



# CALAGE D'UN MODÈLE DE POURSUITE SIMPLE SUR LES DONNÉES DE TRAJECTOIRES

# SOMMAIRE

Introduction	3
Compréhension du code	4
Comment améliorer la clarté des figures fournies ?	6
Quelle est la proportion de véhicule utilisables dans le modèle ?	7
Quelle erreur permet de mieux caler le modèle ?	7
Les trajectoires réelles sont elles vraiment modélisables ?	9

## INTRODUCTION

L'objectif de cet exercice est de comprendre le principe du calage d'un modèle (ici modèle de Newell) sur un ensemble de données.

On calcule grâce à ce modèle la trajectoire du véhicule  $n$  (dit « véhicule suiveur ») à partir du véhicule  $n-1$  (dit « véhicule leader »).

Ici on cherche à caler ce modèle avec des exemples précis et réels des trajectoires de certaines voitures. Après ce calage, le modèle pourra être utilisé sur tous les véhicules voulus.

À partir des données recueillies par le projet NGSim, un code informatique nous a été donné pour effectuer ce calage. Ce code est expliqué dans la première partie du rapport.

Dans ce rapport nous étudierons le code utilisé, et nous nous poserons certaines questions pour savoir si ce code pourrait éventuellement être optimisé, et si le modèle ainsi calé pourrait être réellement utilisé dans un autre cas concret.

## COMPRÉHENSION DU CODE

Pour réaliser l'exercice nous utilisons les données recueillies par le projet NGSim de la FHWA avec 6 caméras placées au sommet d'un immeuble. Ces données sont des données de temps et de distances entre chaque véhicule sur les voies. Dans la suite de l'étude nous nous intéressons à la voie 2 et nous avons choisi une proportion de véhicule de 5%.

Le code fourni nous permet de chercher les valeurs de D et Tau du véhicule pour laquelle le RMSE est minimal. Le RMSE (*root mean square error*) est la racine de la moyenne au carré. Le MAE (*Mean Absolute Error*) est l'erreur absolue moyenne : moyenne arithmétique des valeurs absolues des écarts. Pour construire les matrices des erreurs (RMSE et MAE), on parcourt l'ensemble des véhicules. On construit les triplets des suiveurs (vitesse, temps, position) à partir du modèle de Newell. On balaye ensuite les valeurs de D et tau pour calculer à chaque fois le RME et MAE correspondant. On construit ainsi étape par étape les matrices des RMSE et MAE globales. On cherche ensuite la valeur minimale pour le RMSE et MAE et pour trouver la distance et le temps optimaux associés à ce minimum. En ce qui concerne les représentations graphiques, on tire au hasard des indices de véhicules pour tracer les graphes correspondants.

Les graphiques représentent pour chaque véhicule la fonction de coût en 3D pour le RMSE, et celle en 3D pour le MAE. Sont également tracées les distributions en 2D et 3D pour la MAE et la RMSE.

## EXISTE-T-IL UN LIEN ENTRE LES DEUX DISTRIBUTIONS DE D ET DE TAU ?

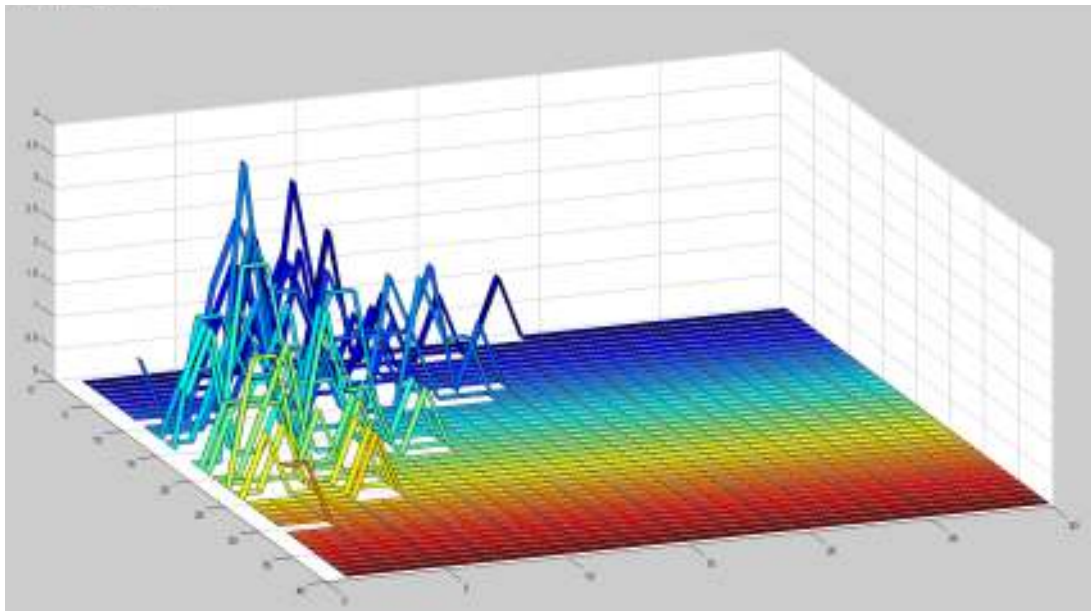


FIGURE 1 - DISTRIBUTION 3D DU RMSE

Le liens entre les deux distributions est une Gaussienne (cf figure 2) plus ou moins symétrique. Il existe des valeurs pour lesquelles D et tau sont petits mais pas des valeurs pour lesquelles D grand et tau grand. (cf figure 1)

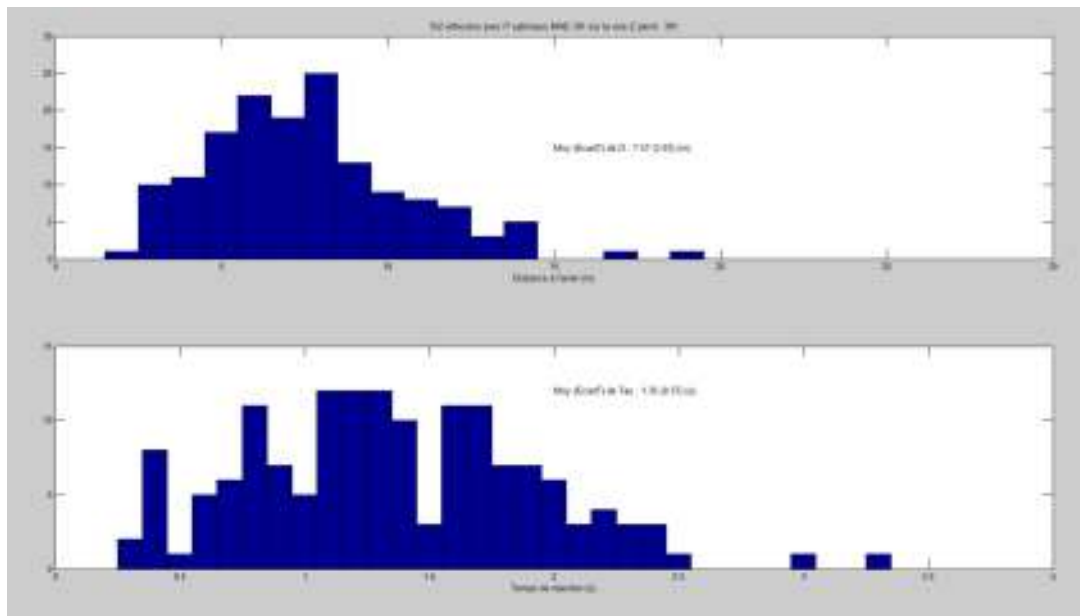


FIGURE 2 : HISTOGRAMMES MAE EN FONCTION DE TAU ET DE D

Le temps de réaction est lié à la distance d'arrêt. En effet, la distance d'arrêt est égale à la distance de freinage + la distance parcourue durant le temps de réaction. Ainsi, D et Tau sont obligatoirement liés.

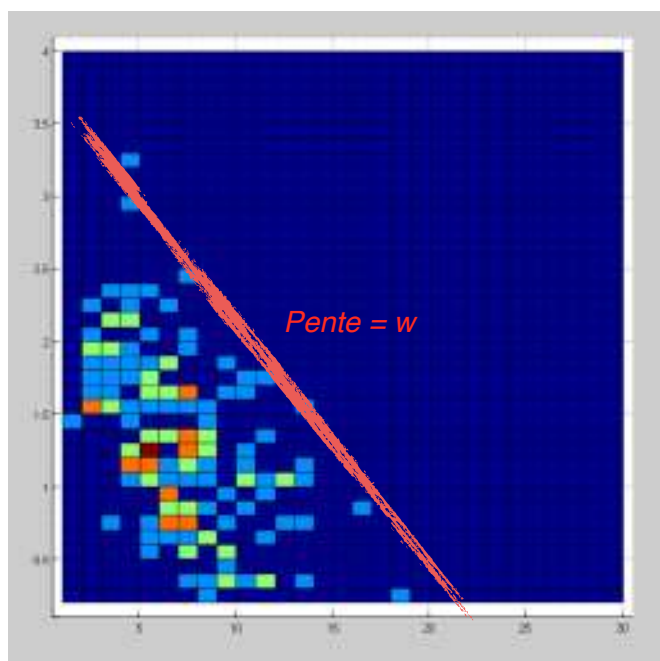


FIGURE 3 : GRAPHIQUE REPRÉSENTANT TAU EN FONCTION DE D

Il y a une corrélation entre D et tau qui correspond à un  $w$  constant, avec  $w$  la vitesse de remontée de congestion. En effet, on a un nuage de point et l'on fait une régression linéaire, ce qui permet de trouver le  $w$  constant compris entre 15 et 20 m/s. (cf figure 3)

## COMMENT AMÉLIORER LA CLARTÉ DES FIGURES FOURNIES ?

La clarté des figures dépend du pas. En effet, les valeurs non-entières de distance par exemple sont comptabilisées dans la valeur inférieure. C'est pour cela que sur la figure 4 on observe que la gaussienne n'est pas précise. Le pas est trop segmenté, il faut donc l'augmenter. Nous avons donc modifié le pas qui est passé de 0,1 à 0,2 s. La gaussienne de temps est alors beaucoup plus évidente, comme on peut le voir figure 5.

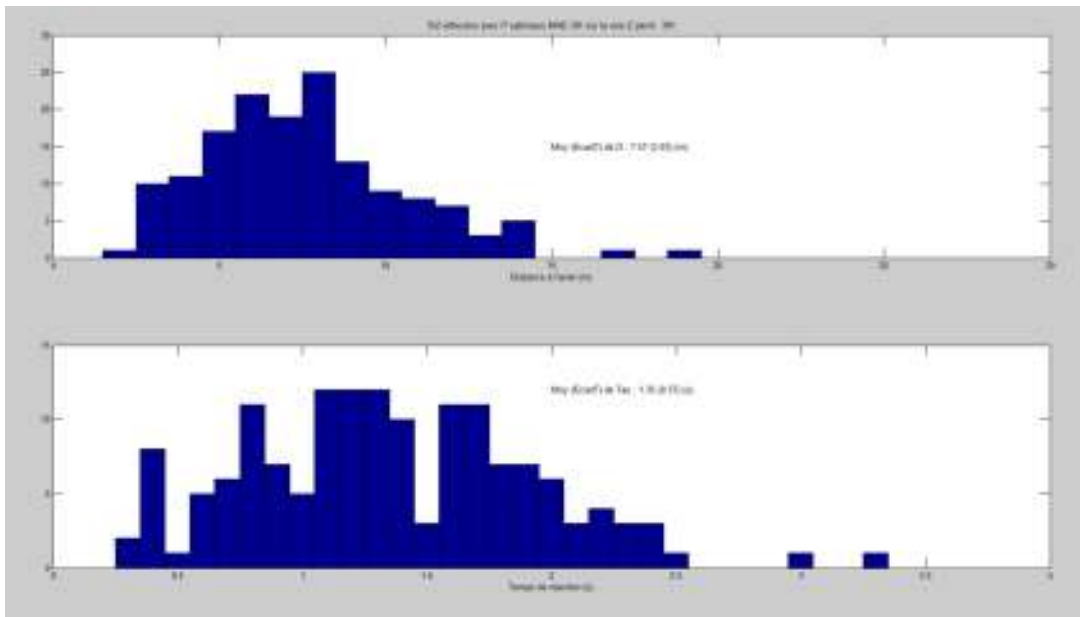


FIGURE 4 : HISTOGRAMMES DE MAE EN FONCTION DES DISTANCES ET DES TEMPS AVEC PAS DE 0,1S

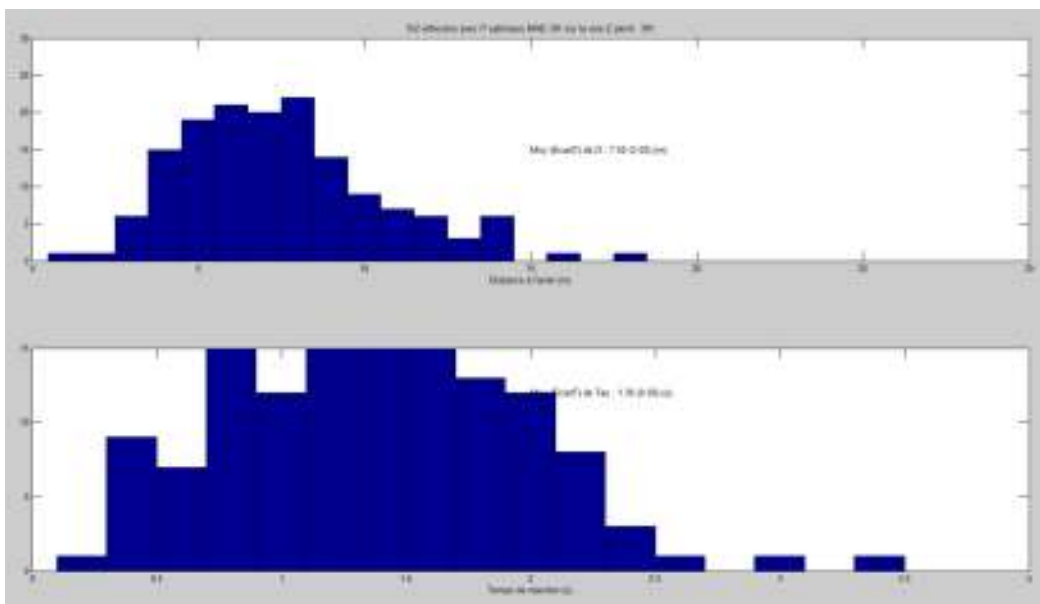


FIGURE 5 : HISTOGRAMMES DE MAE EN FONCTION DES DISTANCES ET DES TEMPS AVEC PAS DE 0,2S

## QUELLE EST LA PROPORTION DE VÉHICULE UTILISABLES DANS LE MODÈLE ?

Pour certains véhicules l'optimum de temps ou de distance est aux limites du domaine de variation. On considère ces véhicules non-utilisable pour le calage du modèle. En effet, l'optimum est sûrement en dehors des limites de Tau et D, limites choisies en fonction des capacités humaines de temps de réaction et des distances à l'arrêt classiques.

Il est donc intéressant de connaître la proportion de véhicules éliminés par rapport au nombre de véhicules total de l'étude. En effet, le nombre total de véhicule est donné par length(Veh) et est égal à 301. Le nombre de véhicules qui ont des valeurs acceptables est comptabilisé grâce au compteur nOK du code.

Il y a donc 152 véhicules acceptables sur 301, soit une proportion de 50,5%. Cette proportion semble relativement faible. En situation réelle, que la moitié des véhicules pourront être modélisés par la méthode de Newell. C'est sans doute l'une des principales faiblesses de ce modèle.

## QUELLE ERREUR PERMET DE MIEUX CALER LE MODÈLE ?

numéro véhicule	GOF	MIN (m)	D (m)	Tau (s)
2	RMSE	2,62	4	2,4
	MAE	1,93	5	2,2
7	RMSE	1,92	11	0,8
	MAE	1,55	11	0,8
111	RMSE	2,82	3	1,6
	MAE	2,28	7	1
182	RMSE	2,49	7	1
	MAE	2,06	8	0,8
193	RMSE	2,74	8	1,8
	MAE	1,82	9	1,6
207	RMSE	1,90	6	1,2
	MAE	1,47	6	1,2

FIGURE 6 : TABLEAU RÉCAPITULANT LES RÉSULTATS POUR CERTAINS VÉHICULES PRIS ALÉATOIREMENT

Nous avons calculé les D et Tau optimaux pour différents véhicules avec les deux GOF (*Goodness of Fit*) : RMSE et MAE. On remarque que les couples D et Tau sont propres à chaque véhicule et diffèrent selon le GOF choisi. En effet, pour le véhicule 2 on remarque qu'avec le RMSE la valeur minimale est plus grande qu'avec le MAE. Il semble donc que le RMSE est moins précis pour ce véhicule. Cela se confirme avec tous les autres véhicules étudiés.

Après vérification de tous les véhicules des données, le min de MAE est plus petit que le min de RMSE à chaque fois.



Cela ne nous permet pas cependant de conclure quant à la meilleure méthode entre RMSE et MAE. Car ce n'est pas parce que le MAE propose des meilleurs résultats que cette méthode est meilleure.

Le RMSE est connu pour discriminer les grands écarts, alors que tous les écarts sont « comptabilisés » pareil dans le MAE.

Une autre manière de comparer et d'étudier ces deux GOF sont d'étudier les trajectoires.

L'on va donc étudier les trajectoires de certains véhicules, notamment celle du véhicule 111. Nous avons vérifié auparavant que ce véhicule n'avait pas un comportement atypique (problème de trajectoire ou de distance à l'arrêt avec le véhicule précédent)

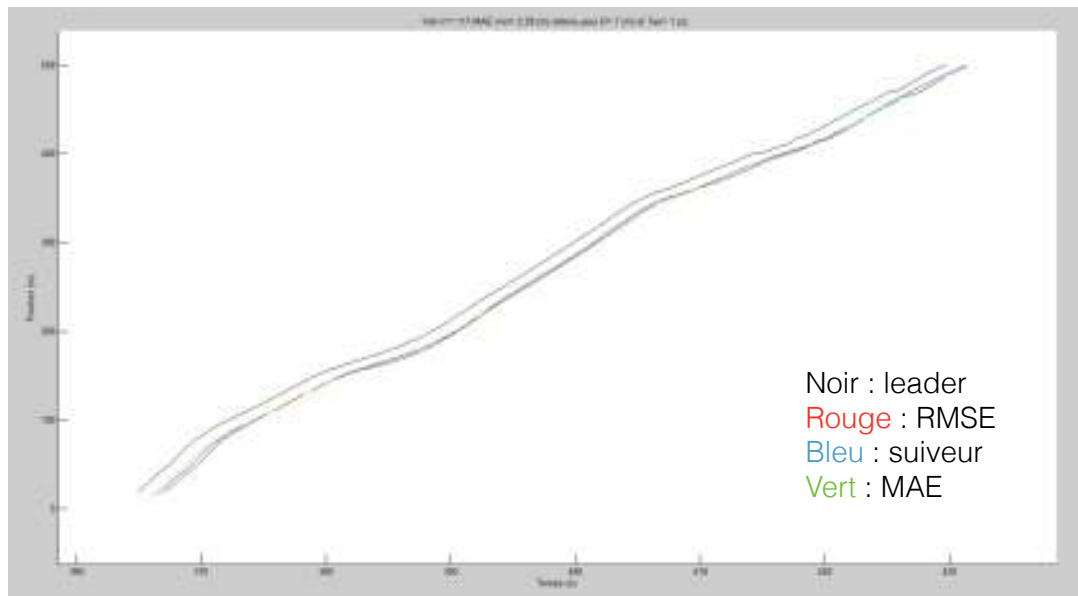


FIGURE 7 : TRAJECTOIRE RÉELLE ET ESTIMÉE DU VÉHICULE 111

Chaque courbe modélisée s'appuie sur un type d'erreur MAE et RMSE, la courbe qui s'approche le plus de la courbe bleue (véhicule suiveur) sera alors la meilleure méthode.

On observe que sur certaines zones, la trajectoire simulée n'est pas très proche de la trajectoire du suiveur.

On remarque également que ces zones sont celles correspondant aux ralentissements des véhicules. Cela pourrait peut-être s'expliquer par le fait que le tau optimal calculé ne correspond pas à un temps de ralentissement humain (inférieur à 1 seconde par exemple).

Si les couples D et Tau proposés par RMSE et MAE sont trop éloignés, le véhicule ne devrait pas entrer dans le modèle. Pour améliorer ce modèle de calage, une possibilité serait d'éliminer les véhicules dont les deux couples de paramètres optimaux sont trop différents, ce qui permettrait d'approcher au maximum le modèle de Newell.



## LES TRAJECTOIRES RÉELLES SONT ELLES VRAIMENT MODÉLISABLES ?

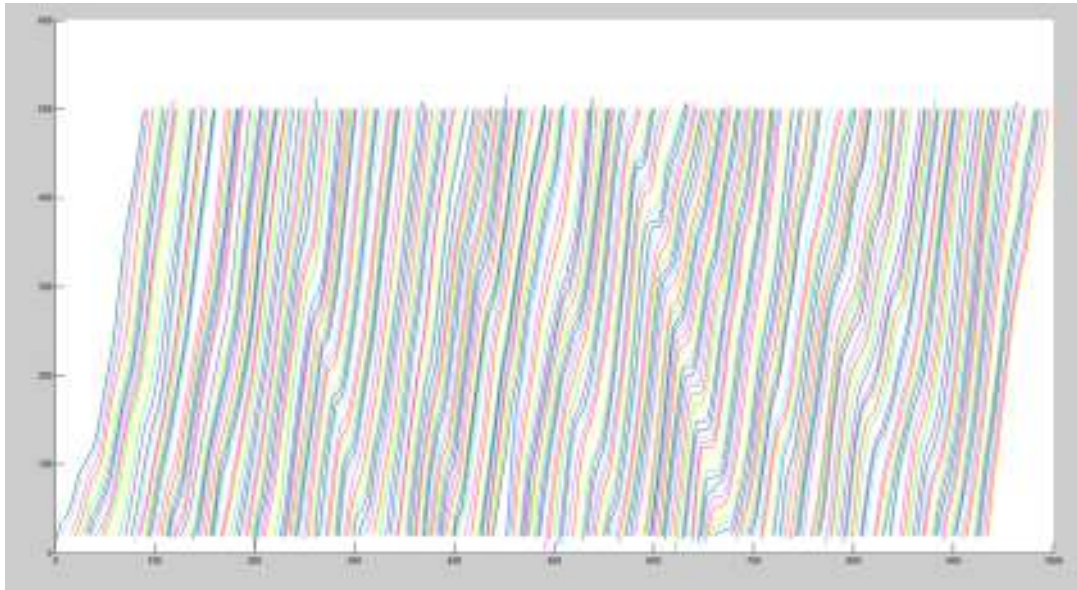


FIGURE 8 : TRAJECTOIRE DES 301 VÉHICULES

Certains véhicules ont un comportement que l'on peut qualifier d' « atypique ». En effet, certains véhicules ont une distance à l'arrêt très grande avec les véhicule précédent, comme on peut le voir en rose gras sur la figure 9. Ces distances très éloignées de la distance moyenne sont impossibles à prévoir par le modèle.

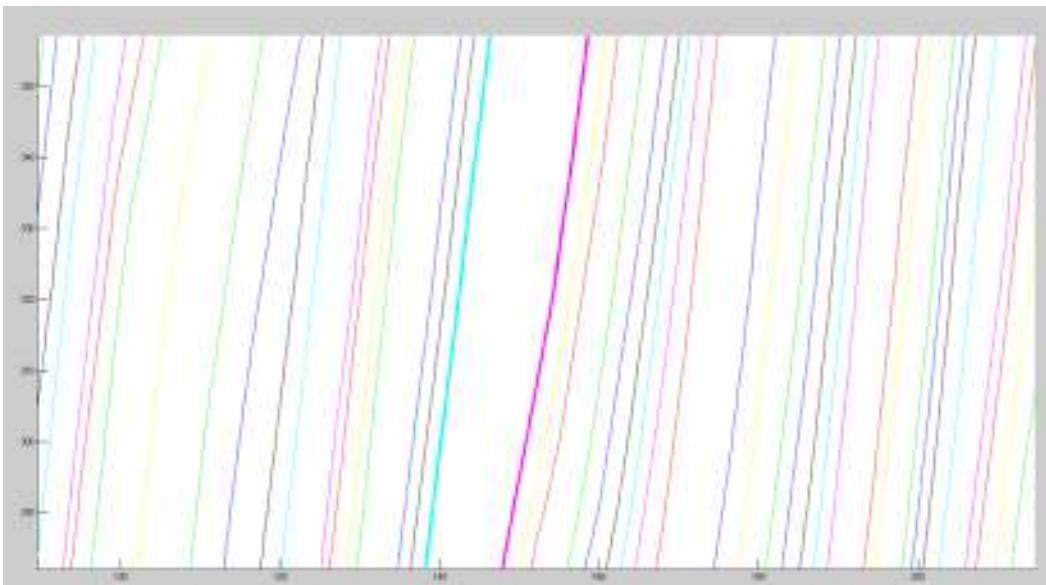


FIGURE 9 : ZOOM SUR LA TRAJECTOIRE

De même, certains véhicules freinent brutalement ou n'ont pas une trajectoire lisse, comme on peut le voir sur la figure 10, du coup, la modélisation devient donc difficile.

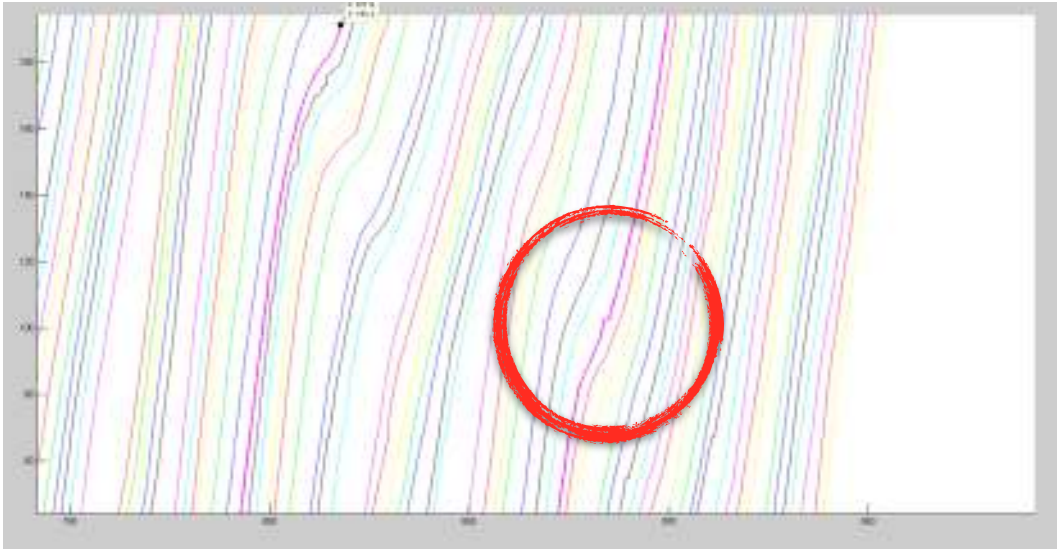


FIGURE 10 : COMPORTEMENT ATYPIQUE DU VÉHICULE ROSE