

Apport d'un modèle virtuel 3D pour la navigation autonome en milieu urbain

Cindy Cappelle
Maan El Badaoui El Najjar



22 Janvier 2008

Laboratoire d'Automatique, Génie Informatique et Signal
Equipe « SFSD »

Journée "Robotique et SIG"



1


Plan

- SIG-3D
- Détection d'obstacle
- Géo-localisation
- Simulateur virtuel
- Perspectives

Plan

- **SIG-3D**
- Détection d'obstacle
- Géo-localisation
- Simulateur virtuel
- Perspectives

SIG-3D

- Modèle 3D géographique de la Place Stanislas à Nancy
 - Tecnomade 
Analyser, Décider, Communiquer en 3D
 - Précision métrique
 - Démonstration
- SIG-3D
 - Gère le modèle 3D en **temps-réel**

Tecnomade .fr

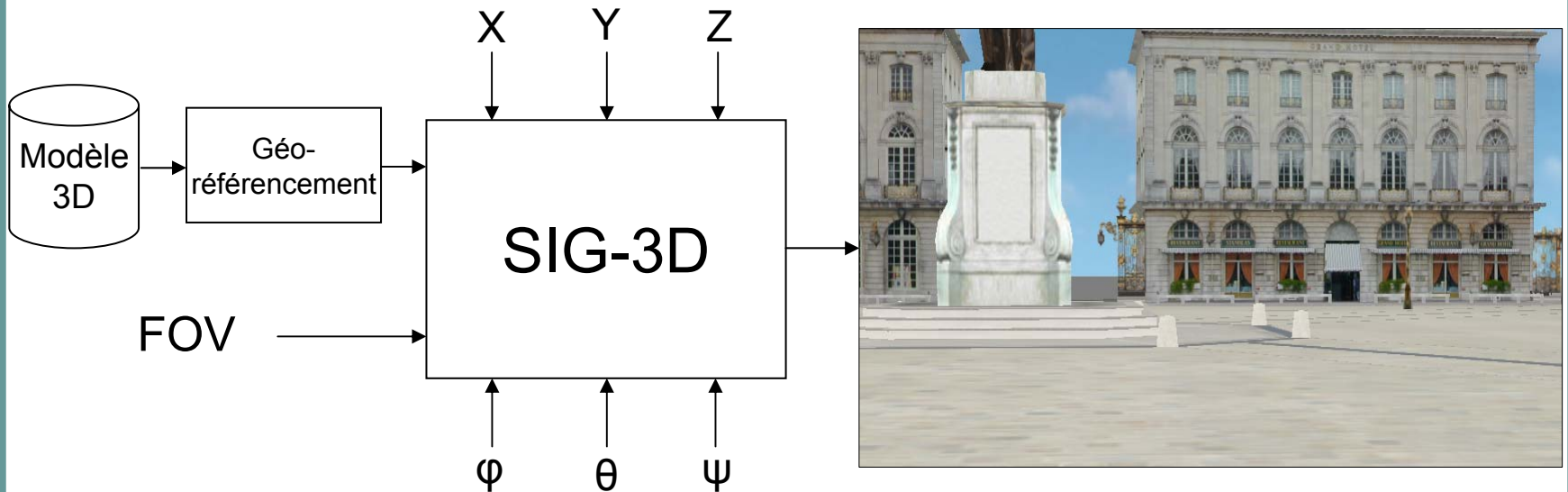
Analyser, Décider, Communiquer en 3D

MAQUETTES 3D TEMPS-REEL

d'aide à la communication et à la concertation
pour l'architecture, l'urbanisme et la promotion immobilière

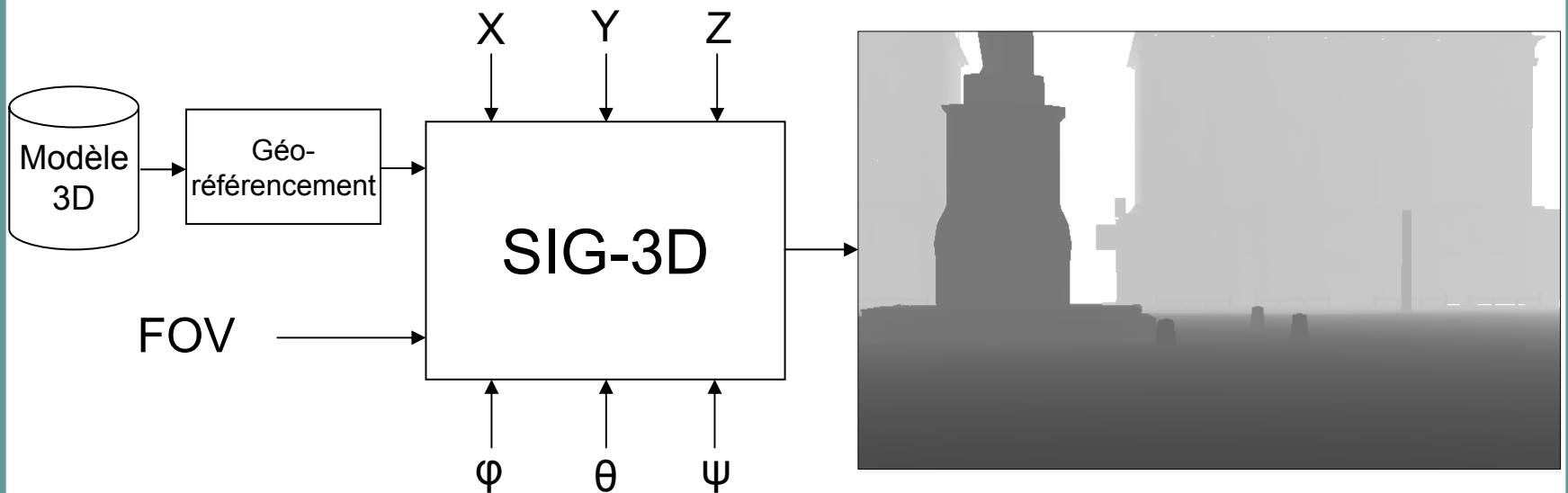
SIG-3D

- Image virtuelle



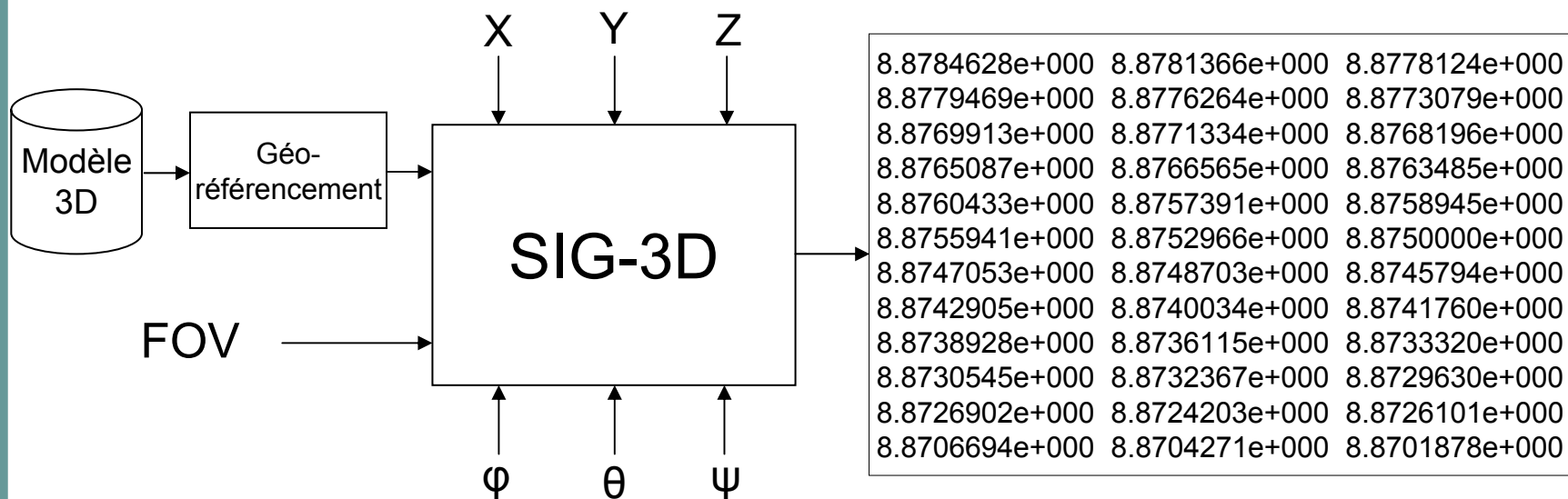
SIG-3D

- Image de profondeur



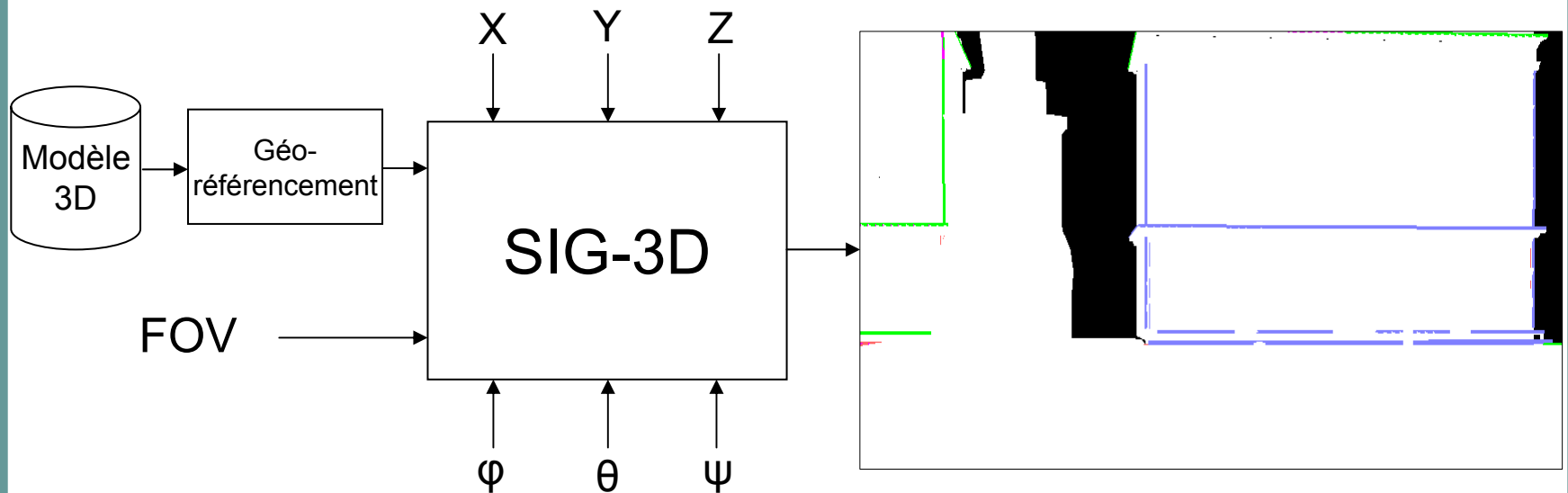
SIG-3D

- Fichier Profondeur

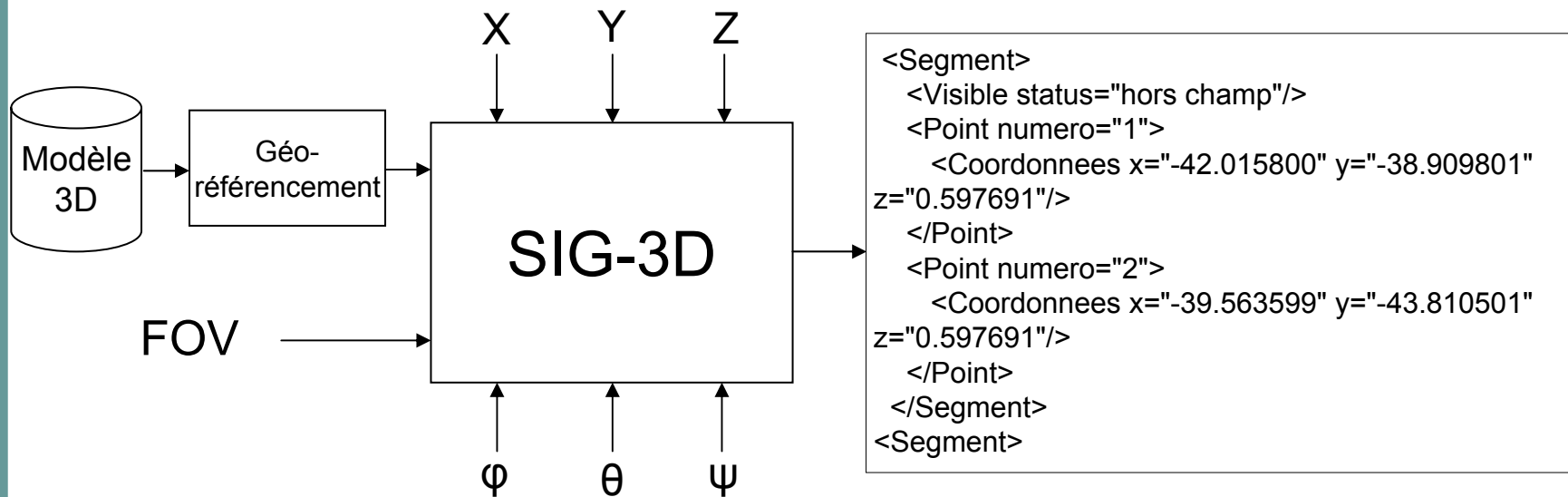


SIG-3D

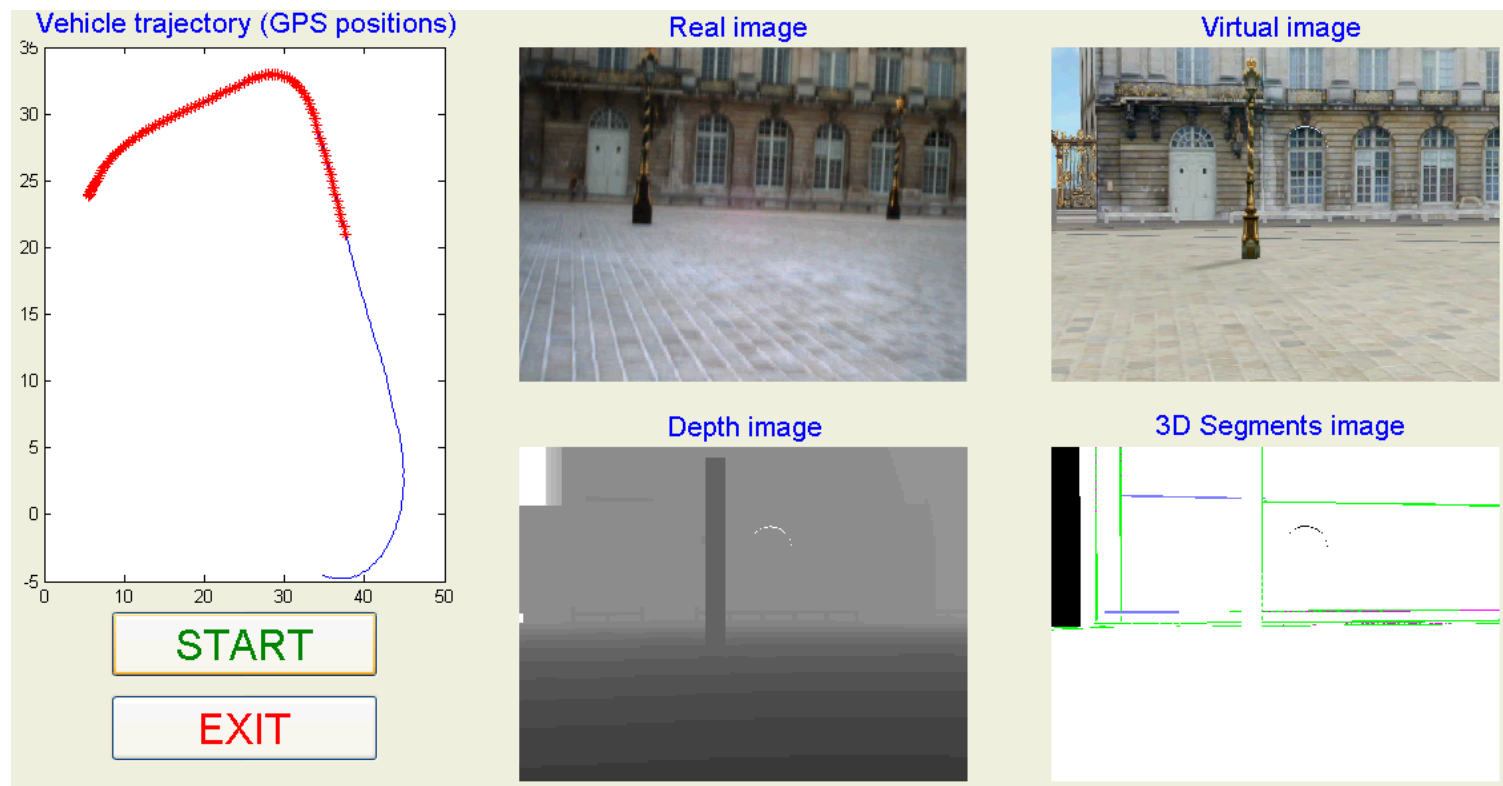
- Image des segments 3D virtuels visibles



- Segments 3D de la base



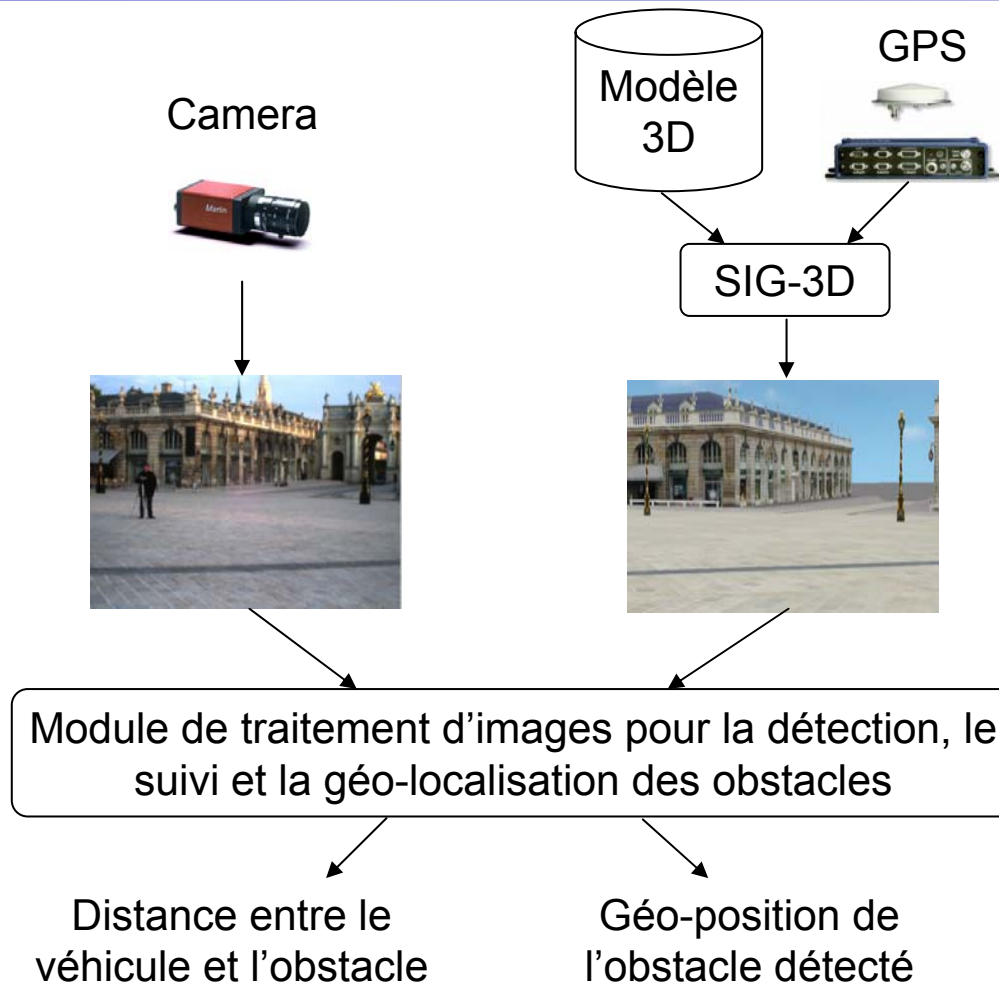
- Démonstration



Plan

- SIG-3D
- **Détection d'obstacle**
- Géo-localisation
- Simulateur virtuel
- Perspectives

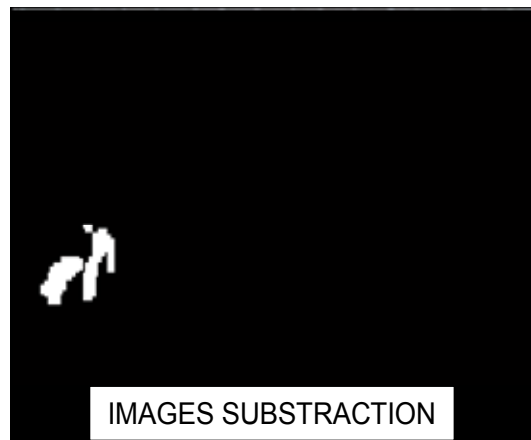
Détection d'obstacle



Détection d'obstacle

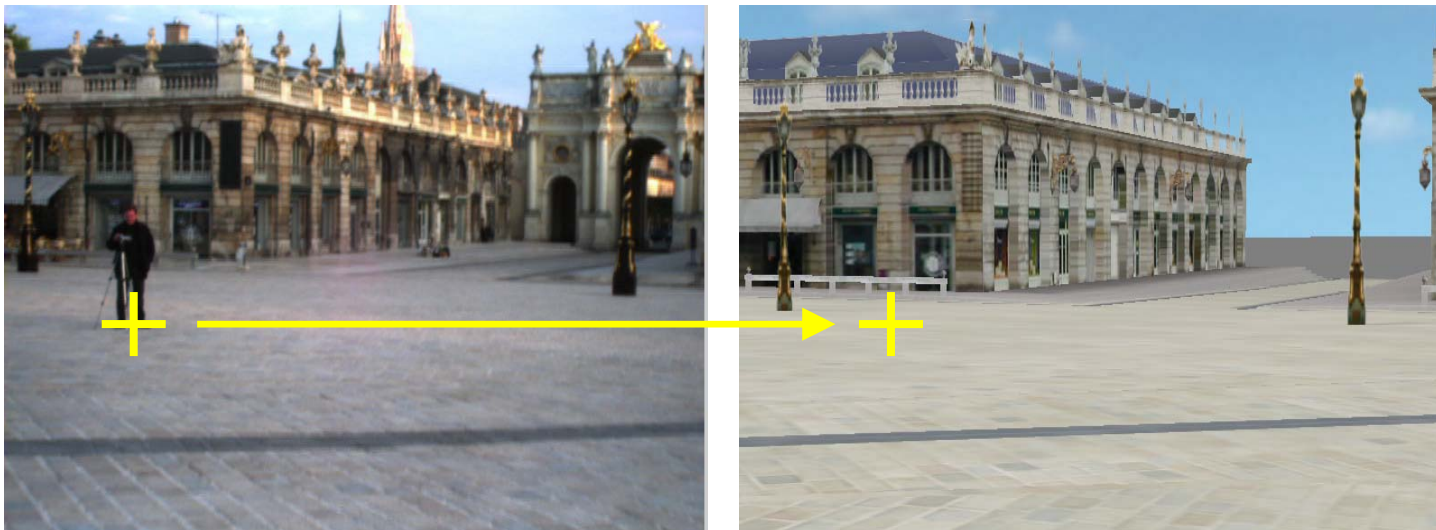
- Méthode basée sur la comparaison entre 2 images
 - Image réelle
 - Caméra embarquée
 - Contient les éventuels obstacles
 - Image virtuelle
 - Fournie par le SIG-3D qui gère le modèle 3D
 - « Background » de la scène

Détection d'obstacle



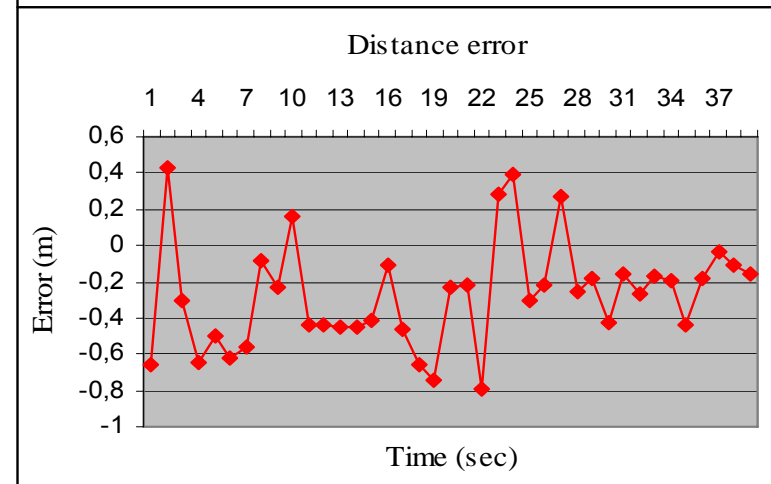
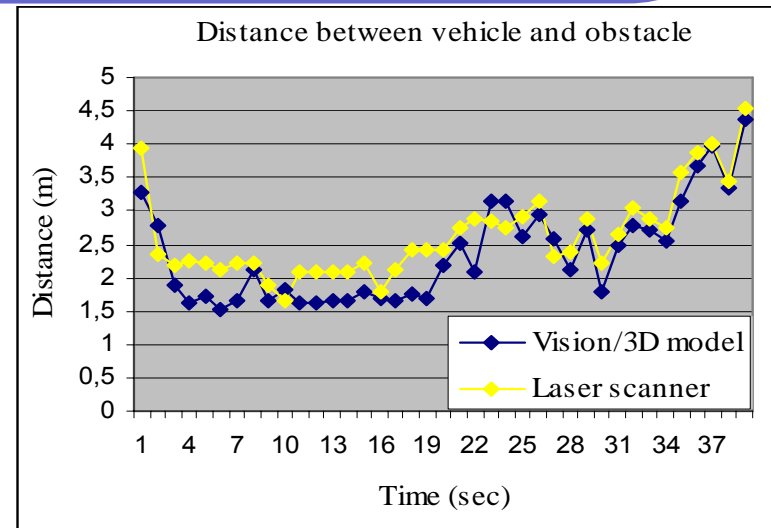
Détection d'obstacle

- Utilisation de l'information de profondeur du SIG-3D pour calculer la distance entre le véhicule et l'obstacle détecté
 - SIG-3D fournit la distance entre la caméra virtuelle dans le modèle 3D et le point 3D représenté par chaque pixel de l'image virtuelle



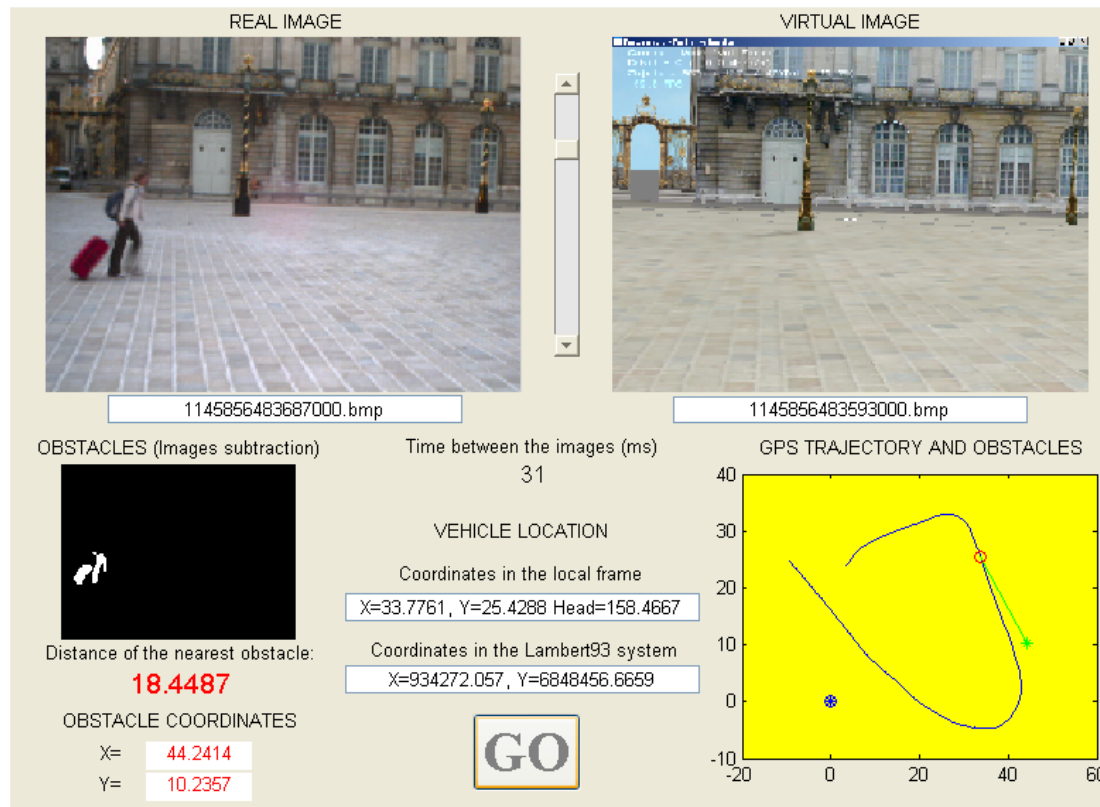
Détection d'obstacle

- Validation de la distance avec un télémètre laser



Détection d'obstacle

● Résultats



Plan

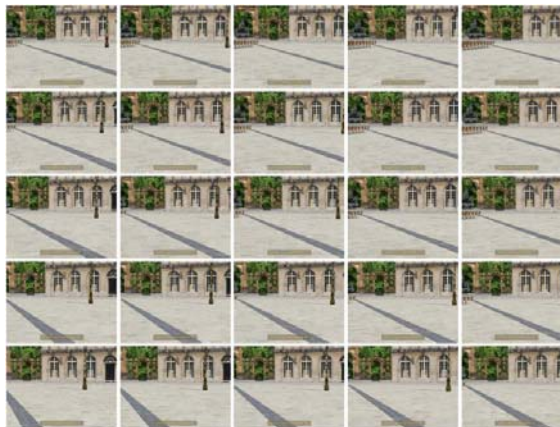
- SIG-3D
- Détection d'obstacle
- **Géo-localisation**
- Simulateur virtuel
- Perspectives

Géo-localisation

- Recalage de l'image réelle acquise par rapport au modèle 3D
 - Appariement 2D/2D
 - Coefficient de corrélation



Avant appariement



Appariement



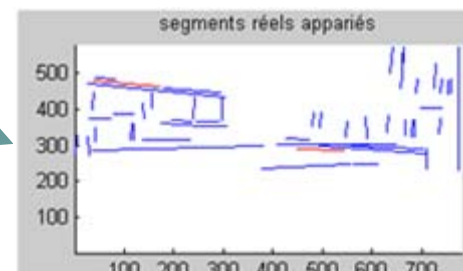
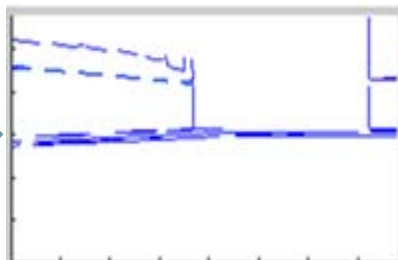
Après appariement

Géo-localisation

- Recalage de l'image réelle acquise par rapport au modèle 3D
 - Appariement 2D/3D
 - Appariement des segments 2D réels avec les segments 3D virtuels par une recherche arborescente

Géo-localisation

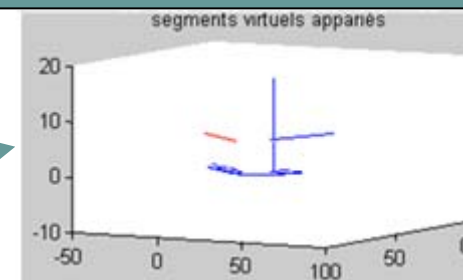
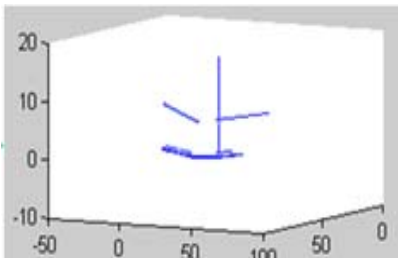
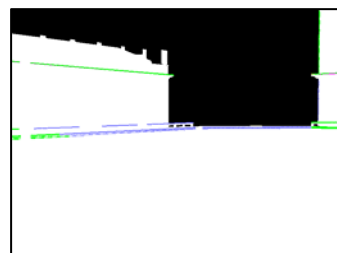
Calibration de la caméra



Extraction des segments

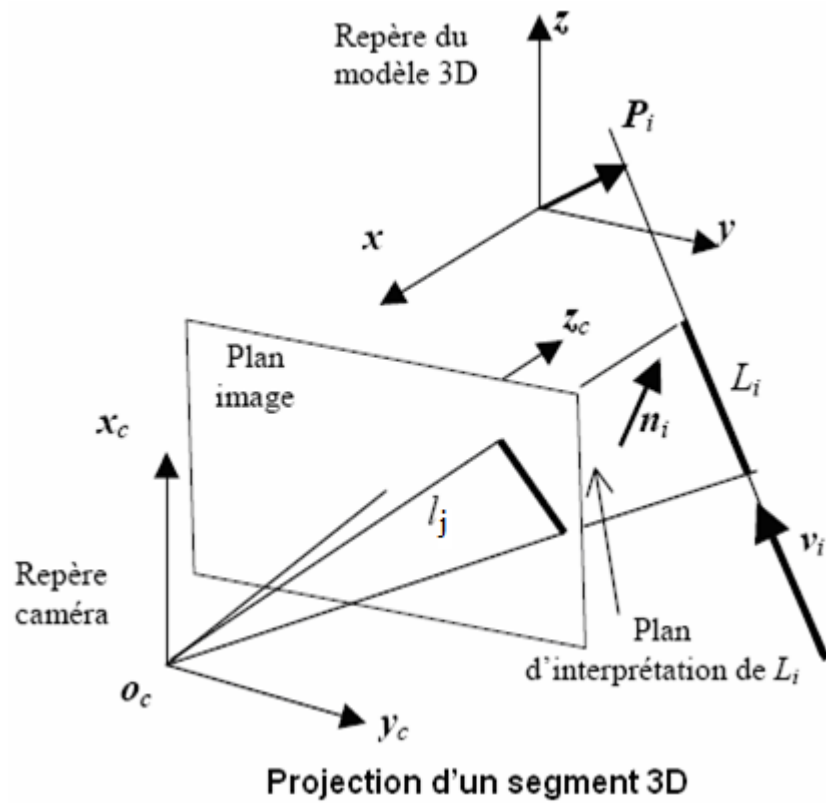
Extraction des segments 3D
visibles à partir de la pose

Calcul de la position et de
l'orientation de la caméra



Géo-localisation

● Contrainte unaire



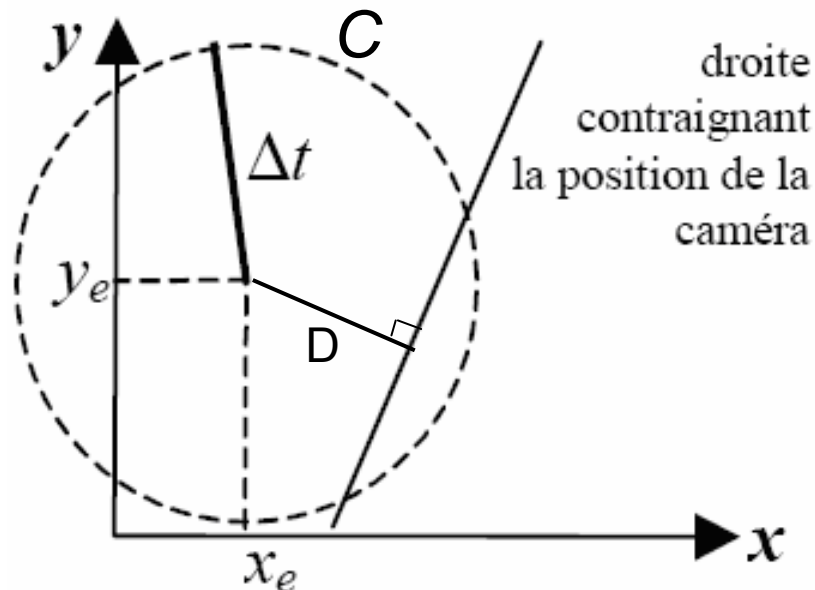
$$\begin{cases} n_i (R v_i) = 0 \\ n_i (R \cdot p_i + T) = 0 \end{cases}$$



$$\begin{cases} a_{ij} \cos \varphi + b_{ij} \sin \varphi + c_{ij} = 0 \\ A_{ij} x + B_{ij} y + C_{ij} = 0 \end{cases}$$

Géo-localisation

- **Contrainte unaire**



$$\begin{cases} a_{ij} \cos \varphi + b_{ij} \sin \varphi + c_{ij} = 0 \\ A_{ij} x + B_{ij} y + C_{ij} = 0 \end{cases}$$

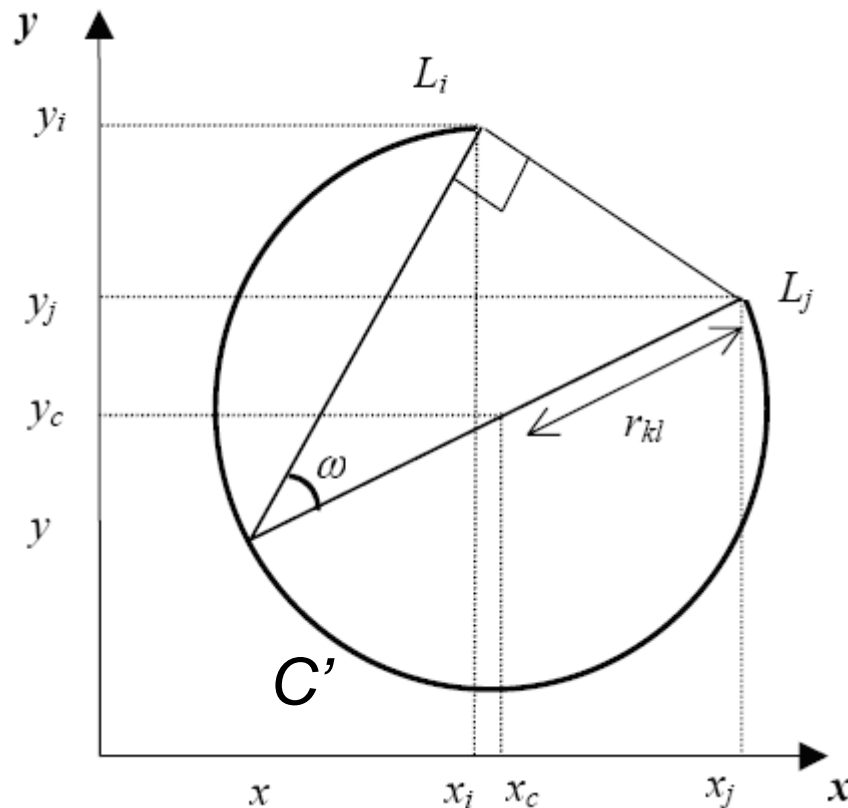


L'appariement L_i-l_j est cohérent si

$$\begin{cases} |\varphi - \varphi_e| < \Delta \varphi \\ D < \Delta t \end{cases}$$

Géo-localisation

● Contrainte binaire

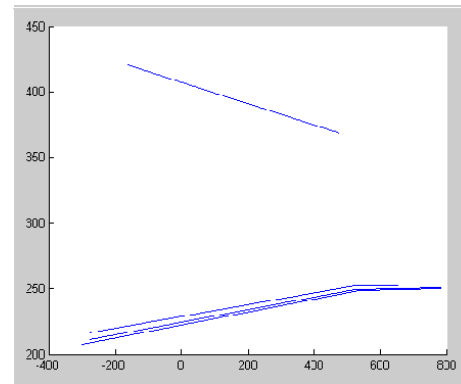
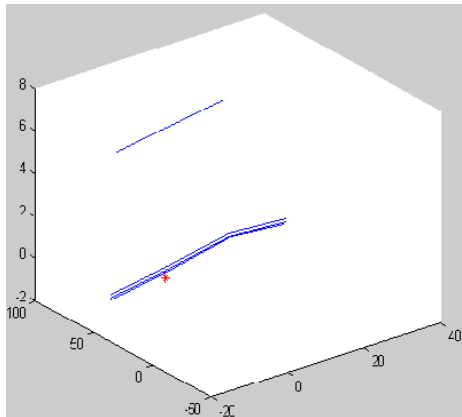
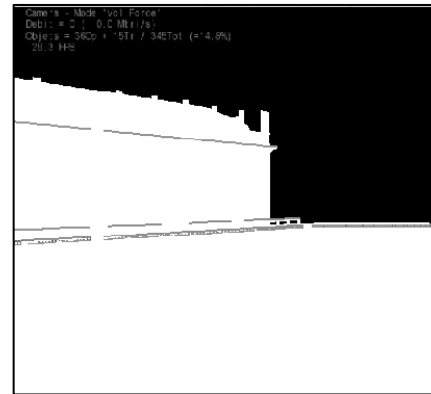


- Pour les paires de segments verticaux
- La position de la caméra est contrainte à appartenir à un arc de cercle C' .
- Le couple d'appariements (L_i-l_k, L_j-l_l) est cohérent si le cercle C' a une partie commune avec le cercle d'incertitude C

$$C \cap C' \neq \emptyset$$

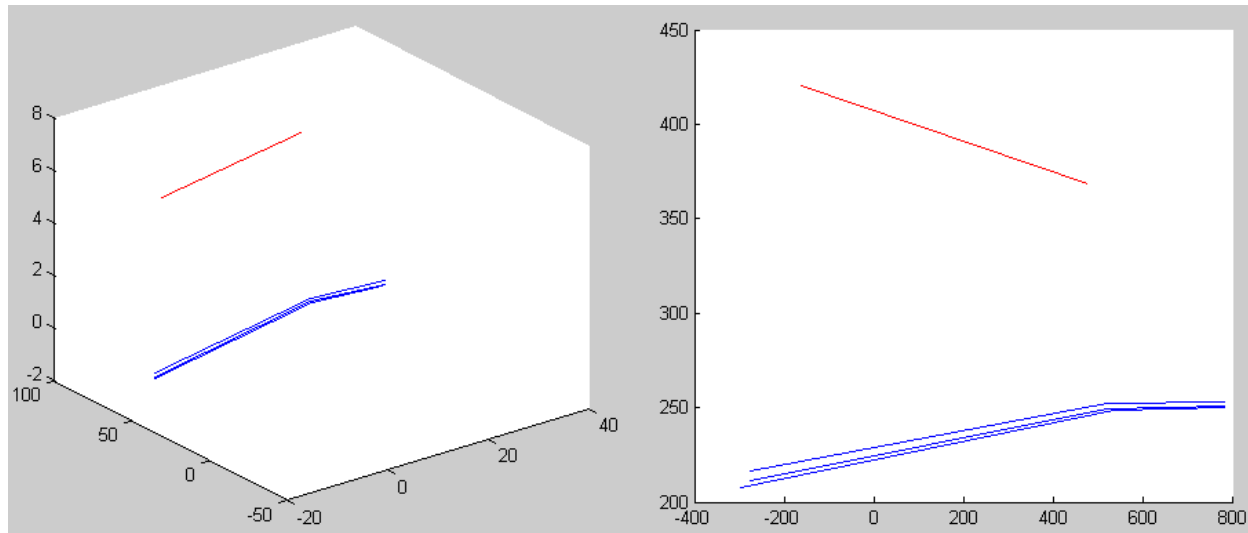
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



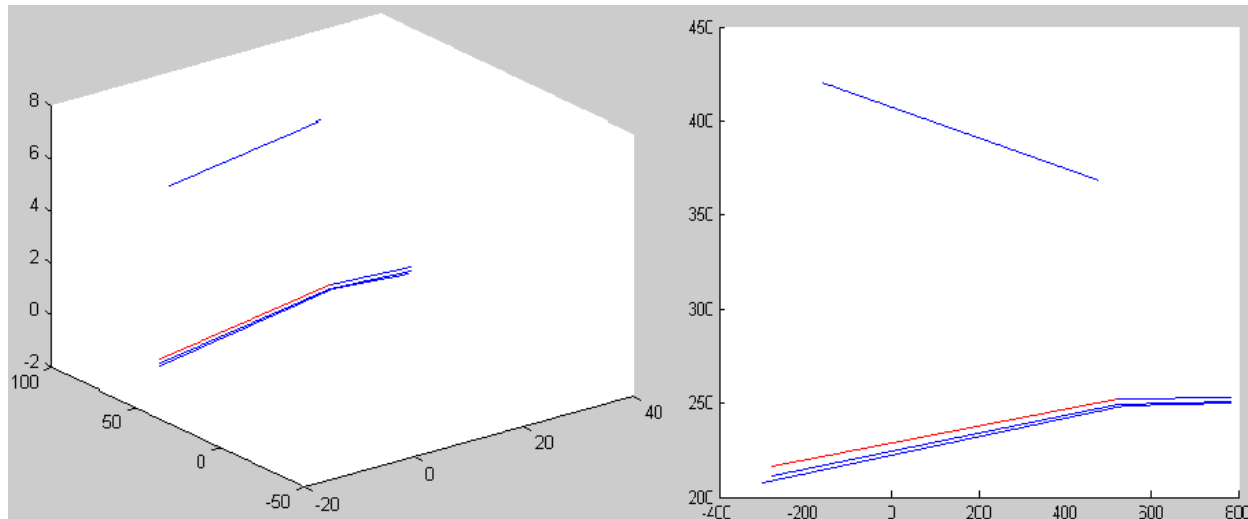
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



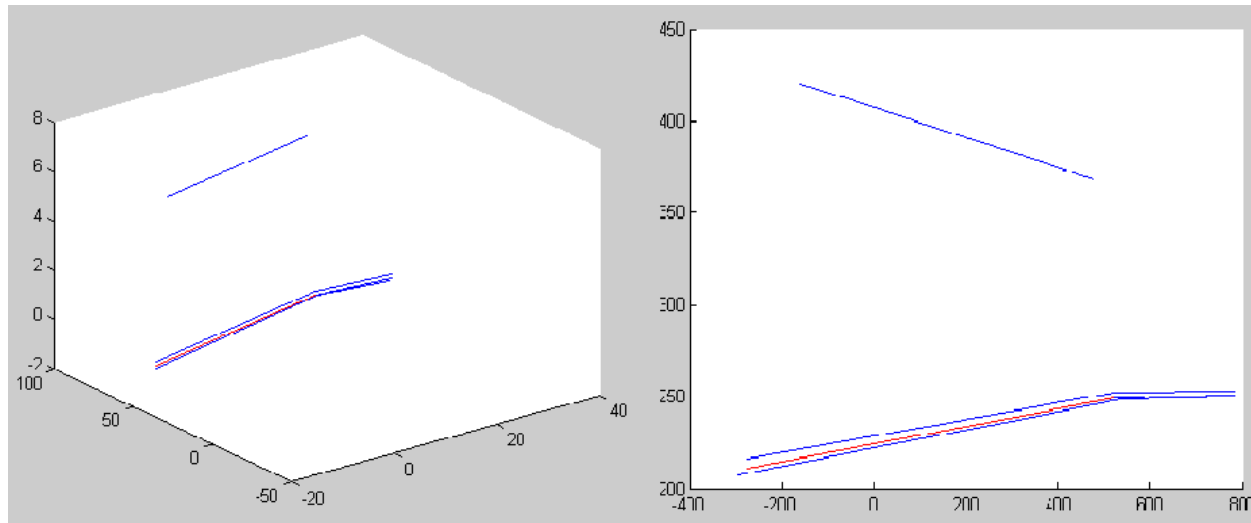
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



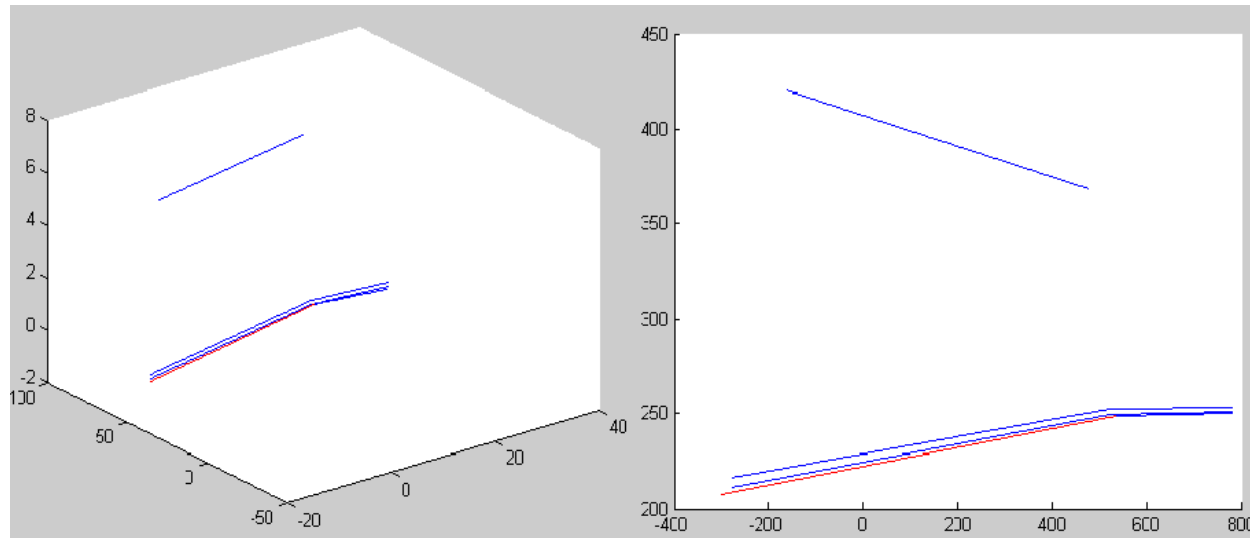
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



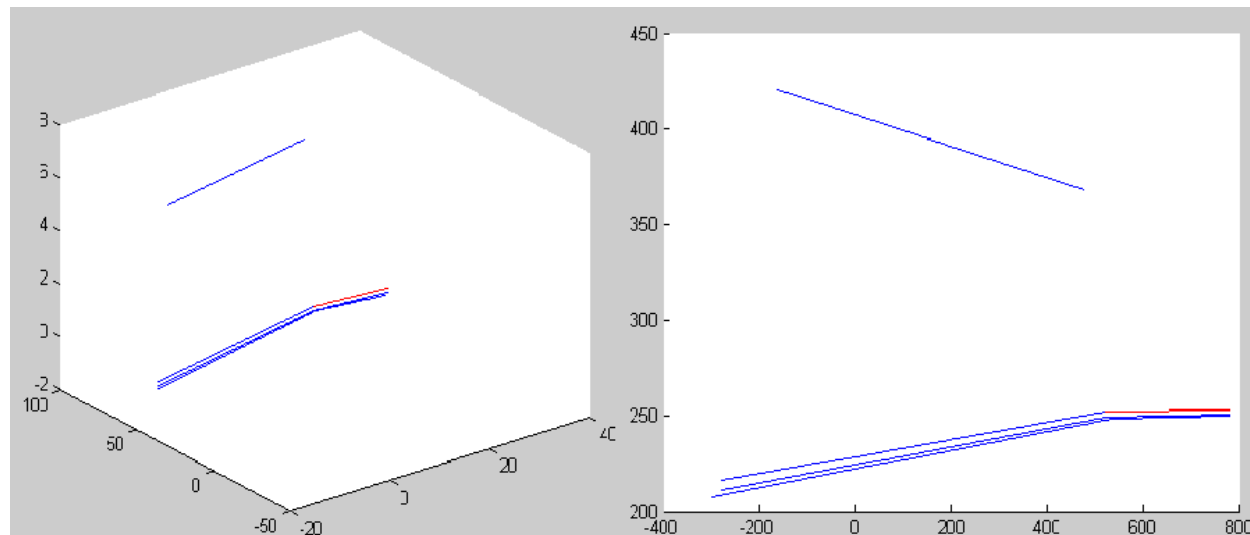
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



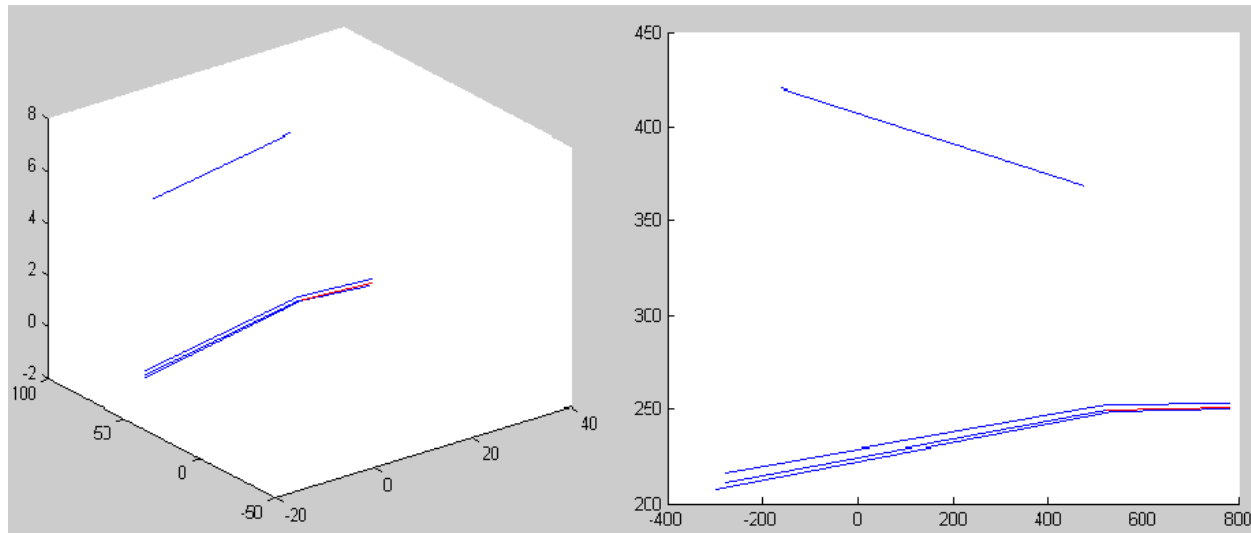
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



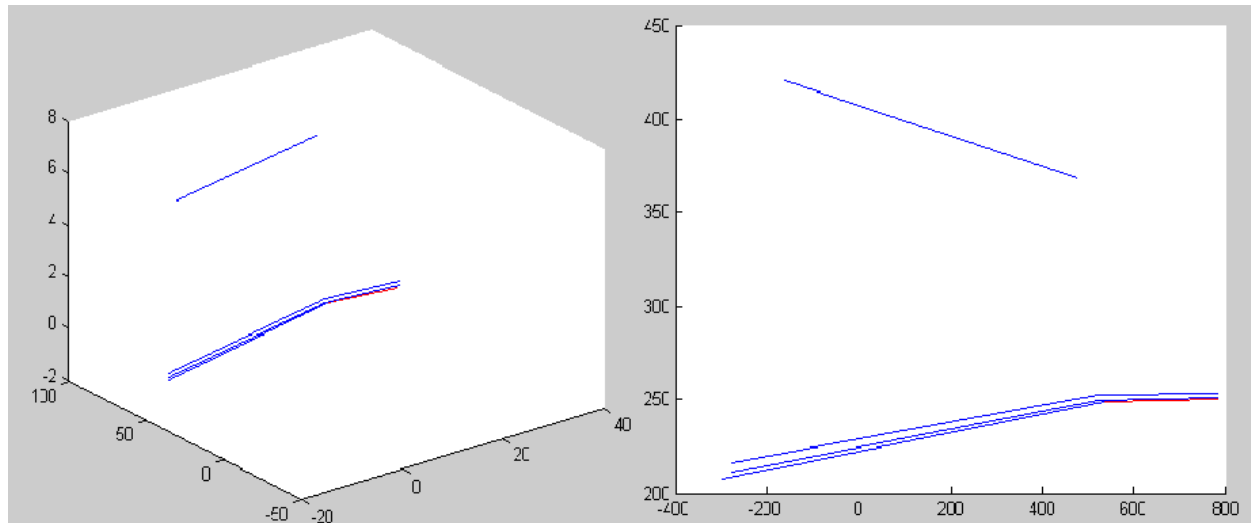
Géo-localisation

- Résultats préliminaires



Géo-localisation

- Résultats préliminaires



Géo-localisation

- Résultats préliminaires
 - Vraie position
 - $x = -16.7496$ m
 - $y = -0.1940$ m
 - $z = 2$ m
 - Position estimée
 - $x_e = 16.7497$ m
 - $y_e = -0.1945$ m
 - $z_e = 2.0000$ m

Plan

- SIG-3D
- Détection d'obstacle
- Géo-localisation
- **Simulateur virtuel**
- Perspectives

Simulateur virtuel

- Passage du moteur 3D Tecnomade à OSG
 - Plus ouvert à l'ajout d'autres fonctionnalités
 - OSG : langage de programmation orienté objet
 - Mono-véhicule → Multi-véhicule
 - Mono prise de vue → Multi prises de vue
 - Intégration de modèles cinématique ou dynamique
 - ...

Simulateur virtuel

- Rejouer des données réelles
 - Vidéo1 Vidéo2
- Simulateur de contrôle d'un convoi de véhicules « Platooning »
 - Vidéo1 Vidéo2

Plan

- SIG-3D
- Détection d'obstacle
- Géo-localisation
- Simulateur virtuel
- **Perspectives**

Perspectives

- Un démonstrateur temps-réel du détecteur d'obstacle est en cours de développement
- Fusion de données multi-hypothèses à l'aide des réseaux bayésiens dynamiques
- Localisation : appariement modèle 3D / télémètre laser
- Intégration des fonctions et attributs d'un SIG-2D standard au SIG-3D utilisé

Publications

- C. Cappelle, M. El Badaoui El Najjar, F. Charpillet, D. Pomorski, "*Obstacles detection and localisation with 3D geographical model and monovision*", IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, ITSC'07, pages 1102-1107, Seattle, Washington, USA, 30 Sept - 3 Oct, 2007
- C. Cappelle, M. El Badaoui El Najjar, D. Pomorski, F. Charpillet, "*Localisation in urban environment using GPS and INS aided by monocular vision system and 3D geographical model*", IEEE Intelligent Vehicles Symposium, IV'07, pages 811-816, Istanbul, Turquie, 13 - 15 Juin, 2007
- M. Dawoud, M. Khalil, M. El Badaoui El Najjar, B. El Hassan, H. Ziadeh. "*Tracking System using GPS, vision and 3D virtual Model*", IEEE International Conference on Information & Communication Technologies from Theory to Applications, ICTTA'08, Damascus, Syrie, 7 - 11 Avril, 2008

Apport d'un modèle virtuel 3D pour la navigation autonome en milieu urbain

Cindy Cappelle
Maan El Badaoui El Najjar



22 Janvier 2008

Laboratoire d'Automatique, Génie Informatique et Signal
Equipe « SFSD »

Journée "Robotique et SIG"



41