Méthodes de l'automatique pour l'assistance et l'automatisation de la conduite automobile

Conduite autonome et en convoi en site urbain

P. Martinet, B. Thuilot

LASMEA, UMR 6602 du CNRS
Clermont-Ferrand, France

Philippe.Martinet@lasmea.univ-bpclermont.fr

http://wwwlasmea.univ-bpclermont.fr/Control

INRIA Sophia-Antipolis, IRISA
Heudiasyc, Germe, LASMEA

BODEGA

Navigation autonome et sûre en environnement urbain

ROBEA

Projet **I**nterdisciplinaire de **R**echerche
ROBotique et **E**ntité **A**rtificielle

INRIA Sophia-Antipolis, IRISA
Heudiasyc, Germe, LASMEA
+ autres centres de recherche
+ partenaires industriels

PREDIT3

Véhicules Individuels Publics pour la Mobilité en centre ville

Systèmes de transport urbain

Congestion en centre villes
Alternative aux pertes de temps et energie
Eviter la pollution atmosphérique et sonore
Intermodalité du transport

Leur attractivité dépend principalement de leur flexibilité
"répondre à un ensemble de besoins"

Concept : Car sharing

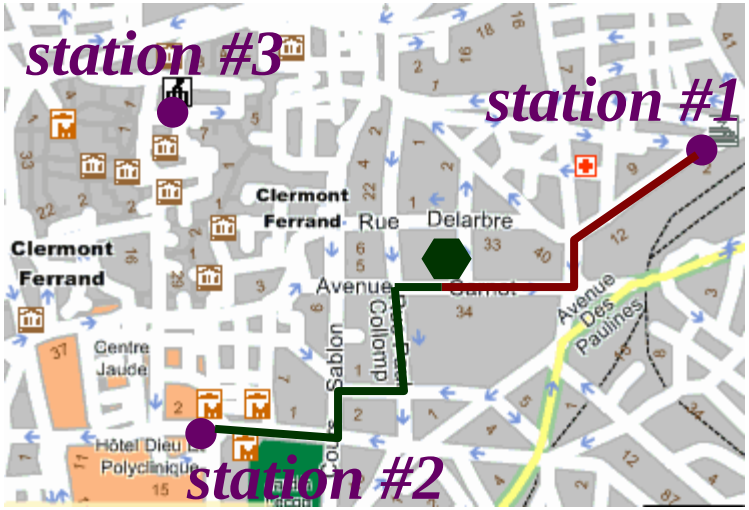
Répond bien aux besoins pour des zones spécifiques
(centre urbain, zones piétonnes, , aéroport, centre historique, zoo ...)

De tels systèmes sont développés depuis le milieu des années 90 :
Praxitèle in France, CarLink in USA, Crayon in Japan…

Travailler sur le concept de “Car sharing”

Navigation autonome

Transport de passager unitaire



Assurer le retour des véhicules aux stations de stockage Pour remplissage et ré-utilisation

Transport de passagers groupe Visite, desserte

Centres historique, culturel, sportif,… Zones commerciales

Mise à disposition de véhicules

Navigation en convoi

Différents types d'approches possibles pour la navigation autonome

Localisation et commande réferencée absolue

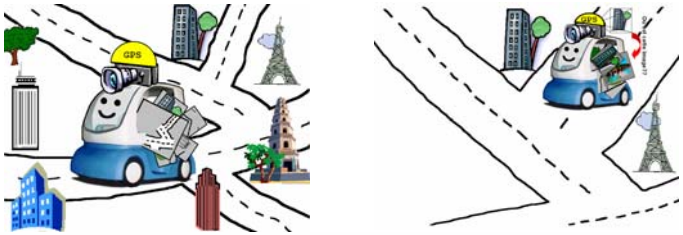
Cartographie précise de l'environnement d'évolution
Planification de trajectoire 3D
Localisation par fusion de données
Commande absolue 3D

Pb : Cartes imprécises ➔ recalage

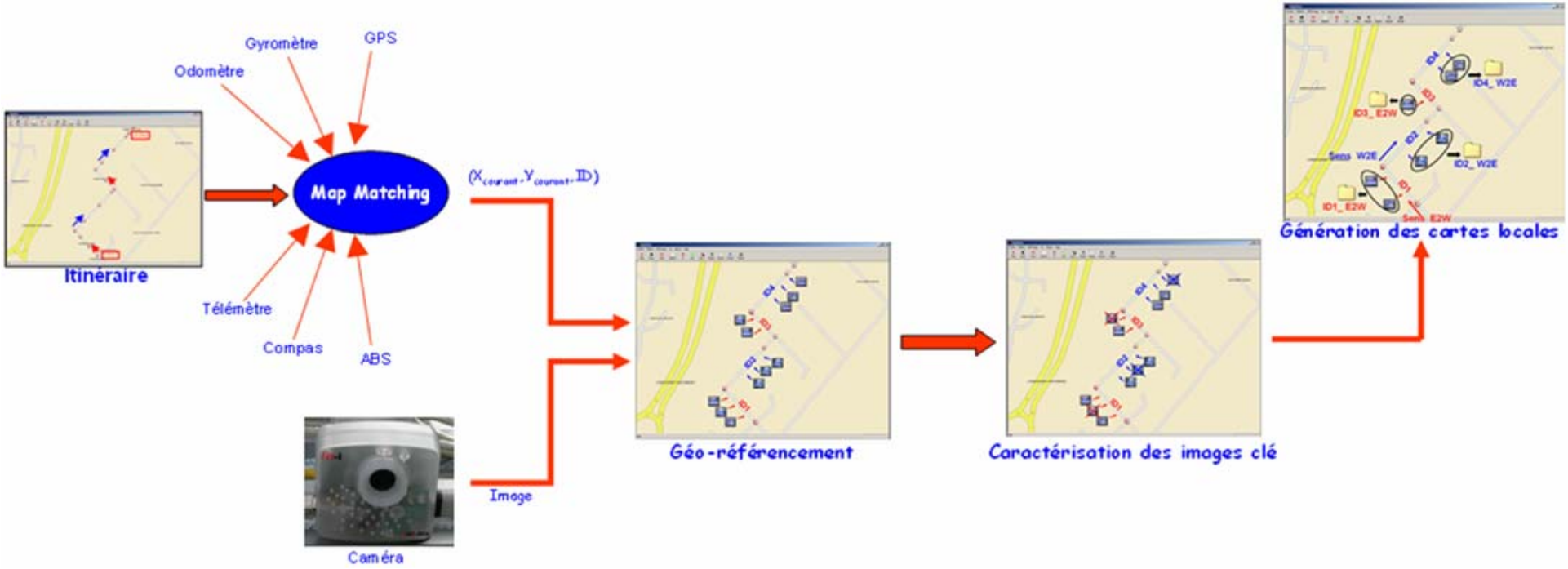
Approche BODEGA/MOBIVIP

Apprentissage et rejeu de trajectoires de référence par vision

Approches développées dans le cadre des projets BODEGA/MOBIVIP



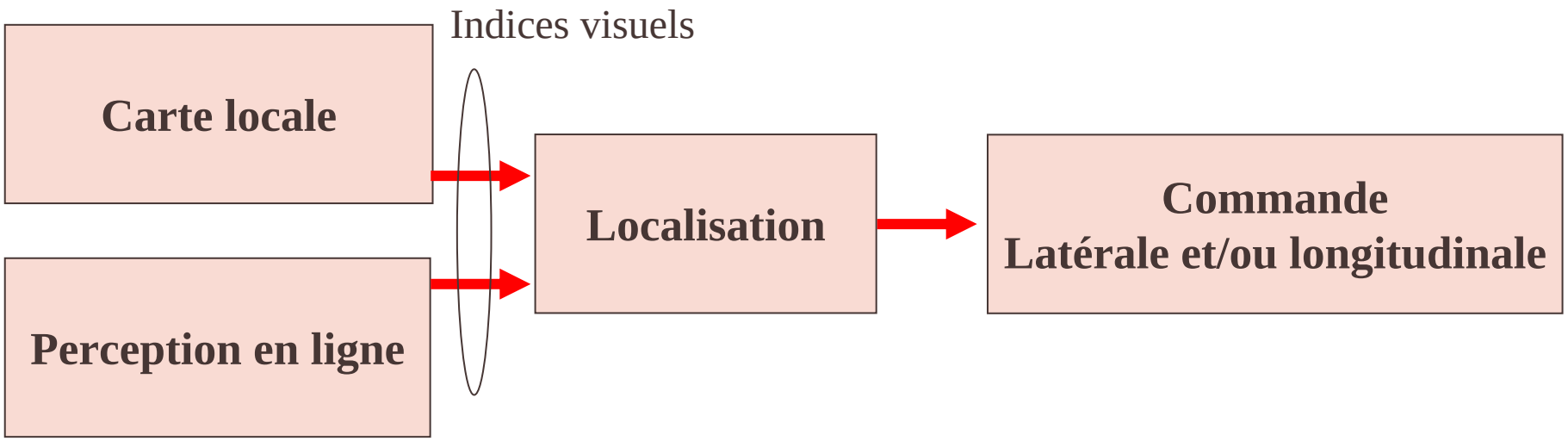
Apprentissage (carte locale)
Géo-référencement
Intégration dans un SIG



Heudiasyc/Germe

Approches développées dans le cadre des projets BODEGA/MOBIVIP

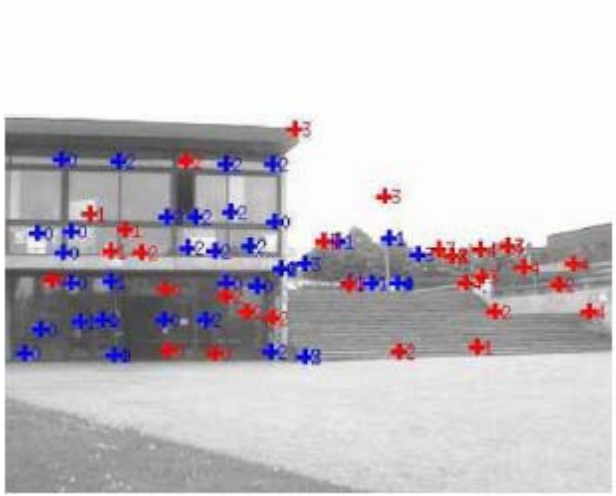
Utilisation la mémoire visuelle
Localisation
Commande



ICARE/LAGADIC/LASMEA

Approches développées dans le cadre des projets BODEGA/MOBIVIP

LAGADIC

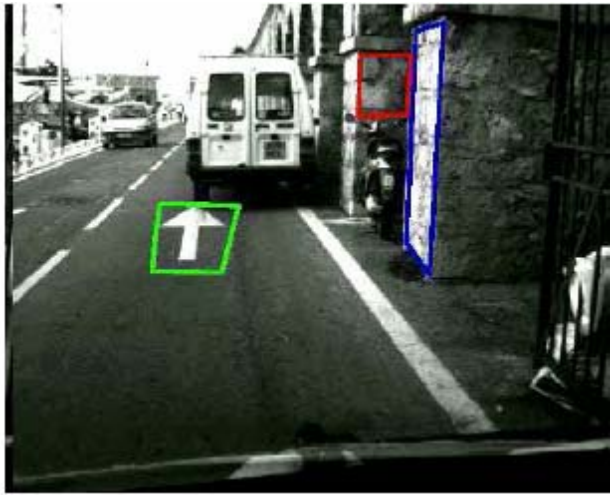


Indices visuels :
Points de Harris
Commande :
Asservissement visuel

LASMEA-GRAVIR

Indices visuels :
Points 3D
Commande :
Commande Chaînée
Asservissement visuel

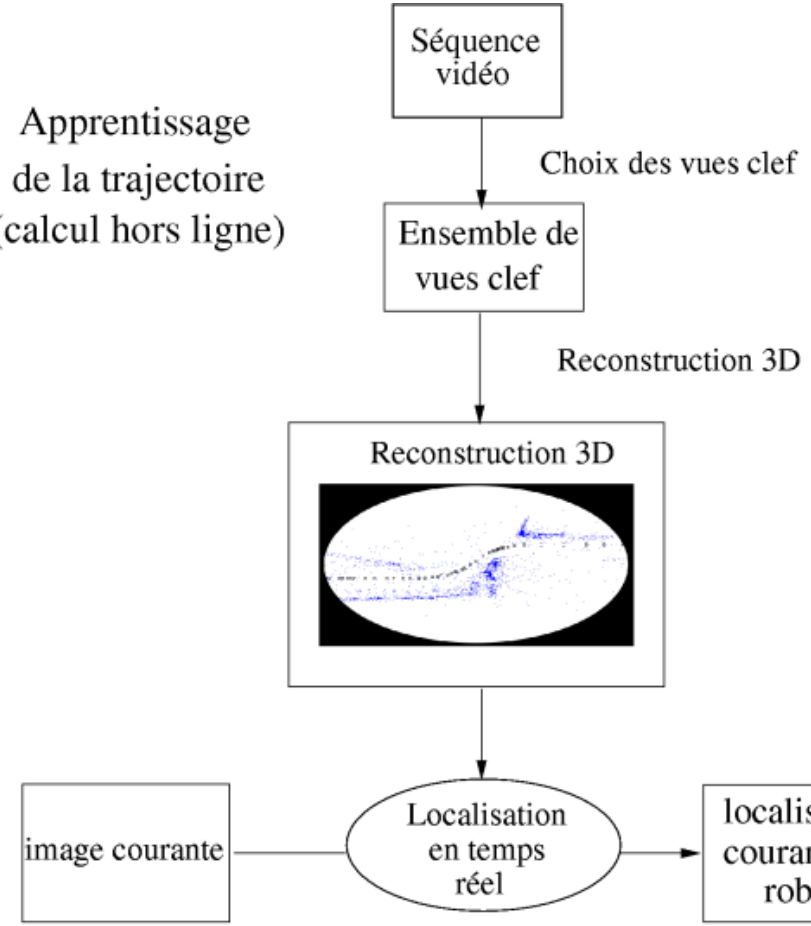
ICARE



Indices visuels :
Plans principaux
Commande :
Asservissement visuel

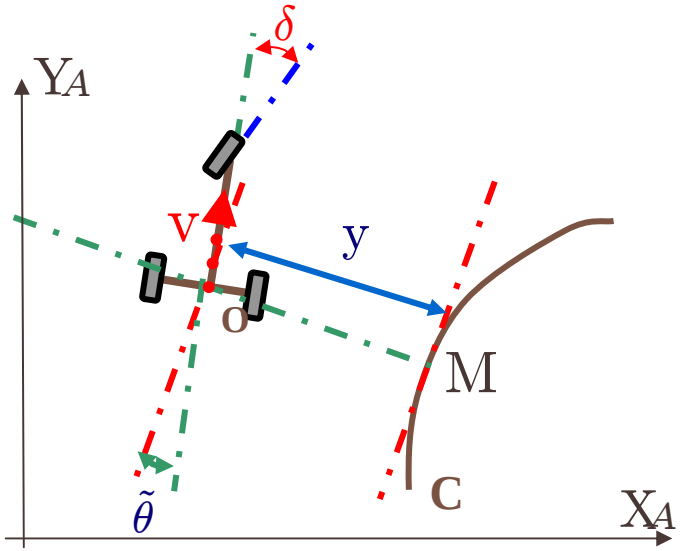
Navigation autonome par mémoire visuelle (LASMEA-GRAVIR)

Apprentissage
de la trajectoire
(calcul hors ligne)



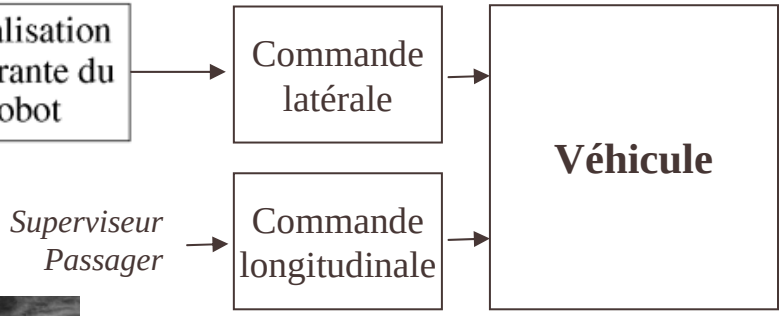
Modélisation

Modèle d'Ackermann



Commande chaînée

Découplage latérale longitudinale



Navigation autonome par mémoire visuelle (INRIA-LAGADIC)

Modélisation

Définition de la tâche de navigation

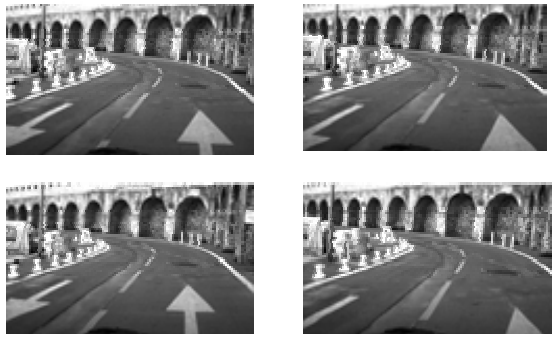
Localisation qualitative par indexation d'images

↓

Recherche d'un chemin d'images dans la base

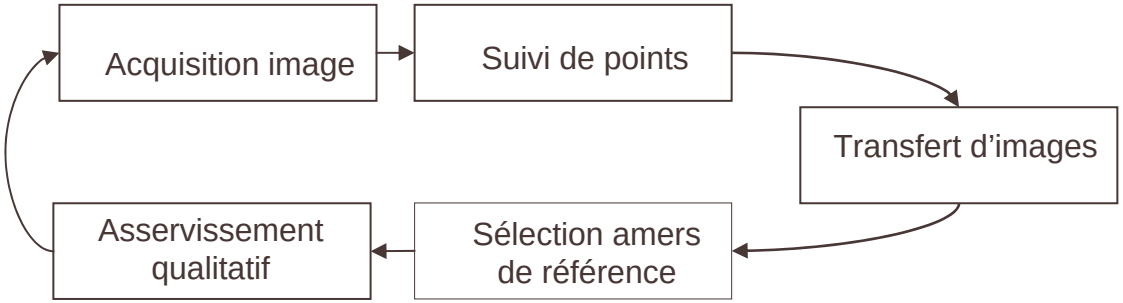
Image fournie par la caméra

Vues proches détectées dans la base

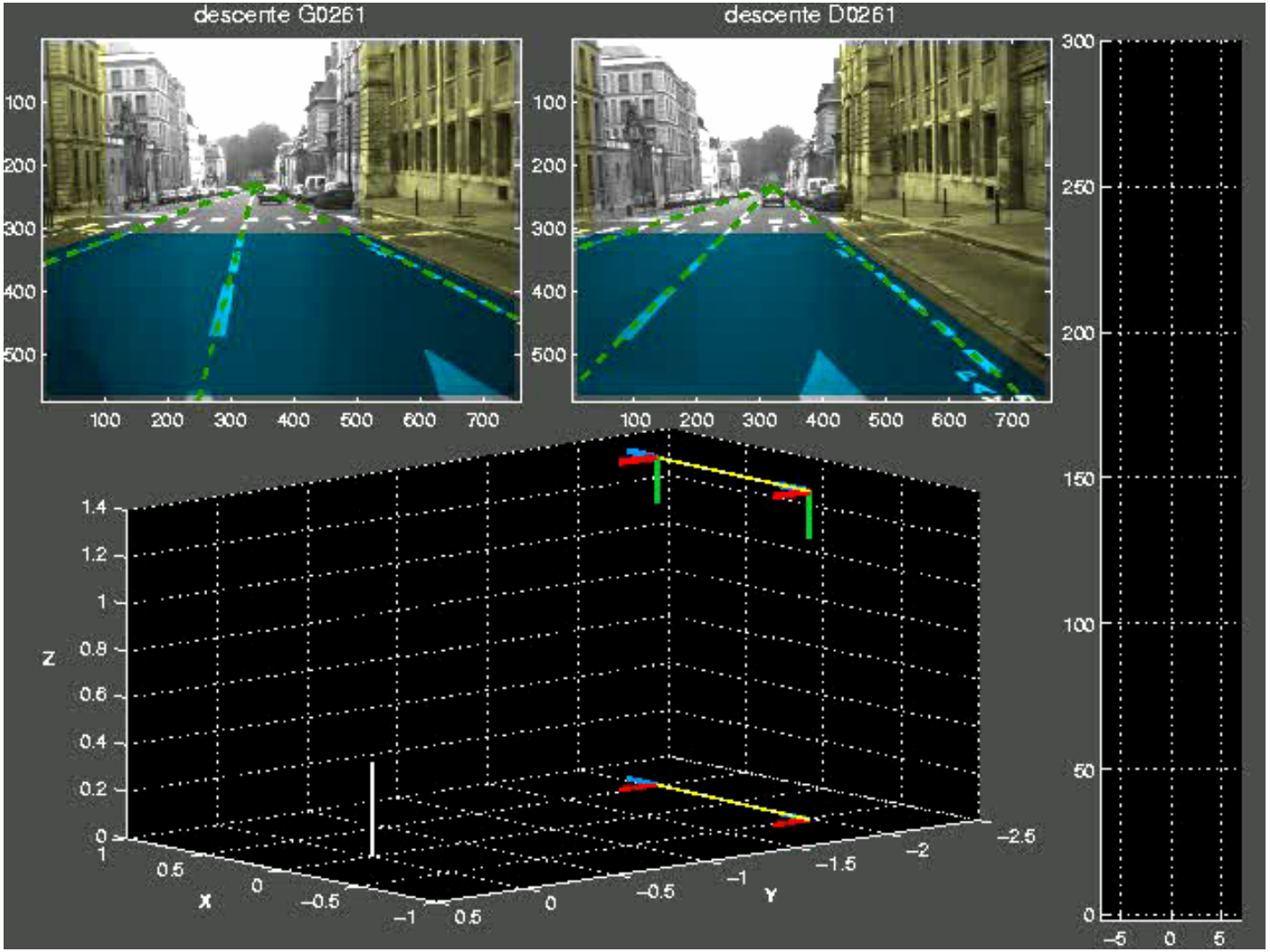


Navigation

Asservissement visuel qualitatif

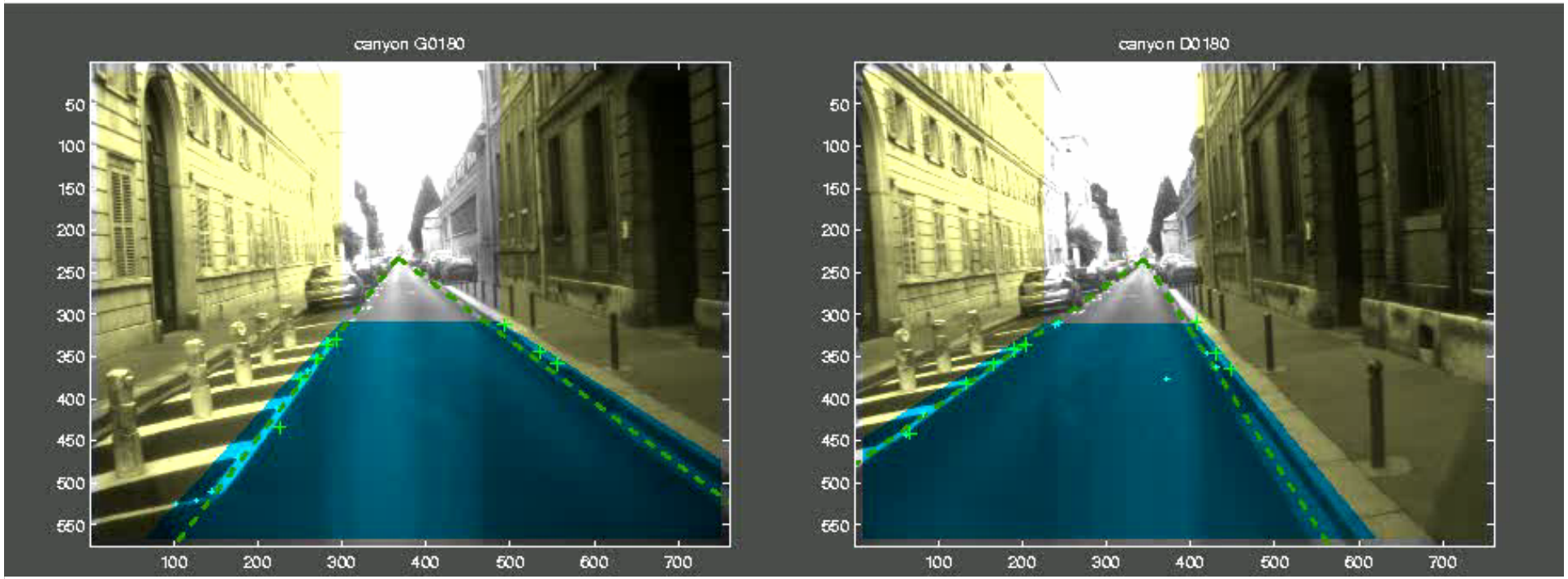


Navigation autonome : localisation et suivi



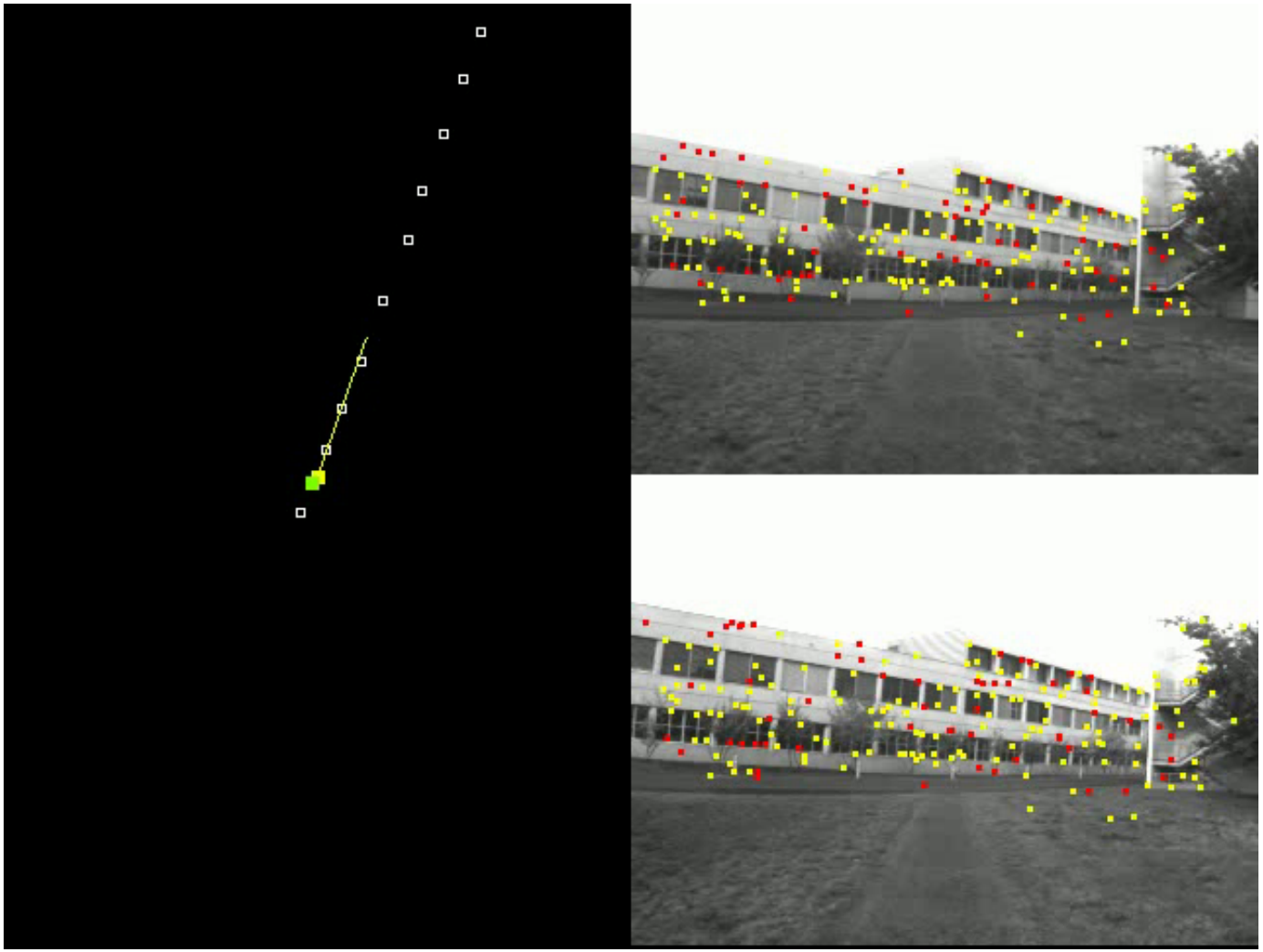
Sophia-Antipolis
INRIA-ICARE

Navigation autonome : localisation et suivi



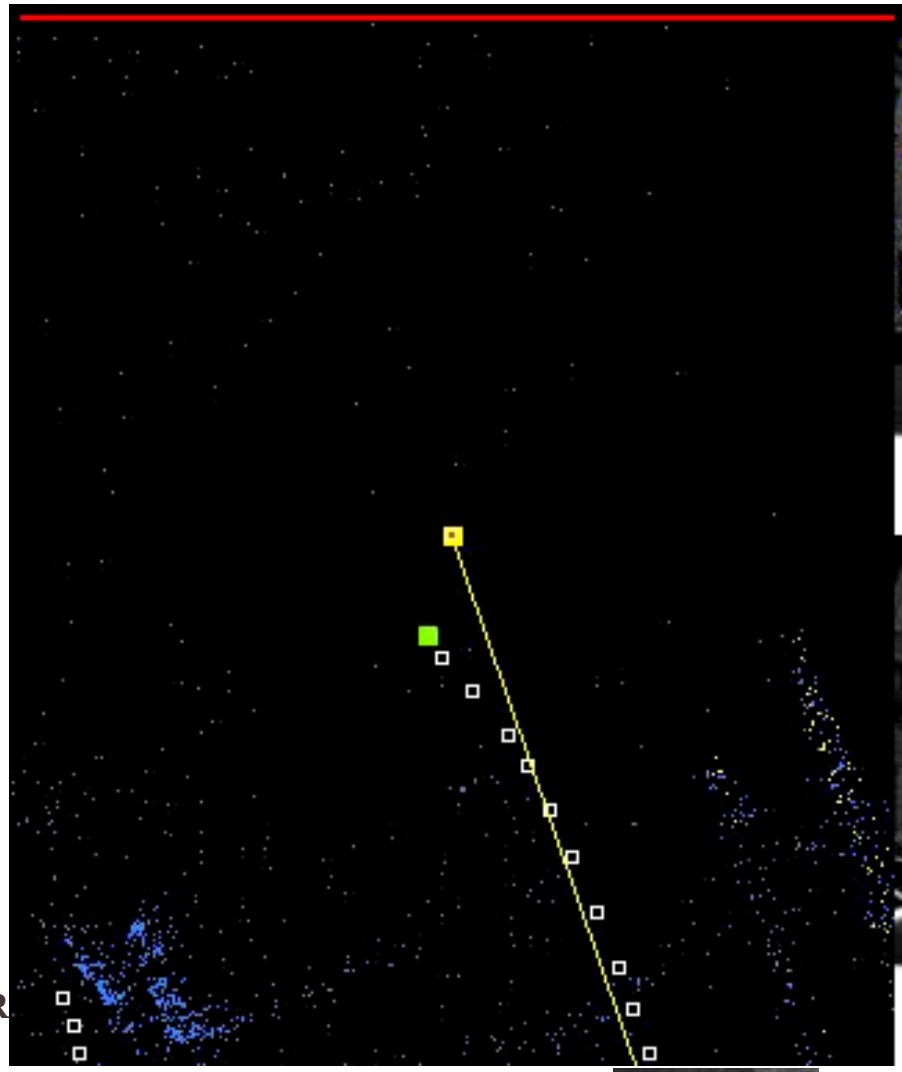
Sophia-Antipolis
INRIA-ICARE

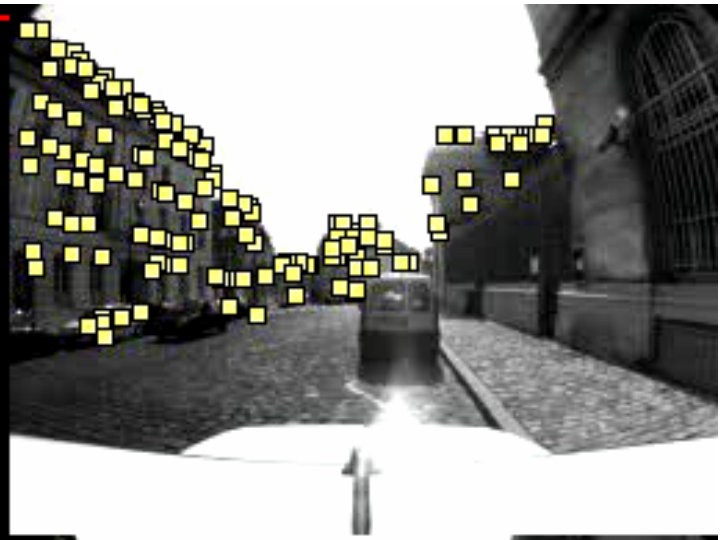
Navigation autonome : localisation et suivi

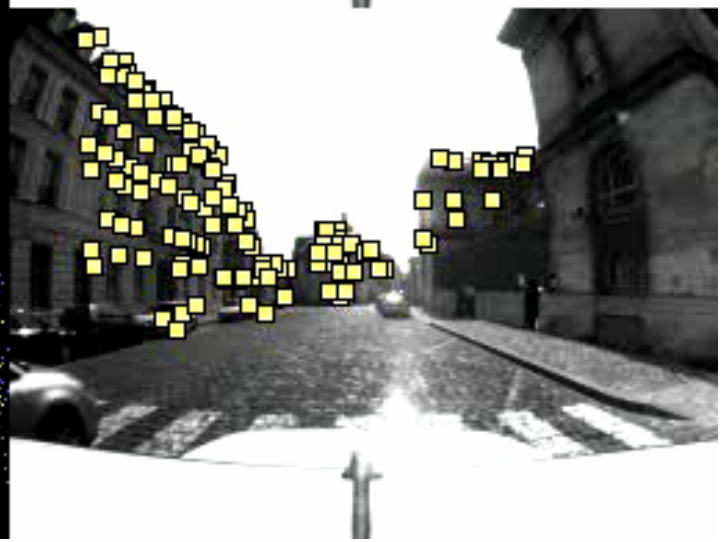


Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

Navigation autonome : localisation et suivi à Compiègne

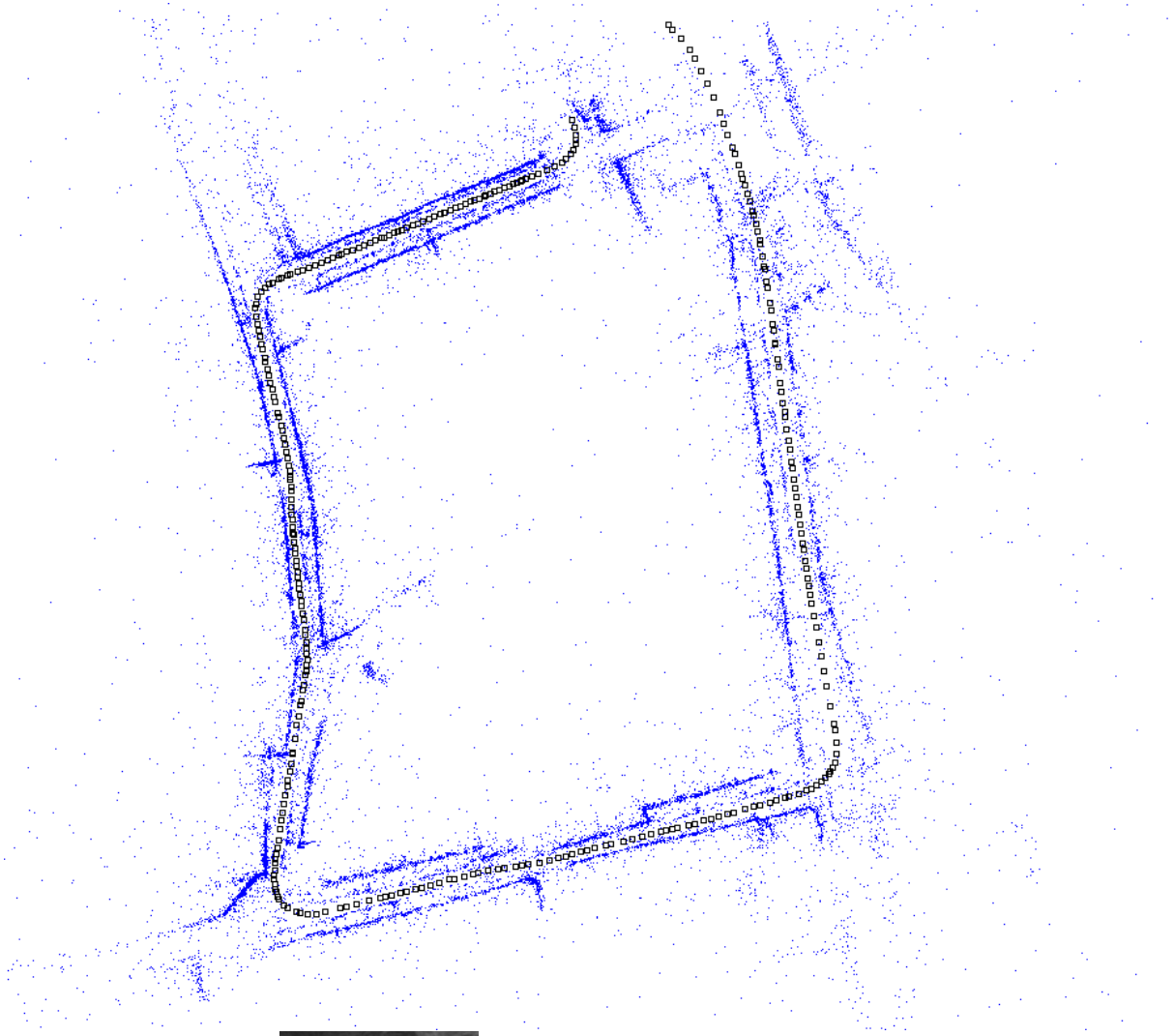






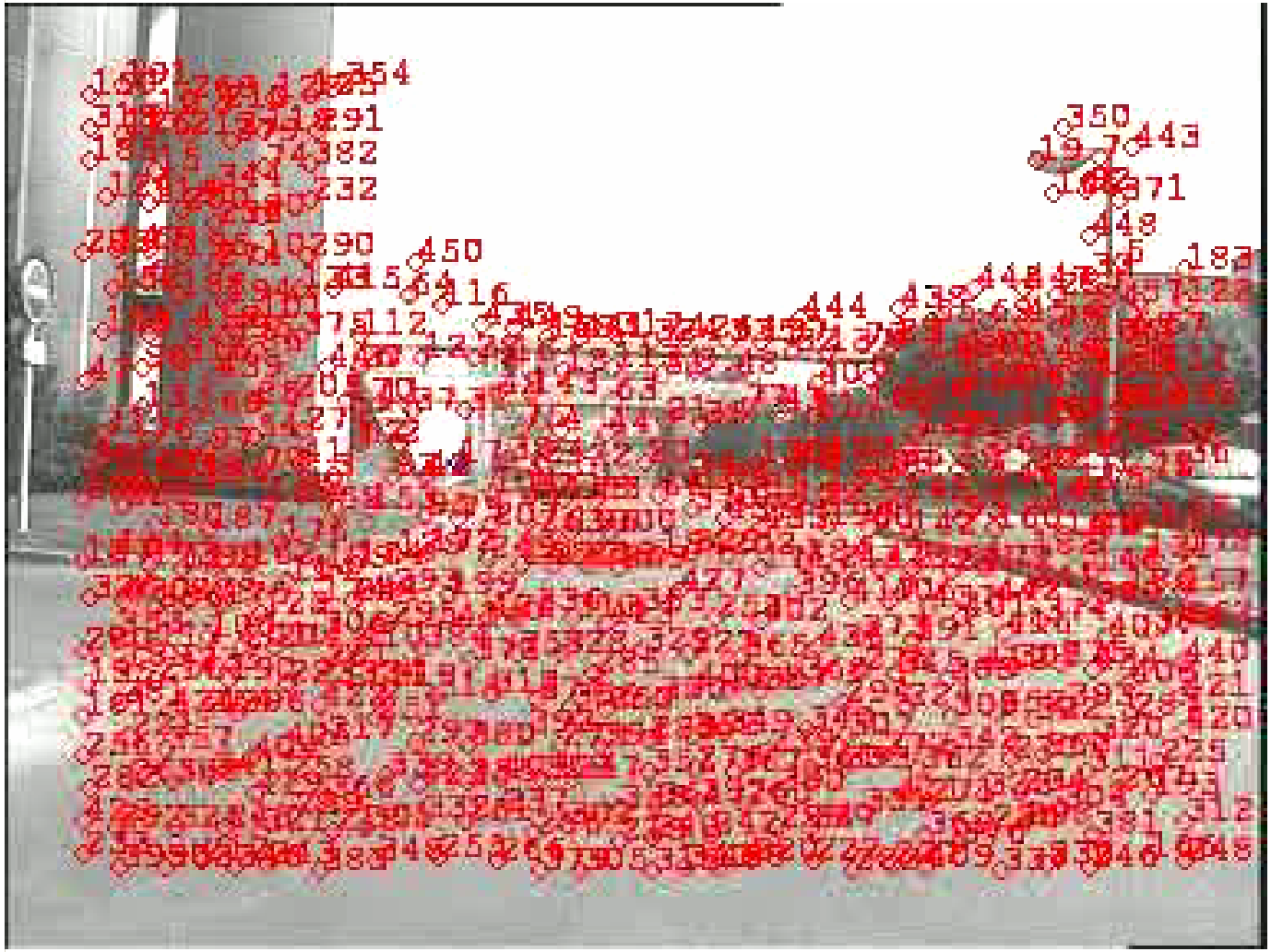
Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

Navigation autonome : localisation et suivi à Compiègne



Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

Navigation autonome : localisation et suivi



Suivi d'amers

Prise en compte :
- **Mouvement sur Z**
- **Non coplanarité des supports des amers**

Améliorer la longévité d'un amer

Limitation du nombre d'informations pour la navigation

Rennes
IRISA-LAGADIC

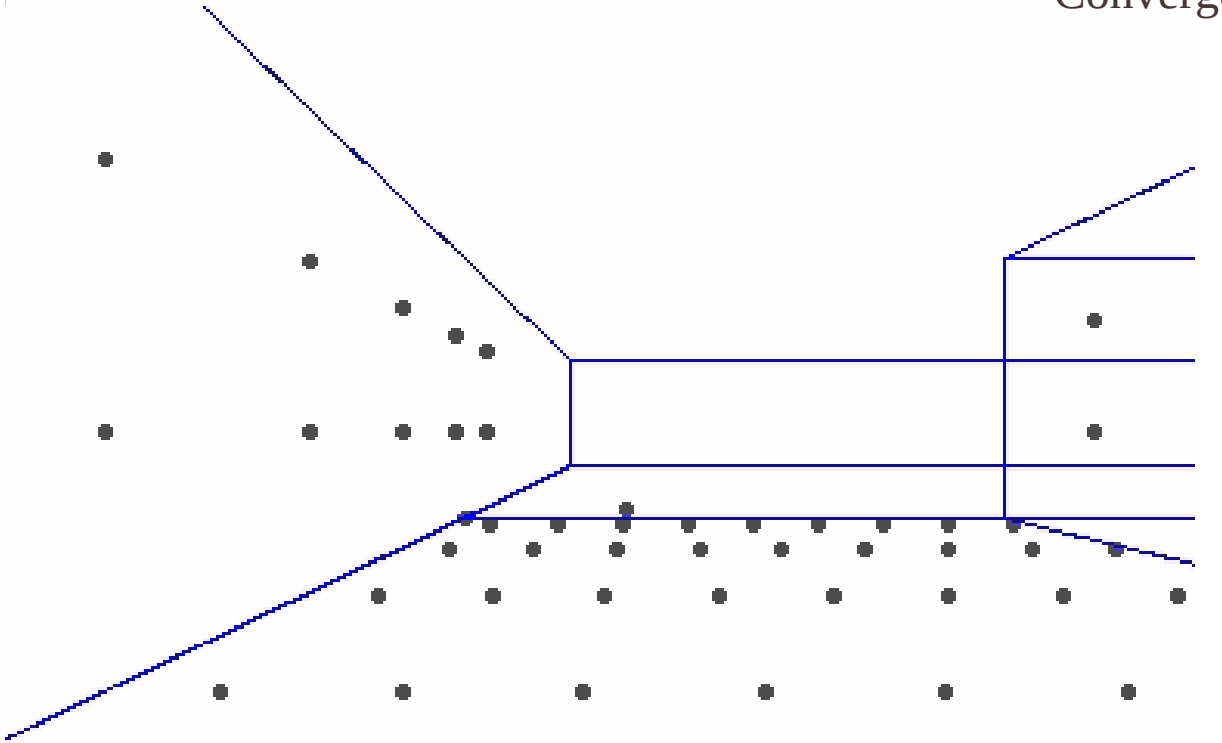
Navigation autonome : commande

Asservissement visuel qualitatif

Navigation dans une base d'images

Enchaînement d'amers de référence

Convergence des amers dans un intervalle



Rennes
IRISA-LAGADIC

Navigation autonome : localisation, suivi et commande

Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

Approches développées dans le cadre du projet MOBIVIP : convoi

ICARE

Indices visuels :
Information pixel et algorithme ESM *Efficient Second Order Minimization*
Commande :
Stratégies de commande (proche en proche)
Asservissement visuel caméra pan/Tilt/Zoom
Suivi d'un véhicule virtuel

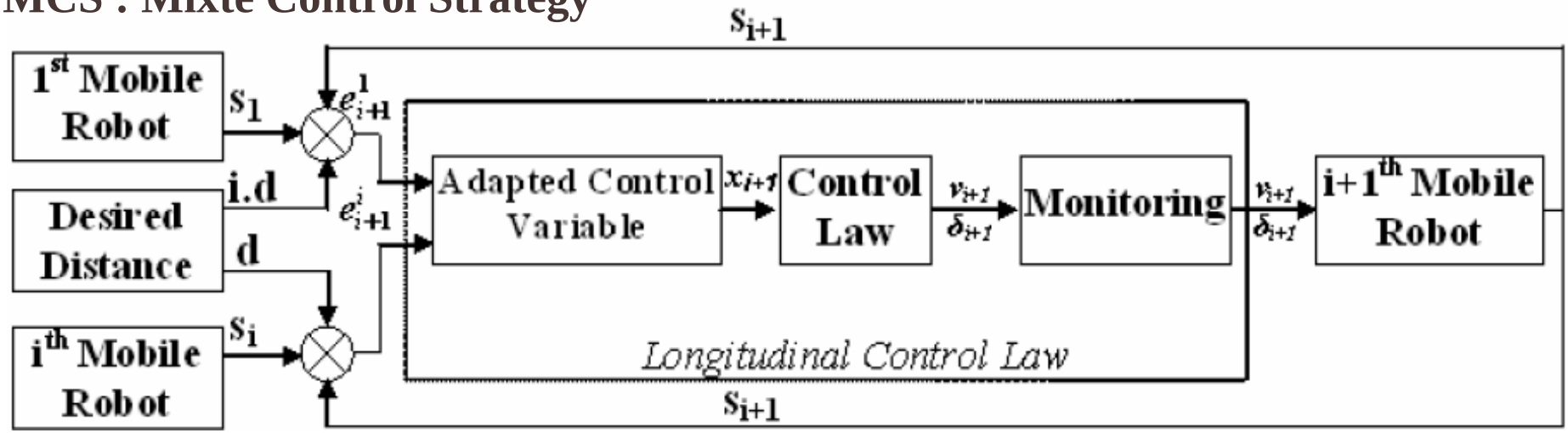
LASMEA-GRAVIR

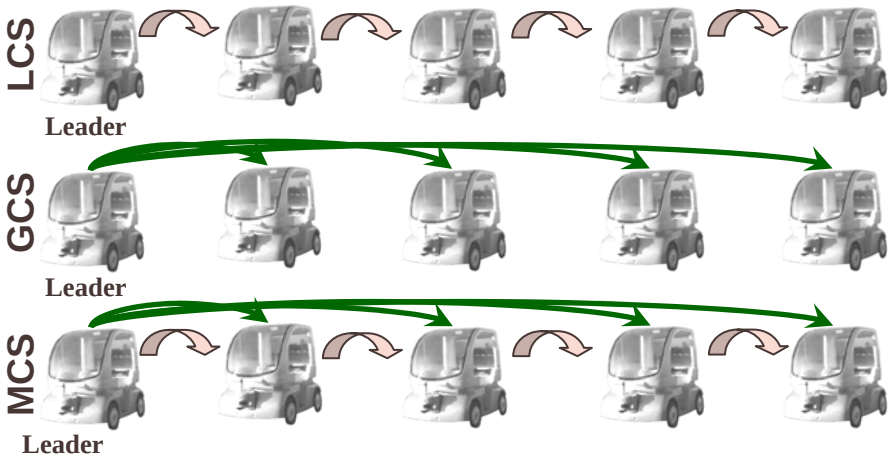
Indices visuels :
Points 3D pour la localisation du véhicule courant
Points de Harris pour la localisation du véhicule précédent
Commande :
Stratégies de commande (proche en proche, référencée leader, mixte)
Commande Chaînée (découplage latéral/longitudinal)
Asservissement visuel

Control longitudinal en suivi de trajectoire courbe

Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

MCS : Mixte Control Strategy



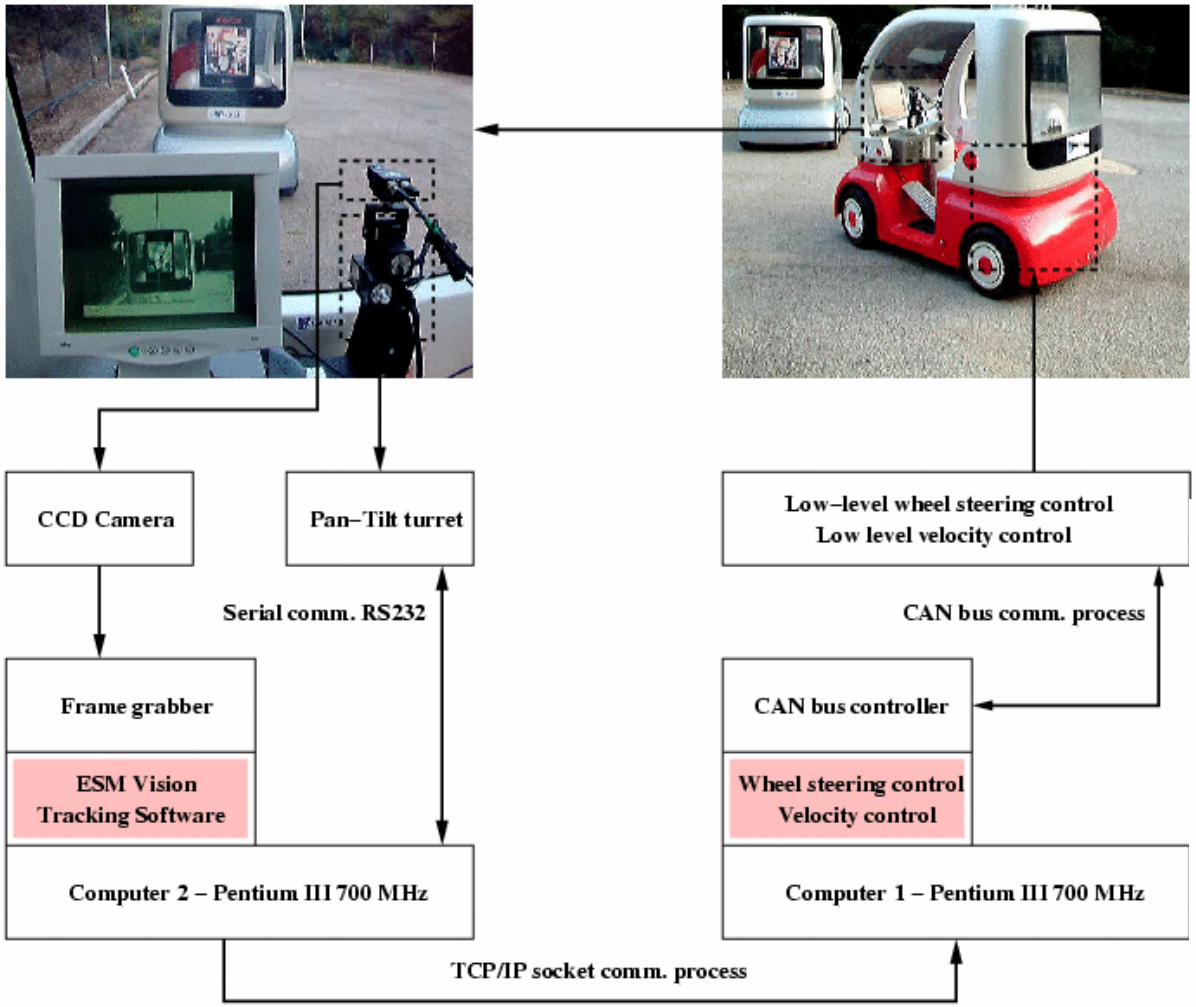


LCS $x_{i+1} = e^i_{i+1}$ $\quad e^i_{i+1} = s_i - s_{i+1} - d$

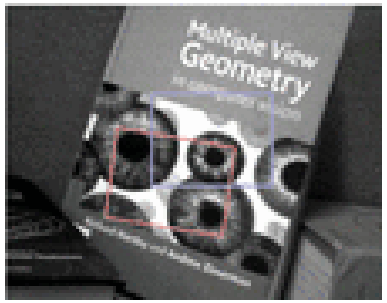
GCS $x_{i+1} = e^1_{i+1}$ $\quad e^1_{i+1} = s_1 - s_{i+1} - i.d$

MCS $x_{i+1} = \sigma_{i+1} e^1_{i+1} + (1 - \sigma_{i+1}) e^i_{i+1}$

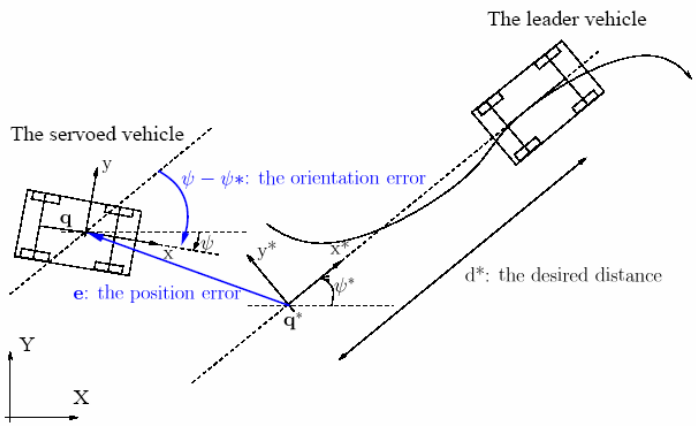
Navigation en convoi (INRIA-ICARE)



Algorithme de suivi ESM

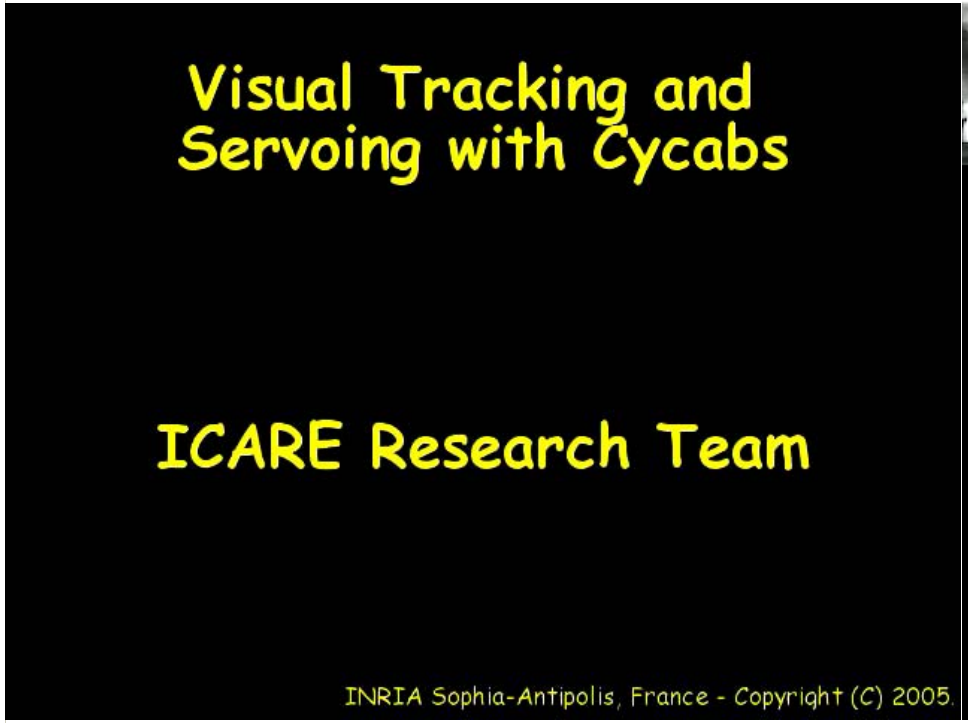


Suivi d'un véhicule virtuel



Navigation en convoi : localisation, suivi, commande

Mobivip : Nancy 2005



Sophia-Antipolis
INRIA-ICARE

Clermont-Ferrand
LASMEA-GRAVIR

Navigation en convoi : localisation, suivi, commande

Mobivip : Nancy 2005

Convoi par RTK-GPS
Clermont-Ferrand : LASMEA-GRAVIR

Convoi par vision pure
Navigation autonome du leader : LASMEA-GRAVIR
Suivi du leader : INRIA-ICARE

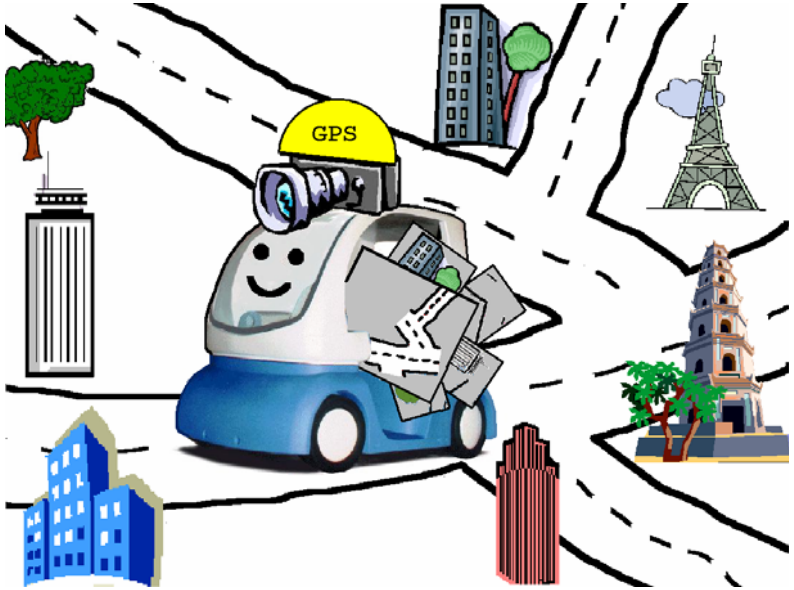
Navigation autonome : localisation, suivi, commande

Evaluer les approches asservissement visuel
Traiter le cas de la navigation en dehors de la trajectoire d'apprentissage
Traiter l'enrichissement de la mémoire visuelle des trajectoires
Améliorer les algorithmes de commande pour les phases d'arrêt

Navigation en convoi : localisation, suivi, commande

Evaluer les approches tout vision + communication inter-véhicules
Améliorer les algorithmes de commande pour les phases d'arrêt

Merci de votre attention



Questions

http://wwwlasmea.univ-bpclermont.fr/Control

martinet@lasmea.univ-bpclermont.fr