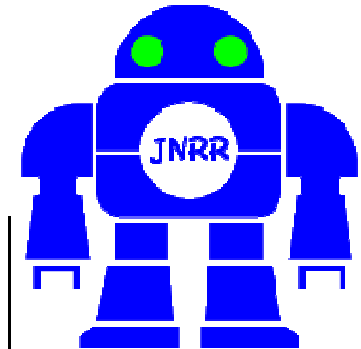


Journées Nationales de la Recherche en Robotique – JNRR
22 octobre 2015



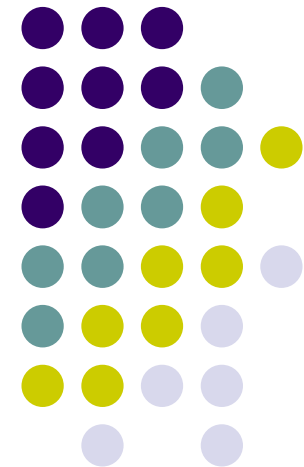
10ème édition

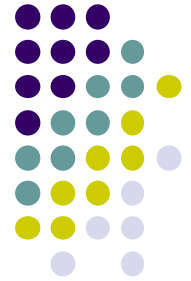
Relevés laser mobiles d'environnements 3D

Robotique, géomatique et nouveaux usages



Pr. François Goulette
MINES ParisTech

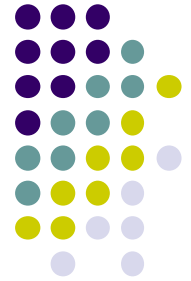




Plan

1. Cartes pour les véhicules autonomes
2. Perception 3D et observation des routes
3. Reconstruction d'environnements 3D
4. Quelles tendances ?

1. Cartes pour les véhicules autonomes



- Véhicules autonomes // Robots mobiles
 - Question duale pour les robots mobiles :
 - Où suis-je ? → localisation
 - Que vois-je? → vision, perception, cartographie



Cartes pour les véhicules autonomes



- Passage à l'échelle :
 - Capteurs de perception pour la cartographie ?
 - Quels besoins pour les véhicules autonomes ?
 - Besoin de précision, productivité...



R2D2



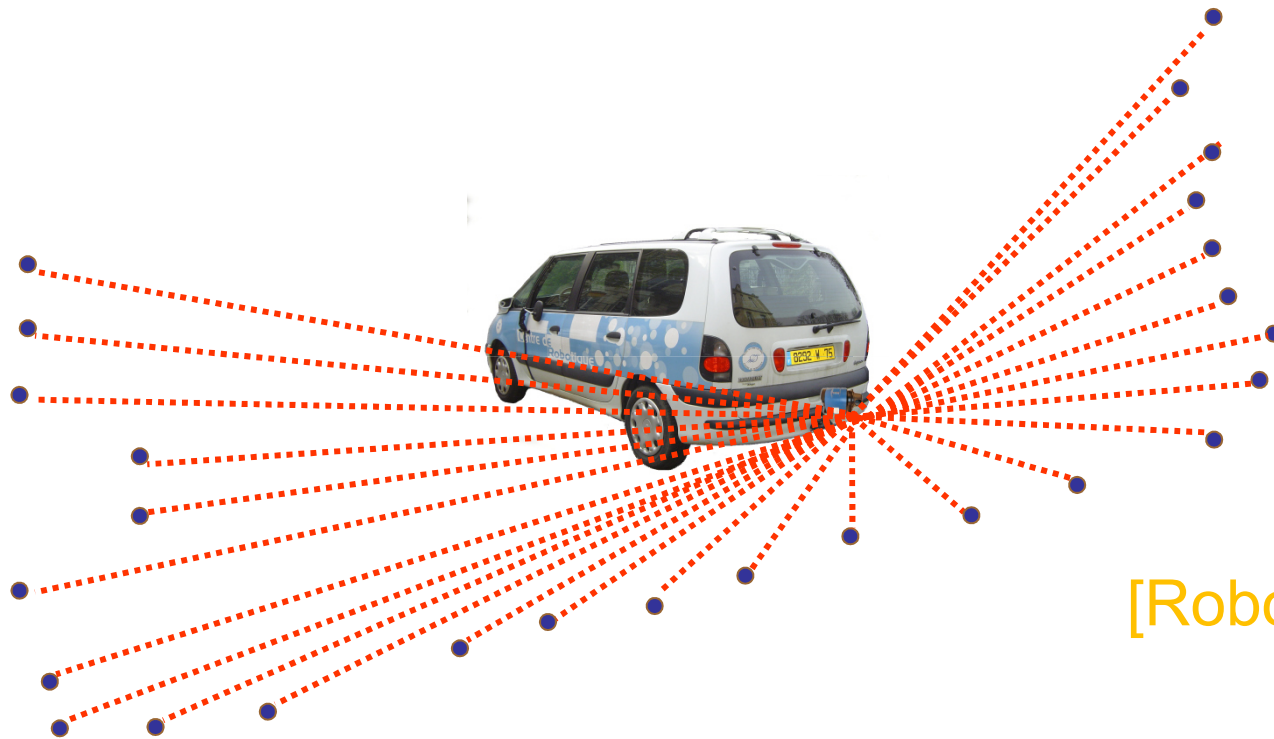
L3D2



Plan

1. Cartes pour les véhicules autonomes
2. Perception 3D et observation des routes
3. Reconstruction d'environnements 3D
4. Quelles tendances ?

Modélisation 3D d'environnements urbains et routiers (2002)



[Robotique]

→ Choix de maintenir et faire évoluer la plateforme

Système Mobile de Cartographie

Le prototype LARA-3D (2002)

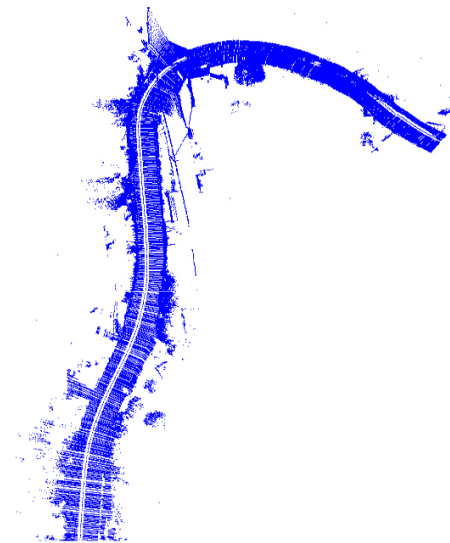
Modèles de routes et sécurité routière



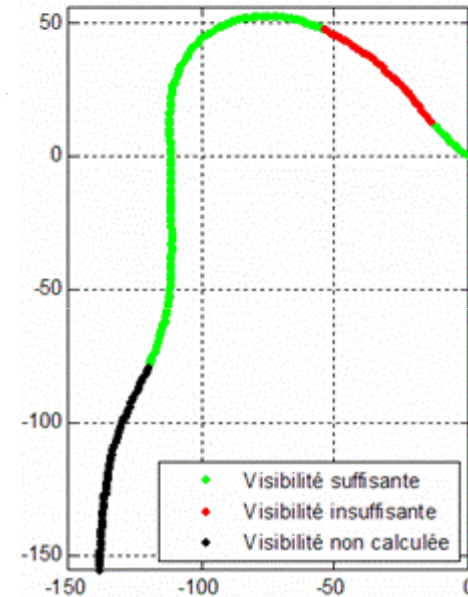
Cartes de visibilité – avec LCPC / LRPC Strasbourg



Image aérienne



Relevé laser - points 3D



Carte calculée [JSI 2006]

Fusion de données multiples (projet Terra Numerica)



Rue Soufflot, Paris

Points 3D couleur : Données LARA-3D (CAOR)

Gris : MNS (IGN)

Systèmes Mobiles de Cartographie ?



- Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

- Villes en 3D...
- GPS, bases de données routières
- Collecte d'informations

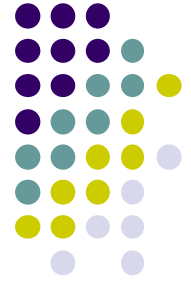


- Systèmes Mobiles de Cartographie
(*Mobile Mapping Systems*)

Musée du Louvre en 3D

[Géomatique]

- Compromis entre acquisitions aéroportées et terrestres fixes
- Images (TeleAtlas, Google Car)
- LiDAR ... → géométrie 3D
- Terrestres, aériens (drones)...



Plan

1. Cartes pour les véhicules autonomes
2. Perception 3D et observation des routes
3. Reconstruction d'environnements 3D
4. Quelles tendances ?

Numérisation précise : projet TerraMobilita

www.terramobilita.fr



De l'utilité de la **3D précise** avec systèmes mobiles...

- Buts :
 - Cartographies 3D de voirie urbaine : relevé laser mobile avec une **précision centimétrique**
 - Applications et services : gestion et entretien de l'espace public, mobilité et circulations douces, accessibilité PMR

- 8 Partenaires



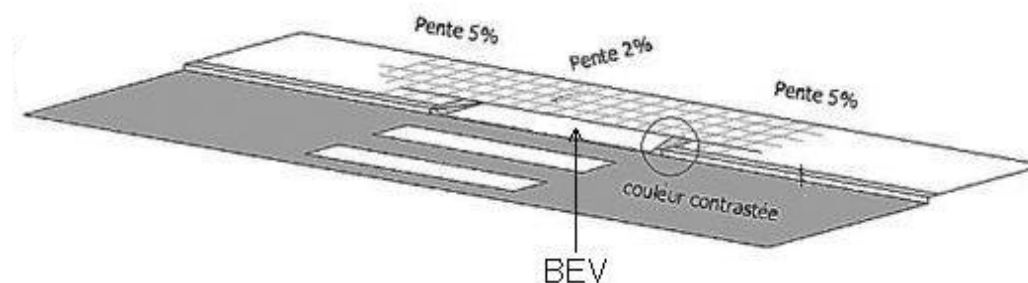
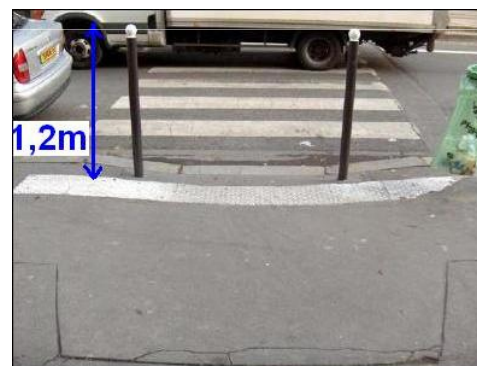
- MINES ParisTech

- Centre de Robotique (CAOR) : acquisition de données précises
- Centre de Morphologie Mathématique (CMM) : traitement sémantique

Applications des relevés 3D urbains précis



- **Applications et services** exploitant ces informations 3D sur l'espace public :
 - **Gestion et entretien de l'espace public**
 - **Mobilité et circulations douces** (piétons, roulettes...)
 - **Accessibilité PMR** (contexte loi 2005)

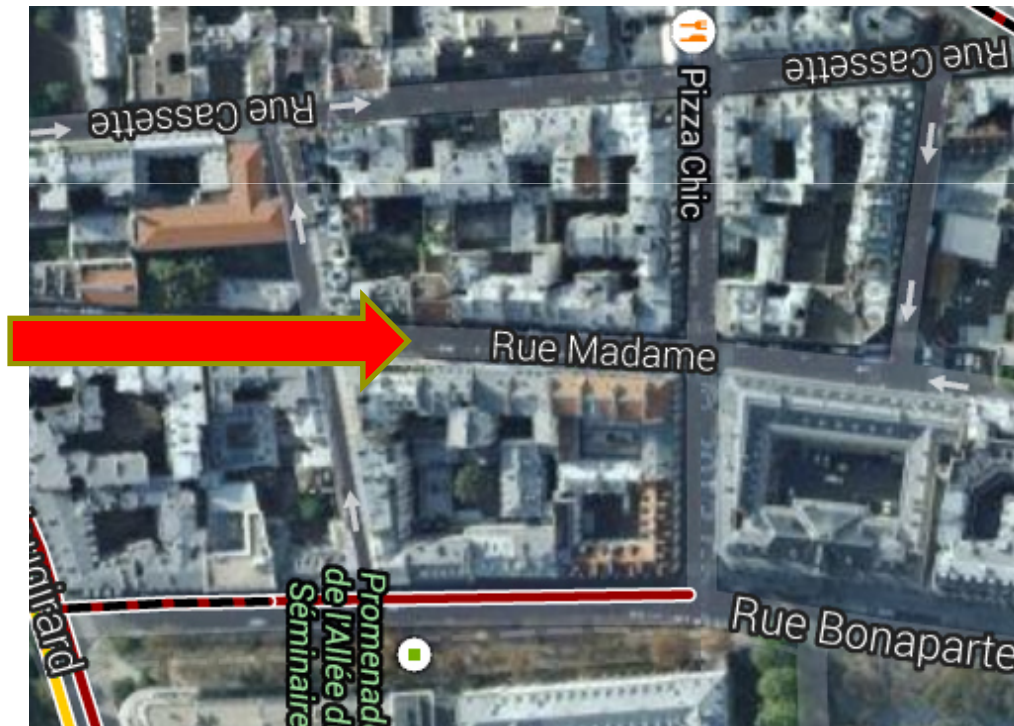


Nouvelle plateforme L3D2: Velodyne



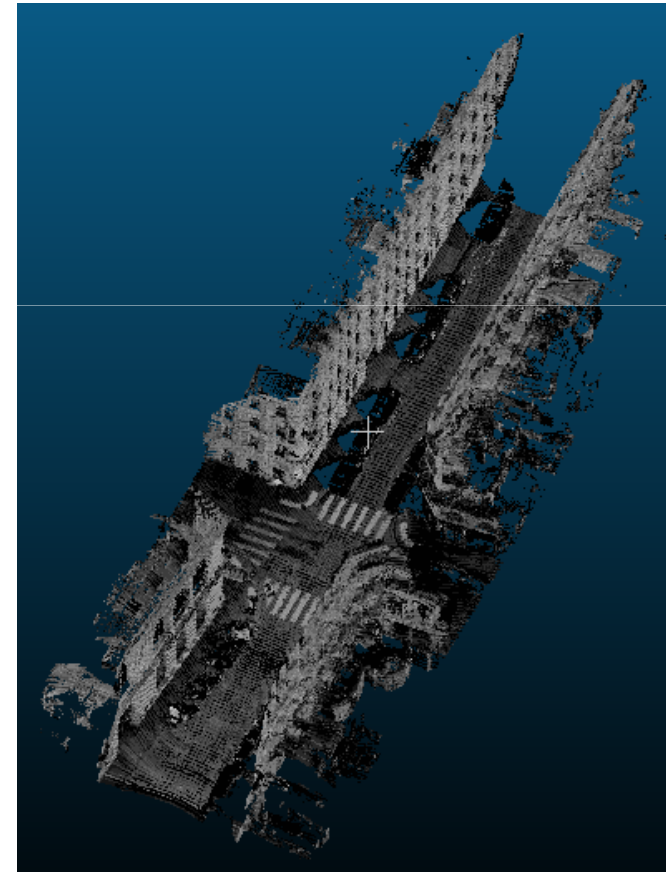
Véhicule L3D2

- Localisation par fusion de capteurs (GPS, centrale inertielle, odomètre)
- LiDAR Velodyne HDL-32E (700 000 pts/s)



Vidéo Dijon

Video Montbéliard



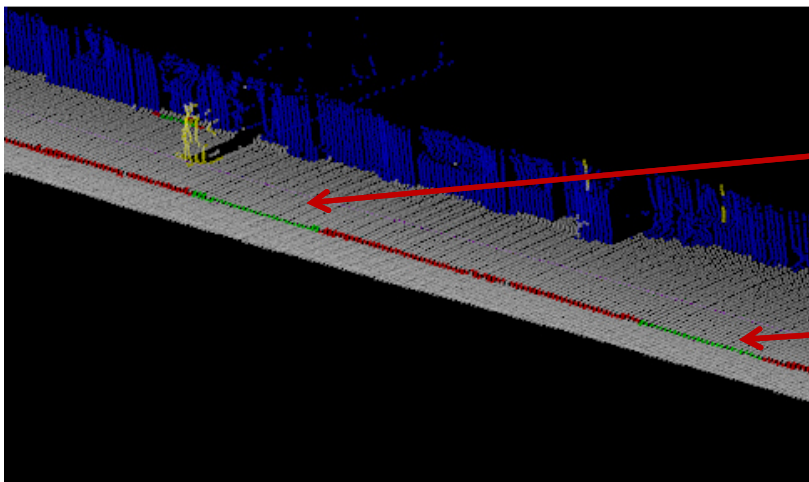
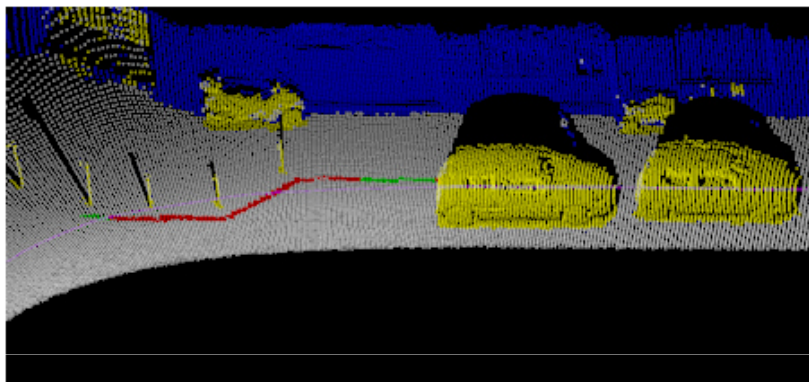
10 Mpts / 75 m

Accessibilité des trottoirs

(MINES ParisTech / CMM)

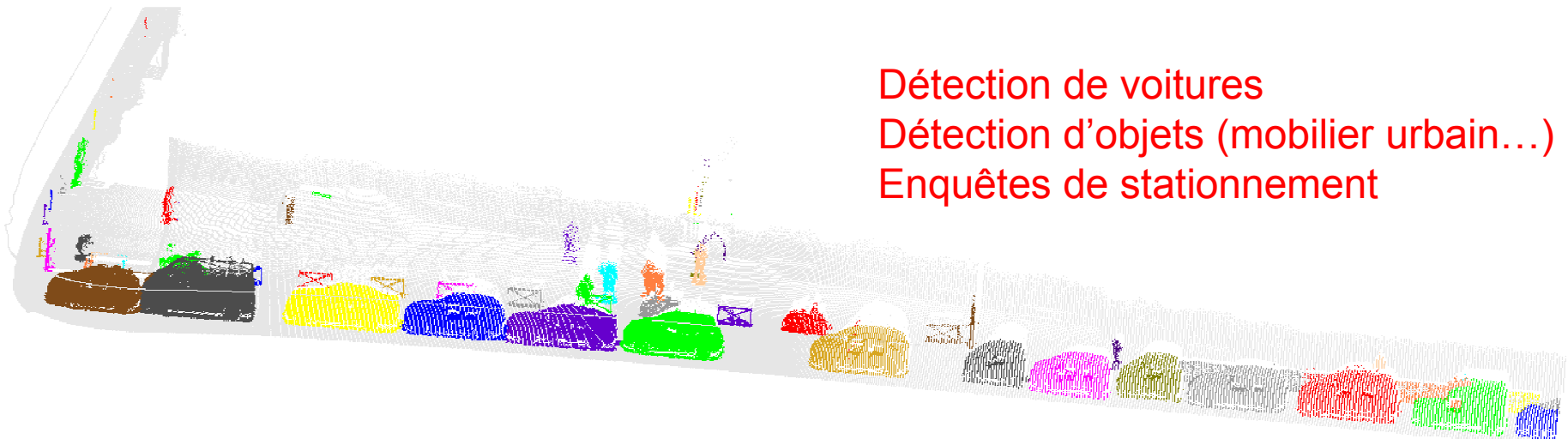
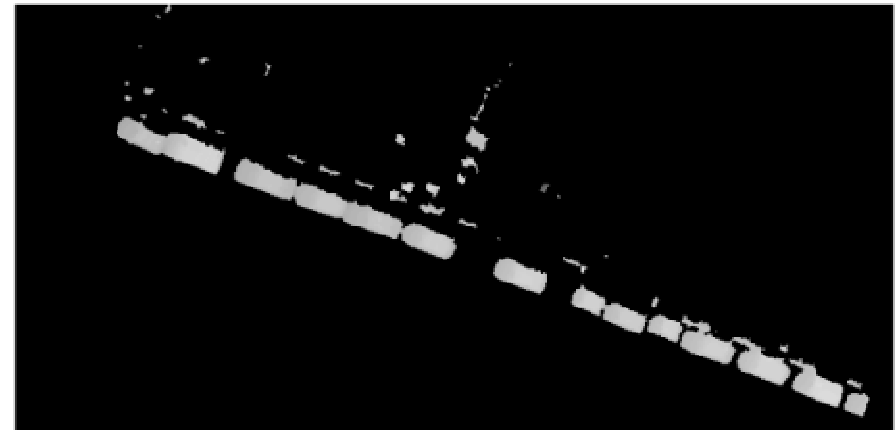
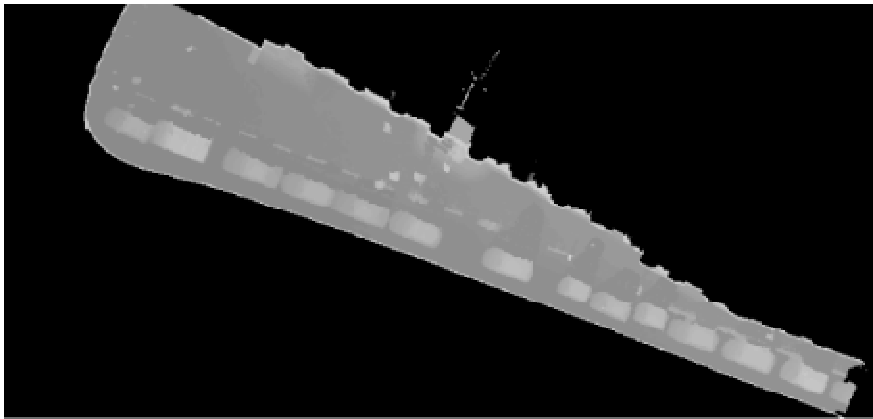


— trottoir accessible
— Trottoir inaccessible



A. Serna and B. Marcotegui. « **Urban accessibility diagnosis from mobile laser scanning data** »
ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (2013)

Classification et segmentation d'objets 3D (MINES ParisTech / CMM)



Détection de voitures

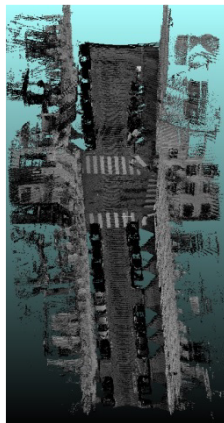
Détection d'objets (mobilier urbain...)

Enquêtes de stationnement

Routes et simulateurs de conduite : projet SIMVIR



De l'utilité de l'**automatisation de la production** par la 3D mobile ...



Numérisation de route
par système mobile
et génération de modèle

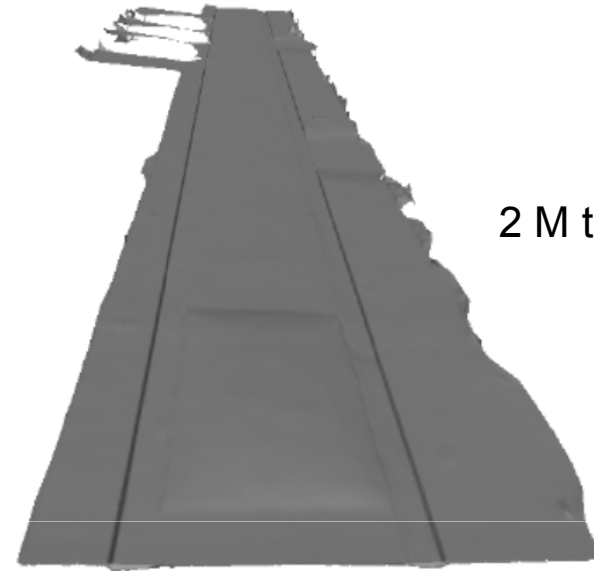


Environnement Virtuel pour simulateur © OKTAL

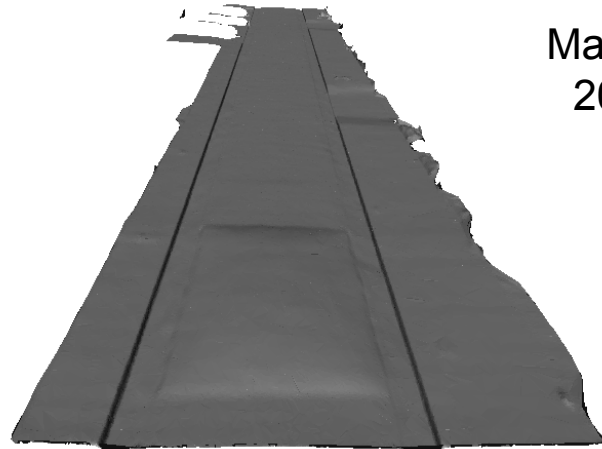
Scalabilité & Préservation des Détails



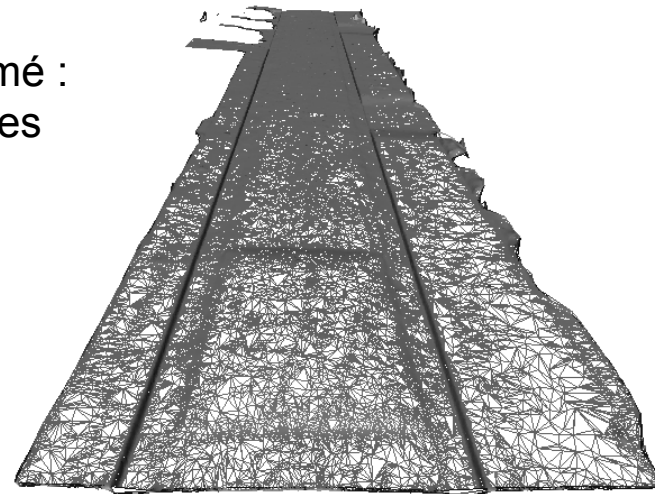
rue Cassette, Paris

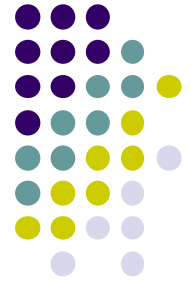


2 M triangles



Maillage décimé :
200 k triangles





Plan

1. Cartes pour les véhicules autonomes
2. Perception 3D et observation des routes
3. Reconstruction d'environnements 3D
4. Quelles tendances ?



3. Tendances - techniques

- Acquisition :
 - démocratisation (quantité, qualité)
 - photo / laser
- Traitement des données : Big Data
- Normalisation : CityGML, etc.
 - Grand Lyon février 2015, ouverture Open Data de modèles CityGML
- Visualisation directe des nuages de points ?

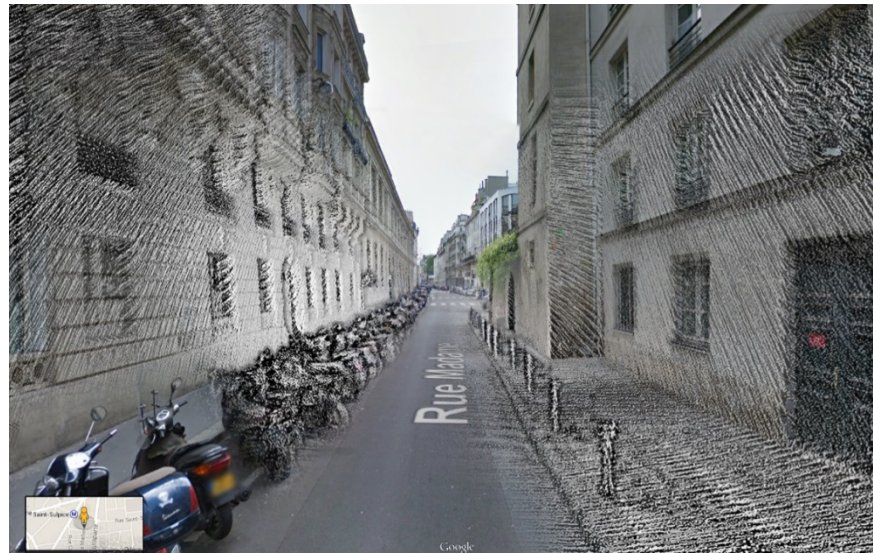
Video Hôtel Vendôme MINES ParisTech

Visualisation interactive géo-localisée de nuages de points



1^{er} Prototype

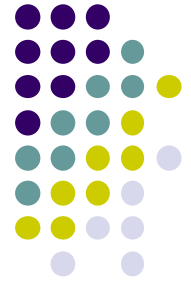
- Localisation par GPS
- Exploration interactive
- Statique
- En déplacement :
Vitesse : 60 km/h



Améliorations possibles :

- Ajout des couleurs, qualité de rendu
- Support tablette
- Visualisation d'obstacles, de piquets réels ou virtuels
- Vitesse

Video Alpes Haute Provence



3. Tendances - applications

- Collectivités territoriales :

- Maturité



Spin-off de MINES
ParisTech
Créée au 1^{er} octobre

- Building Information Models

- Ferroviaire...

- **Conduite autonome // Robotique**



MERCI