



## Journée technique ATEC ITS France

ITS : Mieux connaître le GNSS pour changer de paradigme

Technologies de localisation: principes et caractéristiques

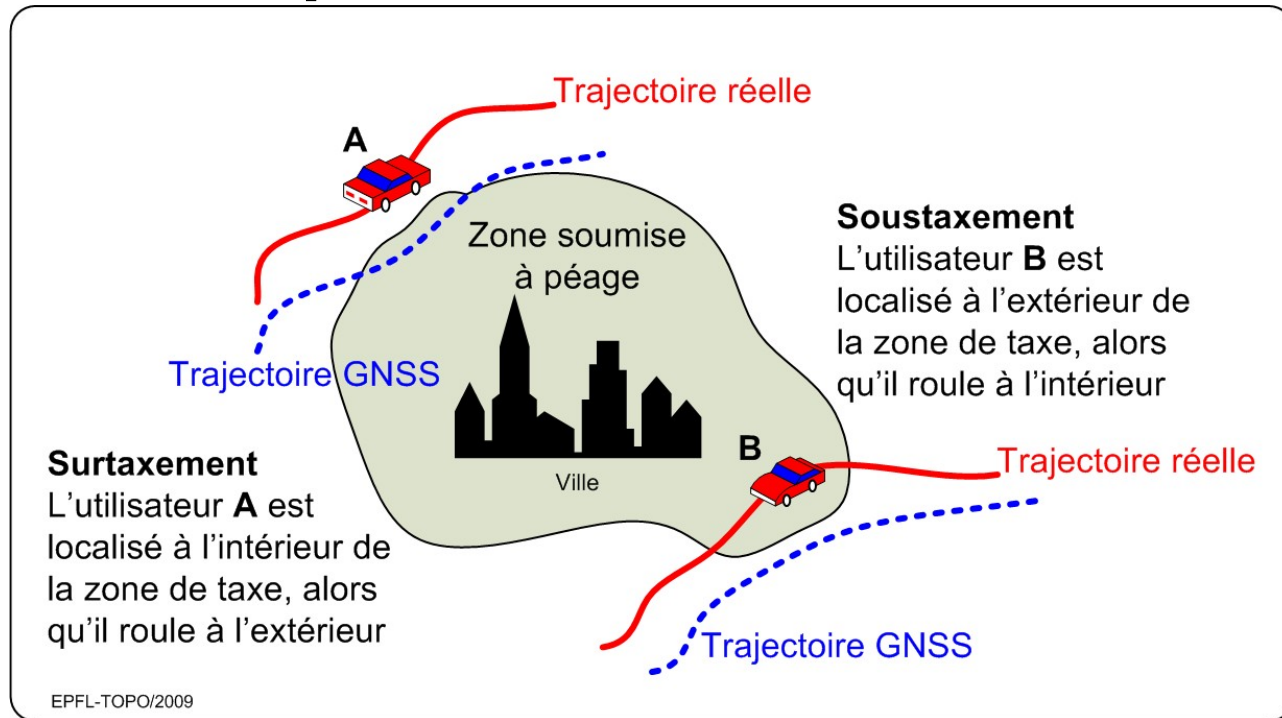
Gilliéron Pierre-Yves, EFPL, Lausanne

# Plan

- Principe de localisation
- Classification des systèmes de localisation
- Systèmes à balises fixes
- Systèmes à ondes radio
  - GSM/cellulaire
  - GNSS (Global Navigation Satellites Systems)
- Qualité de la localisation
- Navigation à l'estime
- Intégration GNSS/INS
- Synthèse



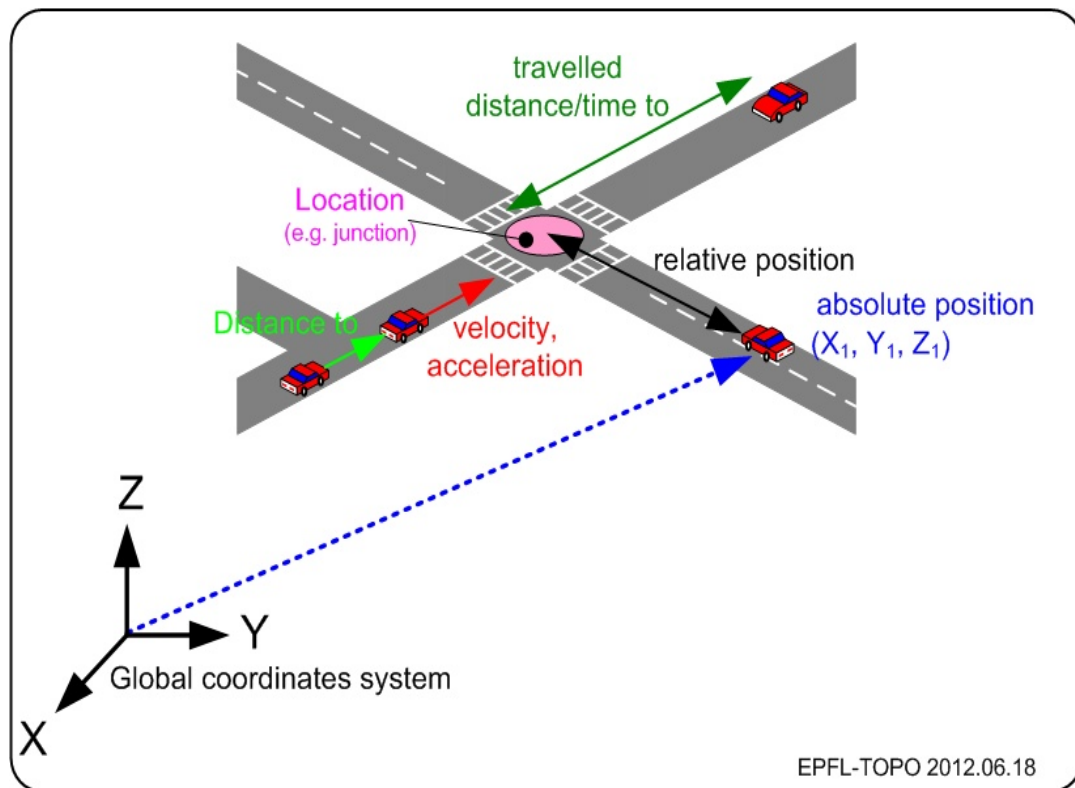
# Principe de localisation



- Quel emplacement? nœud, segment routier, zone
- Que mesurer et comment? coordonnées, à intervalles réguliers (temps/espace), en continu ,...

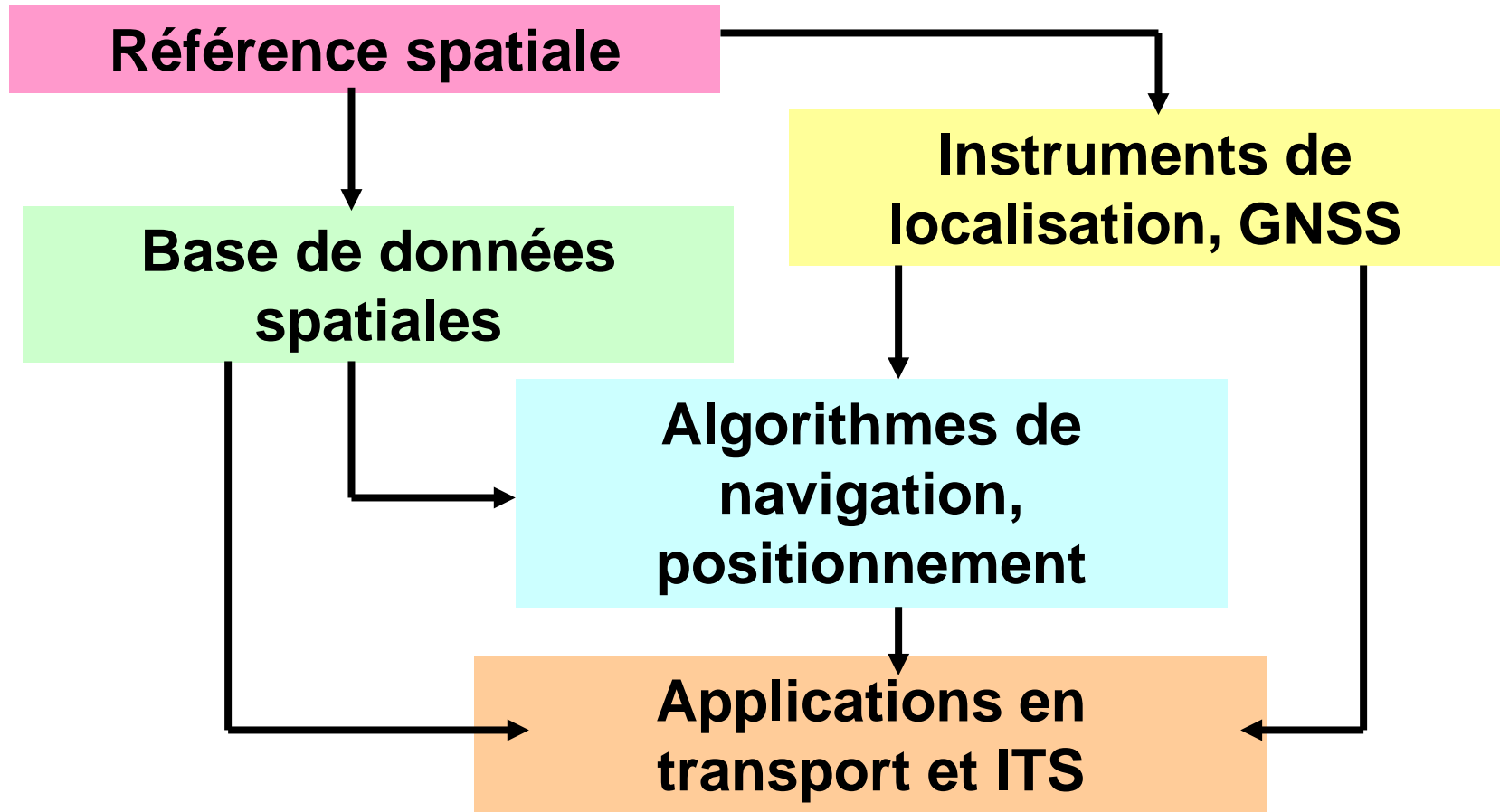
# Principe de localisation

- Paramètres fondamentaux
  - Coordonnées absolues  
Cartographiques  
Géographiques: lat. / long.
  - Position relative  
(distance, azimuth)
  - Temps
- Autres paramètres
  - Vitesse, accélération
  - Orientation, attitude

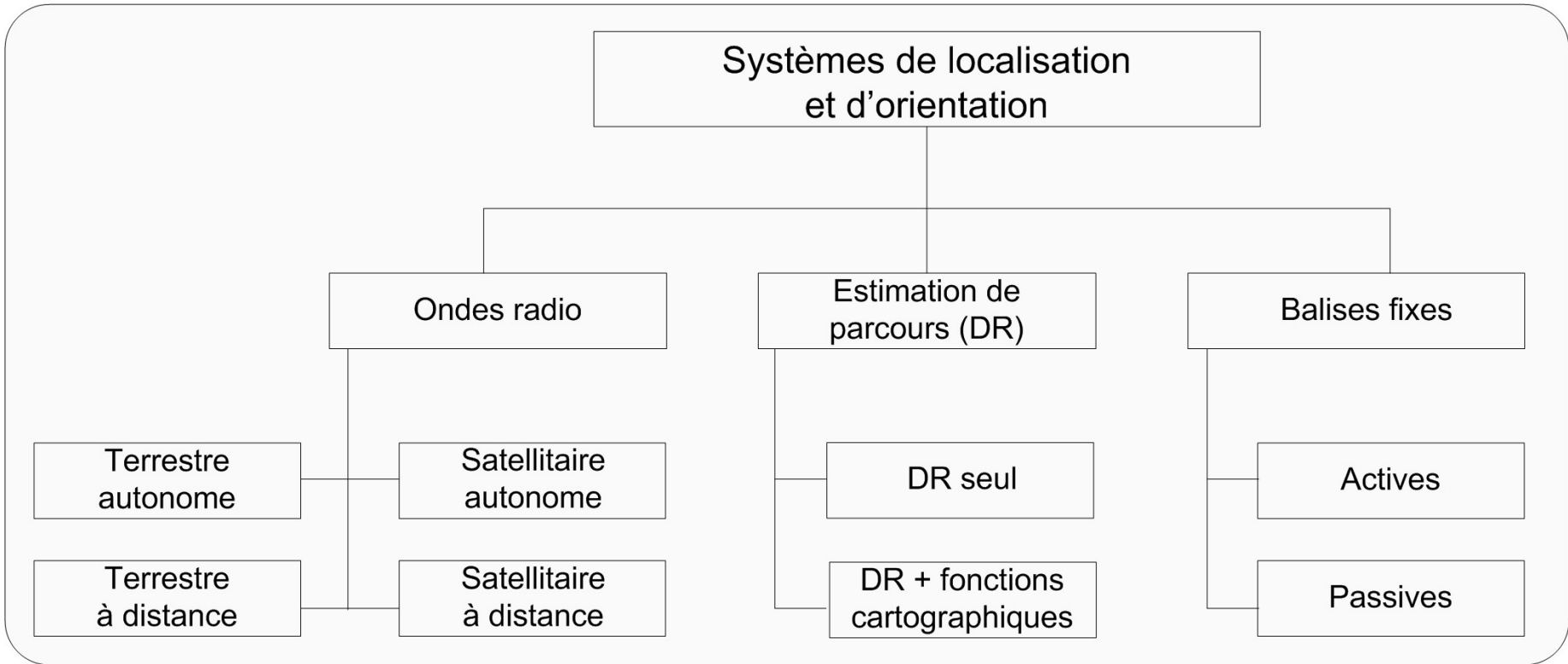


EPFL-TOPO 2012.06.18

# Principe de localisation



# Classification des systèmes de localisation



# Classification des systèmes de localisation

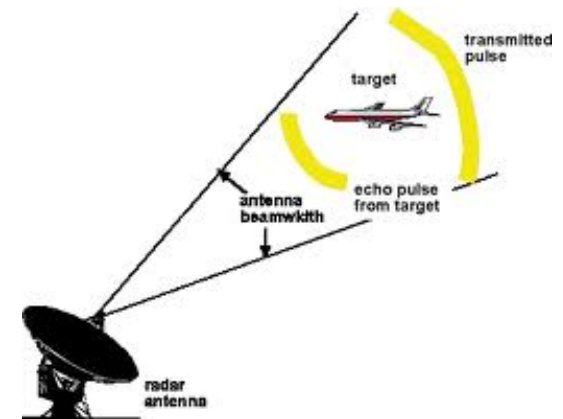
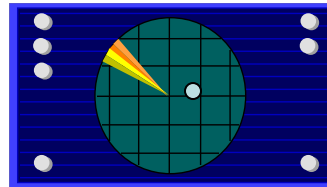
- **autonome** - « self positioning »
  - GPS : position disponible pour l'utilisateur



Lat : N 46° 34 ' 12 ''  
Long : E 06° 12 ' 25 ''

- **à distance** - « remote positioning »

- Radar



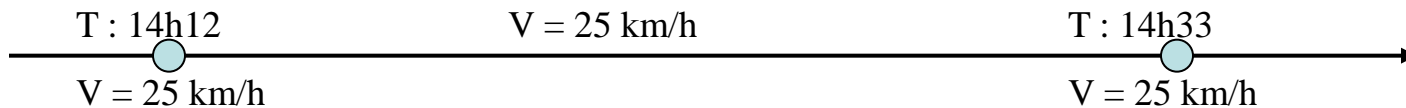
# Classification des systèmes de localisation

- Balises fixes 

- Ondes radio 



- Estimation de parcours (dead reckoning)





# Systemes à balises fixes

- Localisation par rapport à un point spécifique
- Balises de proximité
  - Réception ou émission d'un message (ID)
- **exemple** :
  - Véhicule ou personne équipés d'une puce électronique (RFID)
    - Décompte de taxes autoroutières
    - Passage au droit d'un portique

# Systemes à balises fixes

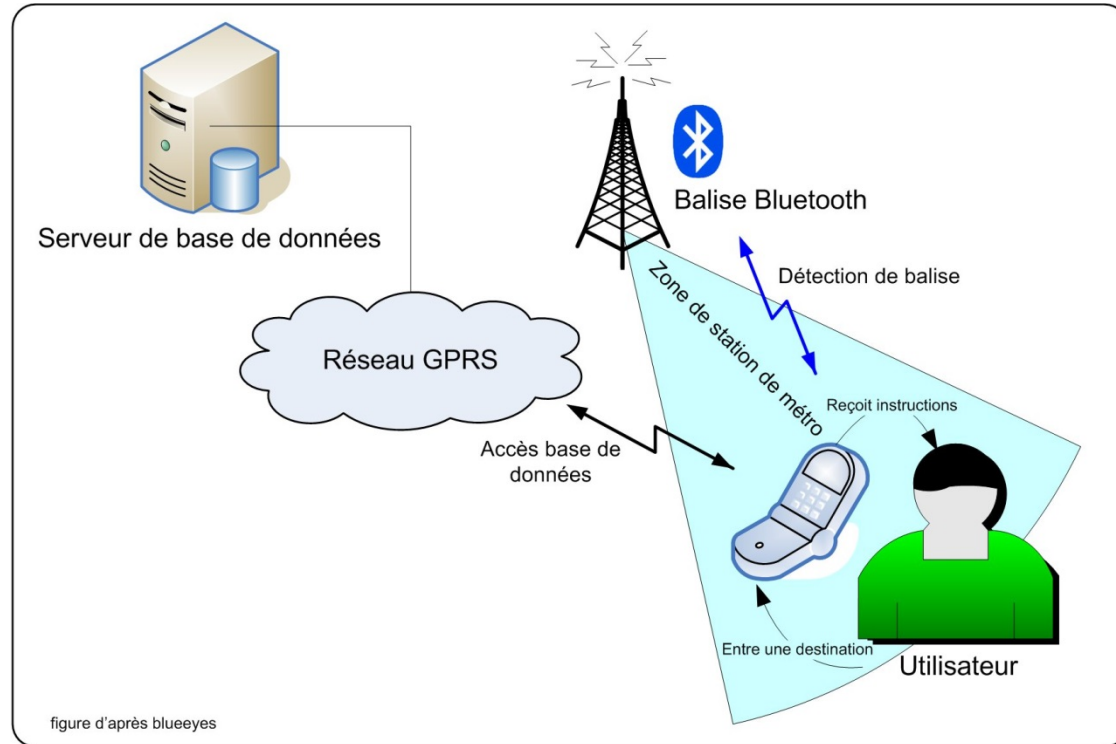
- DSRC: Dedicated Short Range Communication
  - Communication sans fil dédiée à courte distance
  - Norme développée pour les applications ITS
  - Bande de fréquence: 5.9 GHz
  - Exemple: télépéage, taxe poids lourds, systèmes coopératifs



# Systemes à balises fixes

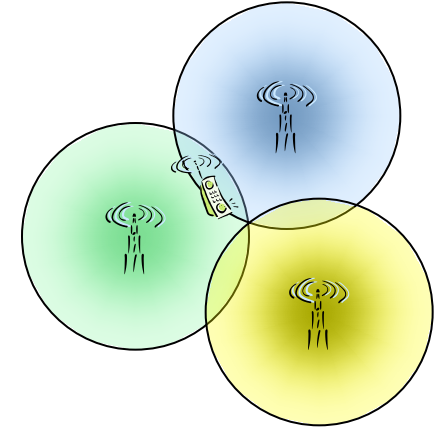
## Bluetooth:

- véhicules ou mobiles équipés d'une interface Bluetooth
- Émission automatique d'un identifiant unique servant
- Application: estimation de flux de trafic



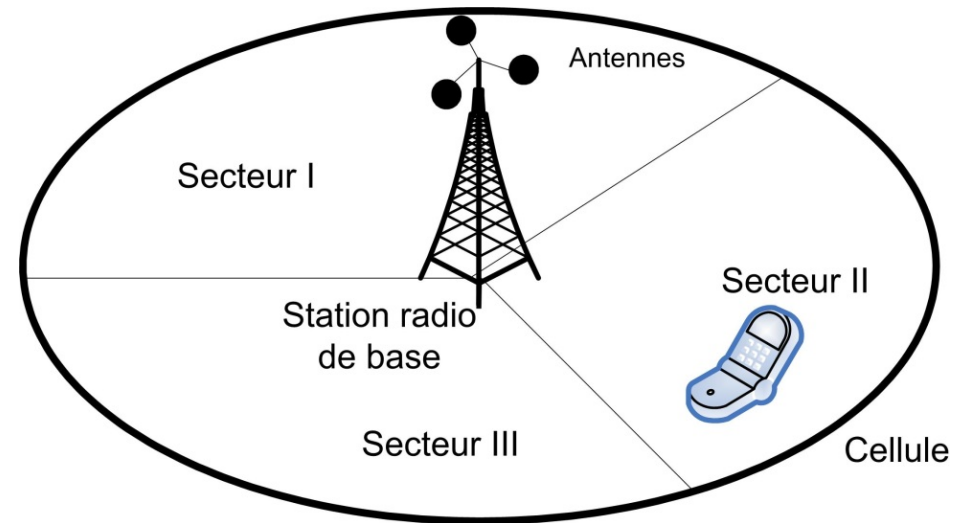
# Systemes à ondes radio

- Propagation des ondes
  - Temps de parcours des ondes
  - Puissance du signal
- Détermination de grandeurs géométriques
  - distances, angle
- Emetteurs et/ou récepteurs
- **Exemples** : GNSS, radars, cellulaire



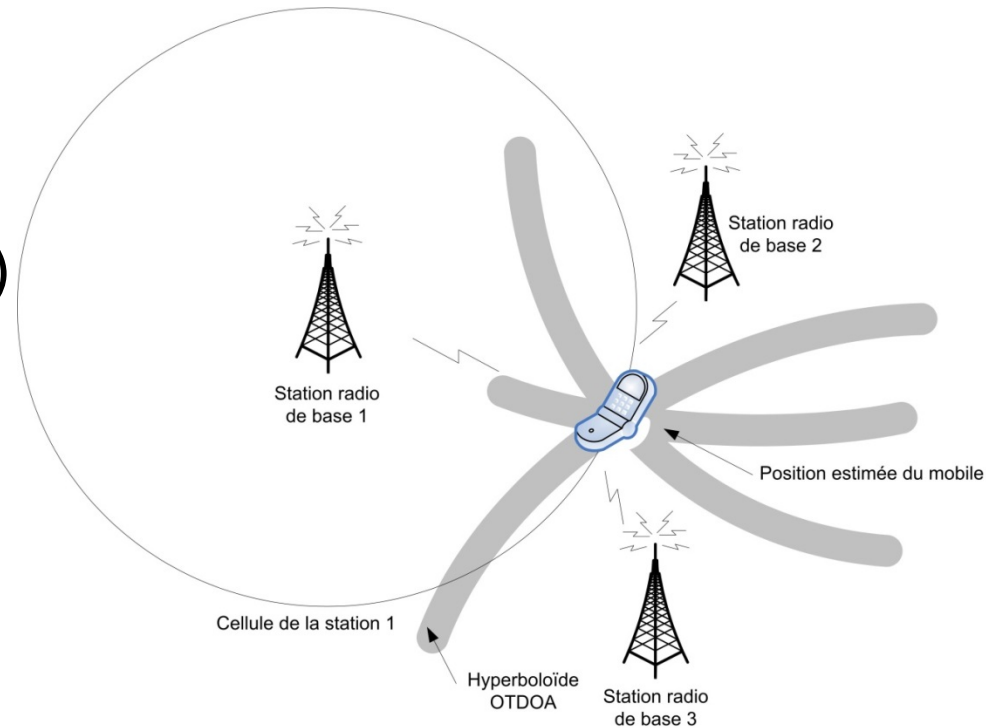
# Systemes à ondes radio: cellulaire

- Principe de mesure
  - Localisation cellulaire
    - Identifiant de la cellule
    - Détermination du secteur (ex.:  $120^\circ$ )
    - Estimation de la force du signal
    - Méthode simple et quasi sans calculs
    - Précision dépend de la densité des stations et de l'environnement

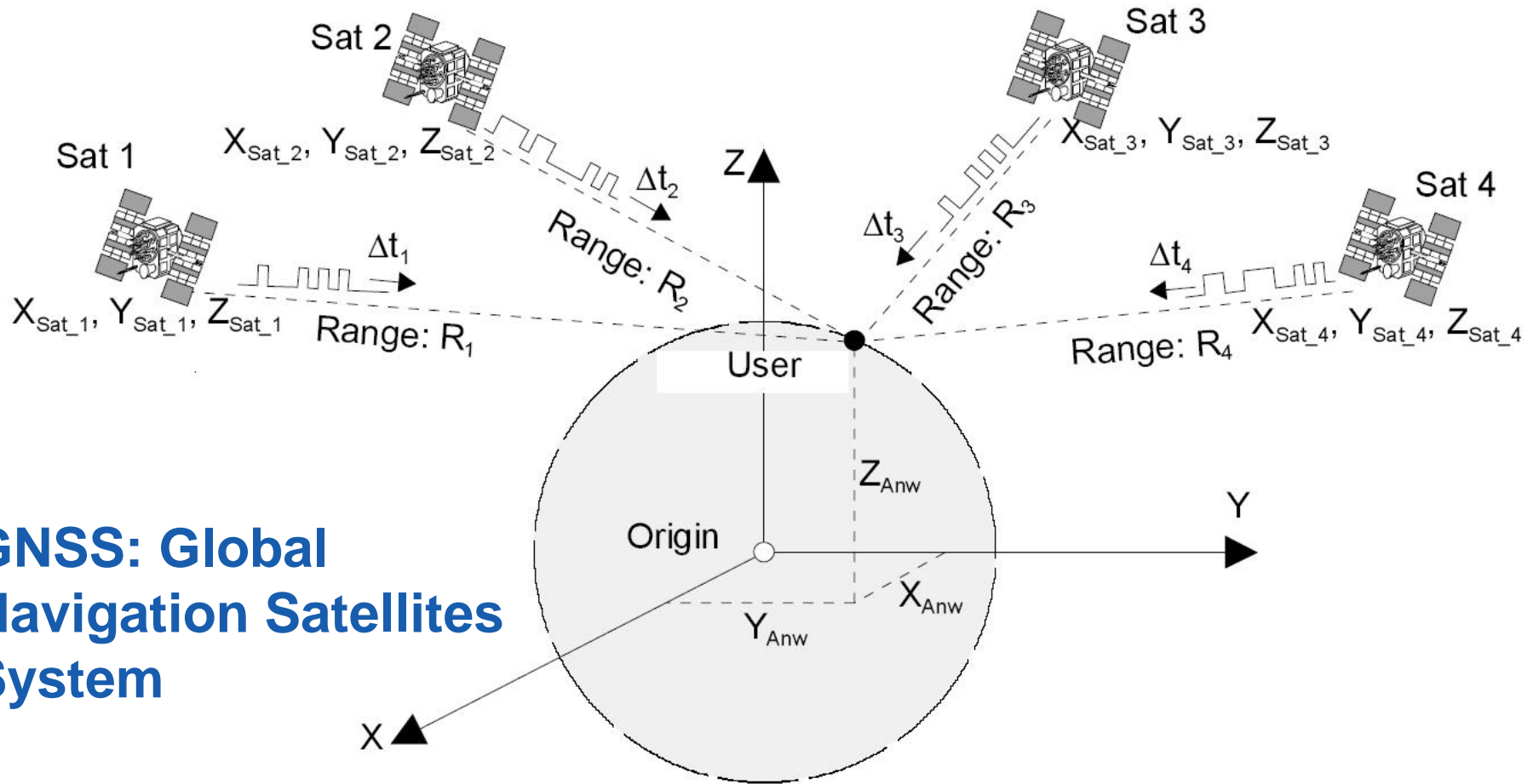


# Systemes à ondes radio: cellulaire

- Mesure de temps de parcours de signaux
  - Le terminal émet un signal qui peut être capté par plusieurs stations
  - Détermination des différences de temps par paires de stations (TDOA)
  - Estimation de la position par recoupement
  - Précision (qq m) selon la densité de stations
  - ...et de l'environnement !

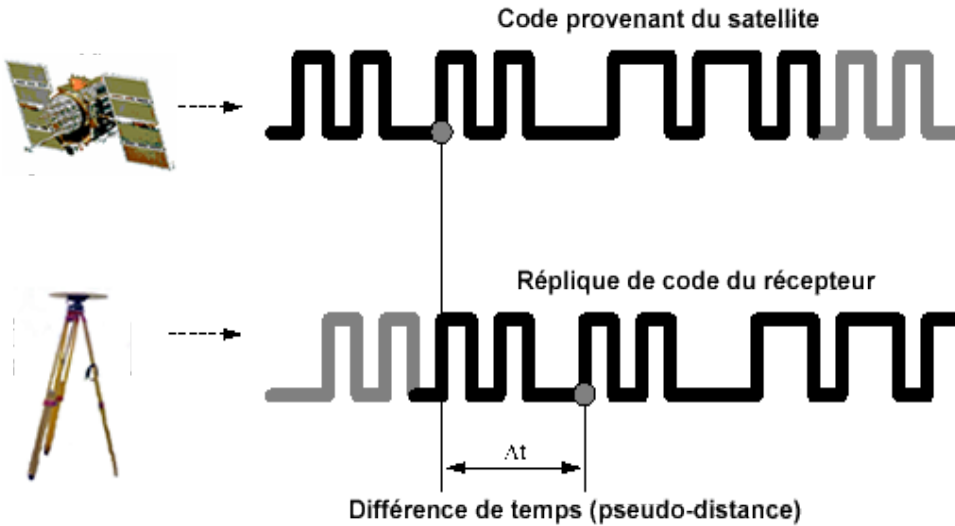


# Systemes à ondes radio: GNSS



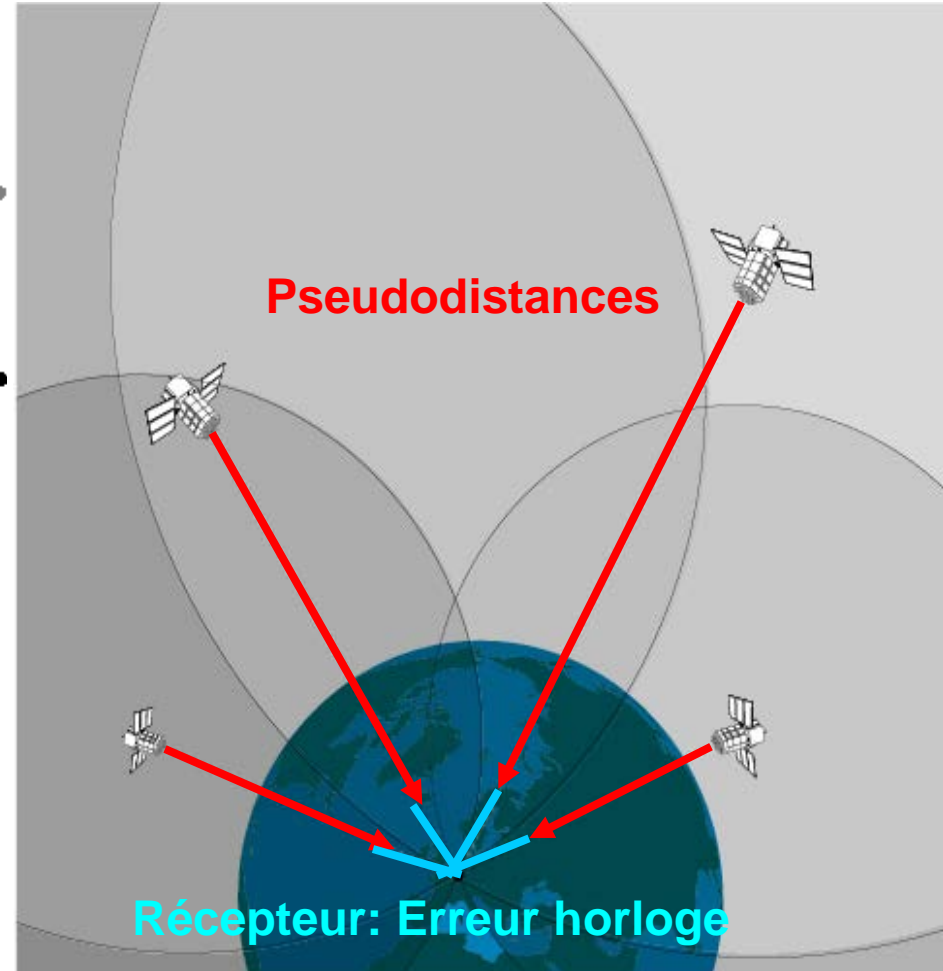
**GNSS: Global Navigation Satellites System**

# Systemes à ondes radio: GNSS



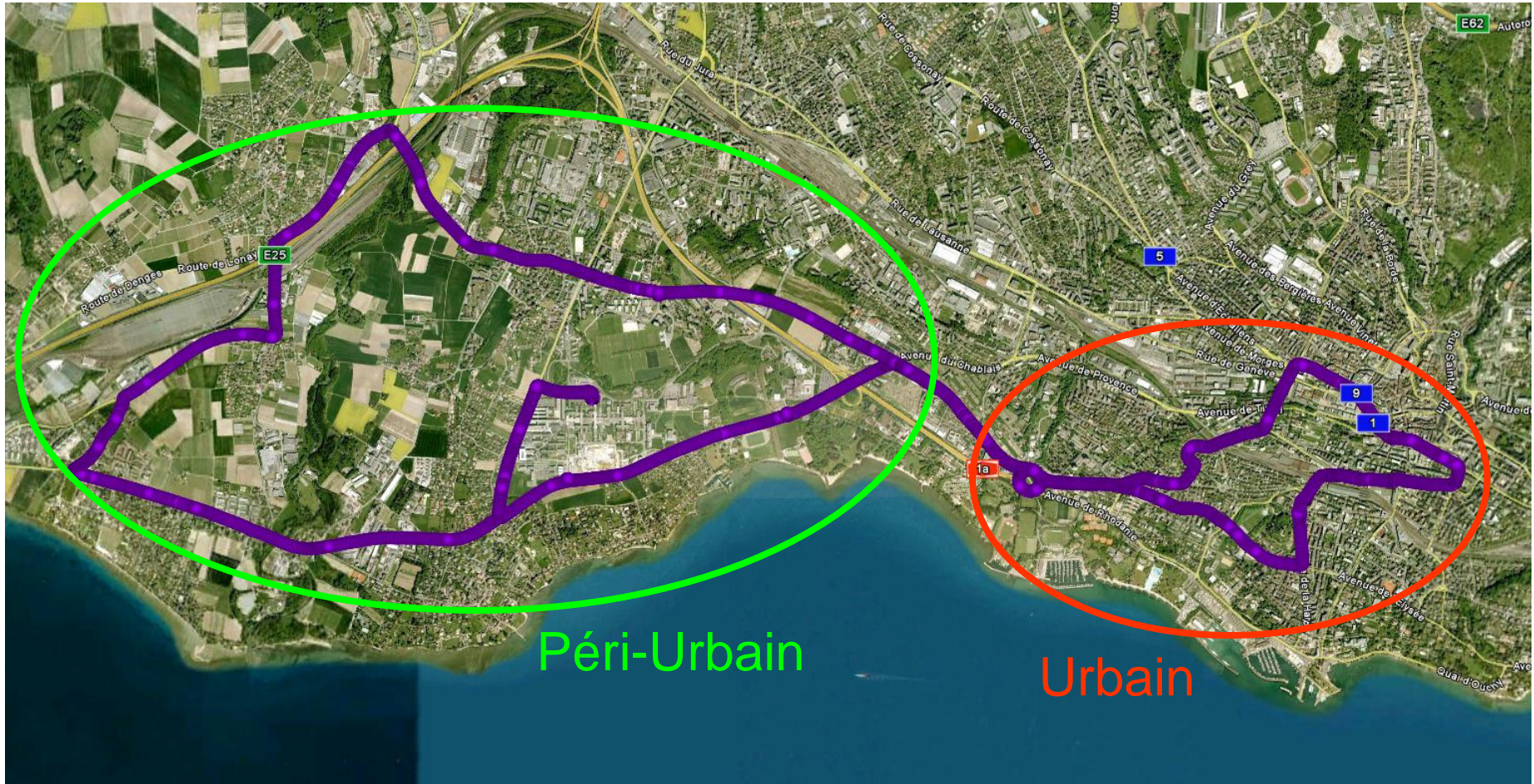
Mesure de pseudo-distances à cause de l'erreur d'horloge du récepteur.

Il faut min. 4 satellites pour déterminer une position 3D



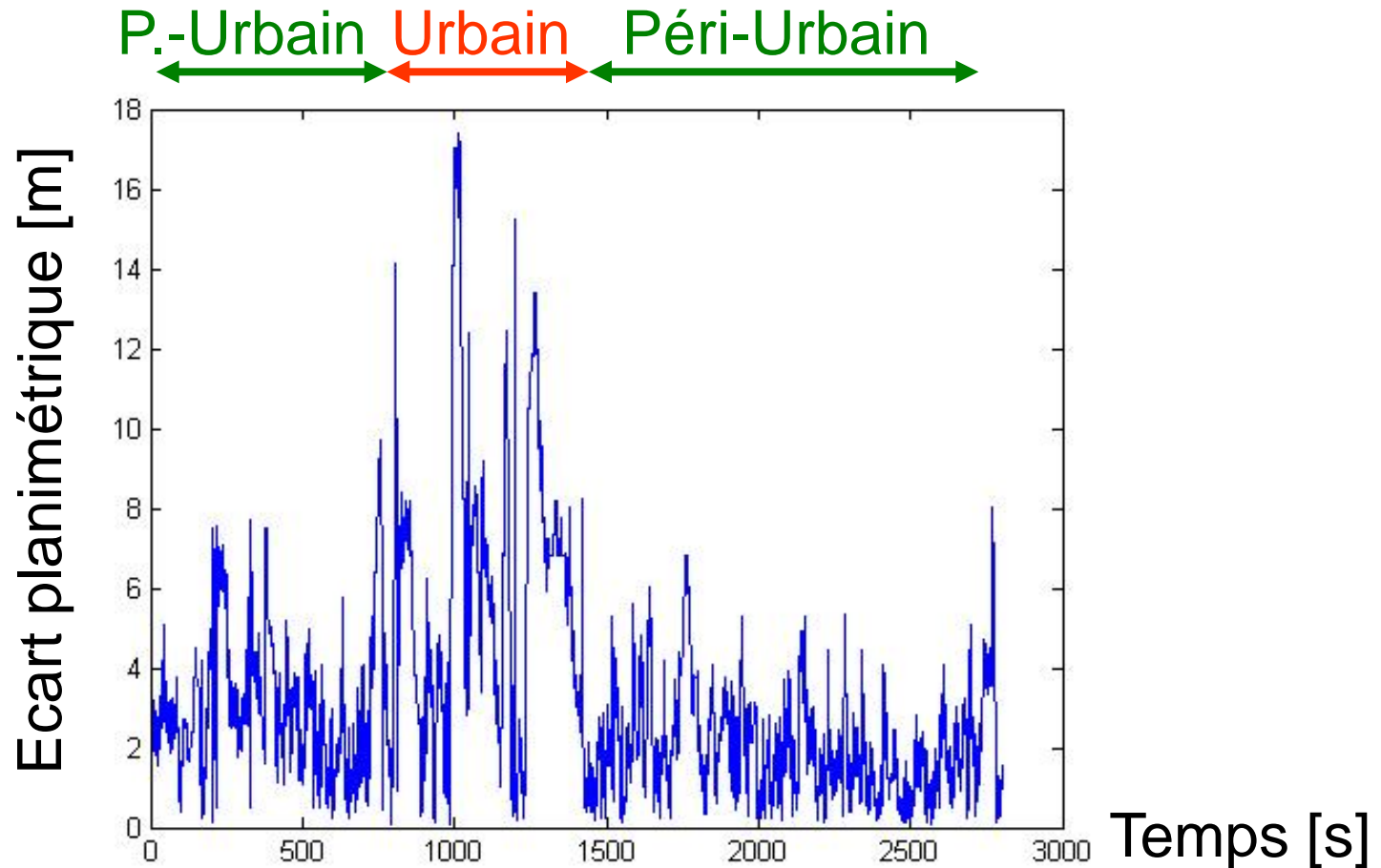


# Qualité localisation - GNSS



- Trajet test: 18 km, env. 40 min
- Comparatif: GPS "low cost" – GPS/INS de haute précision

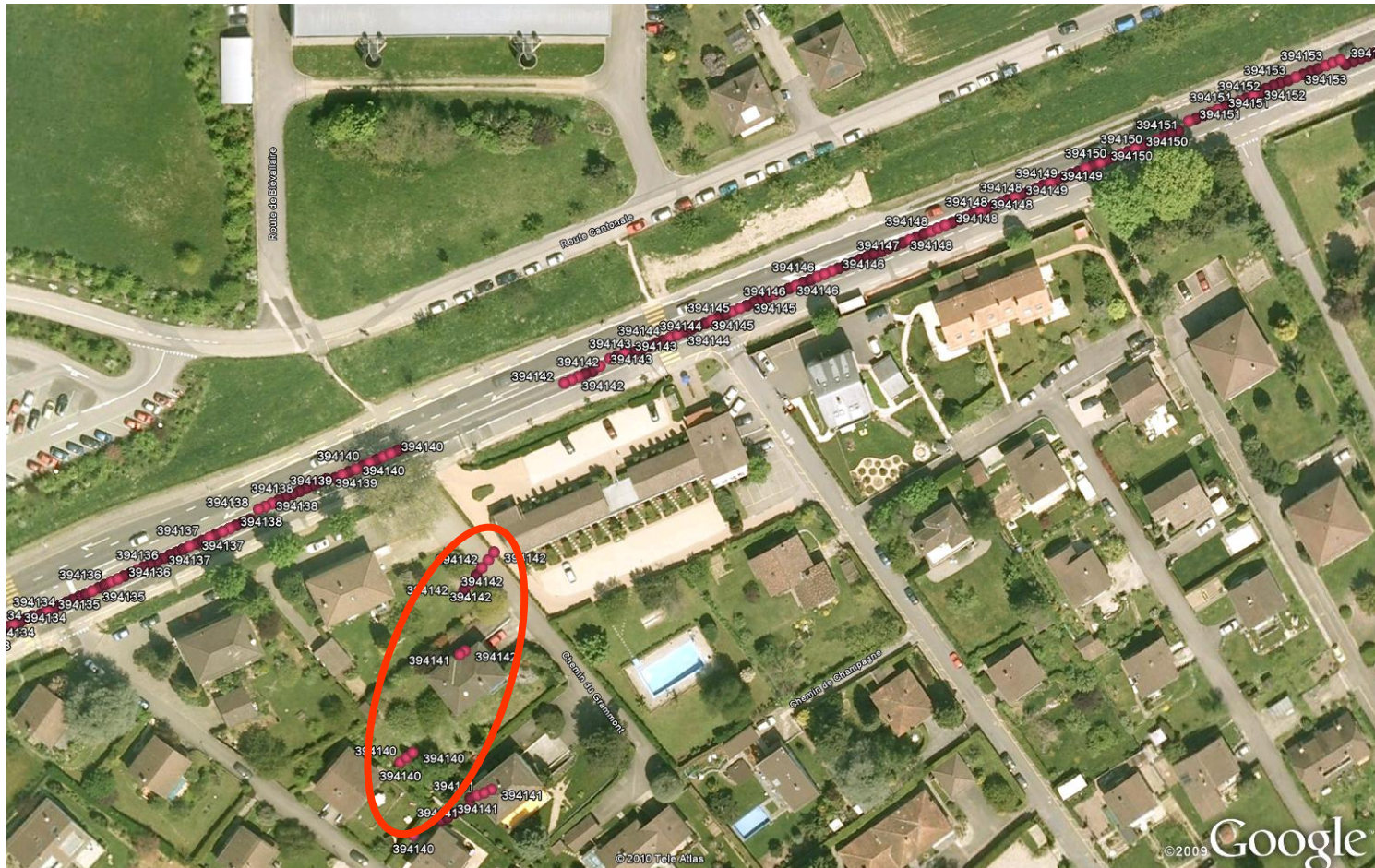
# Qualité localisation - GNSS



- Ecart planimétrique entre GPS “low cost” et trajectoire de référence



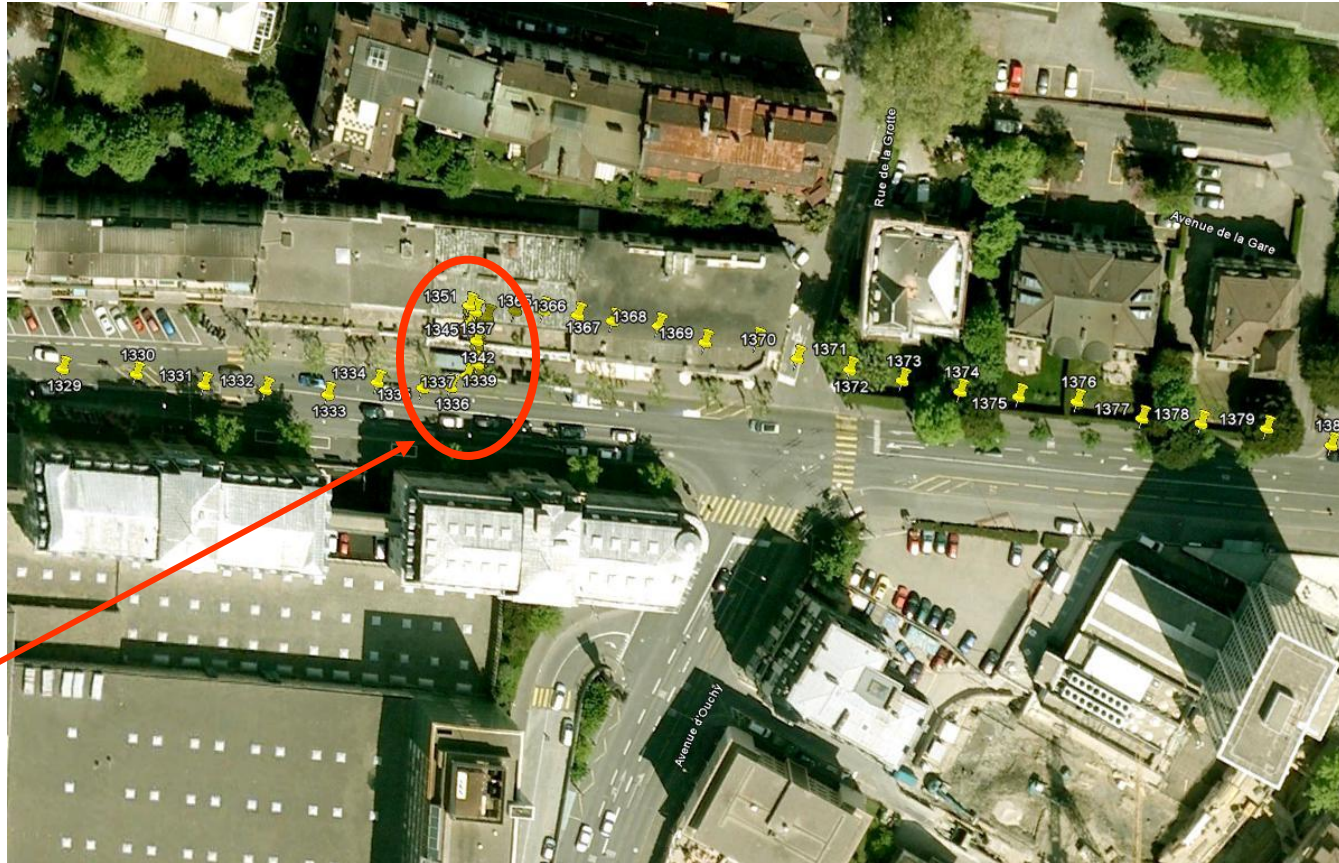
# Qualité localisation - GNSS



- **Exactitude de la position:** erreurs systématiques (ex. effet du multi-trajet)



# Qualité de la localisation - GNSS

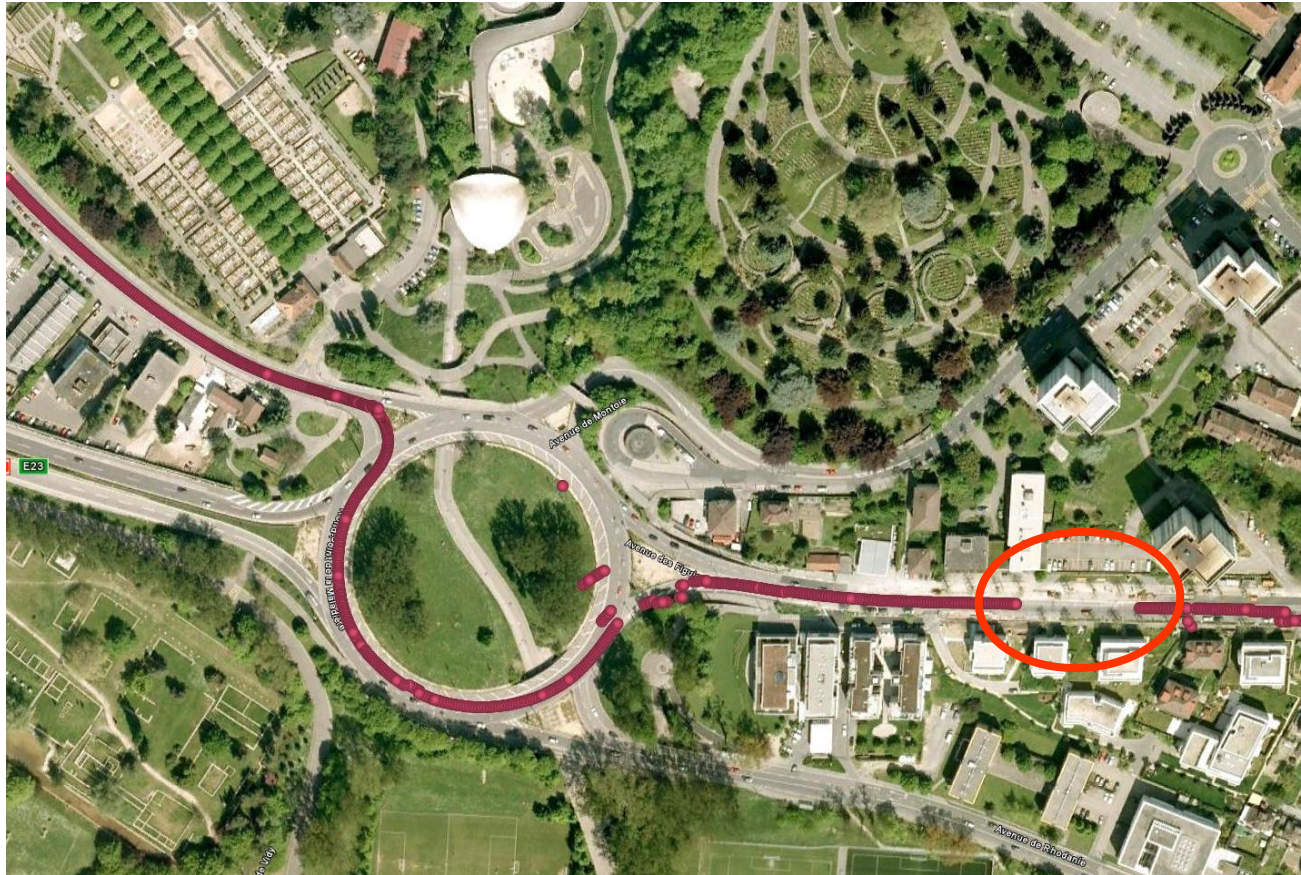


Arrêt du  
véhicule

- **Exactitude de la position:** erreurs systématiques, biais



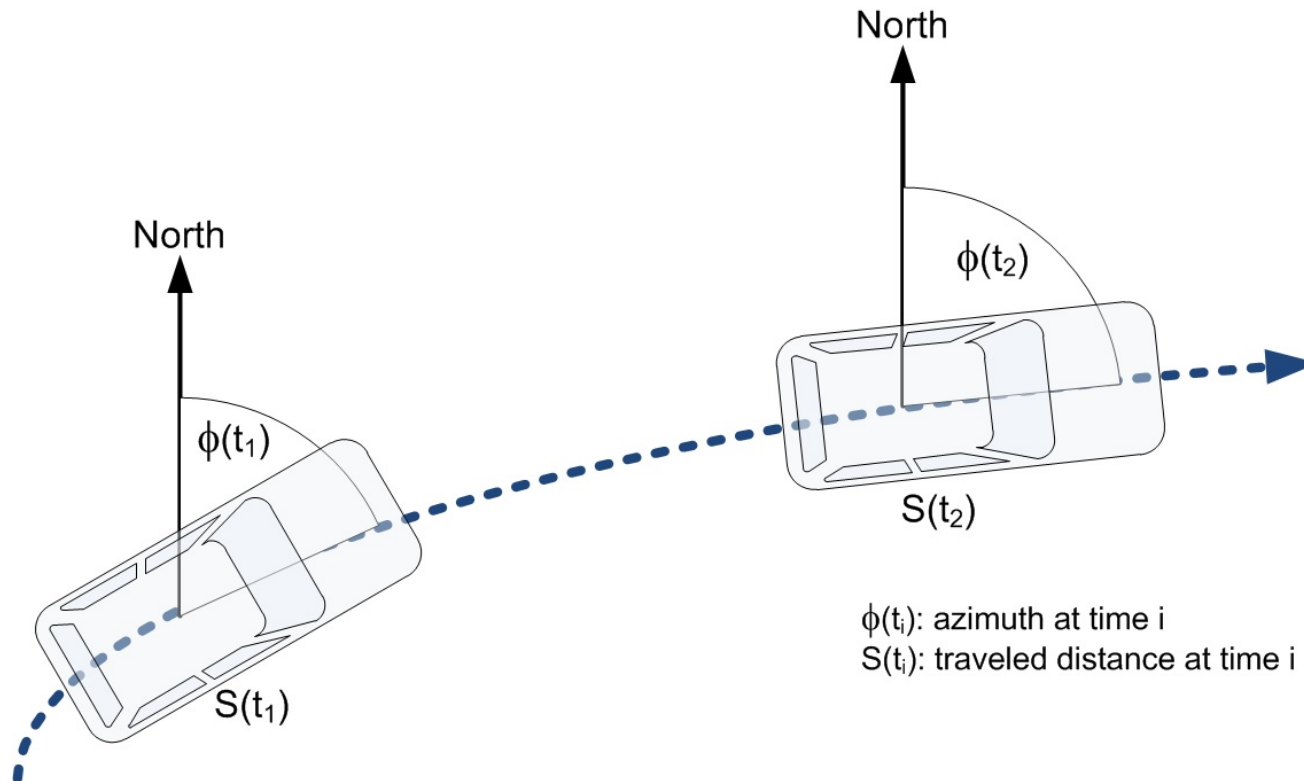
# Qualité de la localisation - GNSS



Lacune  
GPS

- Continuité du positionnement

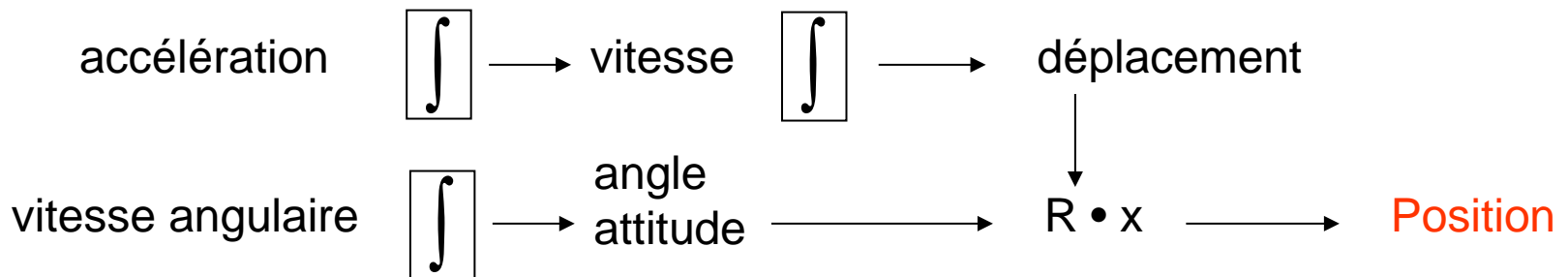
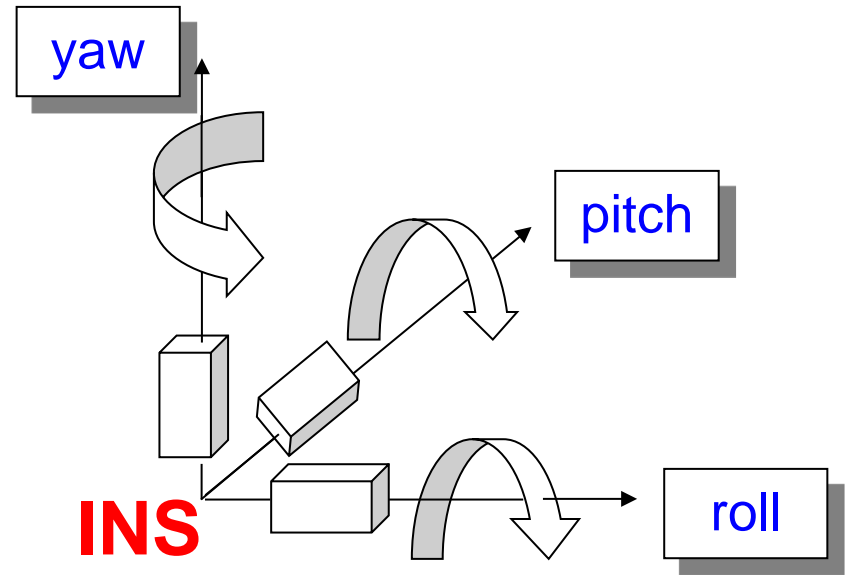
# Navigation à l'estime (DR)



DR: report de l'orientation de la trajectoire et de la distance parcourue

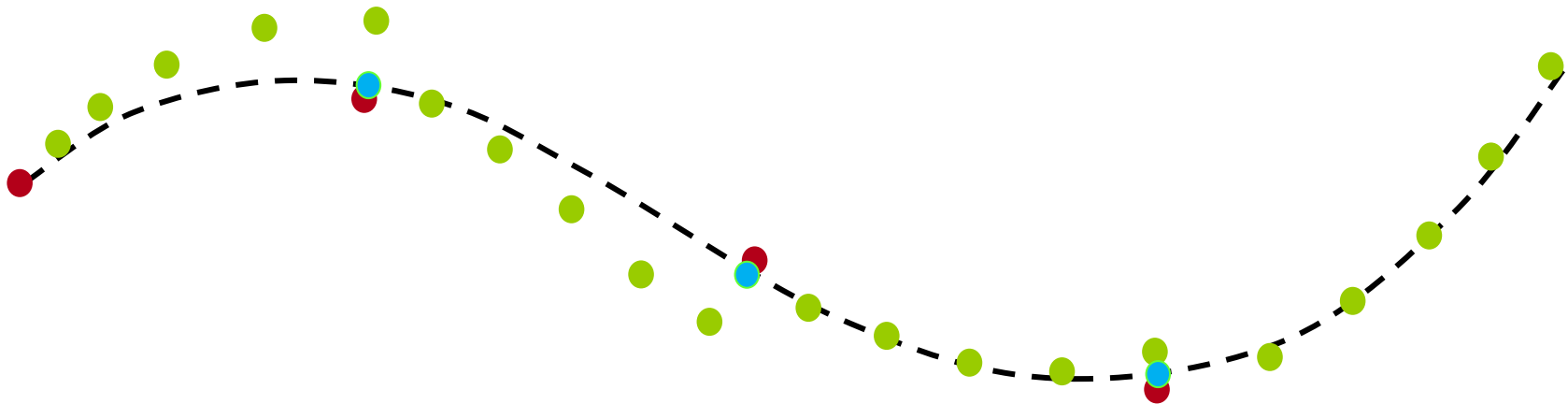
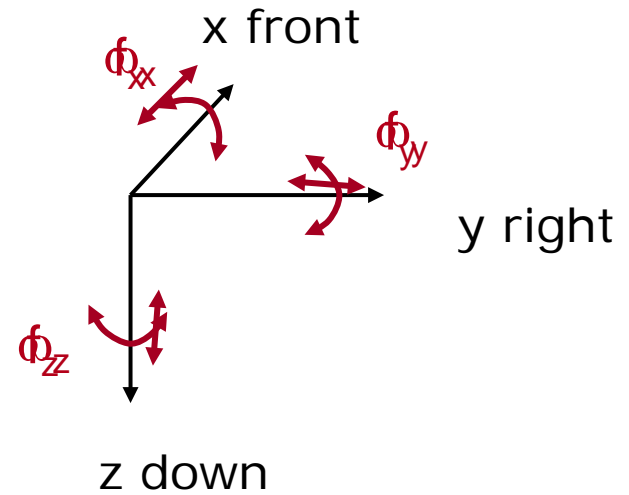
# Navigation à l'estime (DR)

## Navigation inertielle



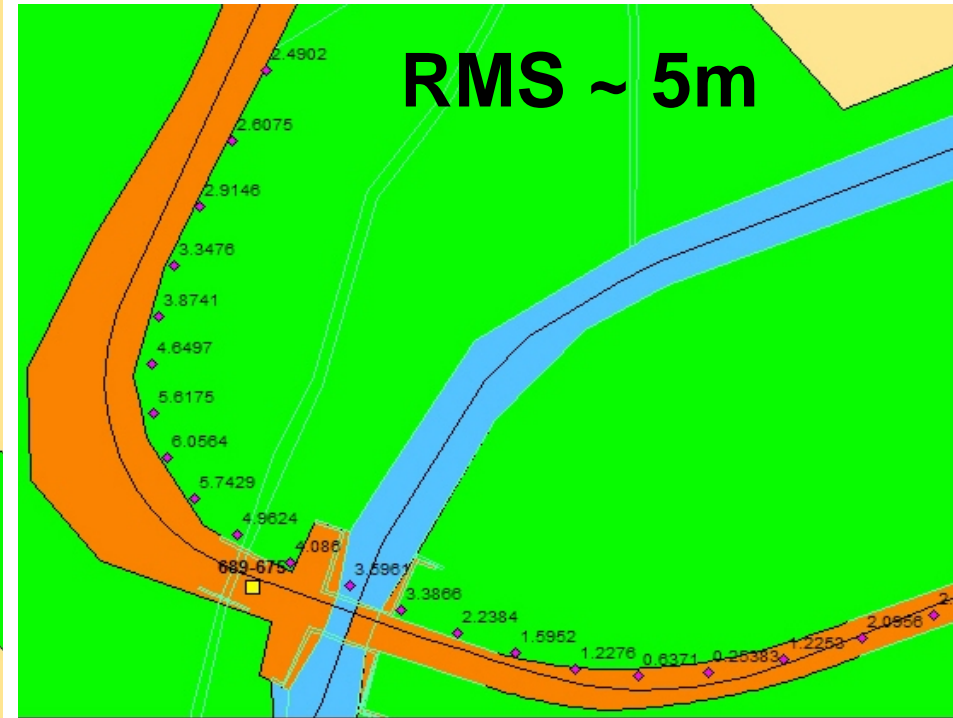
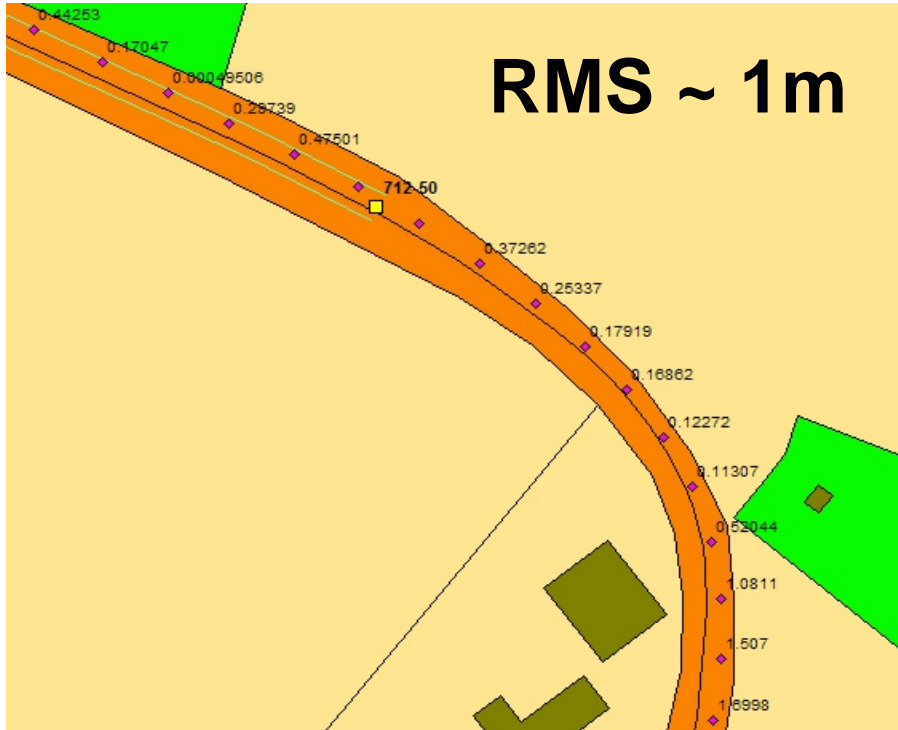
# Intégration GPS/INS

- Coordonnées GPS
- - - Trajectoire de référence
- Navigation inertielle
- Mise à jour des coordonnées





# Intégration GPS/INS : Exemple



GPS: conditions optimales

Capteurs inertiels, DR seul

# Synthèse

- **Définir correctement les exigences de la localisation**
  - Géométrie: point/arête/zone/...
  - Métrique: précision, continuité, disponibilité
- **Types de systèmes de localisation**
  - Balises/ondes radio/estimation de parcours
  - Localisation ponctuelle, continue
- **Pas de solution universelle**
  - Intégration: GNSS, capteurs inertiels, ...
- **Intégrité du positionnement**: concept fondamental pour des ITS exigeants



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# Merci pour votre attention !

Pour info:

Action COST TU 1302 – SaPPART

Performance du positionnement  
GNSS dans les applications  
transport

[www.sappart.net](http://www.sappart.net)

Pierre-Yves Gilliéron  
EPFL – Laboratoire de Topométrie (TOPO)  
1015 Lausanne – Suisse  
[Pierre-yves.gillieron@epfl.ch](mailto:Pierre-yves.gillieron@epfl.ch)

