



IFSTTAR



INRIA



Cerea



Centre d'Enseignement  
et de Recherche  
en Environnement  
Atmosphérique



MOCOPO

*Measuring and mODelling  
traffic CONgestion and POLLution*

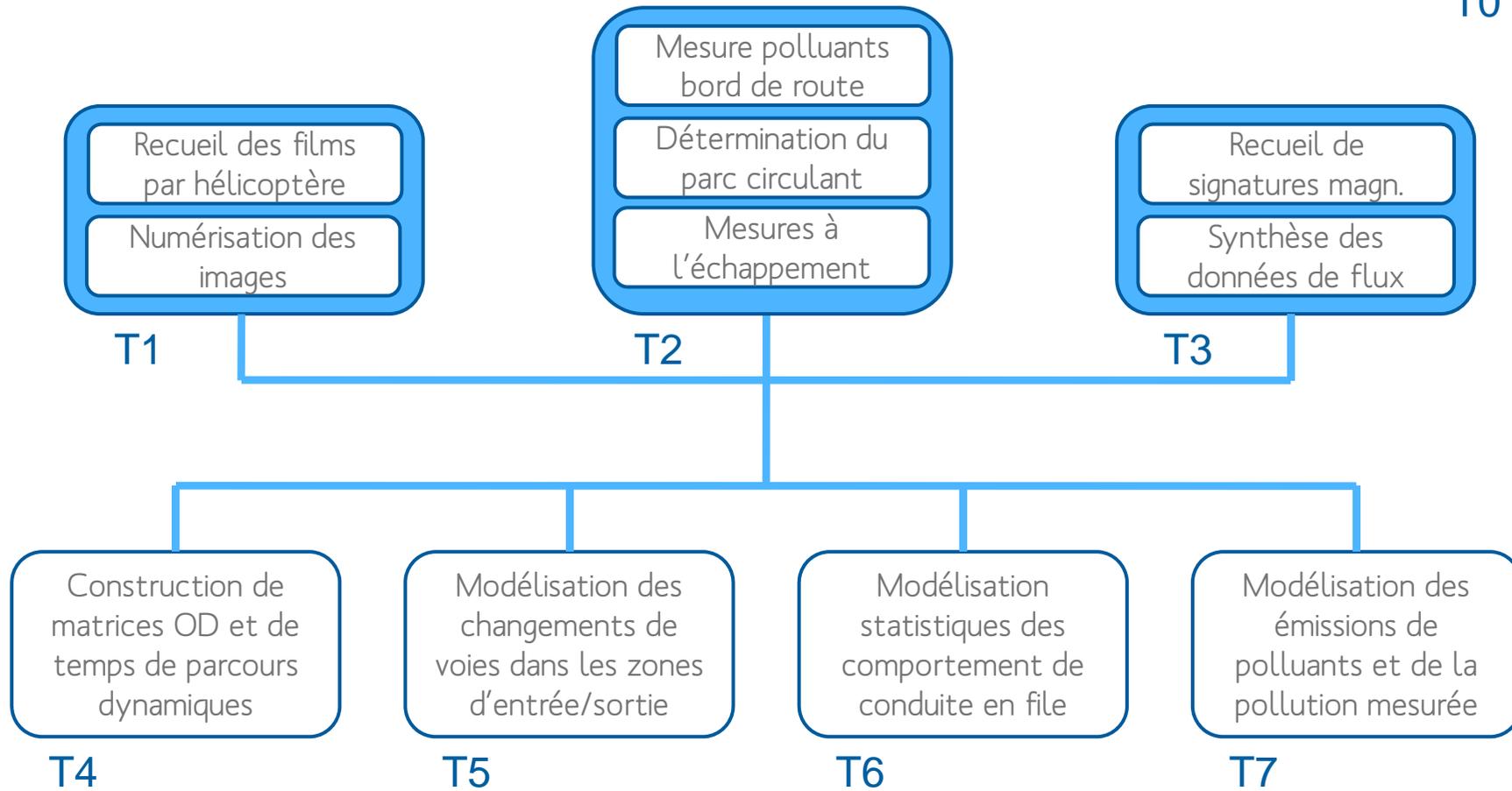
# Données de trajectoires : Analyse de la qualité des mesures de position

Présentation au séminaire SERRES, Mars 2013  
Christine Buisson et Laurent Debize

# MOCoPo : Mesure et mOdélisation de la COngestion et de la POLLution

Coordination, gestion des délais et livrables,  
Diffusion et valorisation des résultats

T0



# Plan

---

- ▶ Motivation
- ▶ Comment récupérer les images ?
- ▶ Comment les transformer en trajectoires ;  
quelles sont les sources d'erreurs sur la position ?
- ▶ Comment traiter les trajectoires pour pouvoir ensuite les  
utiliser pour valider / invalider les modèles de poursuite  
et de changement de voie ?
- ▶ Piste pour quantifier ces erreurs sur la position



# Motivation

- ▶ Les capteurs ponctuels ne peuvent observer :
  - ▶ les changements de voie
  - ▶ les accélérations
- ▶ Ce sont ces phénomènes qui sont à l'origine de certaines congestions
- ▶ Ces congestions sont retardées par les régulations
- ▶ Il est donc indispensable d'observer **l'évolution spatio-temporelle** du trafic
- ▶ Si possible, au moment de **l'apparition de la congestion**
- ▶ Il faut donc des trajectoires, dont la précision permette d'observer finement **l'accélération et les changements de voie**



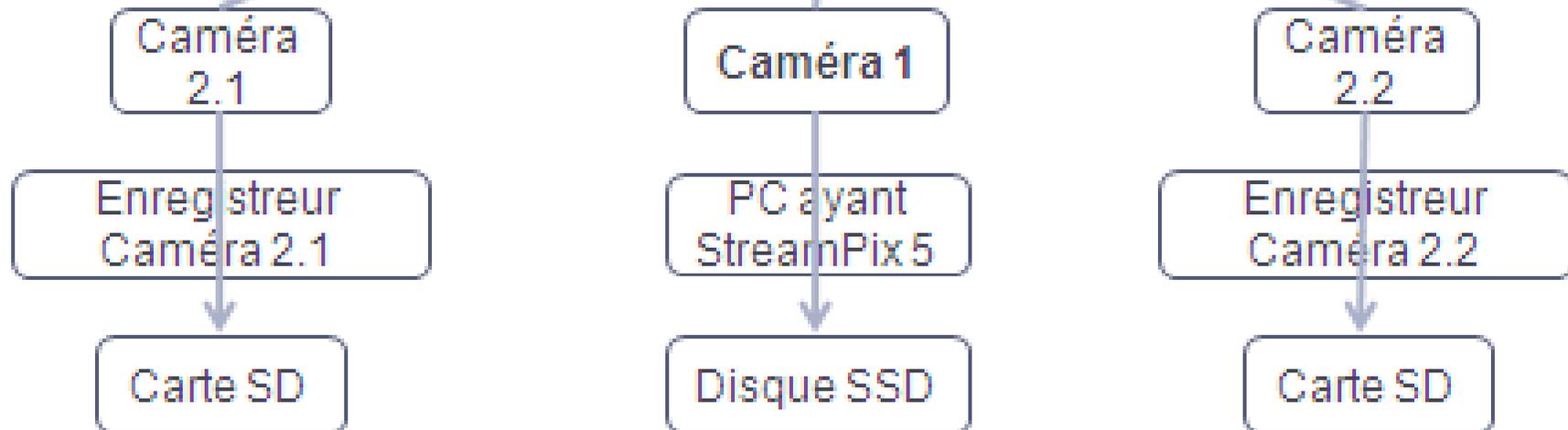
## Comment récupérer les images ?

---

- ▶ Un point haut
- ▶ Une caméra
- ▶ Un processus de numérisation
- ▶ Un ensemble d'images successives de chaque véhicule
- ▶ Résultat :  $\{x_i, y_i, t_i\}$
  
- ▶ Comme la section a une longueur de 500 m environ, il y a donc 20 secondes d'observation si  $V=90$  km/h ou 60 secondes si  $V=30$  km/h.



# Acquisition des images :



Bilan : 9 h et 10 minutes « parfaites »  
12 h et 16 minutes « exploitables »

---

	Zone 1	Zone 2	Zone 3
	Durée	Durée	Durée
Lundi 12 sept 2011	15'		49'
Mardi 13 sept 2011	51'	40'	
Mercredi 14 sept 2011	3*15'	15'	59'
Jeudi 15 sept 2011	59'	58'	60'
Vendredi 16 sept 2011	60'	25'	60'
Lundi 4 juin 2012	35'		
Mardi 5 juin 2012	60'		

---



## Résultat intermédiaire : Les images

---

- ▶ 3 Terra Octets de données (3 000 000 MO)
- ▶ 3 caméras ont filmé :
  - ▶ Zone centrale (à la verticale de l'hélicoptère) : 2500 x 2000 p.



- ▶ Deux caméras latéralement disposées couvrent une zone ~ 1,5 km (images stockées pour identification des conditions amont et aval)
- ▶ La fréquence d'acquisition des images par la caméra centrale n'a pu être fixée (de l'ordre de 20 images par seconde)



# Comment transformer les images en trajectoires ? Quelles sont les sources d'erreurs sur la position ?

---

- ▶ Processus en 4 étapes :
  - ▶ Stabilisation, correction de la distorsion
  - ▶ Identification des véhicules sur chaque image
  - ▶ Poursuite des véhicules sur plusieurs images consécutives
  - ▶ Correction à la main.



Quatre phases de traitement des images,  
donc de nombreuses sources d'erreurs sur  $x,y$ .

---

1. Stabilisation des mouvements de l'hélicoptère et correction de la distorsion de l'image grâce à un damier. Calcul de « moyennes de pixels »,
    - Imprécision dans la détermination de la position
  2. Identification des tâches qui bougent et parmi celles-ci des véhicules
    1. Soustraction du fond (considéré comme la moyenne de plusieurs images avant et après l'image courante)
      - Difficultés si des passages nuages/soleil fréquents ou si soleil rasant + arbres + vent
    2. Pour chaque pixel résultant : est-il plus foncé, plus brillant, plus bleu (c'est alors une ombre)
      - Possibilités de non identification du véhicule par rapport au fond
    3. Groupement des pixels voisins dont les couleurs sont identiques
      - Possibilité de déformation de l'enveloppe du véhicule
      - Possibilité de grouper ensemble 2 véhicules
      - Possibilité de dédoublement des camions (tracteur/remorque)
- 

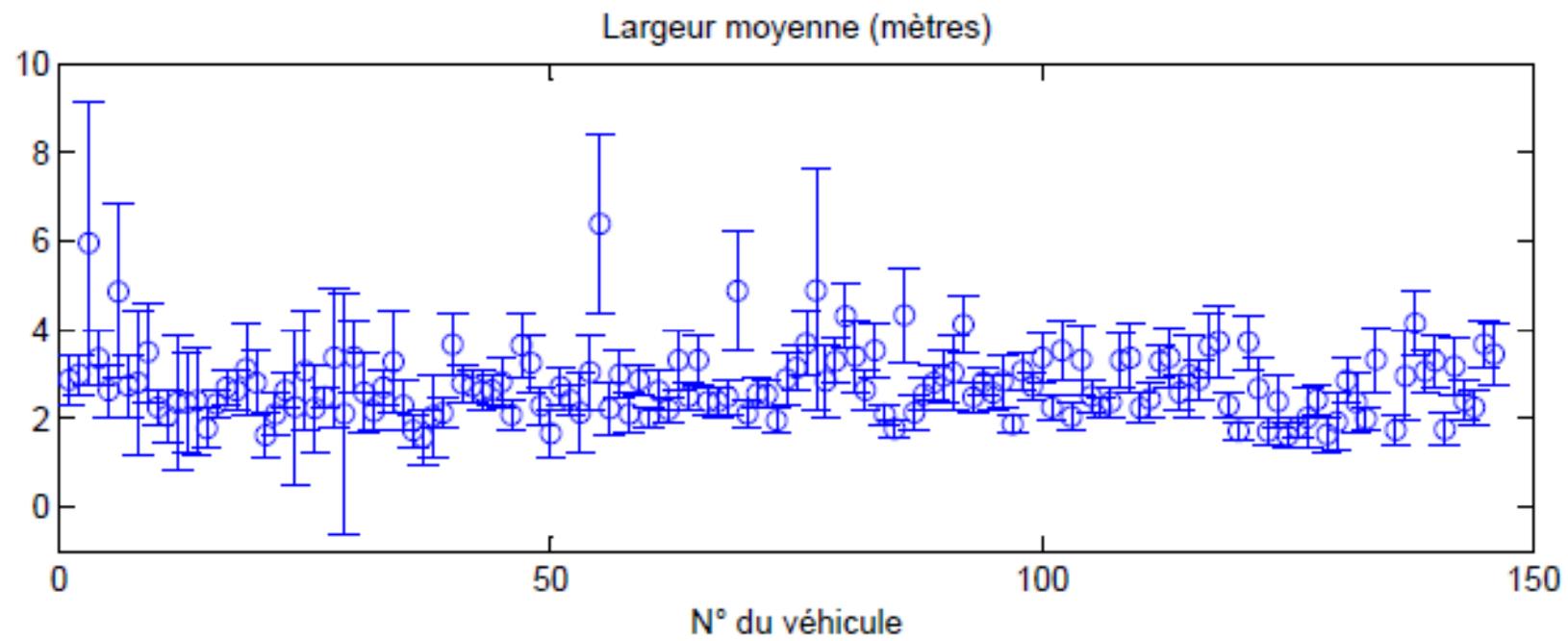
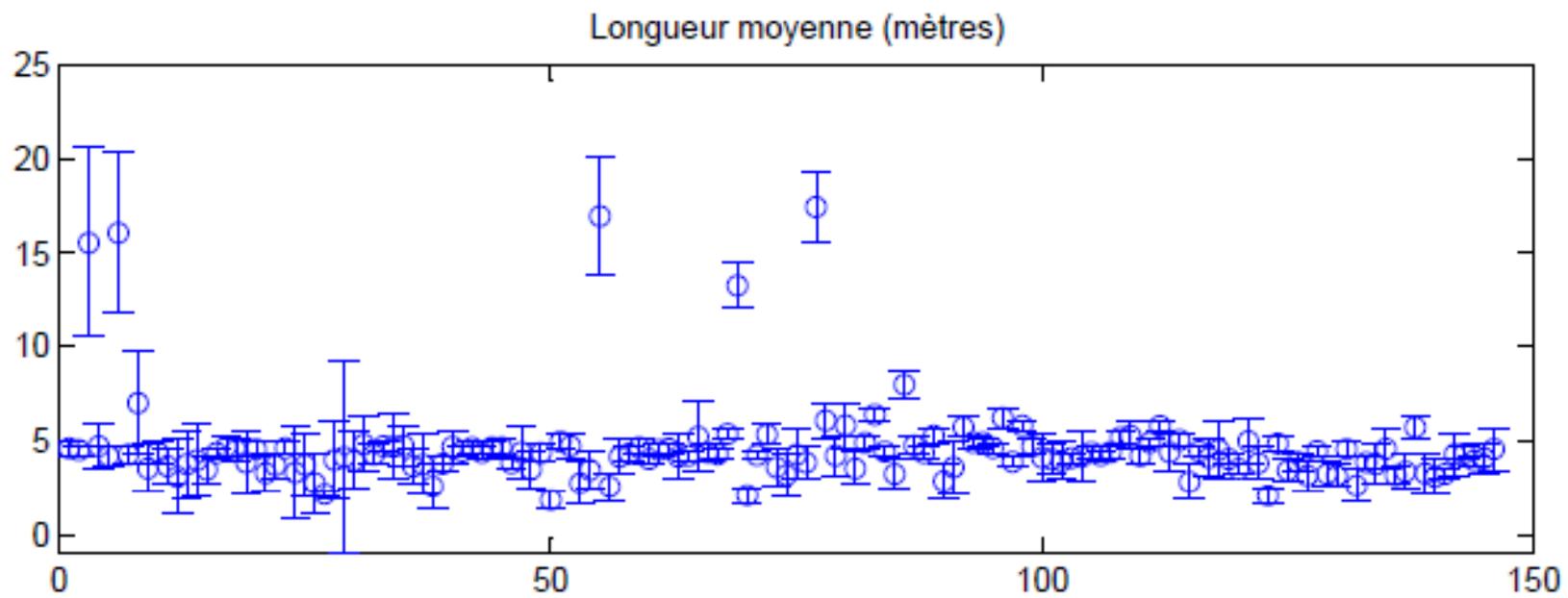




Trois véhicules non vus

- ▶ A l'issue de la phase 2, on identifie des octogones
- ▶ Pour un même véhicule la taille de son octogone varie, donc la position du centre de gravité n'est pas toujours correctement identifiée

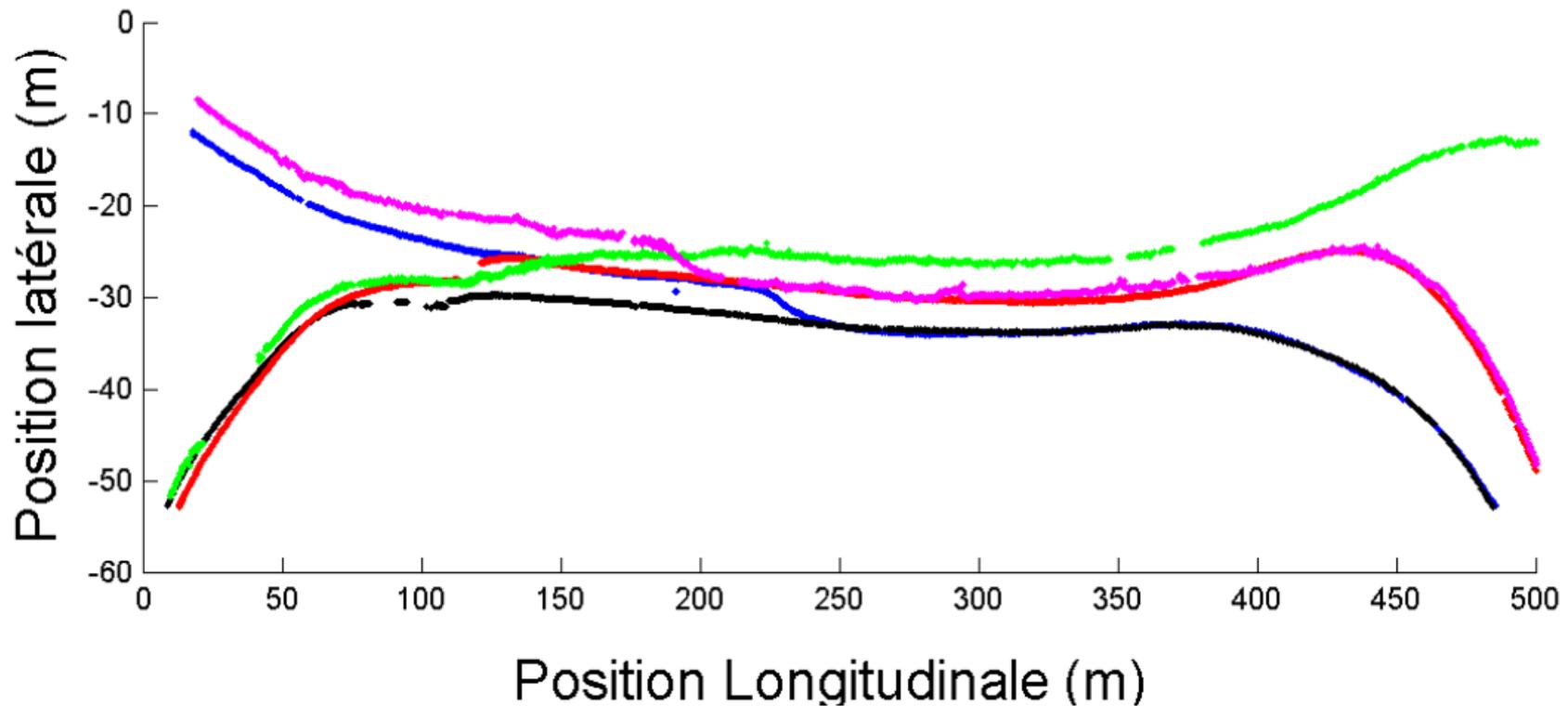




Quatre phases de traitement des images,  
donc de nombreuses sources d'erreurs sur  $x, y$ . (suite)

---

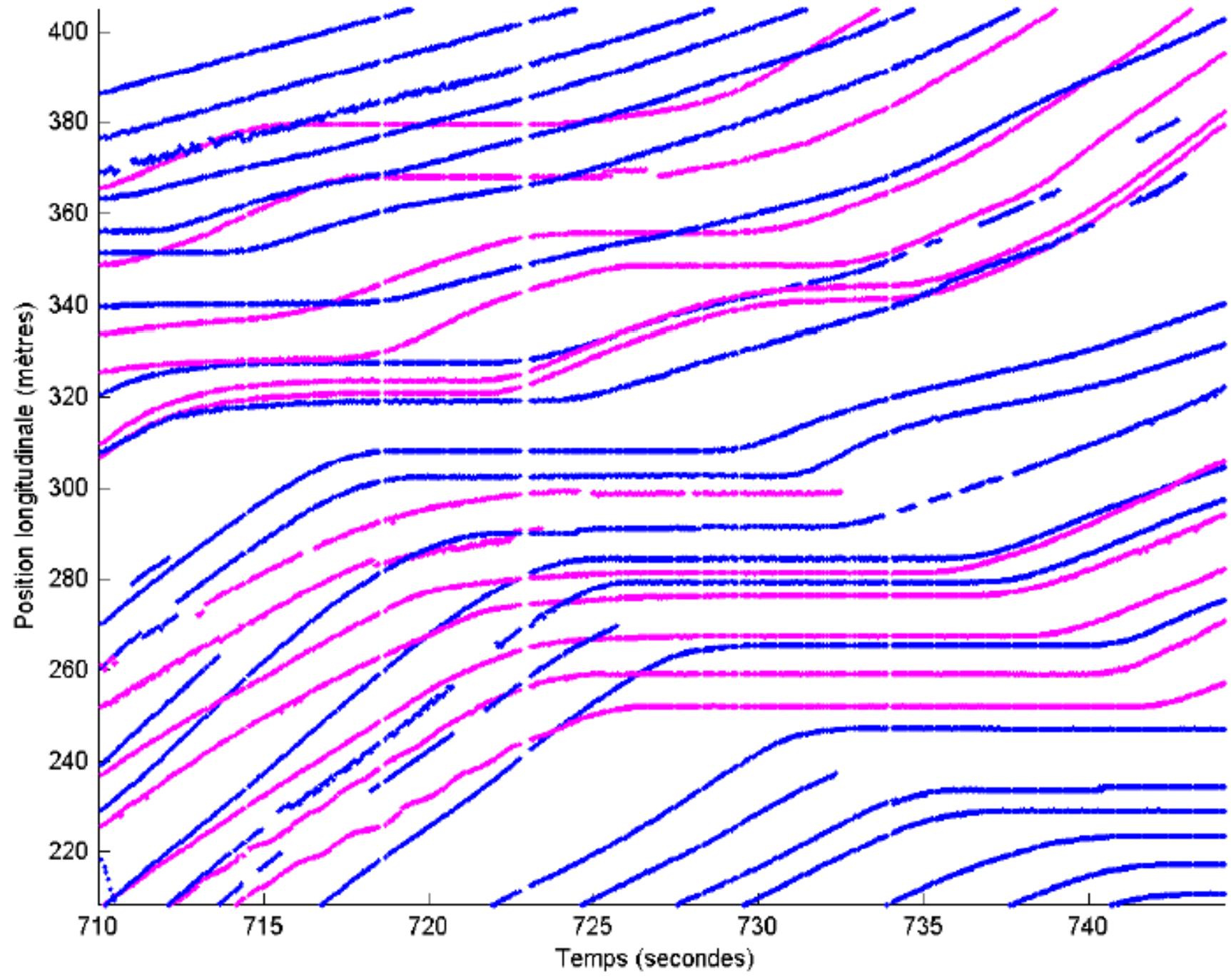
3. Identification sur les images successives, des octogones d'un même véhicule, pour construire une trajectoire



→ Possibilité de perdre un véhicule

---





# 4<sup>ème</sup> et dernière phase de traitement des images :

The screenshot displays the TrajectoryViewer application window. The main view shows a road scene with several vehicles, each represented by a cyan bounding box and a star icon. The vehicles are labeled with IDs such as 144, 153, 110, 628, 235, 189, 274, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300.

The interface includes several control panels:

- Load & store data:** Buttons for New project, Open project, Save project, Save movie, and Export traj. The current directory is `I:\sCam_1_Zone_1_160911_FM_Film4\Trajectories_Cam1_Zone1_2011_09_16ChB22fev2013.mat`.
- Trajectory boundaries:** Checkboxes for Show complete trajectories, Show partial trajectories, and Show deleted trajectories. A Clean data button is also present.
- Area boundaries:** Input fields for X min and X max, and a Clean data button.
- Removal areas:** Buttons for Add area, Remove area, and Remove vehicles. A list of removal areas is shown on the right, including TopRight, TopMiddleRight, BottomRight, BottomMiddleRight, TopMiddleLeft, TopLeft, and BottomLeft, with their respective coordinates.
- Visualise:** Buttons for Play, Stop, Play 1 veh, Pause, and Play next veh. Checkboxes for Show veh id, Show id full trajectory, and Draw id shape every. An image input field is also present.
- Zoom:** Buttons for Zoom in and Zoom out.
- Scale and Navigation:** A Scale[n/pixel] field set to 0.2106, and buttons for Prev, Vehicle id (628), and Next.
- Vehicle Management:** Buttons for Delete veh point, Delete veh part, Delete vehicle, Undo delete, Combine vehicles, Change veh id, Set as first image, Set as last image, Show selection, Clear Selection, Add veh point, Fill the gaps, Stats vehicle, and Get vehicle ids.
- Statistics:** A field for Nr of images set to 5.
- Move to:** A text input field for moving to a specific location.

A large inset window at the bottom left provides a magnified view of the road scene, showing the cyan bounding boxes and star icons for vehicles 153, 110, 628, and 238.

A la main !

# Comment traiter les trajectoires pour pouvoir ensuite les utiliser pour valider des modèles ?

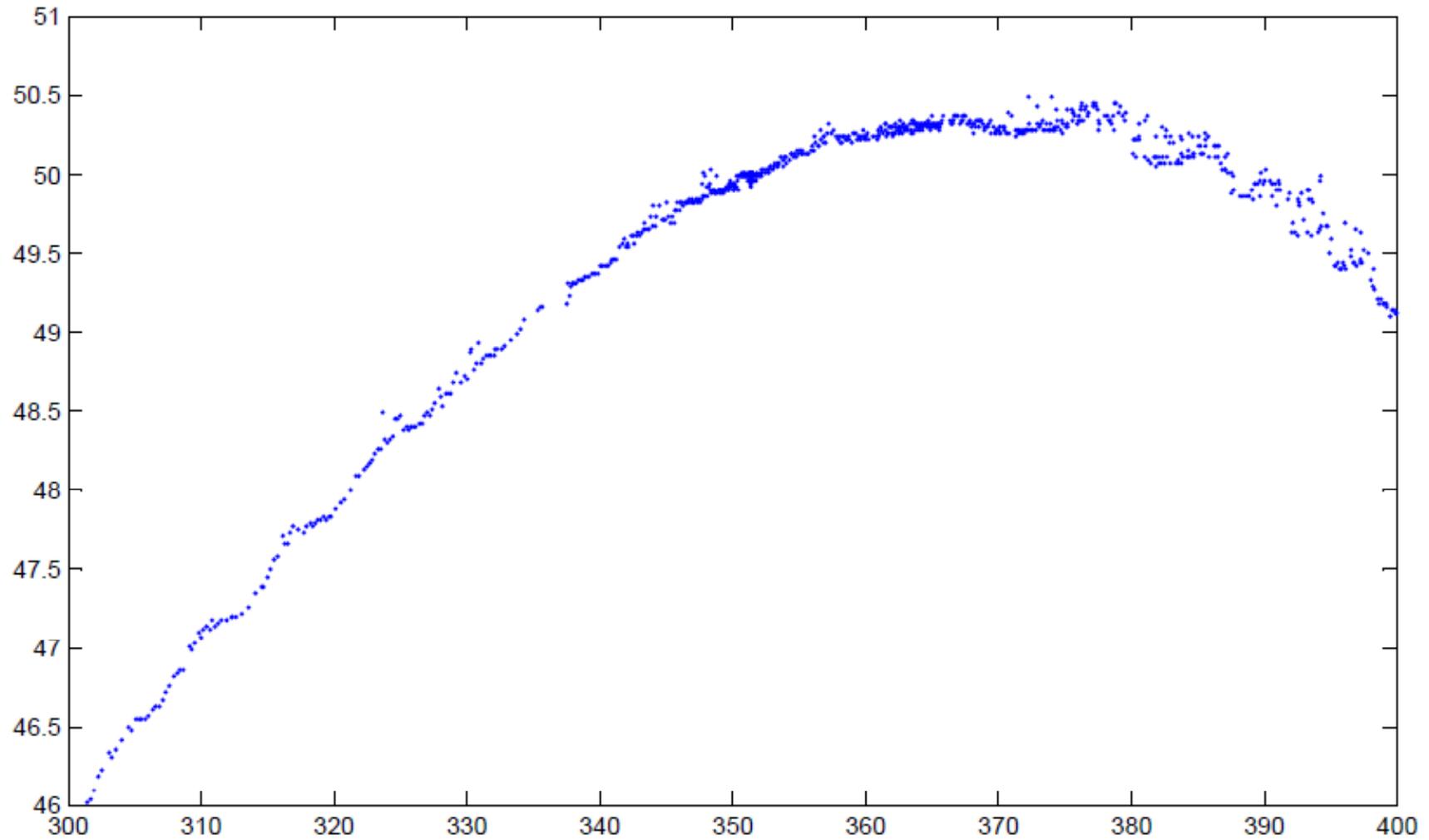
---

- ▶ Deux transformations à faire :
  - ▶ Trajectoires obtenues dans un plan  $(x,y)$  cartésien
    - ▶ Importance de disposer d'un moyen de calculer des trajectoires dans un plan  $(x,y)$  curviligne
    - ▶ Position  $y$  reliée directement au numéro de la voie.
  - ▶ Pas de temps non uniformes
    - ▶ Nécessité d'avoir des pas de temps constants (par exemple 0.1 seconde)
- ▶ Un filtrage indispensable
  - ▶ Les trajectoires contiennent des erreurs sur les positions  $x$  et  $y$  qui doivent être filtrées



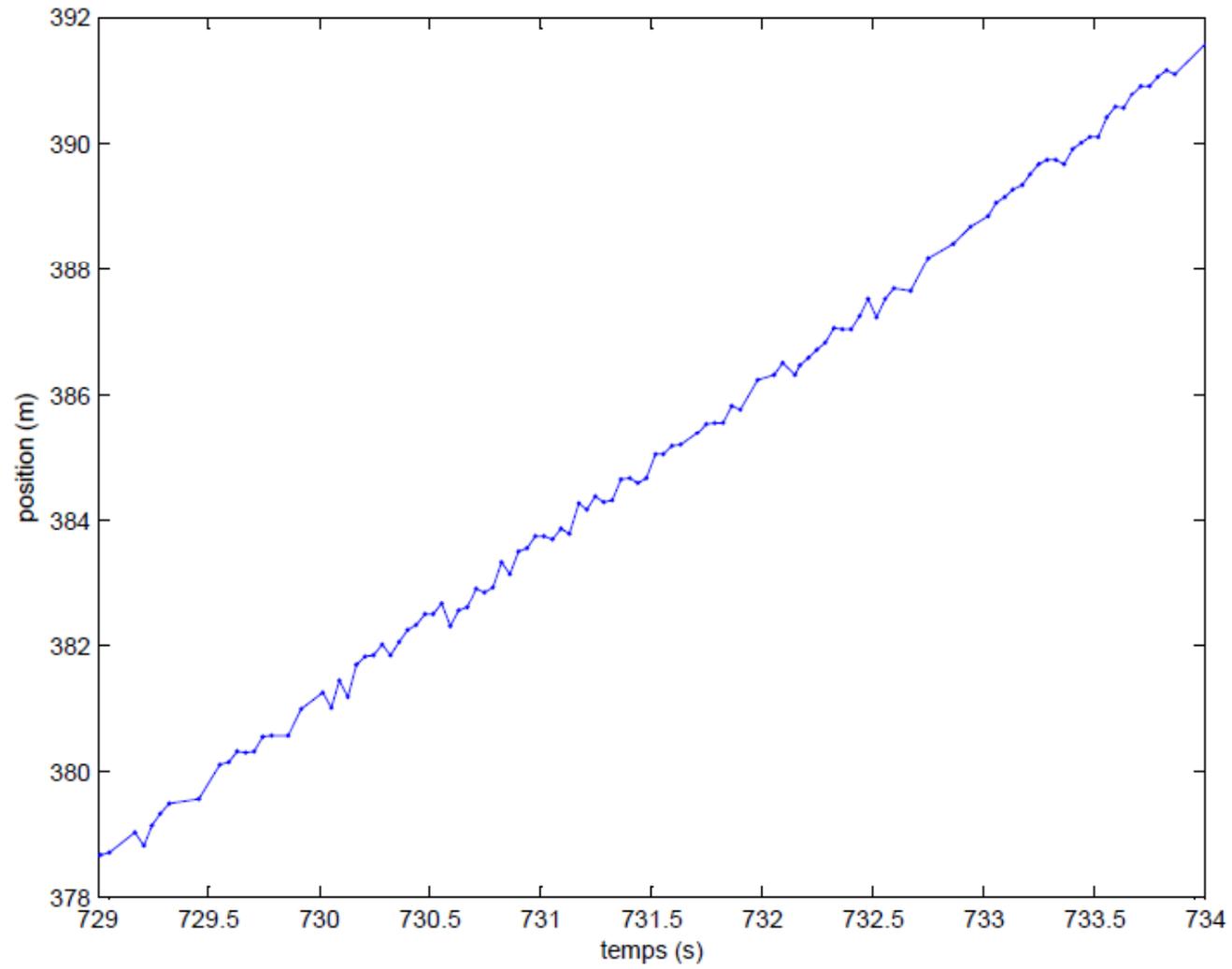
# Représentation x,y

représentation dans le plan (x,y)



# Représentation x,t (zoom)

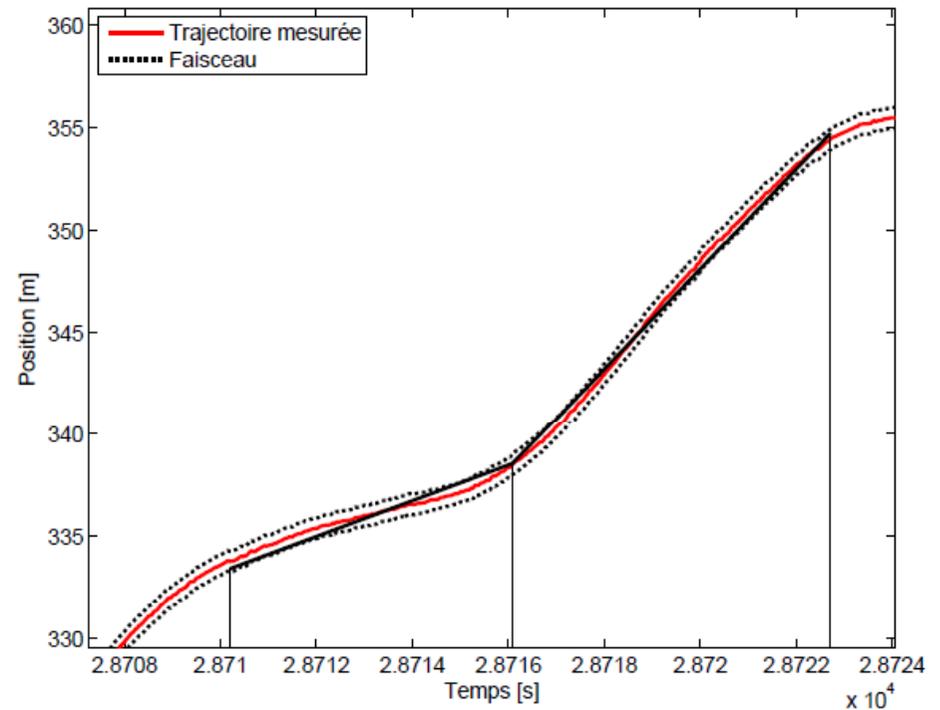
---



# Pour corriger les erreurs

---

- ▶ Plusieurs méthodes de filtrage existent, en une ou deux dimensions (par exemple splines à 1D)



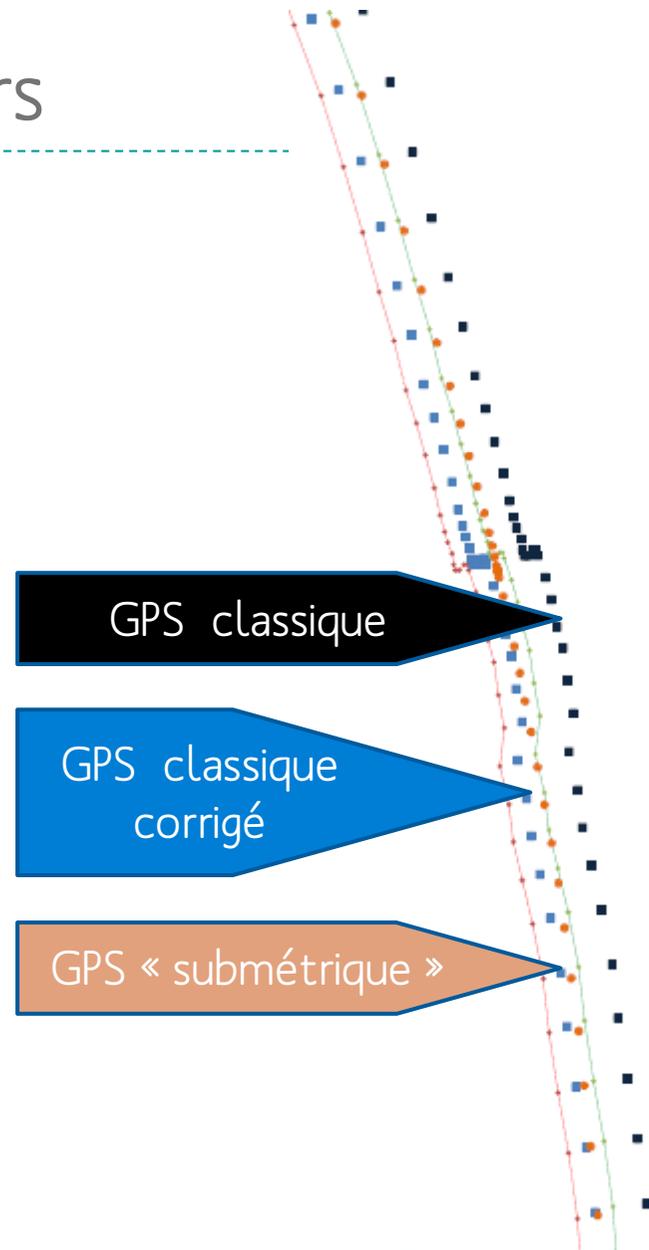
- ▶ Mais pas de connaissance détaillée des nouvelles erreurs introduites !



# Pistes pour quantifier les erreurs

---

- ▶ Il faut une référence dont la précision soit meilleure que l'erreur que l'on veut quantifier
- ▶ Un véhicule (camionnette) a été équipé de deux GPS
  - ▶ Comparaison des traces GPS avec la trajectoire de la camionnette vue dans les images
- ▶ Sauf qu'il existe une différence entre les deux GPS, lequel est le bon ???



## Conclusion

---

- ▶ Le travail de passage des images aux trajectoires est composé de plusieurs étapes successives
- ▶ Chaque étape introduit des erreurs
- ▶ Une fois la trajectoire  $\{x_i, y_i, t_i\}$  obtenue, il faut
  - passer en abscisses curvilignes
  - passer à pas de temps constants
  - filtrer les erreurs de mesure
- ▶ La quantification des erreurs s'annonce très difficile...
- ▶ Objectif : avoir fini le traitement d'un échantillon pilote de plusieurs minutes sur chaque zone pour début juin.

