

Applications de la Morphologie Mathématique dans le domaine automobile (1986 – 2009)

Analyse de trafic

Projet Prometheus

Pilotage de drones

Position du conducteur

Détection de vulnérables

Serge BEUCHER

Analyse du trafic

Etude réalisée avec l'INRETS (1986 à 1989).

- Pas d'utilisation d'infrastructures au sol (tels que marquages particuliers)
- Caméras “fixes” mais télécommandables
- Champ de vision important
- Doit être opérationnel de jour comme de nuit
- Mesures temps réel

Détection des voies



Scène de trafic

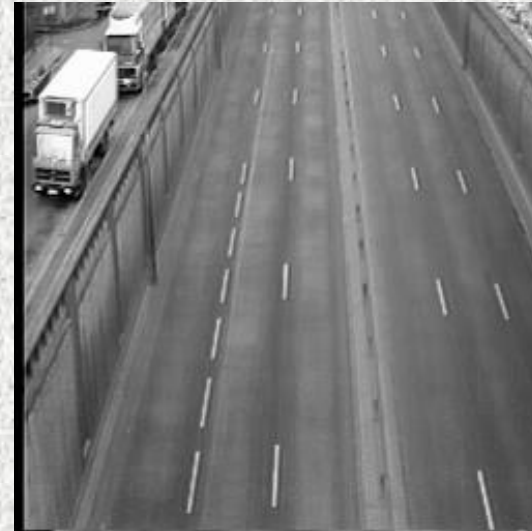


Image moyenne



Moyenne des différences

Détection des voies



Scène de trafic

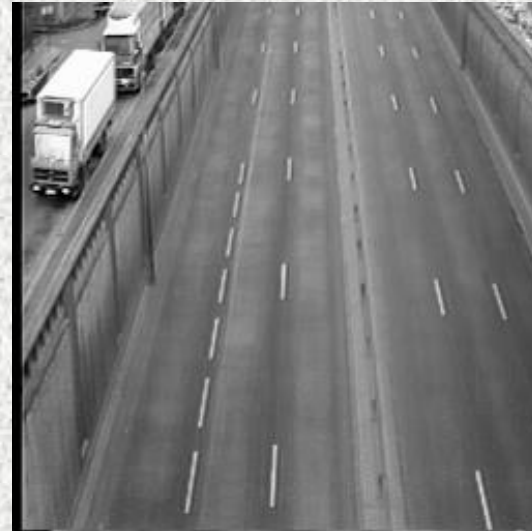


Image moyenne



Moyenne des différences

Détection des voies



Scène de trafic

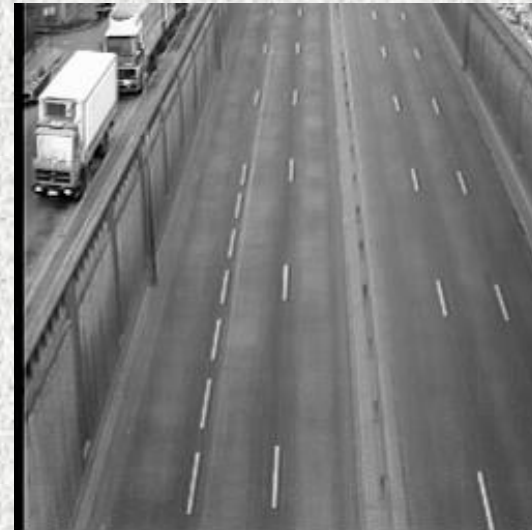
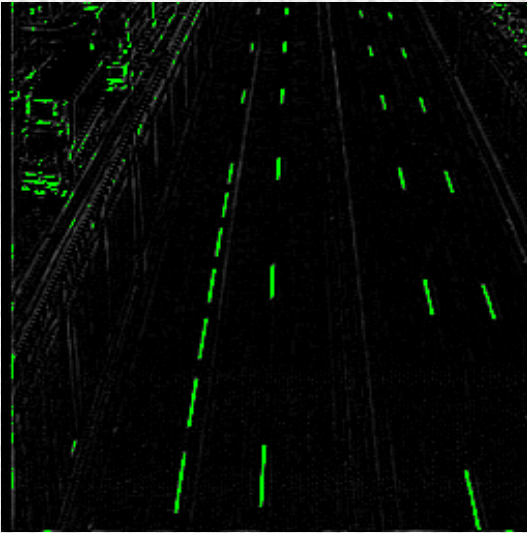


Image moyenne

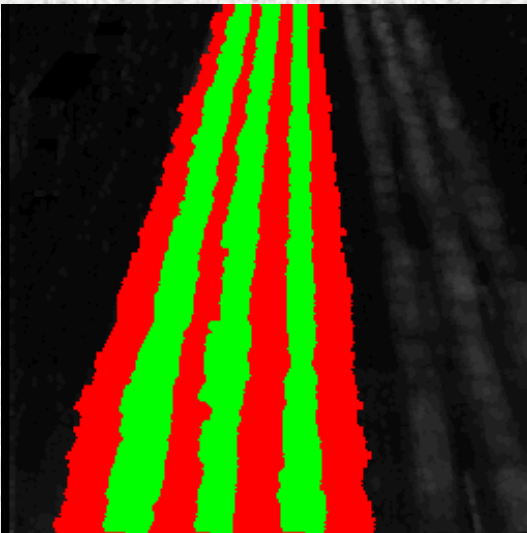


Moyenne des différences

Détection des voies, l'algorithme

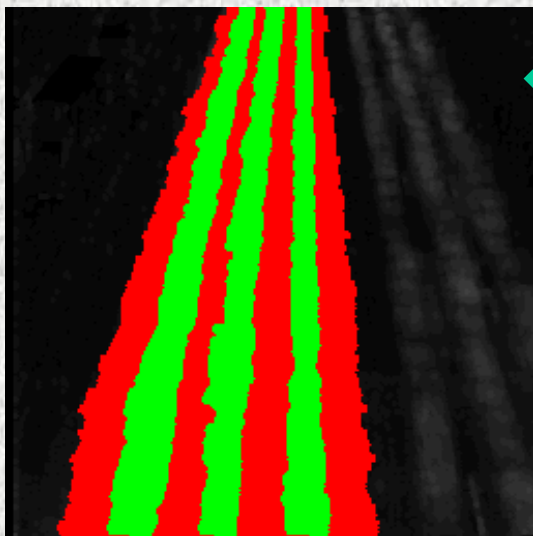
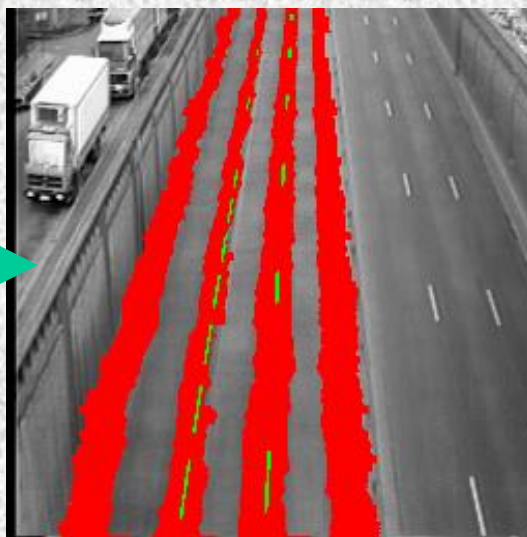
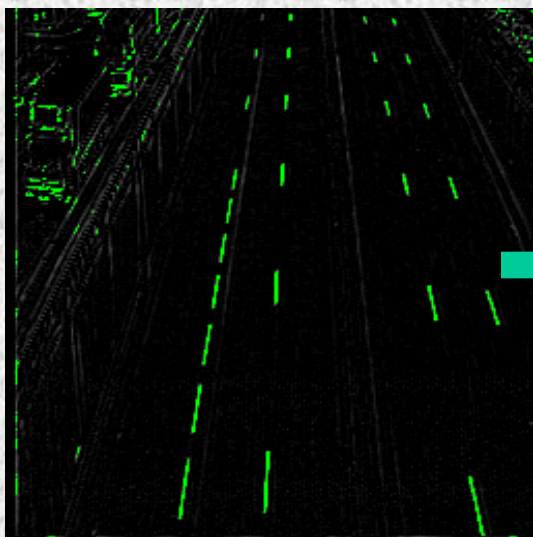


Détection du marquage au sol par un opérateur morphologique (chapeau haut-de-forme).



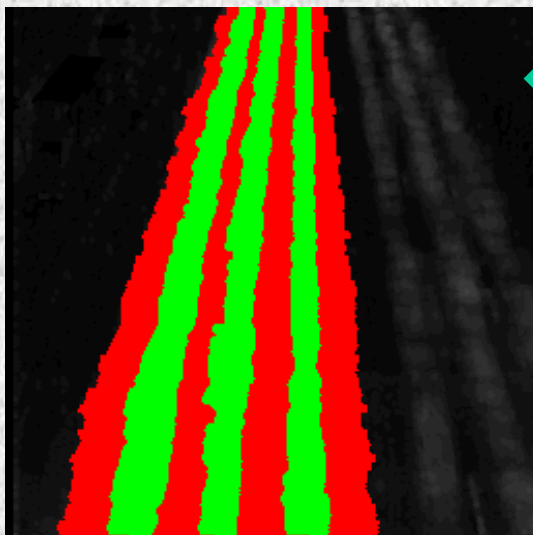
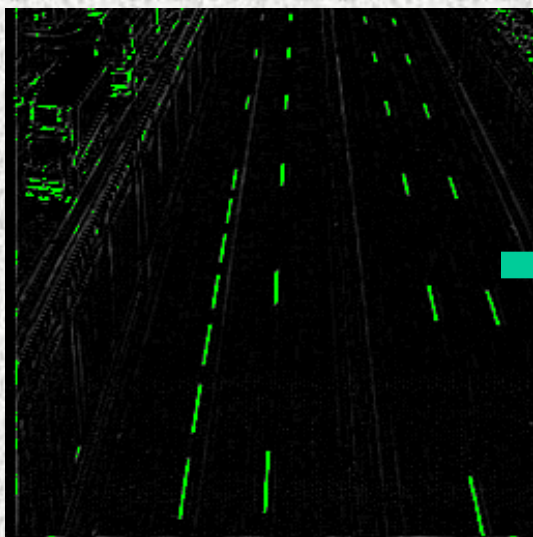
Seuillage et dilatation pour définir les marqueurs de la chaussée et des voies.

Détection des voies, l'algorithme



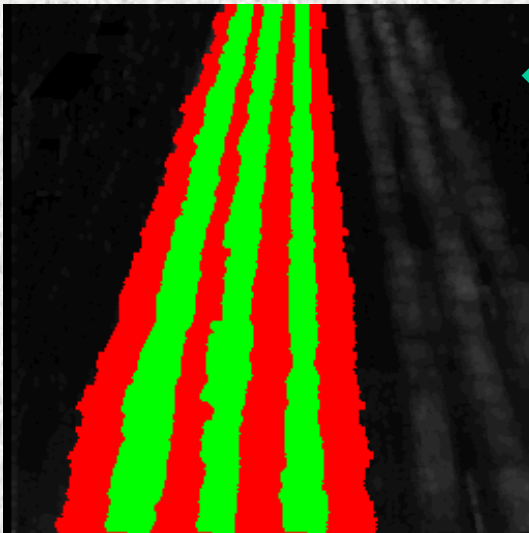
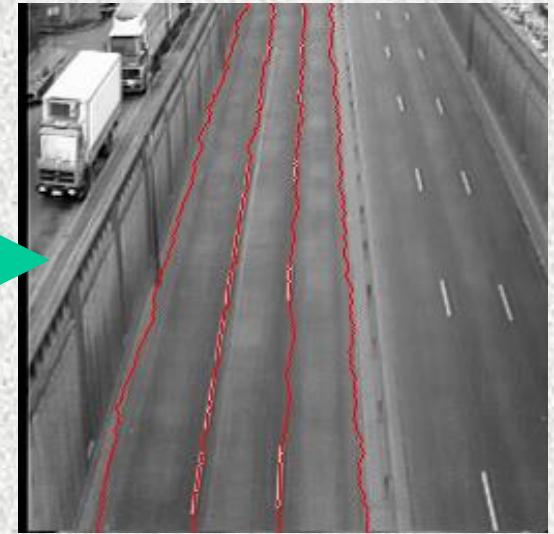
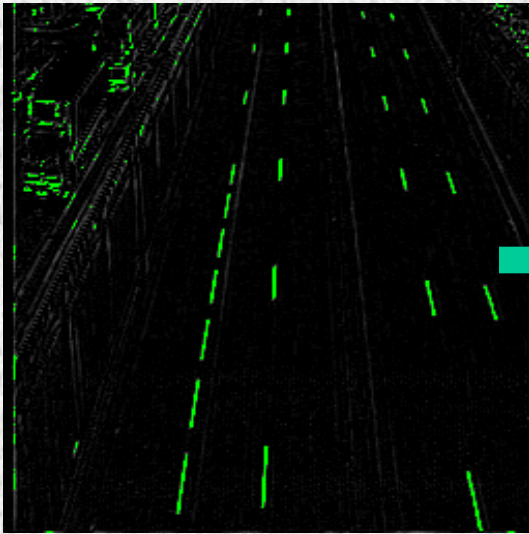
Combinaison des deux images et ...

Détection des voies, l'algorithme



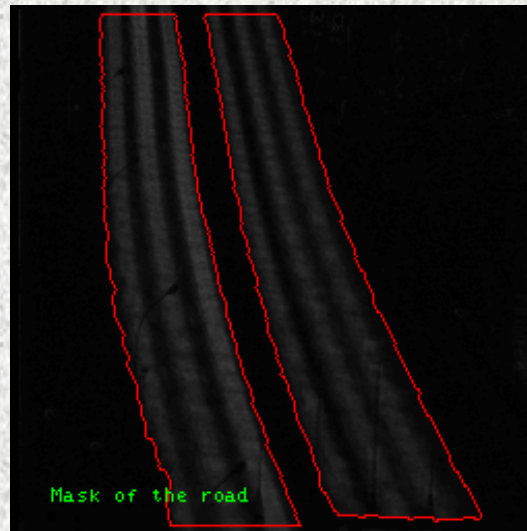
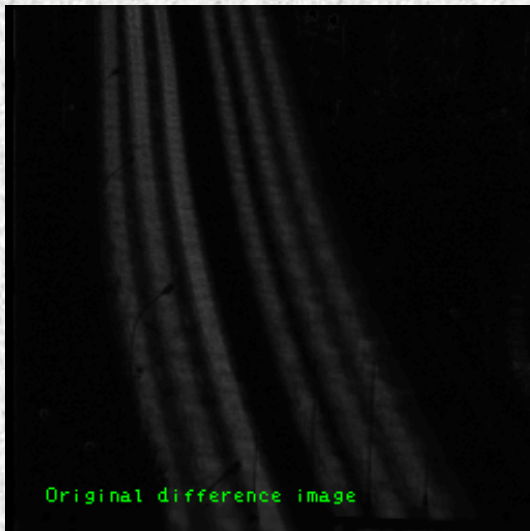
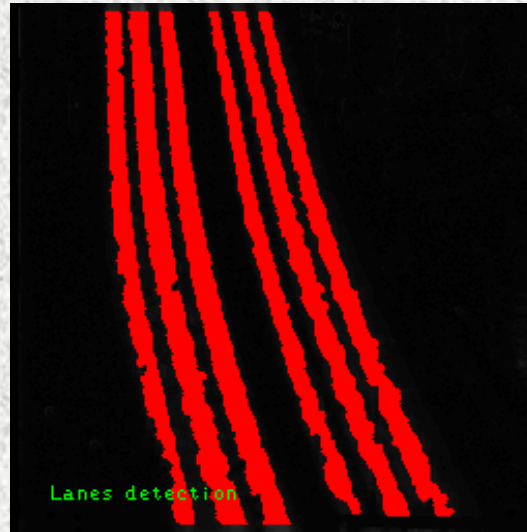
... génération d'une fonction distance géodésique.

Détection des voies, l'algorithme

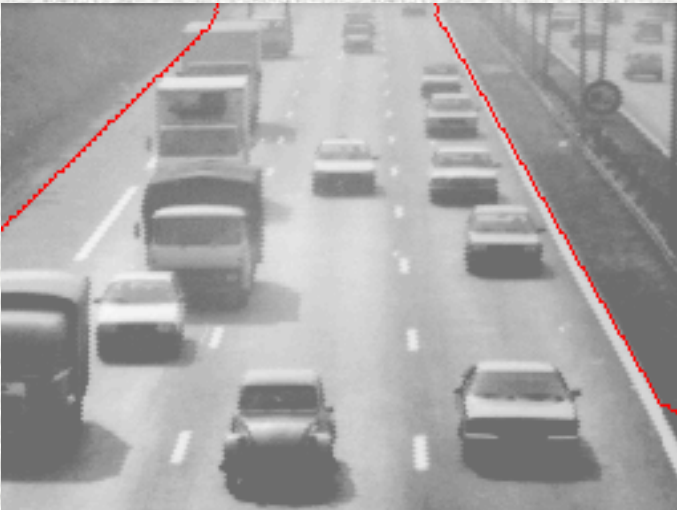
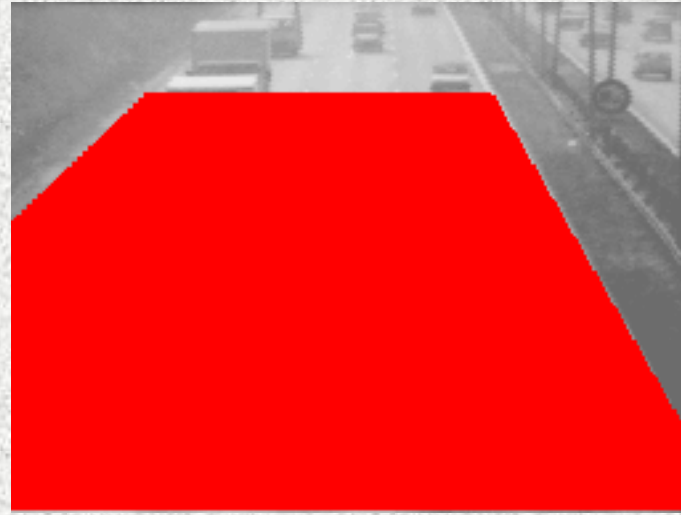


La ligne de partage des eaux de la fonction distance fournit la segmentation finale.

Un autre exemple...

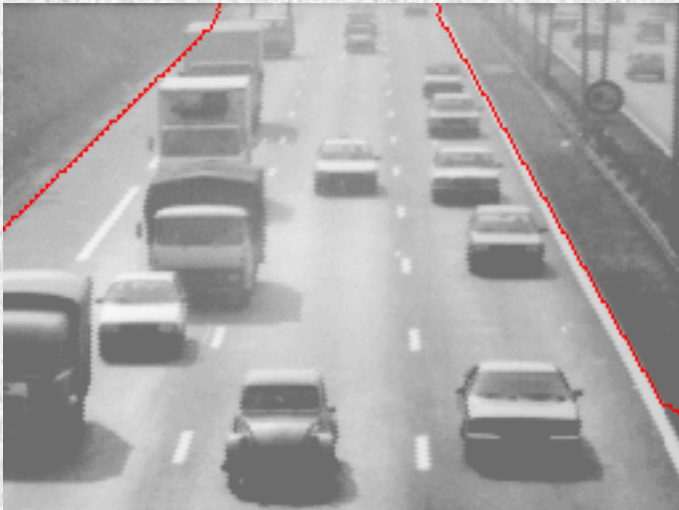
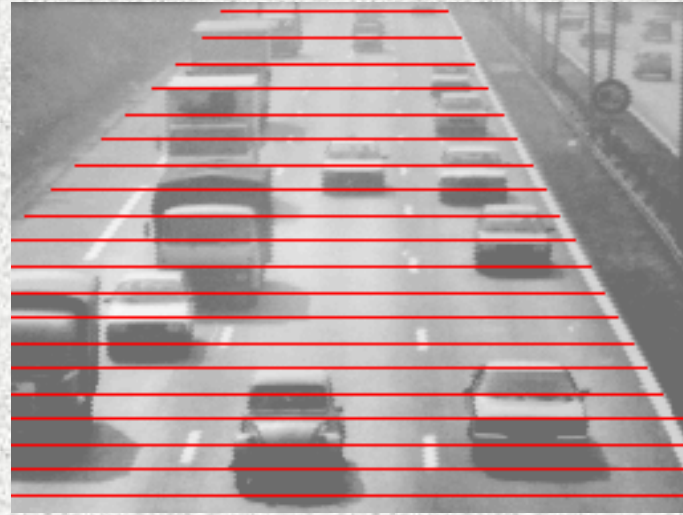


Détection des véhicules



Définition d'une zone d'intérêt à partir de la segmentation précédente de la chaussée.

Détection des véhicules

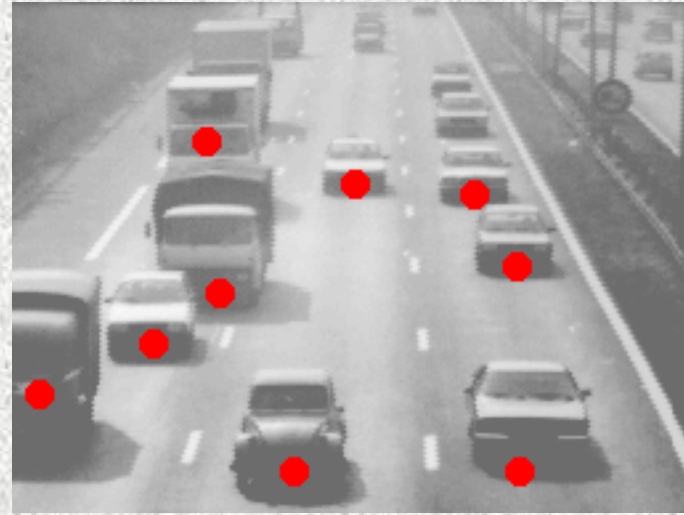
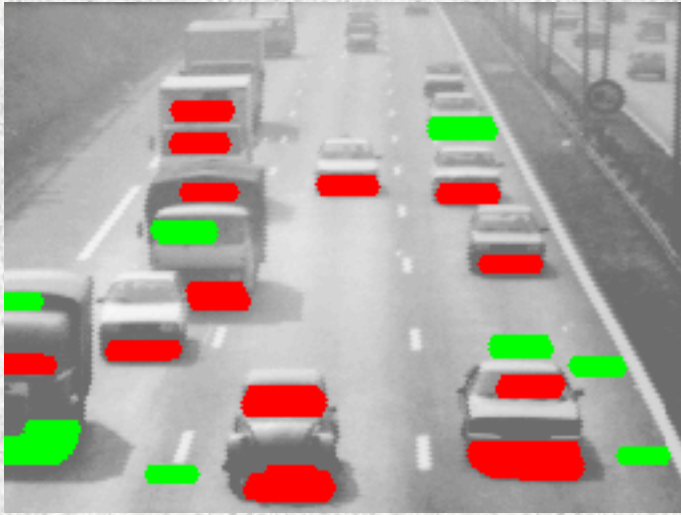


Définition d'un espace de travail géodésique. Cet espace permet d'associer à chaque pixel de l'image la distance au sol correspondante.



Paramètres des transformations adaptés à la perspective.

Détection des véhicules (2)

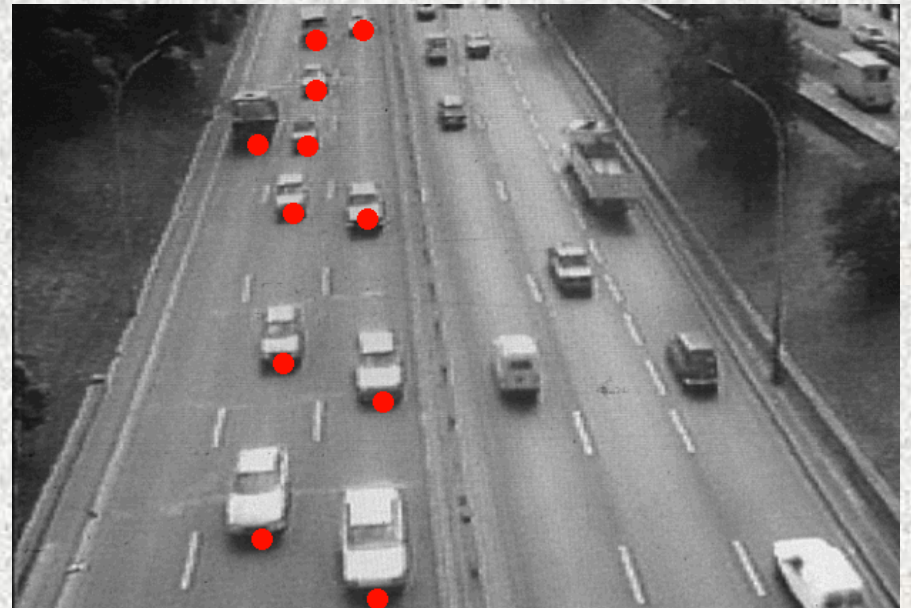
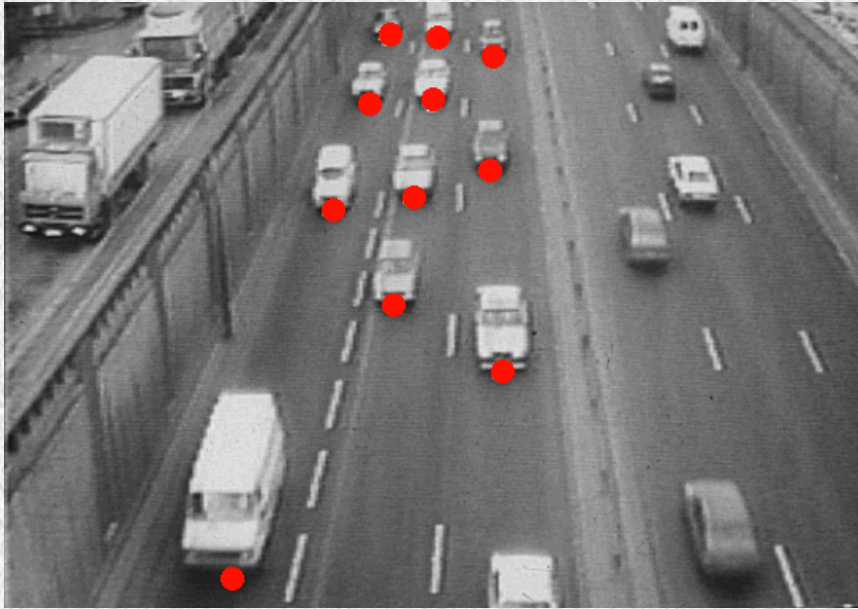


**Assemblage et fusion des
marqueurs.**

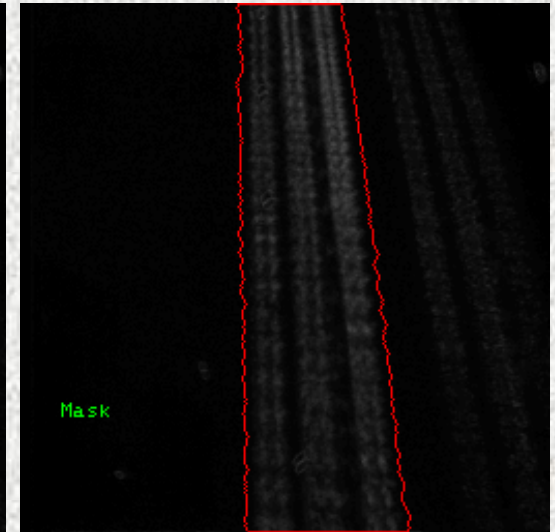
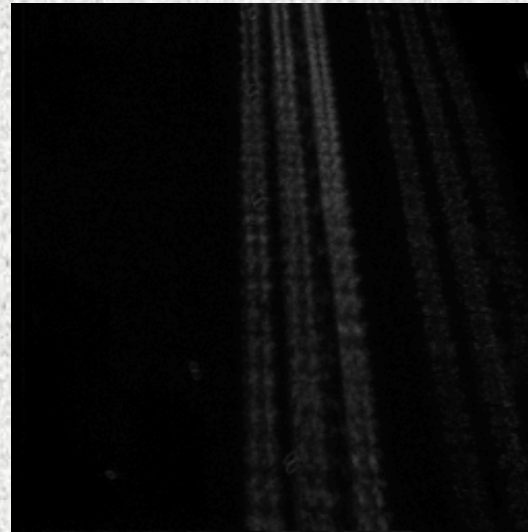
Détection finale.



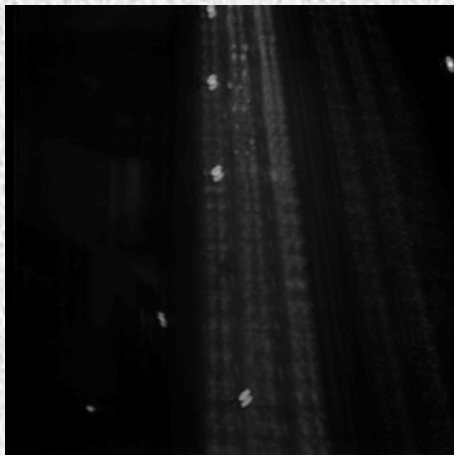
Autres exemples



Trafic de nuit

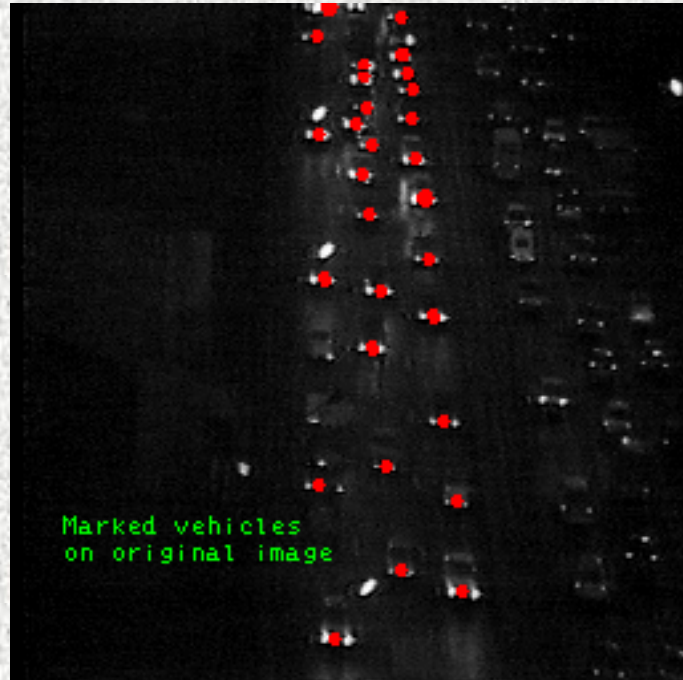


Seule l'image différence est utilisée pour la détection de la chaussée et des voies.



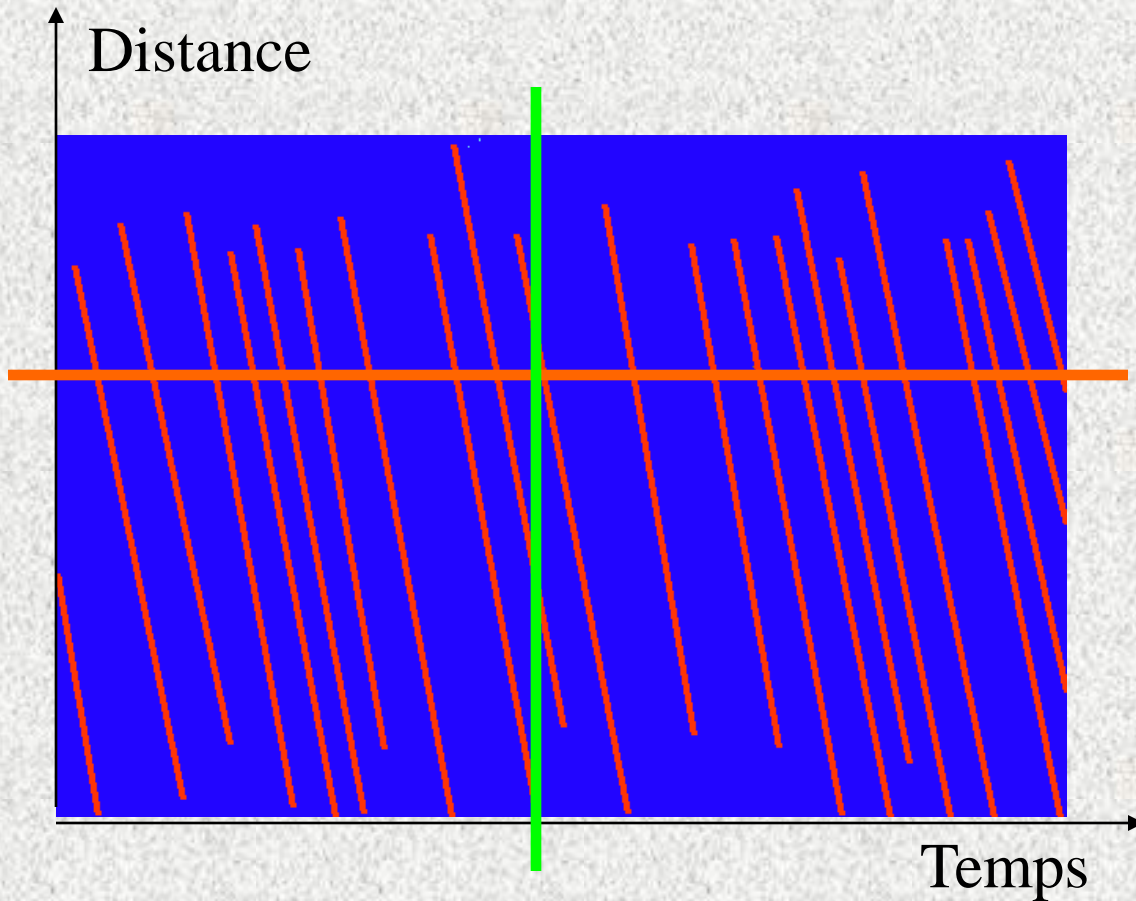
L'image somme permet seulement de mettre en évidence l'éclairage public.

Détection du trafic de nuit



- Amélioration de l'image (par dilatation) dans le masque des voies.
- Extraction des maxima (lumières).
- Sélection des doublets (phares).
- Résultat final (fausses détections éliminées par suivi).

Mesures et D.A.I.

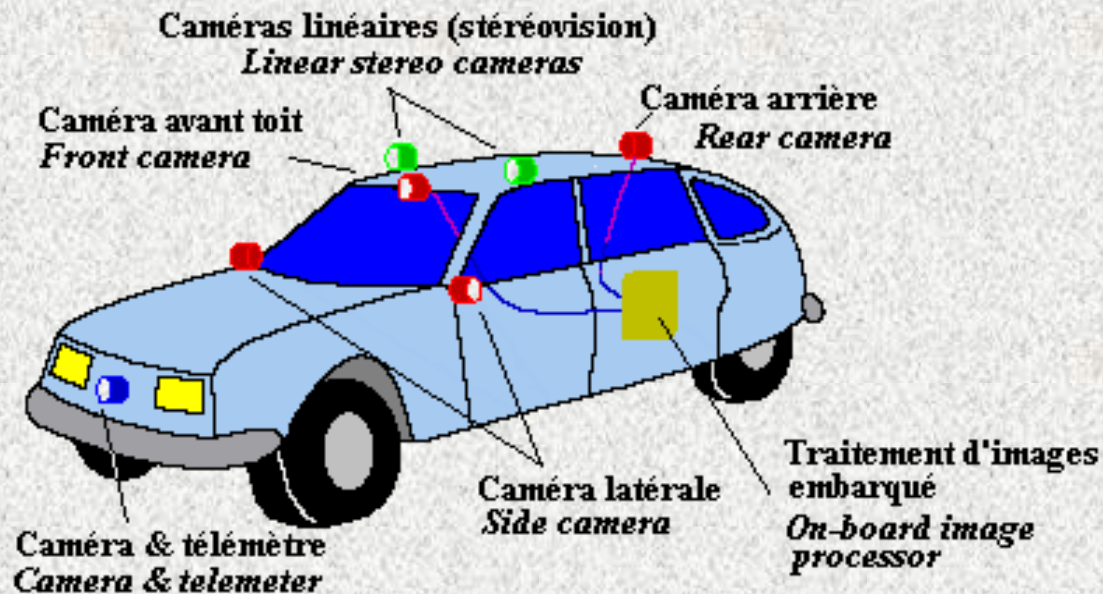


- Mesures de débit à un endroit donné.
- Concentrations à un instant donné.
- Vitesses (pentes des trajectoires).
- D.A.I. (détection d'incidents) par analyse de la forme des trajectoires.

Représentation des trajectoires des véhicules, élimination des fausses détections.

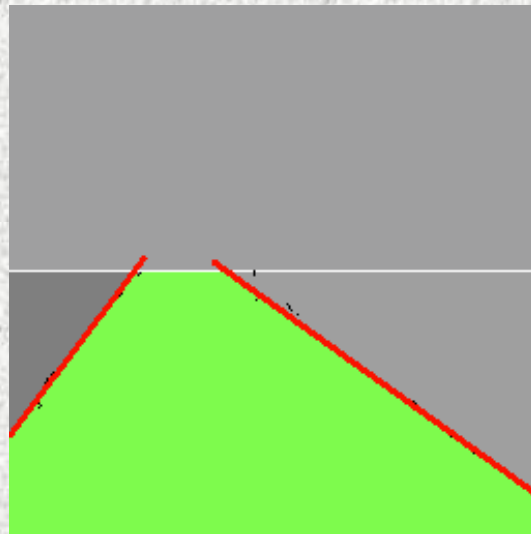
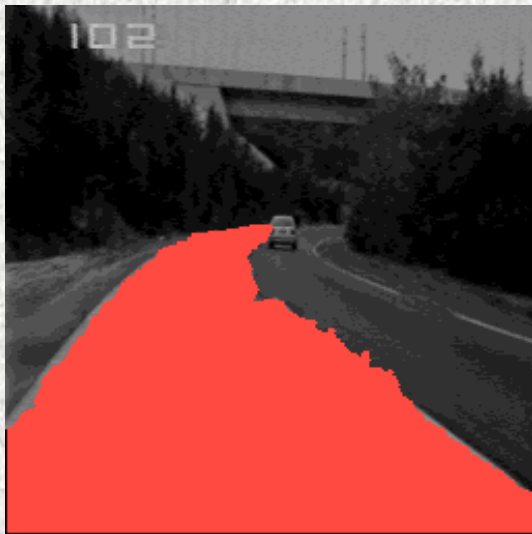
Le projet PROMETHEUS

- Système de vision embarqué dans un véhicule
- Détection automatique d'obstacles
- Aide à la conduite
- Différents capteurs utilisés de concert



LE VEHICULE DEMONSTRATEUR PROLAB2
PROLAB2 DEMONSTRATOR VEHICLE

Segmentation des voies



Deux phases:

- **Segmentation primaire de la chaussée et/ou des voies (LPE hiérarchique).**
- **Définition d'un modèle de voie/chaussée (simple) et utilisation du modèle pour construire des marqueurs utilisés dans la segmentation de l'image suivante.**

Détection des voies, 1ère phase

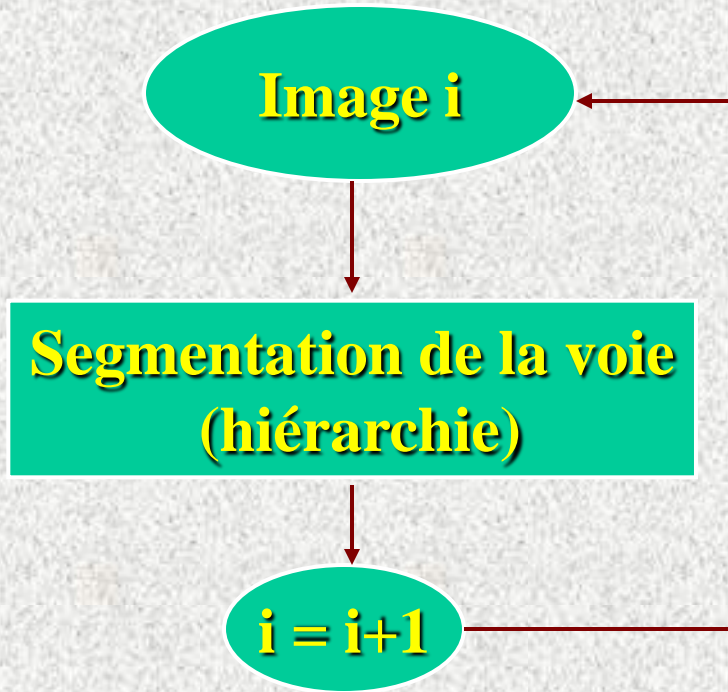
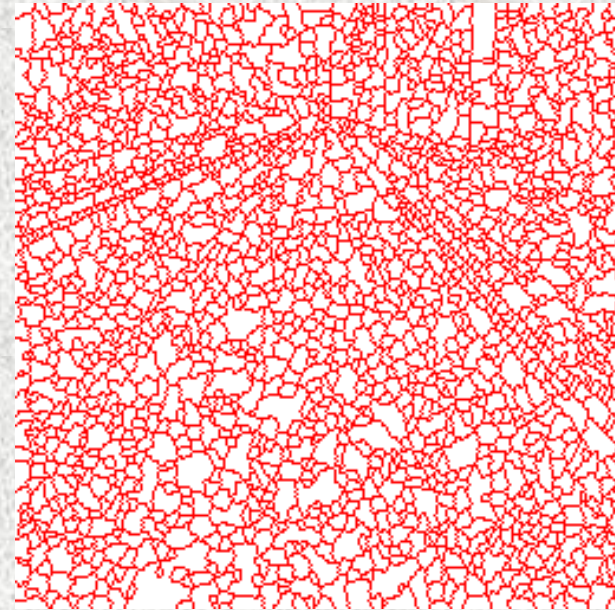
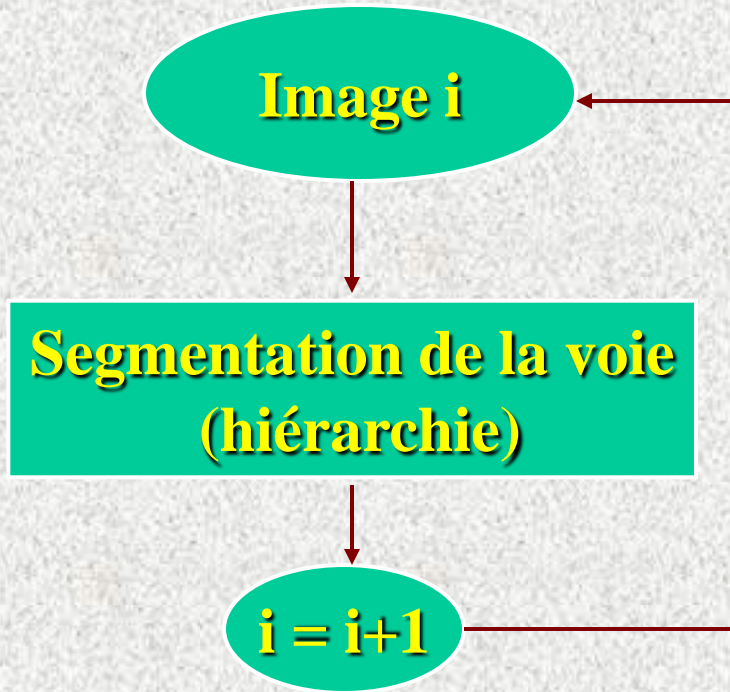


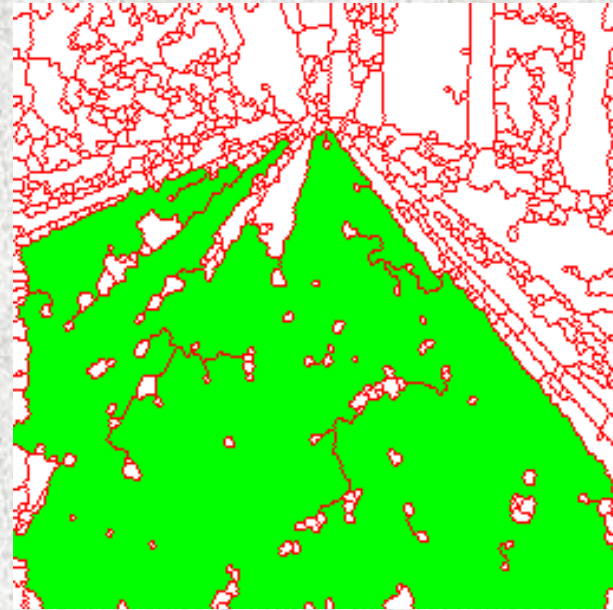
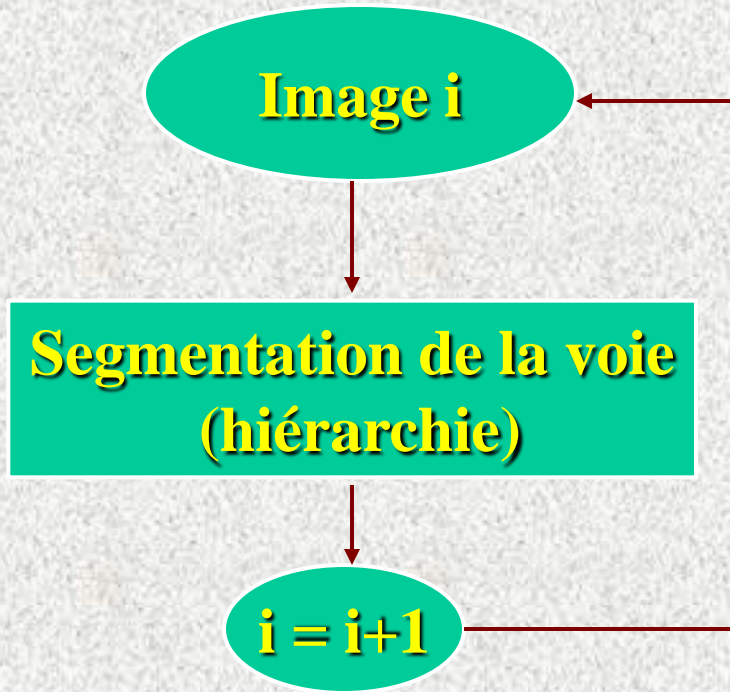
Image initiale

Détection des voies, 1ère phase



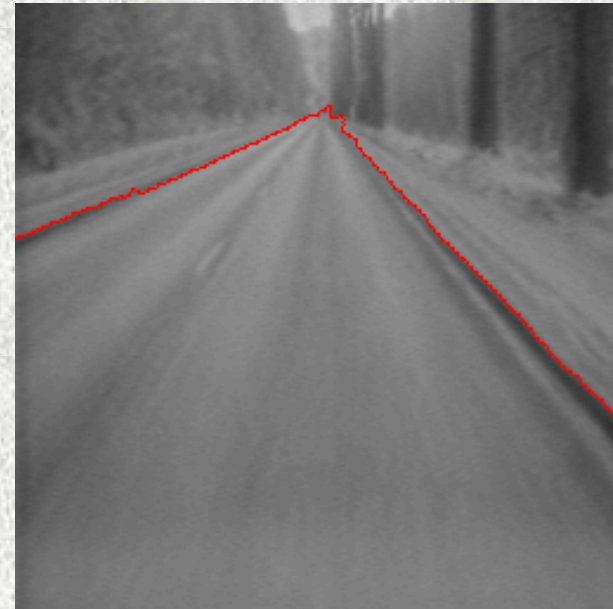
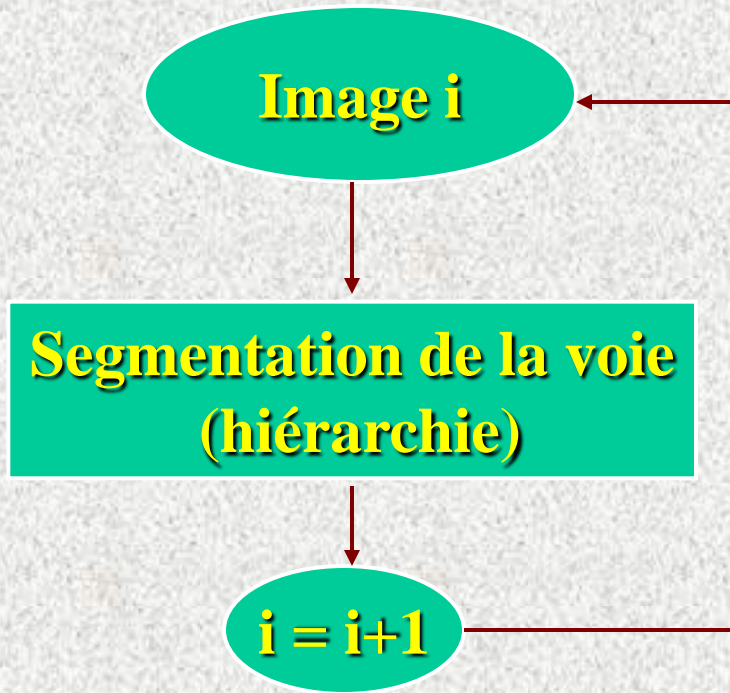
Première segmentation

Détection des voies, 1ère phase



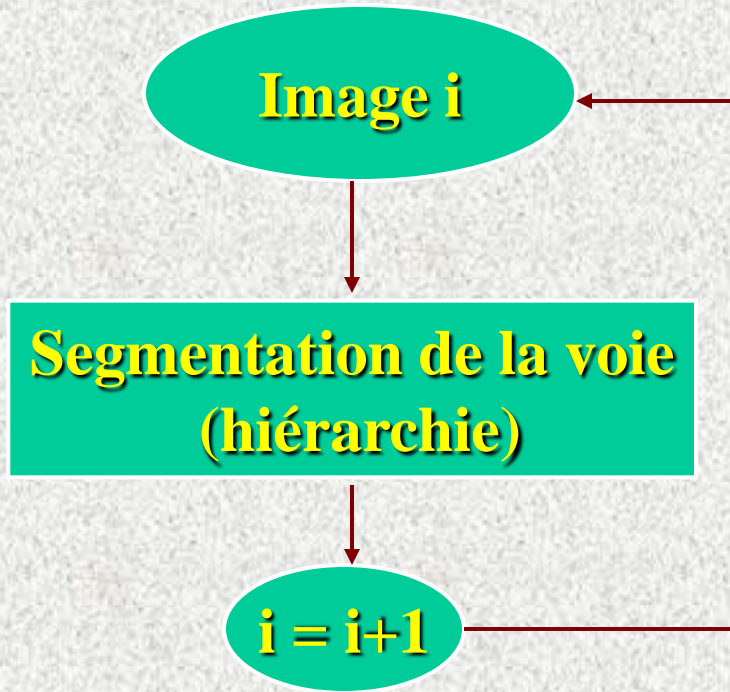
Second niveau de hiérarchie
et extraction du marqueur

Détection des voies, 1ère phase



Segmentation finale

Détection des voies, 1ère phase



Exemple de détection
sur une séquence
complète



Détection des voies, phase 2

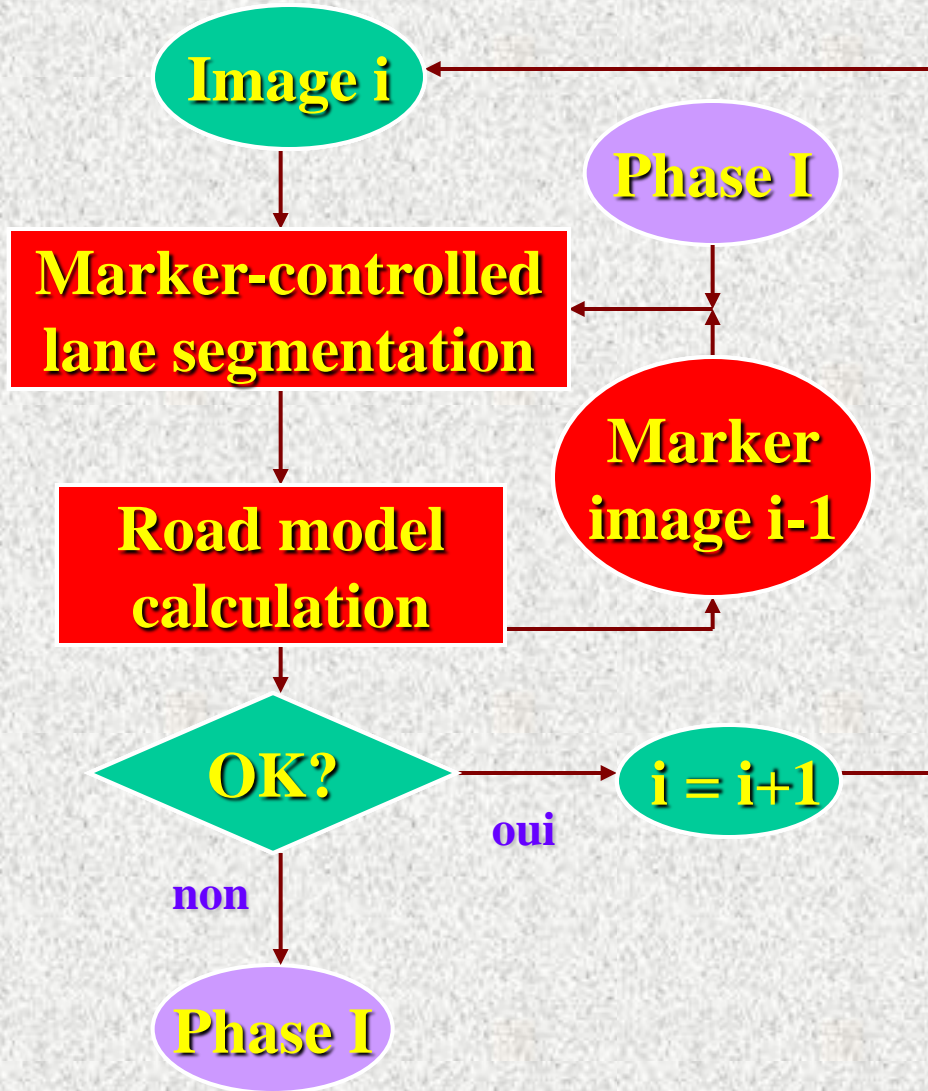
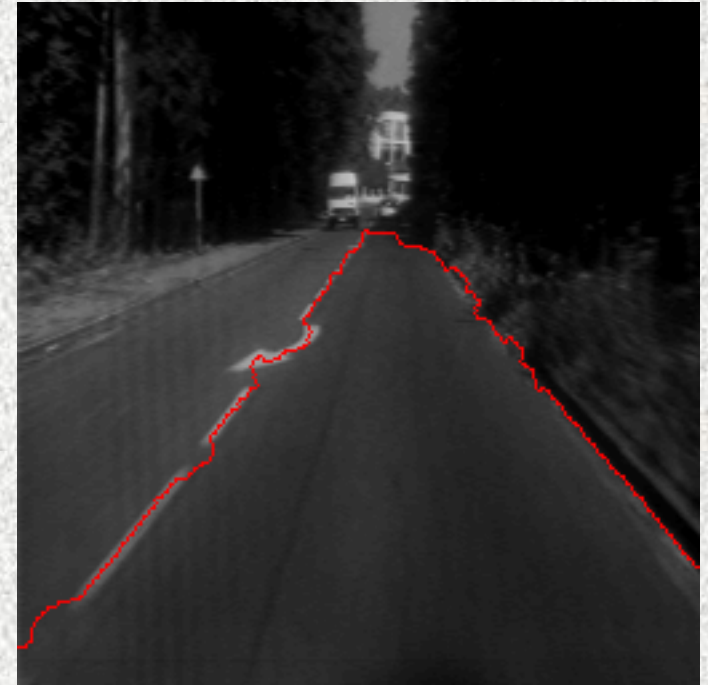
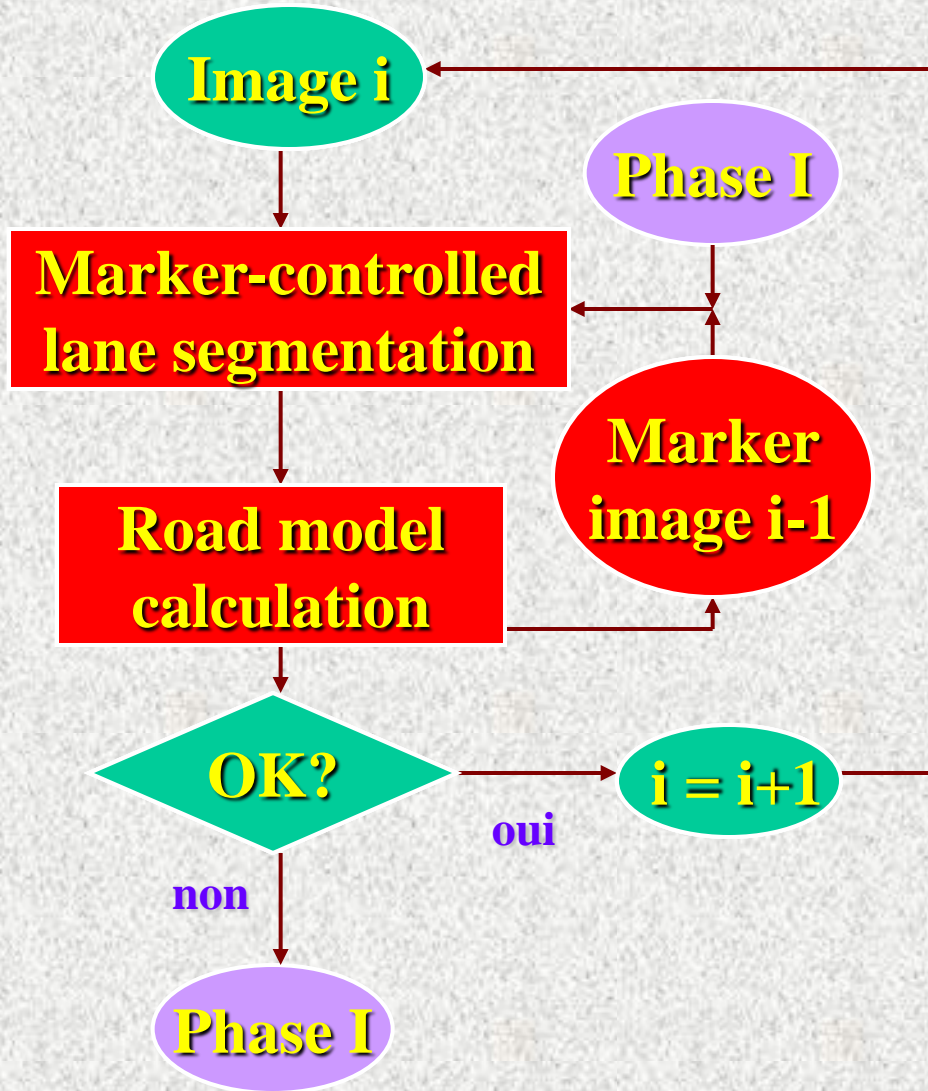


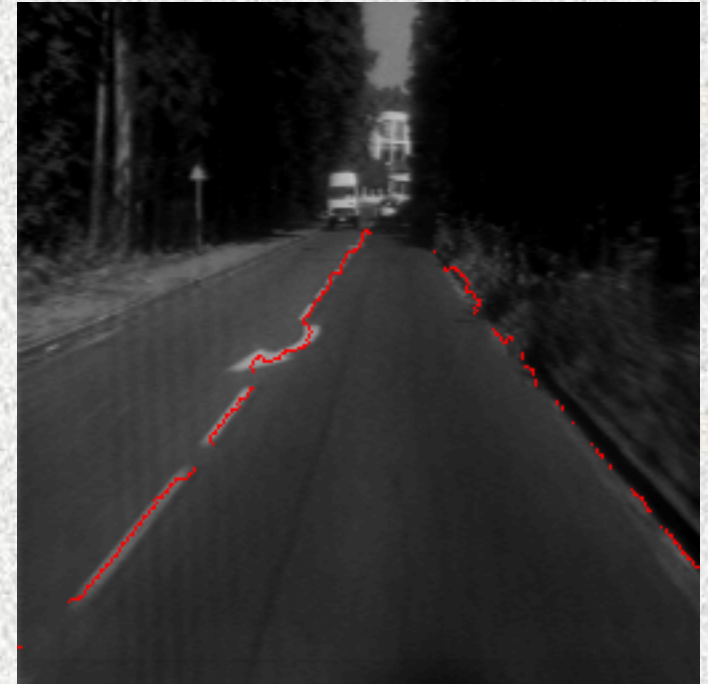
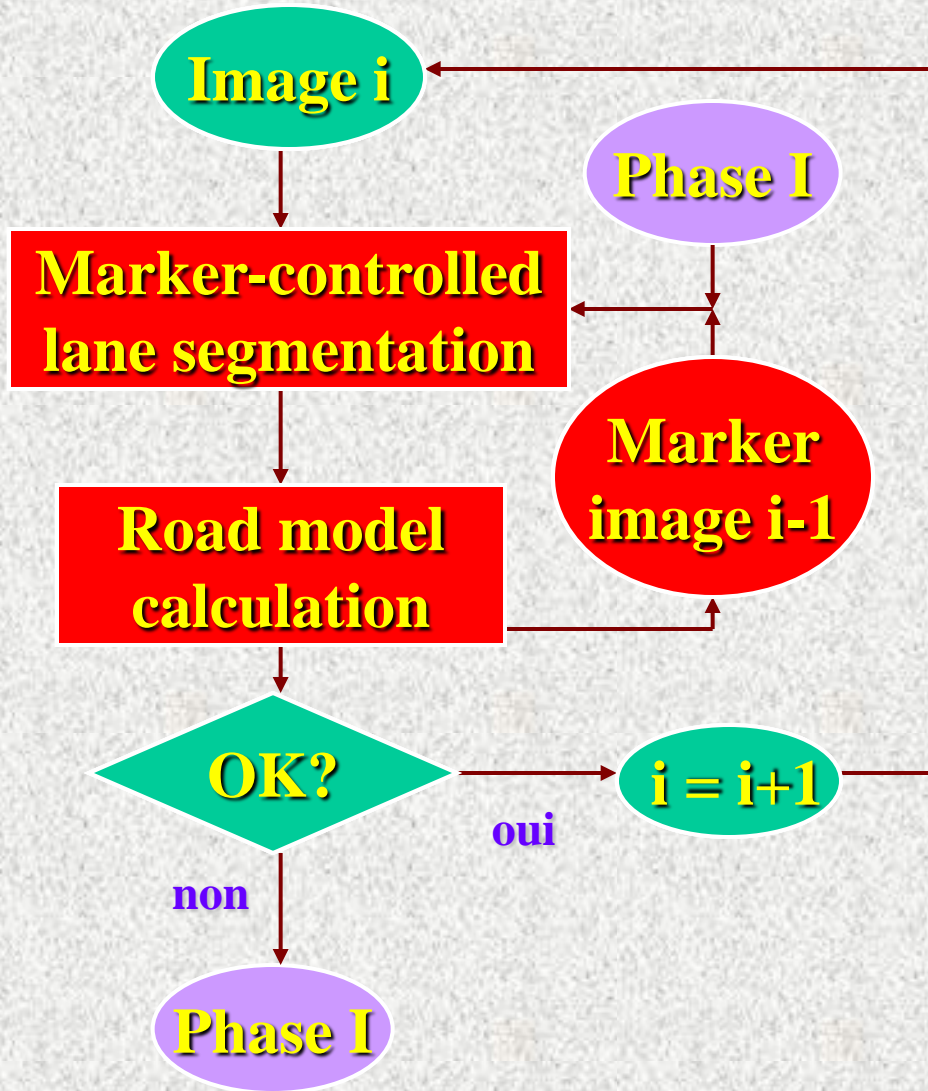
Image de la séquence à l'instant i

Détection des voies, phase 2



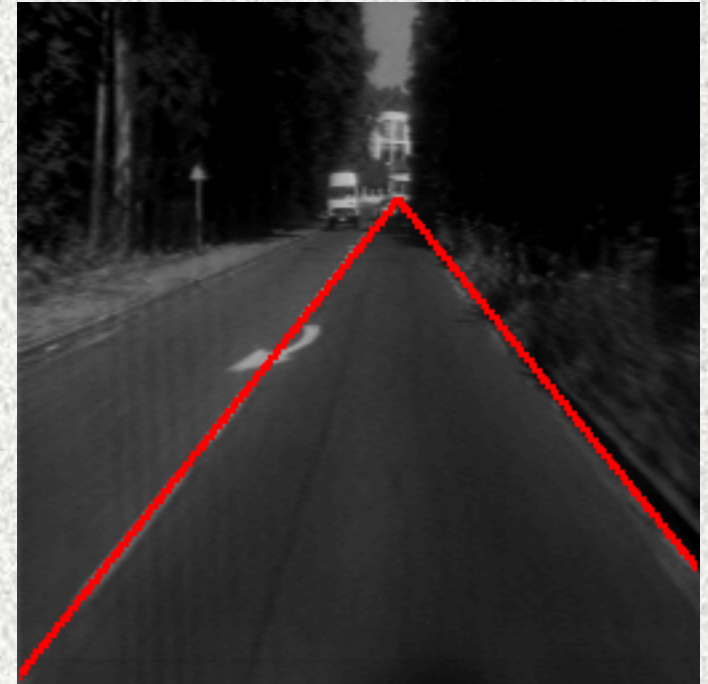
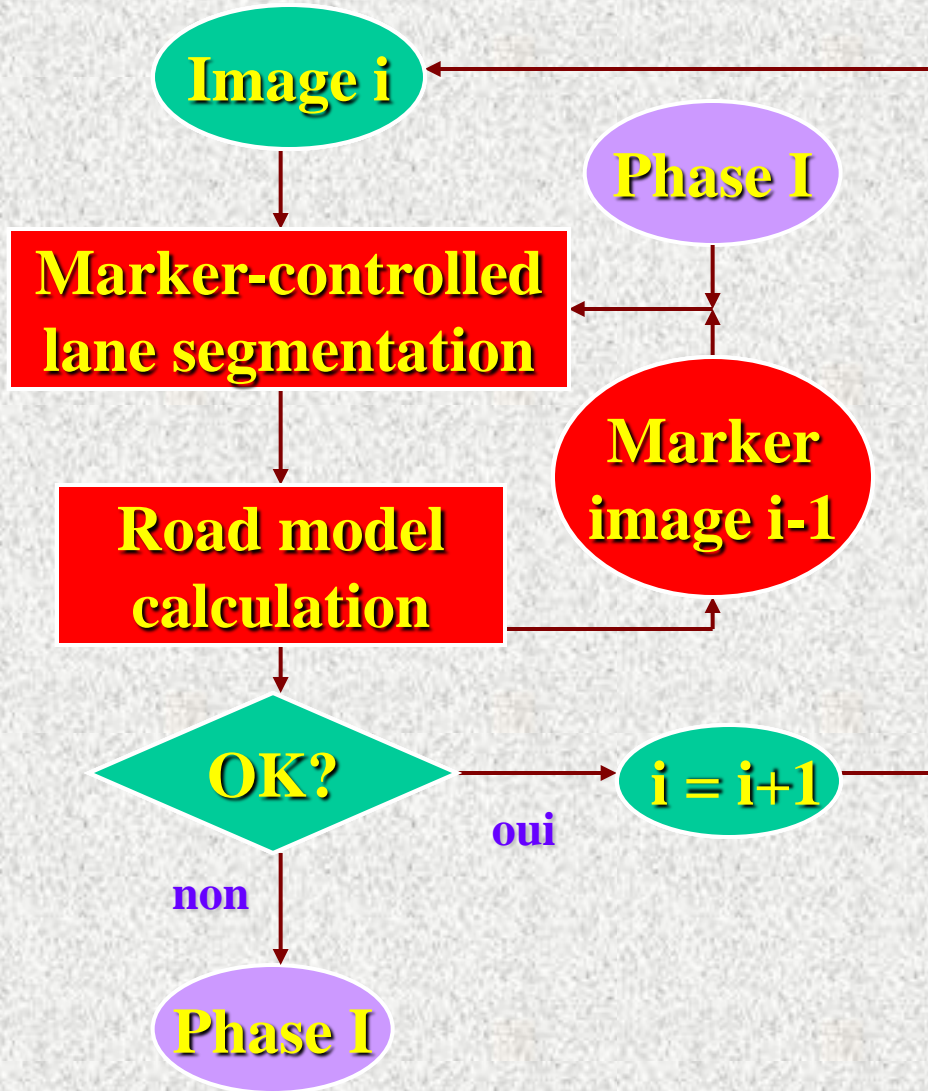
Segmentation de la voie par LPE (marqueur généré par l'image précédente)

Détection des voies, phase 2



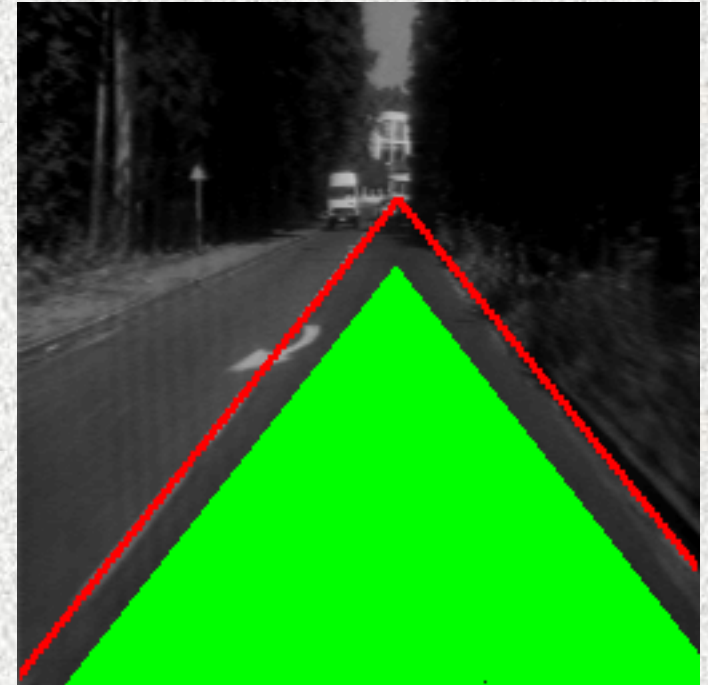
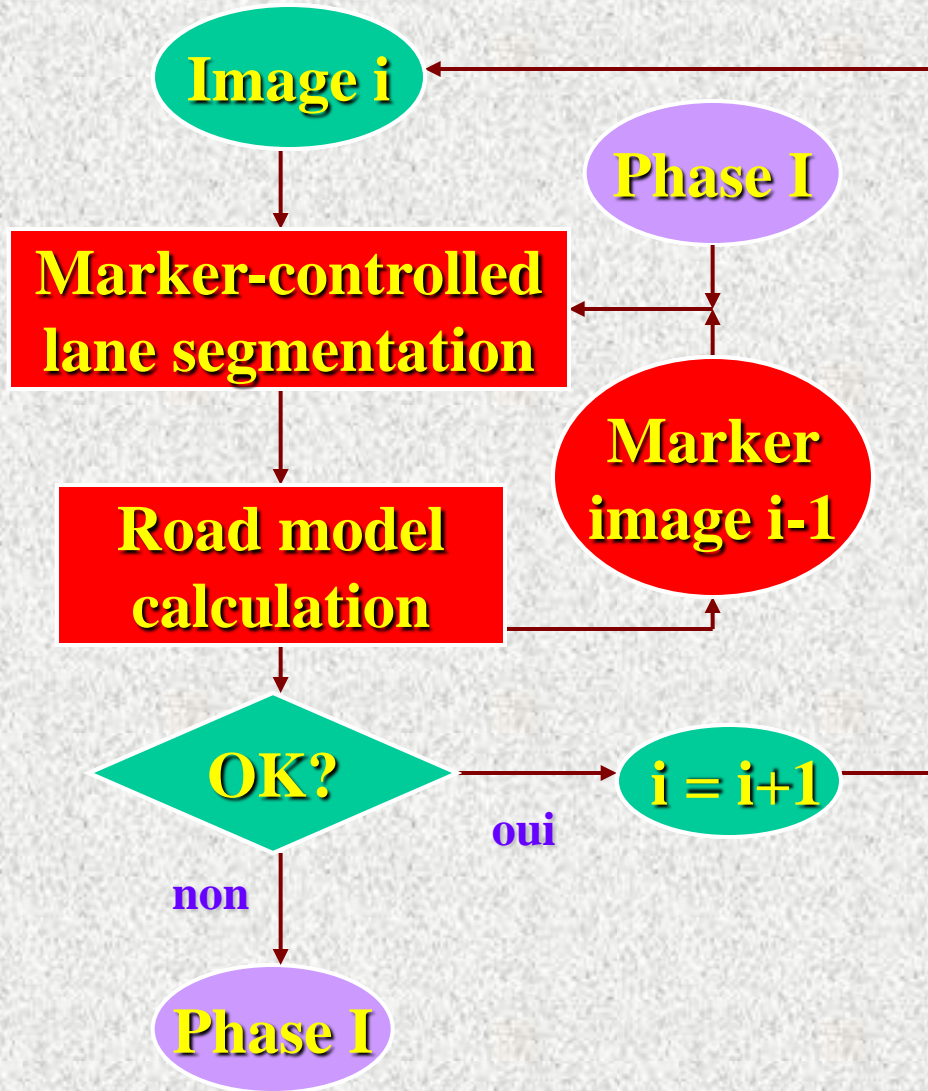
Les pixels appartenant au contours de la voie sont sélectionnés...

Détection des voies, phase 2



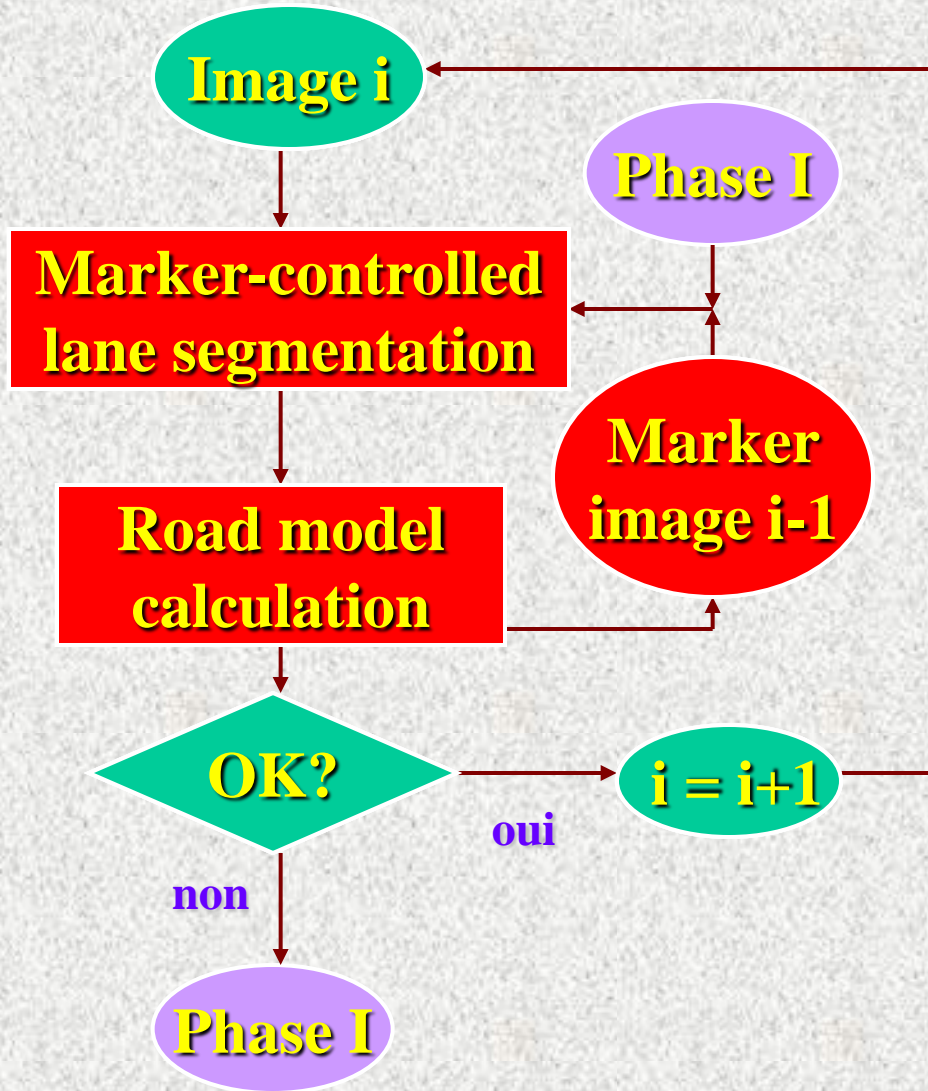
...et utilisés pour ajuster un modèle de voie

Détection des voies, phase 2



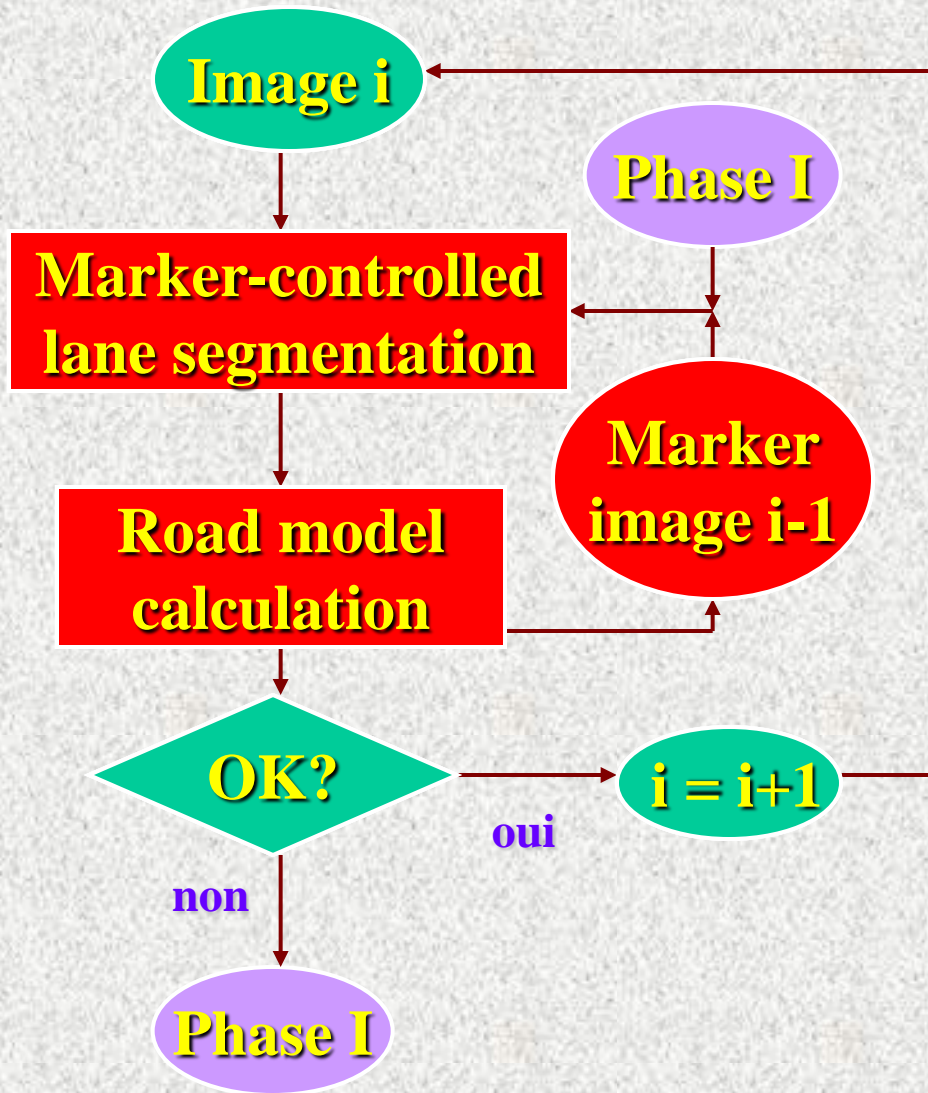
Le modèle de voie permet de générer un nouveau marqueur

Détection des voies, phase 2



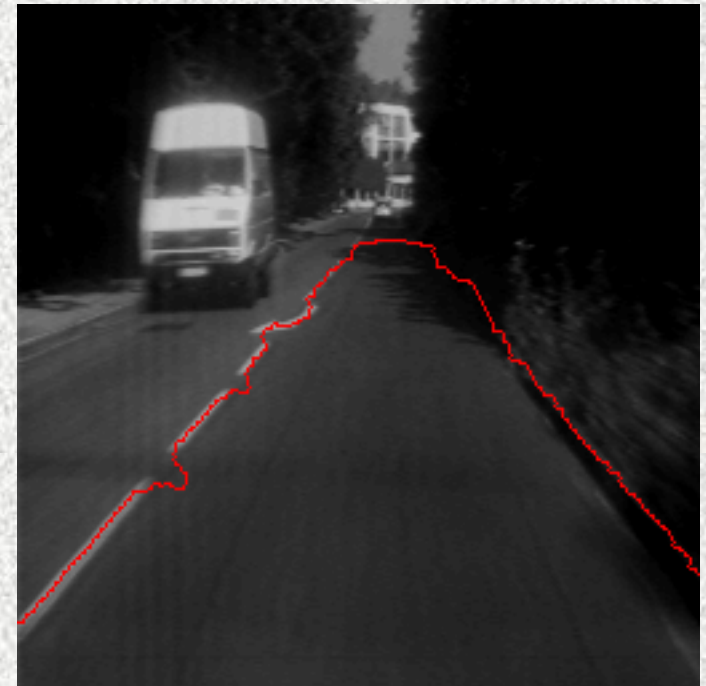
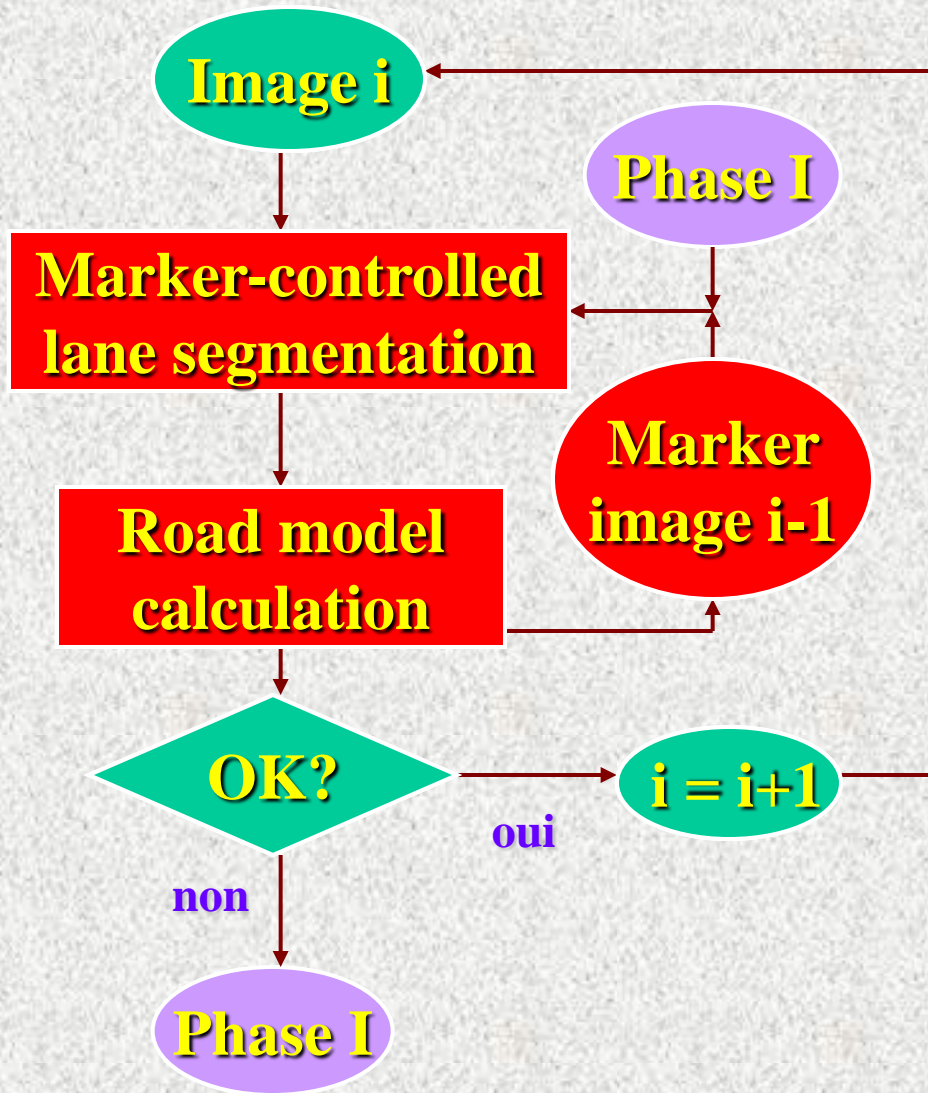
Si aucune erreur n'est détectée, traitement de l'image suivante

Détection des voies, phase 2



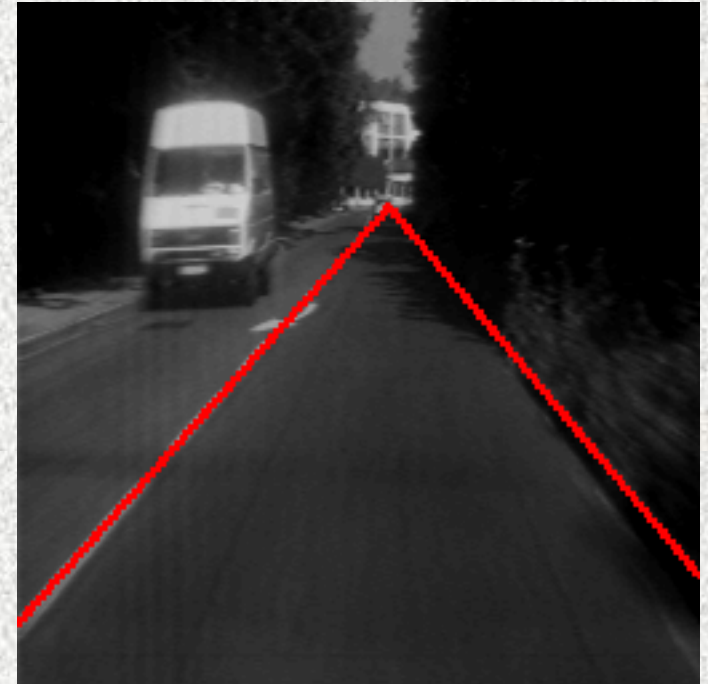
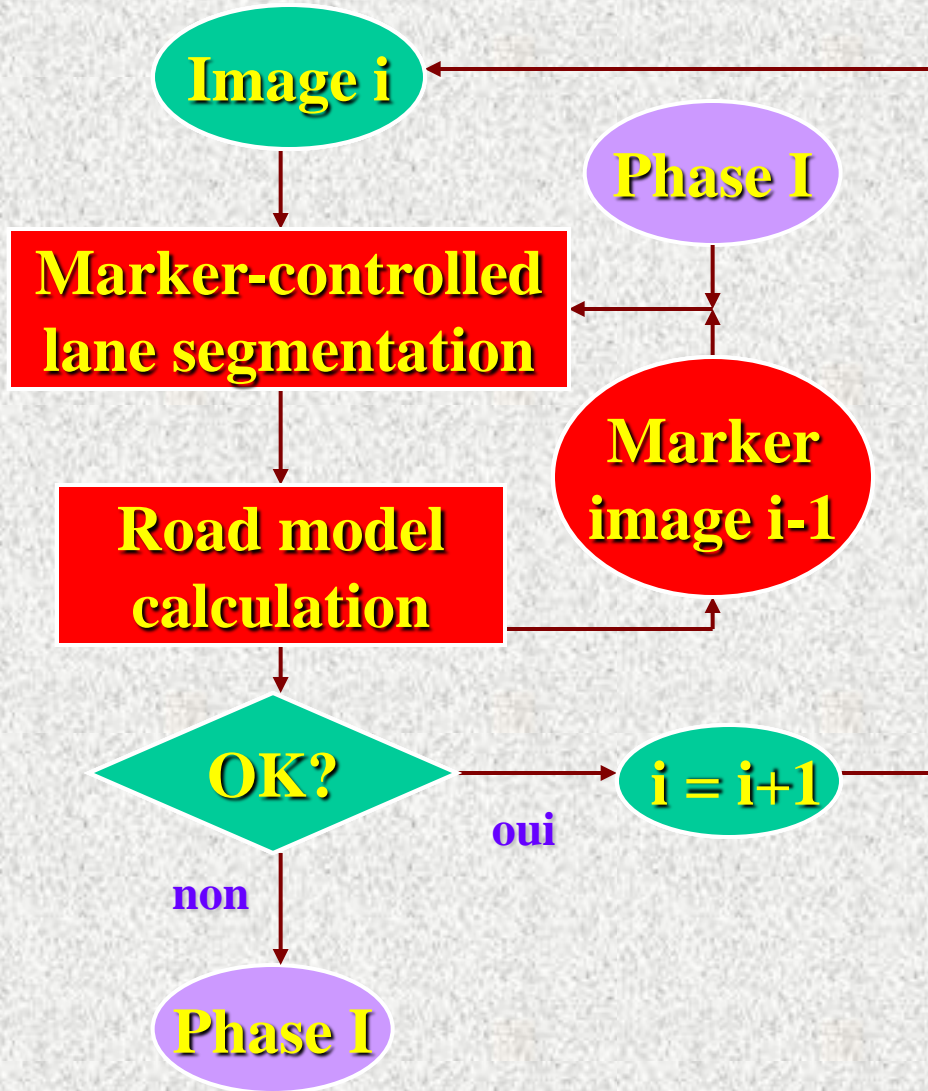
Le marqueur précédent est utilisé pour segmenter l'image courante

Détection des voies, phase 2



Le marqueur précédent est utilisé pour segmenter l'image courante

Détection des voies, phase 2



Et un nouvel ajustement du modèle de voie est réalisé

Détection des voies, phase 2

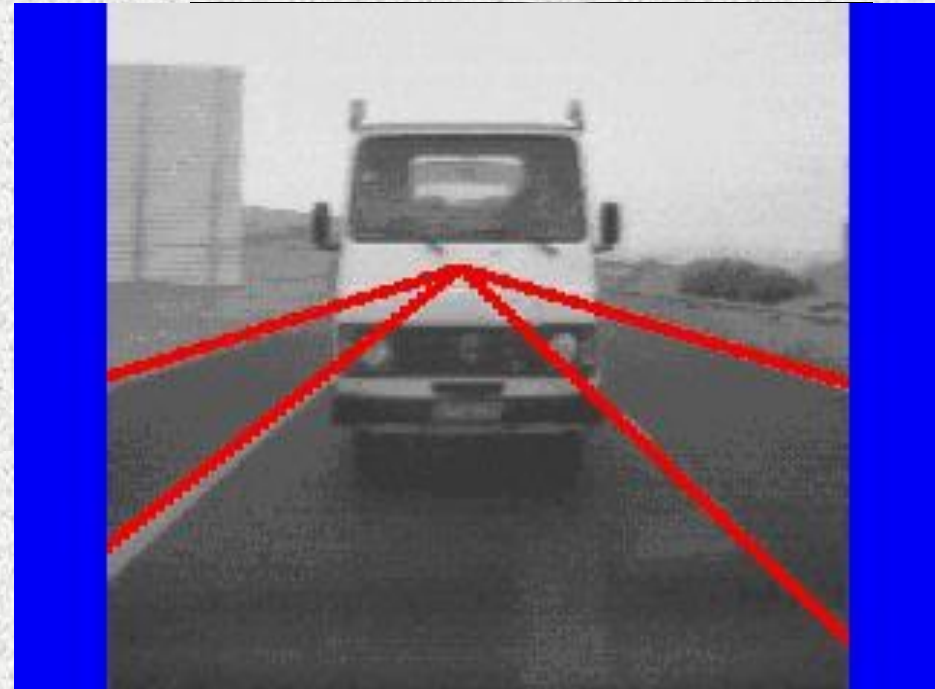
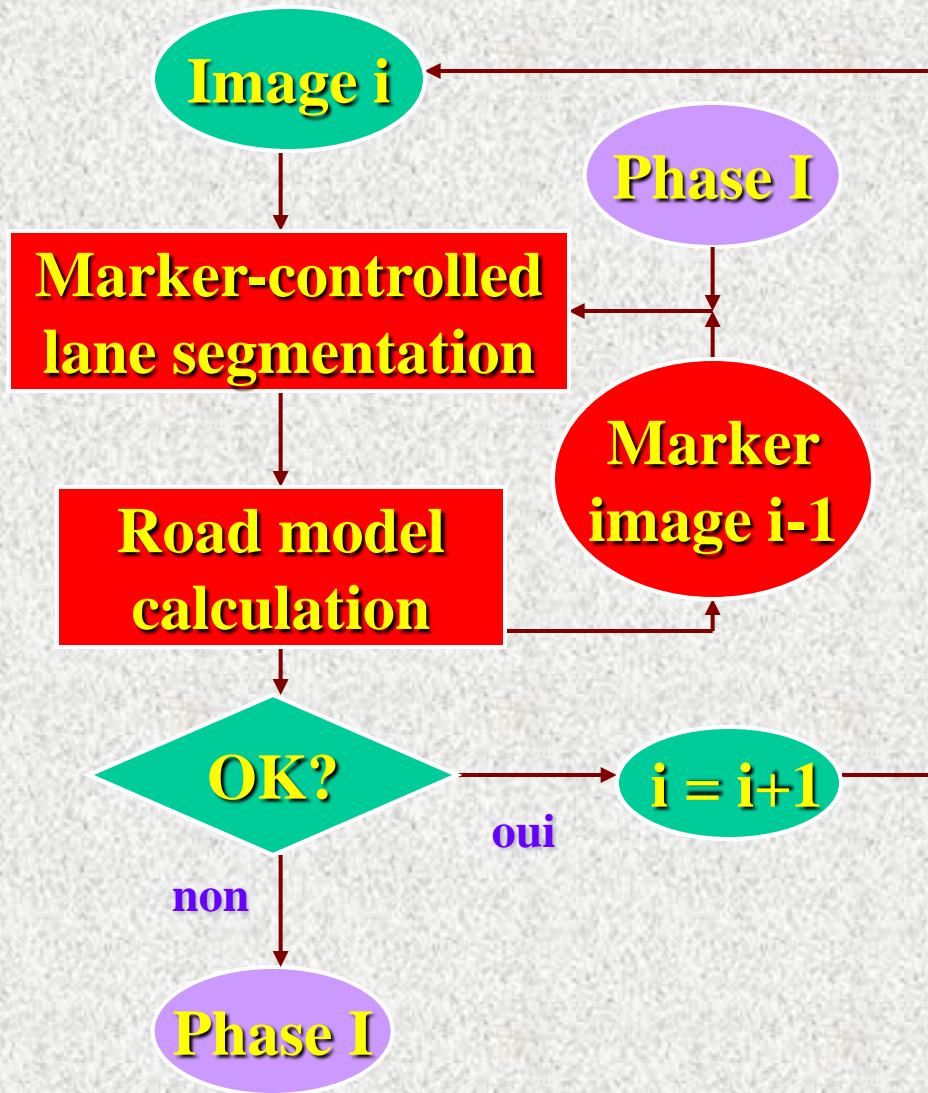


Illustration du processus sur une séquence complète (modèle de chaussée à trois voies)



Détection des obstacles



Exemple de détection d'obstacles
sur une séquence (la totalité de
l'image est analysée)



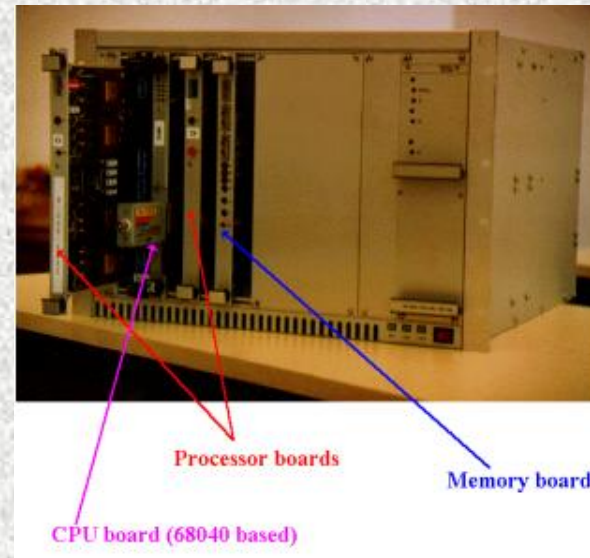
Détection d'obstacles (2)



L'utilisation de la segmentation des voies permet de focaliser la détection d'obstacles dans les zones d'intérêt et d'éliminer les fausses alarmes.

Autres fonctions et mise en oeuvre

Extraction des clignotants



Réalisation d'un processeur temps réel embarqué

Pilotage d'un drone terrestre

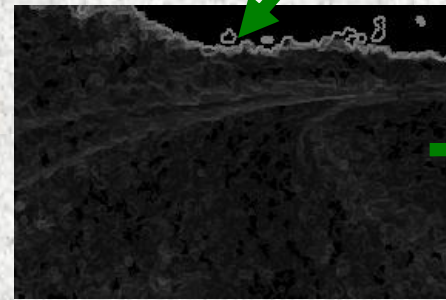
(Thales Systèmes Aéroportés)



Extraction et suivi automatique de la route par segmentation hiérarchique



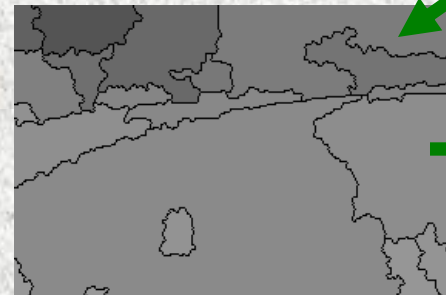
Suivi de la route



Gradient



Ligne de partage des eaux

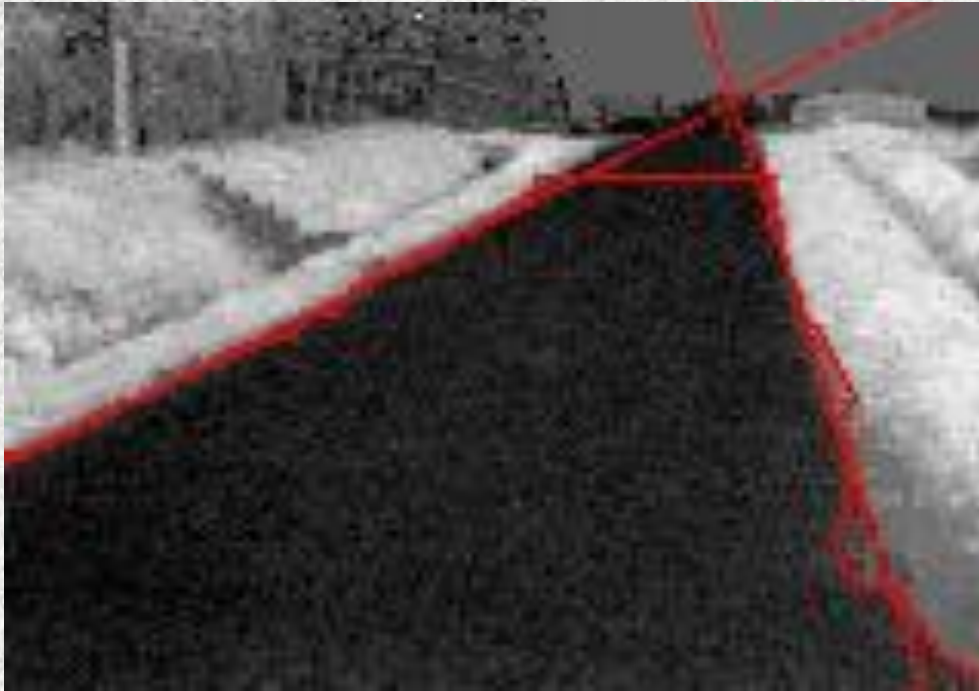


Hiérarchie



Route extraite

Suivi de route non structurée



rouge, phase d'initialisation

vert, phase de suivi



- Détection et suivi en temps réel de la route
- Travail sur des images couleur pré-traitées
- Robustesse accrue de la phase de suivi
- Résultats validés par un processus de fusion de données



Vitesse de traitement: 38 ms/image sur architecture Pentium IV Bi-processeur, 1 GHz Images QCIF

Détection de conducteur et de passagers

Dans le cadre du projet PICS (MEDEA+)

Détection de la morphologie (classification) et de la position par rapport au tableau de bord



Activation modulée du déclenchement des air-bags



Application réalisée avec **FAURECIA**

Principe de la détection



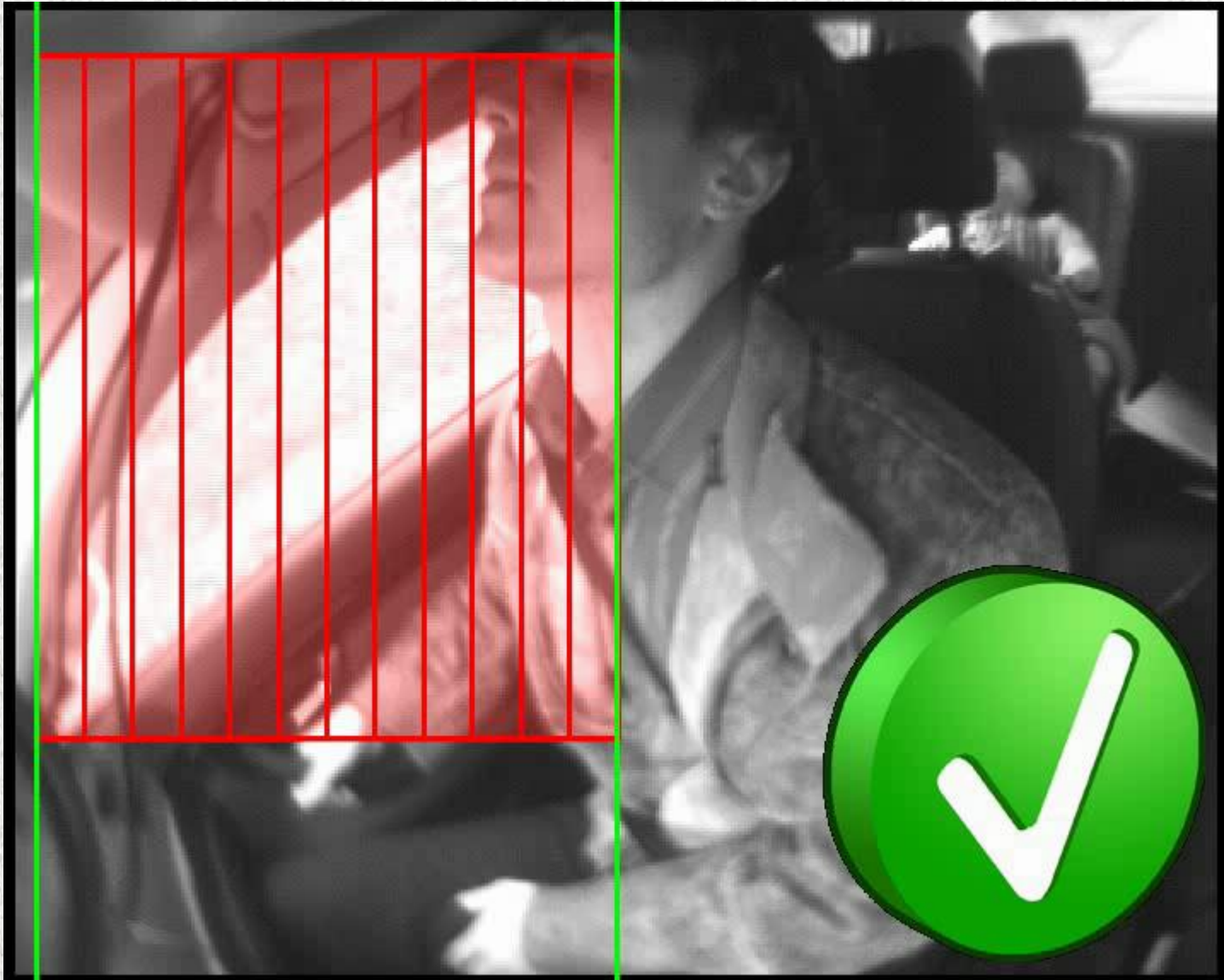
Image



Occlusion de contours



Résultats




Le projet LOVE: détections de vulnérables

Projet financé par le CRIF (2007-2009)

Détection de vulnérables (piétons, cyclistes) par un système embarqué dans le véhicule et constitué d'une combinaison de différents capteurs: caméras (N&B), caméras stéréoscopiques, télémètres laser.

Contribution du CMM:

- 
- Segmentation de scène
 - Détermination de zones de vigilance
 - Implantation temps réel de l'algorithme
 - Détection de la profondeur sur paires stéréos

Partenaires industriels : VALEO, RENAULT

Zones de vigilance

- Module renvoyant des boîtes englobantes le long d'une ligne de vigilance où il est susceptible de trouver des piétons.
- Détection de la route à l'aide de LPE.
- « Ligne de vigilance » dynamique entourant la route.
- Boîtes englobantes dynamiques postées sur cette ligne de vigilance désignant les zones à surveiller pour la détection d'obstacles.
- Traitement morphologique d'une trame itératif, utilisant la segmentation de la trame précédente (boîtes englobantes bleues). Si la segmentation précédente est jugée incohérente ou trop perturbée, un mécanisme réinitialise la segmentation de la route (boîtes englobantes rouges).

Algorithme initial



Ligne de partage des eaux du gradient où les marqueurs sont des h-minima

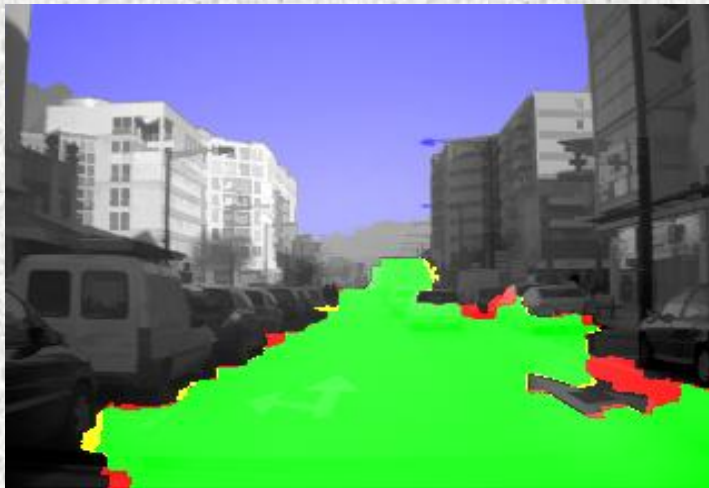
Algorithme permanent



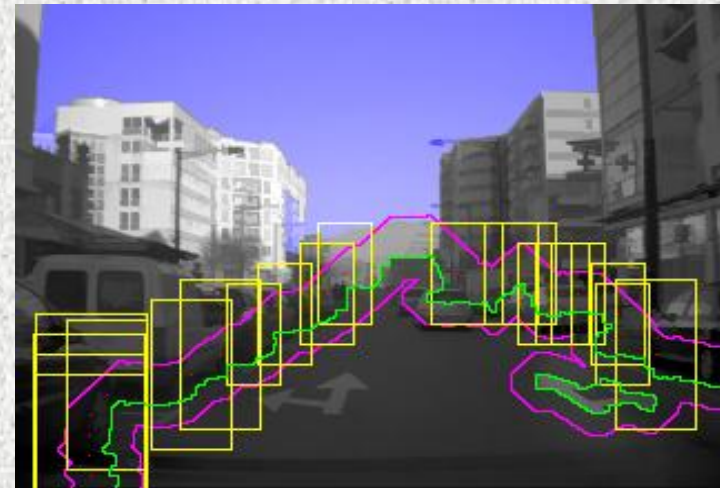
Segmentation



Nouveaux marqueurs



Segmentations successives



Zones de vigilance

Exemple de résultat



Segmentation et stéréovision

Calcul de disparités moyennes (profondeur) de régions homologues sur les deux images de la paire stéréo.



Bilan

- Toutes ces réalisations visent à améliorer la sécurité des usagers de la route.
 - Les algorithmes doivent donc être efficaces et robustes.
 - La plupart des algorithmes sont embarqués et temps réel.
 - Ils doivent donc être rapides.
 - Contraintes antinomiques (difficile d'embarquer des processeurs à la fois très rapides et avec des puissances de calcul importantes).
 - Les contraintes de coût sont rédhibitoires.
- Actuellement, quasiment aucun système embarqué n'existe sur le marché (sauf sur des véhicules très haut de gamme).
- L'abaissement des coûts et l'augmentation des performances qui se profilaient ces dernières années ont été énormément freinés par la crise subie par le secteur automobile.