



ESIGELEC 

irseem

iNS
ECOLE DOCTORALE

LIRMM / ED I2S : MODULE IMAGE

« La vision embarquée pour les systèmes mobiles autonomes : état des lieux, enjeux et perspectives »

Xavier SAVATIER, IRSEEM / ESIGELEC

29 avril 2015

1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES



Mercedes Bertha



Google car



Vislab (Italie)



Oxford

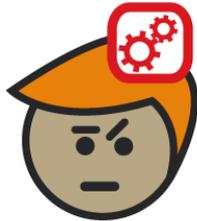


Next two (Renault)

NAVIGATION AUTONOME D'UN VEHICULE = FACULTE DE LA MACHINE À



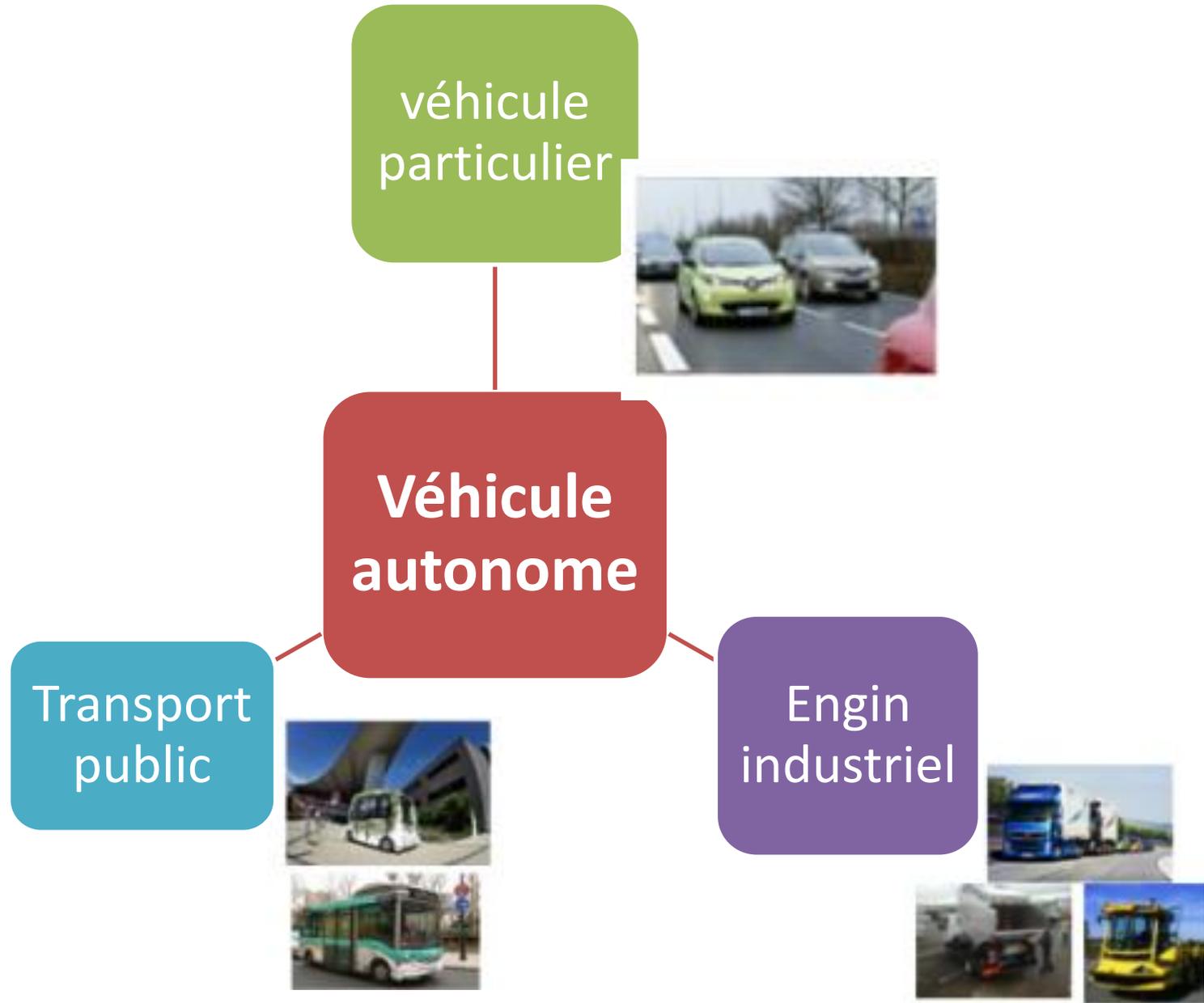
PERCEVOIR

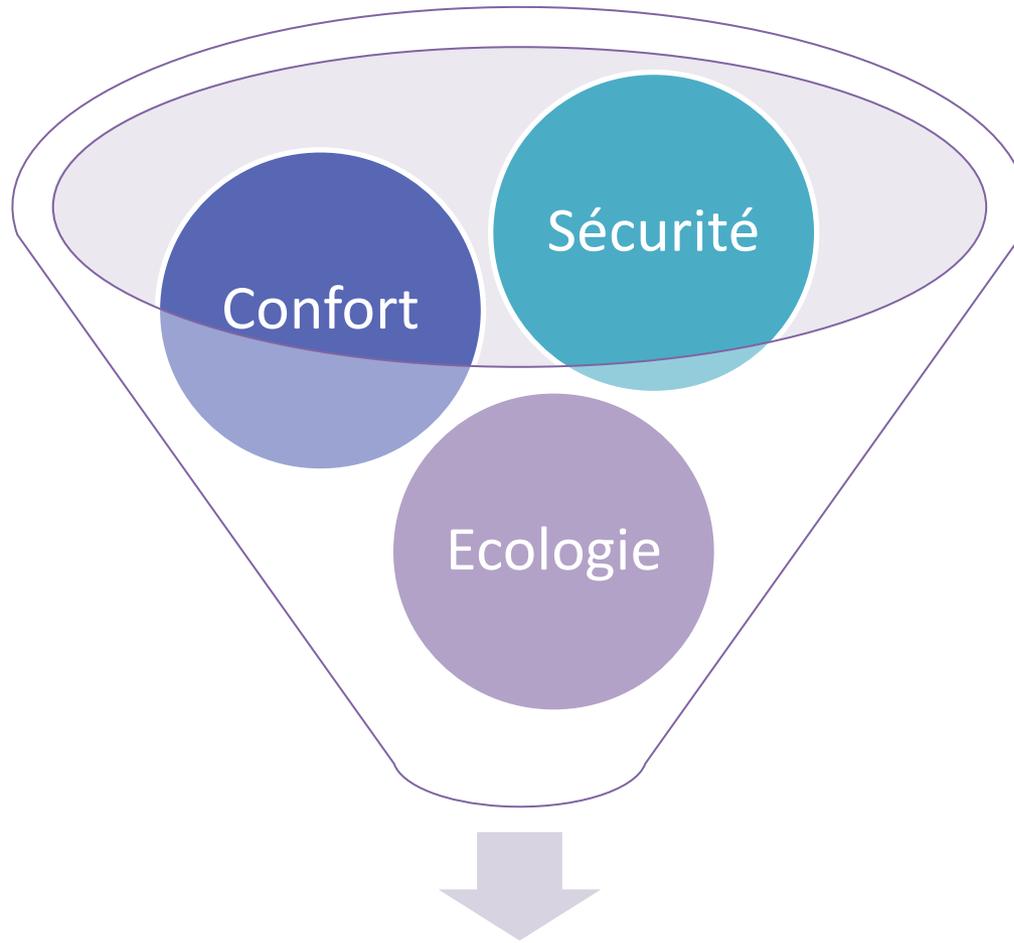


ANALYSER



AGIR





Véhicule autonome

LE VEHICULE AUTONOME

L'homme supervise la machine

0

Pas d'automatisation

Le conducteur effectue toutes les tâches de conduite avec l'aide éventuelle de systèmes d'avertissement

1

Assistance à la conduite

Le système d'assistance agit soit sur la direction (contrôle latéral) soit sur la vitesse (contrôle longitudinal) en utilisant des informations sur la situation de conduite ; le conducteur effectue toutes les autres tâches

2

Automatisation partielle

Le système d'assistance agit à la fois sur la direction et sur la vitesse en utilisant des informations sur la situation de conduite ; le conducteur effectue toutes les autres tâches

3

Automatisation sous conditions

Dans des scénarios de conduite définis, le système d'assistance agit sur l'ensemble des tâches de conduite mais le conducteur doit rester en mesure de reprendre le contrôle dans un délai approprié

4

Automatisation élevée

Dans des scénarios de conduite définis, le système d'assistance agit sur l'ensemble des tâches de conduite sans action du conducteur

5

Automatisation complète

Le système d'assistance agit sur l'ensemble des tâches de conduite sans action du conducteur et en toute situation

La machine supervise l'homme

LE VEHICULE AUTONOME

L'homme supervise la machine

0	Automatisation
1	Assistance conduite
2	Automatisation partielle

POSSIBLE

Le conducteur effectue toutes les tâches de conduite avec l'aide éventuelle de systèmes d'avertissement

Le système d'assistance agit soit sur la direction (contrôle latéral) soit sur la vitesse (contrôle longitudinal) en utilisant des informations sur la situation de conduite ; le conducteur effectue toutes les autres tâches

Le système agit sur la direction et la vitesse en toute situation

La machine supervise l'homme

3	Automatisation conditionnelle
4	Automatisation élevée
5	Automatisation complète

IMPOSSIBLE

Dans des scénarios de conduite définis, le système d'assistance agit sur l'ensemble des tâches de conduite sans action du conducteur

Le système d'assistance agit sur l'ensemble des tâches de conduite sans action du conducteur et en toute situation

Convention de Vienne (sécurité routière)
Article 8: The vehicle should always be in control of (human) driver in good physical and mental condition

Plan Nouvelle France Industrielle : « véhicule autonome »

		Avant 2020	2020 - 2030	> 2030
Véhicule particulier		Embouteillage Autoroute	Péri urbain Voiturier	Tout contexte
Transport Public		Libre service Convoi navettes	Flotte libre service	Flotte taxi partagé Transport à la demande
Véhicule industriel		Exploitations industrielles	Transport en couloir de bus	Livraison tout contexte



Sur voie publique



Sur site industriel ou privé

Les problèmes à résoudre pour permettre une navigation autonome

Où suis-je ?

- Méthodes de localisation

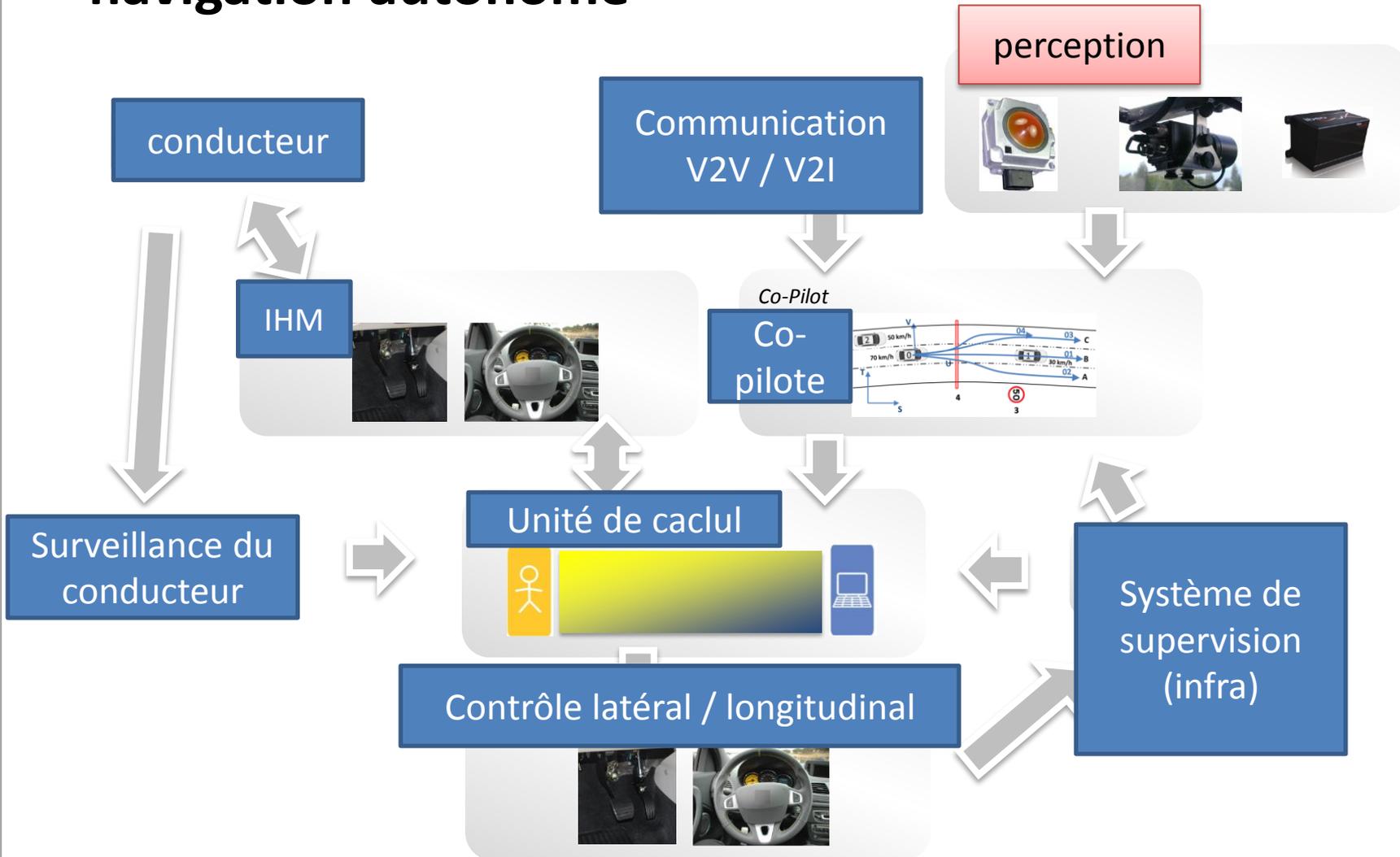
Où vais-je ?

- Cartes ?
- Connaissances a priori ?

Comment ?

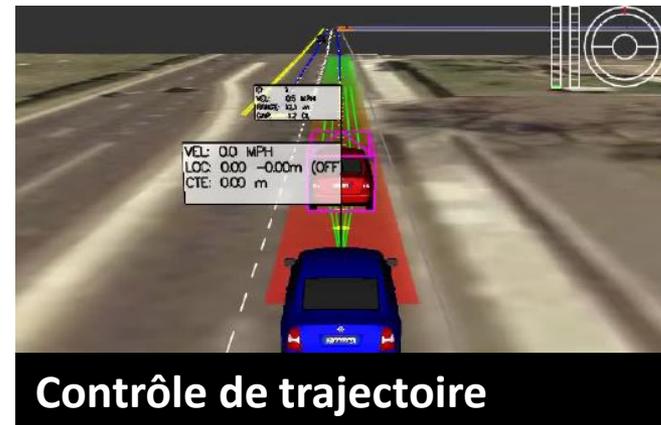
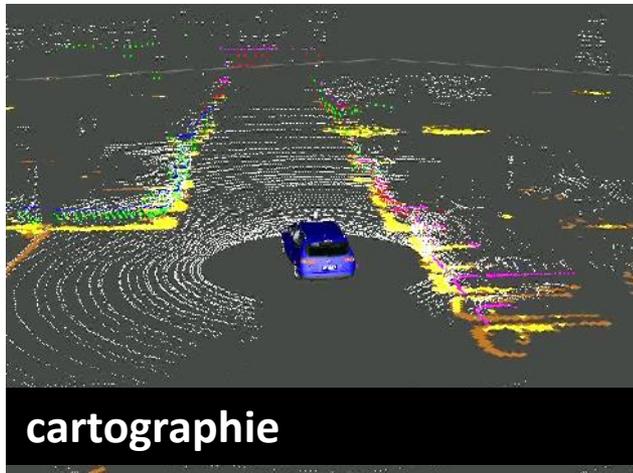
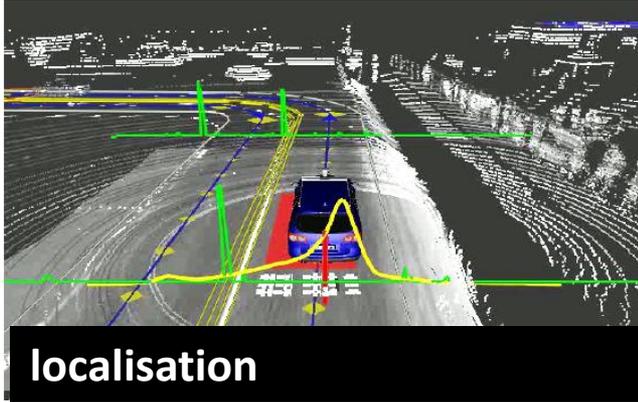
- Path planning
- Path control

Architecture fonctionnelle pour la navigation autonome



Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

Les tâches que doit faire un véhicule autonome



Retrospective



Tsukuba, 1977



Darpa Urban challenge 2007



Google car (now !)

CAPTEURS POUR LA PERCEPTION D'ENVIRONNEMENTS

Actif

LIDAR



RADAR



RGB-D



Passif

Vision



CAPTEURS POUR LA PERCEPTION D'ENVIRONNEMENTS

Actif

LIDAR



RADAR



RGB-D



Passif

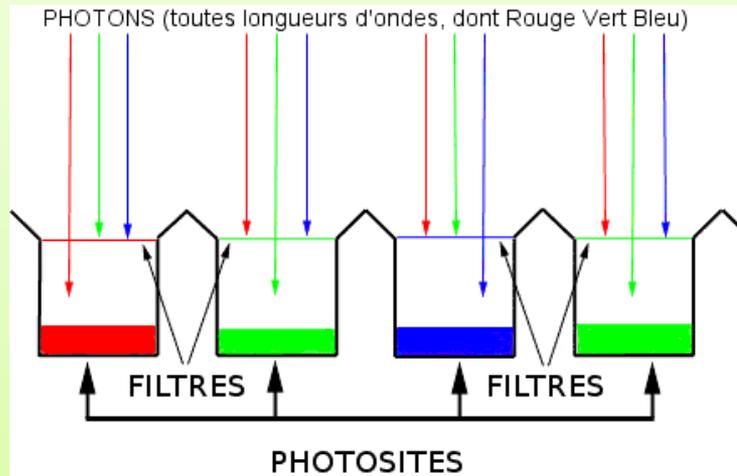
Vision



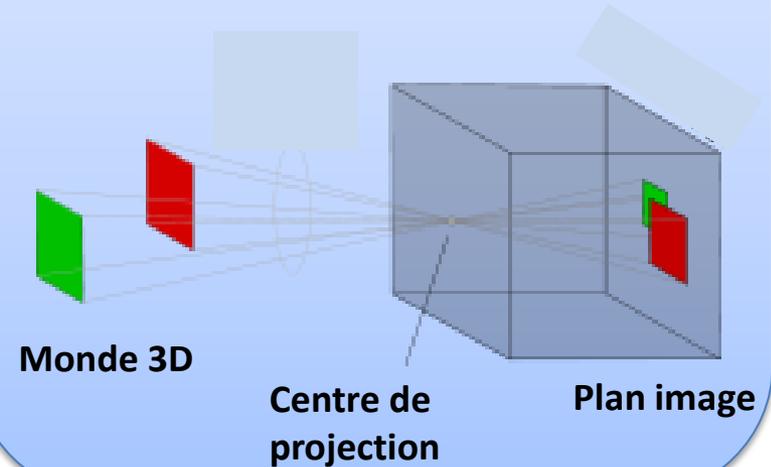
FORMATION D'UNE IMAGE ET VISION PAR ORDINATEUR



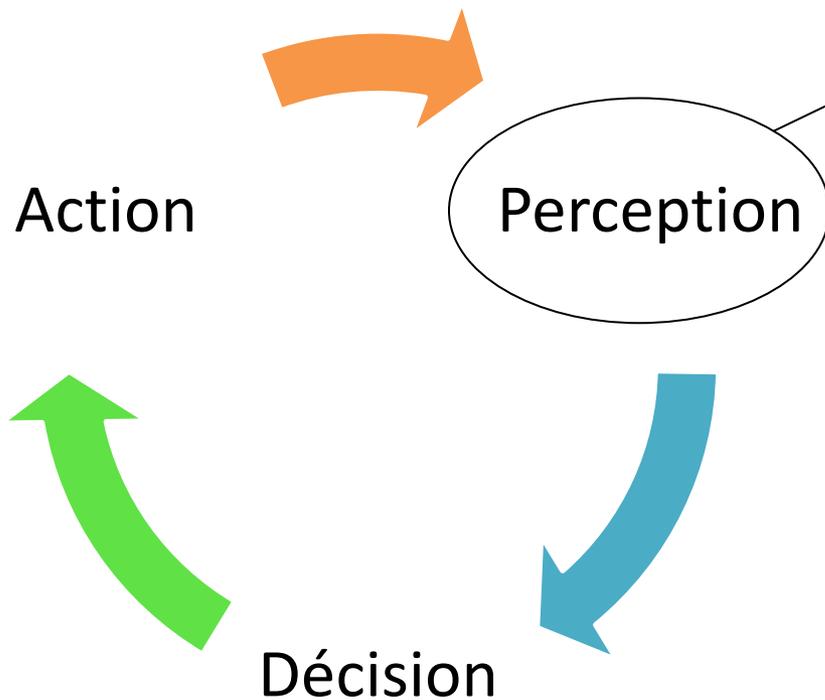
Approche radiométrique



Approche géométrique



LA DIFFICULTE DE LA TACHE PERCEPTION



Multiphysique

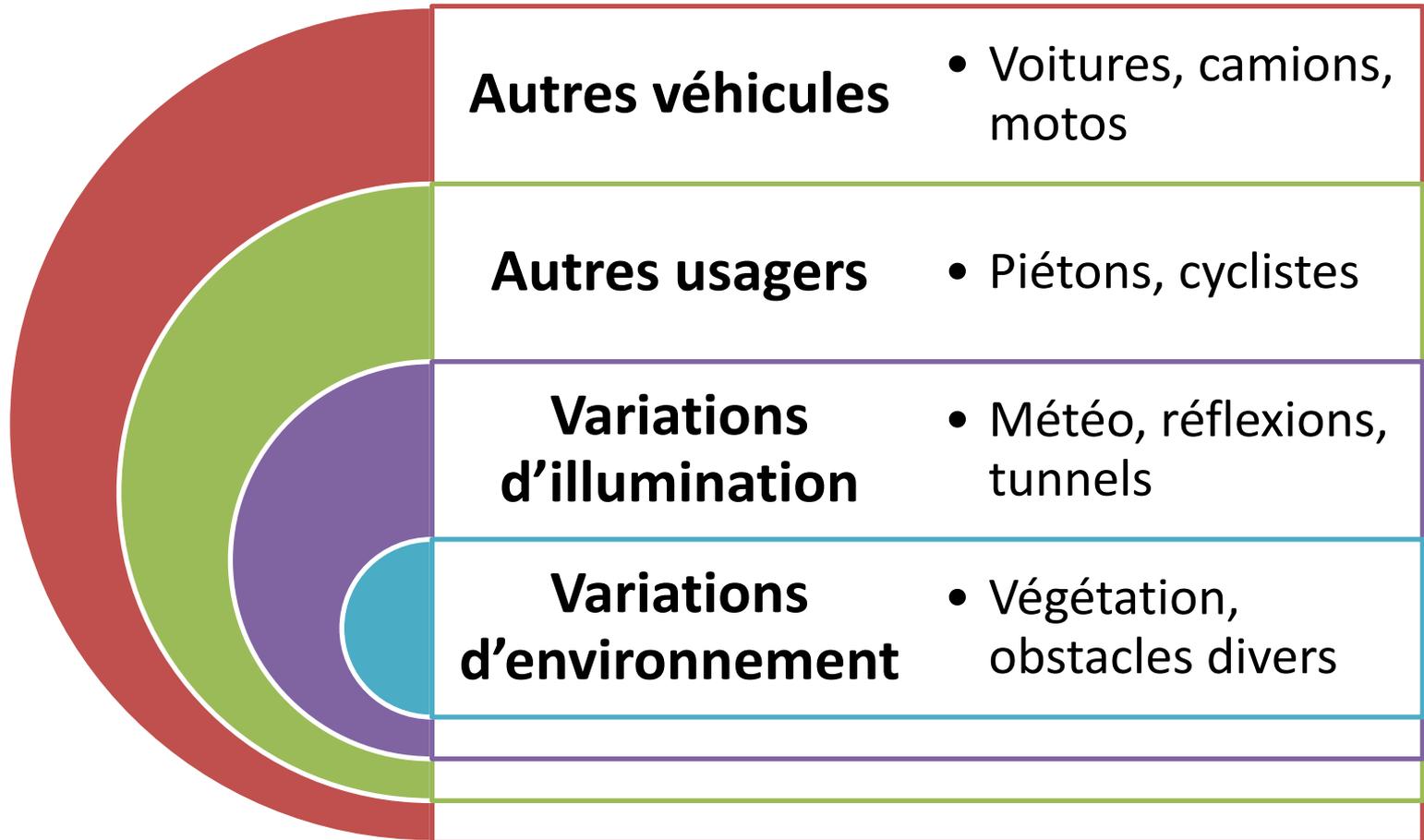
Scènes complexes

Variabilité des scènes



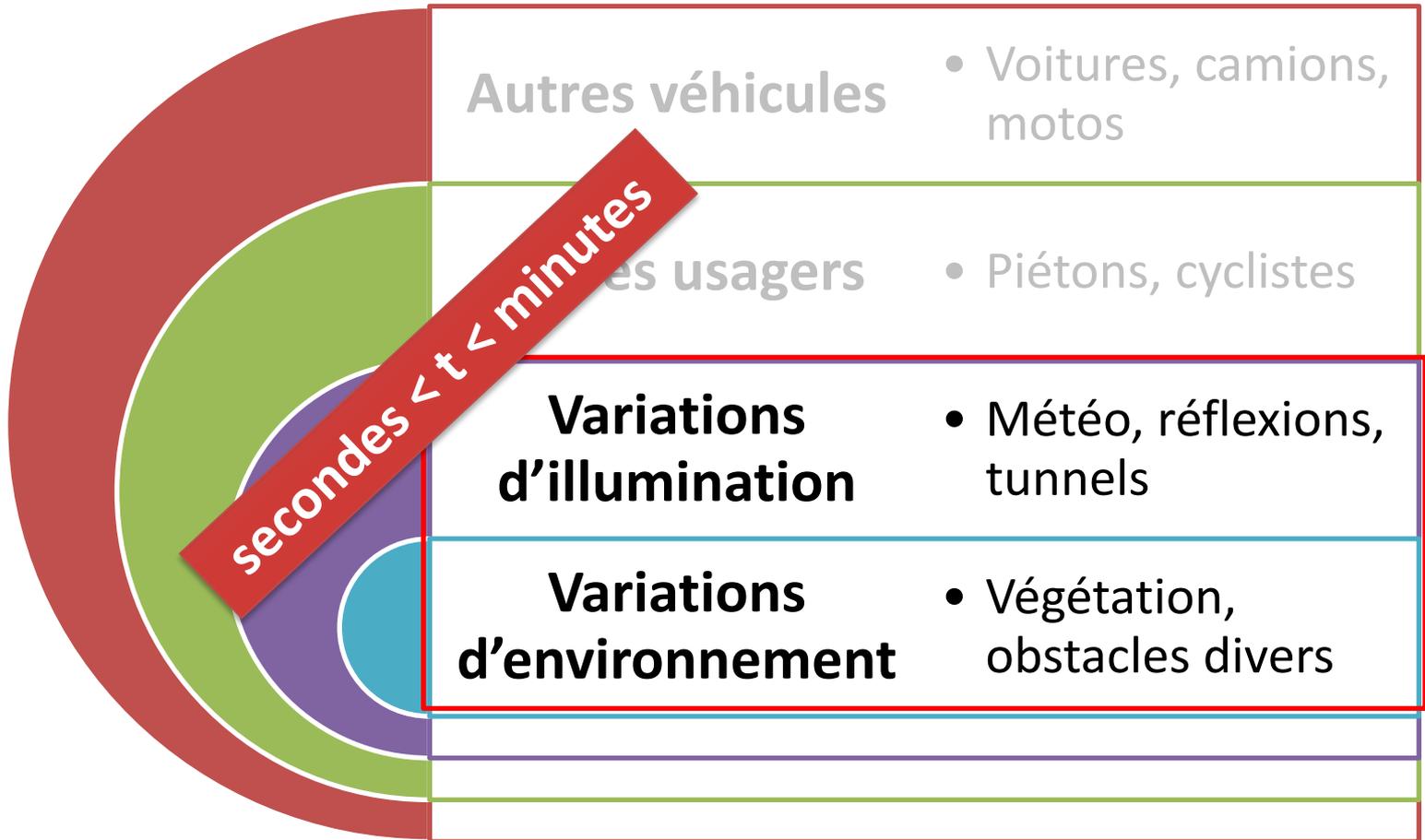
Scènes en environnement naturel = forte dynamique

LA COUCHE PERCEPTION



Scènes en environnement naturel = forte dynamique

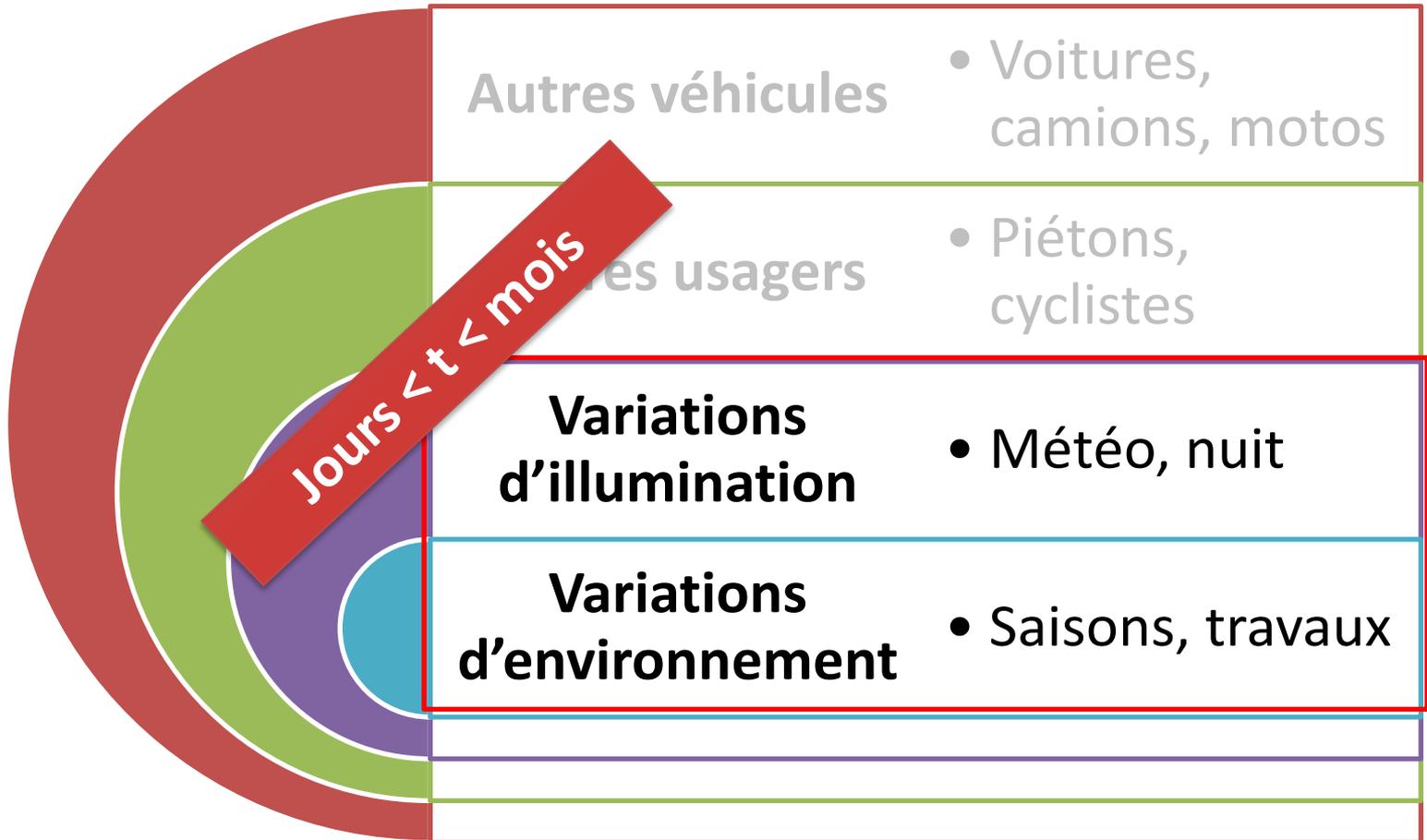
LA COUCHE PERCEPTION



secondes < t < minutes

Scènes en environnement naturel = forte dynamique

LA COUCHE PERCEPTION



Jours < t < mois

Autres véhicules

- Voitures, camions, motos

Autres usagers

- Piétons, cyclistes

Variations d'illumination

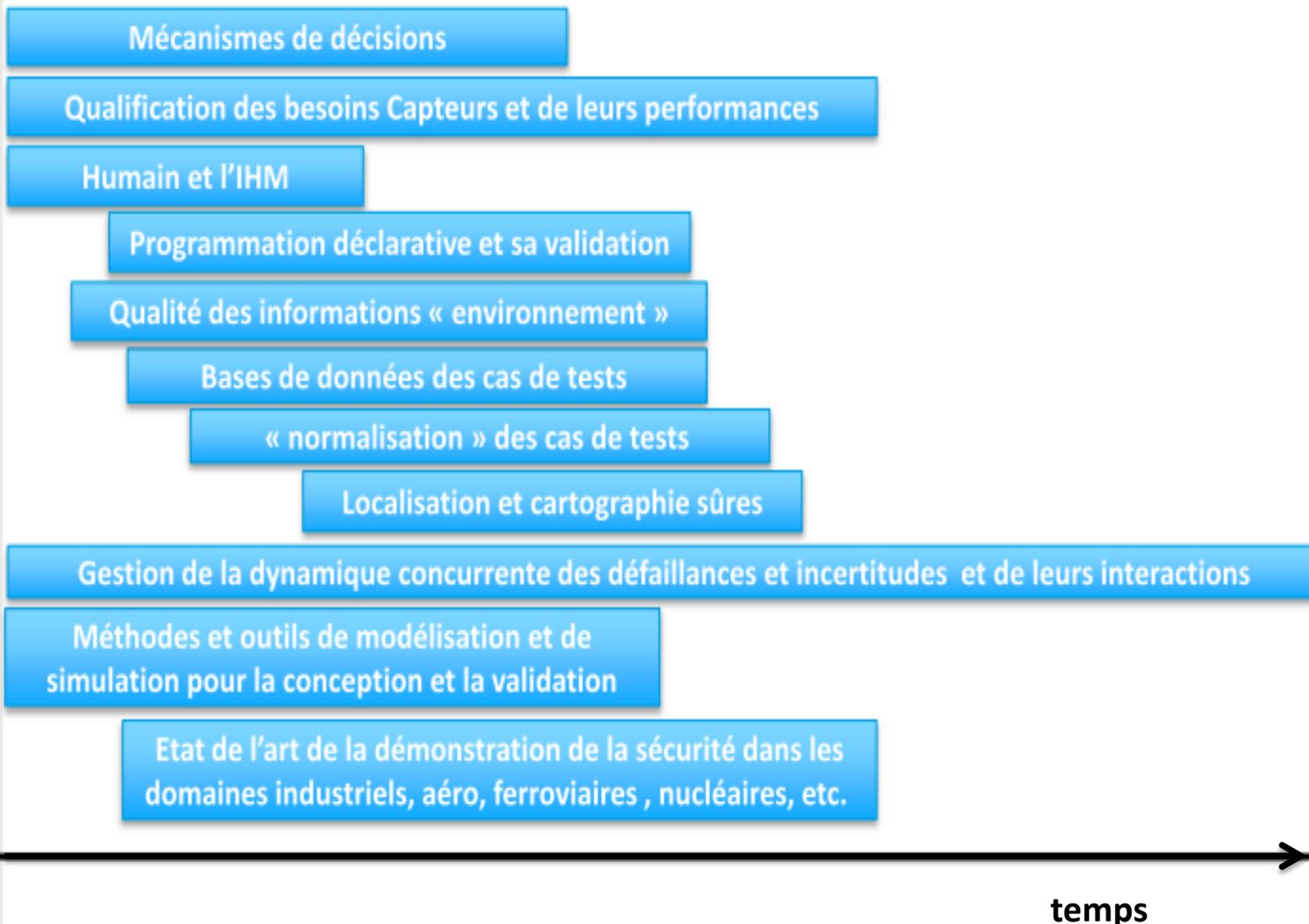
- Météo, nuit

Variations d'environnement

- Saisons, travaux

LA COUCHE PERCEPTION

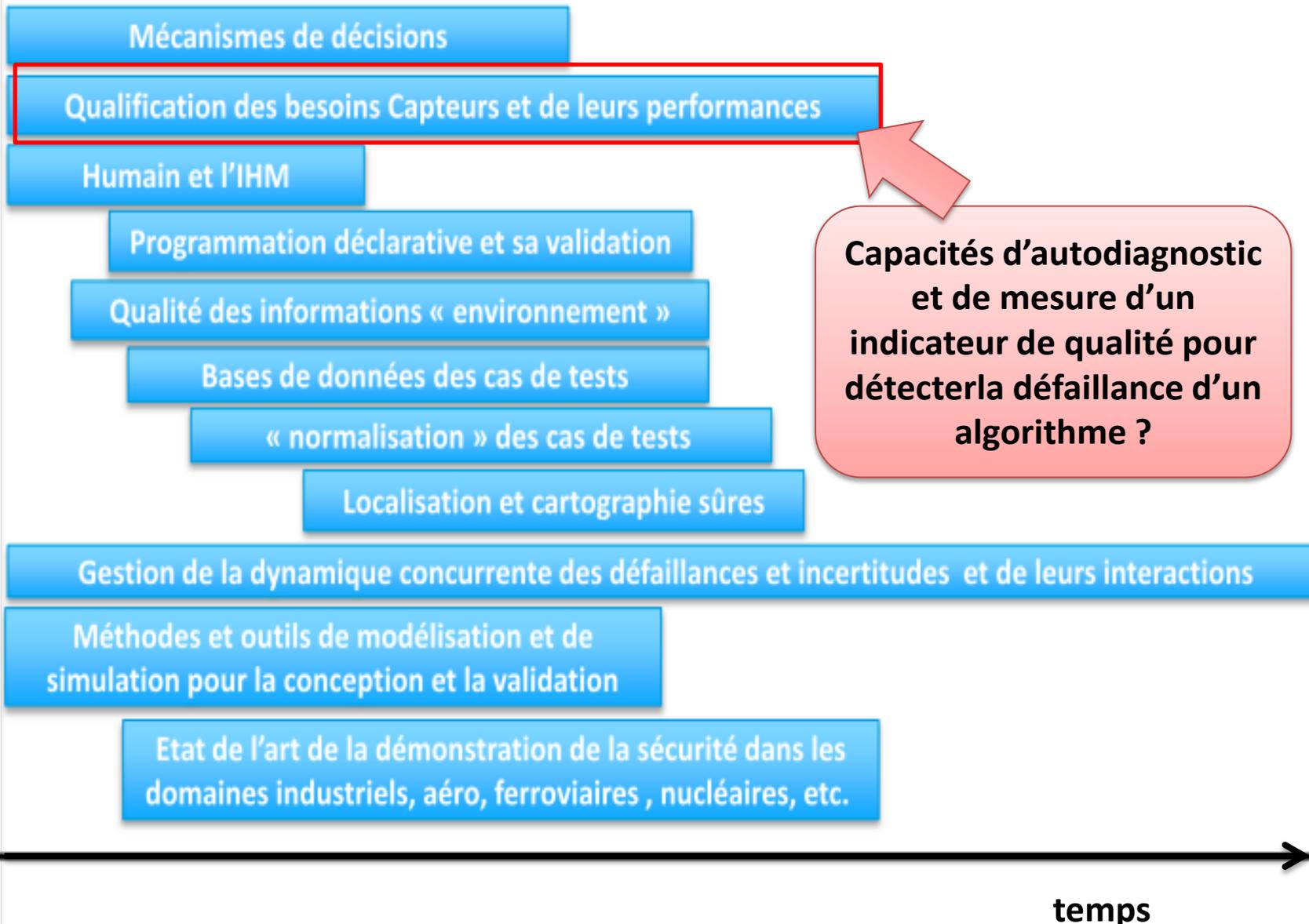
difficulté ↑



Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

LA COUCHE PERCEPTION

difficulté ↑

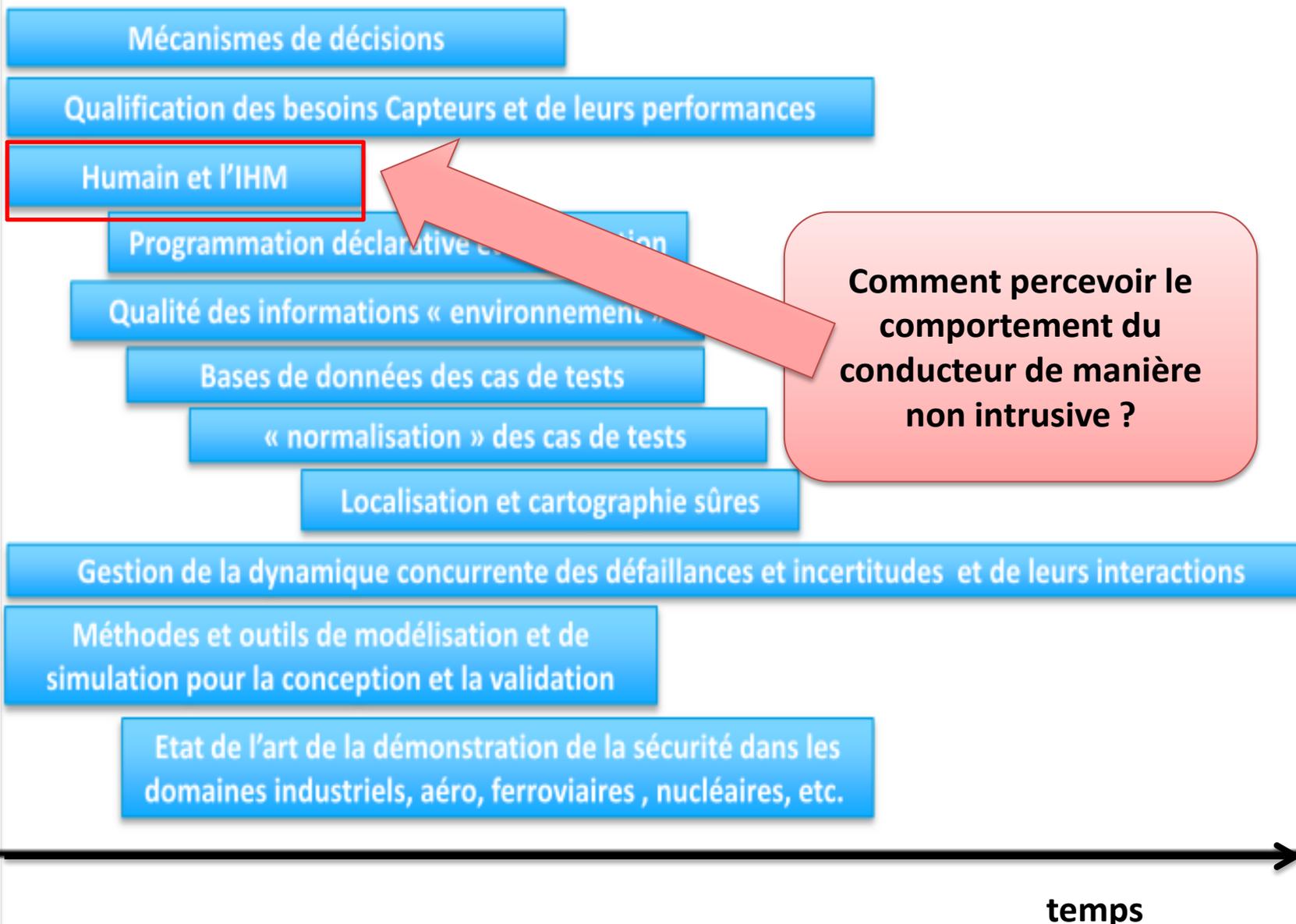


Capacités d'autodiagnostic et de mesure d'un indicateur de qualité pour détecter la défaillance d'un algorithme ?

Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

LA COUCHE PERCEPTION

difficulté ↑

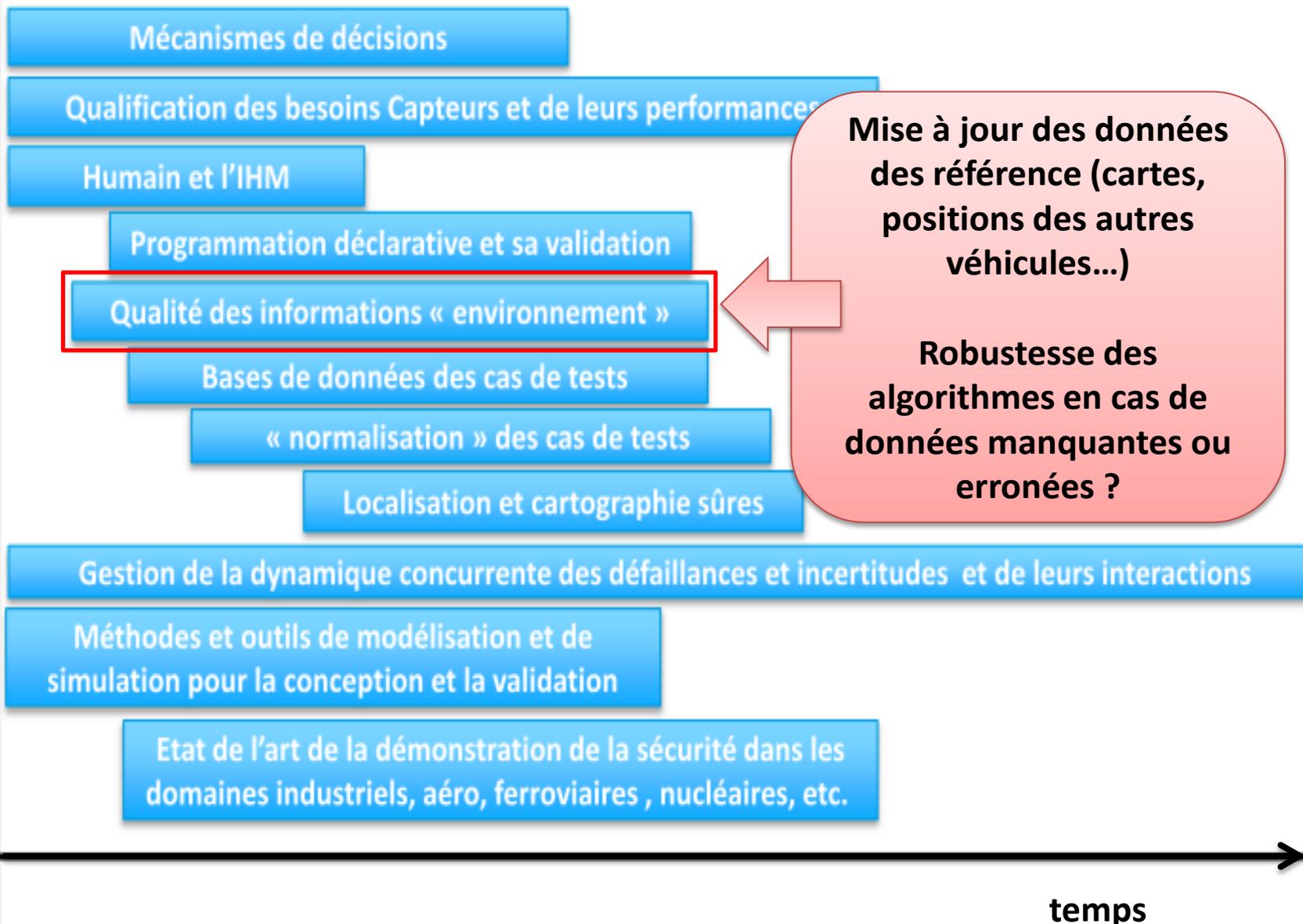


Comment percevoir le comportement du conducteur de manière non intrusive ?

Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

LA COUCHE PERCEPTION

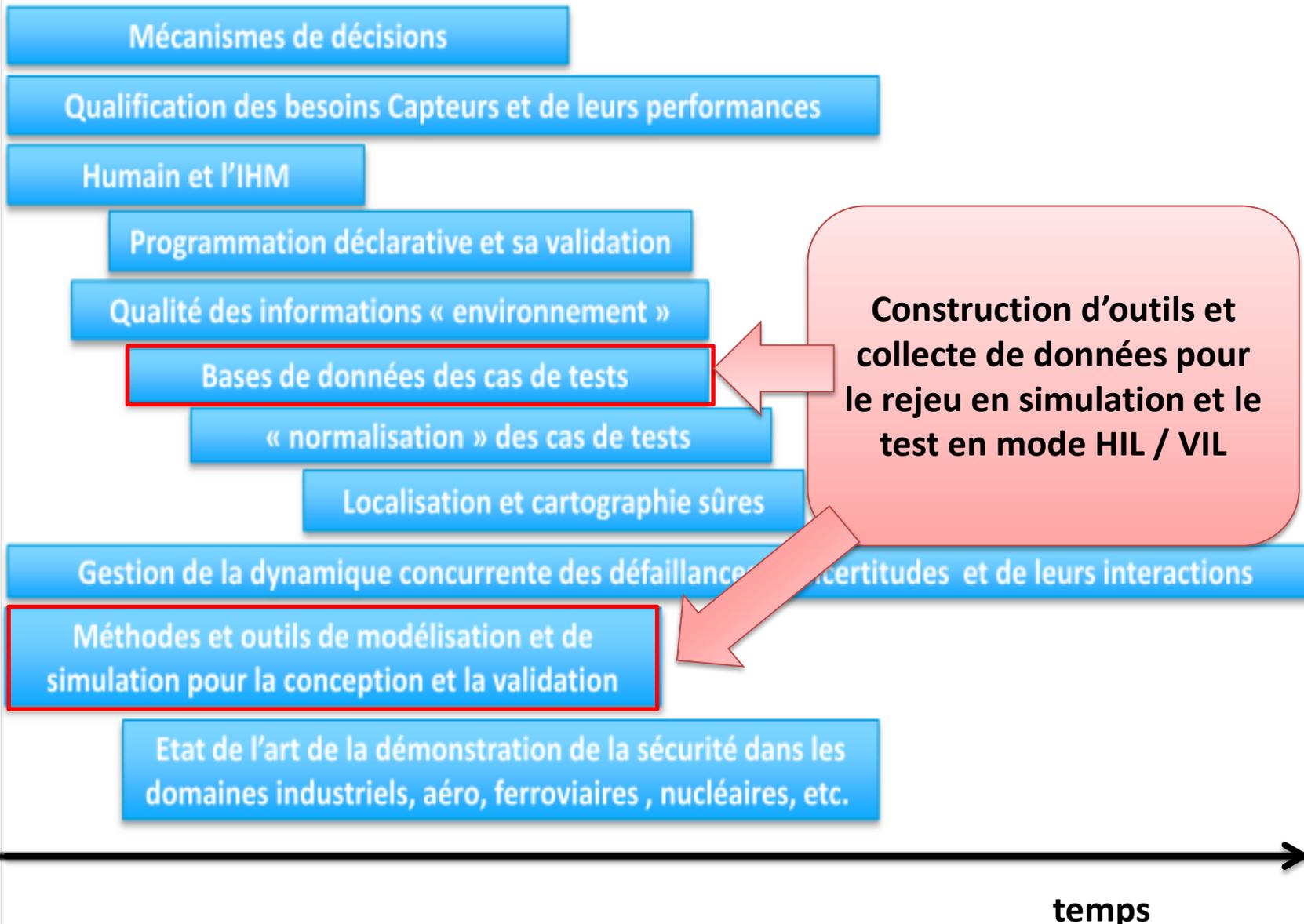
difficulté ↑



Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

LA COUCHE PERCEPTION

difficulté ↑

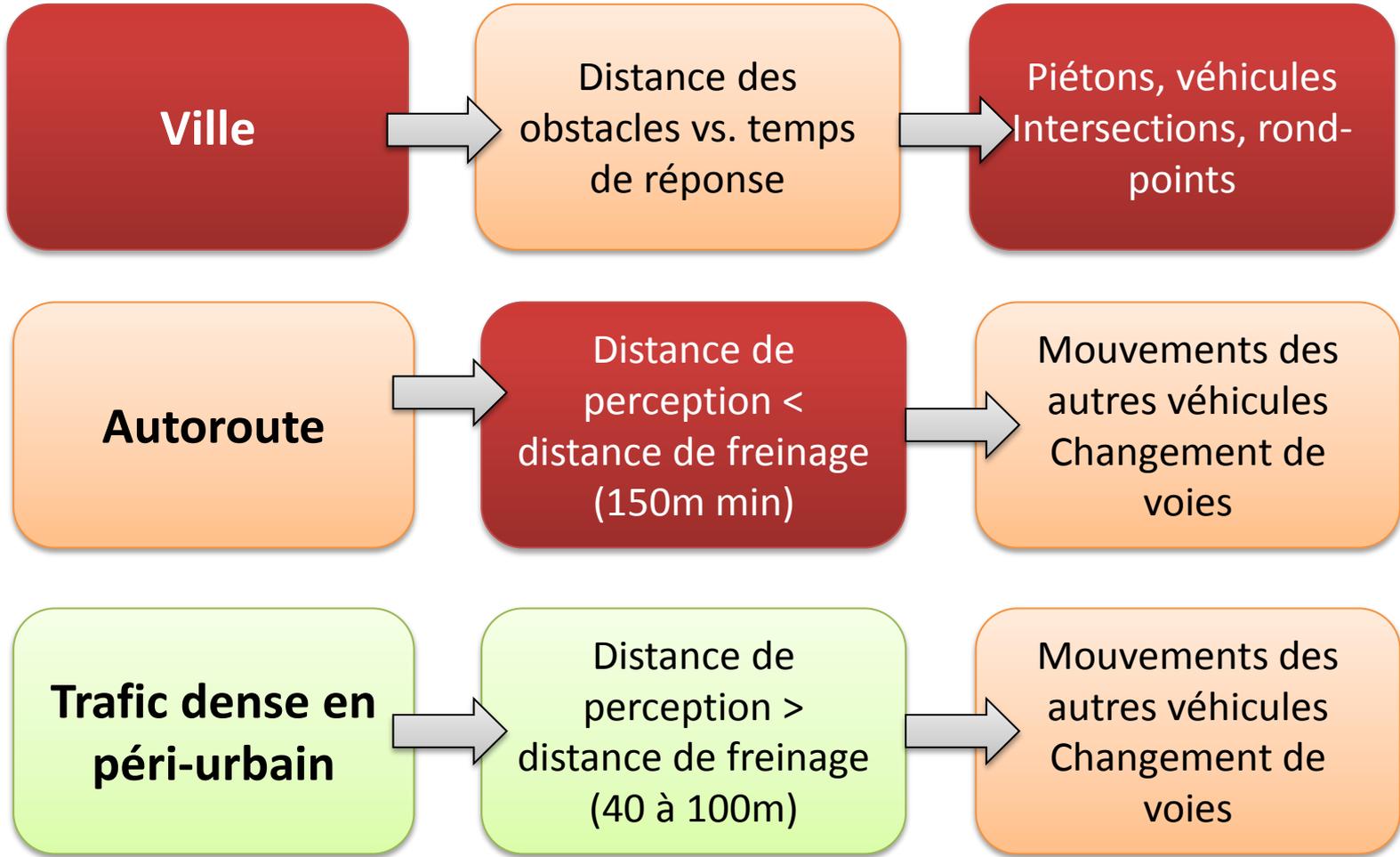


Source : plan nouvelle France industrielle, véhicule autonome

VERROUS PAR CAS D'USAGE

↑ difficulté

- Verrous
- R&D
- résolu



1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

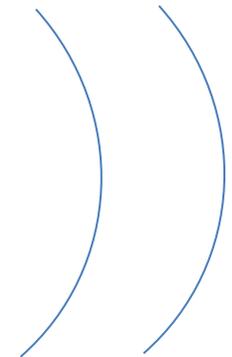
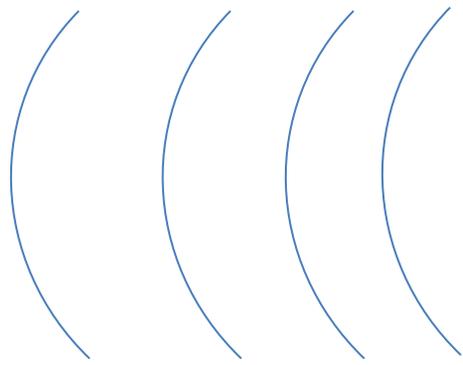
SYSTEMES DE PERCEPTION DÉJÀ EMBARQUES

- ultrasound
- camera
- lidar
- radar

Adaptative cruise control

Pedestrian detection

Surround view



Park assist

Lane Departure Warning

Road sign recognition



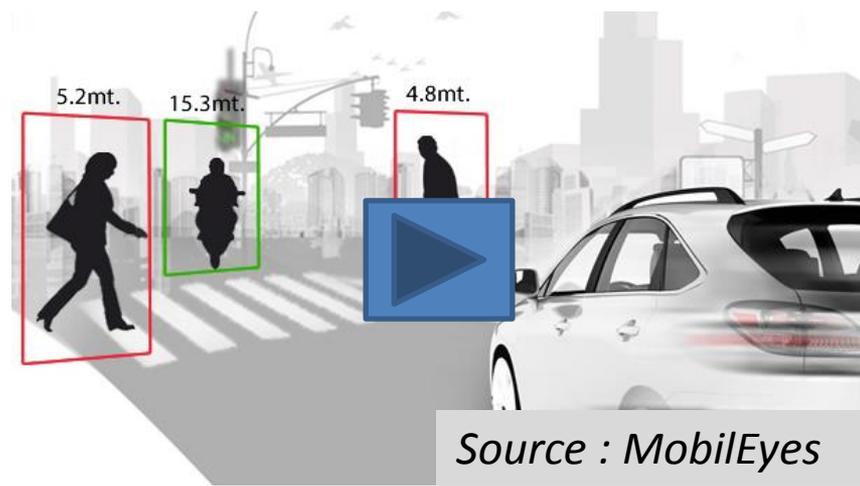
Surround view

Surround view

ADAS utilisant la vision...

MobilEyes : une des solutions la plus aboutie...

-  Forward Collision Warning
-  Pedestrian Collision Warning
-  Lane departure Warning
-  Speed Limit Indication
-  Headway Monitoring and Warning
-  Intelligent High Beam Control

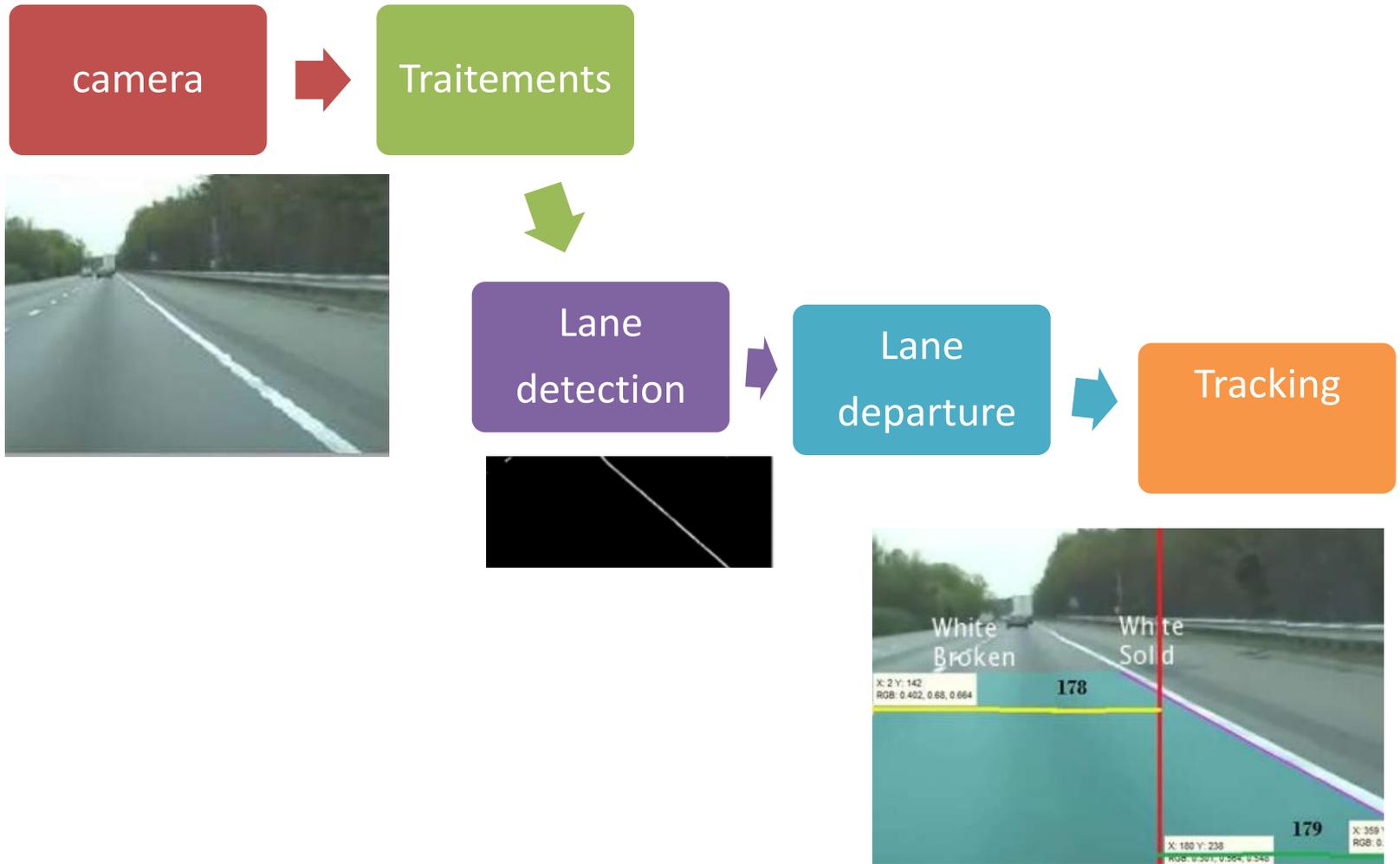


Source : MobilEyes

... déjà intégrée chez de nombreux constructeurs et équipementiers



LANE DEPARTURE WARNING



DETECTION DE LIGNES : TRANSFORMEE DE HOUGH

$$Y = aX + B$$

Peut s'écrire

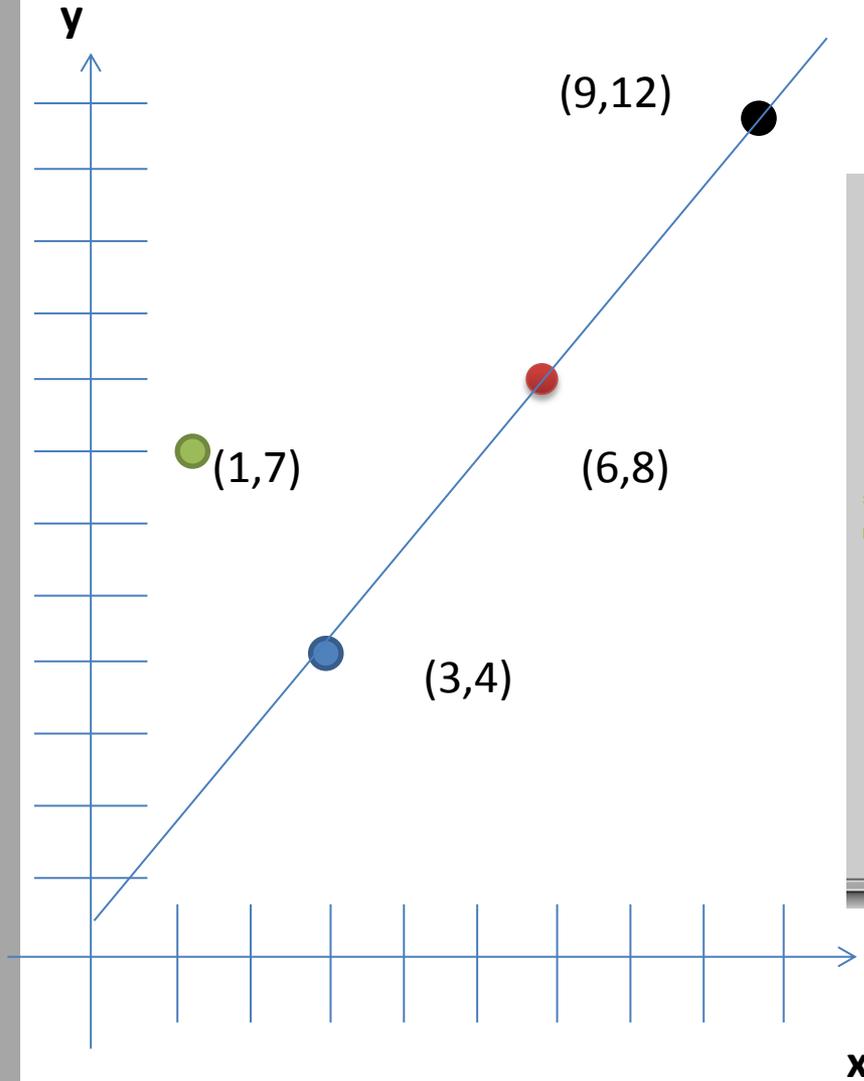
$$R = X \cos\theta + Y \sin \theta$$

Principe :

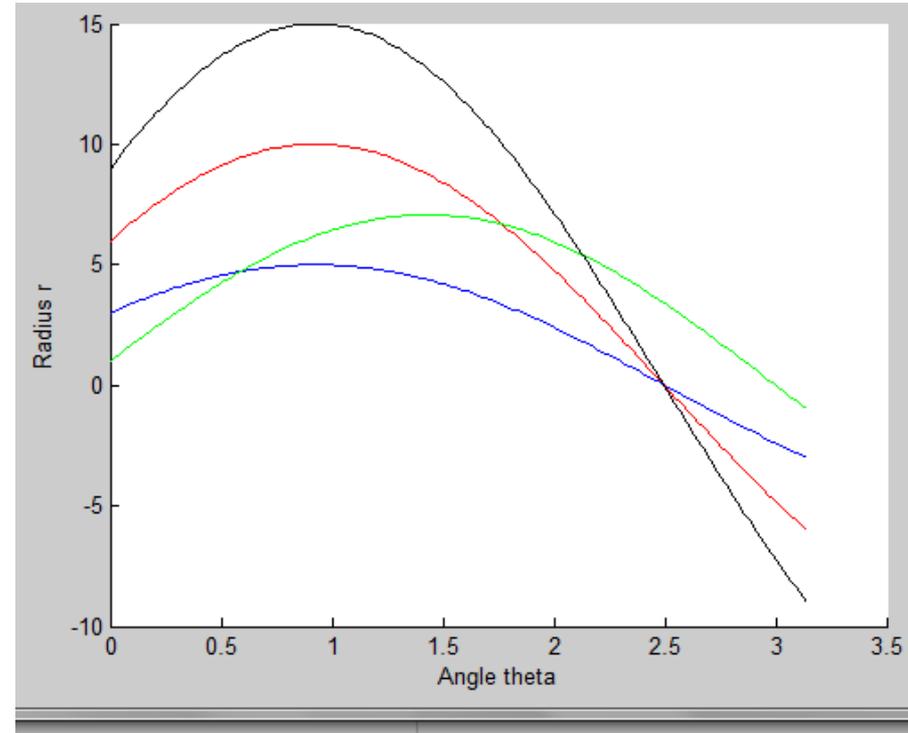
Pour un (R, θ) donné on cherche si des points de l'image (X,Y) vérifient l'équation

$$R = X \cos\theta + Y \sin \theta$$

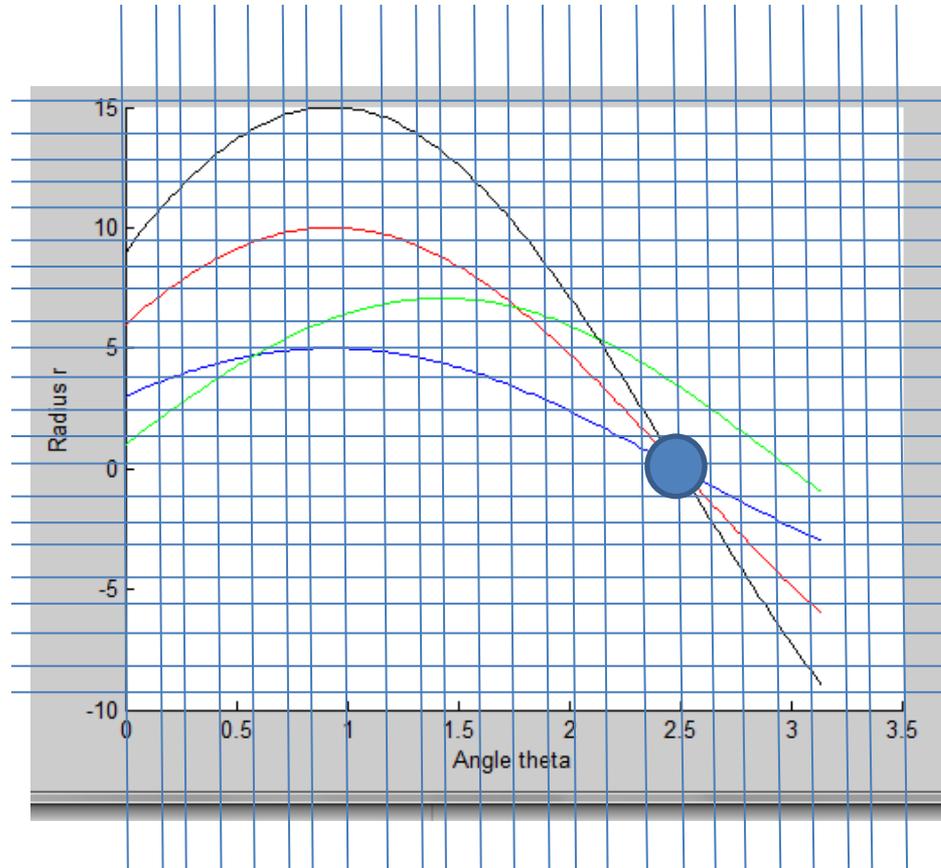
TRANSFORMEE DE HOUGH



$$R = x \cdot \cos\theta + y \cdot \sin\theta$$



TRANSFORMEE DE HOUGH



Discrétisation de
l'espace de
Hough

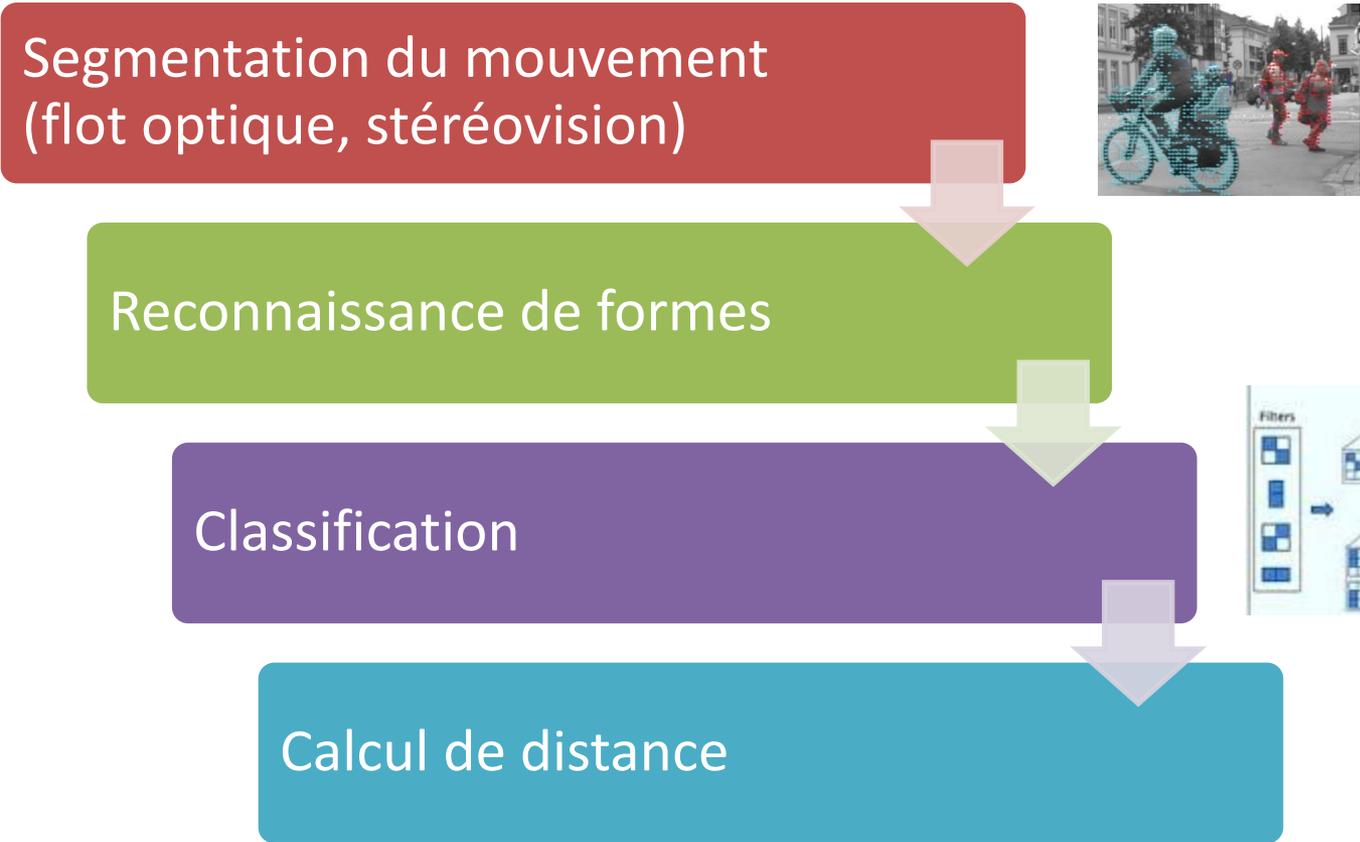


Construction
d'un
histogramme



Recherche des
maximums
locaux

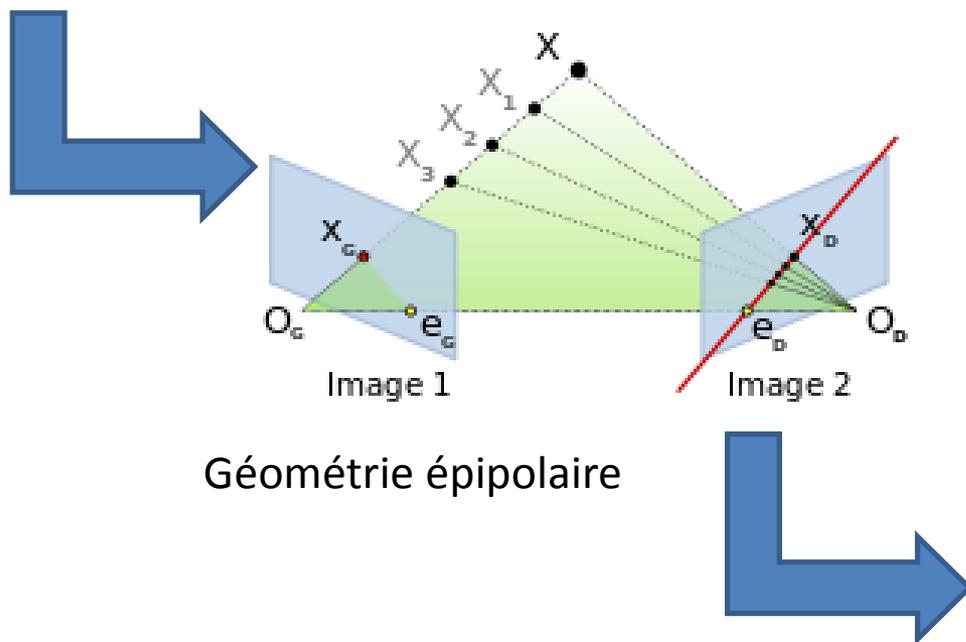
DETECTION DE PIETONS



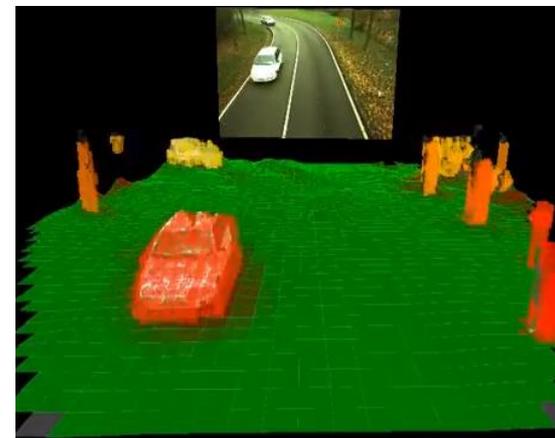
VISION 3D POUR LE VEHICULE



Banc de stéréovision



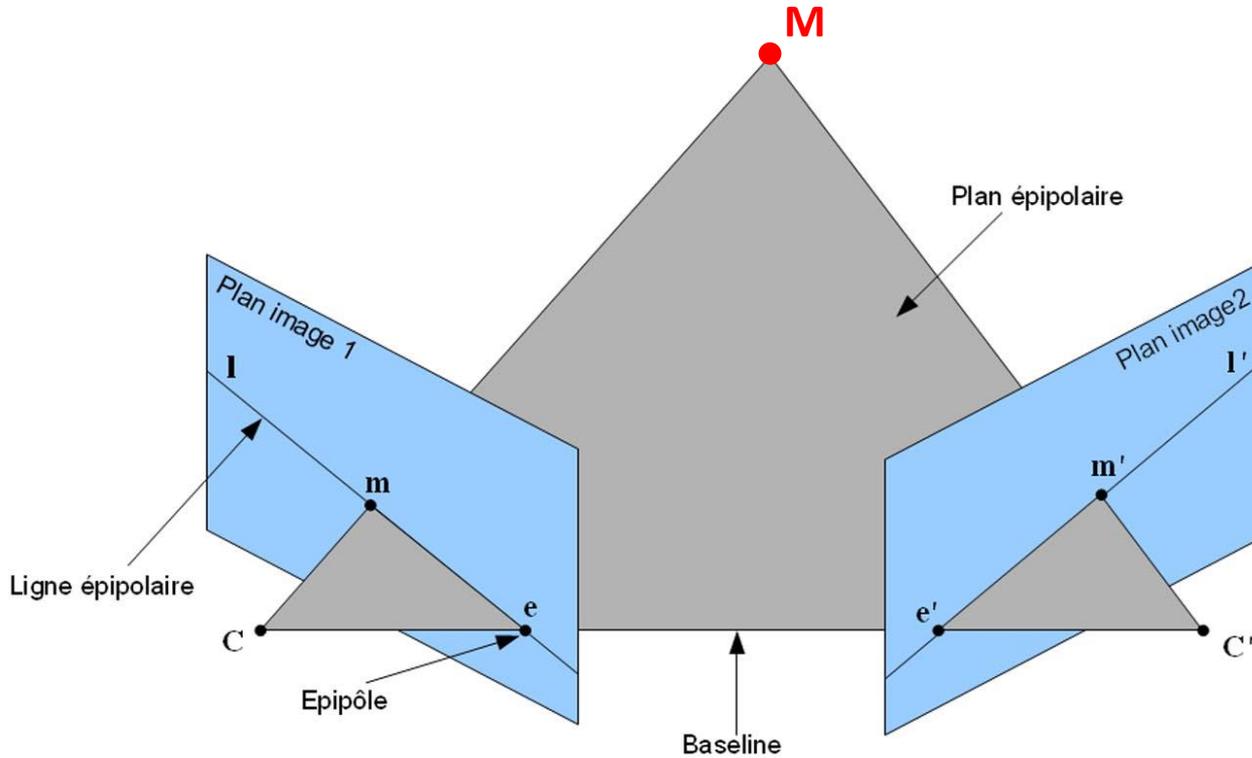
Géométrie épipolaire



Source : Vislab

STEREOVISION

Géométrie épipolaire (projection perspective)



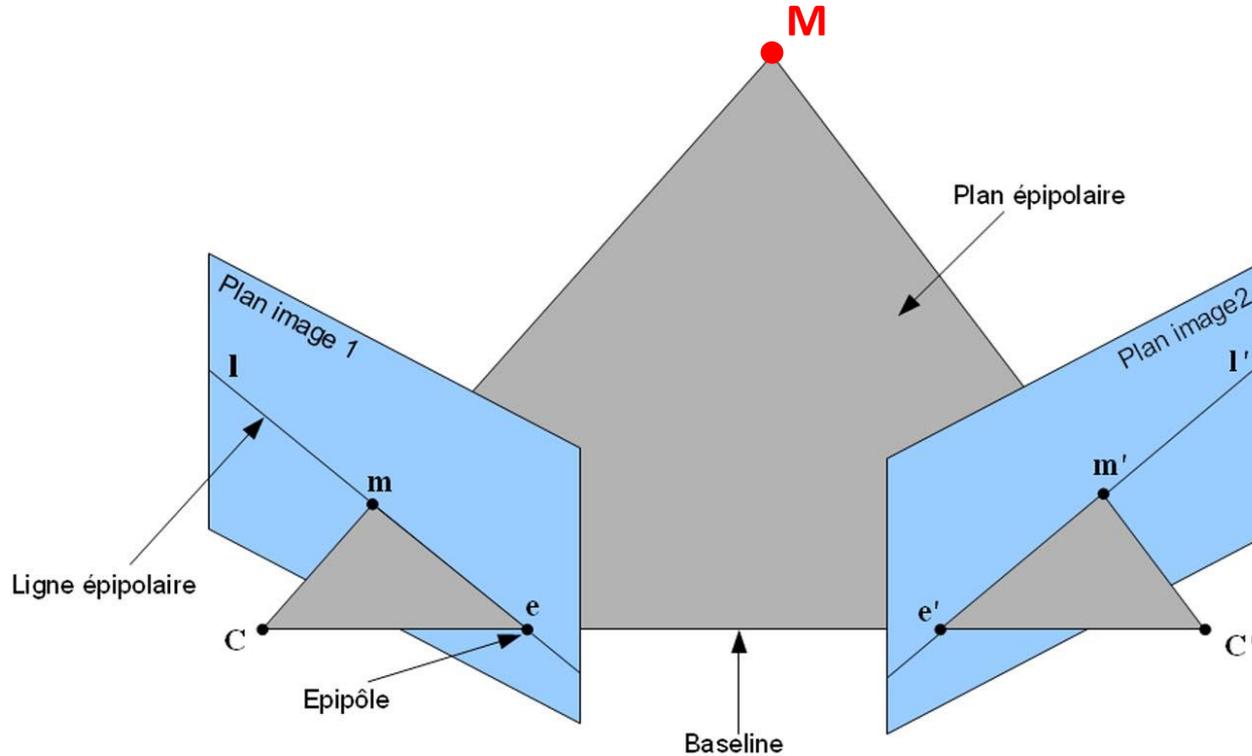
$$m^T F m' = 0$$



Matrice fondamentale

STEREOVISION

Géométrie épipolaire (projection perspective)

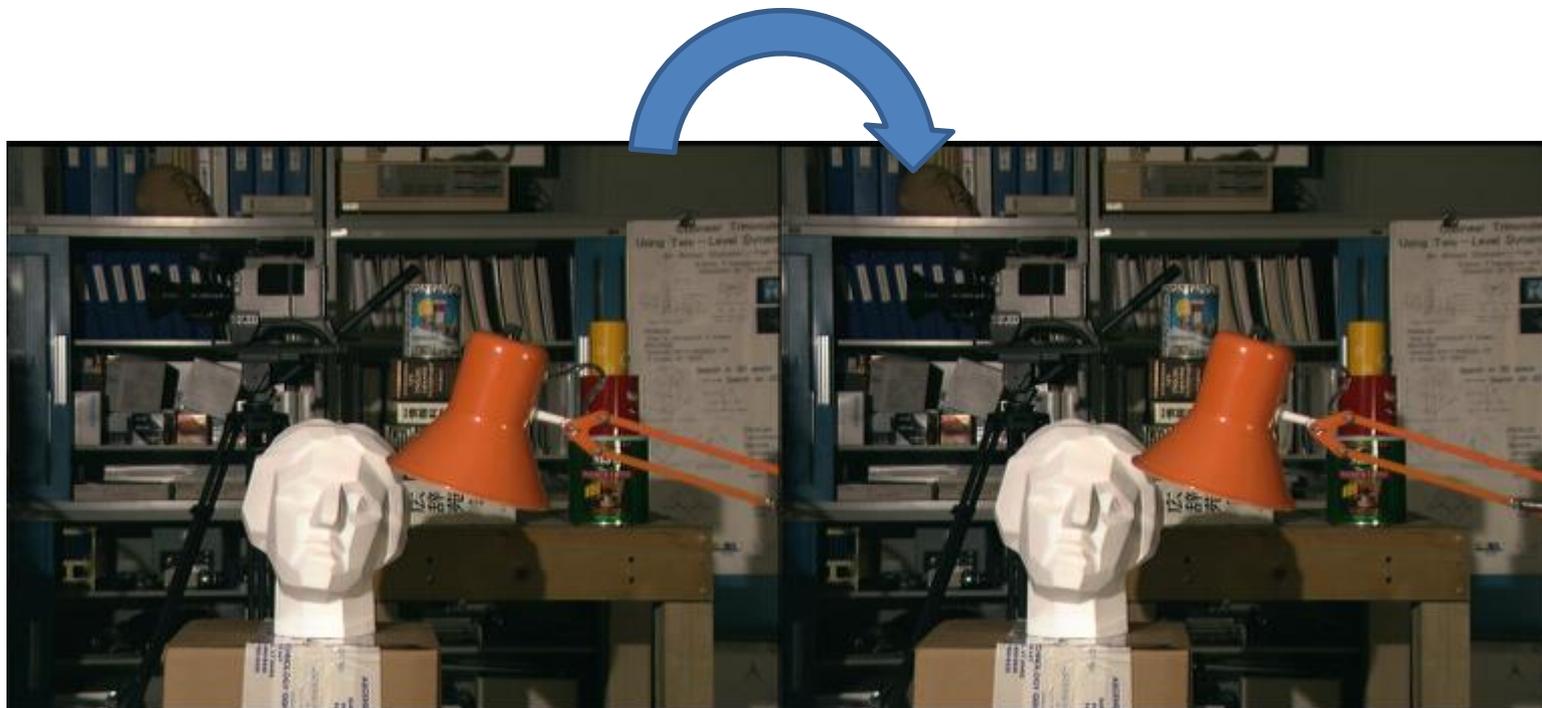


$$m^T F m' = 0$$

Il faut établir au moins 8 correspondances entre les images gauche et droite pour calculer la matrice fondamentale F

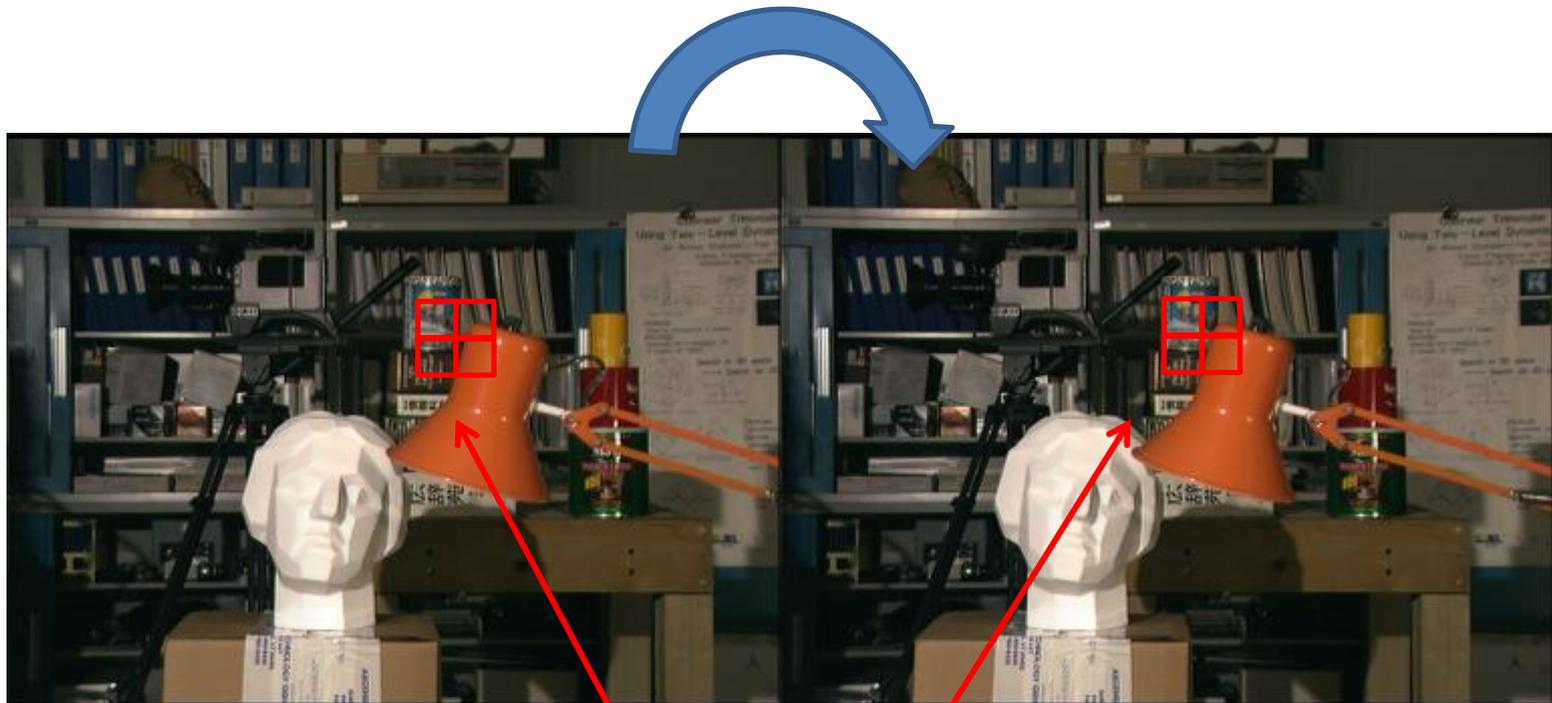
STEREOVISION

Comment établir des correspondances entre les paires d'images ?



STEREOVISION

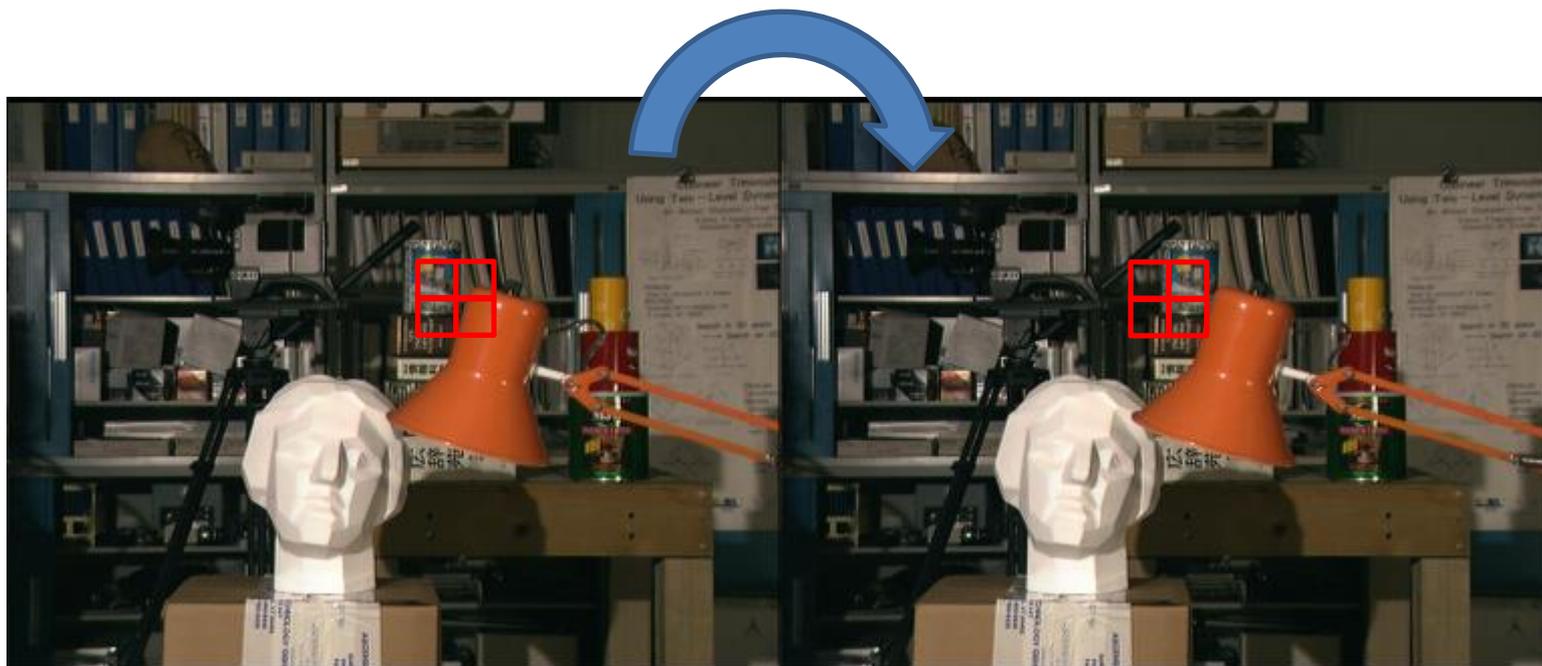
Caractériser chaque point par son voisinage et trouver une façon de les comparer



Appariement ?

STEREOVISION

Caractériser chaque point par son voisinage et trouver une façon de les comparer

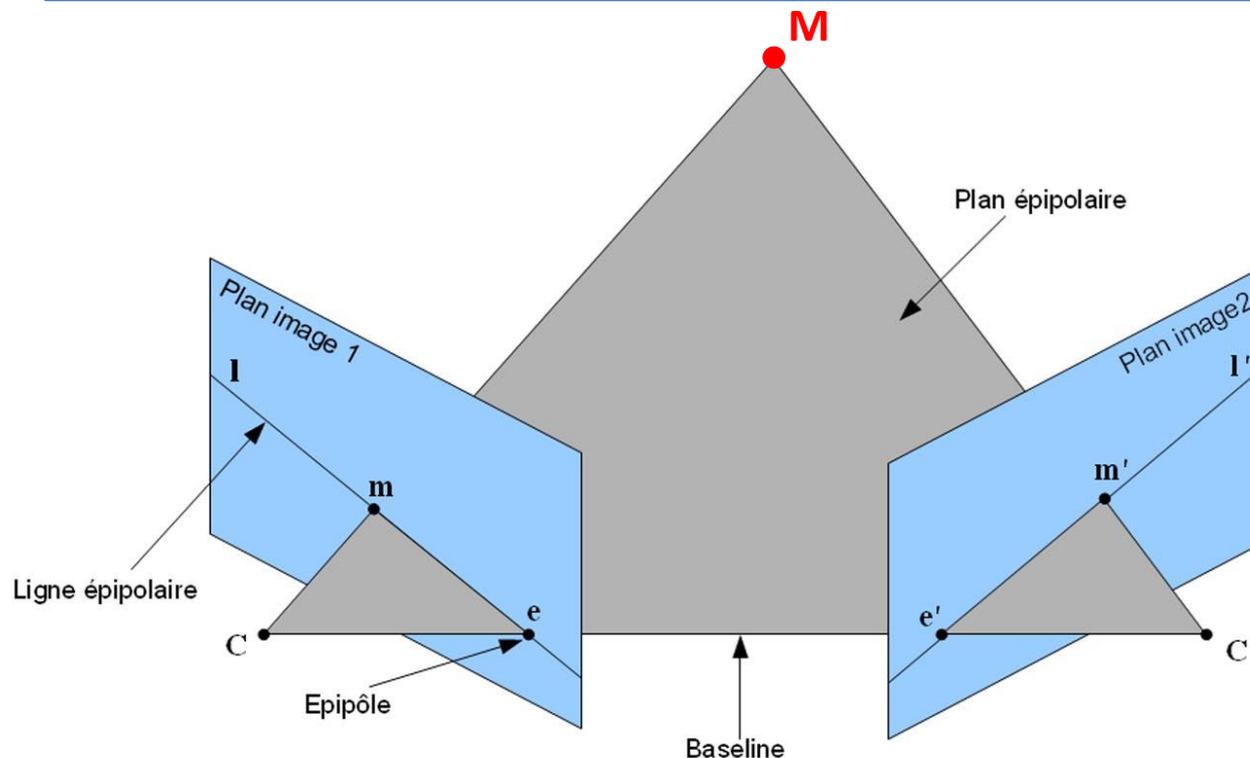


Calcul d'un score de corrélation au voisinage

- Méthode locale
- Grand espace à parcourir → temps réel ?

STEREOVISION

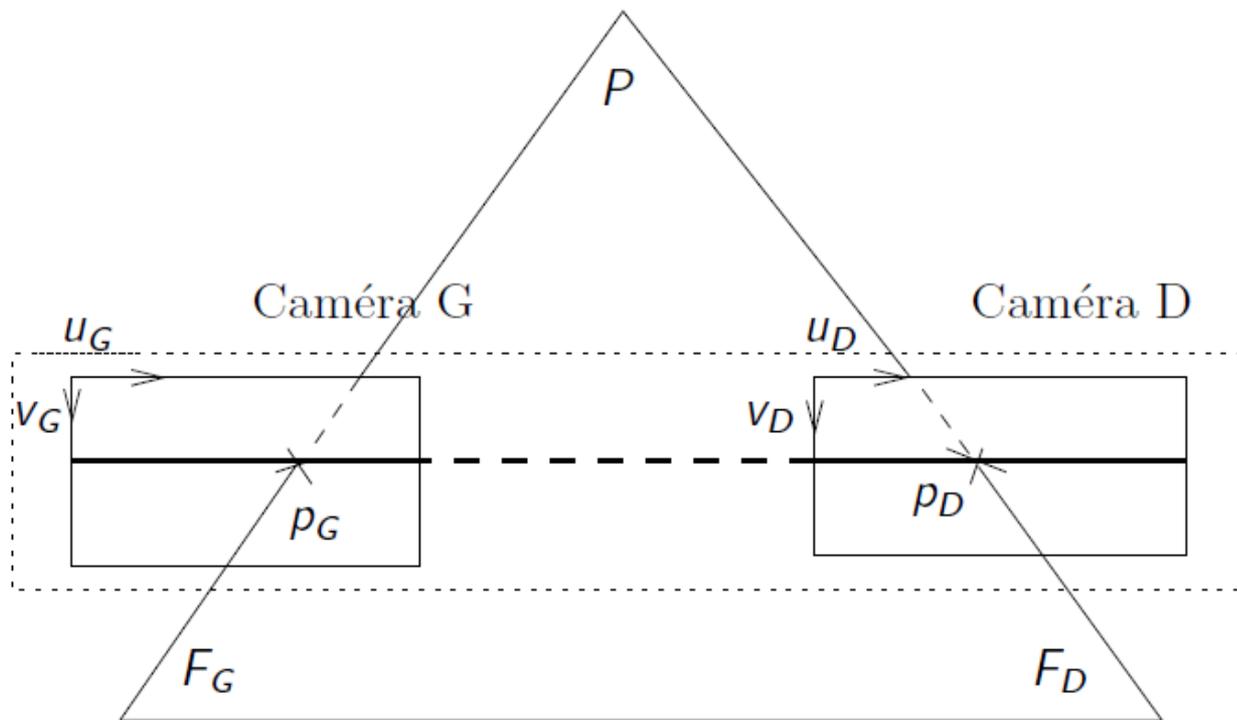
Caractériser chaque point par son voisinage et trouver une façon de les comparer



Réduction de l'espace de recherche à 1 dimension (ligne épipolaire)

STEREOVISION

Utilisation dans le véhicule : on aligne les caméras gauche et droite pour avoir des images rectifiées



- ⇒ Mise en correspondance sur une ligne horizontale.
- ⇒ Disparité = $u_G - u_D$. Disparité=0 pour le ciel.
- ⇒ Disparité $\propto 1 /$ profondeur.

Source : IFSTTAR / LIVIC ; JP Tarrel

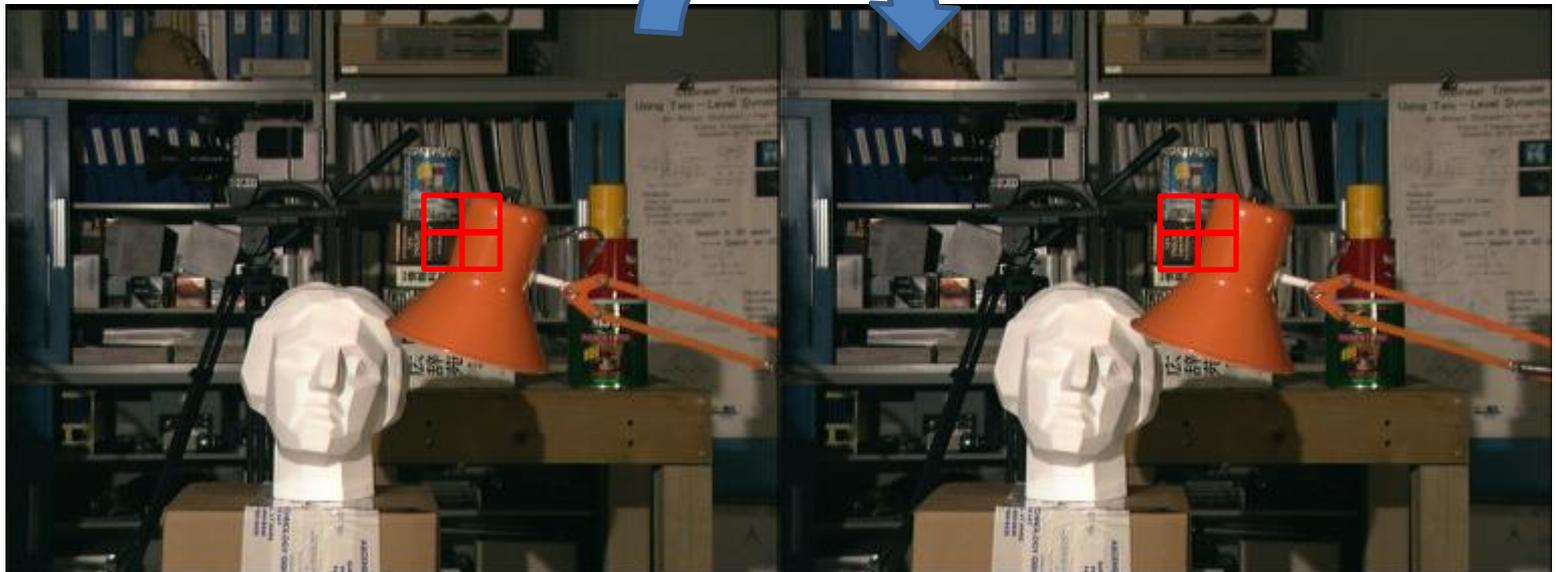
STEREOVISION

Caractériser chaque point par son voisinage et trouver une façon de les comparer



STEREOVISION

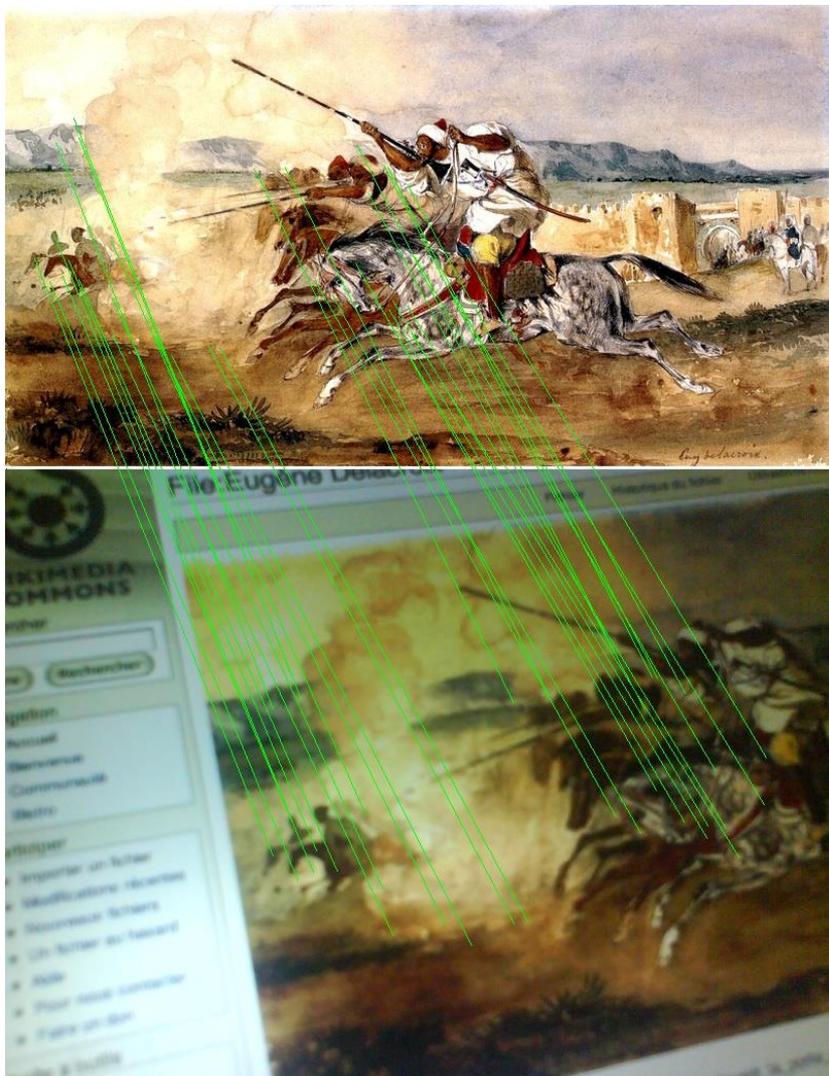
Caractériser chaque point par son voisinage et trouver une façon de les comparer



Utilisation de descripteurs

- Coins, droites, SIFT, SURF....

DESCRIPTEUR SIFT



Descripteur de points
Utilise les gradients

Basé sur une
représentation pyramidale

- Robuste aux
changements d'échelle

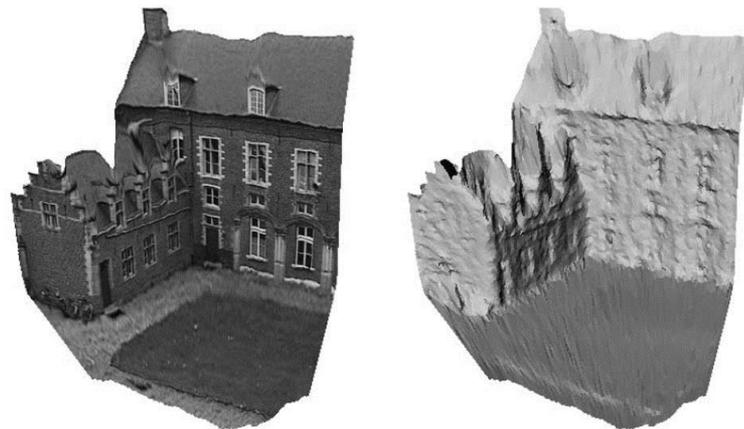
- Robuste aux
changements d'orientation

« Matching of two images using the SIFT method »
<http://commons.wikimedia.org>

AUTRES METHODES POUR LA RECONSTRUCTION 3D

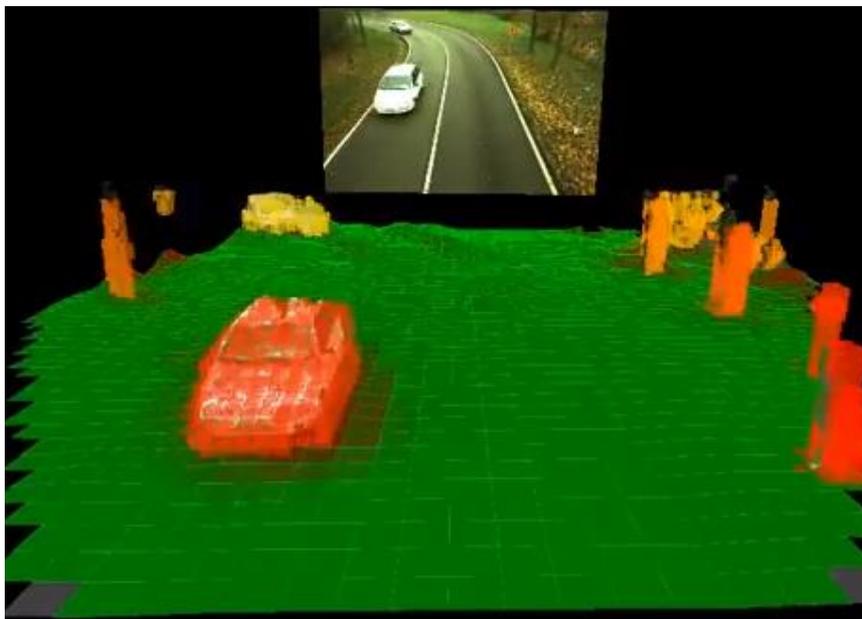
Caméra + « *Shape-From-X* »

- *Shape-From-Shading*
- *Shape-Fom-Contour*
- *Shape-From-Silhouettes*
- *Shape-From-Consistency*
- *Shape-From-Stereo*
- etc.



RECONSTRUCTION 3D DENSE POUR LE VEHICULE INTELLIGENT

VISLAB (Italie) : reconstruction dense par vision uniquement

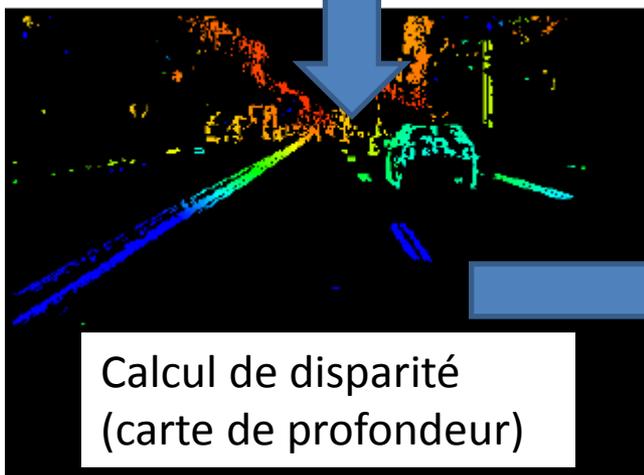


Source : Vislab

Construction d'une carte d'occupation locale

Va permettre au véhicule de naviguer sans connaissance de l'environnement a priori

CONTRÔLE LONGITUDINAL DU VEHICULE (IFSTTAR / LIVIC)



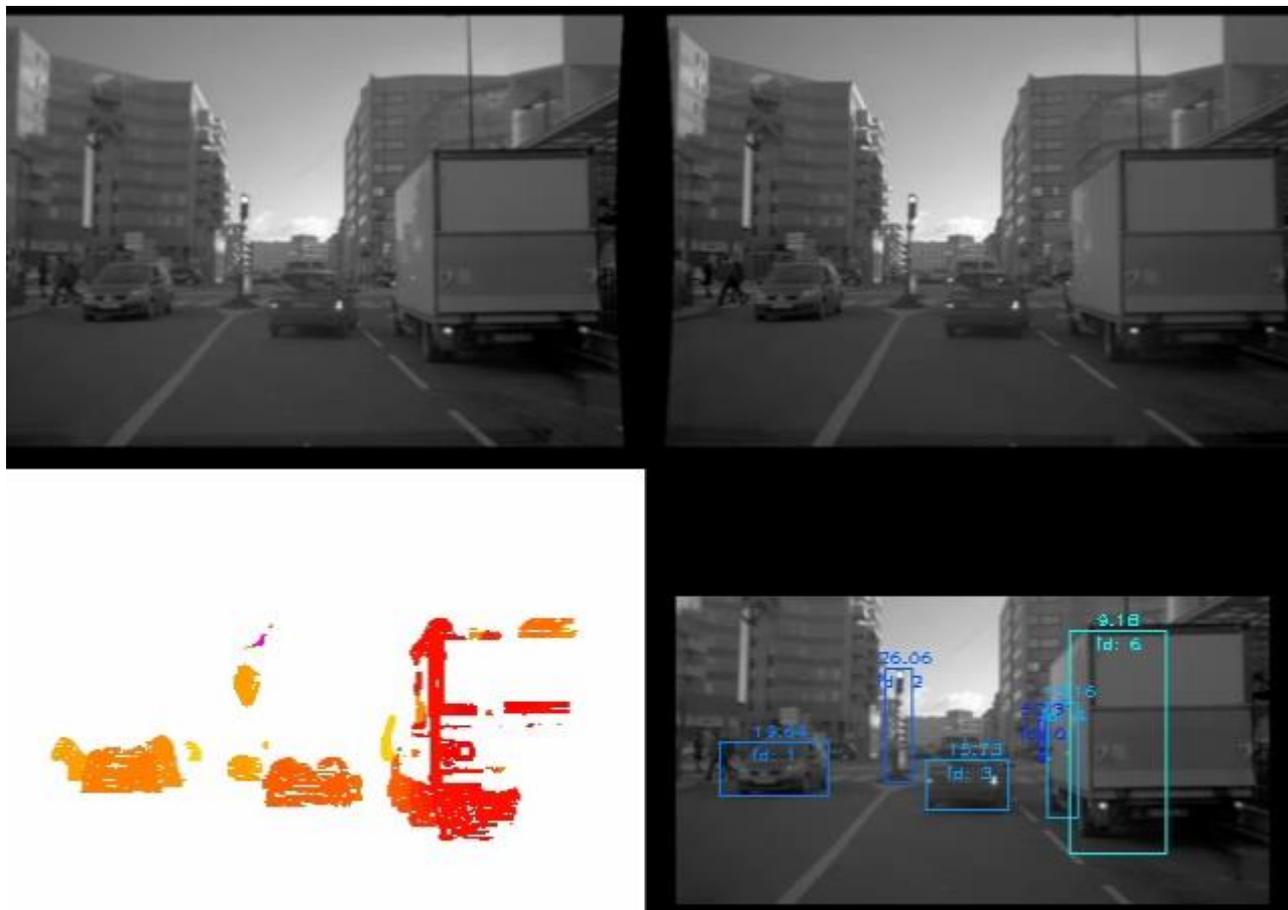
Estimation du plan de la route

Détection des objets verticaux

Réduction de la zone de recherche
dans la phase de labelling des
obstacles

Source : IFSTTAR / LIVIC ; JP Tarrel

STEREOVISION DENSE POUR LE CONTRÔLE LONGITUDINAL DU VEHICULE (IFSTTAR / LIVIC)



Source : IFSTTAR / LIVIC ; JP Tarrel

NAVIGATION AUTONOME

Où suis-je ?

- Méthodes de localisation

Où vais-je ?

- Cartes ?
- Connaissances a priori ?

Comment ?

- Path planning
- Path control

LOCALISATION POUR LE VEHICULE AUTONOME

GPS

- Précision 1m env
- Pas toujours disponible
- Fréquence de mesure 1Hz

Inertiel

- Bas coût, toujours disponible
- Dérives en position
- Fréquence de mesure 10Hz

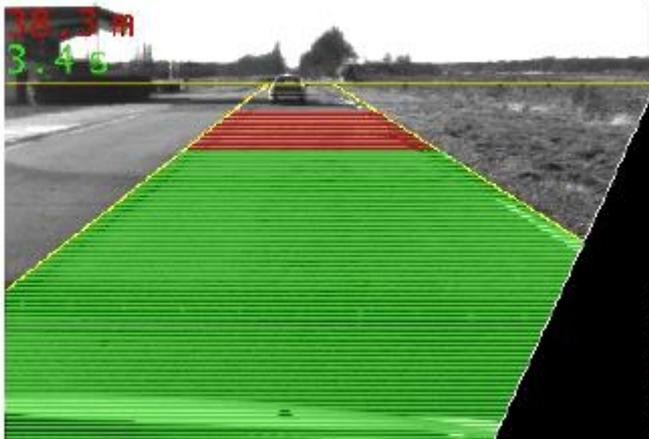
extéroceptifs

- Précision centimétrique
- Selon la méthode dérive ou pas
- Calculs embarqués, cartes environnement
- Fréquence de mesure 20-30Hz

LOCALISATION ET NAVIGATION AUTONOME

Navigation sans carte :

- le véhicule découvre son environnement au fur et à mesure
- Il se guide avec des informations 2D en suivant la route (contrôle latéral) et en adaptant sa vitesse par rapport aux autres véhicules (contrôle longitudinal)



- ☺ Peut être fait par stéréovision
- ☺ Faible temps de calcul → fonctionne à vitesse élevée
- ☹ Suppose un marquage de la route (en péri-urbain uniquement)
- ☹ Difficulté dans des séquences spécifiques exemple dans le ronds-points

LOCALISATION ET NAVIGATION AUTONOME

Navigation par exploration (SLAM)

Le véhicule fait un premier passage et construit une carte
Techniques de SLAM (Simultaneous Localisation and Mapping) utilisées en robotique indoor → [vidéo](#)
Utilisation de techniques dites de fermeture de boucles



- ☺ La construction de la carte peut être amélioré par des méthodes de fermeture de boucle
- ☺ Le SLAM peut être fait en ligne
- ☹ Calculs embarqués importants en vision
- ☹ Cumul des erreurs de localisation
- ☹ La fermeture de boucles suppose la reconnaissance d'un même lieu vu à des moments différents

LOCALISATION ET NAVIGATION AUTONOME

Navigation à partir de points de référence

Utilisation d'un 1^{er} véhicule qui construit une base d'image géoréférencée

Approche par mémoire visuelle → le véhicule équipé d'une caméra retrouve des points-clés et se localise



Source : KITTI database

LOCALISATION ET NAVIGATION AUTONOME

Navigation à partir de points de référence

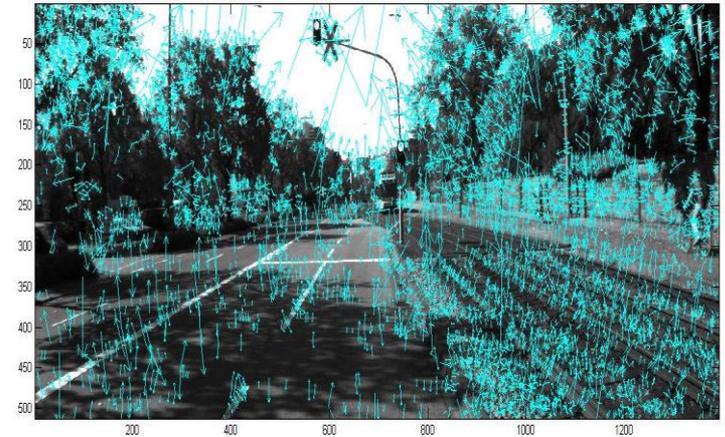
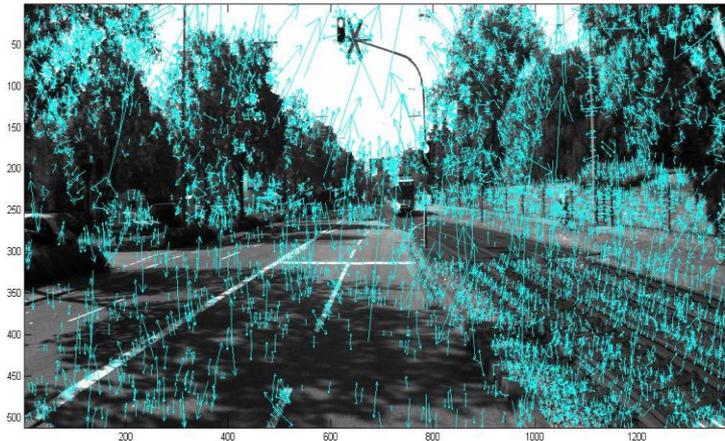
Nécessite la mise en correspondance de points (SIFT par exemple)



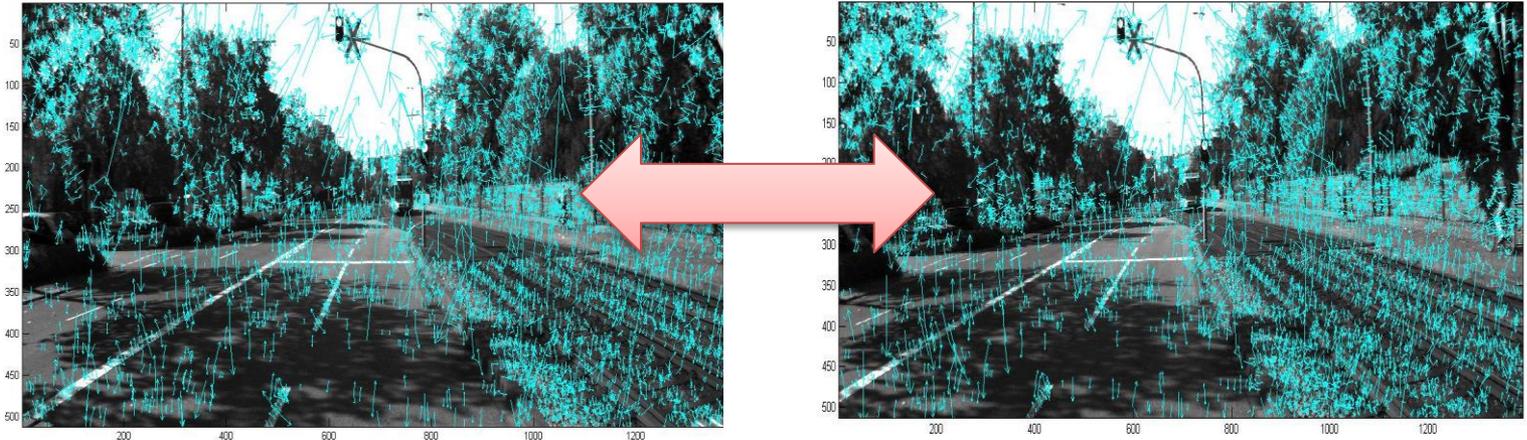
Source : KITTI database

LE PROBLEME DE MISE EN CORRESPONDANCE DE SCENES

Extraction des points caractéristiques (features)
Utilisation d'une représentation invariante aux effets
d'échelle et aux variations d'angles de vue
➔ SIFT, SURF, ASIFT...)



LE PROBLEME DE MISE EN CORRESPONDANCE DE SCENES



$$m^T F m' = 0$$

Mise en correspondance

Calcul de la matrice essentielle (équivalente à la matrice fondamentale quand la caméra est calibrée)

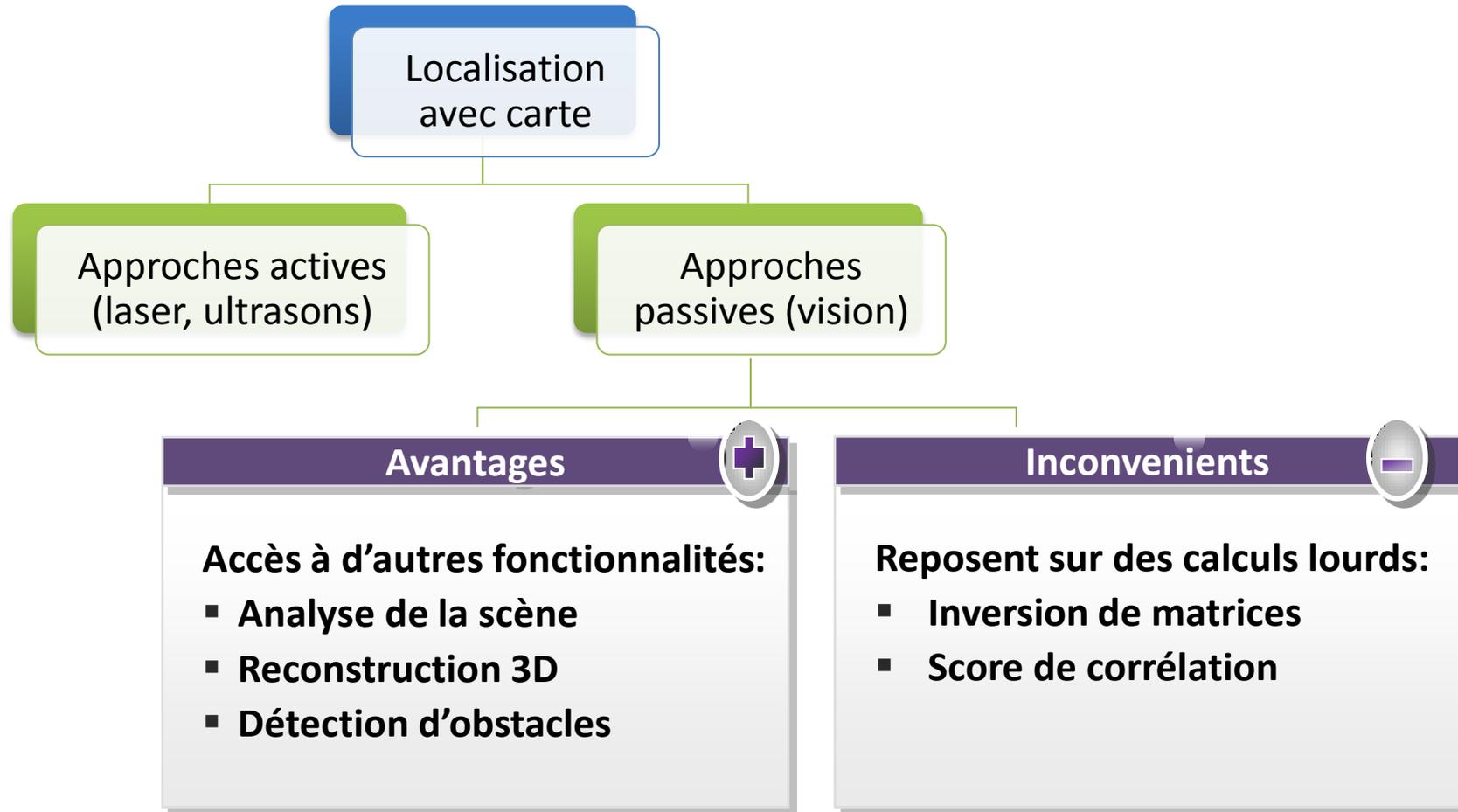
- ➔ Approche par les moindres carrés : inconvénient : pas robustes aux points aberrants (cas des faux appariements)
- ➔ Utilisation de méthodes de rejet des faux appariements (RANSAC)

LES PROBLEMES QUI SE POSENT DANS LA MISE EN CORRESPONDANCE DE SCENES PAR VISION



Perceptual aliasing

UTILISATION DE LA VISION POUR LE VEHICULE AUTONOME



1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

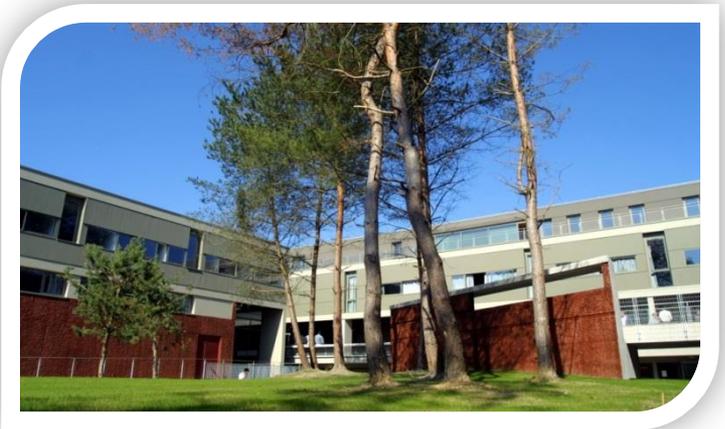
3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

**TRAVAUX DE L'IRSEEM EN
VISION POUR LA ROBOTIQUE
MOBILE AUTONOME**

ESIGELEC and IRSEEM: 12 000 m² for high education, applied research and transfer



IRSEEM : Research Institute in Embedded Electronics



Electronics (12 faculty, 11 PhD)

- EMC compatibility
- Reliability



Command & Control (8 faculty, 8 PhD)

- Fault tolerant
- Diagnosis



Intelligent systems (16 faculty, 3 PhD)

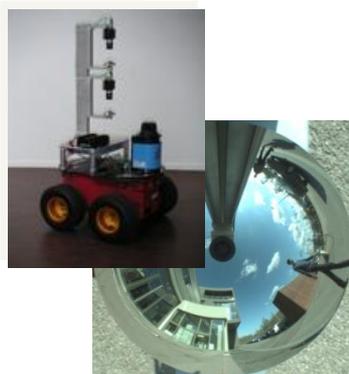
- Computer vision and robotics
- Cooperative multiagents



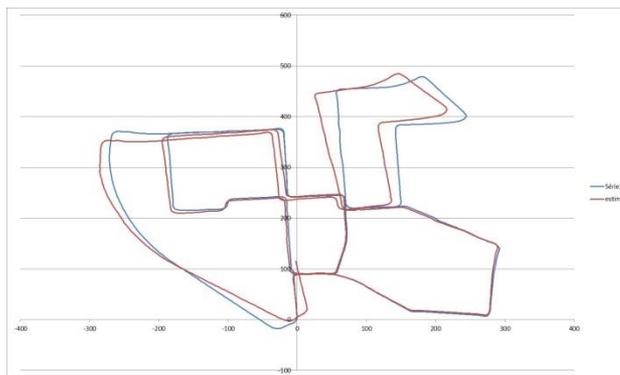
1 Center for Tech Transfer

- 4 technological platforms
- 10 engineers & technicians

Exemple de travaux en cours ou réalisés



Vision omnidirectionnelle



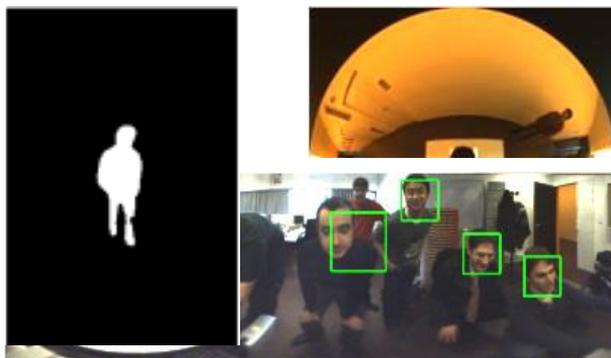
Localisation outdoor



Design de miroirs



Modélisation du trafic et communication M2M



Machine learning exploitant des images omnidirectionnelles



Capteurs plénoptiques

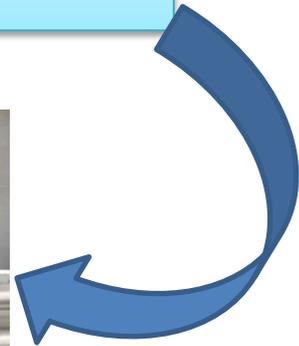
SERBER (Simulateur d'Environnement Routier intégré à un Banc de test véhicule pour l'Evaluation de stratégies de gestion de l'énergie embarquée)



Simulateur de conduite Pro-SIVIC



Modélisation et test HIL
Laboratoire de Navigation Autonome



Intégration sur Banc à rouleaux CISE

SAVEMORE : Smart Autonomous VEHICLE for Urban MObility using Renewable Energy

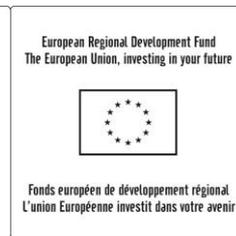
électromobilité intelligente : véhicule robotisé pour la livraison de marchandises en ville



WP1 : benefits in using electrical autonomous vehicles for delivery in urban mobility scheme

WP2: Adaptation of concepts used in autonomous robotics to urban delivery autonomous vehicle

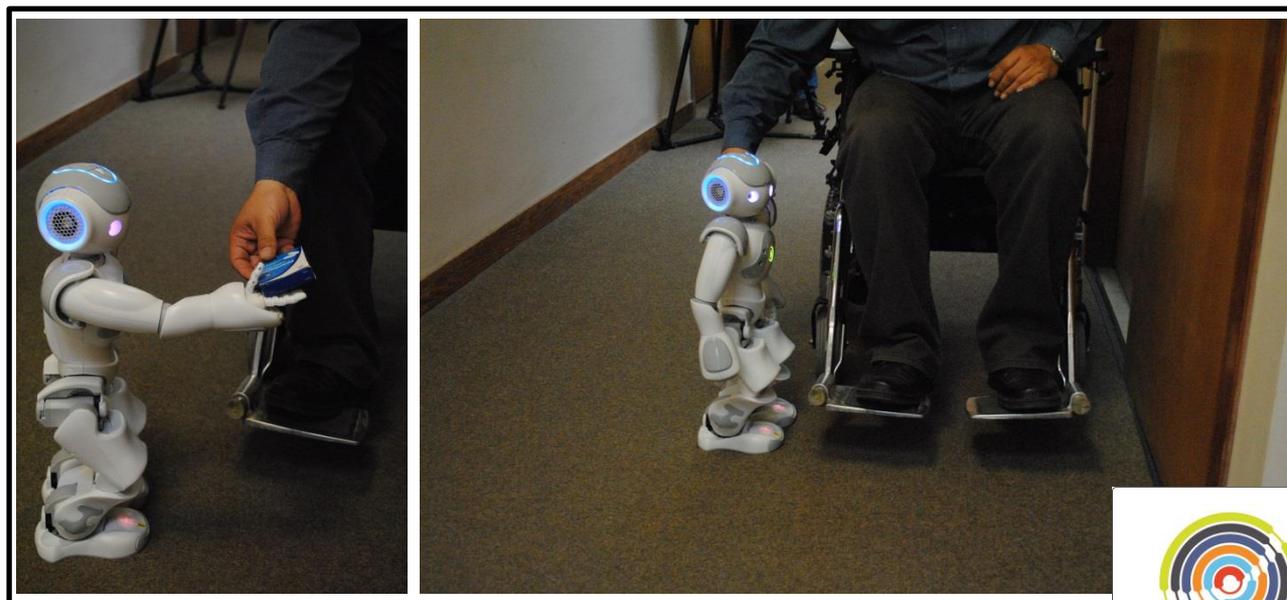
WP3 : Design, simulation, test and demonstration



COALAS: COgnitive Assisted Living Ambient System

Développement de solutions technologiques innovantes pour le maintien à domicile des personnes dépendantes

ESIGELEC : Contribution au développement d'un démonstrateur intégrant un robot humanoïde et une chaise roulante (semi)-autonome

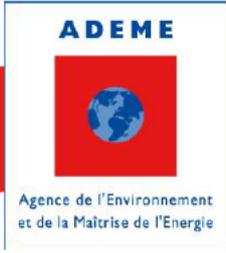


European Regional Development Fund
The European Union, investing in your future



Fonds européen de développement régional
L'union Européenne investit dans votre avenir

NAVALIS : crewboat innovant pour l'éolien offshore



AMI NAVIRES DU FUTUR

Améliorer les conditions de vie du personnel à bord des crewboats
Réduire la consommation énergétique et les émissions de polluants des crewboats
Améliorer la sécurité des opérations de transfert de personnel (Lot 4 et 5)



LOT 4 : Passerelle robotisée pour le transfert de personnel



LOT 5 : Système de positionnement local du navire

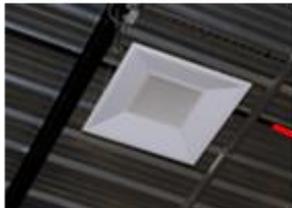
ARGOS (VIKINGS)

Challenge international robotique TOTAL / ANR

IRSEEM : Conception d'un robot en vu des 3 compétitions sur le site de Lacq (2015 à 2016)



PLATEFORME « NAVIGATION AUTONOME »



Eclairage contrôlé
(tests en luminosité
dégradée)



Système de capture 3D
du mouvement VICON



Zone « pluie » ;
test en conditions
d'environnement
dégradé

Zone d'expérimentation



Flotte de robots indoor
(wifibots)

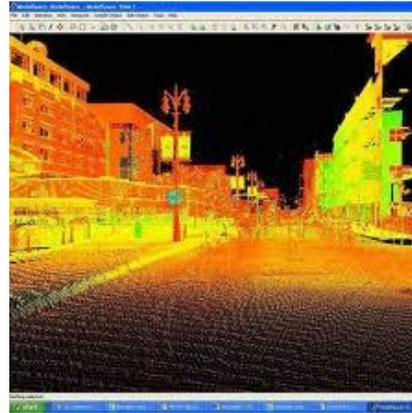


3D motion Capture

20 caméras VICON T40S

- 4 MegaPixels
- 515 fps @ full resolution (up to 2000fps)
- More than 1000 markers can be tracked
- indoor/outdoor use
- Basler camera 200 fps compatible for 3D rendering
- ROI : 15m x 10m x 5m





3D laser scanner

LEICA ScanStation C10

Range: 100 - 300m

Accuracy: +/-6mm

Field of view: 360 x 210°

Color camera with image fusion

Autonomy: 7H

Software for data processing and rendering



Indoor mobile robots:

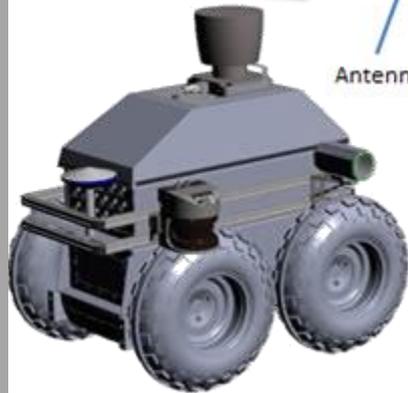
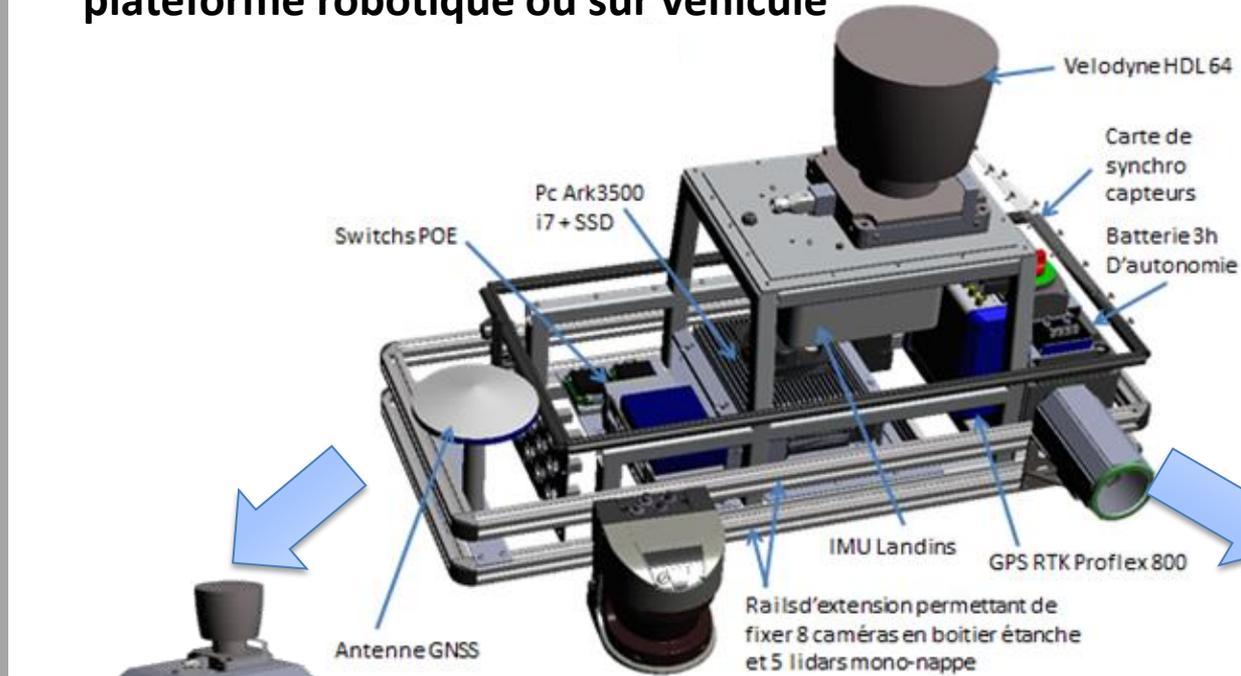
3 wifibots Core I5 LINUX

Wifi, pan-tilt cameras

VectorNav IMU VN100

LIDAR HOKUYO UTM30LX (30m)

Système de recueil de données en environnement extérieur embarqué sur plateforme robotique ou sur véhicule



RMP440LE Seagway platform (90Kg load)
ROS operating system



1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

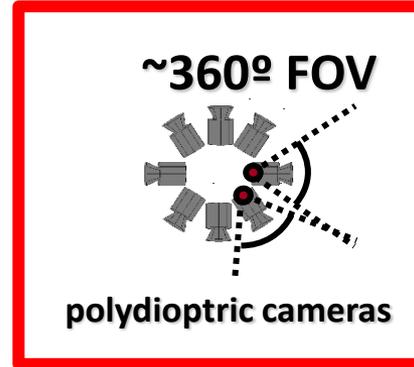
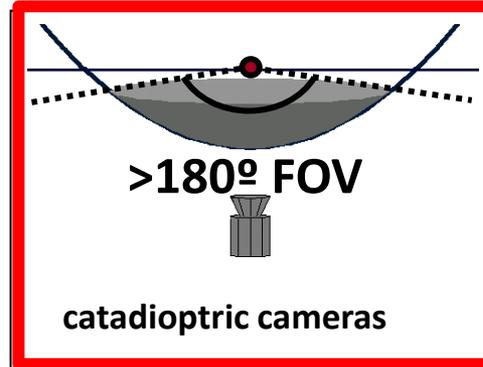
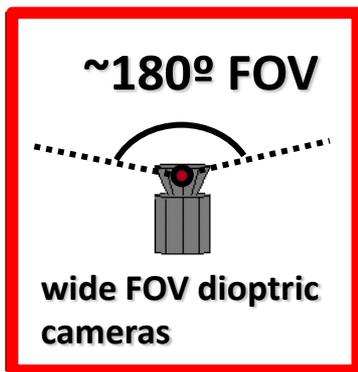
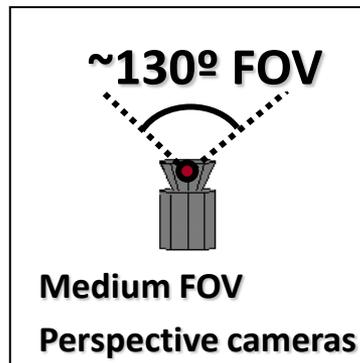
**4. FOCUS SUR LA VISION
OMNIDIRECTIONNELLE**

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

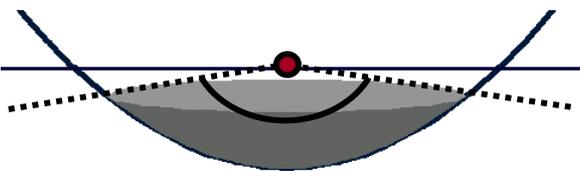
FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

VISION OMNIDIRECTIONNELLE

Vision omnidirectionnelle = caméra avec un large champ de vue
Field Of View (FOV) de 180 à 360°



VISION OMNIDIRECTIONNELLE : PRINCIPALES CONTRIBUTIONS



>180° FOV

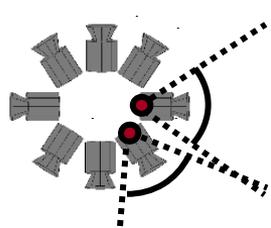


catadioptric cameras

- Méthodes de design de miroirs
- Modélisation et calibration
- Reconstruction 3D
- Méthodes d'apprentissage pour la reconnaissance de formes

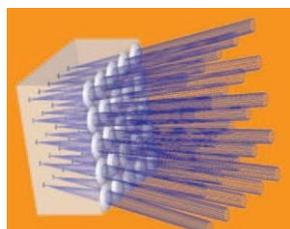


~360° FOV

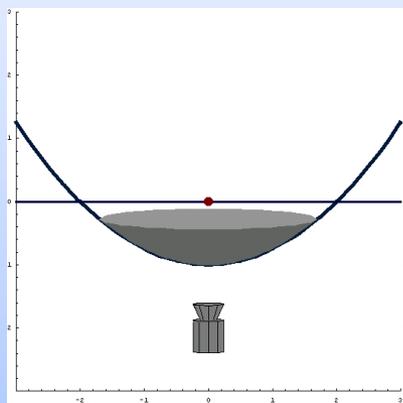
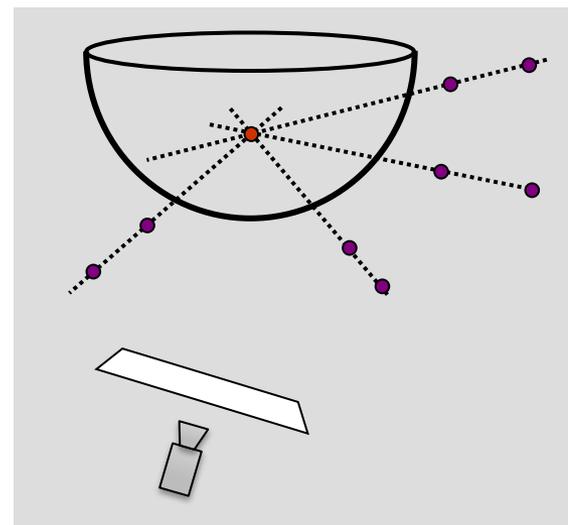
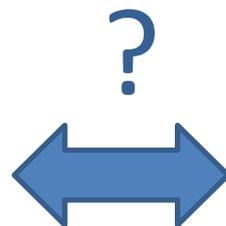
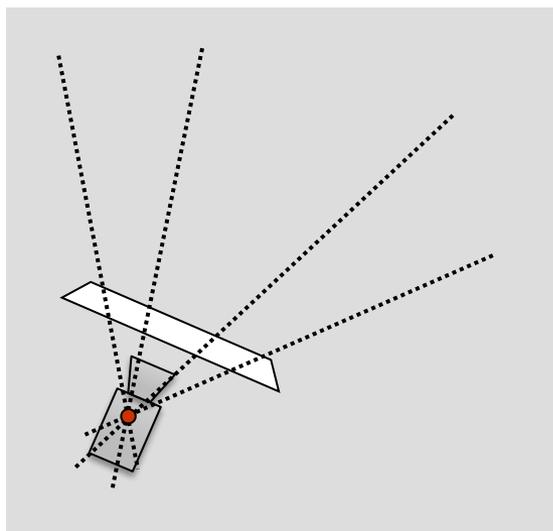


polydioptric cameras

- Odométrie visuelle



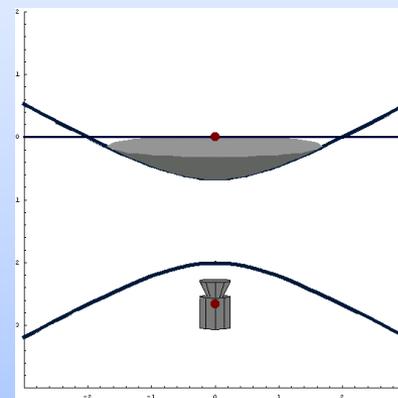
CAPTEUR CATADIOPTRIQUE A PROJECTION CENTRALE



Para-catadioptrique

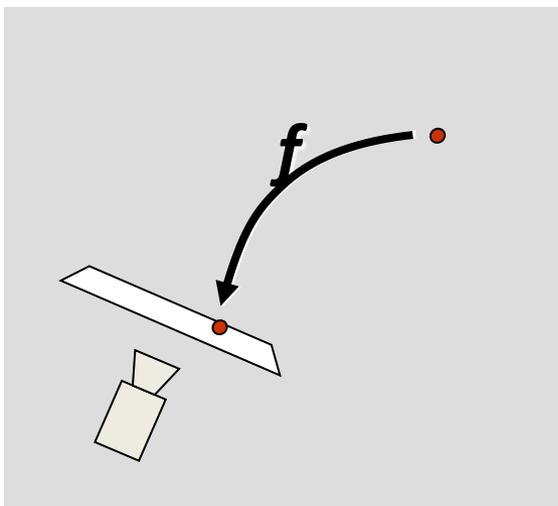
**CONTRAINTE
DE POINT DE VUE
UNIQUE**

(Nayar, 1997)

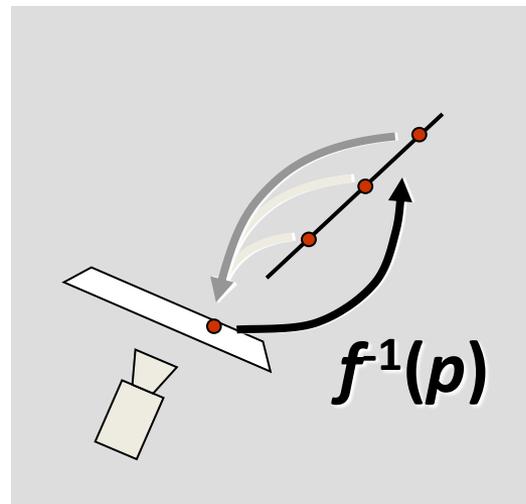


Hyper-catadioptrique

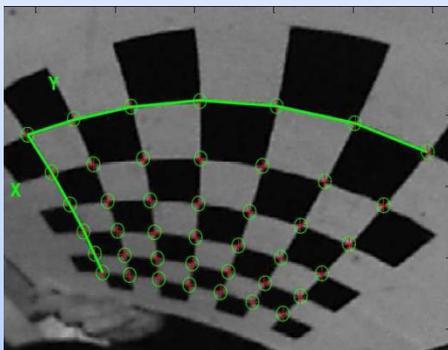
CAPTEUR CATADIOPTRIQUE : CALIBRATION



Forward projection (3D-2D)

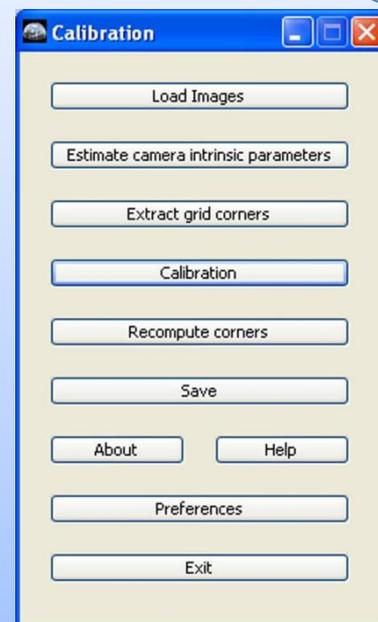
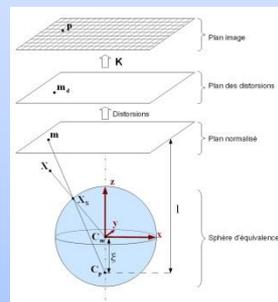


Backward projection (2D-3D)

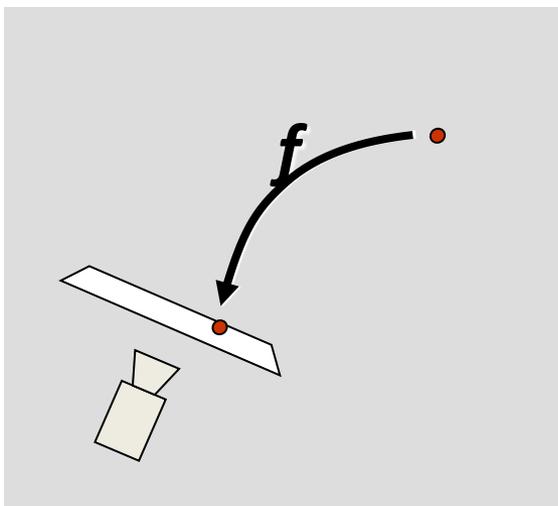


+

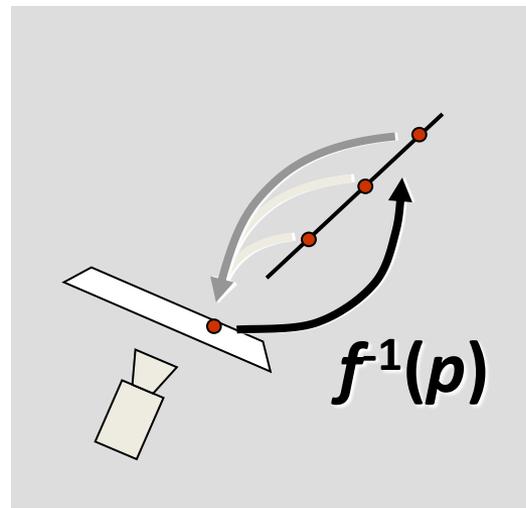
Modèles analytiques
(ad hoc, sphère
d'équivalence)



CAPTEUR CATADIOPTRIQUE : CALIBRATION



Forward projection (3D-2D)

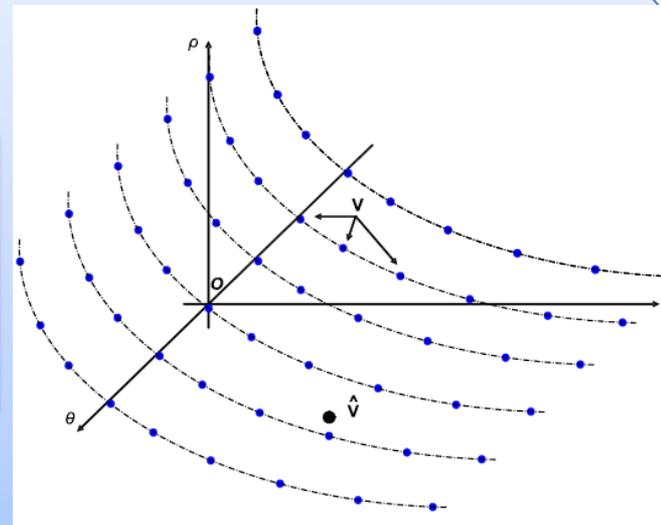


Backward projection (2D-3D)



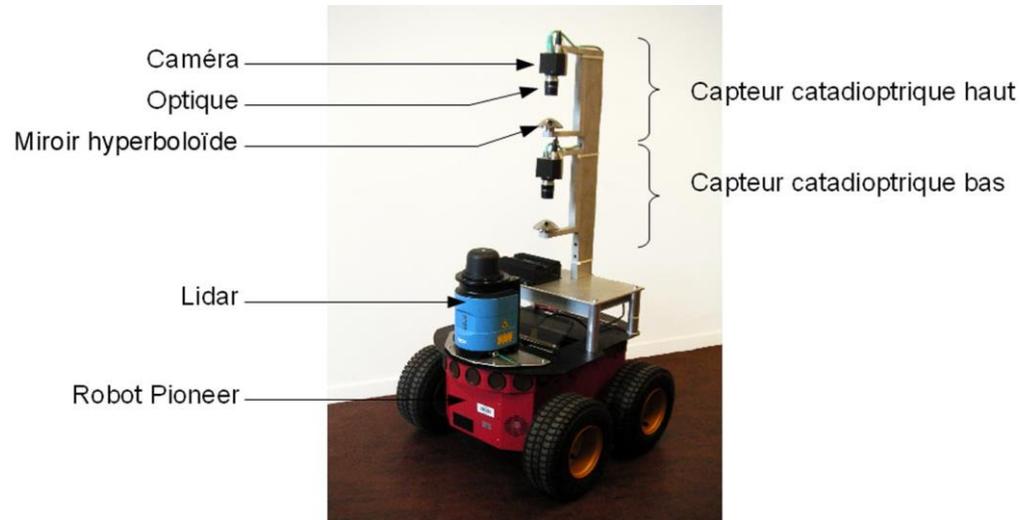
+

LUT 3D/2D +
interpolation par
maillage (triangle
de Delaunay)

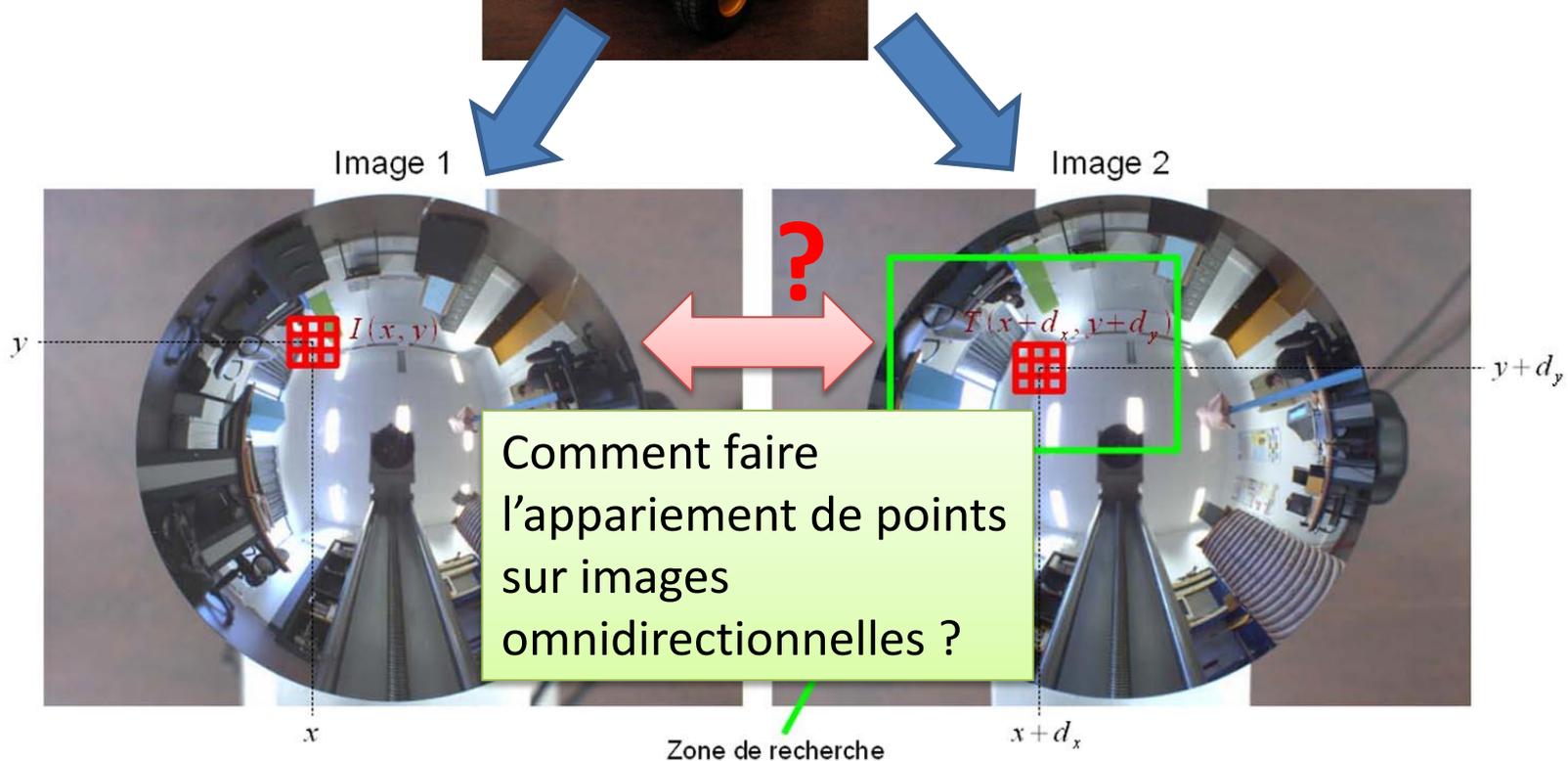
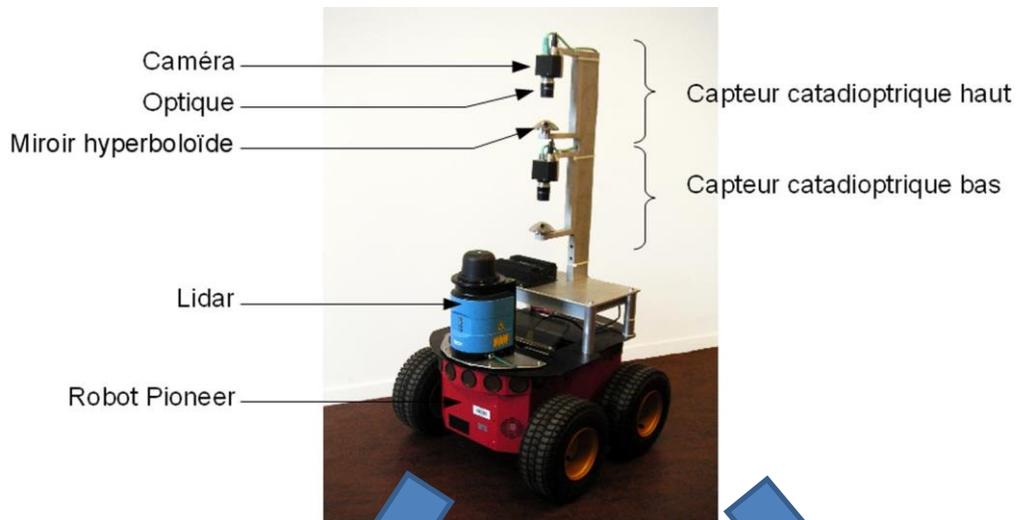


Calibration basée sur une mire 3D (Ragot, 2006-2007)

STEREOVISION OMNIDIRECTIONNELLE

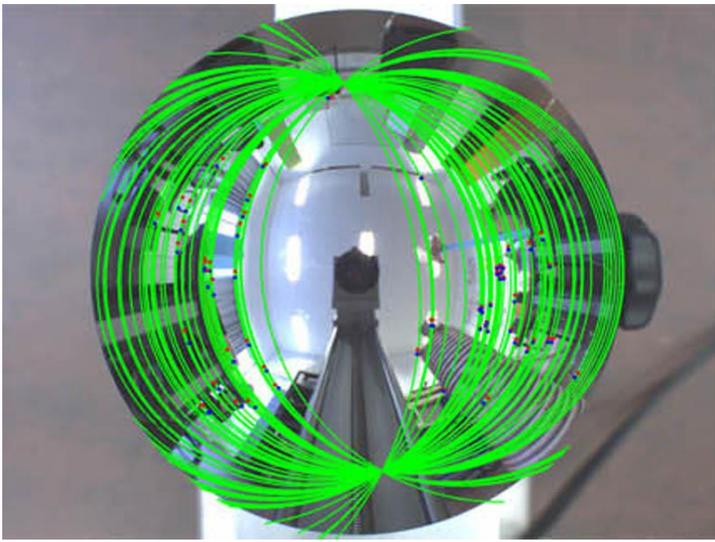
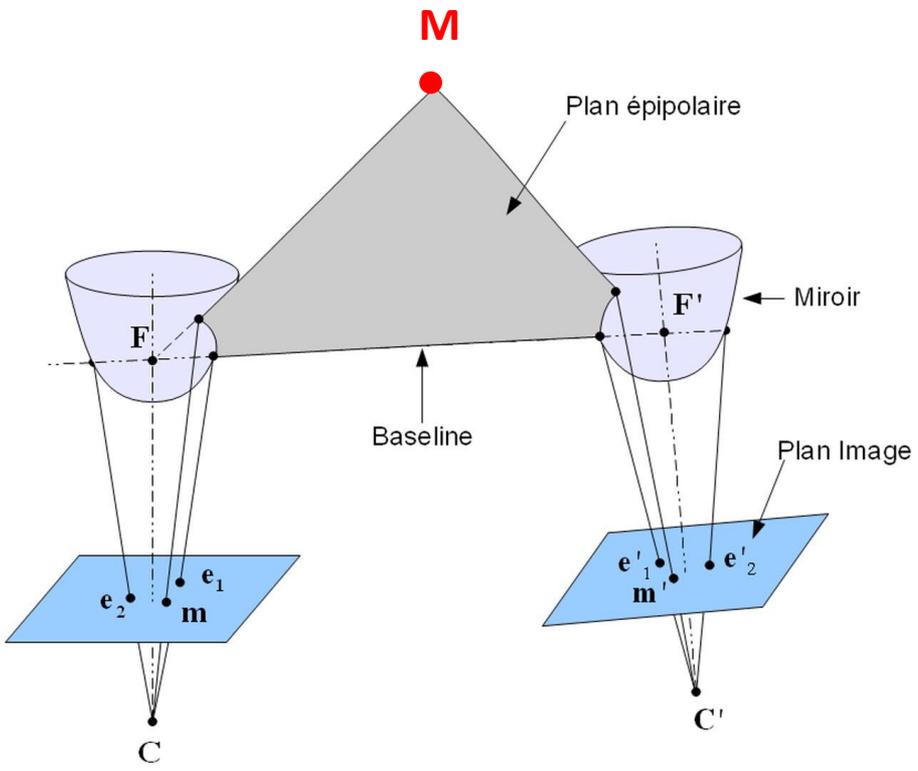


STEREOVISION OMNIDIRECTIONNELLE



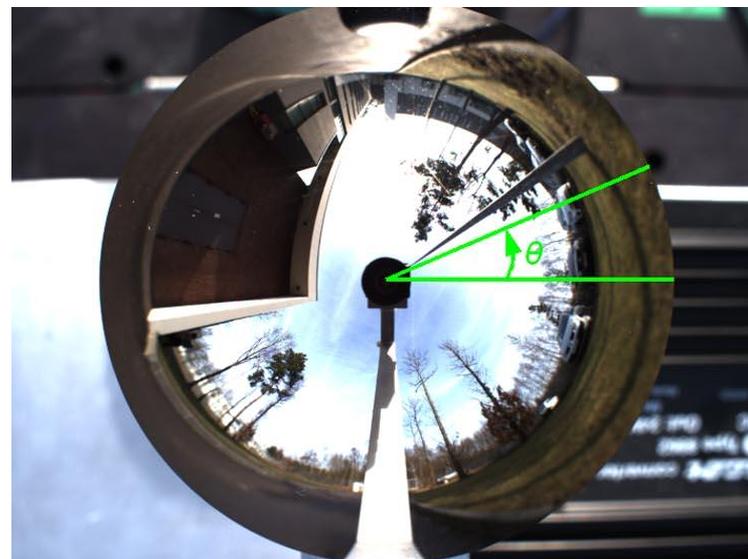
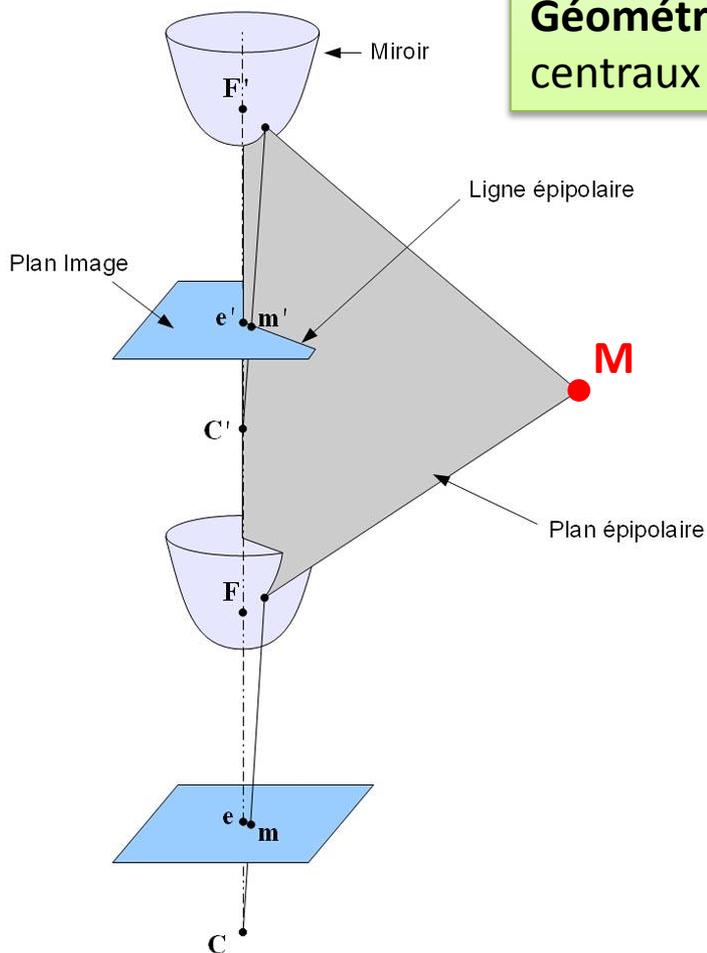
STEREOVISION OMNIDIRECTIONNELLE

Géométrie épipolaire : capteurs catadioptriques centraux

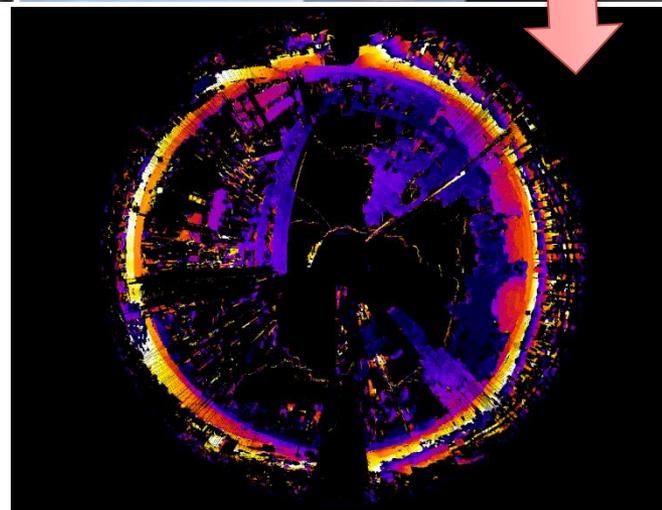
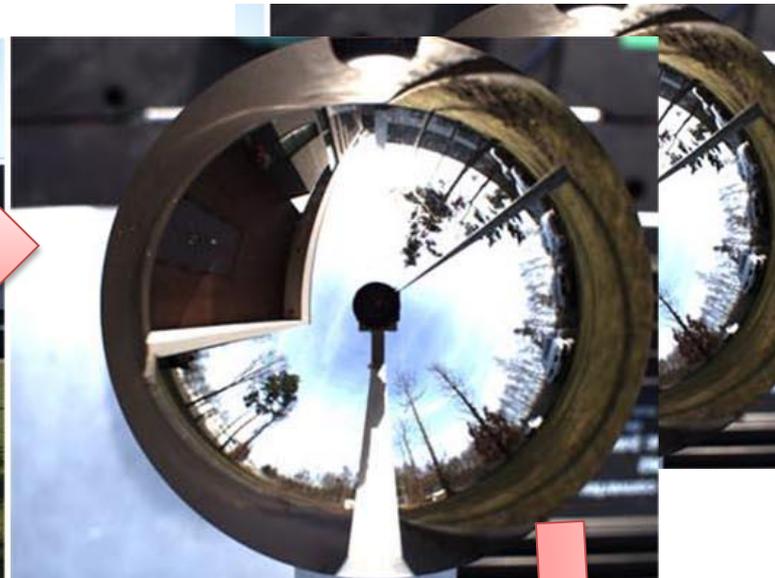


STEREOVISION OMNIDIRECTIONNELLE

Géométrie épipolaire sur capteurs catadioptriques centraux : configuration verticale



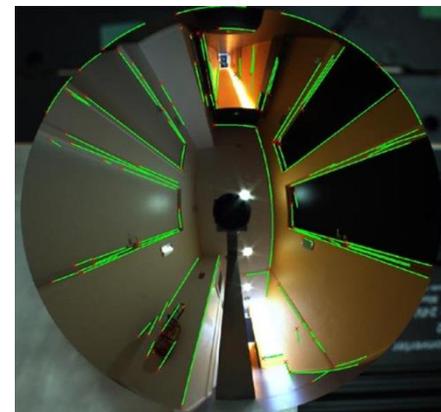
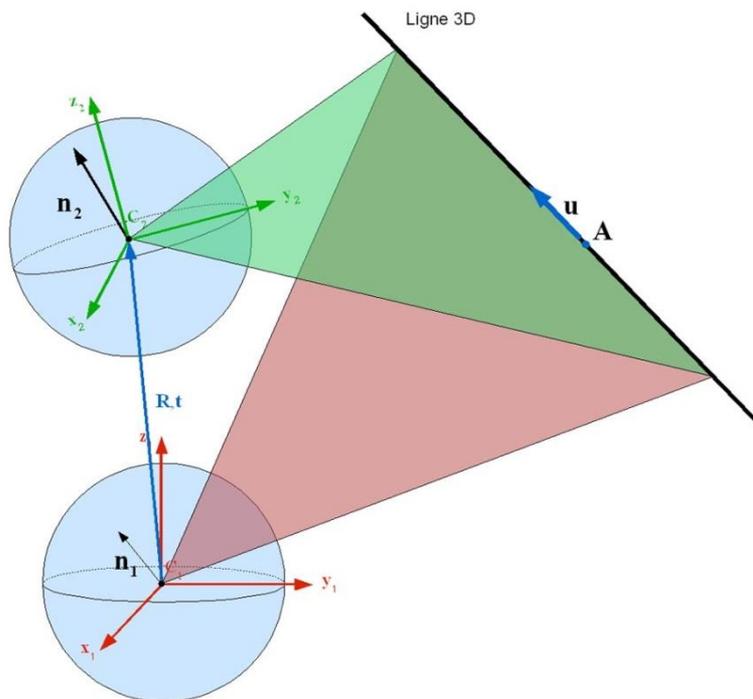
CONTRIBUTIONS : RECONSTRUCTION DE POINTS 3D



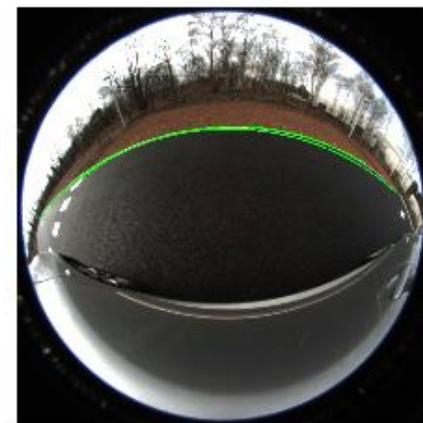
Carte de disparité

- Prise en compte de la couleur dans l'appariement
 - Programmation dynamique
- (BOUTTEAU 2008)

CONTRIBUTIONS : RECONSTRUCTION DE DROITES 3D



Détection dans un couloir

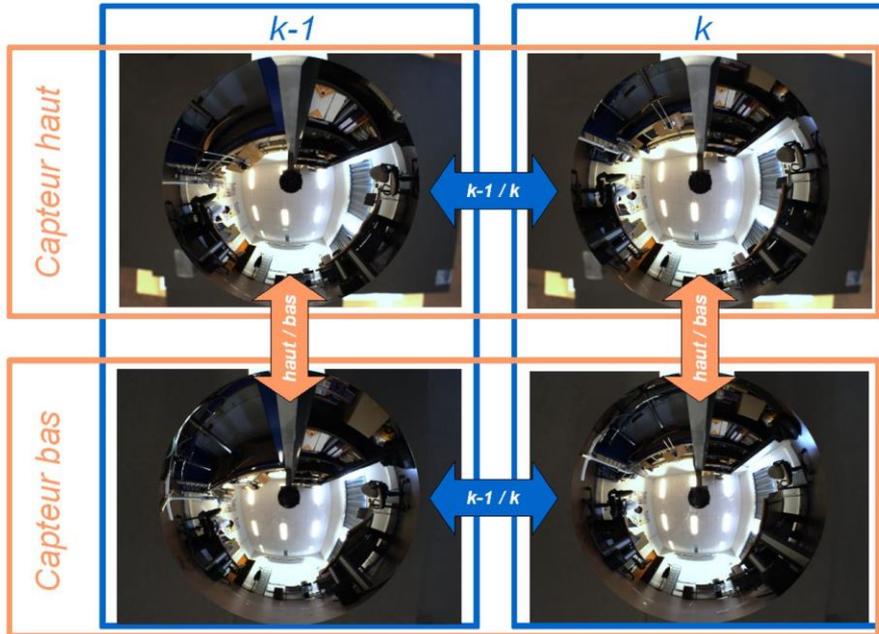


Détection de bords de voies

- Reconstruction de droites par stéréovision omnidirectionnelle
- Applicable à plusieurs scénarios (navigation indoor, détection de bords de voies)

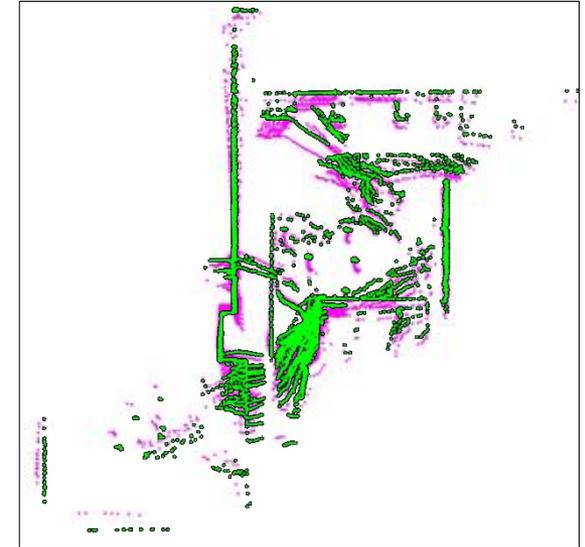
(BOUTTEAU 2008 ; BOUTTEAU 2013)

UTILISATION DU MOUVEMENT DU CAPTEUR (STRUCTURE FROM MOTION)



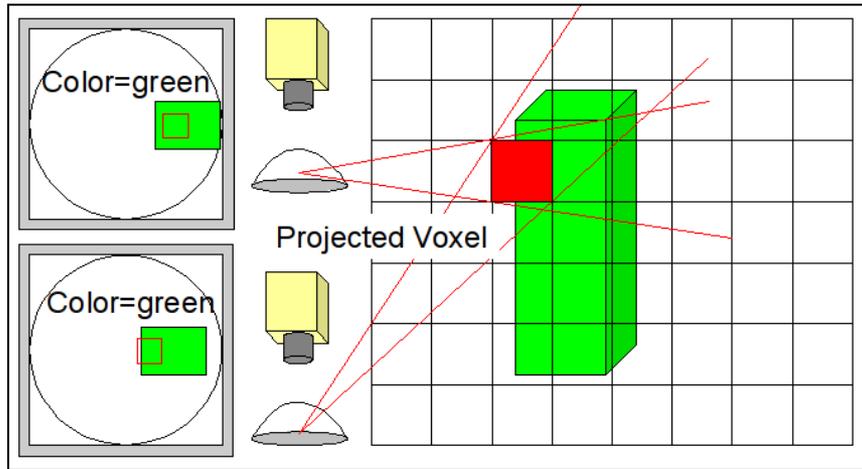
- Initialisation du calcul de la matrice essentielle en utilisant la stéréovision
- Ajustement de faisceaux sur images omnidirectionnelles

(BOUTTEAU, 2006)



Comparaison LIDAR / SFM
parcours de 40m ; erreur
entre 2 poses = $12\text{cm} \pm 7 \text{ S.D.}$

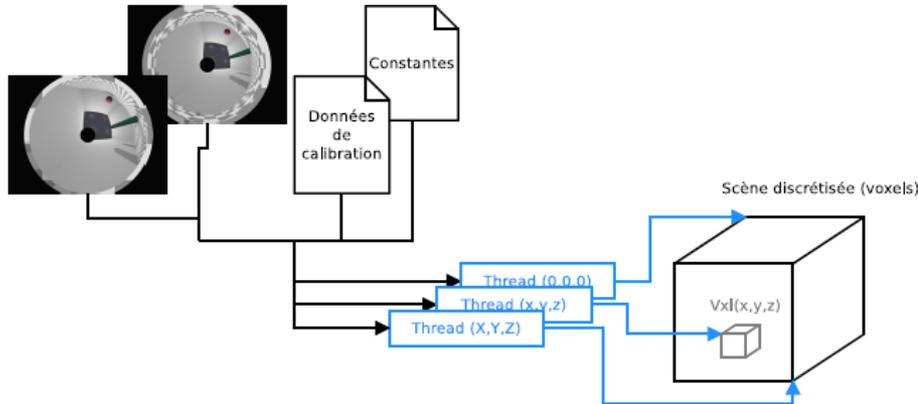
RECONSTRUCTION VOXELIQUE



Test de photoconsistance et Voxel coloring



Reconstruction dense temps réel



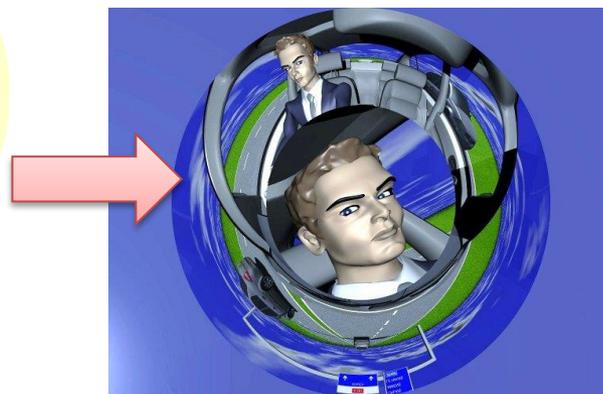
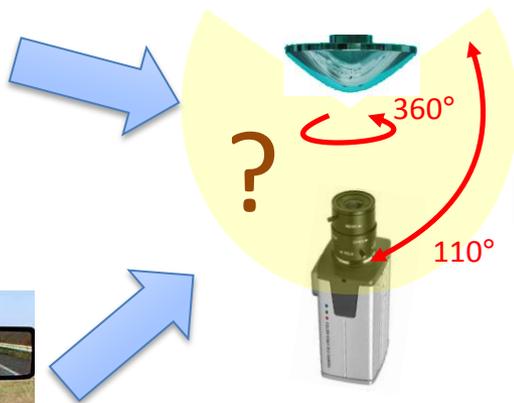
Parallélisation sur architecture de calcul massivement parallèle GPU

- Reconstruction voxelique par vision omnidirectionnelle
- Implémentation sur GPU (ROSSI 2009)

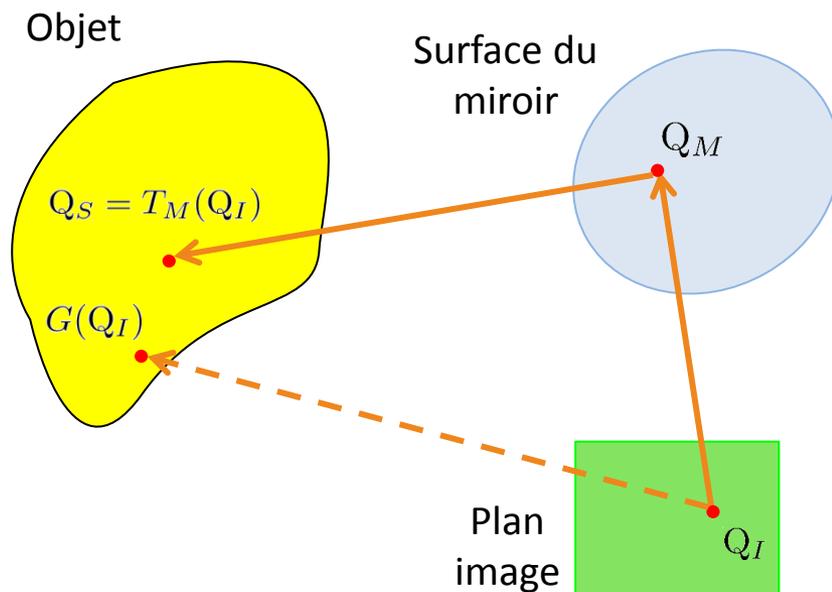
CONCEPTION D'UN CAPTEUR CATADIOTRIQUE DOUBLE MIROIR A PROJECTION PRESCRITE

Etude d'un capteur de vision monoculaire permettant l'observation simultanée du conducteur et de la scène de conduite

(collaboration avec le Laboratoire de Psychologie de la Conduite de l'IFSTTAR)



CONCEPTION D'UN CAPTEUR CATADIOTRIQUE DOUBLE MIROIR A PROJECTION PRESCRITE



Trouver M tel que :
 $T_M = G$

- ➔ Pas de solutions exactes
- ➔ Méthodes d'approximation
- ❑ **Analytique**
Surface fixe (Hicks 2001)
Champs de vecteur (Hicks 2004)
- ❑ **Maillage 3D** (Swaminathan 2003)

Principales contributions



Comparaison de méthodes

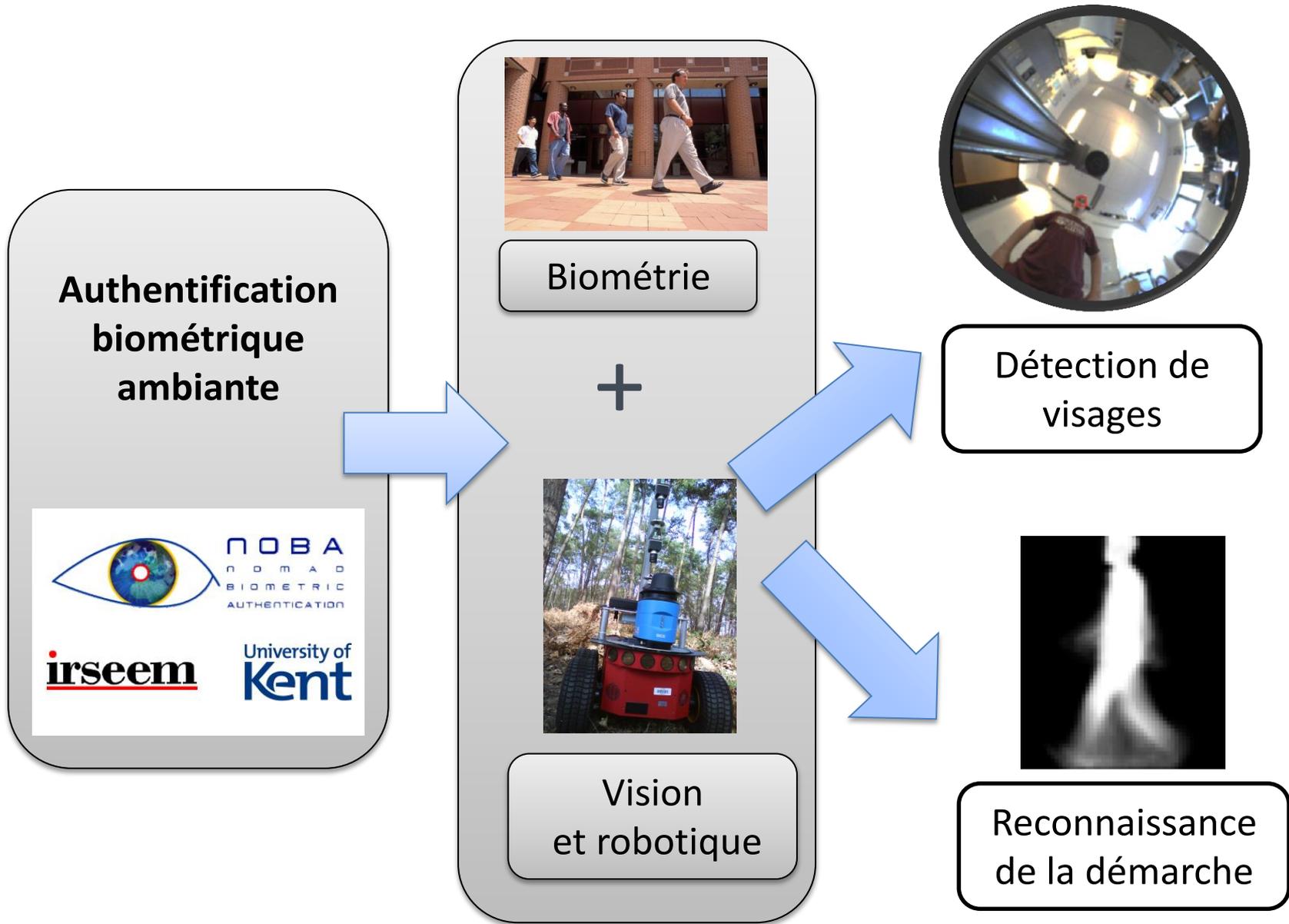
Surface fixe

Champ de vecteur

Calibration

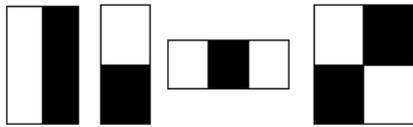
AAM pour le suivi du visage et du regard

MACHINE LEARNING SUR IMAGES OMNI : CONTEXTE

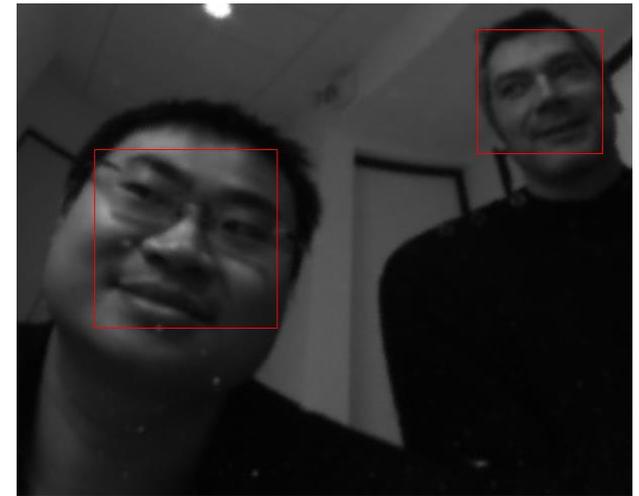


DETECTION DE VISAGES SUR IMAGES OMNIDIRECTIONNELLES

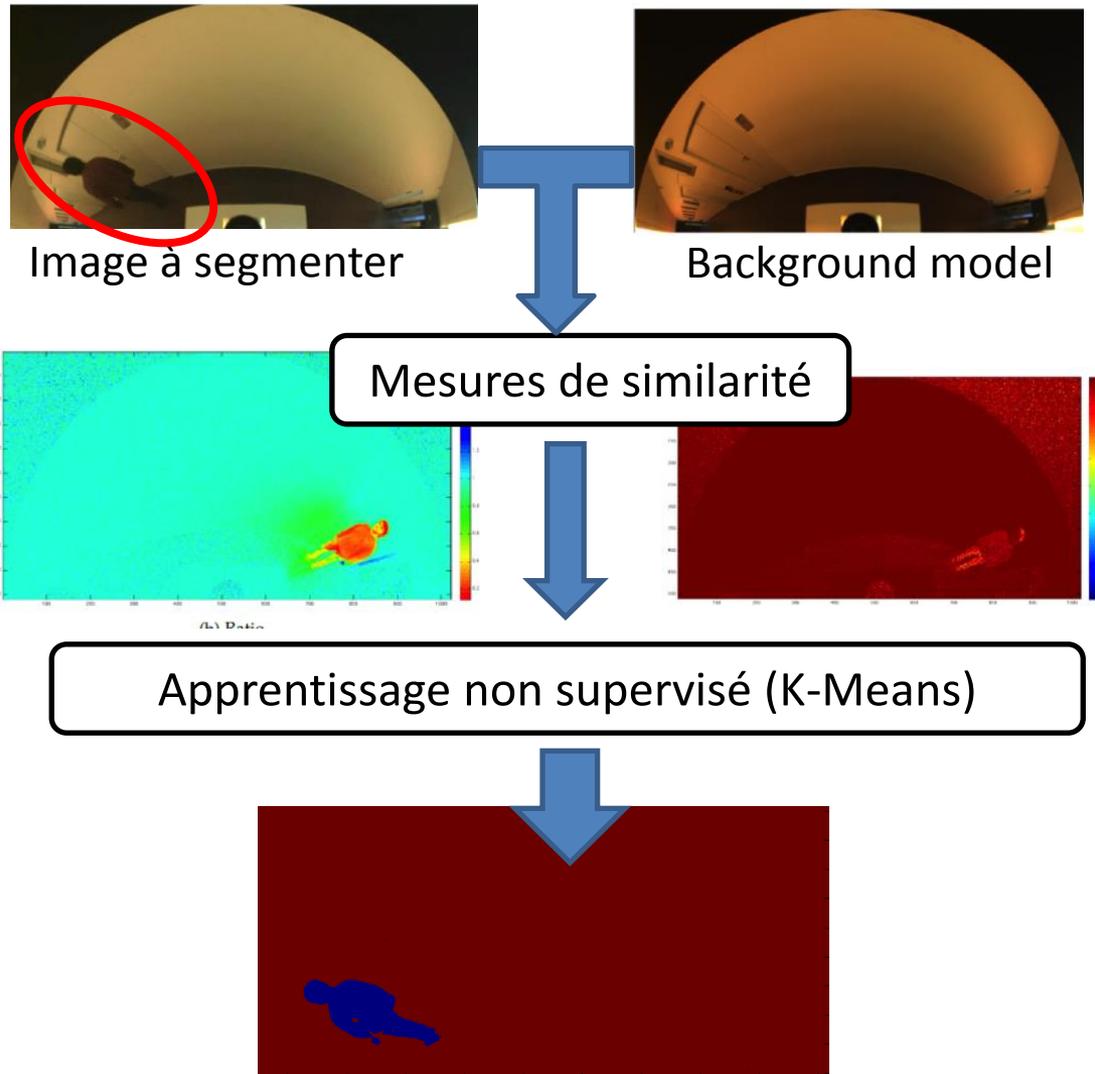
- Traitement sans dépliement d'images
- Amélioration de détecteur de Viola-Jones (descripteurs polygonaux, variantes Adaboost)
- Amélioration du taux de détection par rapport à une approche par dépliement



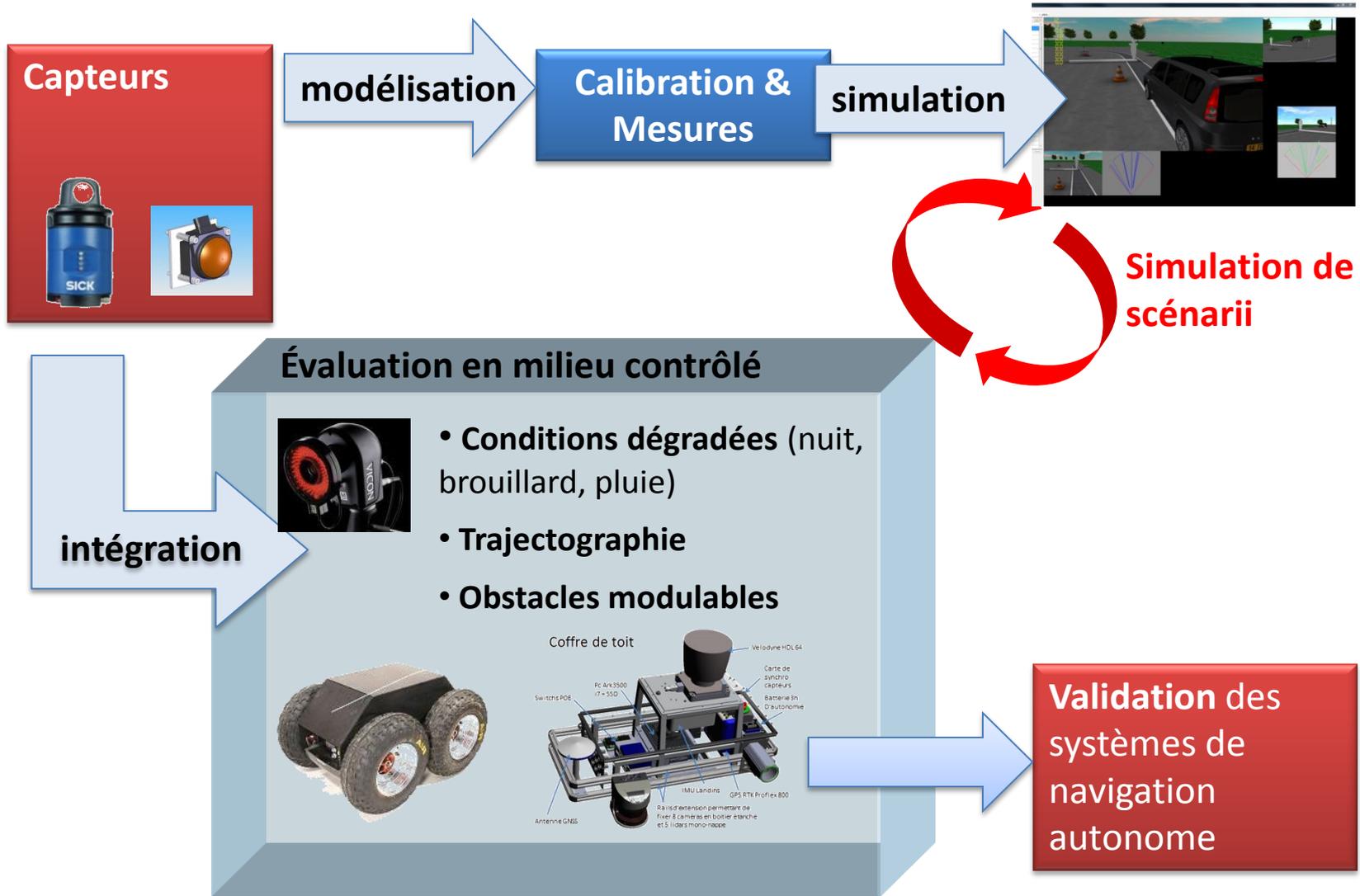
Les attributs de Haar



EXTRACTION DE SILHOUETTES SUR IMAGES OMNIDIRECTIONNELLES



PLATEFORME NAVIGATION AUTONOME



1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

**4. FOCUS SUR LA VISION
OMNIDIRECTIONNELLE**

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES

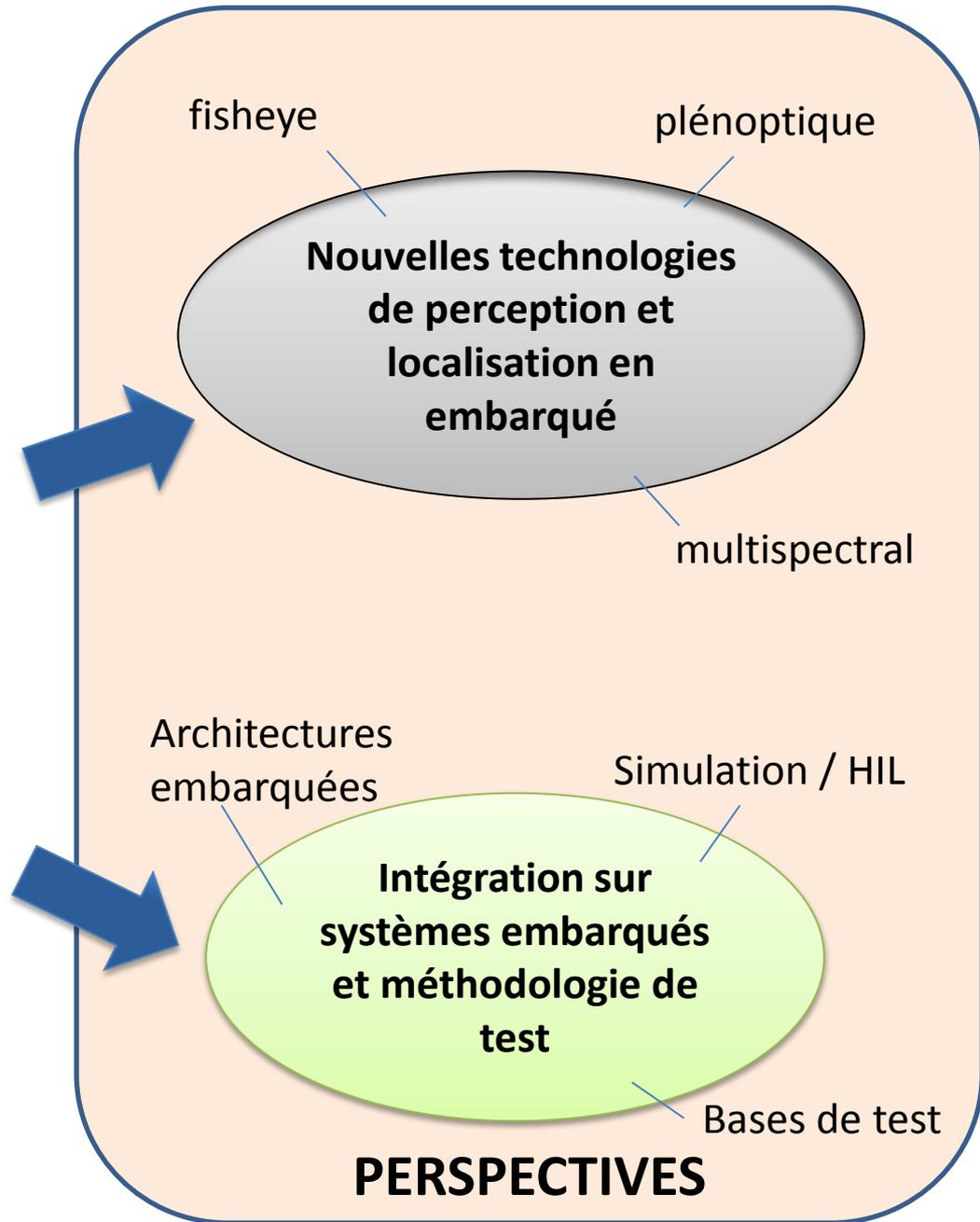
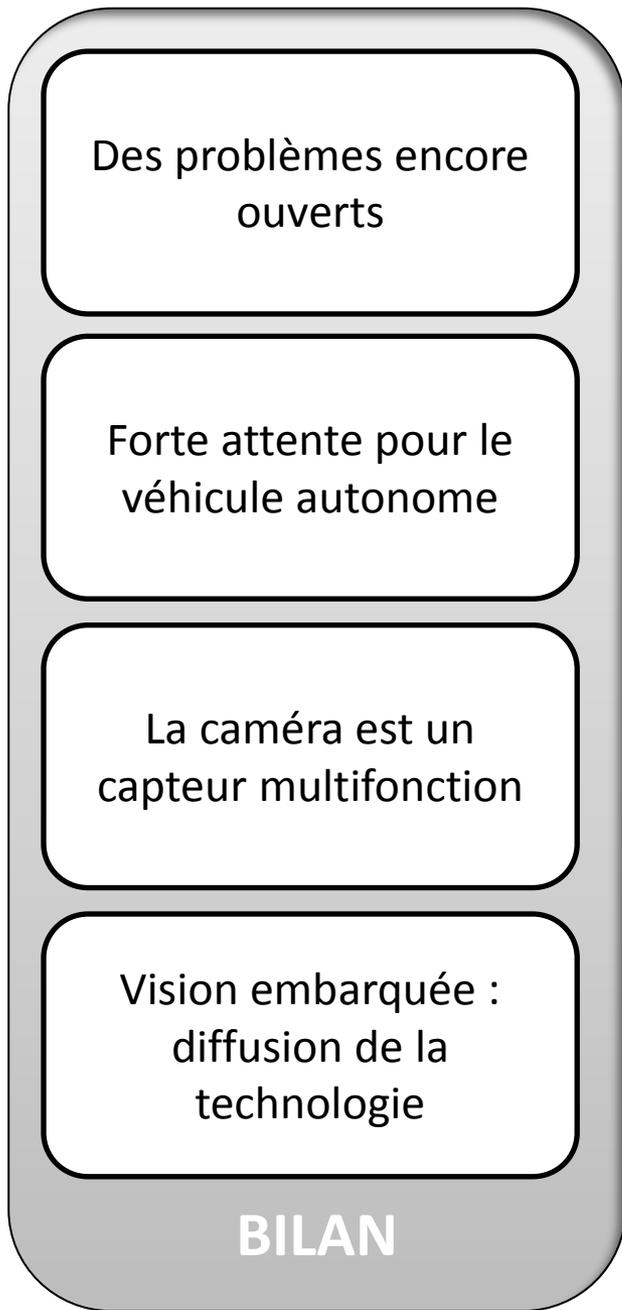
1. LE VEHICULE AUTONOME : CONTEXTE ET ENJEUX

2. LES SOLUTIONS BASEES VISION DÉJÀ DEPLOYEES DANS LE VEHICULE

3. ACTIVITES DE RECHERCHE DE L'IRSEEM

4. FOCUS SUR LA VISION OMNIDIRECTIONNELLE

5. CONCLUSIONS ET ECHANGES



MERCI DE VOTRE ATTENTION