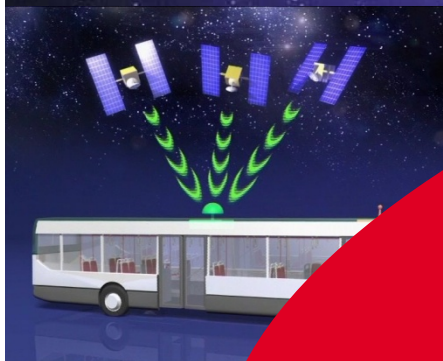




Institut national de recherche sur  
les transports et leur sécurité



# Prise en compte de l'environnement de réception des signaux GNSS pour la localisation en urbain

*Juliette MARAIS, Nicolas VIANDIER*  
*INRETS-LEOST*

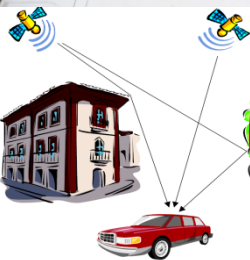
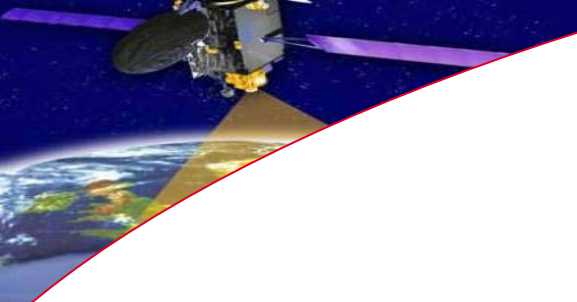


Institut national de recherche sur  
les transports et leur sécurité

# Plan



- Objectifs du LEOST
- Rappel sur le positionnement GNSS
- Cas particulier de l'environnement urbain
- Travaux et approches du LEOST
  - Approche déterministe
  - Approche statistique

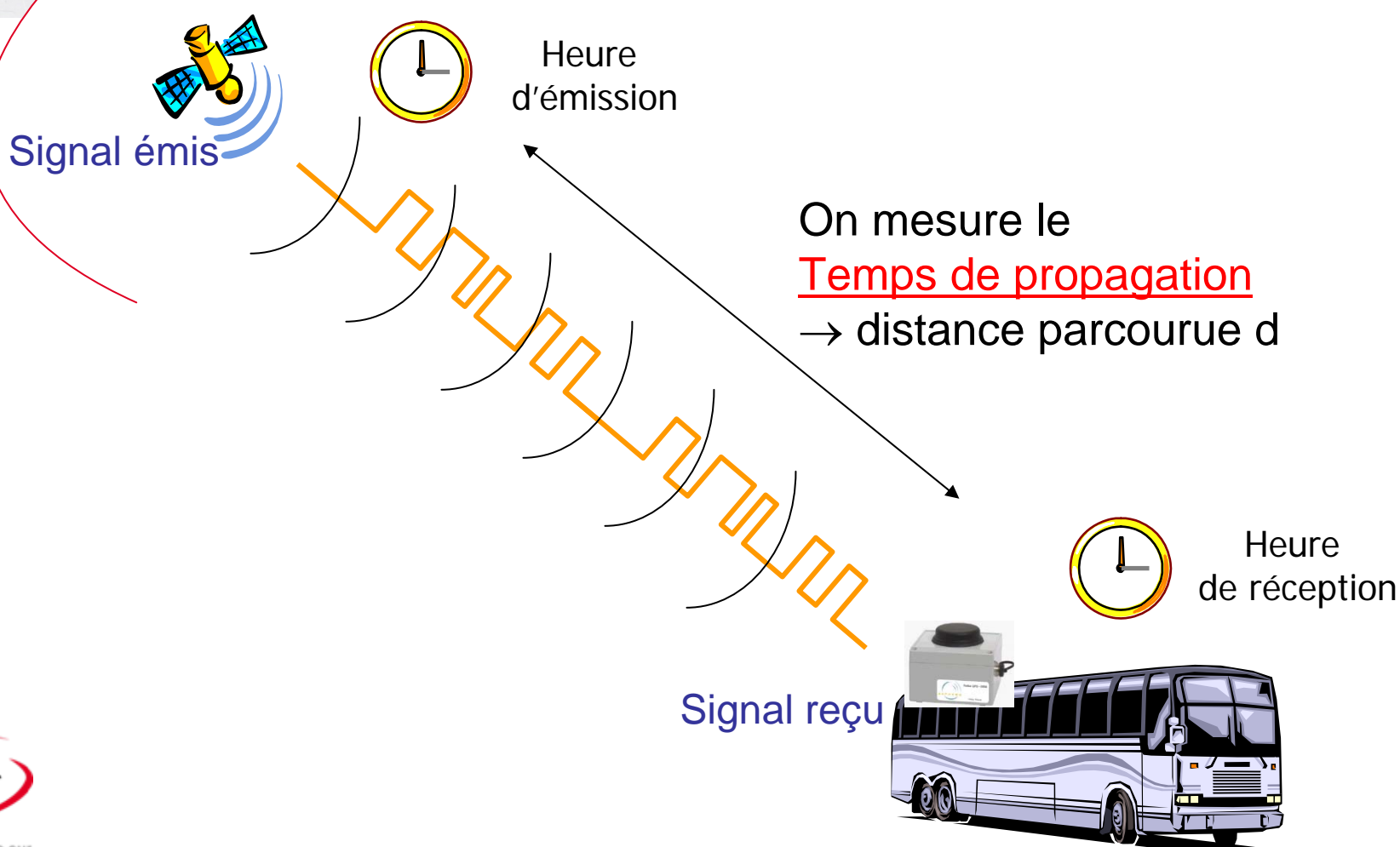
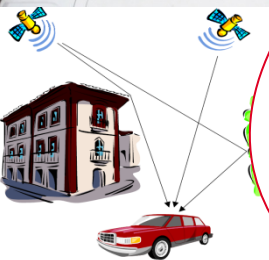


# Objectifs

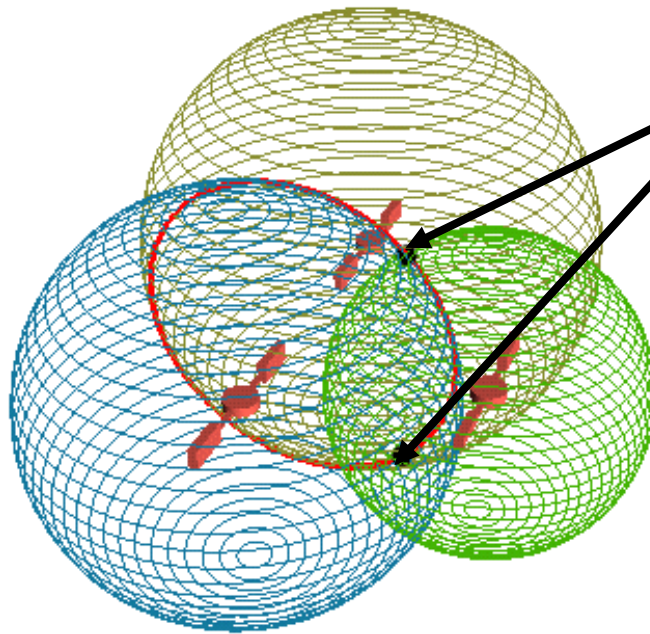
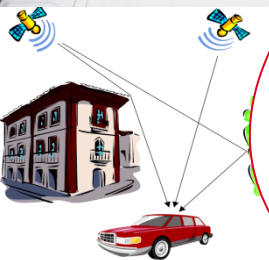
- Améliorer la précision dans des environnements contraints
- Utiliser le moins de capteurs possibles (et aucun capteur sur l'infrastructure)  
→ un GPS seulement



# Rappel sur le GPS (GNSS) - 1/3



# Rappel sur le GPS (GNSS) - 2/3



2 points

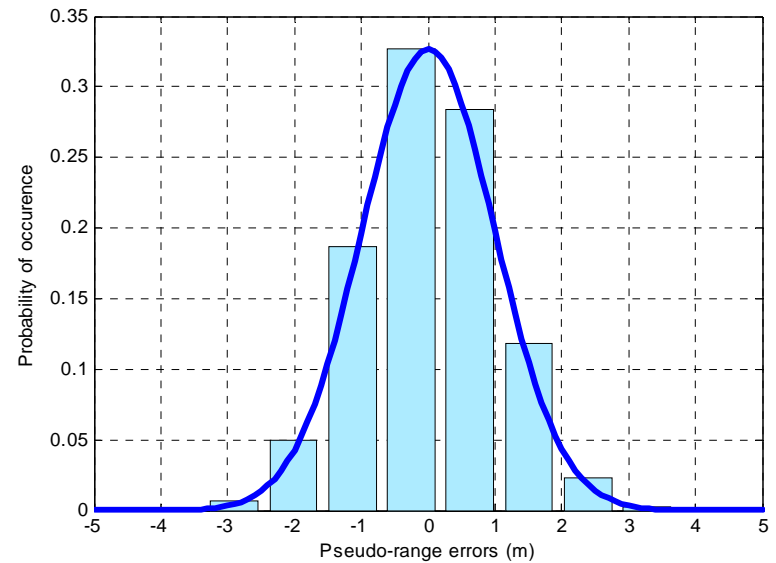
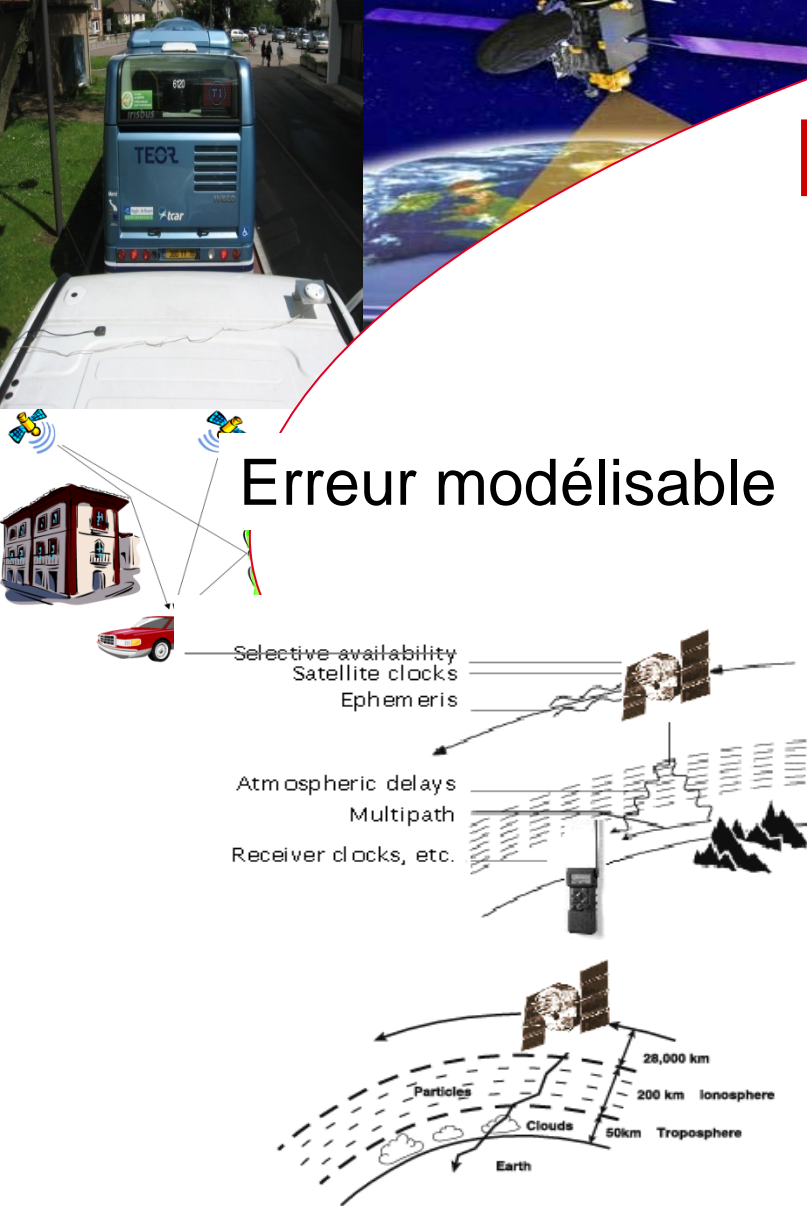


Biais d'horloge

Calcul de la position par triangulation

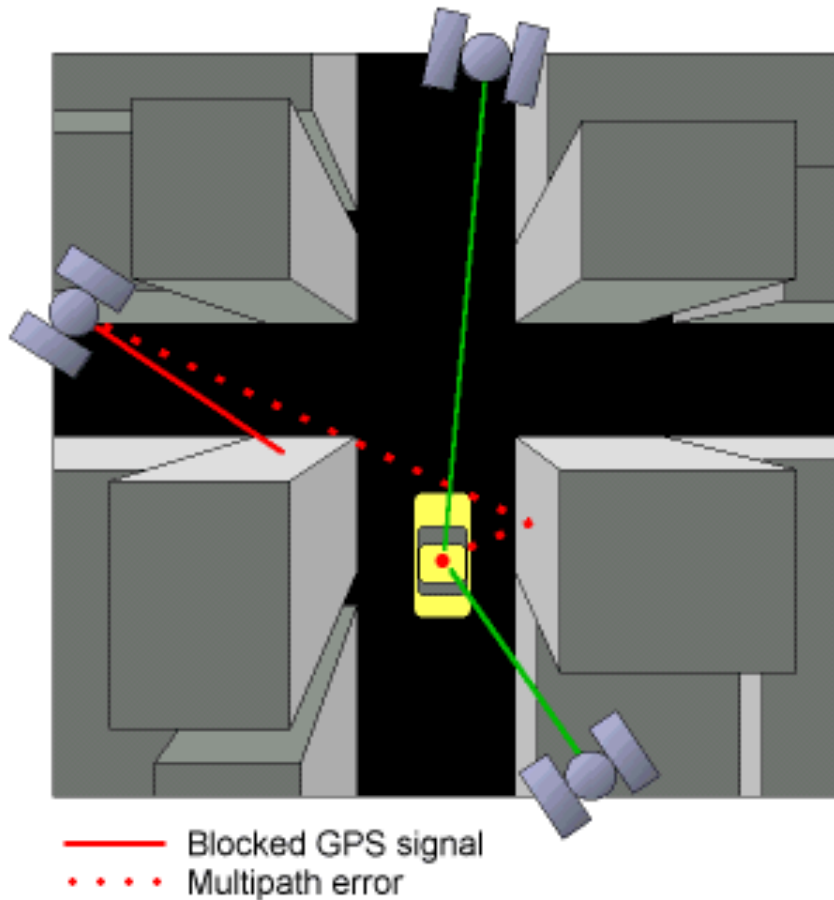
# Rappel sur le GPS (GNSS) - 3/3

Erreur sur la pseudo-distance  
: bruit blanc Gaussien





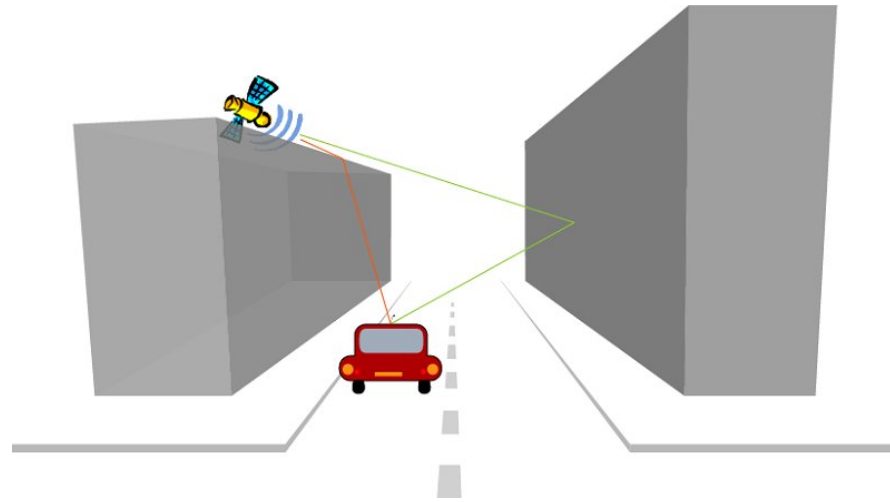
# La réception en environnement urbain



## 2 effets :

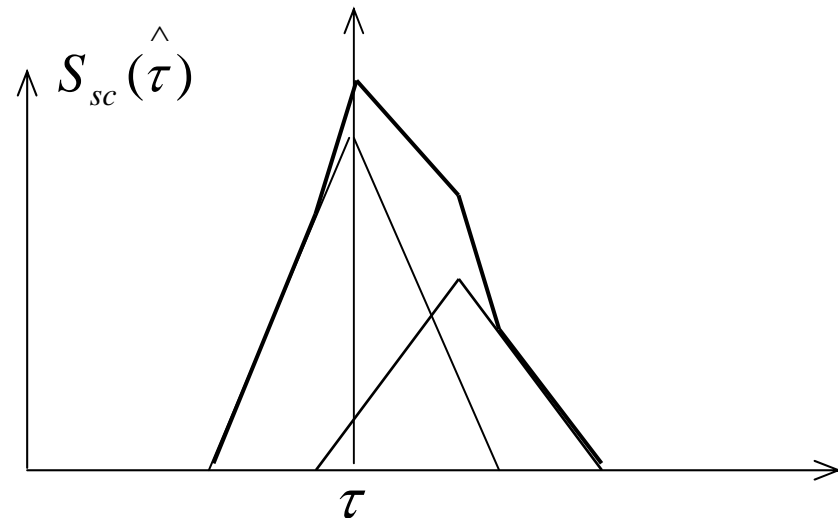
- le signal est reçu par trajets multiples
- le signal n'est pas reçu du tout.

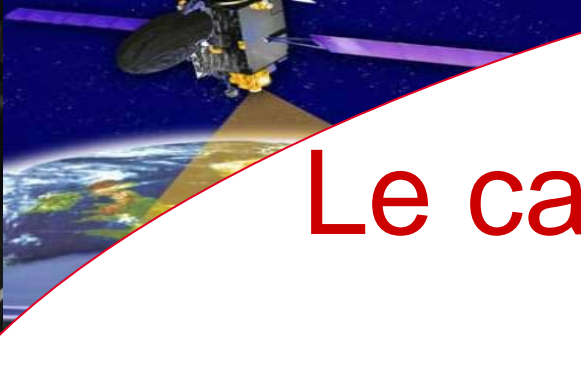
# Les trajets multiples



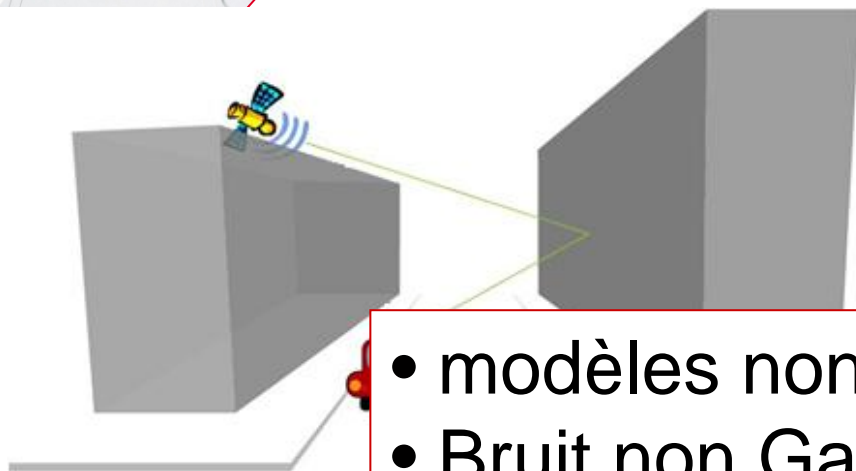
- Plusieurs signaux d'un même satellite
- Des retards variables
- Des atténuations variables

Estimation du temps de propagation avec la fonction d'auto corrélation



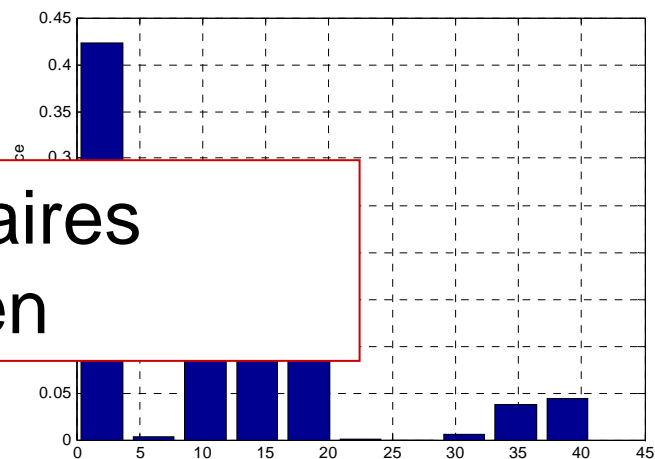


# Le cas du trajet indirect

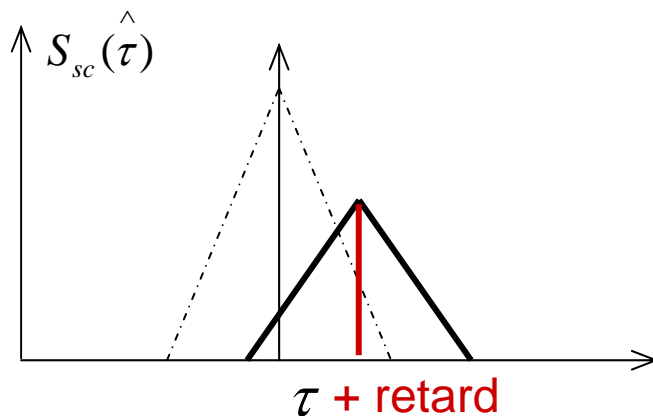


- modèles non linéaires
- Bruit non Gaussien

Exemple en canyon urbain:



Distorsion ou retard



Distribution des erreurs de pseudo-distances



# Améliorer la précision en environnement contraint

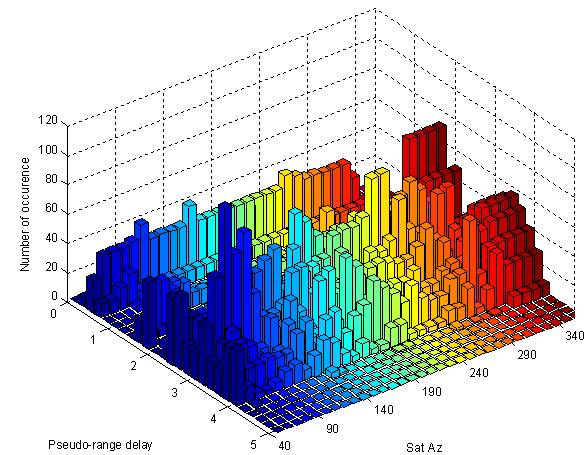
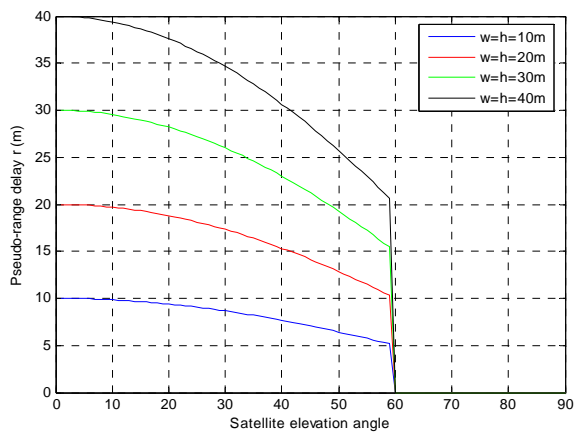
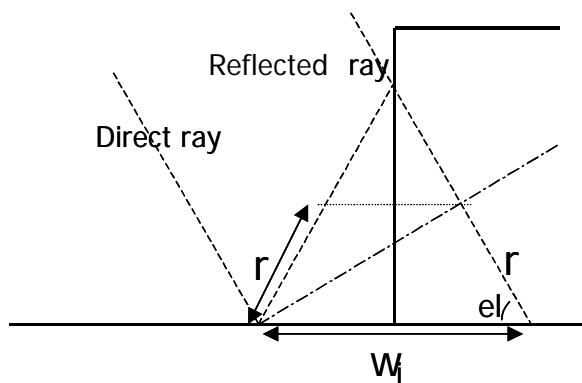
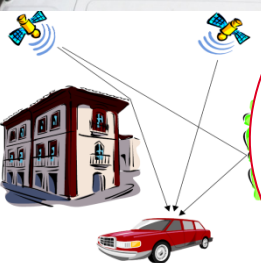


- Le constat : En environnement contraint, les modèles typiques d'erreurs utilisés ne sont pas réalistes
- Deux approches étudiées :
  - Déterministe
    - Connaissant l'environnement, il est possible d'adapter le modèle d'erreur au plus juste
  - Statistique
    - Le système détermine seul quelle est la méthode de filtrage la plus appropriée

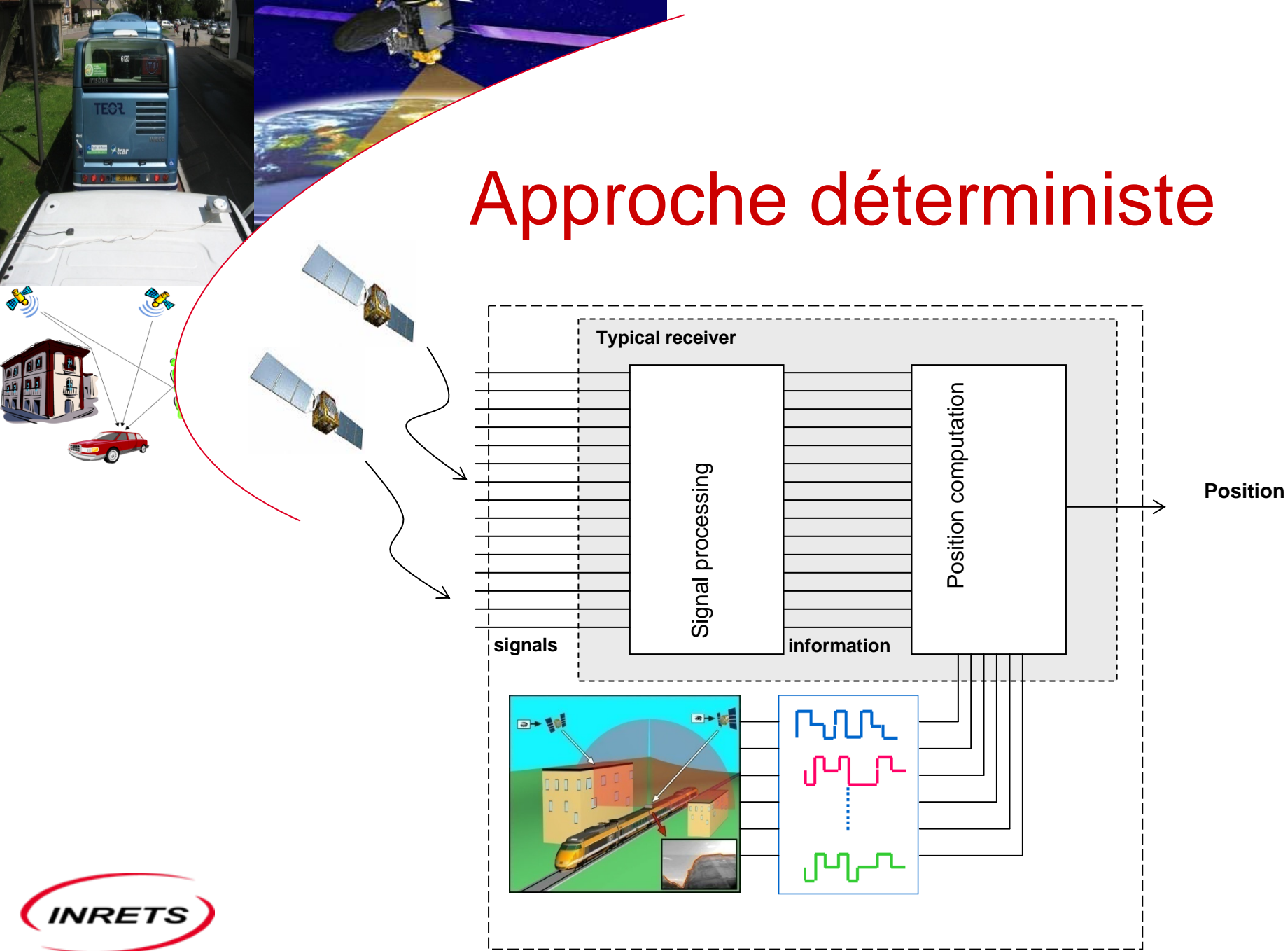


# Modéliser les erreurs de pseudo-distance

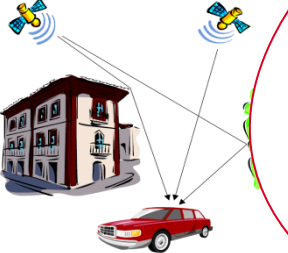
Dans un environnement connu



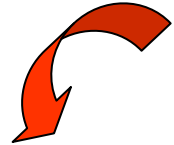
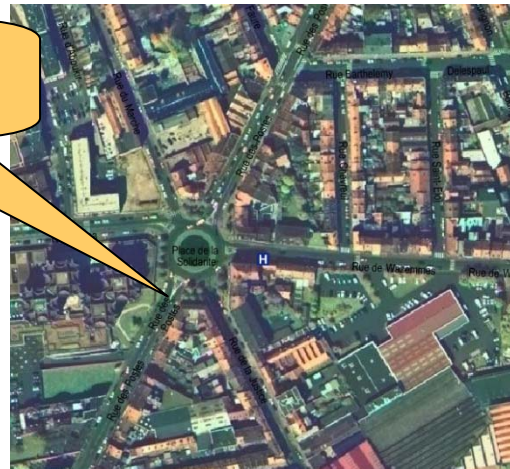
# Approche déterministe



# Utilisation d'un SIG



8 satellites  
(5 directs, 3 réfléchis)



## *Disponibilité satellitaire*

- Position des satellites
- États de réception
- Erreur de propagation
- ...



**Pour une mission donnée (horaire, trajet), l'objectif est de fournir une localisation précise et sûre en**

- Connaissant la disponibilité satellite à chaque instant et en toute position de la mission



# Approche statistique

- Travail sur les nouvelles méthodes de filtrage, notamment inspirés des systèmes multi-capteurs

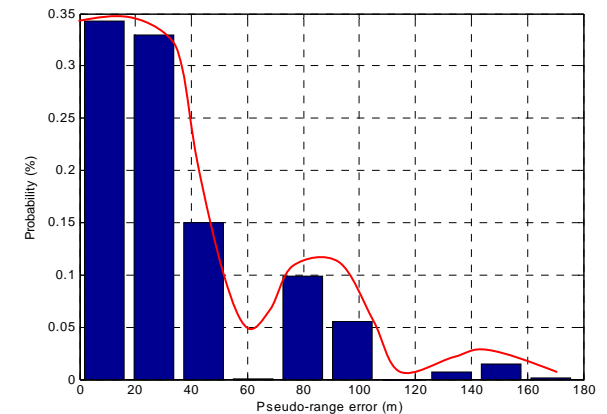
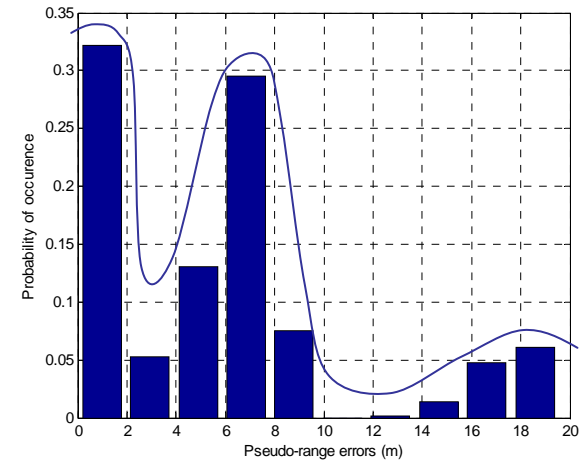
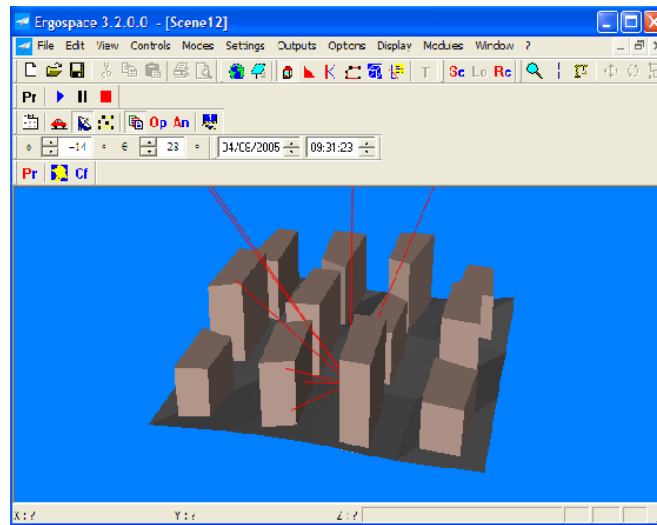
Filtres de Kalman Etendu ?  
Filtres de Kalman sans parfum ?  
Filtrage Particulaire ?  
Filtres particulaires Rao-Blackwellised ...

Souvent utilisés pour les méthodes multi-capteurs avec un bruit aléatoire

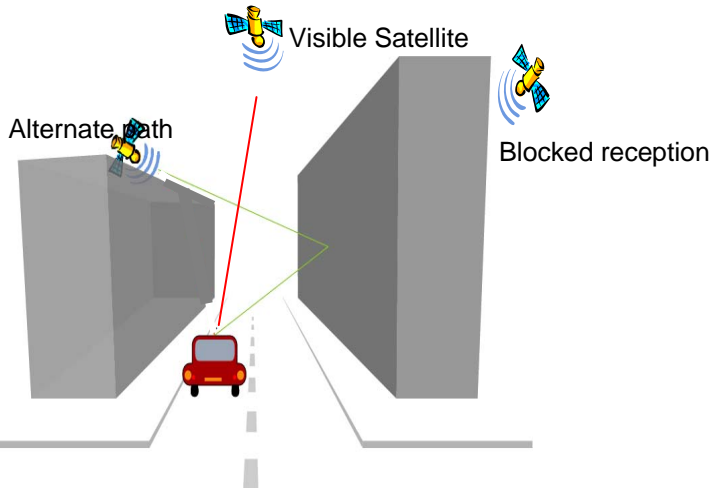
- Variation du modèle d'erreur
- Définition d'une confiance dans la mesure de pseudo-distance



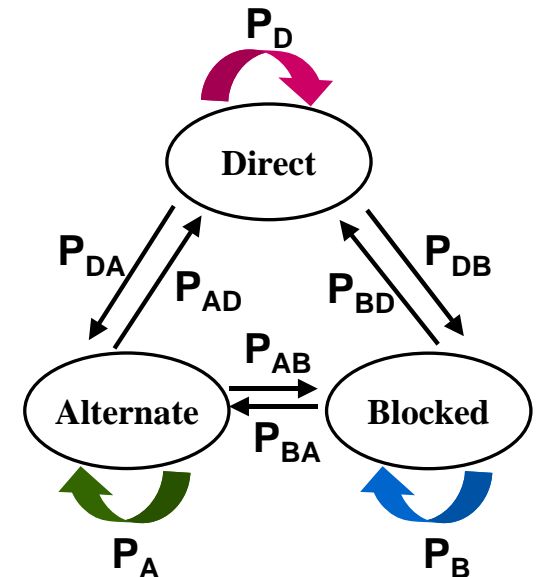
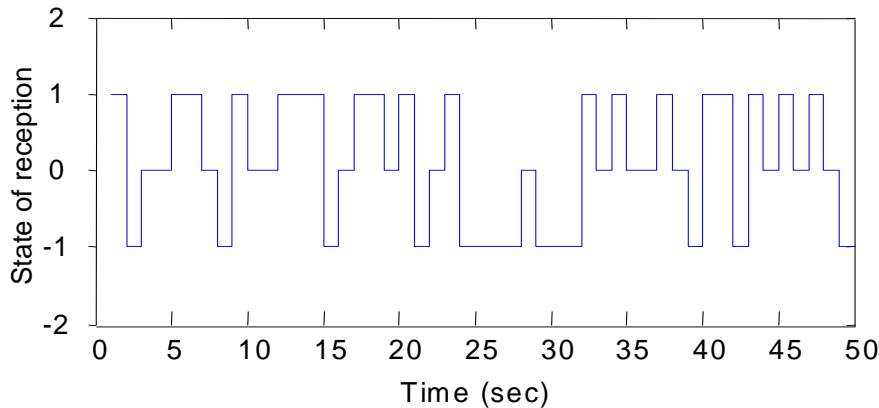
# Modélisation des erreurs de PD par mélange de Gaussiennes



# Chaines de Markov



3 états de réception  
 Variations des états des satellites en fonction du temps  
 ⇒ Chaine de Markov à 3 états



# Jump Markov Systems

## Modèle de système non linéaire

- Modèle d'évolution d'état (Les paramètres dynamiques du mobile):

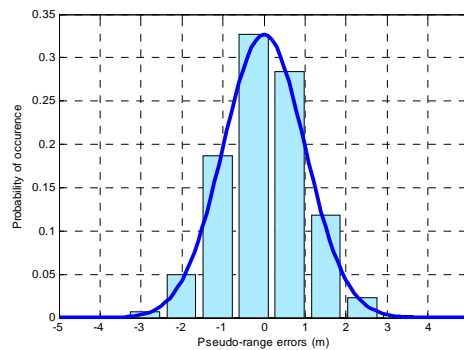
$$x_{t+1} = f_t(x_t, \omega_t)$$

- Etat de réception: une variable discrète markovienne :

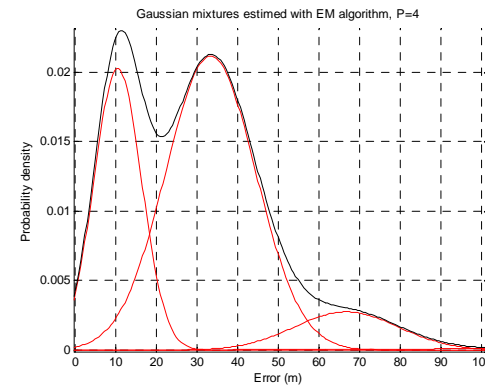
$$r_t = \{direct, alterné\}$$

- Observations : pseudo distances
- Modèle d'erreurs : en fonction de r

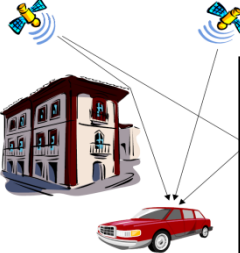
LOS



NLOS



# Résultats sur données réelles



Nom de la méthode employée	Erreur Moyenne (orthonormée)	Pourcentage de points dont la précision est inférieure à 5m	Pourcentage de points dont la précision est inférieure à 3m
Kalman Etendu	6.9	65%	43.3%
Septentrio	36	76%	50%
Filtre particulaire classique	7.4	65%	43.9%
Filtre Particulaire Mélange de Gaussiennes	6.7	71%	53.3%

GPS + EGNOS + Sélections des psd

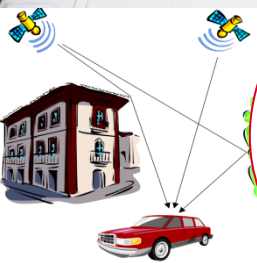
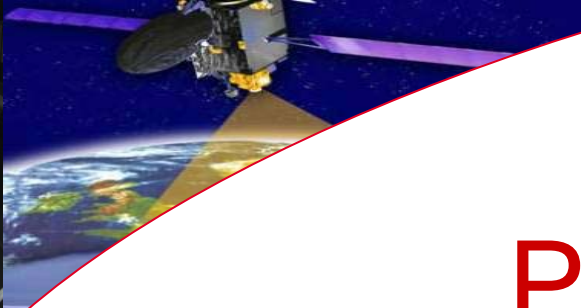
GPS seul + toutes les psd



# Conclusions

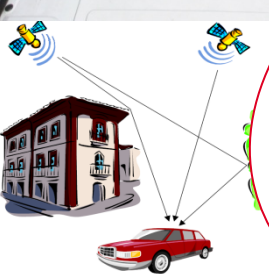
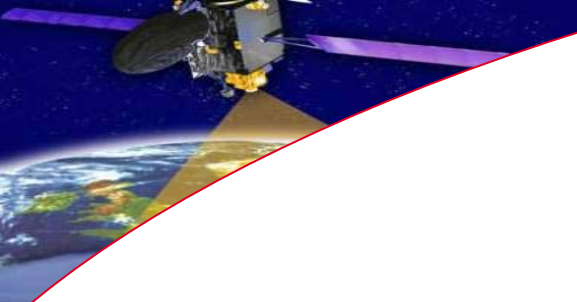
- La précision des positions GNSS est fonction de l'environnement
- La caractérisation de l'impact de l'environnement sur les erreurs de pseudo-distances permet d'améliorer les performances de localisation
- 2 approches du problème
  - Déterministe
  - Statistique





# Perspectives

- Au delà de la précision, utiliser les données environnementales pour évaluer l'intégrité de la position c-à-d « la confiance dans la position »
- Modélisation des erreurs de pseudo-distances par de nouvelles techniques



Merci de votre attention.



# Résultats

