

Détection robuste du plan de la route en milieu urbain

Nicolas SIMOND, [Patrick RIVES](#)

Prénom.Nom@sophia.inria.fr

Projet ICARE

Institut National de Recherche en Informatique et Automatique
Sophia-Antipolis, France

- Navigation autonome en environnement urbain :
 - ⇒ localisation précise d'un véhicule en milieu urbain
 - ⇒ modélisation et géoréférencement de couloirs de navigation

- Navigation autonome en environnement urbain :
 - ⇒ localisation précise d'un véhicule en milieu urbain
 - ⇒ modélisation et géoréférencement de couloirs de navigation
- Méthodologie :
 - ⇒ Acquisition de données à bord du véhicule lors de phases d'apprentissage en conduite manuelle
 - ⇒ Géoréférencement des données acquises à bord du véhicule par GPS et recalage avec une carte cadastrale

Motivation

Constat : La localisation par GPS couramment utilisée en robotique mobile d'extérieur est mal adaptée à la navigation urbaine.

Constat : La localisation par GPS couramment utilisée en robotique mobile d'extérieur est mal adaptée à la navigation urbaine.

- Mauvaise visibilité des satellites due au phénomène de “canyon urbain” et dépendant de la configuration des nuées,
- Erreurs d'estimation dues aux trajets multiples causés par les réflexions parasites.

Motivation

Constat : La localisation par GPS couramment utilisée en robotique mobile d'extérieur est mal adaptée à la navigation urbaine.

- Mauvaise visibilité des satellites due au phénomène de “canyon urbain” et dépendant de la configuration des nuées,
- Erreurs d'estimation dues aux trajets multiples causés par les réflexions parasites.

⇒ Utiliser de la vision embarquée en complément/alternative au GPS.

Exemples de scènes urbaines



Exemples de scènes urbaines



- Les lignes et points de fuite correspondent à la projection dans l'image d'ensembles de droites parallèles dans la scène 3D.

Exemples de scènes urbaines



- Les lignes et points de fuite correspondent à la projection dans l'image d'ensembles de droites parallèles dans la scène 3D.
 - ⇒ **detection des plans principaux de la scène (horizontal: route, vertical:façades)**

Exemples de scènes urbaines



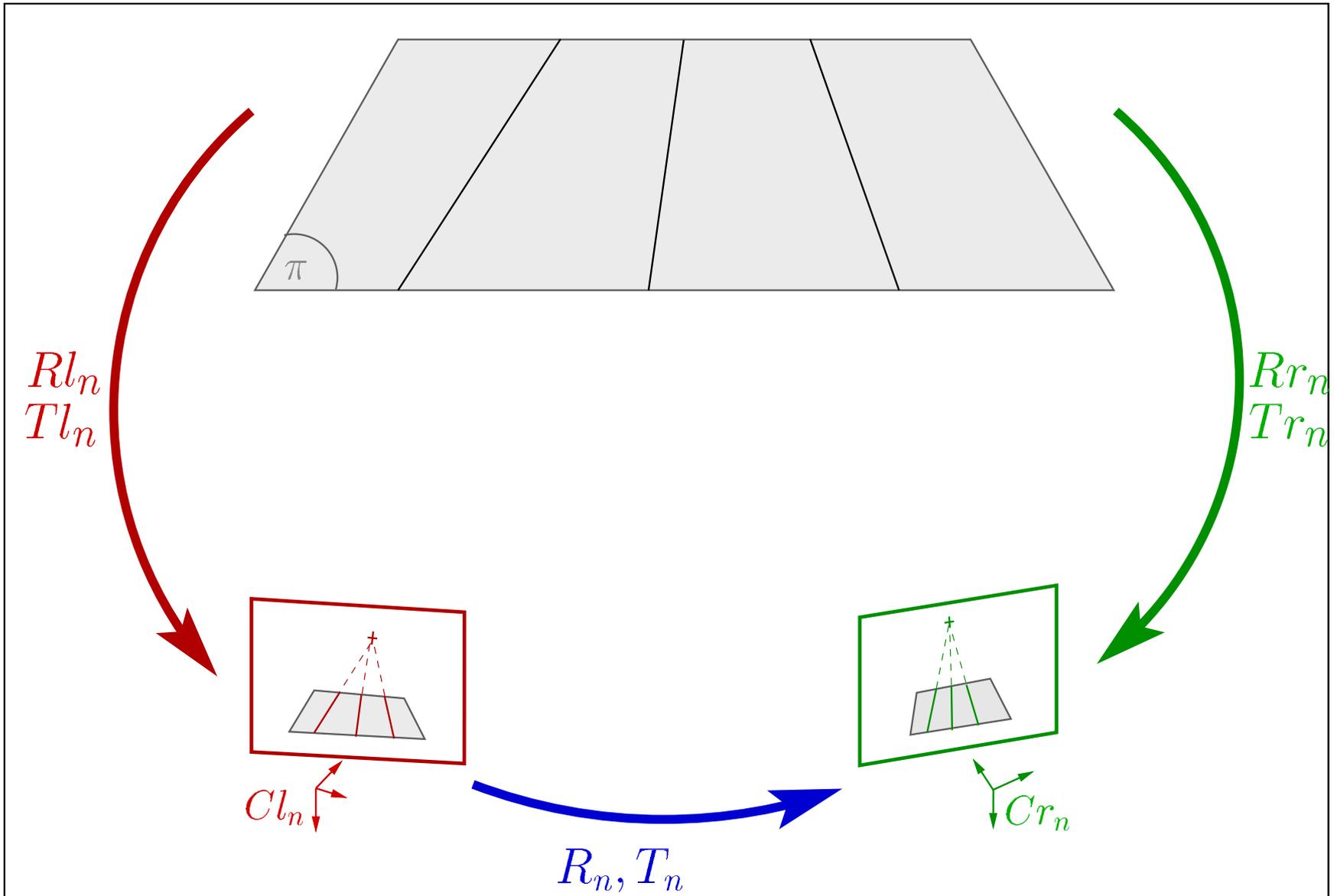
- Les lignes et points de fuite correspondent à la projection dans l'image d'ensembles de droites parallèles dans la scène 3D.
⇒ **detection des plans principaux de la scène (horizontal: route, vertical:façades)**
- Les marquages au sol caractérisent le plan de la route

Exemples de scènes urbaines

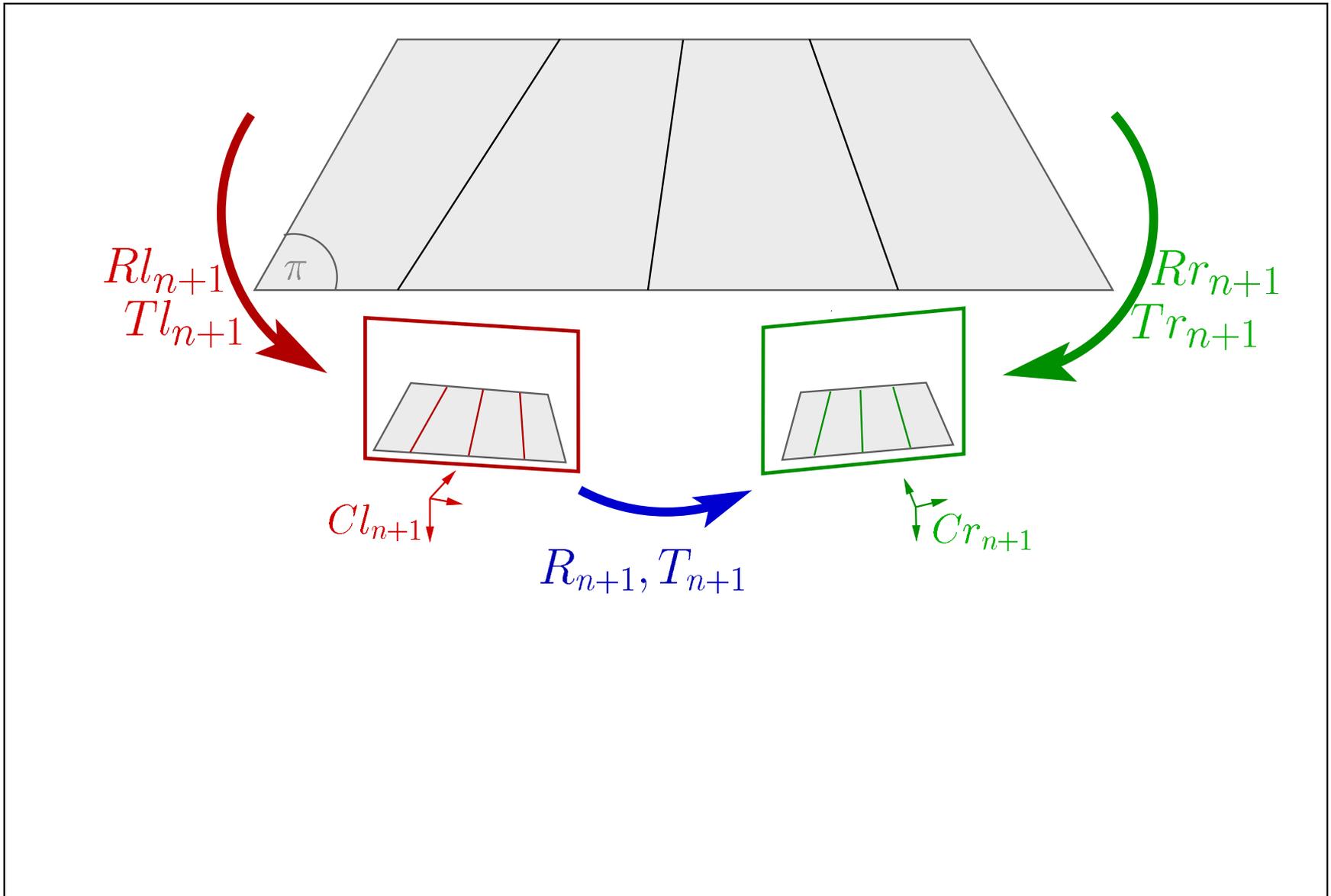


- Les lignes et points de fuite correspondent à la projection dans l'image d'ensembles de droites parallèles dans la scène 3D.
 - ⇒ **detection des plans principaux de la scène (horizontal: route, vertical:façades)**
- Les marquages au sol caractérisent le plan de la route
 - ⇒ **Méthode robuste d'extraction du plan de la route basée sur des lignes de fuite et des points d'intérêt**
 - ⇒ **Estimation du mouvement de la caméra**

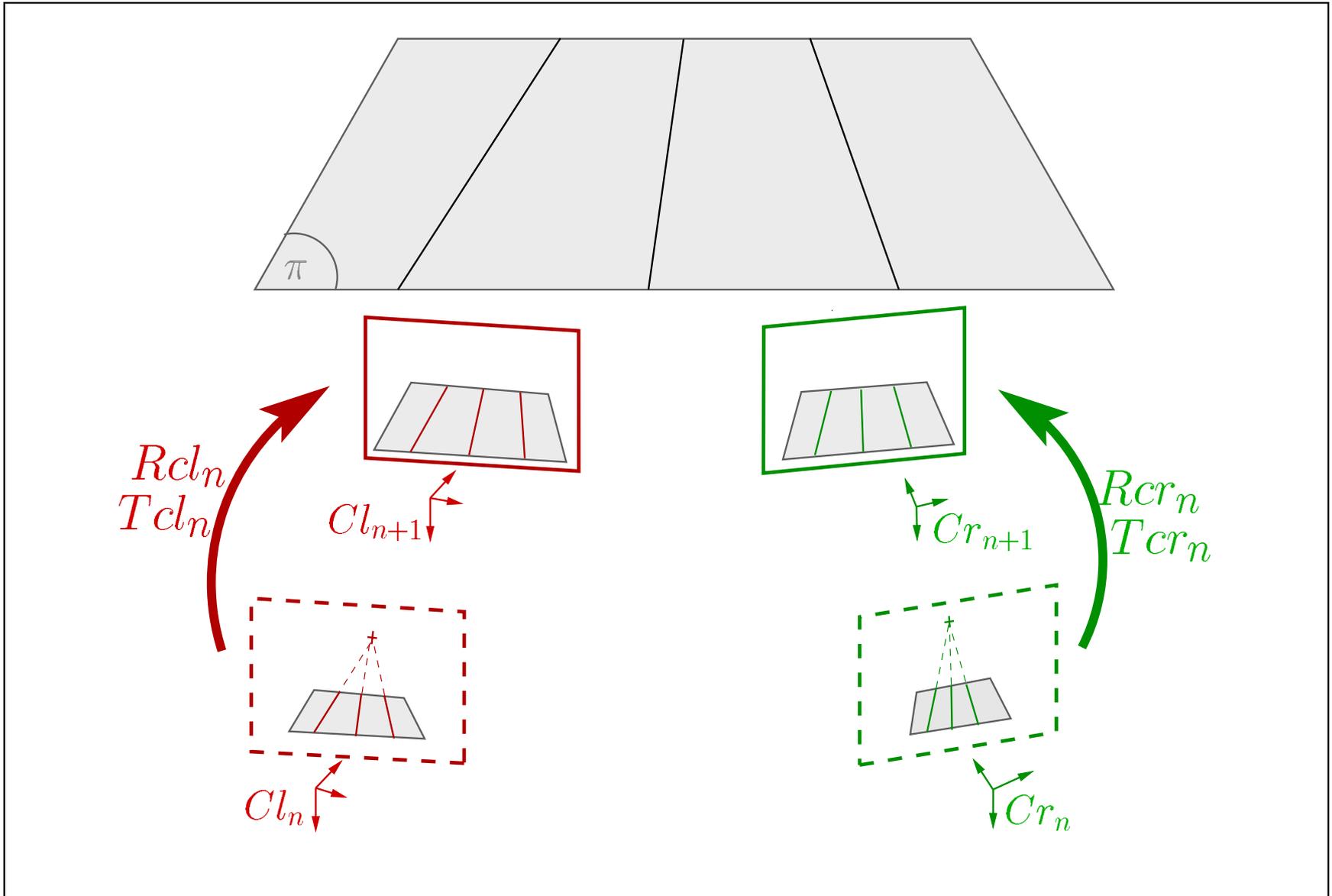
Géométrie du problème



Géométrie du problème



Géométrie du problème



Transformation du plan

Les observations dans les deux images des primitives géométriques appartenant au plan π sont liées par une **homographie planaire** H_π :

pour $k \in [1, 2]$,

$$l_k \propto H_k^{-t} \cdot L$$

$$p_k \propto H_k \cdot P$$

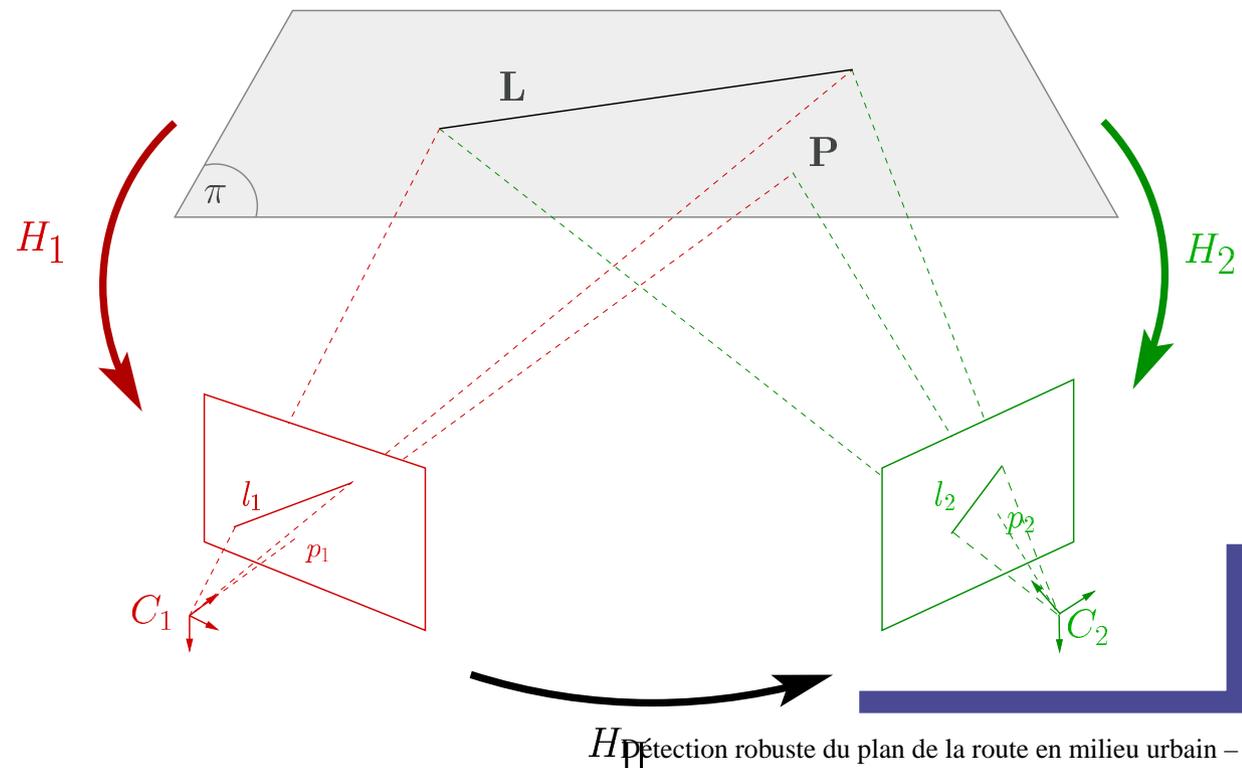
alors

$$l_2 \propto H_\pi^{-t} \cdot l_1$$

$$p_2 \propto H_\pi \cdot p_1$$

avec

$$H_\pi = H_2 \cdot H_1^{-1}$$



Hypothèses

- la route est localement plane, à bords parallèles,
- l'environnement urbain est composé de surfaces planaires dont les arêtes sont globalement alignées selon les 3 directions principales,
- la liaison entre les caméras de la paire stéréo est rigide,
- les caméras ont des paramètres intrinsèques constants,
- la séquence est acquise à la cadence vidéo.

L'algorithme se décompose en 2 parties :

- la segmentation de la route:
 - ⇒ les lignes de fuite (LFs),
 - ⇒ le point de fuite dominant (PFD).

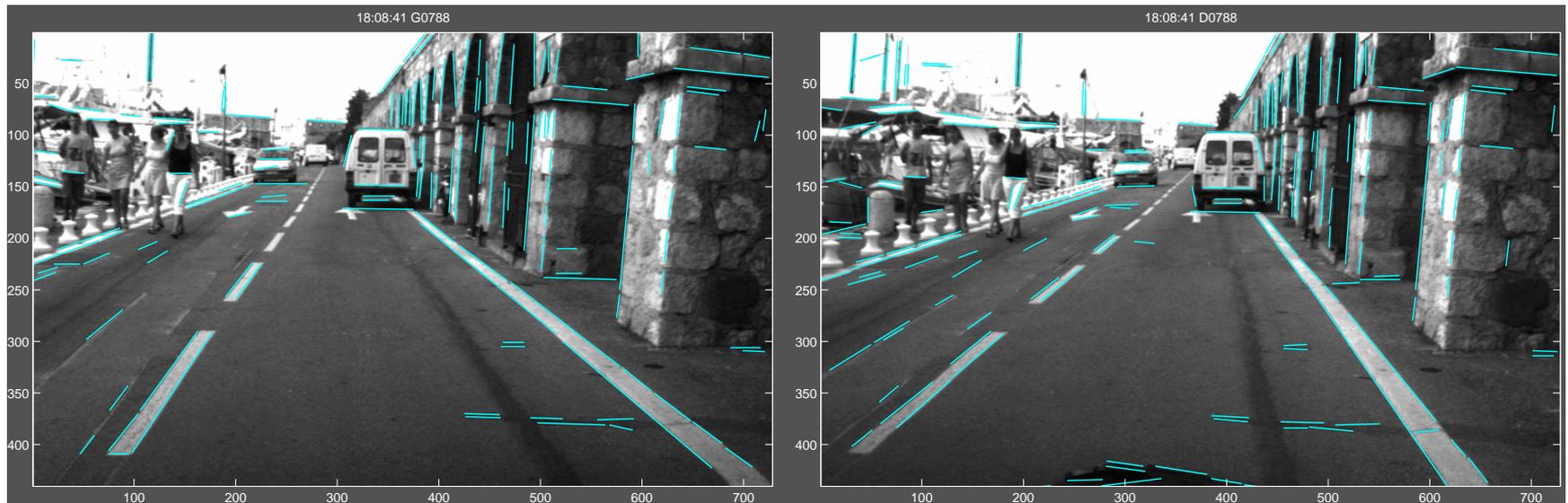
L'algorithme se décompose en 2 parties :

- la segmentation de la route:
 - ⇒ les lignes de fuite (LFs),
 - ⇒ le point de fuite dominant (PFD).
- l'estimation des homographies induites par le plan de la route :
 - ⇒ les points d'intérêts (Harris),
 - ⇒ les droites coplanaires.

Segmentation de la route

La segmentation de la route nécessite 5 étapes :

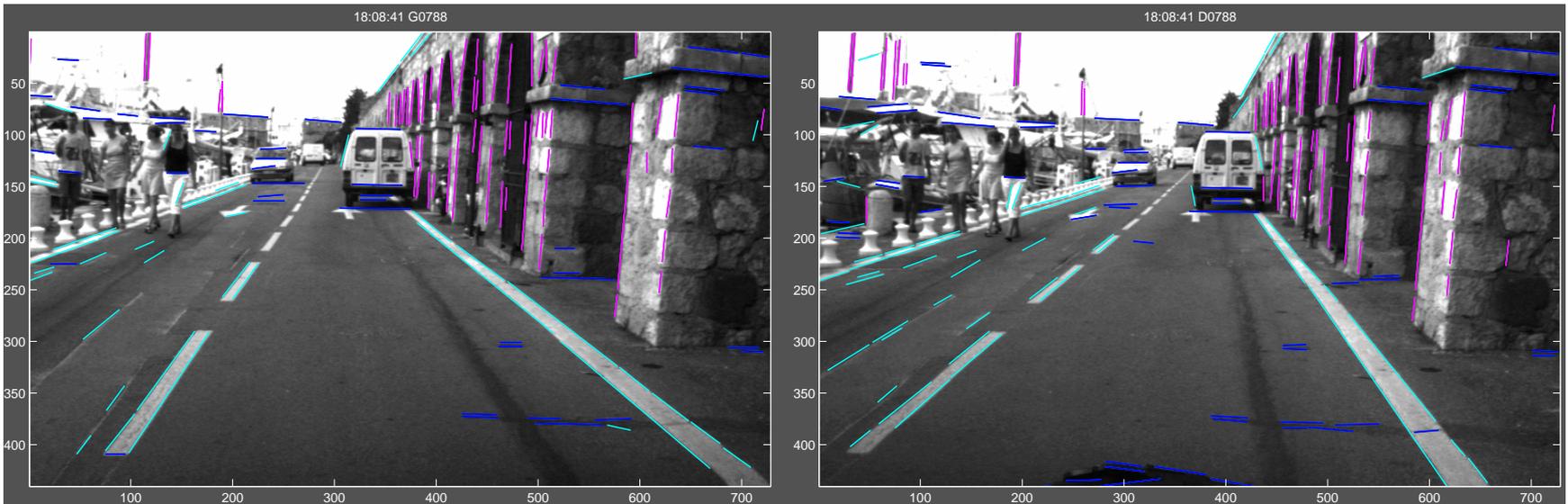
1) extraction des segments (Canny),



Segmentation de la route

La segmentation de la route nécessite 5 étapes :

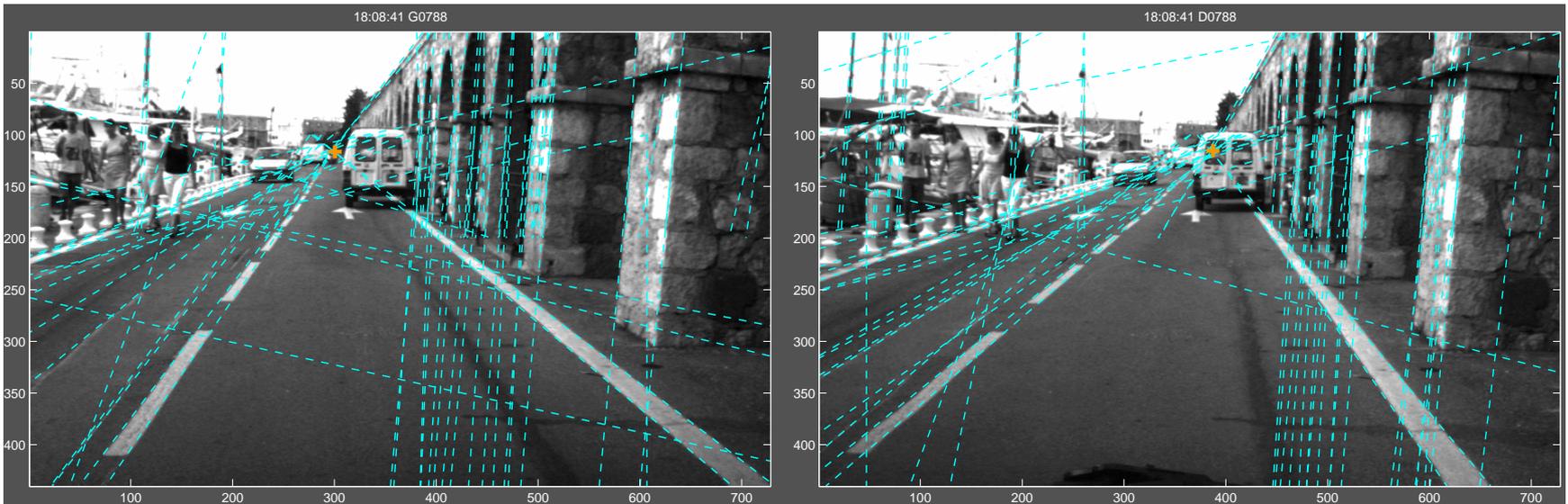
2) classification suivant les directions principales,



Segmentation de la route

La segmentation de la route nécessite 5 étapes :

3) estimation des droites supports,

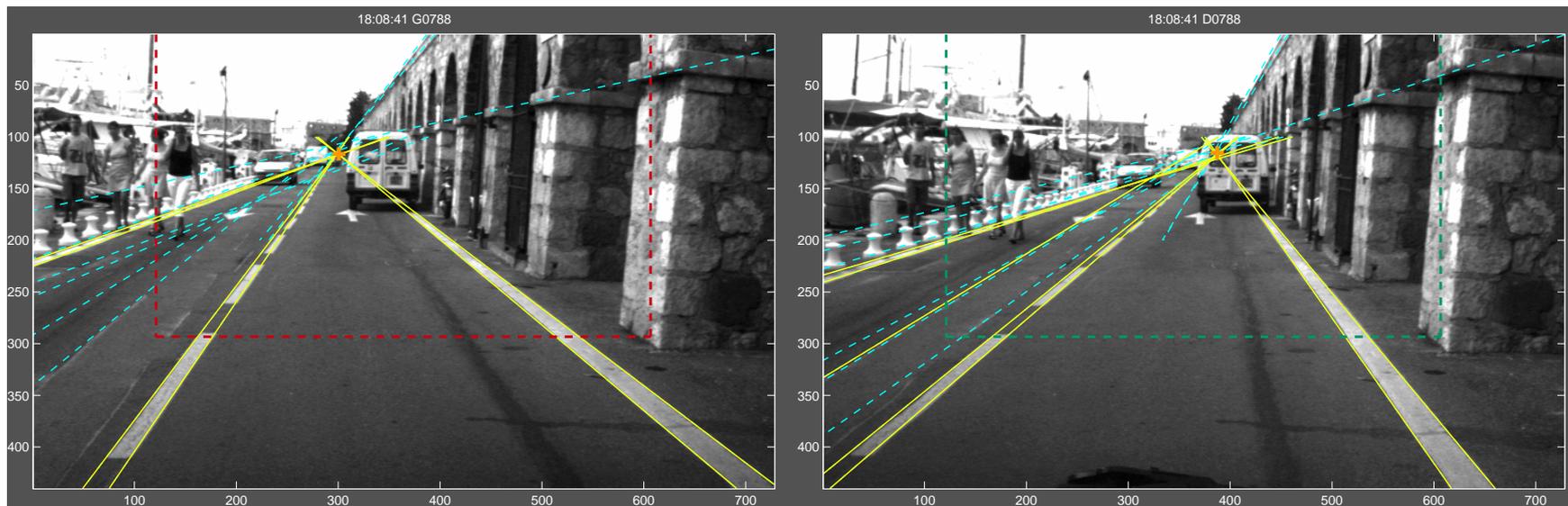


Segmentation de la route

La segmentation de la route nécessite 5 étapes :

4) la sélection des LFs compatibles avec la prédiction à

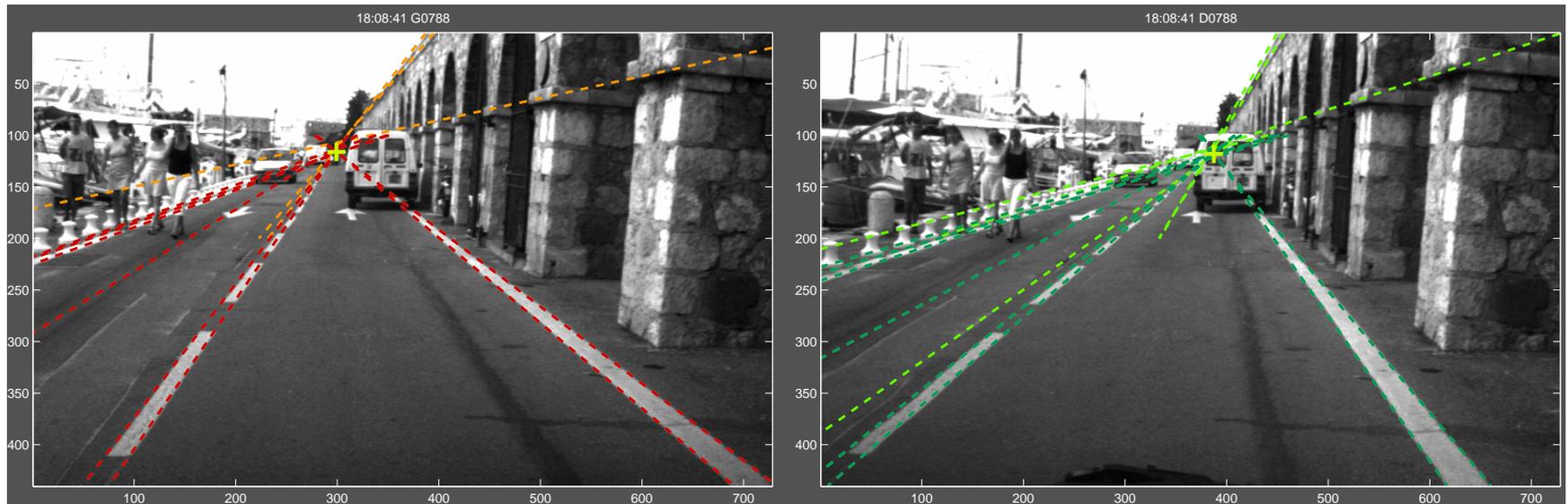
$X_{k/k-1}$ du PFD,



Segmentation de la route

La segmentation de la route nécessite 5 étapes :

5) Appariement des faisceaux droite et gauche de LFs coplanaires vérifiant le bi-rapport.



Estimation des homographies gauche/droite

- Les LFs et le PFD ne suffisent pas à déterminer les homographies,
⇒ utilisation de points d'intérêts

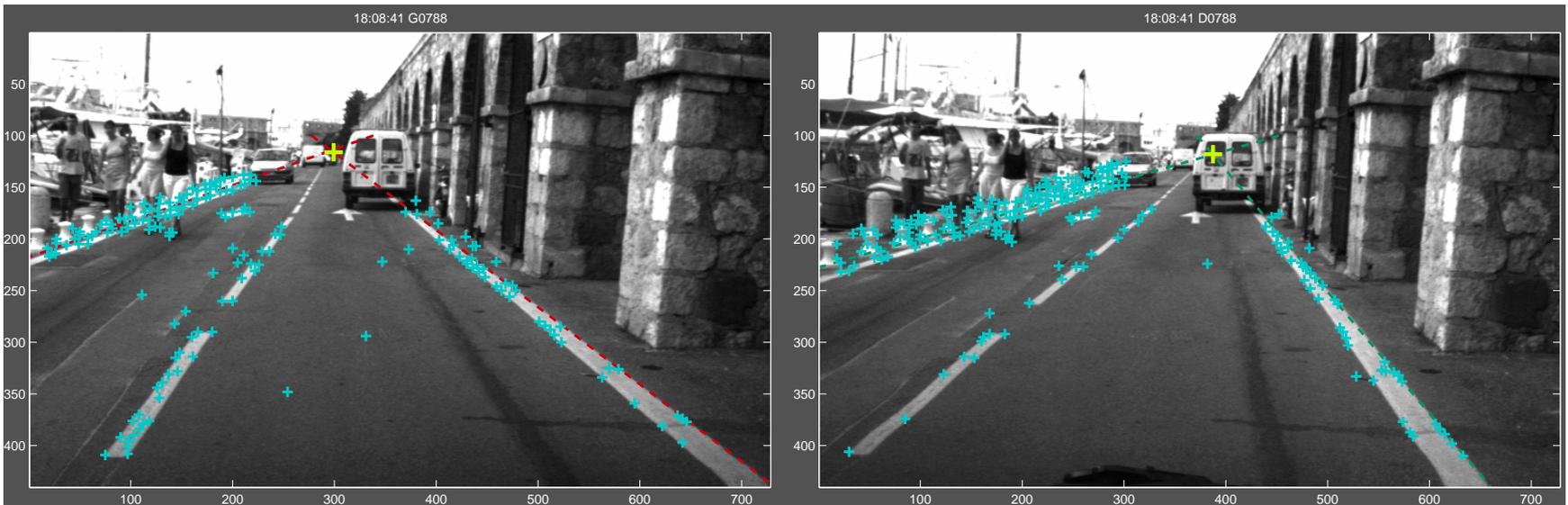
Estimation des homographies gauche/droite

- Les LFs et le PFD ne suffisent pas à déterminer les homographies,
 - ⇒ utilisation de points d'intérêts
- L'extraction des PIs appartenant au plan de la route est difficile:
 - ⇒ texture uniforme en dehors des marquages,
 - ⇒ présence d'obstacles dynamiques (véhicules, piétons).

Extraction de points d'intérêt (PI) coplanaires

La sélection des PIs coplanaires nécessite 3 étapes :

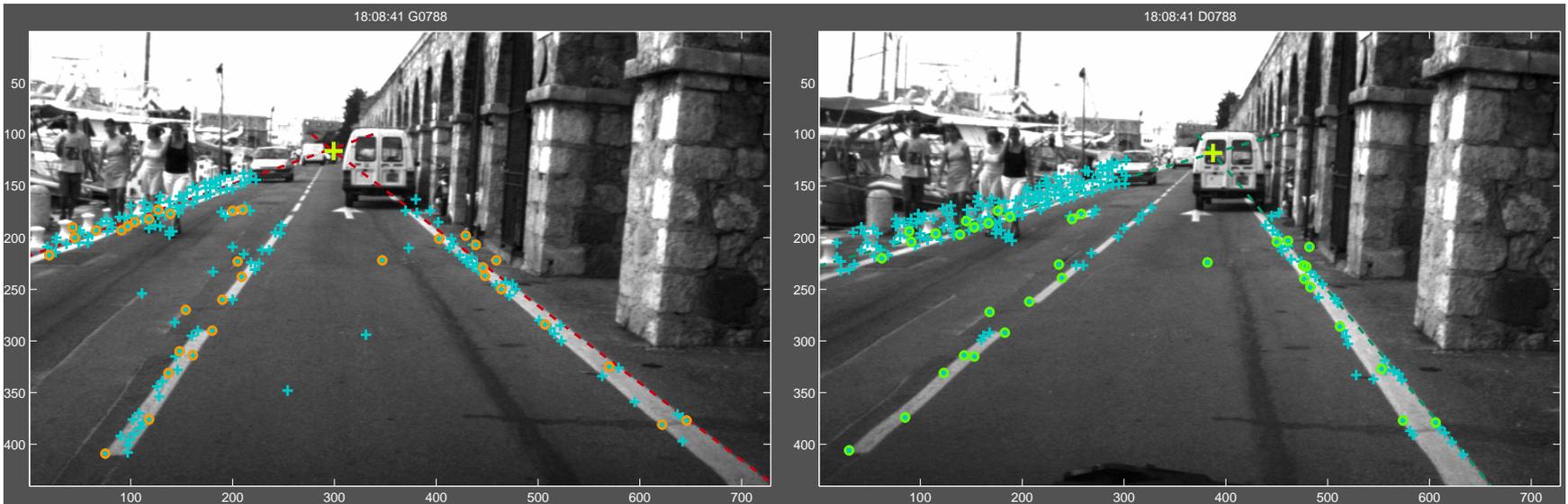
- 1) Détection des points de Harris dans la région apparentée à la route,



Extraction de points d'intérêt (PI) coplanaires

La sélection des PIs coplanaires nécessite 3 étapes :

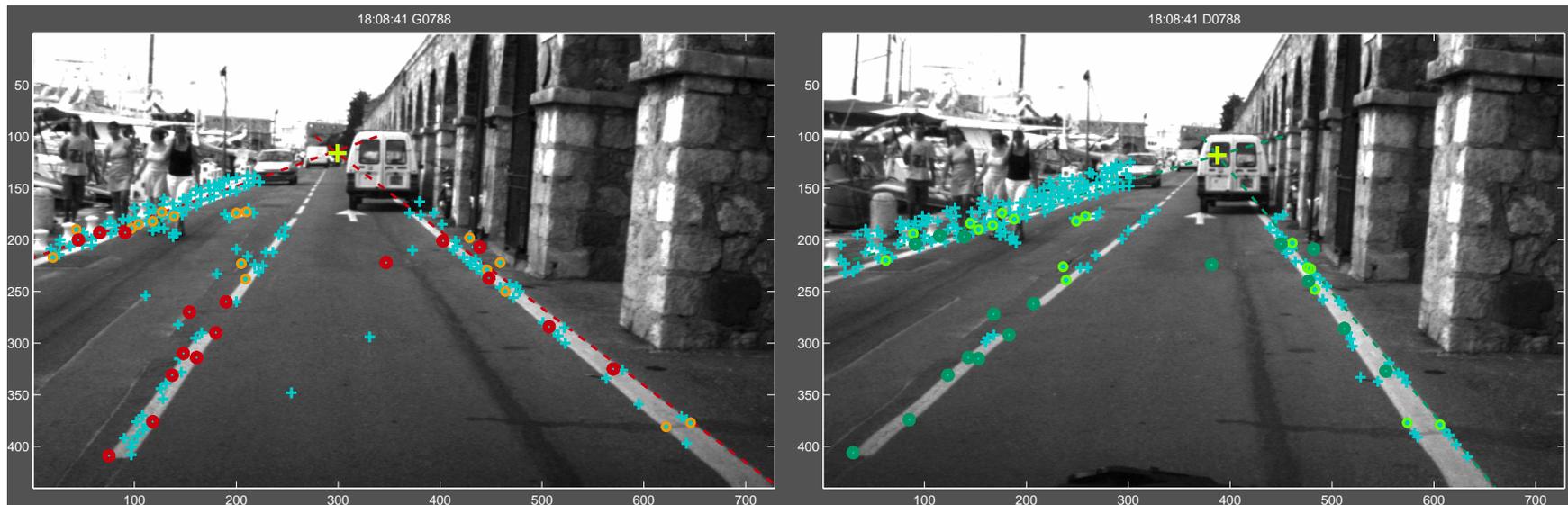
2) Appariement par corrélation initialisée avec
l'homographie $H_{gd}(k-1)$,



Extraction de points d'intérêt (PI) coplanaires

La sélection des PIs coplanaires nécessite 3 étapes :

3) Calcul de l'homographie entre images gauche et droite et élimination des points non coplanaires.



Travaux futurs

- Autocalibrer la paire stéréo durant le déplacement,
- Estimer les plans verticaux principaux correspondants aux façades,
- Calculer la trajectographie du véhicule à partir des homographies entre $(k-1)/k$ connaissant la normale au plan de la route estimée à partir des homographies gauche/droite.