

L'évaluation au service de la mise à jour de la doctrine routière

Vitesse et géométrie de la route - Actualisation du calcul de la V_{85} pour les virages : cas des routes bidirectionnelles

Ludovic CHASTENET, Cerema



8 septembre 2026

Vitesse et géométrie de la route - Actualisation du calcul de la V85 pour les virages : cas des routes bidirectionnelles

Contexte

Evolution de la méthodologie de traitement des données

Premiers résultats

Aller plus loin : test des modèles prédictifs

Contexte



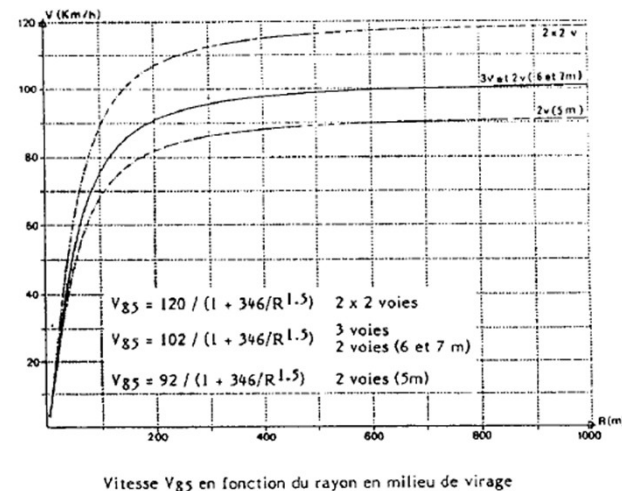
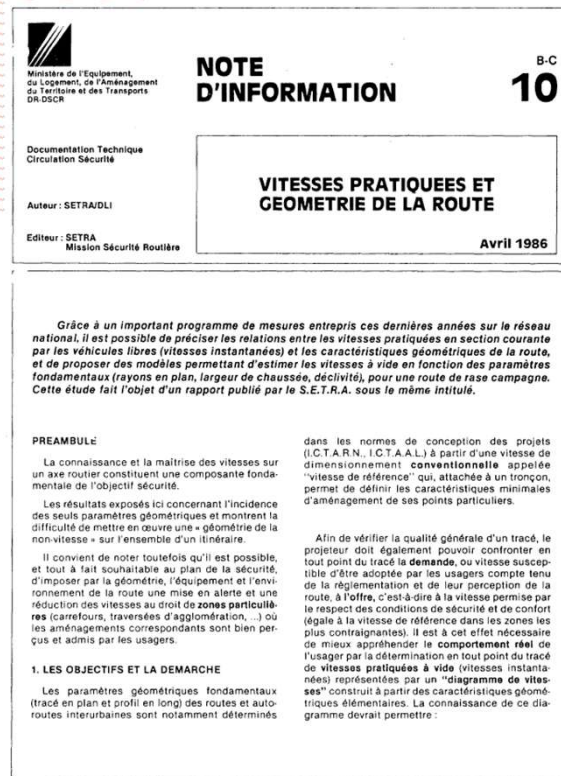
Estimation de la vitesse pratiquée sur la route

- La vitesse est souvent un des facteurs principaux dans les accidents mortels (53% des usagers de VT¹)
- La vitesse doit être en adéquation avec la configuration géométrique de la route
- La vitesse pratiquée ne peut qu'être estimée lors de la réalisation de projet routier neuf
- Recherche de la V_{85} : vitesse en dessous de laquelle circulent 85% des véhicules légers libres²

¹Source : l'accidentalité routière en France, principaux résultats 2025, ONISR 2026

²Véhicule libre : véhicule dont le temps inter véhiculaire est supérieur à 4 secondes

Contexte



Historique de la V_{85}

- Premier modèle théorique date de 1986 et propose une estimation de la V_{85} suivant le profil en travers, le rayon du virage et la pente

$$V_{85} = \frac{102}{1 + \frac{346}{R^{1.5}}}$$

Équation V_{85} pour route à 3 voies ou 2 voies de largeurs comprises entre 3 et 3,5 m

¹Source : l'accidentalité routière en France, principaux résultats 2025, ONISR 2026

Contexte

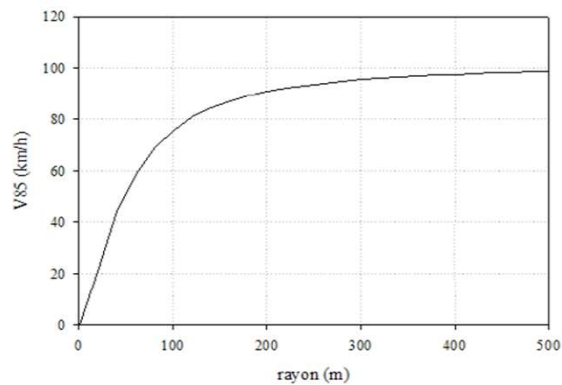
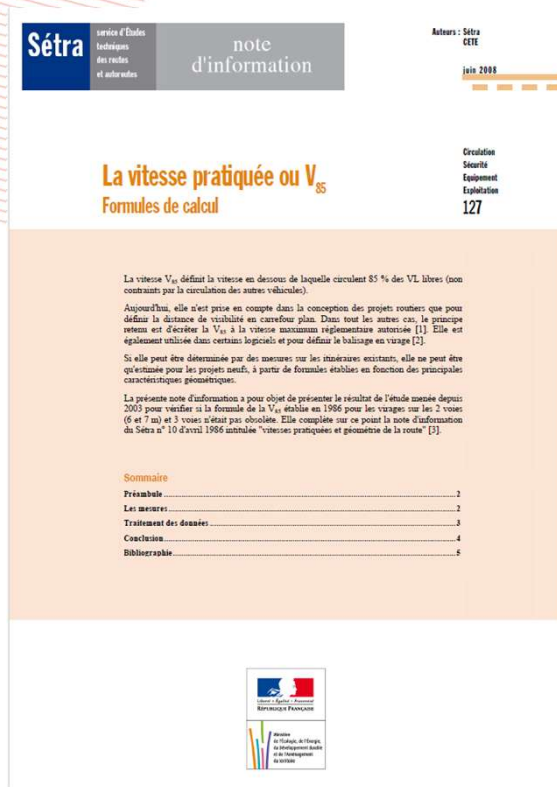


Fig. 3 - Courbe finale pour les 2 voies (6 et 7 m) et 3 voies

Historique de la V_{85}

- Note de 2008 qui valide toujours le modèle à partir de mesures réalisées entre 2003 et 2005

¹Source : l'accidentalité rout re en France, principaux résultats 2025, ONISR 2026

Contexte

2010
PRAC

Actualisation des formules françaises de vitesse V_{85} pratiquée en virage
Gérard LOUAH*, Guy DUPRE**, Eric VIOLETTE**

Séance 1 : Caractérisation du risque routier (Thème 1A)

* CETE de l'Ouest, gerard.louah@developpement-durable.gouv.fr
** CETE Normandie - Centre, guy.dupre@developpement-durable.gouv.fr, eric.violette@developpement-durable.gouv.fr

Introduction
La connaissance des vitesses pratiquées est d'un intérêt majeur en études routières, qu'elles soient de conception, d'exploitation ou de sécurité. De nombreux documents techniques font référence à la vitesse V_{85} , vitesse non dépassée par 85 % des VL circulant sans contrainte due au trafic. Une étude visant à actualiser les formules du SETRA de 1986 exprimant V_{85} en fonction des caractéristiques géométriques de la route a été menée pour le cas des virages, qui a conduit à conserver celles-ci, à un ajout mineur près. L'étude a été commandée, financée et pilotée par le SETRA.

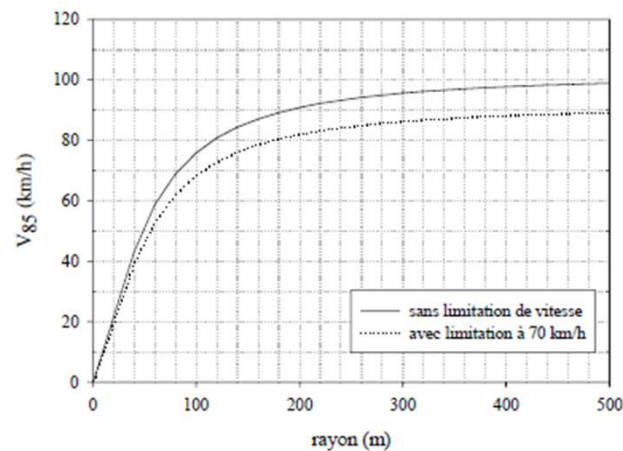
Les mesures
Des mesures ponctuelles de vitesse ont été réalisées sur plus d'une quarantaine de virages, fournissant plusieurs milliers de données individuelles (vitesse, intervalle, type) sur chaque site. Le fait qu'elles aient eu lieu en pleine période de déploiement massif des radars automatiques de contrôle-sanction en a compliqué l'analyse, qui a dû tenir compte de la baisse générale des vitesses qu'il a entraînée. Ces mesures de vitesse ont été complétées par des relevés des caractéristiques géométriques (notamment le rayon et le dévers chaque 10 m) au moyen du matériel PALAS.

L'exploitation des mesures
Cinq grandes étapes ont jalonné l'exploitation des mesures : prise en compte de la baisse générale des vitesses, recherche des variables explicatives, détermination d'une valeur asymptotique (vitesse en ligne droite), recherche d'une forme adaptée pour V_{85} en fonction du rayon, ajustement final. L'effet du contrôle-sanction a été pris en compte par l'intermédiaire de coefficients correcteurs. Parmi les variables géométriques explicatives testées, le rayon s'est avéré être la seule significative. La valeur asymptotique (102 km/h) a été obtenue par comparaison empirique de la valeur à l'origine d'un modèle linéaire en $1/R$ de la moyenne des vitesses en approche et de données issues de l'ONISR. Une douzaine de formes non-linéaires ont été testées, parmi lesquelles la forme dite SETRA-86 a été retenue pour procéder à l'ajustement final.

Les résultats
La modification des paramètres d'origine de la formule SETRA-86 n'apportant qu'une amélioration mineure à la qualité de la régression, notamment avec la valeur asymptotique de 102 km/h imposée, il a été décidé de conserver celles-ci à l'identique. Le seul ajout mineur, concerne l'effet d'une limitation locale de vitesse à 70 km/h.
L'expression de V_{85} en fonction du rayon R est ainsi, pour une route de 6 ou 7 m :
$$V_{85} = [102 - 9 \sigma_2] / (1 + 346 / R^{1.5})$$

Conclusions et perspectives
Les formules SETRA-86 n'ayant pas été modifiées, les nombreux documents, méthodes ou logiciels dans lesquels elles figurent restent toujours d'actualité.
Une étude distincte sera bientôt menée sur la décélération en approche de virage. Par ailleurs, hormis l'étude de points non traités ici (comme la comparaison des rayons du virage et de la trajectoire), une perspective intéressante serait la comparaison des vitesses pratiquées ici modélisées aux vitesses limites permises issues de modèles dynamiques de comportement des véhicules.

Conférence PRAC2010, Paris 3-4 mai 2010.



Historique de la V_{85}

- Note de 2010 qui modifie légèrement la formule en prenant en compte les virages ayant une VMA de 70 km/h

$$\frac{102 - 9 * \sigma_{70}}{1 + \frac{346}{R^{1.5}}}$$

¹Source : l'accidentalité routière en France, principaux résultats 2025, ONISR 2026

Contexte



Abaissement de la vitesse maximale
autorisée à 80 km/h

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



SECUBIDI

Localité de synthèse



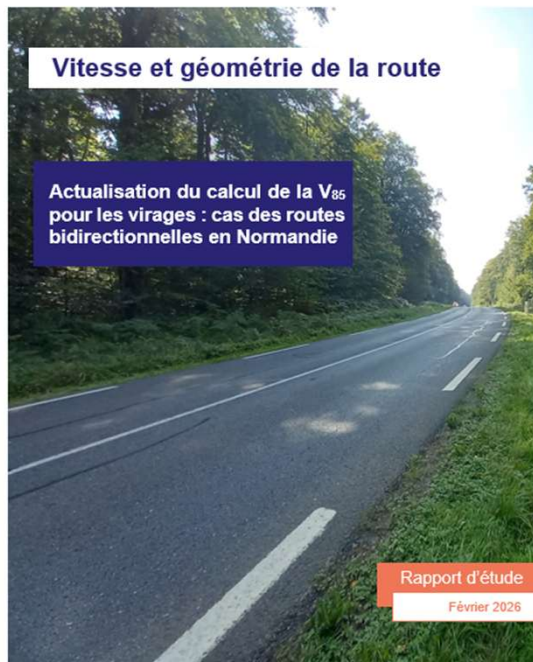
RAPPORT

Novembre 2022



Vitesse et géométrie de la route

Actualisation du calcul de la V_{85}
pour les virages : cas des routes
bidirectionnelles en Normandie



Rapport d'étude

Février 2026

Historique de la V_{85}

- Depuis 2005 de nombreux changements ont eu lieu
 - le déploiement des radars s'est fait à grande échelle : $\approx 4\ 400$ radars déployés en 2022¹
 - Le passage du 90 à 80 km/h
 - Le développement de l'aide à la conduite
 -
- Début des années 2020, des premières études mettent en avant un abaissement de la vitesse pratiquée en alignement droit
- 2024-2025 : vérification de la validité du modèle sur les routes en Normandie-Centre

¹Source : <https://www.securite-routiere.gouv.fr/radars/chiffres-radars/recettes-des-radars#un-parc-de-radars-stable-depuis-2019-23545>

Evolution de la méthodologie de traitement de données



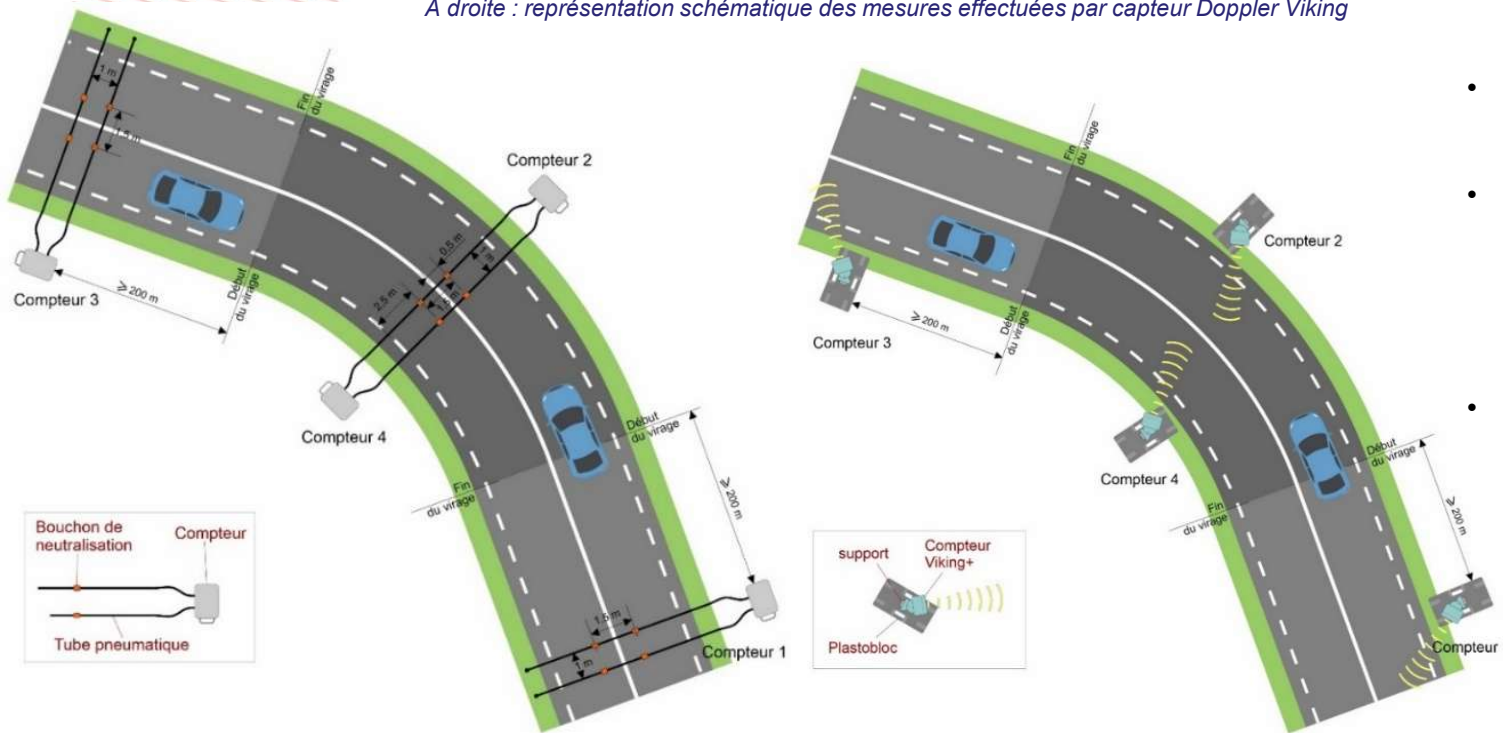
Figure 9 : Photographies du site RN31, PR43, sens Rouen vers Gournay-en-Bray

Les éléments conservés

- Virages isolés
- Les classes de virages
- Notion de véhicule libre
- Notion de V_{85}
- Reprise des anciens virages n'ayant pas eu de modification substantielle sur ces caractéristiques et dans son environnement à proximité

Evolution de la méthodologie de traitement de données

À gauche représentation schématique des mesures effectuées par capteurs à tubes pneumatiques ;
À droite : représentation schématique des mesures effectuées par capteur Doppler Viking



Modification du système de mesure des vitesses pratiquées

- Passage de capteurs à tubes pneumatiques à capteurs Doppler viking
- Principales différences :
 - Système de détermination de la vitesse
 - La catégorisation des véhicules
 - Doublons et valeurs aberrantes
 - Synchronisation temporelle
- Éléments conservés :
 - Positionnement des appareils de mesure
 - Prise en compte des contraintes externes lors de l'instrumentation

Evolution de la méthodologie de traitement de données

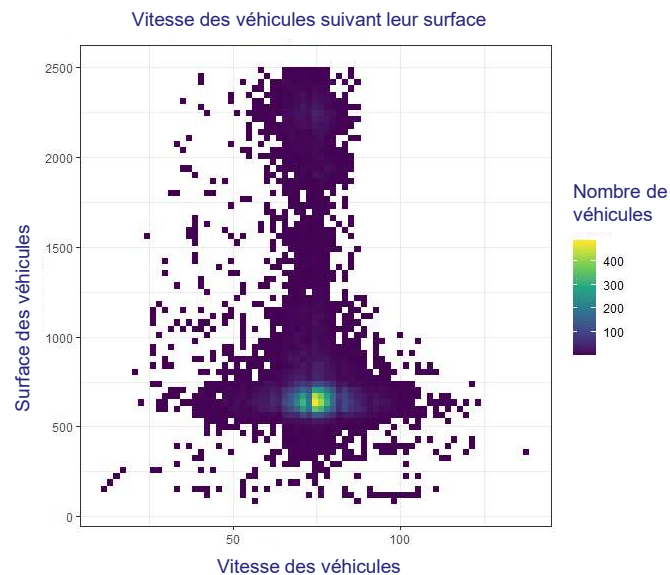
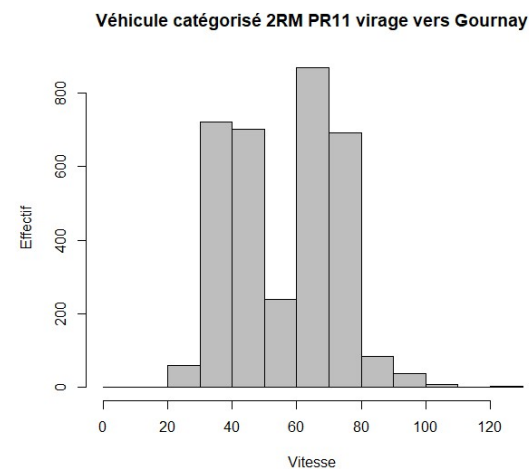


Figure 4 : Exemple sur un site de la répartition de la surface suivant la vitesse des véhicules

Modification du système de mesure des vitesses pratiquées

- Détermination du type de véhicule
- Traitement des données : suppression des doublons et filtrage des vitesses extrêmes



Evolution de la méthodologie de traitement de données

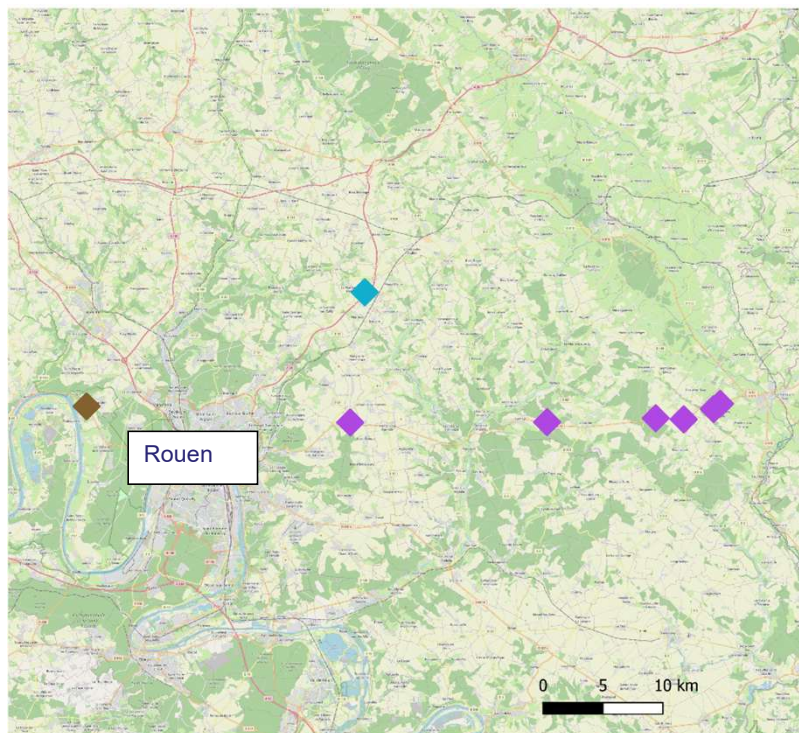
Estimation des vitesses dans le sens de circulation 1	Capteur à tubes pneumatiques	Capteur doppler implanté du côté du sens de circulation 1	Capteur doppler implanté du côté du sens de circulation 2
Moyenne des erreurs	-2.12 %	-0.61 %	-1.57 %
Ecart-type des erreurs	1.69 %	2.35 %	6.43 %

Estimation des vitesses dans le sens de circulation 2	Capteur à tubes pneumatiques	Capteur doppler implanté du côté du sens de circulation 1	Capteur doppler implanté du côté du sens de circulation 2
Moyenne des erreurs	-0.60 %	2.21 %	-0.87 %
Ecart-type des erreurs	1.59 %	5.72 %	1.91 %

Modification du système de mesure des vitesses pratiquées

- Réalisation d'une comparaison entre les deux systèmes
 - Le capteur Doppler associé à chaque sens de circulation fournit des mesures de qualité comparable au capteur pneumatique

Premiers résultats



Source de la carte : OpenStreetMap

Sites sélectionnés en 2024-2025

- 8 virages représentant 15 sites

MPS1

MLCDC2

Diapositive 12

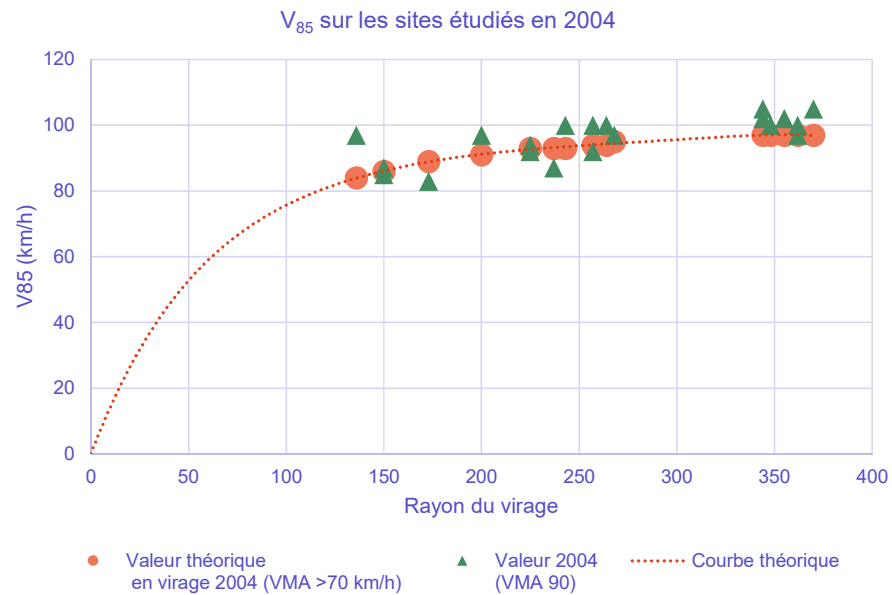
MPS1 pourquoi 15 sites?

Mme Peggy SUBIRATS; 02/09/2026

MLCDC2 je vais le préciser oralement : un virage représente 2 sites (un site dans chaque sens de circulation). Mais pour l'un des virages nous n'avons pu prendre qu'un des sens de circulation

M. Ludovic CHASTENET DE CASTAING; 03/09/2026

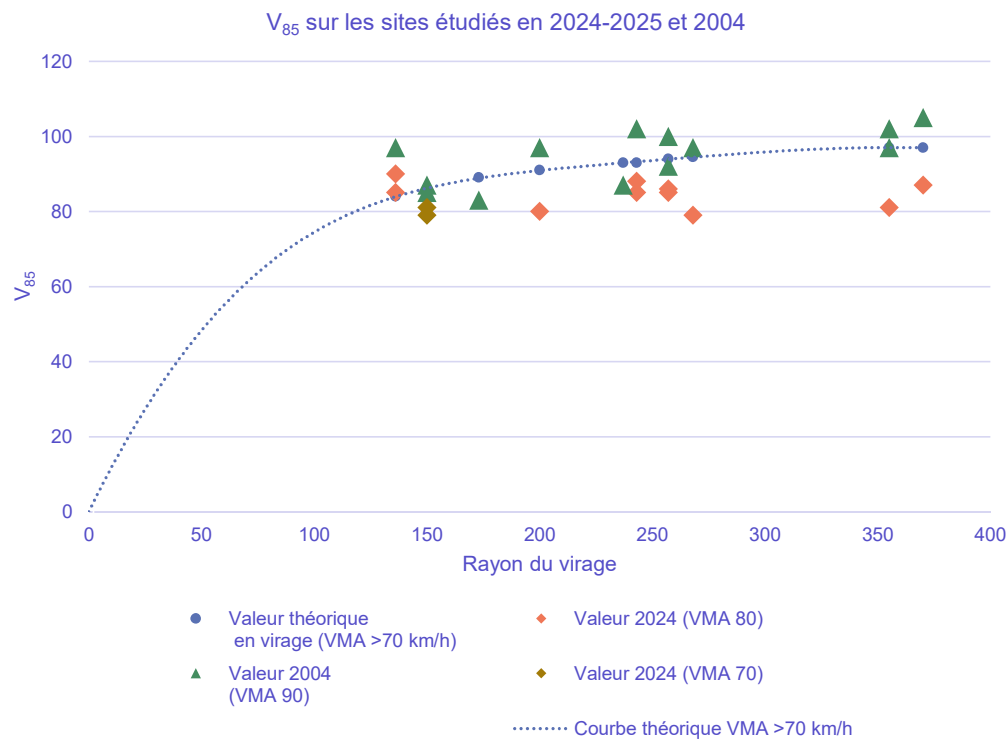
Premiers résultats



Rappel des valeurs V_{85} en 2004

- Les valeurs sont assez rapprochées des valeurs théoriques

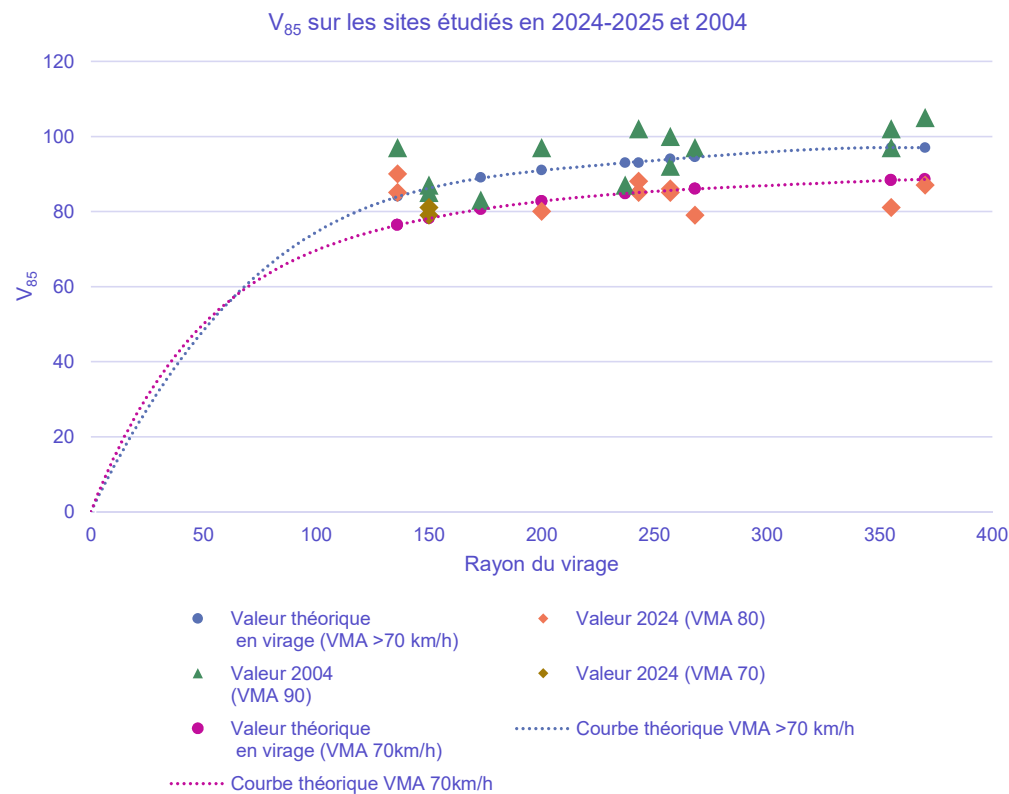
Premiers résultats



Comparaison des valeurs de V_{85}

- Le modèle théorique pour une VMA supérieure à 70 km/h aurait tendance à surestimer la V_{85}

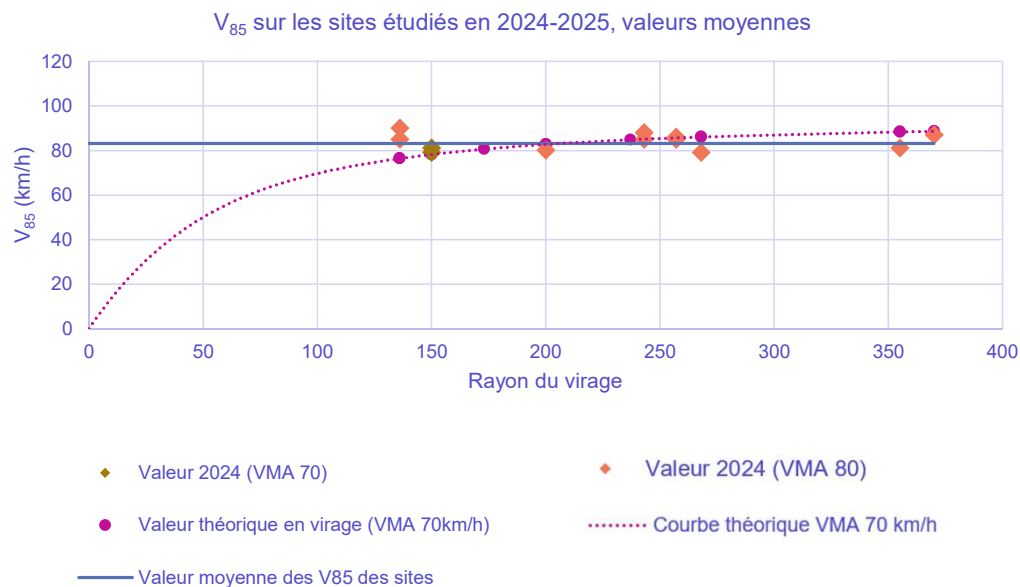
Premiers résultats



Comparaison des valeurs de V_{85}

- Le modèle théorique pour une VMA supérieure à 70 km/h aurait tendance à surestimer la V_{85}
- Le modèle théorique pour une VMA de 70 km/h semble plus performant pour l'ensemble des sites, qu'ils aient ou non une VMA de 70 km/h
- Une différence non négligeable entre les valeurs théoriques et celles observées sur le terrain est néanmoins présente à certains endroits

Premiers résultats



Comparaison des valeurs de V_{85}

- Comparaison avec un modèle théorique trivial qui prédit la moyenne des V_{85} mesurées sur les différents sites
- Le modèle trivial semble, pour les sites instrumentés, aussi pertinent voire plus que le modèle théorique

Premiers résultats

		Sur l'ensemble des sites de 2024-2025 (effectif=15)	Uniquement avec les sites ayant une VMA de 80 km/h (effectif = 13)
MAE par rapport à la fonction théorique	Modèle théorique pour les sites avec une VMA >70 km/h (σ valant 0)	9.7 km/h	10.3 km/h
	Modèle théorique pour les sites avec une VMA de 70 km/h (σ valant 1)	4.4 km/h	4.8 km/h
MAE par rapport à la valeur moyenne des V85		3.3 km/h	3.3 km/h

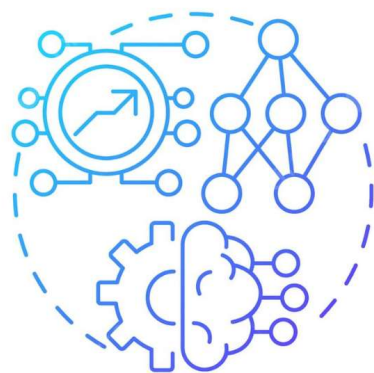
Comparaison des valeurs de V_{85}

- Sur une route bidirectionnelle, d'une largeur comprise entre 6 et 7 m, un rayon de virage compris entre 140 et 400 m semble avoir peu d'impact sur la vitesse pratiquée

Limite des résultats récents

- Sites uniquement en Normandie-Centre → mesures sont en cours au Cerema Ouest et Méditerranée
- Majorité des sites sur une même route (9/15) → nécessité de réaliser des tests sur plus de routes
- Tests uniquement sur routes bidirectionnelles avec une largeur comprise entre 6 et 7 m → nécessité de réaliser des tests sur différentes configurations routières

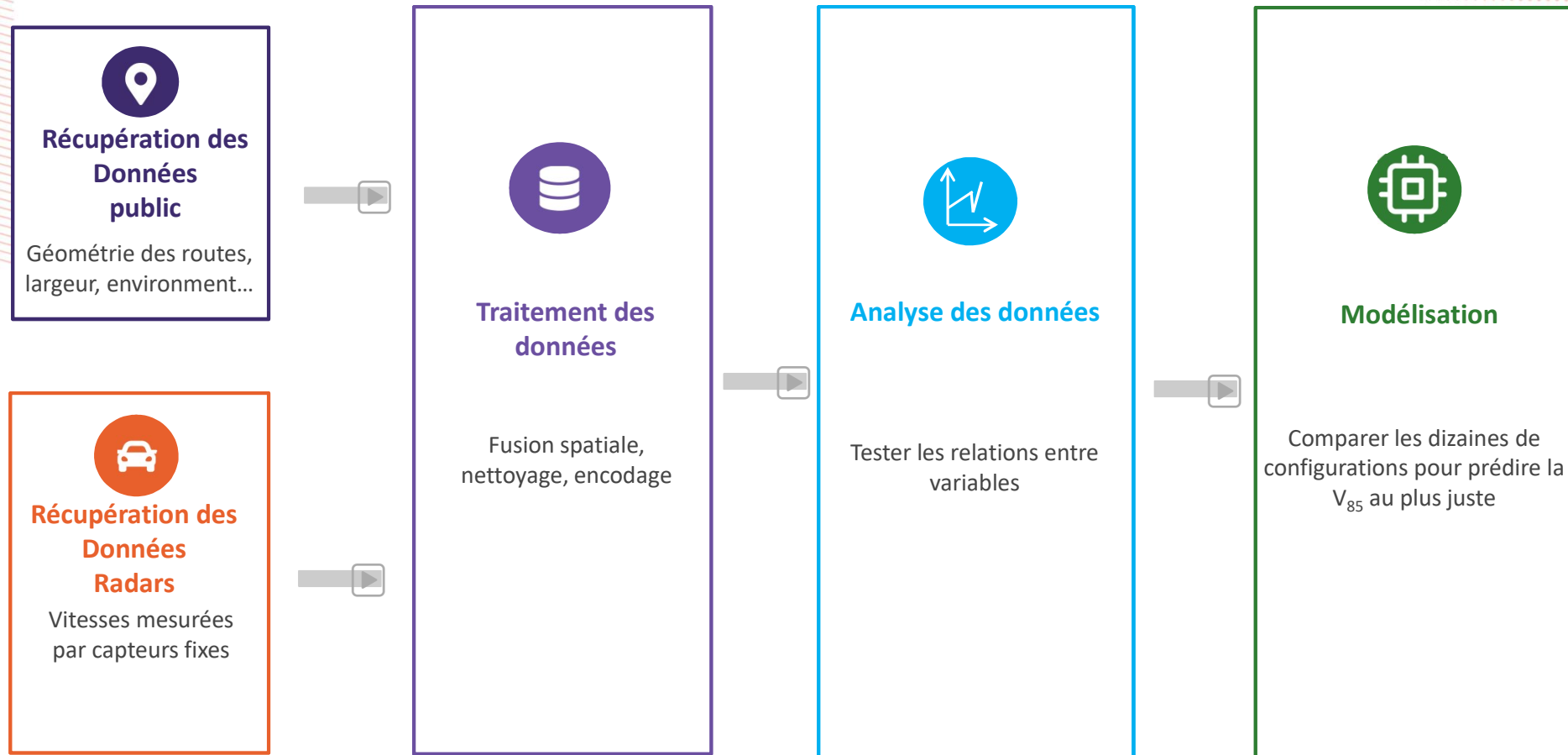
Aller plus loin : test des modèles prédictifs



Test des modèles prédictifs

- Les premiers résultats 2024-2025 sur le modèle théorique de la V_{85} semblent montrer que le rayon du virage n'est plus l'élément le plus pertinent pour estimer la V_{85}
- Plusieurs études récentes montrent des résultats de calcul de la V_{85} en ligne droite qui ne sont pas totalement cohérents avec le modèle théorique
- Essai de réaliser un modèle prédictif de la V_{85} en ligne droite à partir d'indicateurs routiers accessibles

Aller plus loin : test des modèles prédictifs



Aller plus loin : test des modèles prédictifs

Récupération des données

Données radars

Récupération des mesures de vitesse par effet Doppler, issues d'études réalisées par le Cerema Normandie-Centre

Bases de données

Météo-France & Zones de vacances scolaires

- Pluviométrie journalière, pour ne garder que les jours secs
- Exclusion des jours au trafic atypique (vacances scolaire, jours fériés,..)

BD TOPO (IGN)

Largeur de chaussée, importance de la route, altimétrie du réseau,....

OpenStreetMap

Giratoires, ponts, passages piétons, intersections

Corine Land Cover

Occupation du sol autour du radar : agricole, forestier, urbain...

Aller plus loin : test des modèles prédictifs

104

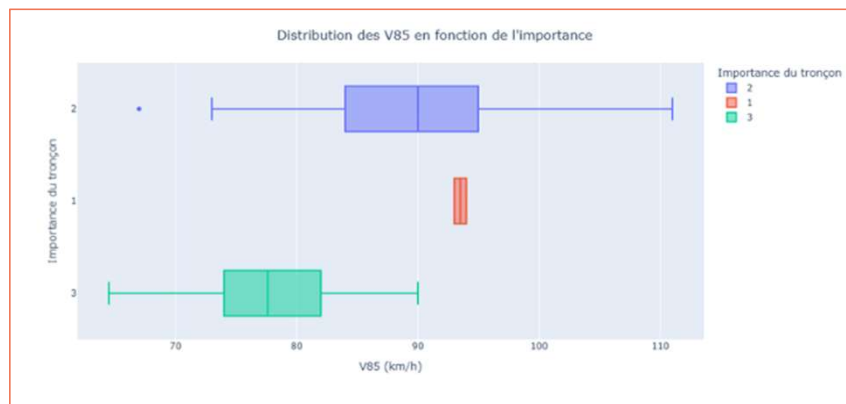
sites de mesure
exploitables

*Après filtrage qualité, validation manuelle des études
sources et association géographique complète.*

Traitement des données

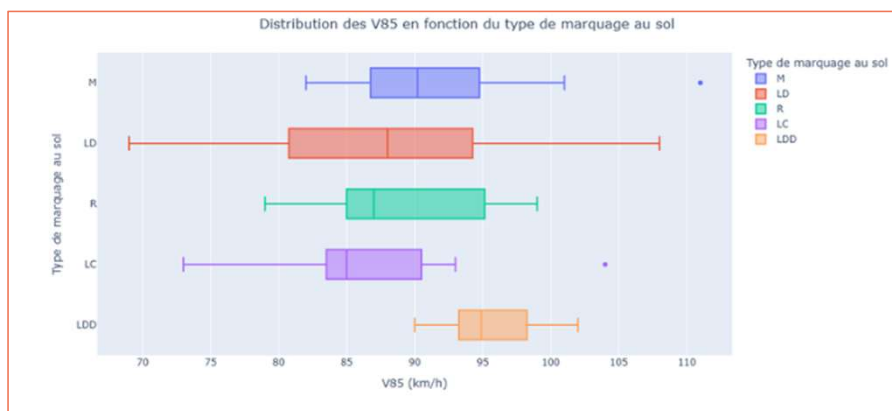
- Reprend les principales spécificités mises en place :
 - Définition des véhicules libres
 - Définition de la V_{85}
 - Filtrage des doublons, extremum,
 -
- Fusion des différentes bases de données
-

Aller plus loin : test des modèles prédictifs



Analyse des données

- Test statistique pour comparer les V_{85} moyennes selon les variables catégorielles à plus de deux modalités
- Test significatif concernant l'importance du tronçon (77 km/h de moyenne contre 89 km/h entre les tronçons 3 et 2)
- Marquage au sol : moyenne variant de 86,77 à 95,56. Test de Kruskal-Wallis (p-valeur de 0,0561)
- VMA : l'écart n'est pas considéré significatif



- MLCDC1** Tronçon d'importance 1 : Il correspond au réseau principal structurant (autoroutes ou grandes liaisons nationales majeures), qui supporte les flux de circulation les plus importants à l'échelle du pays.
- Tronçon d'importance 2 : Il sert à assurer les liaisons à fort trafic entre les agglomérations importantes, à relier ces villes au réseau d'importance 1, ou à proposer des itinéraires de contournement et des alternatives aux axes majeurs.
- Tronçon d'importance 3 : Il représente les liaisons secondaires ou intermédiaires, principalement les routes reliant les villes à l'intérieur d'un même département.

M. Ludovic CHASTENET DE CASTAING; 02/09/2026

Aller plus loin : test des modèles prédictifs

5 familles de modèles

- Baselines (moyenne, régression linéaire)
- Modèles linéaires régularisés (Ridge, Lasso, ElasticNet)
- SVR (noyaux linéaire et RBF)
- Modèles arborescents (arbre, Random Forest, XGBoost)
- K plus proches voisins (KNN)



Modèle prédictif

6 configurations de prétraitement

- Brute — aucune transformation
- Normalisée (MinMaxScaler)
- Standardisée (StandardScaler)
- Polynomiale degré 2 × sélection Pearson / info. mutuelle
- Polynomiale degré 3 × sélection Pearson / info. mutuelle



Validation croisée RepeatedKfold ($5 \times 10 = 50$ découpages) · **RandomizedSearchCV** pour les hyperparamètres · critère : **MAE**

Aller plus loin : test des modèles prédictifs

Modèle prédictif

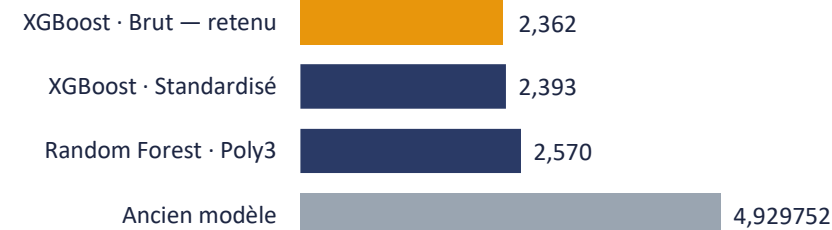
	Modèle	Validation MAE	MAE test	MAE train	MAE tot	RMSE	R ²
15	XGBoost_Raw	5.663	4.185	2.030	2.362	5.831	0.427
33	XGBoost_Stand	5.641	4.202	2.064	2.393	5.924	0.409
16	XGBoost_Scaler	5.660	4.317	2.082	2.426	5.995	0.395
34	XGBoost_Poly2	5.626	4.352	3.105	3.297	5.654	0.461
14	RandomForest_Poly3	5.413	4.378	2.241	2.570	6.133	0.366
17	XGBoost_Poly3	5.569	4.970	2.859	3.184	6.189	0.355
32	RandomForest_Poly2	5.419	4.985	2.178	2.610	6.737	0.235
13	RandomForest_Scaler	5.504	5.414	2.275	2.758	7.796	-0.024
12	RandomForest_Raw	5.494	5.451	2.250	2.743	7.900	-0.052
31	RandomForest_Stand	5.504	5.508	2.321	2.811	7.890	-0.049
35	KNN_Stand	5.774	5.578	0.672	1.426	7.587	0.030
36	KNN_Poly3	5.749	5.664	0.672	1.440	7.778	-0.019
22	Ridge_Stand	6.304	5.850	5.428	5.493	8.470	-0.209
26	ElasticNet_Stand	6.319	5.915	5.378	5.460	8.602	-0.247
29	DecisionTree_Stand	6.327	5.974	4.951	5.109	9.121	-0.401

- Des résultats qui semblent plus pertinents que l'ancien modèle....

XGBoost **2,362 km/h** **0,427**

Modèle retenu Erreur moyenne (MAE) Variance expliquée (R²)

Comparaison des meilleurs modèles (erreur absolue moyenne, en km/h)



- mais qui posent problèmes en raison d'un surapprentissage
- Nécessité d'augmenter l'échantillon pour l'utilisation des modèles prédictifs

Merci pour votre attention

TOUTES NOS ACTUALITÉS, SOLUTIONS,
ACTIVITÉS ET SERVICES

cerema.fr

NOS RESSOURCES DOCUMENTAIRES

doc.cerema.fr

NOS ÉVÈNEMENTS, CONFÉRENCES
ET WÉBINAIRES

cerema.fr/evenements

NOS FORMATIONS CERTIFIÉES

cerema.fr/formation

NOTRE OFFRE
AUX COLLECTIVITÉS
TERRITORIALES :
REJOIGNEZ-NOUS !

cerema.fr/collectivites-territoriales



NOUS CONTACTER

cerema.fr/contact

  @cerema