation qualitative. Ainsi, un événement sera lié à un déclenchement plutôt de courte durée et à un aménagement ou défaut de l'infrastructure (dos d'âne, bouche d'égout, nid de poule...) et un incident plus lié aux actions du conducteur (freinage, coup de volant...), ce qui n'empêche pas un rôle éventuel de l'infrastructure. En pratique :
 - o sont considérés comme simples « événements » les enregistrements sur déclenchements sur la règle "Norme des accélérations angulaires > 300°/s"

car les accélérations angulaires (de lacet, de roulis, de tangage) ne sont pas filtrées comme les vitesses angulaires,

- sont considérés comme « incidents » les enregistrements correspondant aux déclenchements sur la règle "Accélération longitudinale < -6 m/s² et Vitesse > 10 km/h" ou "Norme des vitesses angulaires > 80°/s, du moins pour les motos.

Table evenements			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NEve	Index	int(11)	
IdBoitier	Identifiant de l'enregistrement de la table boîtiers lié	varchar(8)	boîtiers -> Idboitier
IdVehicule	Identifiant de l'enregistrement de la table véhicules lié	varchar(8)	vehicules -> IdVehicule
IdConducteur	Identifiant de l'enregistrement de la table conducteurs lié	varchar(8)	conducteurs -> Idconducteur
IdVideo	Identifiant de la vidéo sous forme YYYYMMJJ_HHMMSS	varchar(13)	
luminosite	Conditions de luminosité Jour/Nuit/ND en fonction du crépuscule civil (voir détail en Annexe).	varchar(4)	
hdate	Heure de l'événement au format AAAA-MM-JJ HH:JJ:MM	datetime	
type	Type d'événement (Événements, Incidents, Zone)	tinytext	
NFic	Index de l'enregistrement de la table fichiers_integres lié	int(11)	fichiers_integres -> NFic
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 8 - Description de la table evenements

4.4.1. Déclenchements

Un déclenchement peut être défini comme l'occurrence, pendant un temps donné, d'un dépassement de seuils prédéfinis pour un certain nombre de paramètres mesurés par le boîtier installé dans le véhicule.

La table *declenchements* est donc la liste indexée du ou des déclenchements associés à chaque fichier événement, caractérisés par leur étendue temporelle et spatiale (début/fin origine/destination du déclenchement) et par la règle enfreinte.

Les caractéristiques intrinsèques d'un déclenchement sont :

- Le temps de début et de fin, au 1/100 de seconde
- La longitude et la latitude de début et de fin

Il est par ailleurs lié à des éléments externes :

- l'événement auquel il appartient,
- la règle dynamique et/ou gps dont le franchissement d'un des seuils des paramètres qui la constitue a conduit à son occurrence,

Table declenchements			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NDecl	Index	int(11)	
NEve	Index de l'enregistrement de la table evenements lié	int(11)	evenements -> NEve
NRegle_dyn	Index de l'enregistrement de la table regl_dyn lié	int(11)	regles_dyn -> NRegle_dyn
NRegle_gps	Index de l'enregistrement de la table regle_GPS lié	int(11)	regles_gps -> NRegle_gps
temps_Deb	Temps de début de déclenchement en seconde (précision 1/100)	float(6,2)	
temps_Fin	Temps de fin de déclenchement en seconde (précision 1/100)	float(6,2)	
lat_Deb	Latitude de début du déclenchement	float(8,6)	
lat_Fin	Latitude de fin de déclenchement	float(8,6)	
long_Deb	Longitude de début de déclenchement	float(8,6)	
long_Fin	Longitude de fin de déclenchement	float(8,6)	

Tableau 9 - Description de la table declenchements

4.4.2. Mesures liées à un événement

Nous avons vu plus haut que chaque événement fait l'objet dans la base EMMA/3 d'un enregistrement de certaines mesures fournies par le boîtier, mesures échantillonnées à la fréquence de 100Hz. Le fichier de mesure permet d'examiner tout au long de l'événement et avec précision l'évolution de différents paramètres comme le déclenchement successif éventuels de plusieurs règles.

Au-delà des paramètres mesurés, dont le détail figure dans le Tableau 10, chaque enregistrement de la table est lié à la règle dynamique et/ou à la règle GPS déclenchée.

Table mesures_eve			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NMesure	Index	int(11)	
NEve	Index événement	int(11)	evenements -> NEve
NRegle_dyn	Index règle dynamique déclenchée	int(11)	regles_dyn -> NRegle_dyn
NRegle_gps	Index règle GPS déclenchée	int(11)	regles_gps -> NRegle_gps
temps	Instant de la mesure	float(6,2)	
normAccXY	Norme des accélérations longitudinale et latérale	float(5,2)	
accX	Accélération longitudinale	float(5,2)	
accY	Accélération latérale	float(5,2)	
accZ	Accélération verticale	float(5,2)	
normJerkXY	Norme des jerks horizontal et latéral	float(5,2)	

Table mesures_eve			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
jerKX	Jerk horizontal (dérivée de l'accélération)	float(5,2)	
jerKY	Jerk latéral (dérivée de l'accélération)	float(5,2)	
gyrX	Vitesse angulaire de roulis	float(5,2)	
gyrY	Vitesse angulaire de tangage	float(5,2)	
gyrZ	vitesse angulaire de lacet	float(5,2)	
normGyr	Norme des 3 vitesses angulaires	float(5,2)	
normAccGyr	Norme des trois accélérations angulaires	float(5,2)	
latitude	Latitude du point	float(8,6)	
longitude	Longitude du point	float(8,6)	
vit_GPS	vitesse GPS	float(5,2)	
vit_GPS_cor	vitesse GPS moyennée	float(5,2)	
cap	Orientation du déplacement	float(5,2)	
nsat	Nombre de satellites	int(2)	
hdop	Indicateur de positionnement horizontal des satellites	float(5,2)	
vit_lg_can	vitesse longitudinale fournie par le bus CAN	float(5,2)	
regime_can	régime moteur fournie par le bus CAN	float(7,2)	
volant_can	angle du volant fournie par le bus CAN	float(5,2)	
gaz_can	ouverture des gaz fournie par le bus CAN	float(5,2)	
vit_moy_av_can	vitesse moyenne des roues avant fournie par le bus CAN	float(5,2)	
vit_ravg_can	vitesse de la roue avant gauche fournie par le bus CAN	float(5,2)	
vit_ravd_can	vitesse de la roue avant droite fournie par le bus CAN	float(5,2)	
vit_rarg_can	vitesse de la roue arrière gauche fournie par le bus CAN	float(5,2)	
vit_rard_can	vitesse de la roue arrière droite fournie par le bus CAN	float(5,2)	
frein_TOR_can	Tout-ou-rien de la pédale de frein fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
abs_tor_can	Tout-ou-rien du déclenchement de l'ABS fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
esp_tor_can	Tout-ou-rien du déclenchement de l'ESP fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
afu_tor_can	Tout-ou-rien du déclenchement de l'AFU fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
essuie_glace_TOR_can	Tout-ou-rien des essuie-glace fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
clignotantG_tor_can	Tout-ou-rien du clignotant droite fourni par le bus CAN	tinyint(1)	
clignotantD_tor_can	Tout-ou-rien du clignotant gauche fourni par le bus CAN	tinyint(1)	

Tableau 10 - Description de la table *mesures_eve*

4.4.3. Règles de déclenchement

Les seuils de déclenchement sont définis par des règles implantées dans les boîtiers.

Ainsi :

- il existe une liste de règles, évolutive, portant sur des paramètres géographiques (geo-fencing), et une autre sur les paramètres physiques ou issus du bus CAN du véhicule.
- un boîtier applique une combinaison booléenne de règles,
- les règles sont associées à un boîtier pendant une période donnée, car il peut y avoir sur tout ou partie du parc de boîtiers un réajustement des paramètres physiques, comme la redéfinition des zones de « geo-fencing ».

La table ***regles_gps***, consignait la liste des règles de déclenchement sur zone d'intérêt, définit chaque règle par un enregistrement comprenant :

- un résumé, champ technique permettant un accès rapide sans avoir à formuler une requête complexe sur l'ensemble des paramètres concerné par la règle,
- une définition de la zone, carré défini à partir du cercle inscrit caractérisé par son centre (coordonnées latitude et longitude) et son rayon,
- un descriptif sommaire,
- un commentaire libre.

Table <i>regles_gps</i>			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NRegle_gps	Index	int(11)	
RCourte	Résumé de la règle	text	
Rtype	Descriptif sommaire de la zone GPS (Carrefour, virage, route, point singulier, ...)	tinytext	
Rlat_centre	Latitude du centre du cercle inscrit dans le carré de la zone de déclenchement	float(8,6)	
Rlong_centre	Longitude du centre du cercle inscrit dans le carré de la zone de déclenchement	float(8,6)	
Rrayon	Rayon du cercle inscrit dans le carré de la zone de déclenchement	float(4,1)	
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 11 - Description de la table ***regle_gps***

La table ***regles_dyn*** enregistre quant à elle l'ensemble des règles dynamiques. Une règle dynamique est constituée d'une combinaison de contraintes portant sur un ou plusieurs des champs mesurés « *param* » de la table *mesure_eve*. Cette combinaison est retranscrite sous forme texte dans le ou les champs « *Rparam* » de chacun des paramètres « *param* » concernés.

Par exemple, la règle : « normAccXY>=6 et normJerkXY>20 » (voir dans le Tableau 10 la signification de ces paramètres) sera codifiée dans un enregistrement de la table *regle_dyn*

où tous les champs seront vides à l'exception de «RnormAccXY » dont la valeur sera " >=6" et de « RnormJerkXY » dont la valeur sera " >20".

Trois champs supplémentaires figurent dans la table *regles_dyn* :

- un résumé, champ technique permettant un accès rapide sans avoir à formuler une requête complexe sur l'ensemble des paramètres concerné par la règle,
- un champ alphanumérique qui indique quel est le type de la règle, selon qu'il s'agit d'un événement ou d'un incident (cf. 4.3) et si elle est plutôt ciblée 2RM ou 4RM,
- un champ libre pour commentaires.

Table regles_dyn			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NRegle_dyn	Index	int(11)	
RCourte	Résumé de la règle	tinytext	
Rtype	Type de règle (Evénement ou Incident_4RM ou 2RM)	tinytext	
RnormAccXY	Pour chacun des paramètres, texte explicitant le seuil introduit par la règle	tinytext	
RaccX		tinytext	
RaccY		tinytext	
RaccZ		tinytext	
RnormJerkXY		tinytext	
RjerkX		tinytext	
RjerkY		tinytext	
RgyrX		tinytext	
RgyrY		tinytext	
RgyrZ		tinytext	
RnormGyr		tinytext	
RnormAccGyr		tinytext	
Rlatitude		tinytext	
Rlongitude		tinytext	
Rvit_GPS		tinytext	
Rvit_GPS_cor		tinytext	
Rcap		tinytext	
Rnsat		tinytext	
Rhdop		tinytext	
Rvit_lg_can		tinytext	
Rregime_can	tinytext		
Rvolant_can	tinytext		
Rgaz_can	tinytext		
Rvit_moy_av_can	tinytext		
Rvit_ravg_can	tinytext		
Rvit_ravd_can	tinytext		
Rvit_rarg_can	tinytext		
Rvit_rard_can	tinytext		
Rfrein_TOR_can	tinytext		
Rabs_tor_can	tinytext		
Resp_tor_can	tinytext		

Table regles_dyn			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
Rafu_tor_can		tinytext	
Ressuie_glance_TOR_can		tinytext	
RclignotantG_tor_can		tinytext	
RclignotantD_tor_can		tinytext	
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 12 - Description de la table *regle_dyn*

4.4.4. Paramétrage des boîtiers

Il est absolument nécessaire de connaître à un moment donné quelles règles sont associées à quel boîtier. Ceci exige d'être en capacité de reconstituer *a posteriori* les règles applicables ou non à un moment donné.

En effet, il convient par exemple de distinguer si un non déclenchement provient du fait que les limites dynamiques ont été respectées ou bien que la règle correspondante n'était tout simplement pas paramétrée dans les boîtiers passant à tel endroit à telle date. De plus, notamment pour le déclenchement GPS, il est possible qu'une règle donnée soit applicable à différentes périodes disjointes.

Ainsi une association boîtier-règle est datée (début et fin), et rien n'interdit qu'une telle association puisse se reproduire dans le temps à plusieurs reprises.

Par ailleurs, rien ne garantit que la chronologie d'intégration des fichiers dans la base soit identique à celle de l'implantation des règles dans les boîtiers.

Pour ce faire, l'enregistrement du paramétrage des boîtiers s'opère en deux temps.

Au fur et à mesure de l'intégration des fichiers, **une première table chronologique *paramboit_chrono*** enregistre, à la date de mise à jour du boîtier figurant dans le fichier, les règles mentionnées à cette date de mise à jour.

Chaque enregistrement de cette table est lié avec :

- le boîtier concerné
- la règle dynamique ou la règle GPS apparaissant,
- le fichier source intégré.

Table paramboit_chrono			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NChrono	Index	int(11)	
IdBoitier	Identifiant haché du boîtier de mesure en alphanumérique	varchar(8)	boîtiers -> Idboitier
NRegle_dyn	Index de l'enregistrement de la table regles_dyn lié	int(11)	regles_dyn -> NRegle_dyn
NRegle_gps	Index de l'enregistrement de la table regle_gps lié	int(11)	regles_gps -> NRegle_gps
dateMaj	date de mise à jour du boîtier	date	
NFic	Index de l'enregistrement de la table fichiers_integres lié	int(11)	fichiers_integres -> NFic

Tableau 13 - Description de la table *paramboit_chrono*

Après intégration d'un fichier, une autre table *paramboit* retraçant l'historique de l'application des règles dans un boîtier donnée est reconstituée.

Pour chaque boîtier avec ses règles GPS et règles dynamiques à ce stade, les dates de début d'application et de fin d'application sont recalculées sur l'ensemble des enregistrements pris en compte jusque là (reconstitution chaque fois de l'ensemble de l'historique).

Table paramboit			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NAppliRegl	Index	int(11)	
IdBoitier	Identifiant haché du boîtier de mesure en alphanumérique	varchar(8)	boîtiers -> Idboitier
NRegle_dyn	Index de l'enregistrement de la table regles_dyn lié	int(11)	regles_dyn -> NRegle_dyn
NRegle_gps	Index de l'enregistrement de la table regle_gps lié	int(11)	regles_gps -> NRegle_gps
dateDeb	Date de début d'activation de la règle dans le boîtier	date	
dateFin	Date de fin d'activation de la règle dans le boîtier	date	

Tableau 14 – Description de la table *paramboit*

4.5. Traces GPS

4.5.1. Table des traces

Une trace est définie comme l'ensemble des points générés par un véhicule au cours de son trajet.

Elle se caractérise par la date du recueil, et peut être assortie d'un commentaire libre.

Elle est liée aux éléments externes suivants :

- un boîtier enregistreur, identifié par son code haché unique,
- le véhicule concerné, identifié par son code haché unique,
- le conducteur du véhicule, identifié par son code haché unique. Il est à noter que la connaissance du code conducteur suppose d'une part qu'il dispose d'une carte magnétique, et d'autre part qu'il a volontairement souhaité l'utiliser le dispositif (cf. autorisation CNIL).
- le fichier source qui a permis sa prise en compte.

Table tracesgps			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NTrace	Index	int(11)	
IdBoitier	Identifiant de l'enregistrement de la table boîtiers lié	varchar(8)	boîtiers -> Idboitier
IdVehicule	Identifiant de l'enregistrement de la table véhicules lié	varchar(8)	vehicules -> IdVehicule
IdConducteur	Identifiant de l'enregistrement de la table conducteurs lié	varchar(8)	conducteurs -> Idconducteur
hdate	Date du début de la trace	datetime	
NFic	Index de l'enregistrement de la table fichiers_integres lié	int(11)	fichiers_integres -> NFic
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 15 – Description de la table tracesgps

4.5.2. Mesures liées à une trace

Dans le projet, les traces sont décrites par une séquence de points orientés générés toutes les minutes par les véhicules équipés.

Les données intrinsèques de ces mesures sont :

- les données de position (latitude, longitude et altitude),
- l'orientation du déplacement ou cap,
- des indicateurs de qualité de réception du signal satellite (nombre de satellite et positionnement horizontal).

Chaque mesure est liée à une trace donnée.

Table mesures_traces

Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NDetail_trace	Index	int(11)	
NTrace	Index de l'enregistrement de la table tracesgps lié	int(11)	tracesgps -> NTrace
latitude	Latitude du point de trace	float(8,6)	
longitude	Longitude du point de trace	float(8,6)	
altitude	Altitude du point de trace	float(6,2)	
nsat	Nombre de satellites	int(2)	
hdop	Indicateur de positionnement horizontal des satellites	float(5,2)	
cap	Orientation du déplacement	float(5,2)	

Tableau 16 - Description de la table *mesures_traces*

4.6. Vitesses

4.6.1. Profils de vitesses

La CNIL a autorisé la mise à disposition de données de vitesses, à condition qu'elles soient limitées aux données nécessaires et suffisantes pour l'observatoire, et ne soient par conséquent liées ni à un conducteur, ni à un véhicule ni à un boîtier pouvant être identifiés.

Les données sont donc agrégées par :

- type de jour : semaine ou week-end
- plage horaire
- luminosité
- catégorie de véhicule

Chaque fichier transmis correspond donc à un profil décrit par les paramètres précédents.

Table vitesses			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NVitesse	Index	int(11)	
periode	Caractéristique de la période : semaine ou WE	text	
plageHoraire	Plage horaire	text	
luminosite	Conditions de luminosité Jour/Nuit/ND en fonction du crépuscule civil (voir détail en Annexe).	text	
categorieVehicule	Catégorie de véhicule (2RM – 4RM)	text	
NFic	Index de l'enregistrement de la table fichiers_integres lié	int(11)	fichiers_integres -> NFic
commentaire	Commentaire libre	tinytext	

Tableau 17 - Description de la table *vitesses*

4.6.2. Mesure des vitesses

A chacun des profils précédents correspond un ensemble de mesures, à la fréquence de 1HZ.

Les données intrinsèques de chaque mesure comprennent :

- la position du véhicule : latitude, longitude, altitude.
- les vitesses du véhicule : vitesse GPS, vitesse GPS corrigée, vitesse bus CAN

Chaque enregistrement de la table est lié au profil vitesse correspondant.

Table mesures_vitesses			
Champ	Description	Type	Liens depuis autre table (depuis table -> champ)
NDetailVitesse	Index	int(11)	
NVitesse	Index de l'enregistrement de la table vitesses lié	int(11)	vitesses -> NVitesse
latitude	Latitude	float(8,6)	
longitude	Longitude	float(8,6)	
altitude	Altitude	float(6,2)	
vit_GPS	Vitesse GPS	float(5,2)	
vit_GPS_cor	Vitesse GPS corrigée	float(5,2)	
vit_lg_can	Vitesse bus CAN	float(5,2)	

Tableau 18 - Description de la table *mesures_vitesses*

4.7. Schéma complet du modèle de données relationnel

Ainsi qu'il transparaît dans le chapitre précédent, de nombreuses tables sont liées entre elles par un ou plusieurs champs (voir dans les différents tableaux de description la colonne « Liens depuis autre table »).

Le modèle de données retenu est représenté ci-après Figure 2.

Ce schéma reste évolutif : s'il devient possible d'enrichir les données véhicules/conducteurs/boîtiers, il sera possible de créer des tables liées à la table incidents grâce aux identifiants correspondants.

Ce modèle devrait permettre de multiples requêtes, que ce soit sur les dates de déclenchement, les déclenchements propres à tel ou tel identifiant-conducteur ou à tel ou tel identifiant-véhicule, permettant éventuellement de dégager des corrélations.

Il permettra aussi de générer des requêtes dynamiques sur la base de la table des règles : si cela ne permettra pas d'identifier de nouveaux événements, en revanche cela ouvre la possibilité de purger des événements pour un jeu de règles moins restrictives.

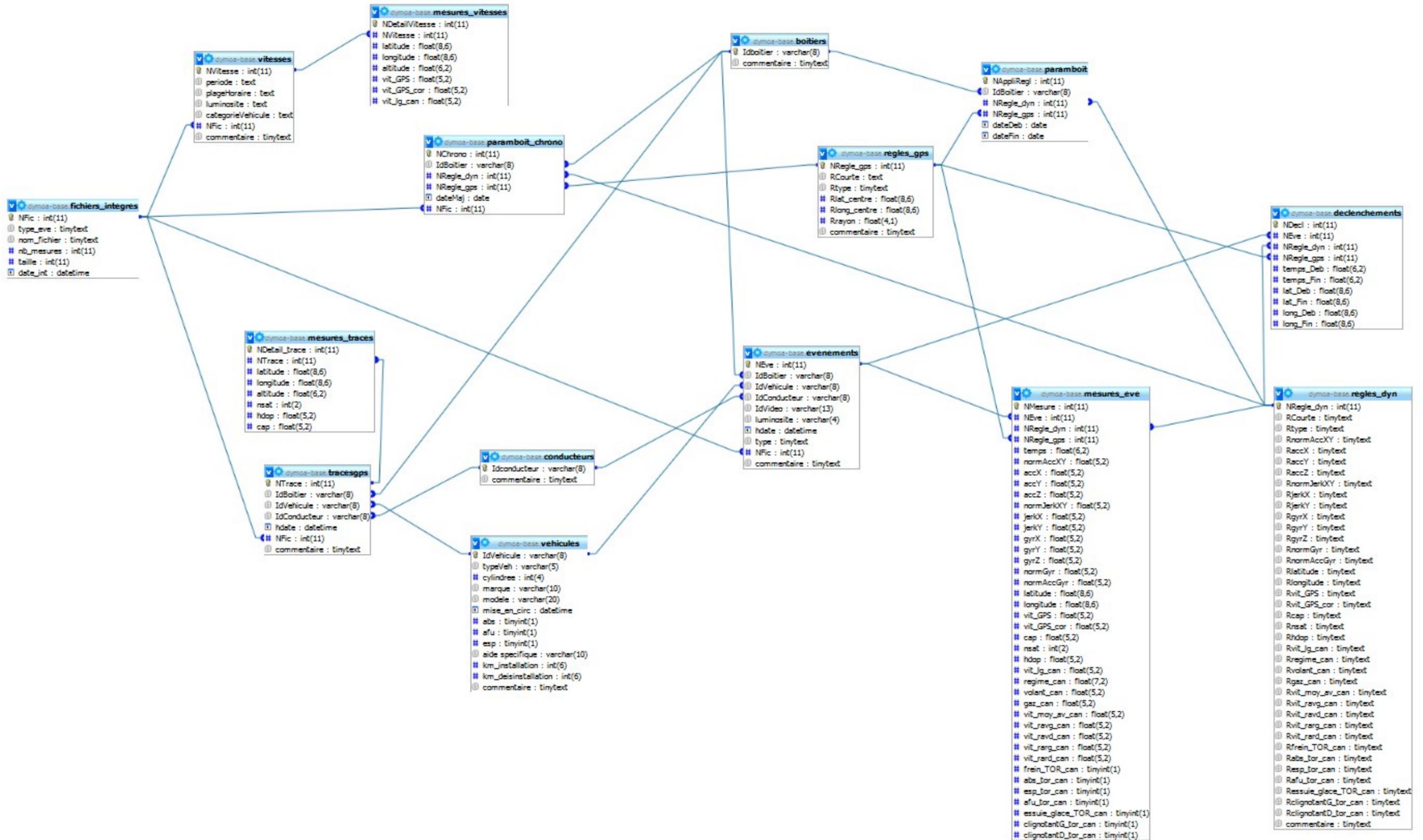


Figure 2 - Schéma relationnel de la base INCIDENTS

5. Formats d'échanges inter bases – Principe d'alimentation de la base INCIDENTS

5.1. Format d'échange entre les bases EMMA/3 et INCIDENTS

Comme déjà indiqué, les échanges entre bases se font, dans cette phase de prototypage, par le biais de la transmission de fichiers texte au format CSV par courriel sur une oïte sécurisée.

Pour chacun des flux d'information concernant les événements, les traces ou les vitesses ont été mis au point des formats spécifiques pour ces fichiers.

Le principe général est que chaque fichier est constitué par :

- une entête
- une ligne d'intitulés des colonnes de mesures
- la série des mesures, où chaque ligne représente un relevé à chaque pas de temps.

Les entêtes et le contenu sont adaptés en fonction du type de fichier :

Fichier de type « événement » (fichier CSV de 38 colonnes) :

- Entête comprenant successivement :
 - o l'identifiant du boîtier
 - o l'identifiant du conducteur
 - o l'identifiant du véhicule
 - o l'identifiant du fichier vidéo
 - o la date de l'événement
 - o l'heure de l'événement
 - o la luminosité
 - o le type d'événement
 - o la date de mise à jour du boîtier
- liste des règles de déclenchement GPS implantées dans le boîtier et en colonne 37 le type de déclenchement associé
- liste des règles de déclenchement dynamiques implantées dans le boîtier
- entête des colonnes de mesures
- liste des mesures

Fichier de type « traces » (fichier CSV de 6 colonnes) :

- entête comprenant successivement :
 - o l'identifiant du boîtier
 - o l'identifiant du conducteur
 - o l'identifiant du véhicule
 - o la date de l'événement
 - o l'heure de l'événement

- entête des colonnes de mesures
- liste des mesures

Fichier de type « vitesses » (fichier CSV de 6 colonnes) :

- entête comprenant successivement :
 - o la période concernée
 - o la plage horaire concernée
 - o la luminosité
 - o le type de véhicule
- entête des colonnes de mesure
- liste des mesures

Le lecteur trouvera en Annexe 1 des extraits de fichiers à titre d'illustration.

5.2. Alimentation de la base INCIDENTS

Des procédures spécifiques ont été développées (langage SQL) pour que le serveur puisse prendre en compte de façon automatisée les nombreux fichiers fournis (environ 8000 fichiers sur la durée du projet), et ce en fonction de leur nature : événements/incidents, traces, vitesses. :

Intégration de fichiers dans DYMOA

Attention : Maximum 350 fichiers soumis - 500Mo au total - 10Mo/fichier

Fichiers Incidents à intégrer : Aucun fichier sélectionné.

Fichiers TraceGPS à intégrer : Aucun fichier sélectionné.

Fichiers Vitesses à intégrer : Aucun fichier sélectionné.

Figure 3 - Écran d'accueil du programme d'intégration des données

Les schémas suivants (Figure 4, Figure 5, Figure 6) décrivent pour chaque type de fichiers le processus d'intégration des données associé.

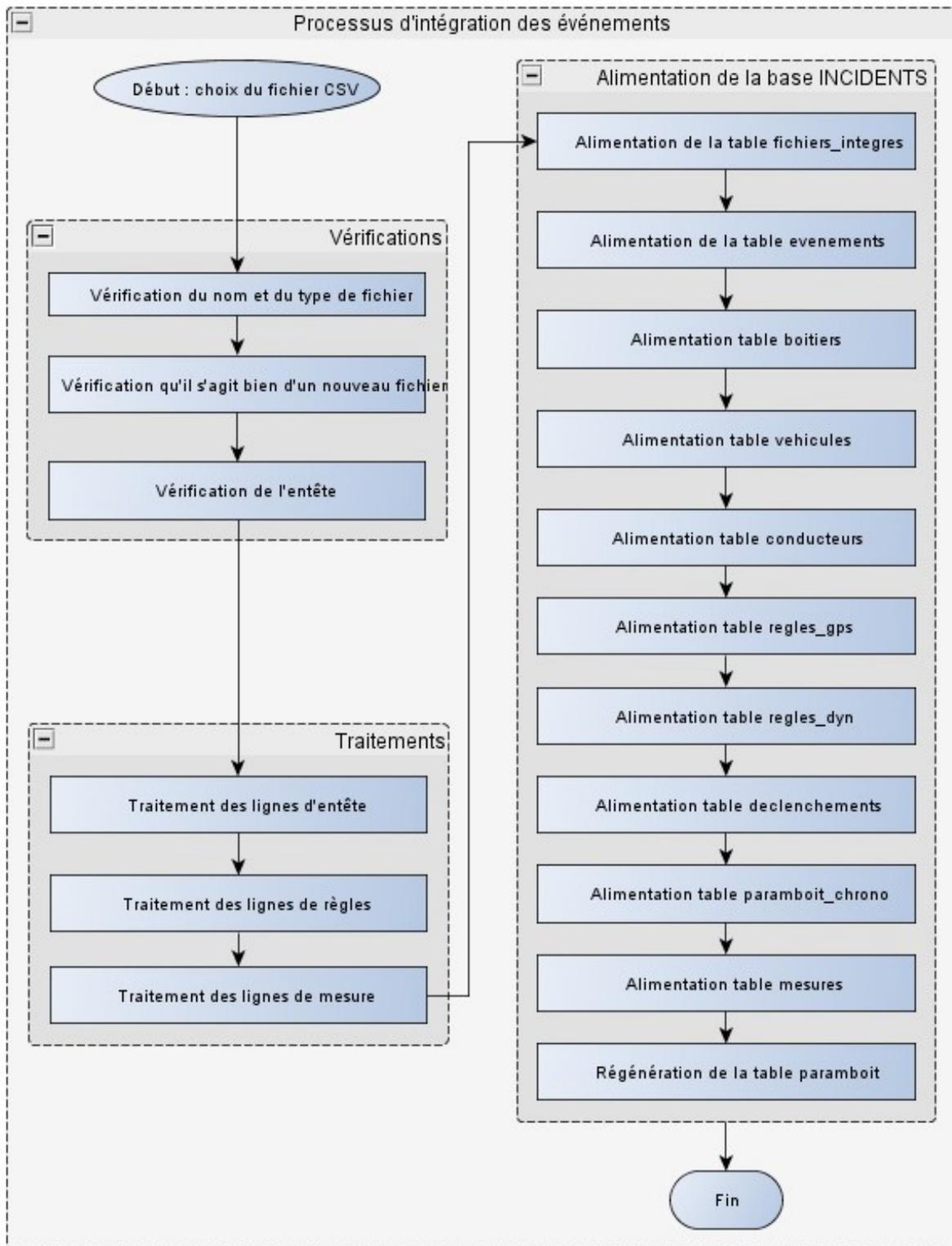


Figure 4 - Processus d'intégration des fichiers événements

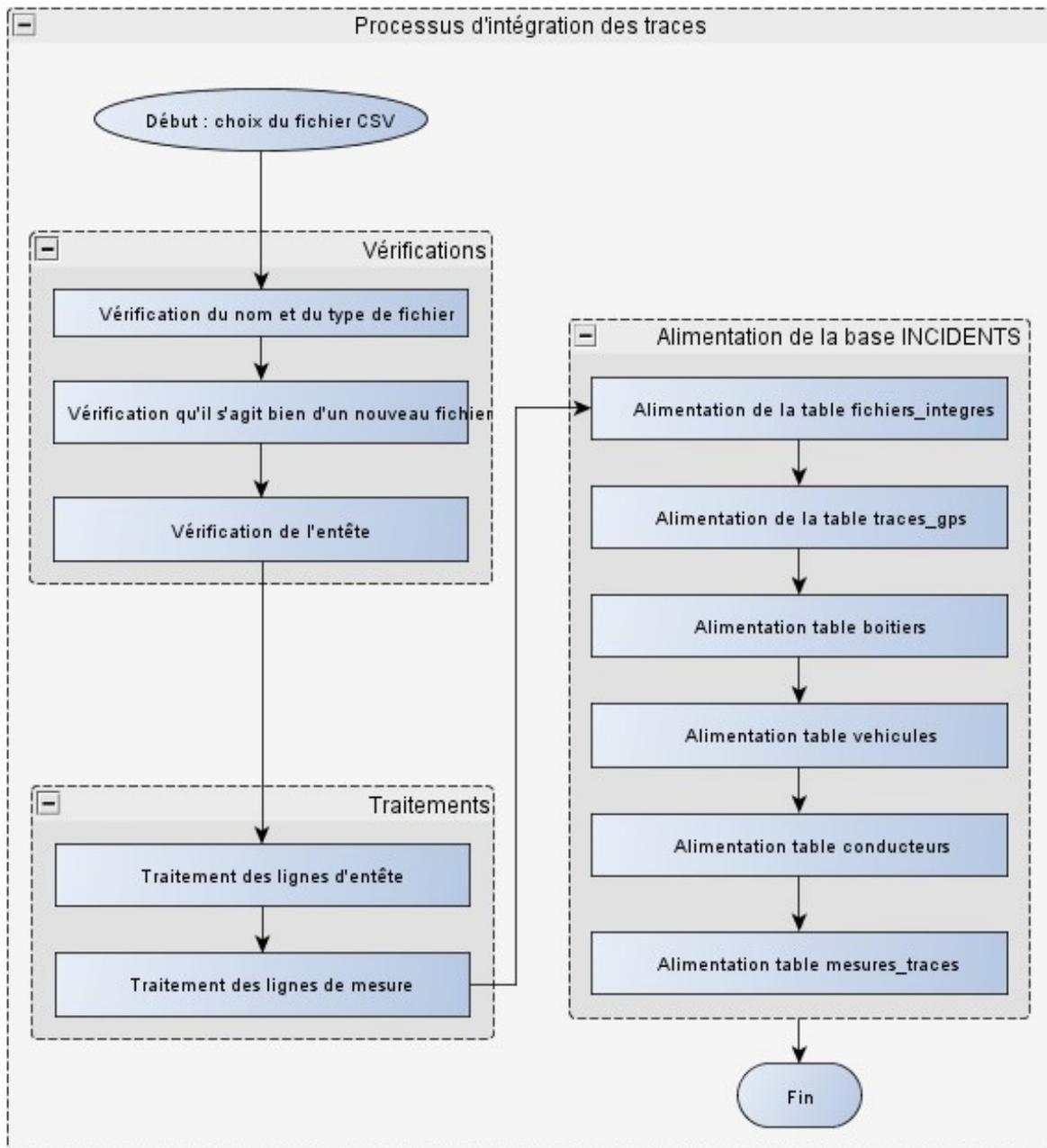


Figure 5 - Processus d'intégration des fichiers traces

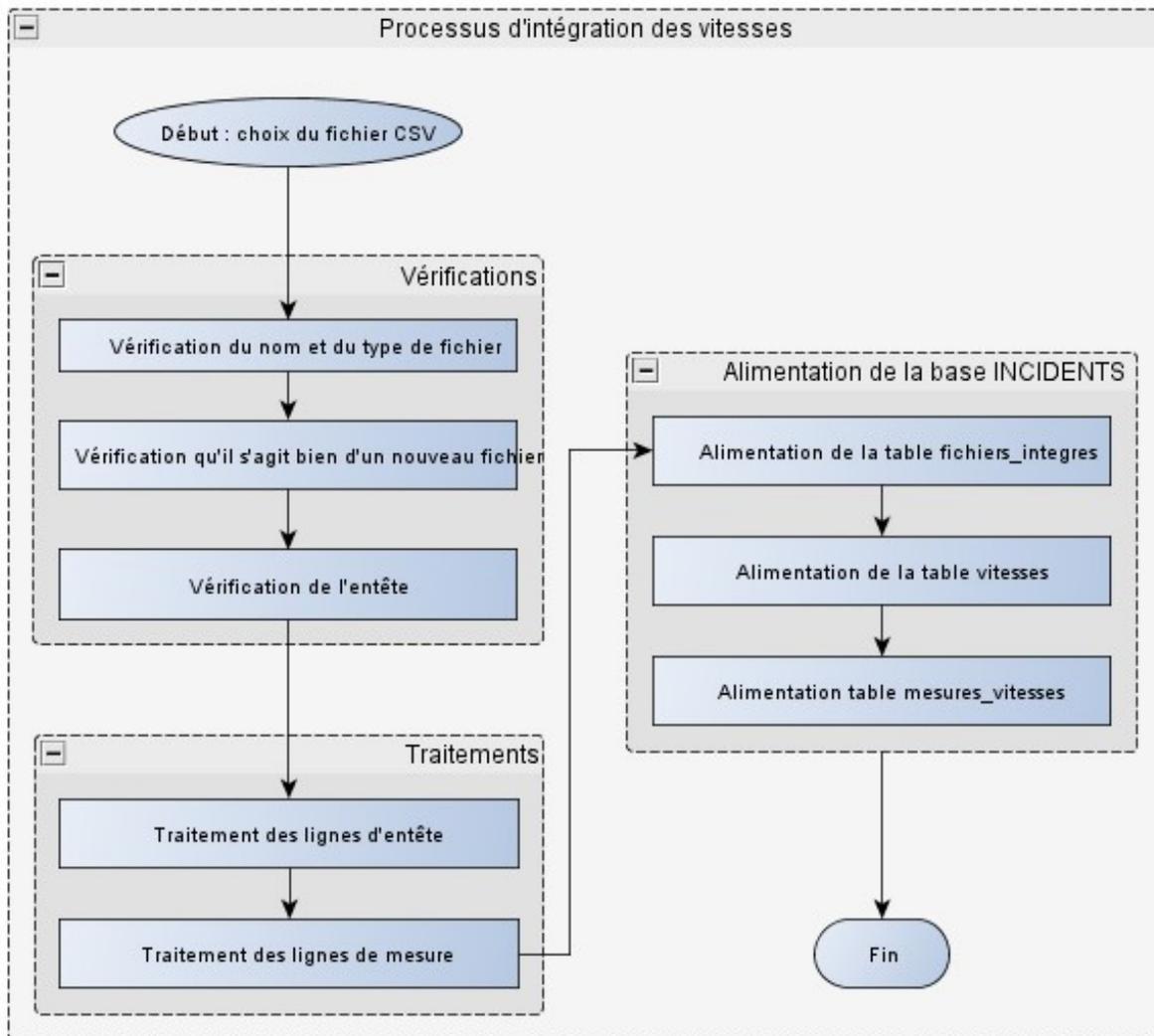


Figure 6 - Processus d'intégration des fichiers vitesses

6. État actuel de la base

A la date du présent livrable, la base INCIDENTS, qui pèse 2,8 Go, compte :

- 14 562 fichiers,
- 24 624 650 enregistrements toutes tables comprises.

Plus précisément, on dénombre :

- 34 boîtiers,
- 33 véhicules,
- 31 conducteurs,
- 11 règles dynamiques parmi lesquelles 4 ont déclenché à savoir :
 - règle 7 "*AccX<=-6 & vit_GPS>=10 & TypeINC_2RM*" : 1 826 fois
 - règle 8 "*NormGyr>=80 & TypeINC_2RM*" : 32 fois
 - règle 9 "*NormAccGyr>=300 & TypeINC_2RM*" : 4 639 fois
 - règle 11 "*NormAccXY>=6 & vit_GPS>=10 & TypeINC_4RM*" : 157 fois.
- 127 règles GPS parmi lesquelles 30 ont déclenché entre 1 et 25 fois :
 - règle 3 : *rdp, 43.294800, 5.401000, rayon=25.0 a déclenché 25 fois,*
 - ● règle 10 : *chemin, 43.622200, 5.099100, rayon=25 a déclenché 23 fois*
- 2 605 événements :
 - 1 219 dynamiques,
 - 843 incidents,
 - 540 sur zone GPS,
 - 3 tests,
 - ...ayant donné lieu à 7 233 déclenchements
 - 6 654 dynamiques,
 - 579 GPS,
 - comportant 12 587 044 points de mesures.
- 5 976 traces comportant 5 987 244 points de mesures,
- 5 981 fichiers vitesses comportant 6 007 085 mesures agrégées.

Annexe 1 – Exemples de fichiers bruts - Extraits

Annexe 1.1 Extrait d'un fichier CSV « déclenchements »

```
IdBoitier;aa950063;.....
IdCond;c7d502d3;.....
IdVeh;b3590165;.....
IdVideo;161103_060613;.....
Date;03/11/2016;.....
Heure;06:06:13;.....
Luminosite;Nuit;.....
Gravite;Evenement;.....
DateMAJ;25/07/2016
DeclGPS1;43.6272;5.1024;25;rdp;.....
DeclGPS2;43.5877;5.1235;25;carrefour;.....
DeclGPS3;43.6101;5.1377;25;pr12;.....
DeclGPS4;43.6358;5.1254;25;virages;.....
DeclGPS5;43.6739;5.0924;25;carrefour;.....
DeclGPS6;43.6631;5.0957;25;pr9;.....
DeclGPS7;43.6554;5.0975;25;carrefour;.....
DeclGPS8;43.6222;5.0991;25;chemin;.....
DeclGPS9;43.6318;5.1012;25;carrefour;.....
DeclGPS10;43.631;5.1014;25;carrefour;.....
DeclGPS11;43.594;5.1725;100;peage;.....
DeclGPS12;43.6268;5.1287;50;sortieAutoroute;.....
DeclGPS13;43.6483;5.1179;25;virages;.....
DeclGPS14;43.6209;5.2127;25;virages;.....
DeclGPS15;43.4953;5.241;25;virages;.....Type;;
DeclDyn1;>=6;...>20;.....EVE_4RM;;
DeclDyn2;>=5;...>20;.....>=80;.....EVE_4RM;;
DeclDyn3;>=4;...>20;.....>=100;.....EVE_4RM;;
DeclDyn4;>=6;...>20;.....INC_4RM;;
DeclDyn5;>=5;...>20;.....>=80;.....INC_4RM;;
DeclDyn6;>=4;...>20;.....>=100;.....INC_4RM;;
DeclDyn7;<=-6;...>=10;.....INC_2RM;;
DeclDyn8;...>=80;.....INC_2RM;;
DeclDyn9;...>=300;.....INC_2RM;;
DeclDyn10;...>=80;>=300;.....INC_2RM;;
temps;NormAccXY;AccX;AccY;AccZ;NormJerkXY;jerkX;jerkY;gyrX;gyrY;gyrZ;NormGyr;NormAccGyr;latitude;longitude;vit_GPS;vit_GPS_cor;cap;nsat;hdop;vit_lg_can;regime_can;volant_can;gaz_can;vit_moy_av_can;vit_ravg_can;vit_ravd_can;vit_rarg_can;vit_rard_can;frein_tor_can;abs_tor_can;esp_tor_can;afu_tor_can;essuie_glace_tor_can;clignotantG_tor_can;clignotantD_tor_can;DeclDyn;DeclGPS
0.00;0.45;-0.44;0.11;-0.00;0.00;0.00;0.00;1.19;-0.59;-0.12;1.34;0.00;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.01;0.42;-0.40;0.14;-0.12;0.00;0.00;0.00;0.98;-0.62;-0.14;1.17;21.40;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.02;0.33;-0.32;0.08;-0.21;0.00;0.00;0.00;0.89;-0.71;-0.17;1.15;13.27;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.03;0.33;-0.32;0.06;-0.20;0.00;0.00;0.00;0.96;-0.65;-0.21;1.18;10.18;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.04;0.39;-0.38;0.07;-0.20;0.00;0.00;0.00;0.84;-0.42;-0.24;0.97;25.13;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.05;0.40;-0.39;0.06;-0.23;0.00;0.00;0.00;0.58;-0.32;-0.24;0.71;26.85;43.335910;5.369256;42.30;42.30;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.06;0.39;-0.39;0.05;-0.37;0.00;0.00;0.00;0.37;-0.14;-0.26;0.47;27.21;43.335910;5.369256;42.30;41.99;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.07;0.46;-0.46;0.05;-0.27;0.00;0.00;0.00;0.36;0.06;-0.30;0.47;19.66;43.335910;5.369256;42.30;41.77;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.08;0.55;-0.55;0.01;-0.22;0.00;0.00;0.00;0.29;0.19;-0.34;0.48;14.62;43.335910;5.369256;42.30;41.59;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.09;0.58;-0.58;0.04;-0.13;2.22;-2.01;-0.94;0.14;0.10;-0.36;0.40;16.93;43.335910;5.369256;42.30;41.46;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.10;0.60;-0.60;0.02;-0.21;3.11;-2.97;-0.93;-0.02;0.10;-0.40;0.41;16.17;43.335910;5.369256;42.30;41.35;164.00; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.11;0.64;-0.64;0.08;-0.30;3.98;-3.95;-0.45;-0.08;-0.01;-0.44;0.45;12.40;43.335815;5.369297;40.30;41.26;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.12;0.65;-0.64;0.11;-0.30;4.13;-4.13;-0.09;-0.09;-0.06;-0.50;0.51;7.37;43.335815;5.369297;40.30;41.18;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.13;0.74;-0.72;0.13;-0.23;3.99;-3.95;0.57;-0.16;-0.03;-0.58;0.60;10.37;43.335815;5.369297;40.30;41.11;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.14;0.72;-0.72;0.07;-0.27;3.77;-3.69;0.78;-0.23;-0.03;-0.64;0.68;8.91;43.335815;5.369297;40.30;41.06;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.15;0.74;-0.74;0.04;-0.31;3.58;-3.43;1.03;-0.26;-0.01;-0.69;0.74;6.18;43.335815;5.369297;40.30;41.01;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.17;0.77;-0.77;0.04;-0.23;3.08;-2.99;0.73;-0.33;0.02;-0.72;0.80;5.14;43.335815;5.369297;40.30;40.97;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;0;0;
0.18;0.77;-0.77;-0.06;-0.22;2.76;-2.76;-0.17;-0.27;0.17;-0.74;0.81;15.71;43.335815;5.369297;40.30;40.93;163.20; 9; 1;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;NULL;
... etc.
```


Annexe 1.2 Extrait d'un fichier CSV « traces »

```
IdBoitier;aa950063;;;;;
IdCond;c7d502d3;;;;;
IdVeh;b3590165;;;;;
Date;21/09/2016;;;;;
Heure;13:47:37;;;;;
latitude;longitude;altitude;nsat;hdop;cap;
43.303500;5.418749;101.20; 9;0.70;214.10;
43.303497;5.418752;100.10; 9;0.60;214.10;
43.303510;5.418760;99.20; 9;0.60;214.10;
43.303510;5.418772;99.40;10;0.60;214.10;
43.303543;5.418783;83.40;10;0.60;214.10;
43.303547;5.418793;83.80;10;0.60;214.10;
43.303566;5.418804;84.80;10;0.60;214.10;
43.303577;5.418817;85.00;10;0.60;51.30;
43.303593;5.418810;84.00;10;0.60;51.30;
43.303635;5.418824;83.40;10;0.60;18.30;
43.303673;5.418825;82.20;10;0.60;9.20;
43.303707;5.418840;80.60;10;0.60;7.60;
43.303738;5.418860;80.80;10;0.60;7.80;
43.303730;5.418874;82.50;10;0.60;7.80;
43.303753;5.418878;81.40;10;0.60;7.80;
43.303764;5.418882;81.10;10;0.60;7.80;
43.303770;5.418890;80.00;10;0.60;7.80;
43.303772;5.418898;79.40;10;0.60;7.80;
43.303772;5.418906;78.80;10;0.60;7.80;
43.303780;5.418913;78.70;10;0.60;7.80;
43.303772;5.418920;80.00; 9;0.60;7.80;
43.303770;5.418927;79.80; 9;0.60;7.80;
43.303776;5.418926;79.70; 9;0.60;7.80;
43.303790;5.418937;79.70; 9;0.60;7.80;
43.303814;5.418939;80.10;10;0.60;7.80;
43.303825;5.418939;80.40;10;0.60;7.80;
43.303860;5.418936;80.70;10;0.60;353.30;
43.303900;5.418892;80.90;10;0.60;319.50;
43.303944;5.418837;81.50;10;0.60;320.40;
43.303974;5.418793;80.60;10;0.60;326.70;
43.304028;5.418756;80.10;10;0.60;334.90;
43.304085;5.418725;80.00;10;0.60;339.60;
43.304153;5.418695;80.60;10;0.60;340.50;
43.304226;5.418681;80.70;10;0.60;348.20;
43.304280;5.418680;78.80;10;0.60;353.10;
43.304333;5.418670;78.40; 9;0.60;352.80;
43.304380;5.418661;78.60; 9;0.60;352.40;
43.304430;5.418630;78.90; 9;0.60;345.00;
43.304530;5.418594;79.60; 8;0.60;351.50;
43.304626;5.418597;80.10; 8;0.60;0.20;
... etc.
```

Annexe 1.3 Extrait d'un fichier CSV « vitesses »

```

Periode;Semaine;;;;;
PlageHoraire;'19-21';;;;;
Luminosite;Jour;;;;;
TypeVeh;2RM;;;;;
latitude;longitude;altitude;vit_GPS;vit_GPS_cor;vit_lg_can;

```

```

43.591274;3.883389;27.70;0.00;0.00;NULL;
43.591274;3.883389;27.70;0.00;1.83;NULL;
43.591240;3.883325;26.70;5.50;3.58;NULL;
43.591240;3.883325;26.70;5.50;4.27;NULL;
43.591232;3.883292;26.80;6.90;3.49;NULL;
43.591217;3.883280;26.50;7.90;2.85;NULL;
43.591213;3.883283;21.50;4.10;2.85;NULL;
43.591232;3.883252;22.40;0.80;2.85;NULL;
43.591198;3.883217;30.00;0.70;2.35;NULL;
43.591194;3.883204;32.00;0.00;1.92;NULL;
43.591206;3.883182;31.80;0.00;1.29;NULL;
43.591213;3.883181;31.00;0.00;0.57;NULL;
43.591210;3.883175;29.60;0.00;0.20;NULL;
43.591206;3.883172;29.30;0.00;0.13;NULL;
43.591206;3.883171;29.30;0.70;0.06;NULL;
43.591206;3.883186;28.10;0.00;0.06;NULL;
43.591210;3.883205;26.60;0.00;0.06;NULL;
43.591210;3.883220;25.90;0.00;0.06;NULL;
43.591213;3.883230;25.60;0.00;0.06;NULL;
43.591213;3.883238;25.50;0.00;1.05;NULL;
43.591213;3.883241;26.00;0.00;1.98;NULL;
43.591217;3.883256;24.40;0.00;3.59;NULL;
43.591217;3.883259;24.30;0.00;5.65;NULL;
43.591217;3.883259;24.30;0.00;7.85;NULL;
43.591217;3.883204;24.30;10.90;10.23;NULL;
43.591217;3.883204;24.30;10.90;12.85;NULL;
43.591232;3.883141;23.90;17.70;15.67;NULL;
43.591263;3.883064;24.10;22.60;18.72;NULL;
43.591290;3.882989;23.40;24.20;21.99;NULL;
43.591320;3.882913;22.10;26.20;25.33;NULL;
43.591350;3.882825;21.70;28.80;28.03;NULL;
43.591396;3.882729;20.90;31.10;30.73;NULL;
43.591434;3.882632;20.10;33.50;32.98;NULL;
43.591515;3.882403;20.80;36.00;34.94;NULL;
43.591515;3.882403;20.80;36.70;36.72;NULL;
43.591610;3.882155;19.00;40.60;38.35;NULL;
43.591610;3.882155;19.00;40.60;39.85;NULL;
43.591656;3.882022;18.80;42.50;41.15;NULL;
43.591700;3.881880;19.40;44.10;42.30;NULL;
43.591747;3.881739;19.40;43.80;43.23;NULL;
43.591846;3.881461;20.10;44.20;44.13;NULL;
43.591900;3.881323;21.20;45.30;44.74;NULL;
43.591900;3.881323;21.20;45.30;45.40;NULL;
...etc.

```

Annexe 2 Calcul de la luminosité jour/nuit

Il existe trois crépuscules en fonction de la position du soleil sous l'horizon, ce dernier étant considéré idéalement comme à 90° du zénith. Dans un espace parfaitement dégagé (typiquement en mer) ils correspondent à des conditions de luminosité en cas de ciel clair.

- Le **crépuscule astronomique** correspond à une position du soleil en deçà de 12° sous l'horizon. Les étoiles de plus faible magnitude sont visibles, en l'absence de pollution lumineuse ou de perturbation par la lumière réfléchie par la lune.
- Le **crépuscule nautique** correspond à une position du soleil entre 6° et 12° sous l'horizon. Seulement les étoiles de magnitude 2 ou moins sont visibles. En zone dégagée, l'horizon est toujours visible. À la fin de cette période, en soirée, ou à son début, en matinée, les dernières ou premières lueurs peuvent être discernées dans la direction du Soleil.
- Le **crépuscule civil** correspond à une position du soleil de moins de 6° sous l'horizon. Pendant le crépuscule civil, si les planètes et les étoiles les plus brillantes apparaissent, il subsiste encore suffisamment de lumière pour que la plupart des activités ne nécessitent pas de sources de lumières artificielles

La notion Jour/Nuit retenue ici est celle du crépuscule civil. En effet, compte tenu notamment du fait que l'horizon routier est rarement parfaitement dégagé, dans la pratique le crépuscule civil correspond à la période où les automobilistes éprouvent le besoin d'allumer les dispositifs d'éclairage de leurs véhicules.

Le calcul tient compte de l'horodatage de l'événement et de sa position GPS.

Les formules correspondantes sont intégrées dans le logiciel de validation des incidents et d'extraction des données pour la base INCIDENTS.¹

Soit un lieu repéré par sa latitude (Lat) et sa longitude (Lon) à une date D/M/A donnée (D : jour du mois ; M : mois ; A : année). Son fuseau horaire est F valable pour l'heure d'hiver (en France métropolitaine, F=+1).

Il s'agit d'évaluer *a priori* s'il fait jour ou nuit au sens civil à une heure H de la journée D/M/A.

On calcule tout d'abord le rang du jour D/M/A :

- $N1 = \text{Ent} [(M * 275) / 9]$
- $N2 = \text{Ent} [(M + 9) / 12] ;$
- $K = 1 + \text{Ent} [(A - 4 * \text{Ent} [A / 4] + 2) / 3]$: K=2 pour une année commune et K=1 pour une bissextile)

Le rang du jour est donné par :

$$j = N1 - N2 * K + D - 30$$

¹ Les formules développées et explicitées sont élaborées à partir de http://jean-paul.cornec.pagesperso-orange.fr/heures_lc.htm.

Ensuite on mène un calcul simplifié des valeurs de l'Équation du Temps et de la déclinaison solaire

L'unité des termes et coefficients des expressions et des quantités M, C, L et R est le degré :

1ère étape : calcul de M anomalie moyenne en degrés

$$M = 356,8^\circ + 0^\circ,9856 \times (j - 1)$$

2ème étape : calcul de C équation du centre (influence de l'ellipticité de l'orbite terrestre) en degrés

$$C = 1^\circ,91378 \times \sin(M) + 0^\circ,02 \times \sin(2M)$$

3ème étape : calcul de L longitude vraie du Soleil en degrés

$$L = 280^\circ + C + 0^\circ,9856 \times j$$

4ème étape : calcul de R réduction à l'équateur (influence de l'inclinaison de l'axe terrestre) en degrés

$$R = -2^\circ,46522 \times \sin(2L) + 0^\circ,05303 \times \sin(4L)$$

D'où :

- l'Équation du Temps ET (minutes) : $ET = (C + R) \times 4$
- la déclinaison du Soleil Dec le jour "j" : $\sin(\text{Dec}) = 0,39774 \times \sin(L)$
(Ici 0,39774 représente le sinus de l'obliquité de l'écliptique)

Le Soleil se lève ou se couche quand le bord supérieur de son disque apparaît ou disparaît à l'horizon à un angle de 6° au sens du crépuscule civil.

On calcule alors la valeur :

$$\text{COS} = [-0,0104719 - \sin(\text{Dec}) \times \sin(\text{Lat})] / [\cos(\text{Dec}) \times \cos(\text{Lat})]$$

(0.0104719 = $6(\pi/180)$ correspond à l'angle de 6° en radian du crépuscule civil).

Dès lors :

- si $\text{COS} > 1$, le soleil ne se lève jamais assez pour atteindre le crépuscule civil ce jour là,
- si $\text{COS} < -1$, le soleil ne se couche jamais assez pour atteindre le crépuscule civil ce jour là,
- si $-1 < \text{COS} < 1$, alors l'angle horaire H_0 du Soleil, en degrés, au moment où son bord supérieur est 6° en dessous de l'horizon est tel que : $\cos(H_0) = \text{COS}$

Les heures HL de lever et HC de coucher du soleil au sens crépuscule civil sont alors données par :

- Lever : $HL = 12 - H_0 + ET + \text{Lon} + F + (1 \text{ heure en été})$
- Coucher : $HC = 12 + H_0 + ET + \text{Lon} + F + (1 \text{ heure en été})$

Il fait nuit au sens crépuscule civil retenu si : $HC > H > HL$ (ou si $\text{COS} > 1$).