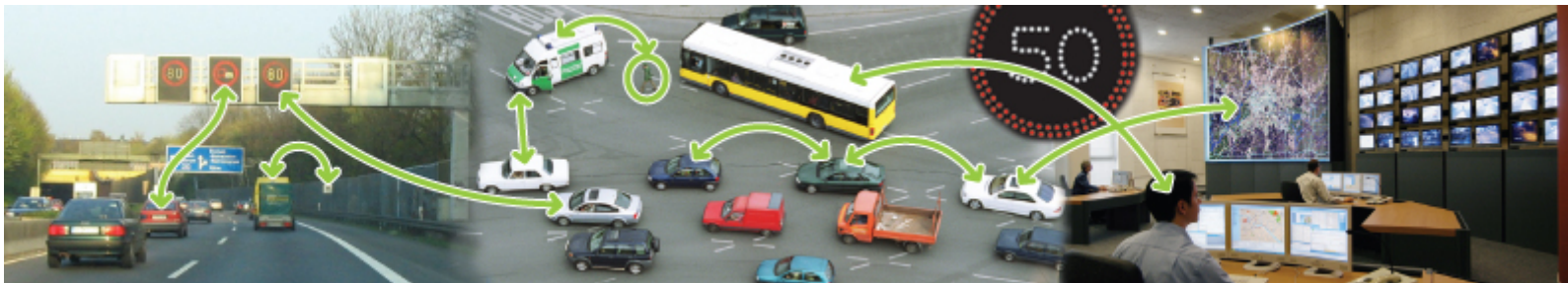




Systemes de positionnement pour applications coopératives

Ph Bonnifait

Lab Heudiasyc UTC/CNRS





Plan de l'exposé



- Le sous-projet POMA de CVIS
- Qualité de service d'un système de positionnement (QoS)
- Contribution de POMA sur la QoS
- Interfaces de POMA pour les applications coopératives



CVIS-POMA



- CVIS : projet intégré du Programme FP6, priorité 2 Information Society Technologies (IST), “eSafety – Co-operative systems for road transport”.
- 2006-2010
- POMA : 12 partenaires :
 - NavTeQ (coordinateur),
 - Teleatlas,
 - Thales Alenia Space,
 - DLR,
 - LCPC/INRETS,
 - Logica,
 - Mapflow,
 - Mizar,
 - Volvo,
 - ISMB,
 - Intempora,
 - Heudiasyc UMR UTC /CNRS 6599

Objectifs de POMA :

- 1) Améliorer les systèmes de géo-localisation
- 2) S’interfacer à la plate-forme de développement ouverte pour la conception de services coopératifs



Service de positionnement

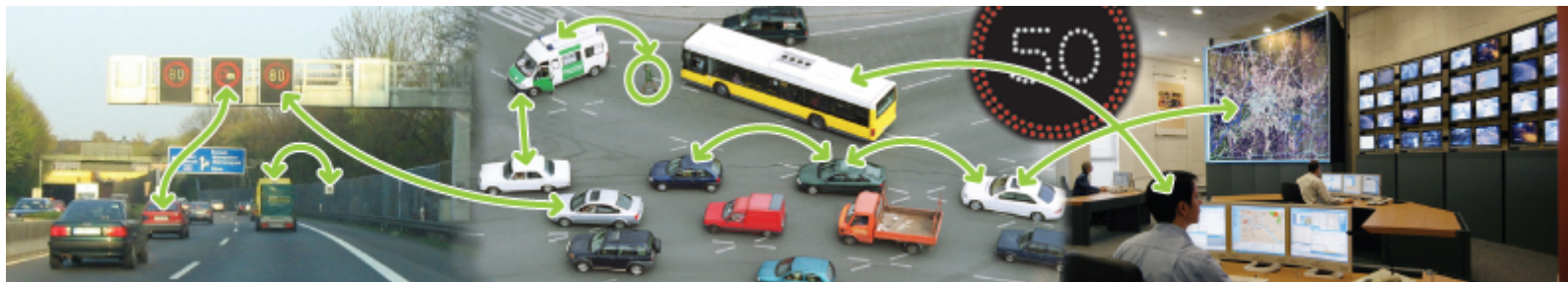


- Pour les applications coopératives, le positionnement est nécessaire partout
- Le GNSS est absolument central mais pas suffisant
 - Précision très variable
 - Nombreux problèmes de disponibilité (masquages)
- L'intégrité du positionnement est importante dans de nombreuses applications



Qualité de service d'un système de positionnement

Première partie





QoS



- **Couverture**
- **Disponibilité**
- **Précision**
- **Robustesse**
- **Intégrité**
- Continuité de service
- Caractéristiques temps réel
 - cadence
 - latence
 - gigue
 - temps à alarme



Couverture

- Zone géographique sur laquelle le système est normalement opérationnel
 - GNSS à l'échelle de la terre
 - Problèmes de masquage des satellites





Disponibilité

- rapport (en %) du temps pendant lequel le système est opérationnel sur le temps total où le système est actif, sur sa zone de couverture nominale





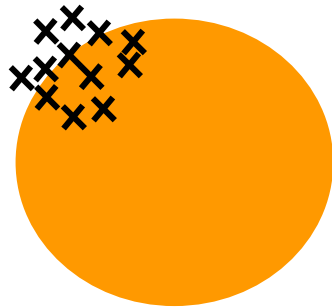
Exactitude ou précision



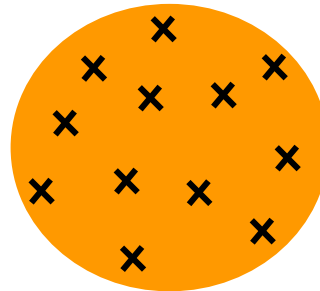
- Justesse (*en anglais accuracy*)
 - degré de conformité entre les paramètres de positionnement estimés par le système et les vrais paramètres
- Fidélité (*en anglais precision*)
 - dispersion des résultats due aux erreurs aléatoires inévitables



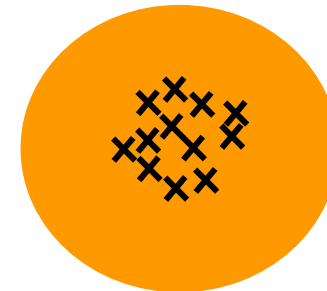
Norme ISO/DIS 3534-2 (métrologie)



Fidélité



Justesse



Précision

Pour les applications coopératives,
la justesse est un pré-requis



Robustesse

- Mesure aberrante
 - mesure qui ne respecte pas le modèle d'erreur qu'on en a
- Robustesse
 - Aptitude à détecter puis éliminer des mesures brutes aberrantes qui peuvent contaminer le résultat final





Intégrité



- Mesure de la confiance dans l'information de positionnement fournie par le système
- Capacité à alerter le client du service qu'il ne doit pas utiliser l'information



Mise en œuvre de l'intégrité



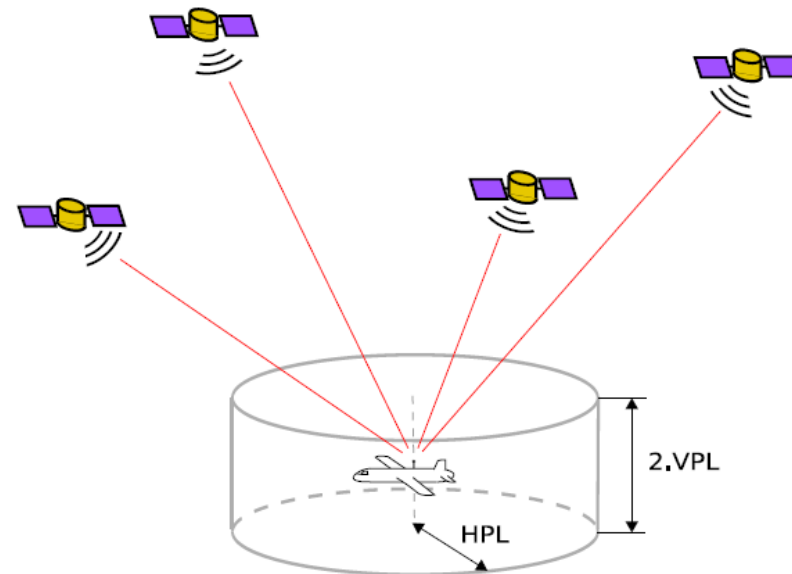
- Perte d'intégrité
 - fautes accidentelles, perturbations, malveillances,
 - mesures brutes aberrantes non détectées par les mécanismes d'intégrité
- Méthodes usuelles
 - s'appuyer sur une validation externe (EGNOS)
 - disposer d'une redondance et rejeter les mesures douteuses (RAIM)
- Stratégie générale
 - estimer un majorant de l'erreur commise sur les paramètres de positionnement
 - si ce majorant dépasse une certaine limite, avertir le client



Zone de protection

- Ensemble compact de l'espace des paramètres caractérisé par un risque de ne pas contenir les vrais paramètres

Le calcul des zones de protection suppose souvent une seule mesure aberrante

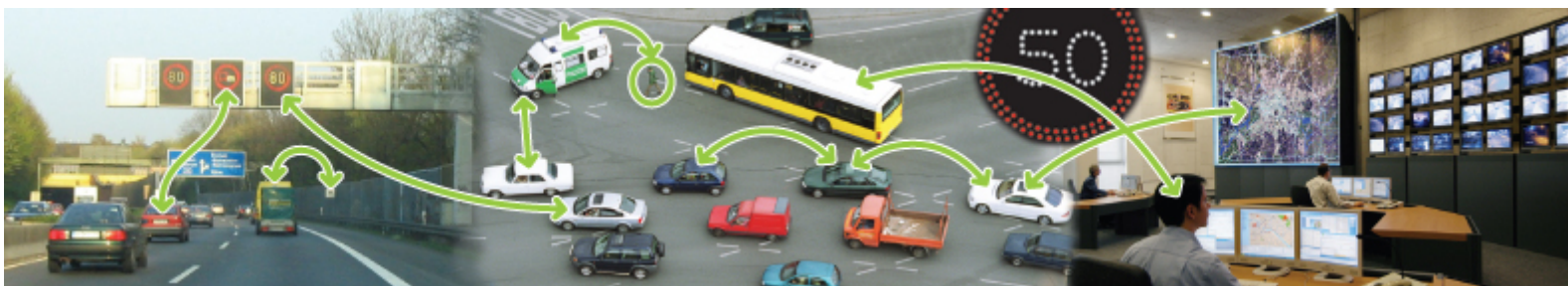


Maximum error due to an undetected fault



Le système POMA et sa qualité de service

Deuxième Partie





Contributions



- Deux services de positionnement
 - absolu (GPS-like)
 - map-matché
- Attributs de QoS particulièrement étudiés
 - Disponibilité
 - Couverture
 - Intégrité
 - Précision
 - Mise à jour des cartes



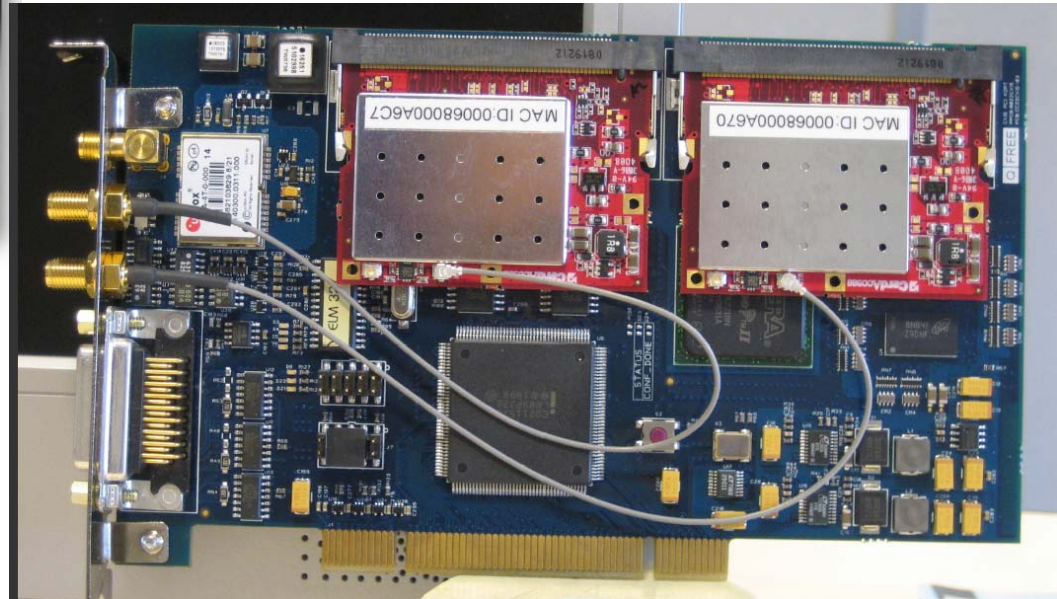
Amélioration de la disponibilité

- Utilisation de capteurs proprioceptifs pour gérer les courts masquages
 - Accéléromètre,
 - gyromètre
 - vitesse (bus CAN)
 - Module de fusion hybride





Router PC with M5 board and 2G/3G card

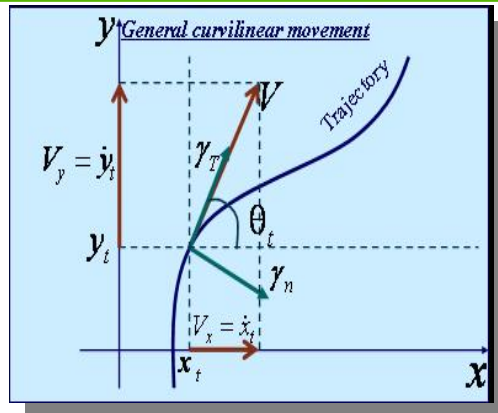


Solution Low Cost (développée par QFree)

Carte PCI avec GPS, gyromètre, accéléromètres, IEEE 802.11p, interface OBDII



Fusion hybride



$$V_x(t) = V(t) \cdot \cos(\theta(t))$$

$$V_y(t) = V(t) \cdot \sin(\theta(t))$$

$$\dot{V}(t) = \frac{dV(t)}{dt} = \gamma_T(t)$$

$$\dot{\theta}(t) = \frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{\gamma_n(t)}{V(t)}$$

CA
CT
CV
etc.

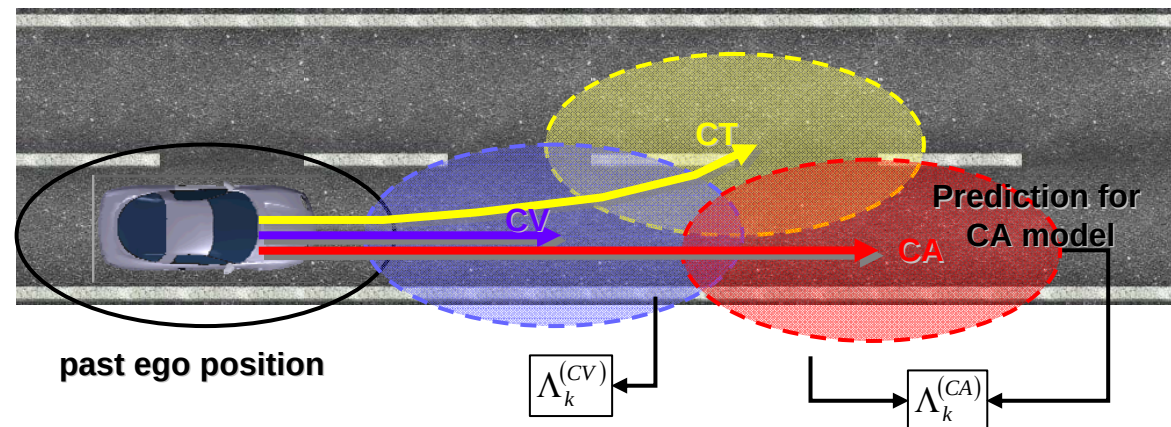
Simple linear models for specific dynamics

: **C**onstant **A**cceleration
: **C**onstant **T**urning
: **C**onstant **V**elocity

$$\hat{X}_{k-1/k-1}^{(i)}$$



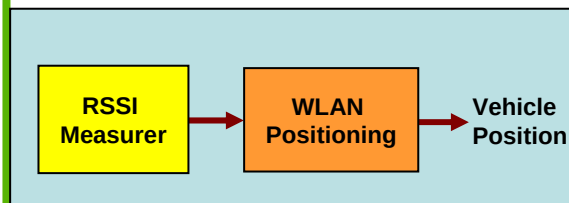
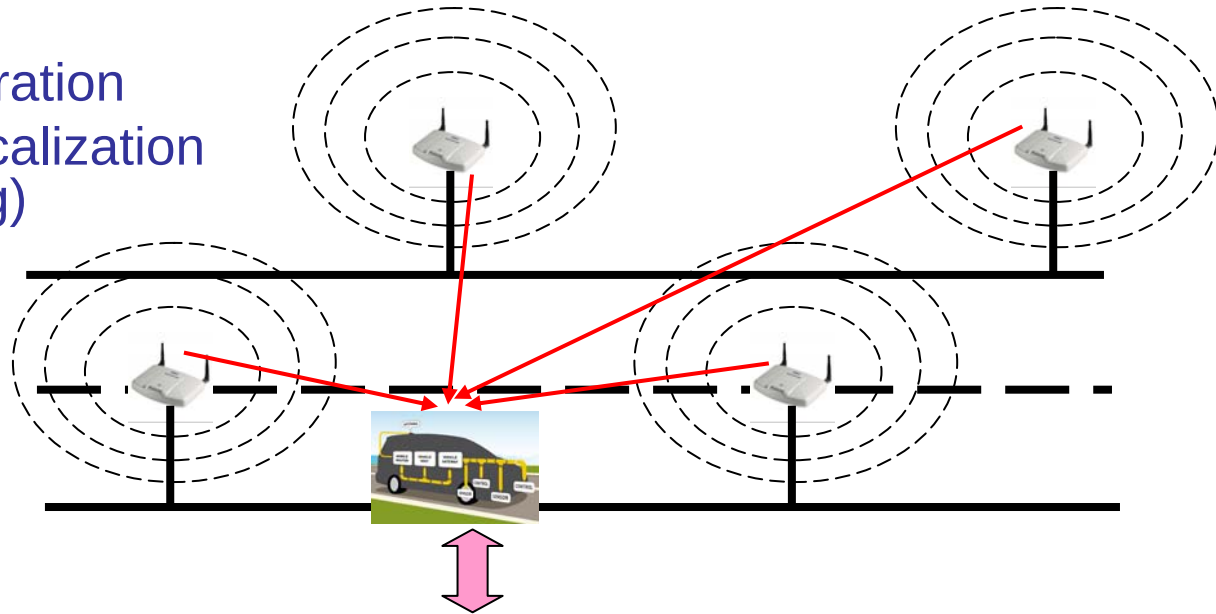
$$\hat{X}_{k/k}^{(i)}$$



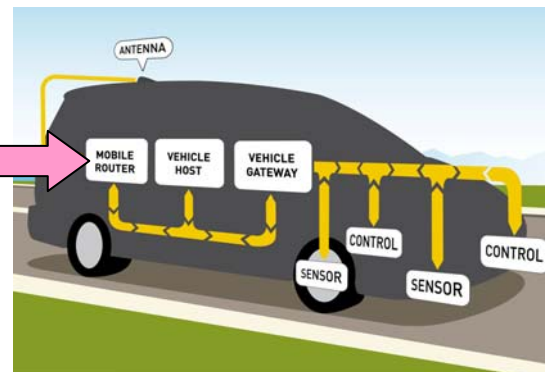


Two steps:

1. Off-line Calibration
2. On-board Localization (fingerprinting)



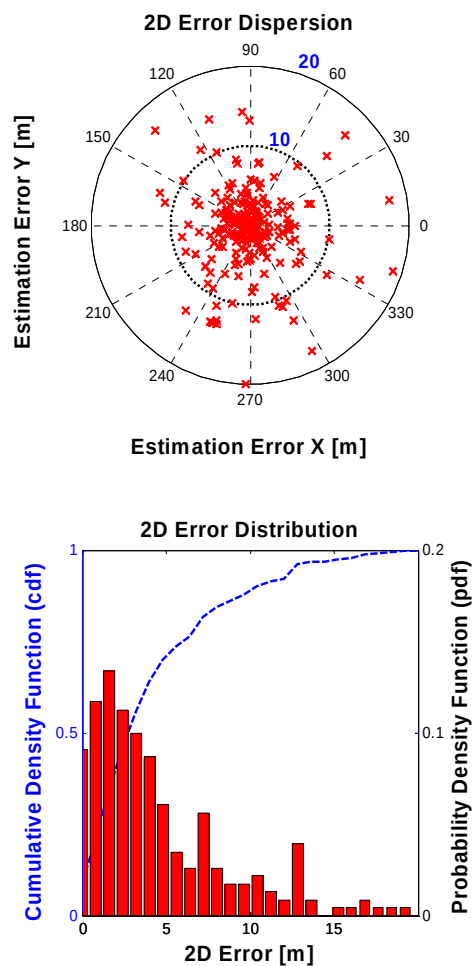
RSSI: Received Signal Strength Intensity



Utilisation
typique dans
les tunnels

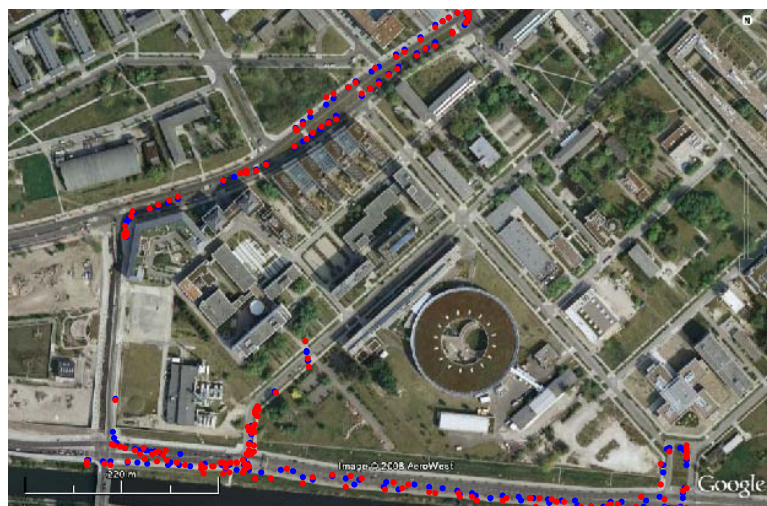


Tests results



251 points were computed,
using 89 different Access Points (APs)

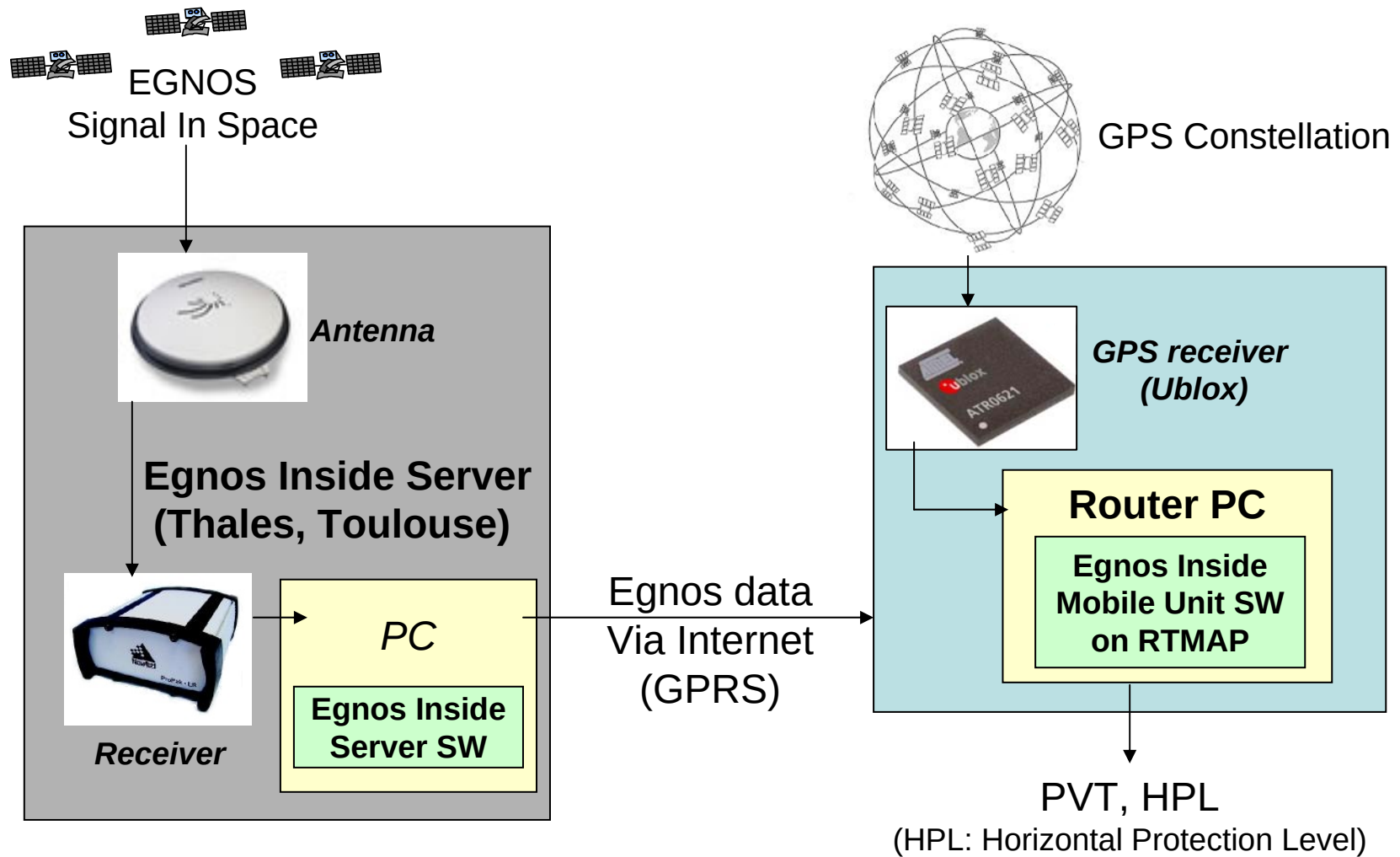
- GPS
- WLAN Posit



ErrLoc_Mean: ~ 6 m
ErrLoc_Std: ~ 7 m
ErrLoc_RMS: ~ 9 m

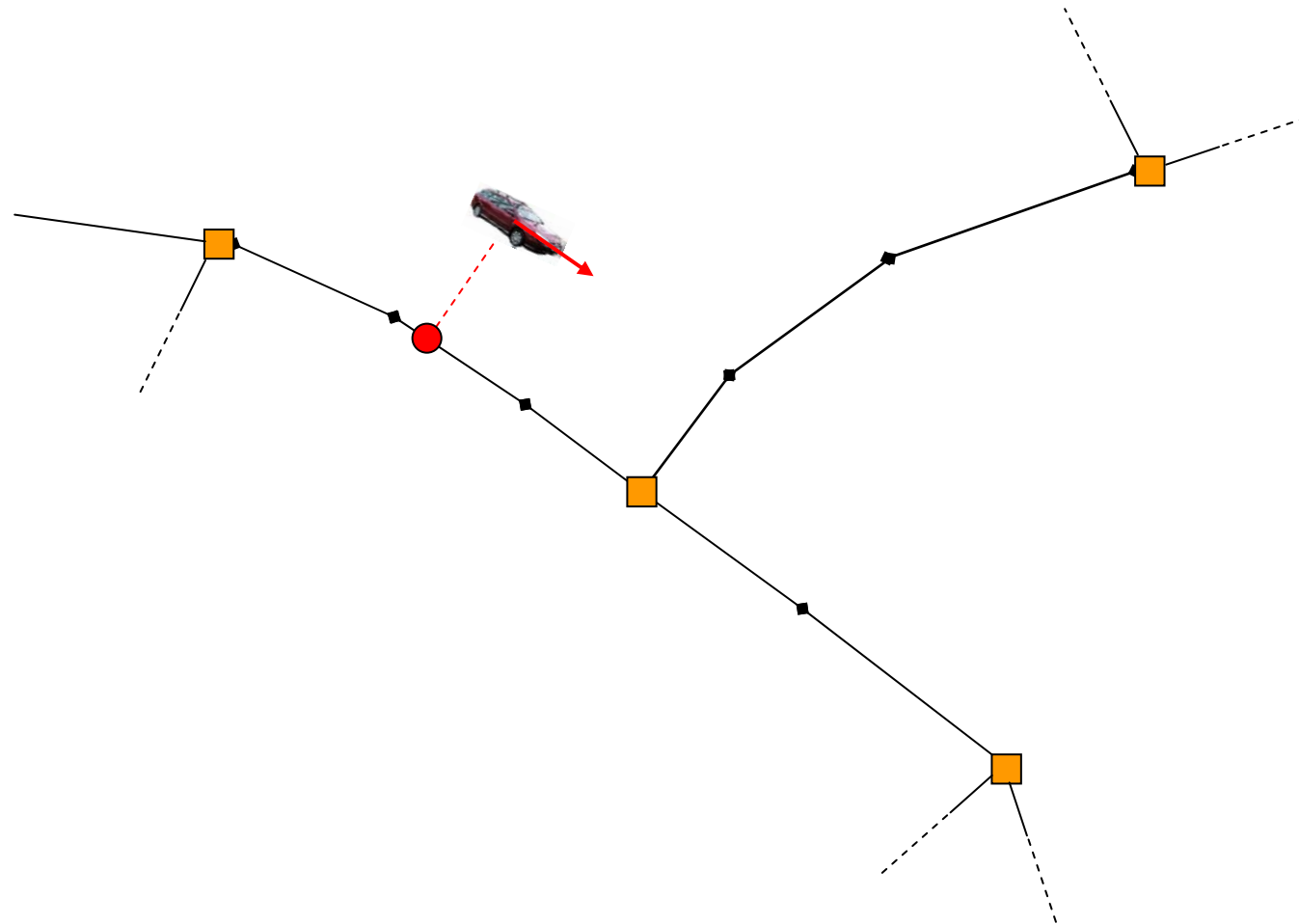


EGNOS pour l'intégrité





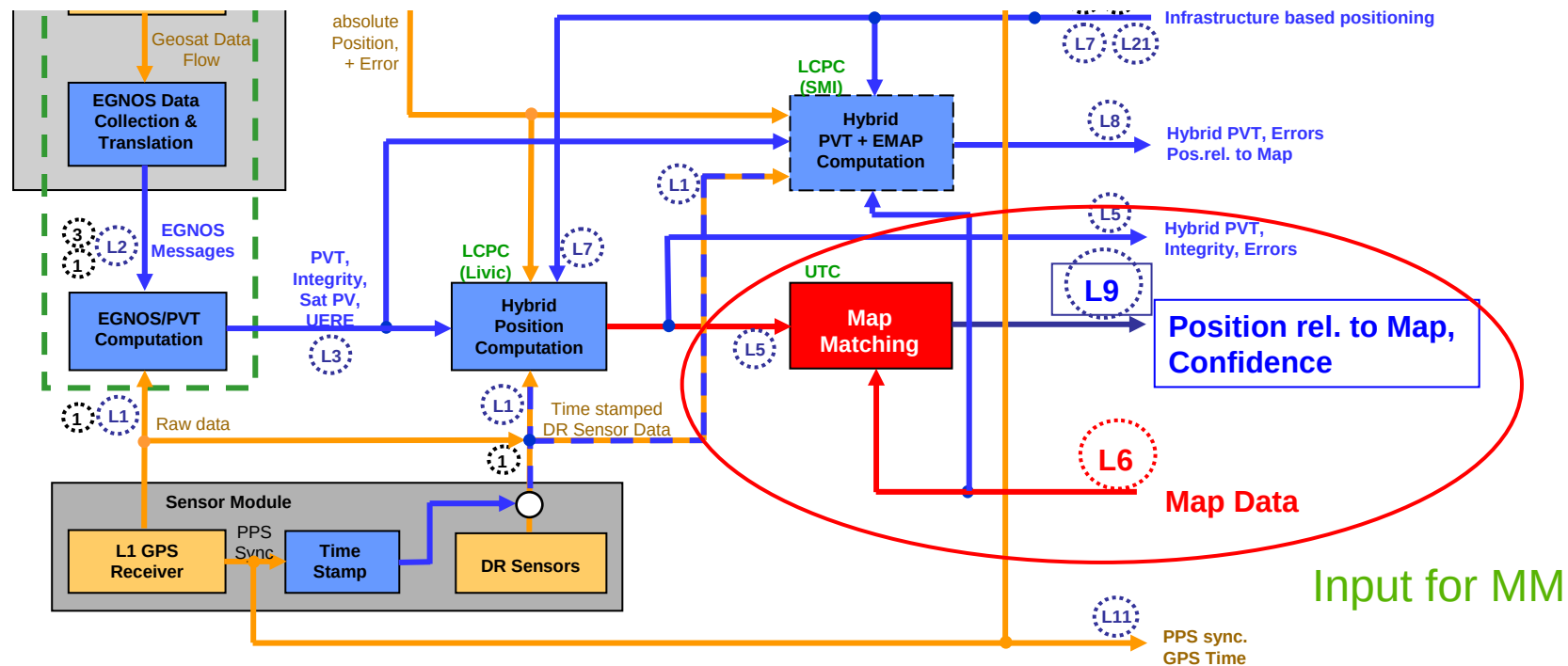
Intégrité du Map Matching





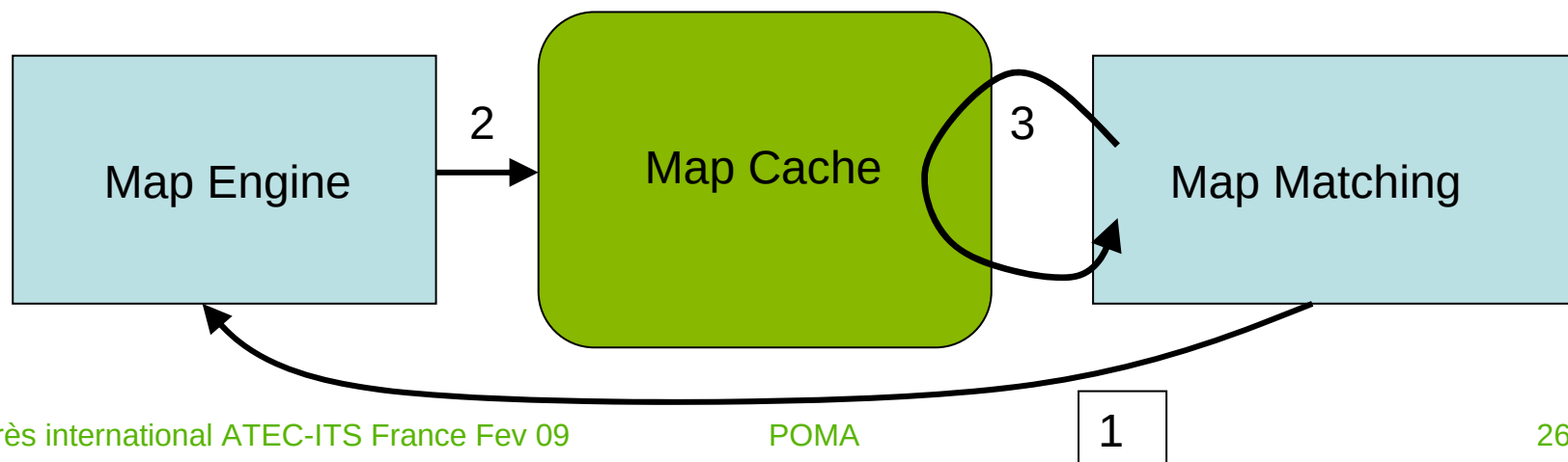
MM Inputs

- Vehicle estimated pose (position + heading)
- Map data (Map Cache)





- MM implies many computations with road data
➔ local map of the roads around the estimated position stored in RAM memory
- POMA uses a cache structure independent of the map provider



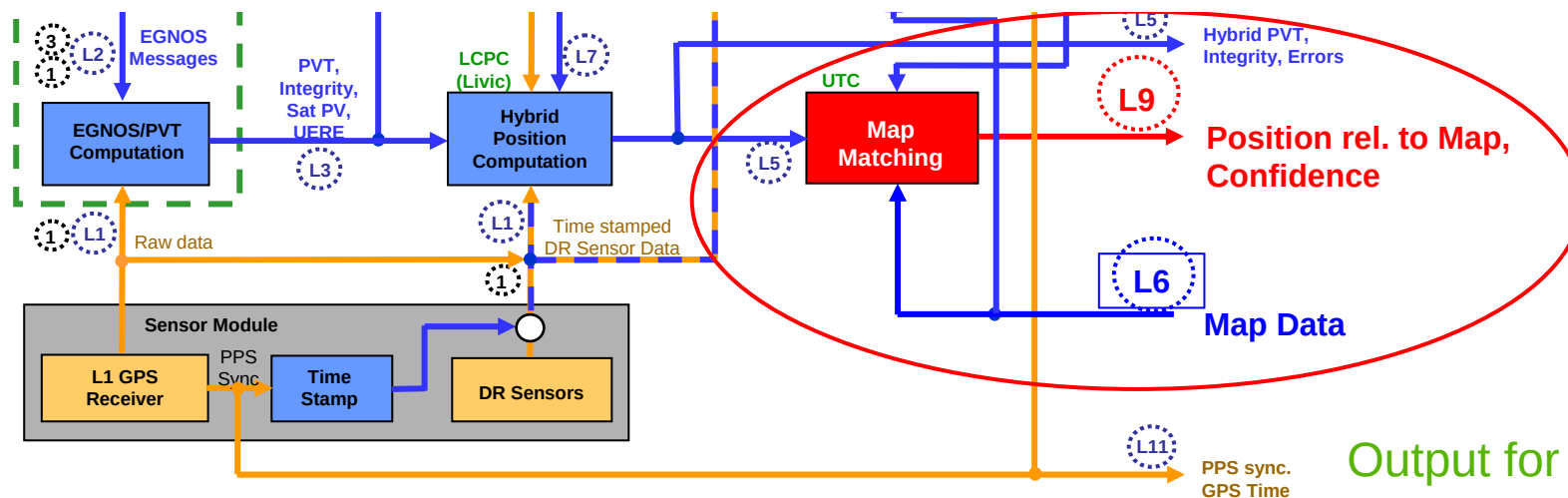


MM Outputs

- Map-Matched candidates (up to 10)
- Timestamp
- For every candidate

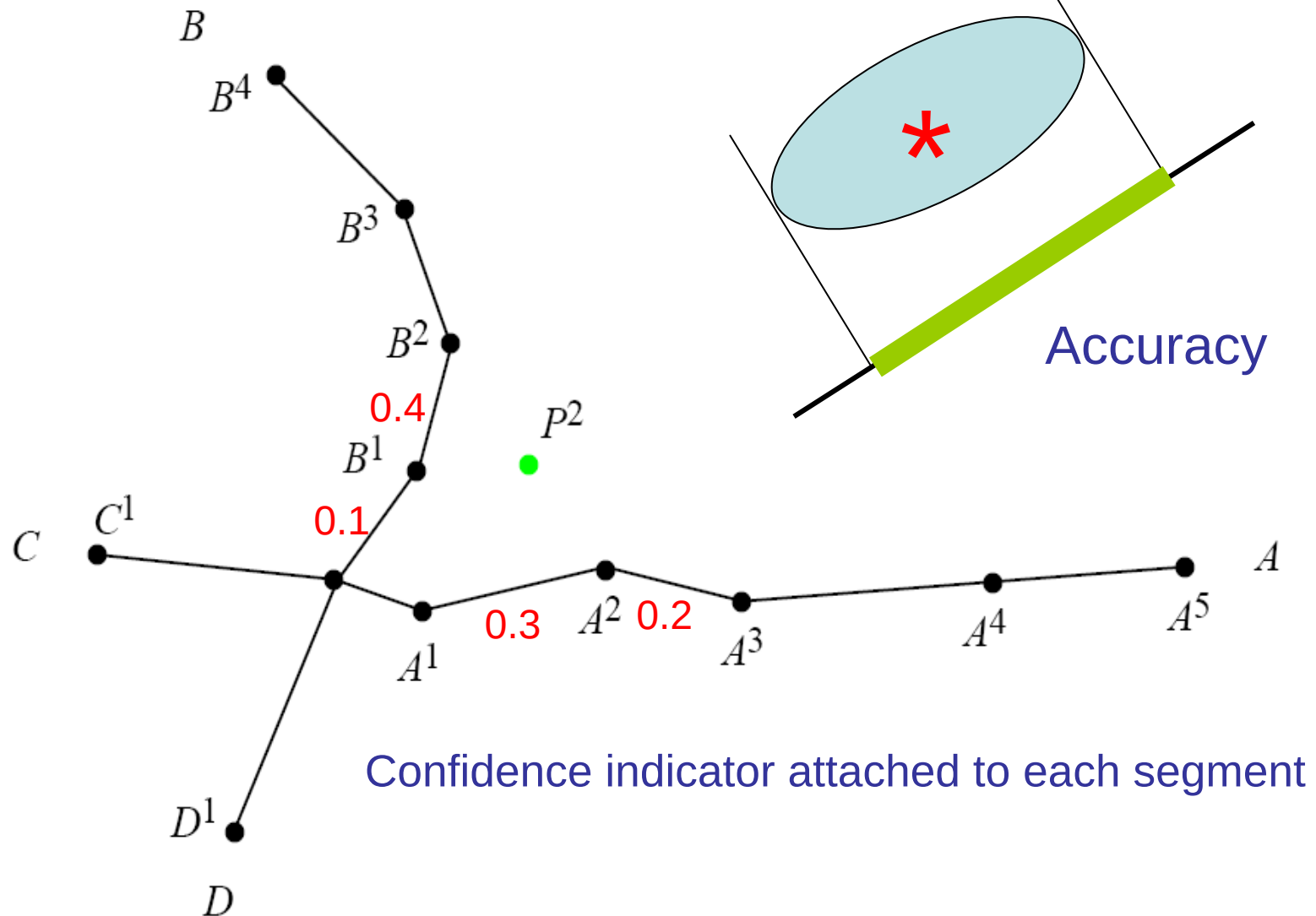
- Longitudinal accuracy
- Confidence (likelihood)

Meta-data





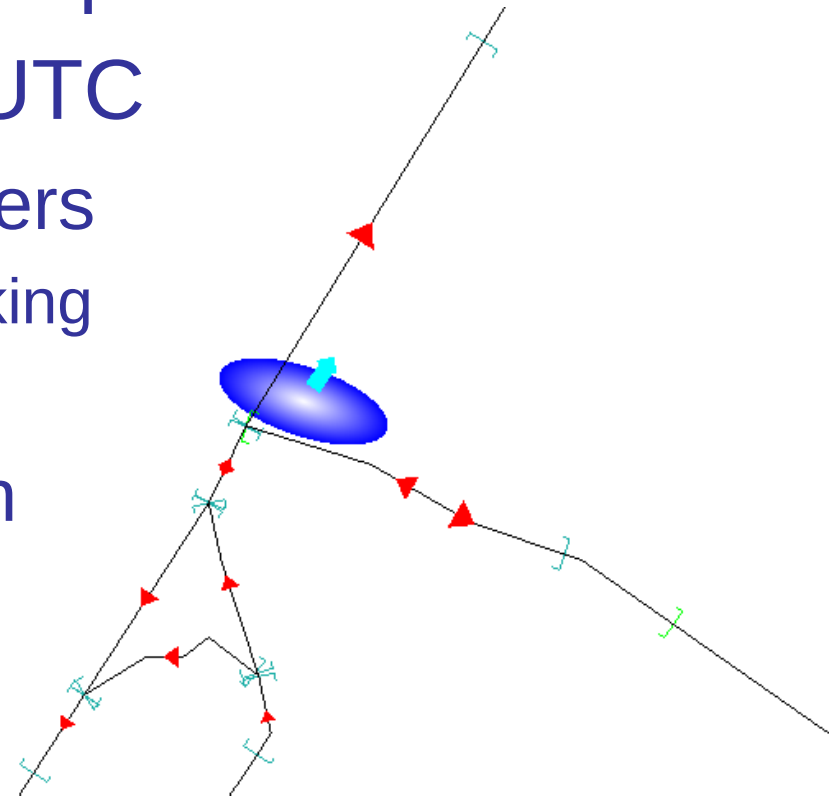
Intégrité du Map-Matching





MM Integrity Monitoring

- Principle : check consistency between the Map and the estimated pose
- Approach studied at UTC
 - Dynamic state observers
 - Multi-Hypotheses tracking
 - Particles filters
 - Normalized Innovation Squared (NIS)





Capteurs de précision

- POMA propose une deuxième gamme de capteurs
 - RTK bi-fréquence
 - centrale inertielle
 - Accès complet au bus CAN

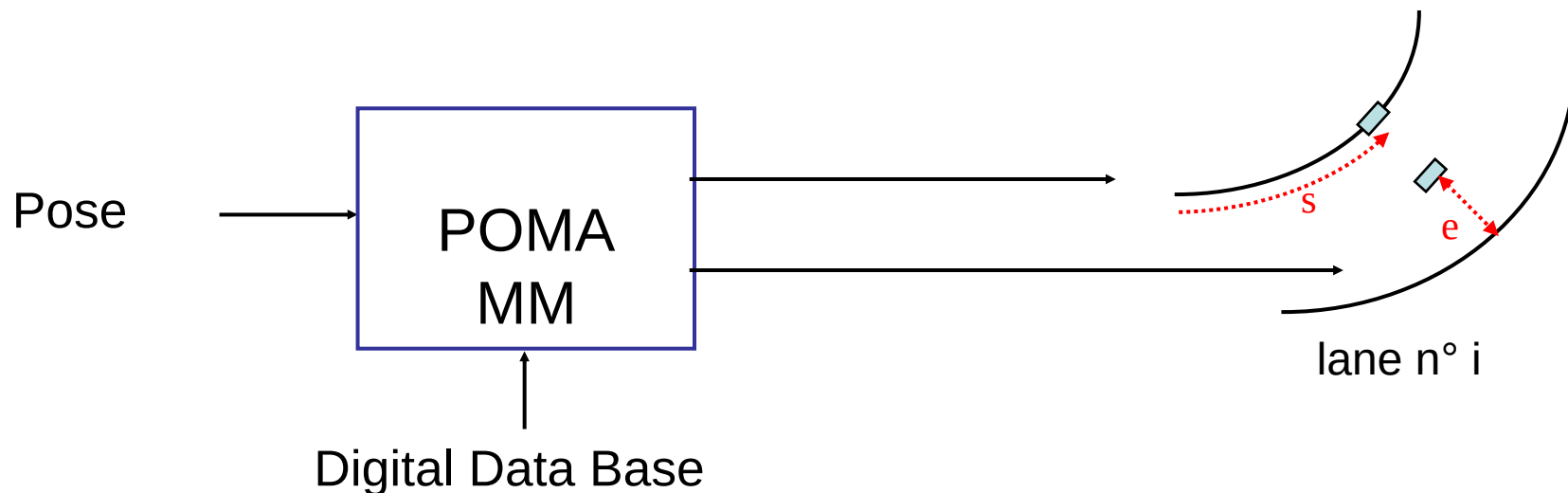




POMA EMAP

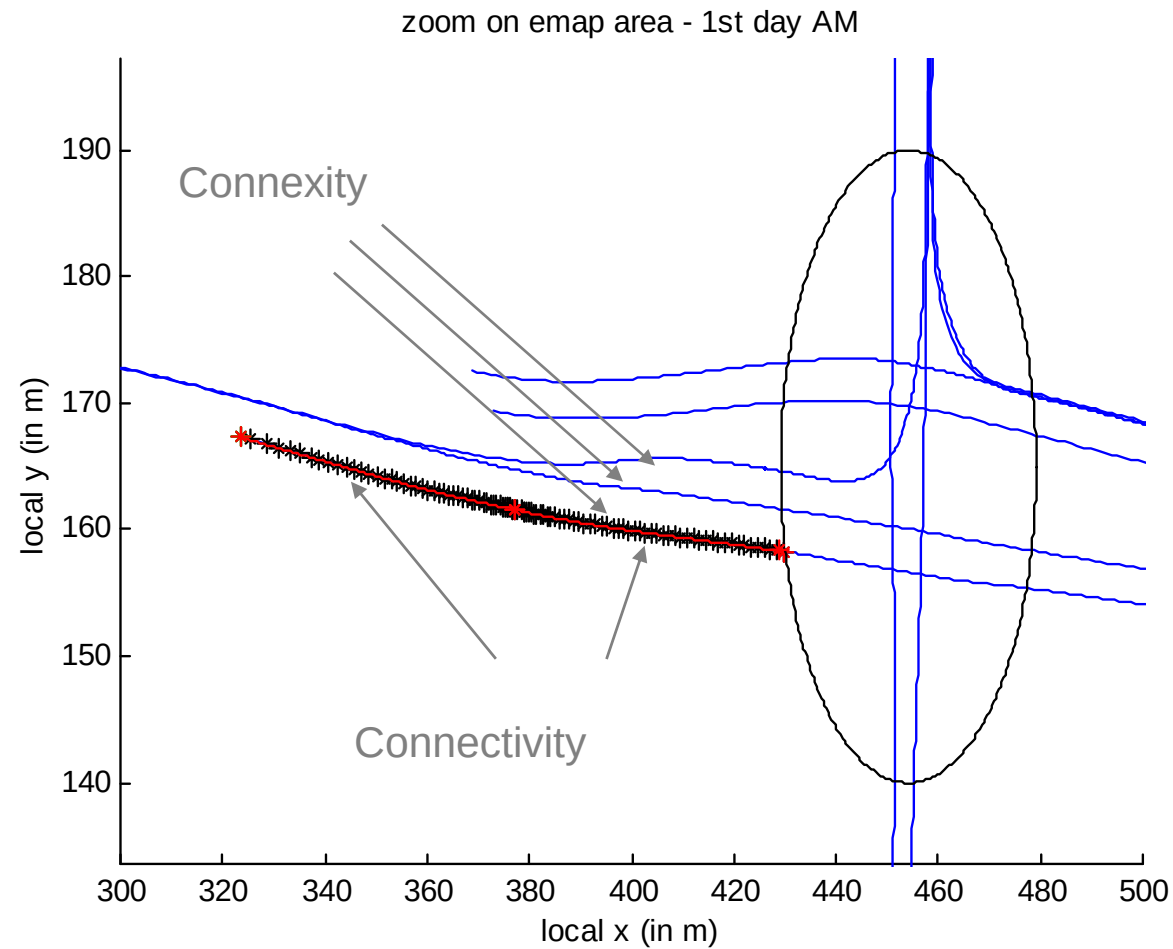


- Bases de données décrivant les voies de circulation





EMAP example





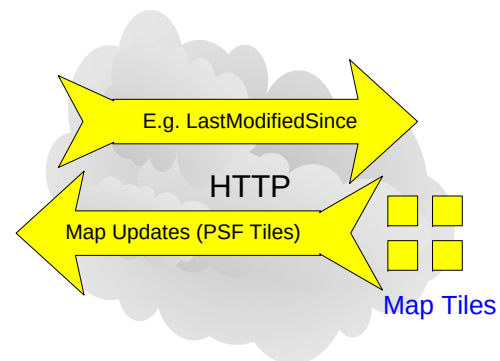
Map Update

NAVTEQ

CVIS



Vehicle System



NAVTEQ Update Server

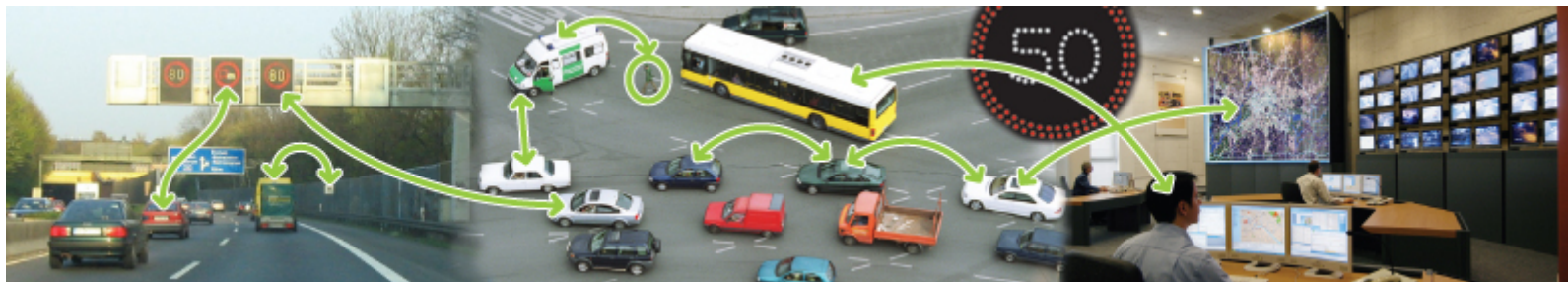
- Incremental Compiler
- Update-Service





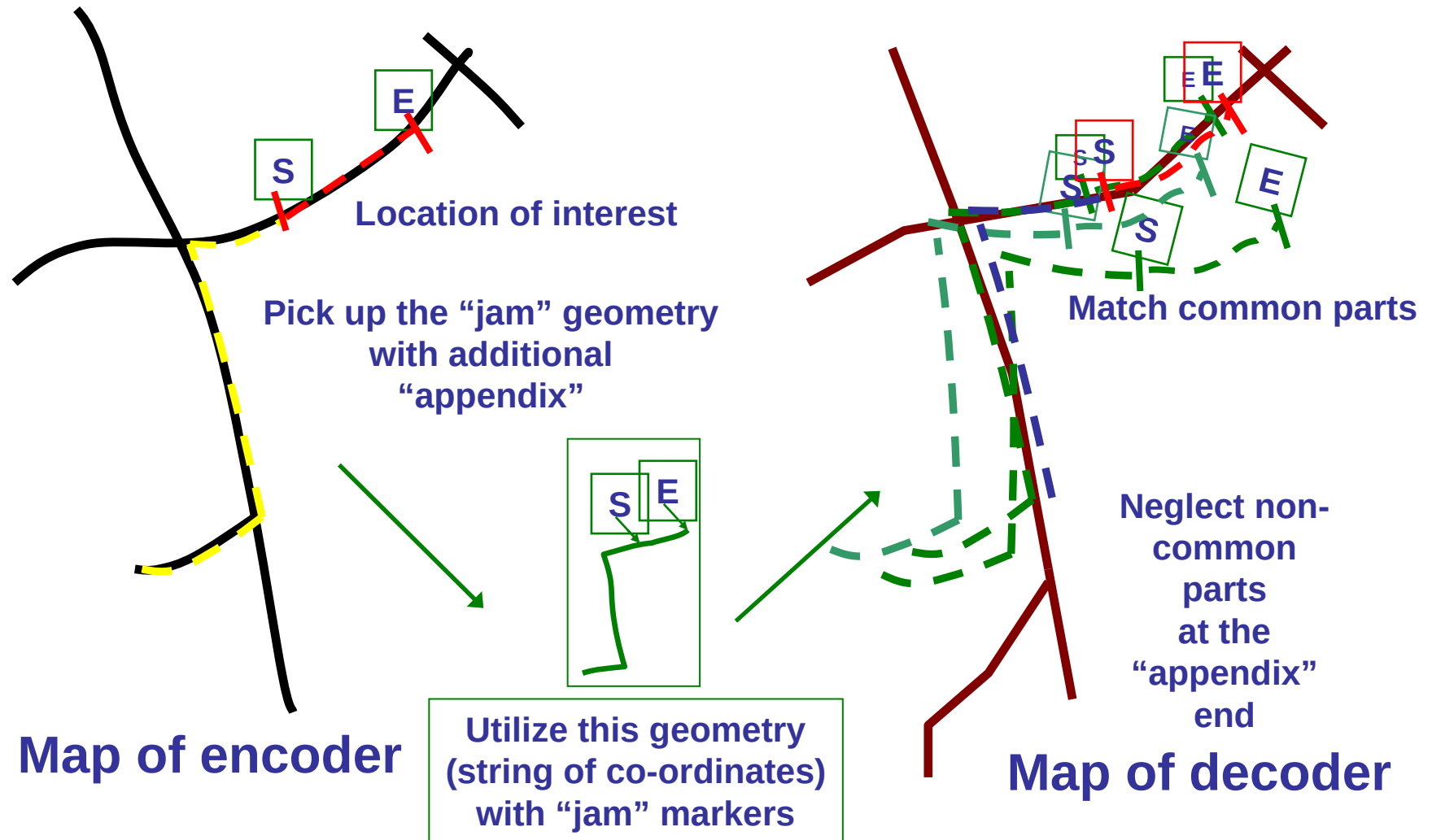
Interfaces de POMA pour les applications coopératives

Troisième Partie



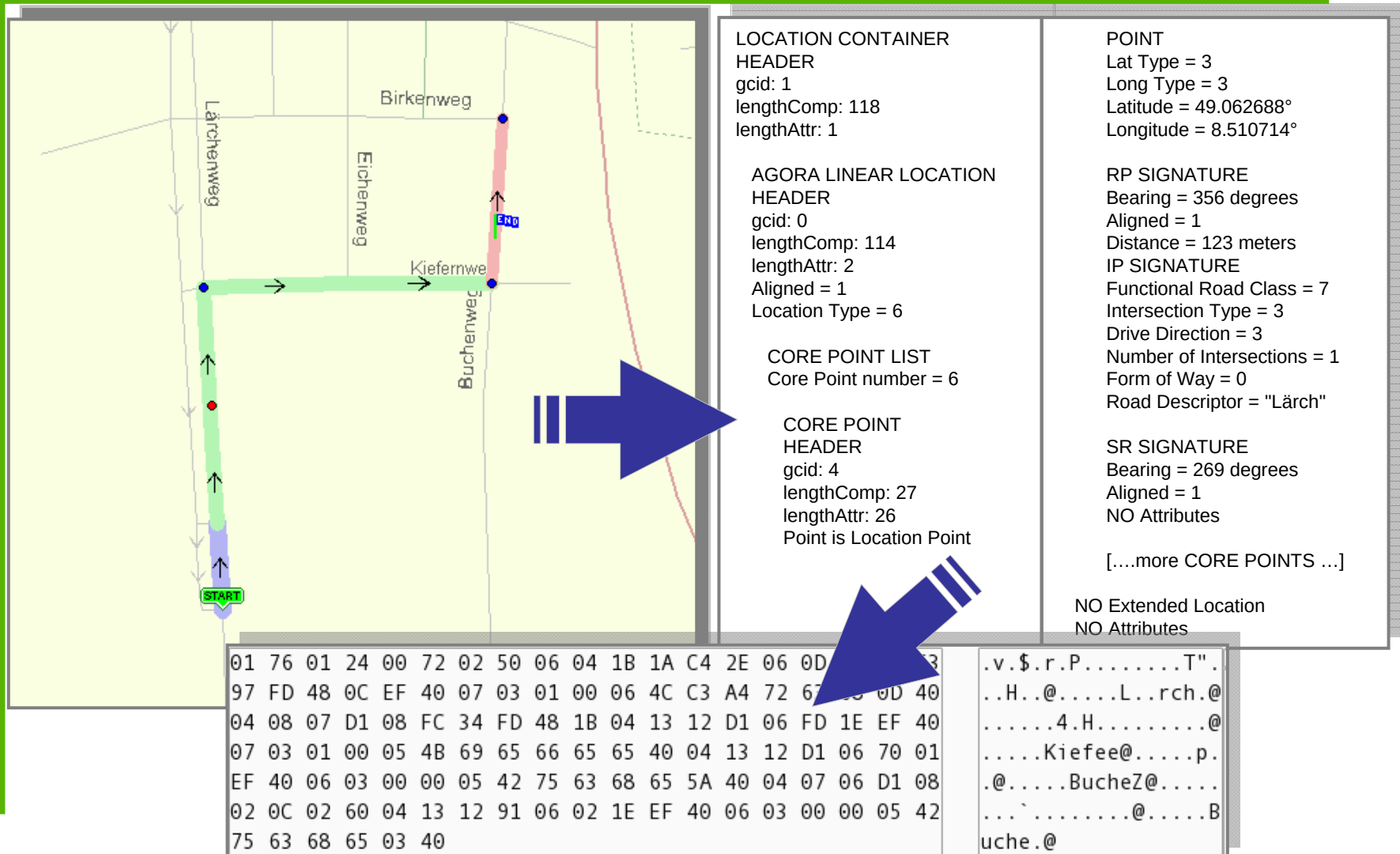


AGORA-C : échange de points Map-Matchés





Implémentation AGORA-C





Intempora





OSGi bundle

- *Example: Map matching interface*

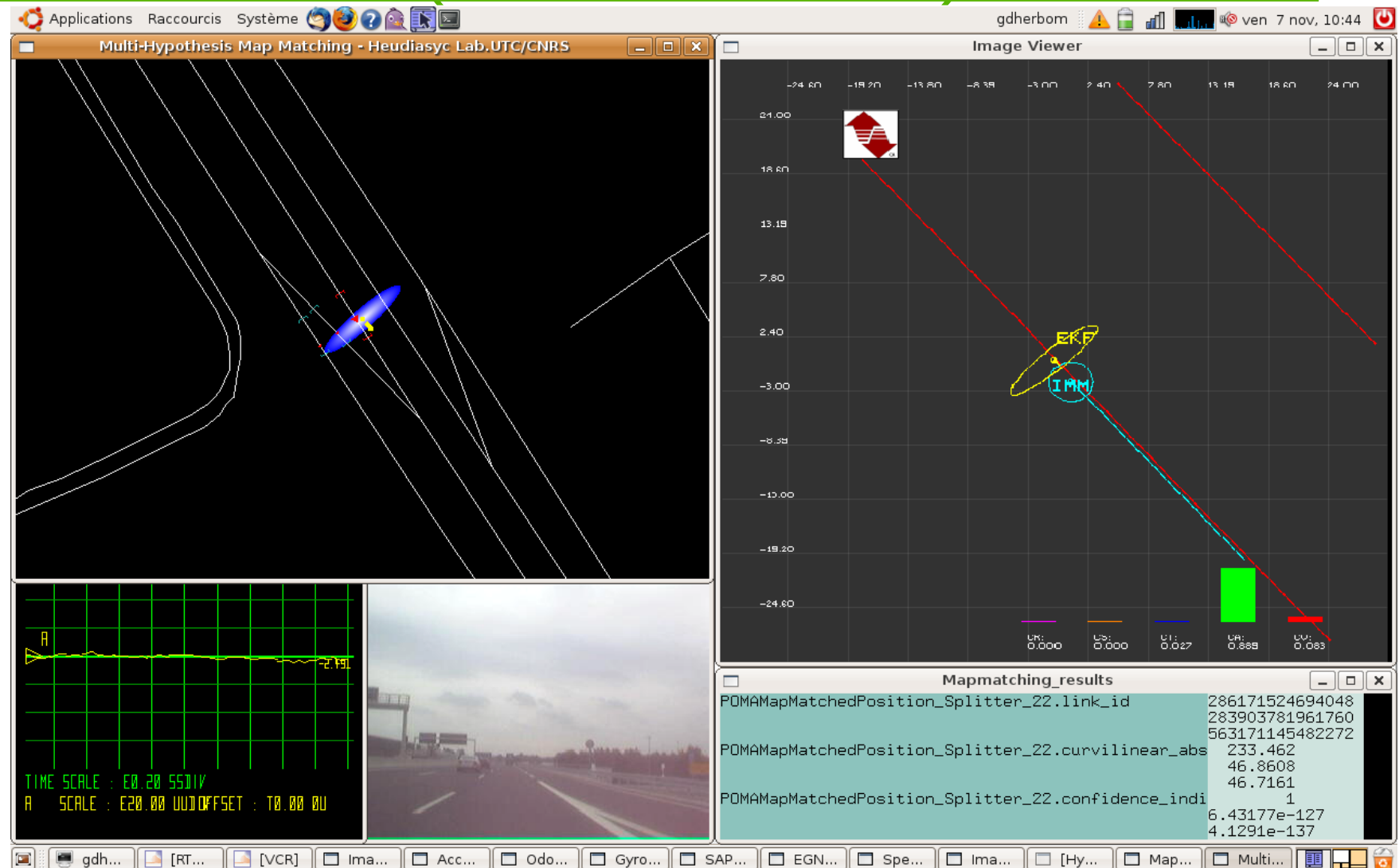


```
public class MapMatchedPositionImplementation implements MapMatchedPosition {
    long _timestamp = 0; // timestamp of the data
    int _map_id = 0; // map independent ID
    long _map_dependent_link_id = 0; // the road ID (64 bits)
    double _curvilinear_abscissa = 0.0; // curvilinear abscissa (between 0 - 1)
    double _lateral_deviation = 0.0; // in meter. Take care this deviation is signed
    byte _direction = POMA_Constants.DIRECTION_UNKNOWN; // 1 = from origin to end, -1 for the contrary, 0 = unknown
    double _inaccuracy = 0.0; // confidence interval of the curvilinear abscissa along the road (in meter)
    double _confidence_indicator = 0.0; // probability of the candidate with respect to the others (between 0 - 1)
    double _residual = 0.0; // normalized residual. To check the global confidence

    ...
}
```



Aperçu du système embarqué (RTMAPS linux)





Conclusion



- POMA fournit des services de positionnement pour les applications coopératives
 - GPS like
 - Positions Map-Matchées + AGORA-C
- Principaux paramètres de QoS
 - couverture, disponibilité, intégrité, précision



Travaux en cours

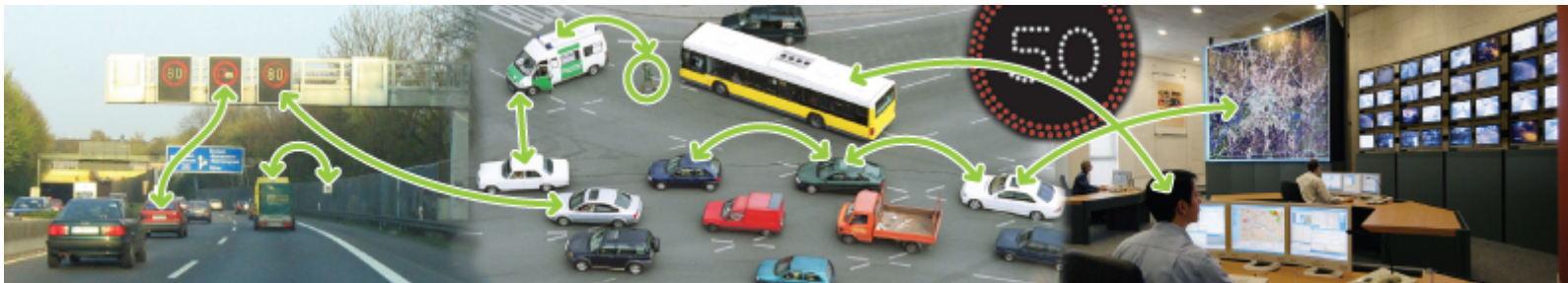


- Réglages des différents composants déjà temps réel
- Développements temps réel de prototypes Matlab
- Calibrage du module embarqué
- Validation sur des séquences réelles



Merci de votre attention.

Ph Bonnifait
Lab Heudiasyc UTC/CNRS





Modèle d'observation

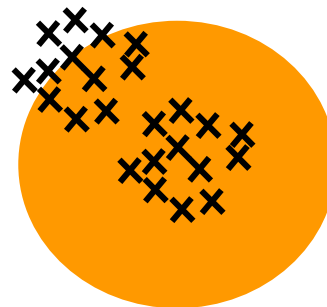


- $y = Cx + b + w$
- y = mesure
- x = paramètres ou inconnues
- C = matrice de passage
- b = biais (erreur de justesse)
- w = bruit de mesure (erreur de fidélité)
- Remarques :
 - souvent on suppose w blanc, centré et gaussien
 - souvent b est connu et retranché de la mesure y
 - modèle corrigé : $y_c = Cx + w$



La fidélité prime

- On peut rendre précis un dispositif fidèle en appliquant une simple correction (biais)



Fidèle

→ Précis