

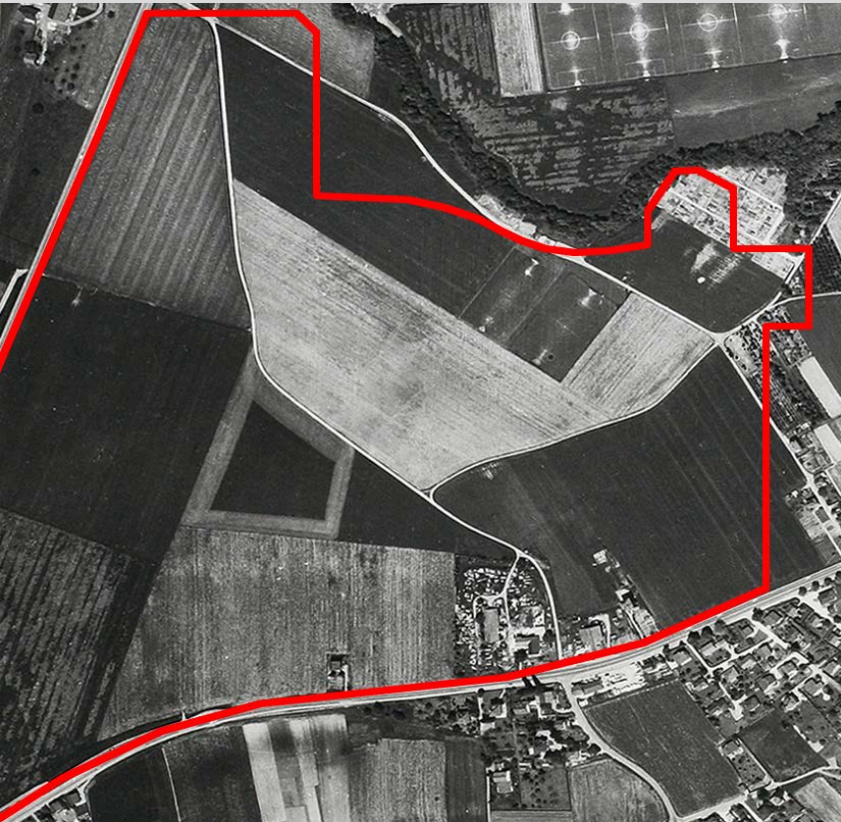


Ecole Polytechnique  
Fédérale de Lausanne

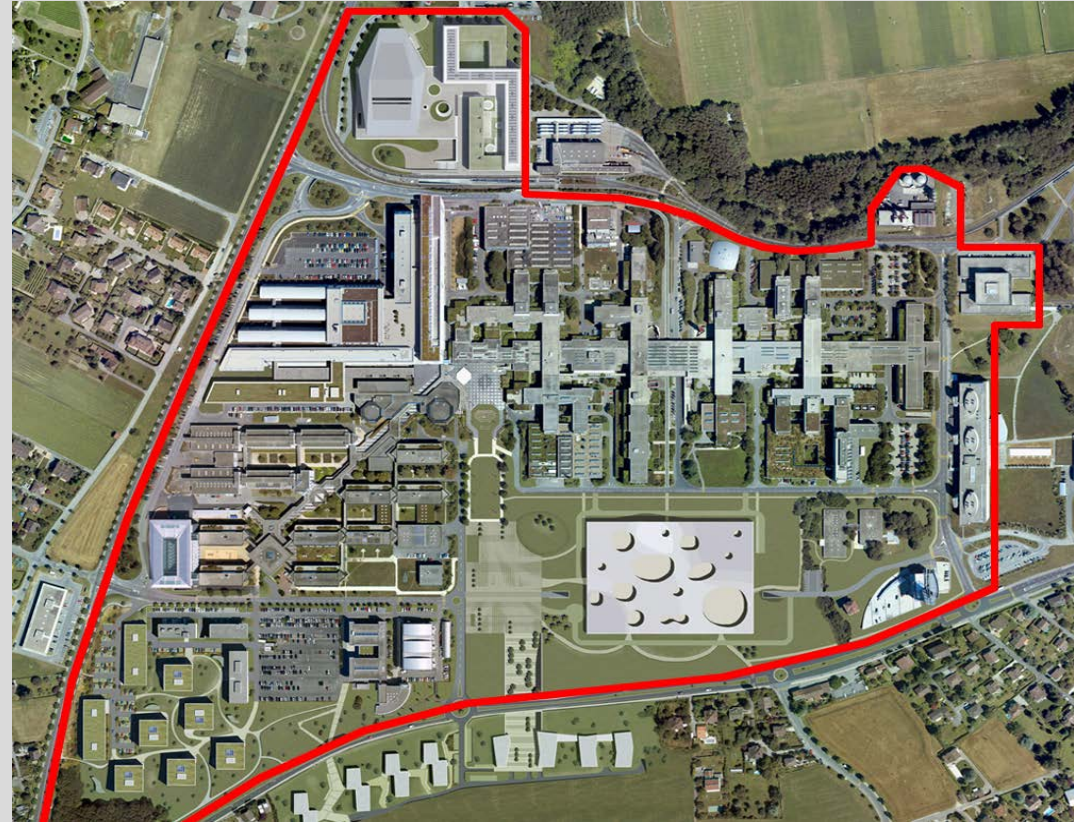
NAVIA – Navette automatique

# Un développement très rapide (1969-2013)

1969 ...



2013 > 54 hectares > env 561'800 m<sup>2</sup> de locaux



# Construction du campus lausannois



Septembre 2013

516 logements

Logements



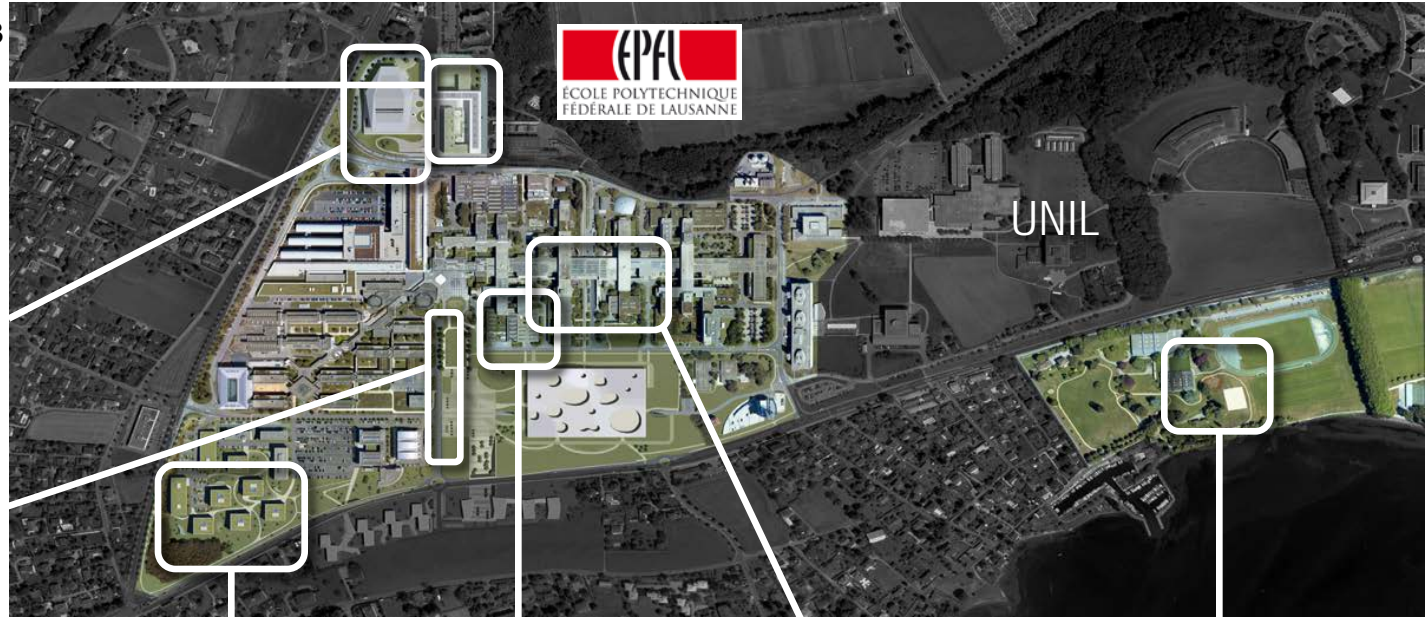
Avril 2014

Swiss Tech Convention Center



2015

Pavillons Montreux Jazz Lab, Art&Sciences et Welkom



2012

Quartier de l'Innovation



2015

Halles de mécanique  
Centre de neuroprothèses



Non défini

Teaching Bridge



2012

Extension Centre sportif

# Les transports «automatiques» non-terrestres



# Les transports terrestres automatiques: nouveau?

- L'automatisation de certains transports terrestres a déjà faite ses preuves.
- Mais ces systèmes avaient toujours:
  - Un environnement fermé et sécurisé.
  - Un système de guidage robuste.
- **La vraie nouveauté: automatiser des systèmes terrestres, ouverts et sans guidage physique!**



# 5 niveaux d'automatisme dans les voitures



## NIVEAU 0

Contrôle par le chauffeur  
Aucune assistance à aucun moment  
(frein, accélérateur, etc..)



## NIVEAU 2

Automatisation combinée de 2 fonctions (min),  
Exemple: adaptation automatique de la  
vitesse avec contrôle de franchissement  
de lignes blanches



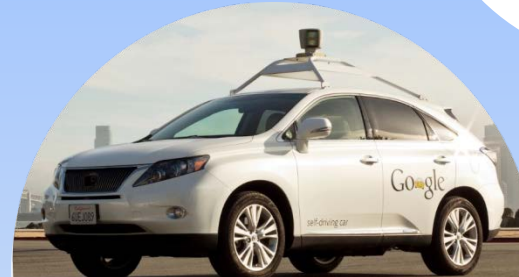
## NIVEAU 4

Conduite totalement automatique



## NIVEAU 1

Assistance limitée, chauffeur garde le  
contrôle. Exemple: assistance au  
freinage, contrôle de  
trajectoires



## NIVEAU 3

Conduite automatique limitée  
Automatisme sur certaines routes, à certaines  
vitesses. Le chauffeur doit reprendre le  
contrôle occasionnellement

# Niveau 3: les Google cars (semi-automatique)



- Les limites actuelles:
  - Le système peut s'arrêter à tout moment...
  - Que certaines routes, max 60km/h.
  - Trop chère pour une voiture individuelle.
  - Nécessite un enregistrement préalable.
- Les contraintes actuelles:
  - A bord: 1 chauffeur + 1 ingénieur.
  - Autorisée dans 4 Etats aux USA.
  - Ne voit pas la signalisation routière.
  - 1'000'000 \$ de caution/voiture.



# Projet européen CityMobil2



## Le projet

But: Prouver la faisabilité de ce type de transports

Consortium: 12 villes et 5 manufacturiers en compétition

Budget : 9'500'000 €

Durée: Septembre 2012 à Août 2016, géré par CTL à Rome



CITIES DEMONSTRATING AUTOMATED ROAD PASSENGER TRANSPORT



# Les 12 villes candidates



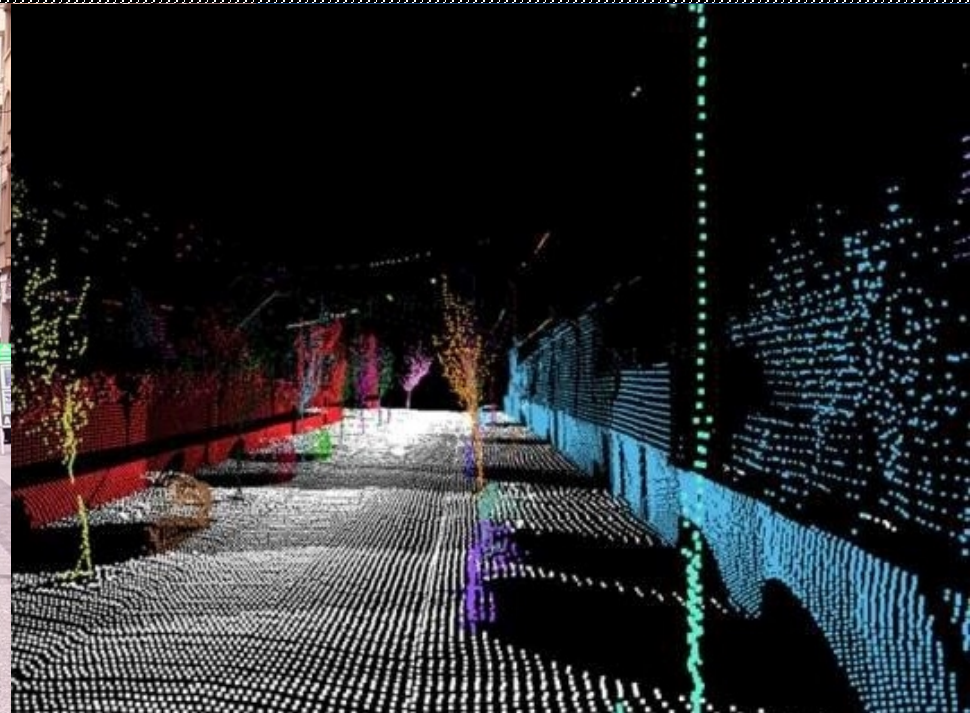
- Sélection des villes en janvier 2014:
  - 5 villes auront une CityDemo de 6 mois avec 6 véhicules.
  - 4 villes auront un showcase de quelques jours.

# Les constructeurs de véhicules

- 2 manufacturiers ont été sélectionnés en juillet 2013:
  - Induct (NAVIA) (Fr) – technologie basée sur des lasers
  - Robosoft (Fr) – technologie basée sur le GPS
- Les constructeurs devaient répondre à plus de 300 critères techniques.
- Des améliorations doivent encore être testées avant février 2014.

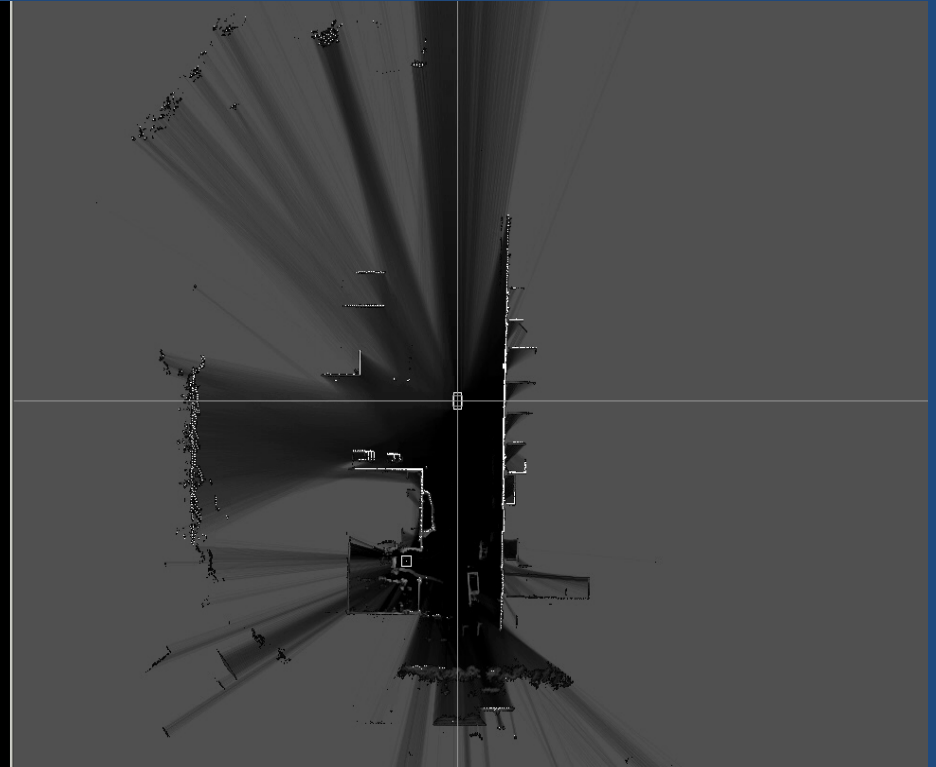


# Niveau 4: Navia - Comment ça fonctionne?



- Fonctionne grâce à 4 - 8 lasers (vision 200m).
  - Nécessite une cartographie de l'environnement.
  - Utilisation comme un ascenseur horizontal.
  - S'arrête ou évite les obstacles.
  - Reconnaît la signalisation routière.
- Spécifications:
    - Usage: transport public
    - Totalement symétrique, bidirectionnelle
    - 15-18 heures d'autonomie, 20-25km/h
    - 8-10 places, y compris 1 chaise roulante

# SLAM: Simultaneous localization and mapping



- Aucun GPS à bord!
- Aucun marquage ou guidage au sol.
- Le SLAM crée une carte en avançant.
- La navette «voit» comme une chauve-souris.
- Le véhicule utilise 2 cartes:
  - Une carte mémorisée.
  - Une carte recrée instantanément.
- Le véhicule compare les cartes 25 fois par seconde.

# La création du circuit – rails virtuels

**Main Menu**

- Load
  - Path Folder D:\SVN\b..
  - File Name MapSave\_..
  - Extension .txt
- Load File
- Create Interest Point
- Create Traffic Light
- Create Xml File V3
- Create Xml File V2
- Create KmlFile
- Save the map
- + Save Parameters
- Reset
- Open/Close Rule Menu
- Open/Close Default Parameters Menu
- Quit

**Information Menu**

Unselected :  
Interest Point: station1

**Options**

- Log Points -
- Grid
- Edge Points
- Side Points

**A partir du SLAM, on crée une 2<sup>ème</sup> carte**

- Les trajectoires et leurs largeurs
- Les arrêts
- Les vitesses et les règles de circulation

# Les systèmes embarqués actuellement

Interface (IHM)



4 - 8 Lasers



3 caméras par côté



Batteries Li-Sulfur



3 PC + électronique



4 roues directionnelles



Sécurité



4 Odomètres



# Les futurs systèmes prévus

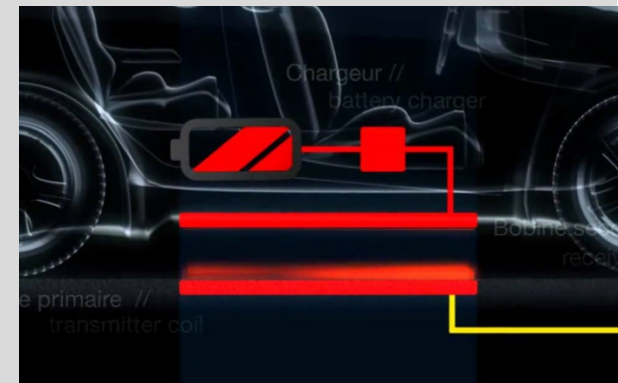
## Communication externe



## Informations internes



## Recharge par induction



## Accès handicapés

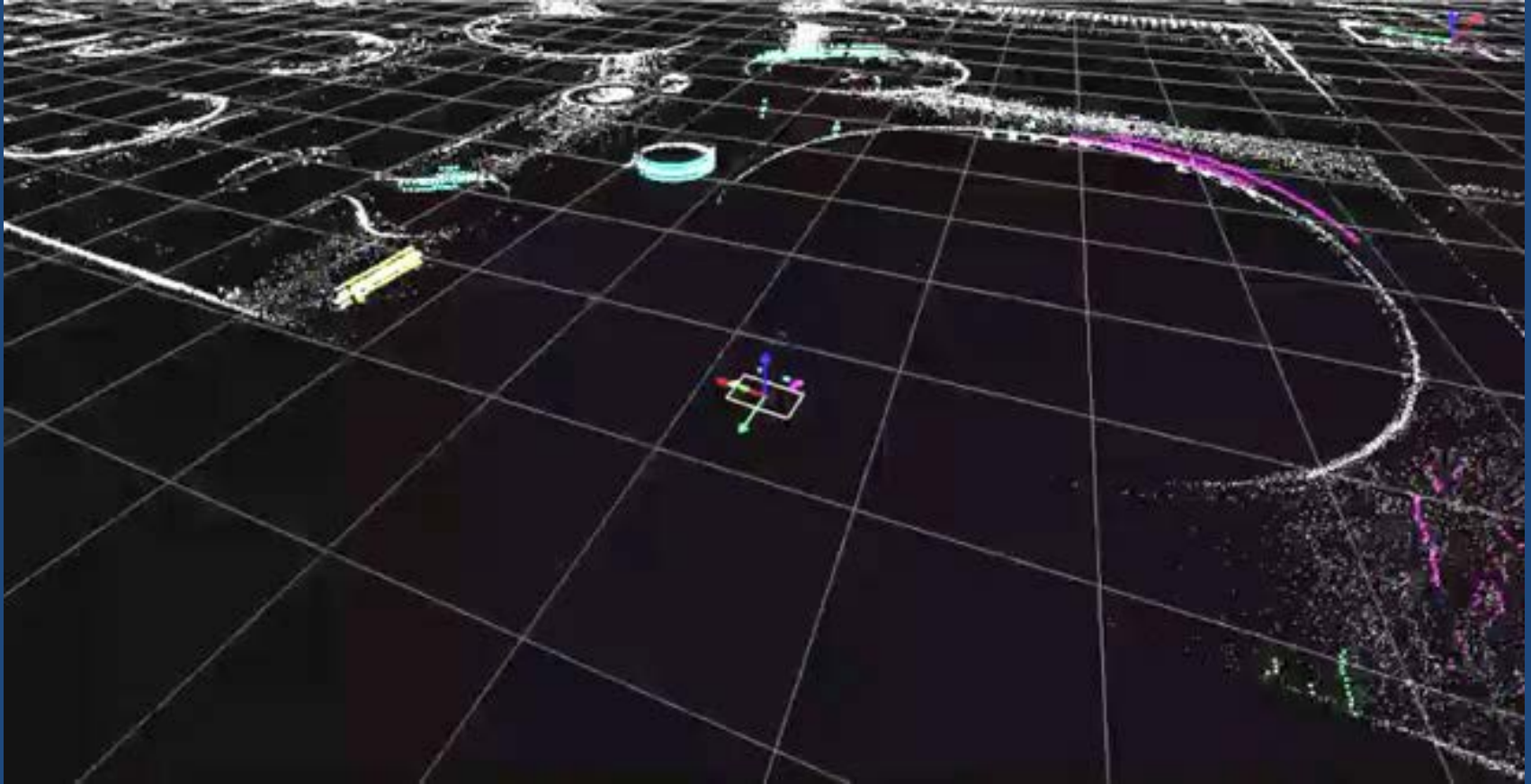


## Caméras de sécurité



## Poste de contrôle

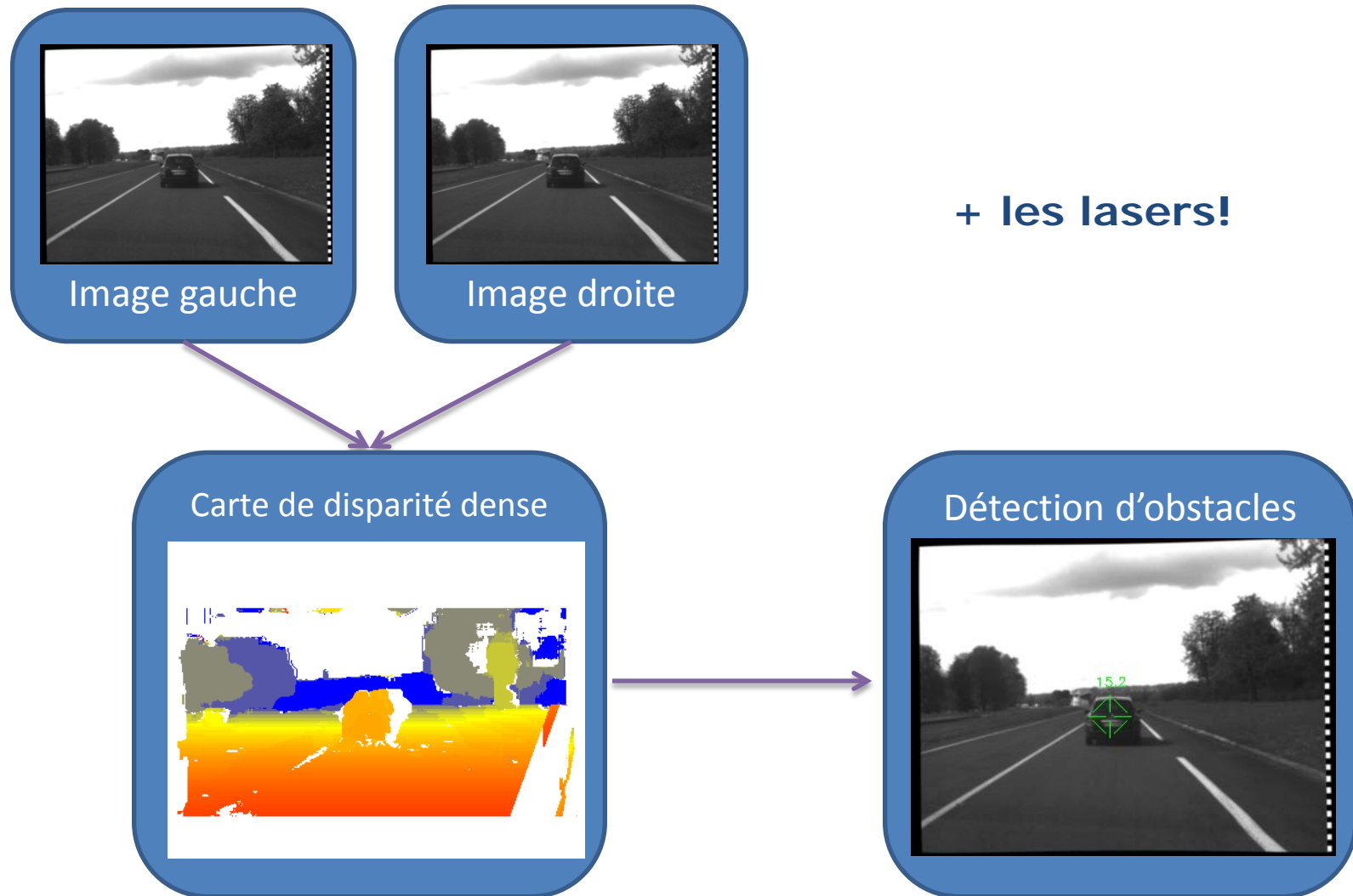




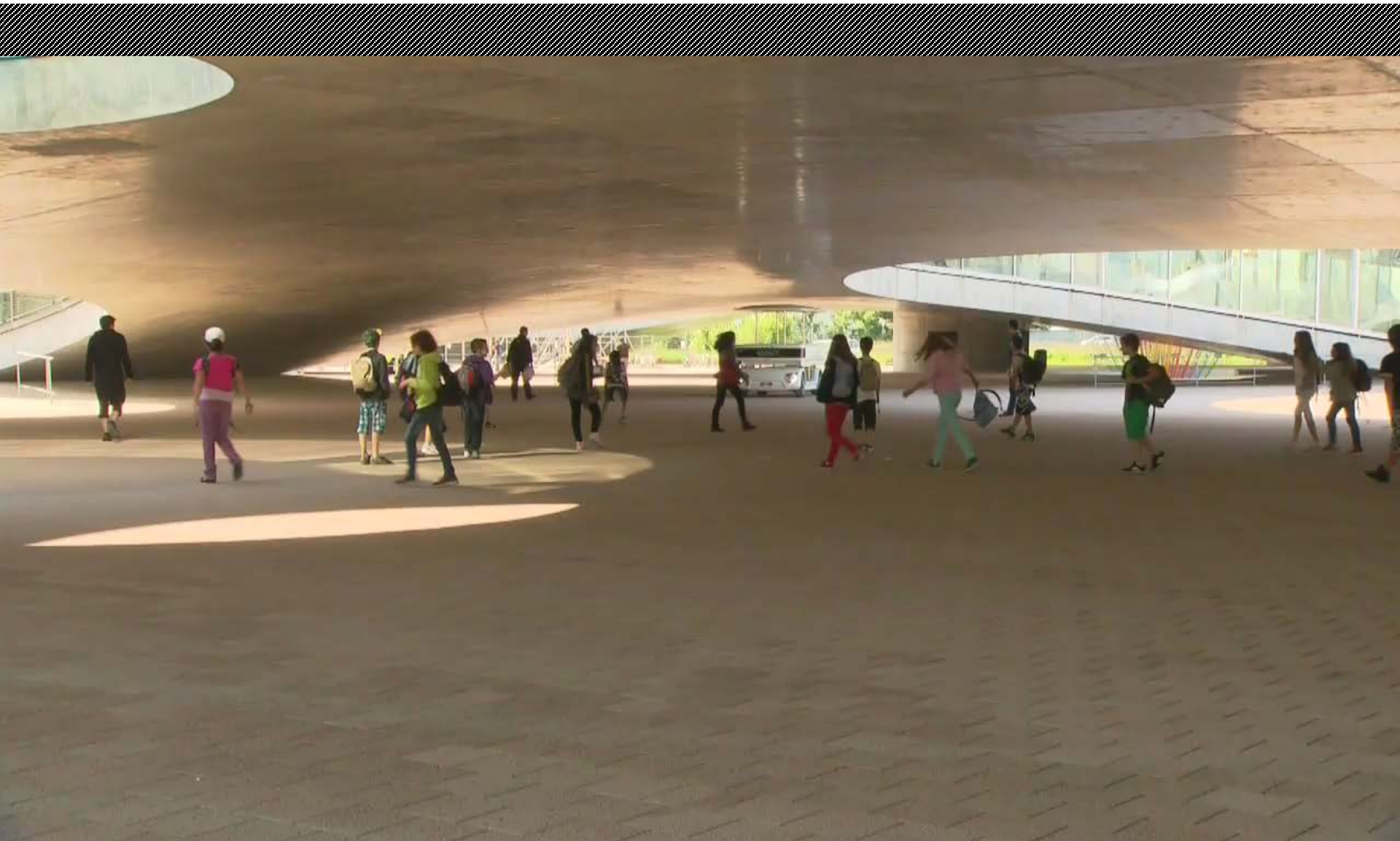
- En blanc: la carte initiale mémorisée.
- En couleur: la carte instantanée.
- La navette sait où elle est avec une précision de 2 à 5cm.
- On voit des piétons sur la vidéo.



# Détection d'obstacles: Stéréovision (3D)



# La journée des classes de l'EPFL



# Navia et les transports – Quel usage?



Premier et dernier kilomètre dans la chaîne des transports publics



Minibus

Navia

- 1 minibus: 50'000chf
- Chauffeurs (4 à 7/véhicules):  $\pm$ 500'000chf / année

- 1 navette: 220'000chf
- Frais d'opération:  $\pm$  50'000chf / année (à vérifier)

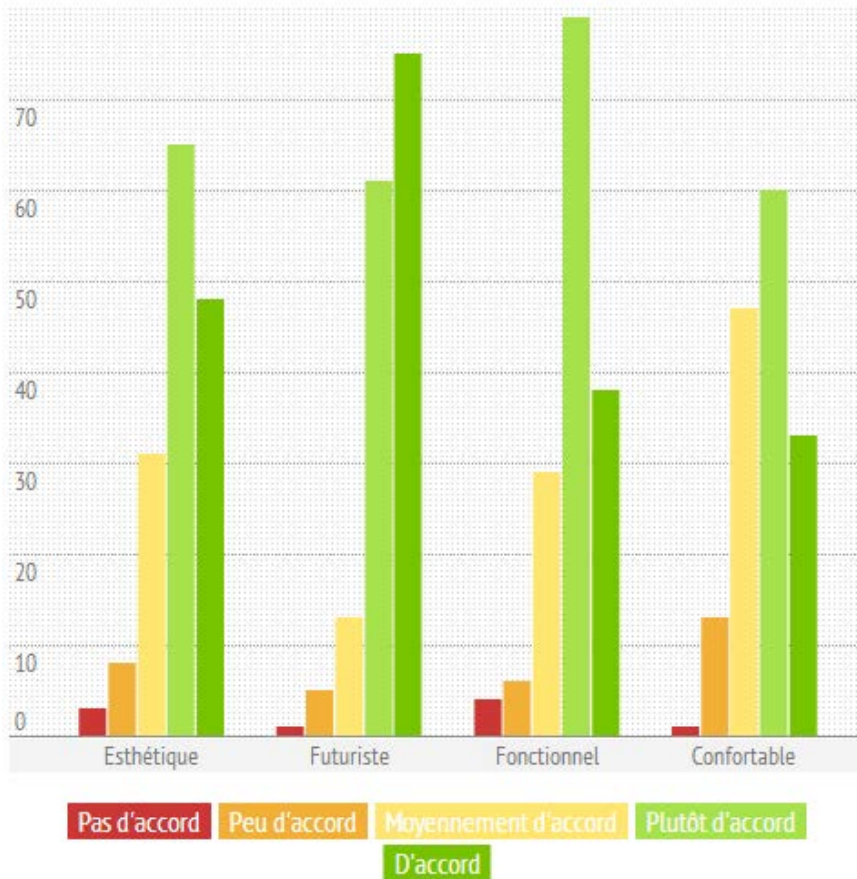
# 10 mois de tests et de démonstrations



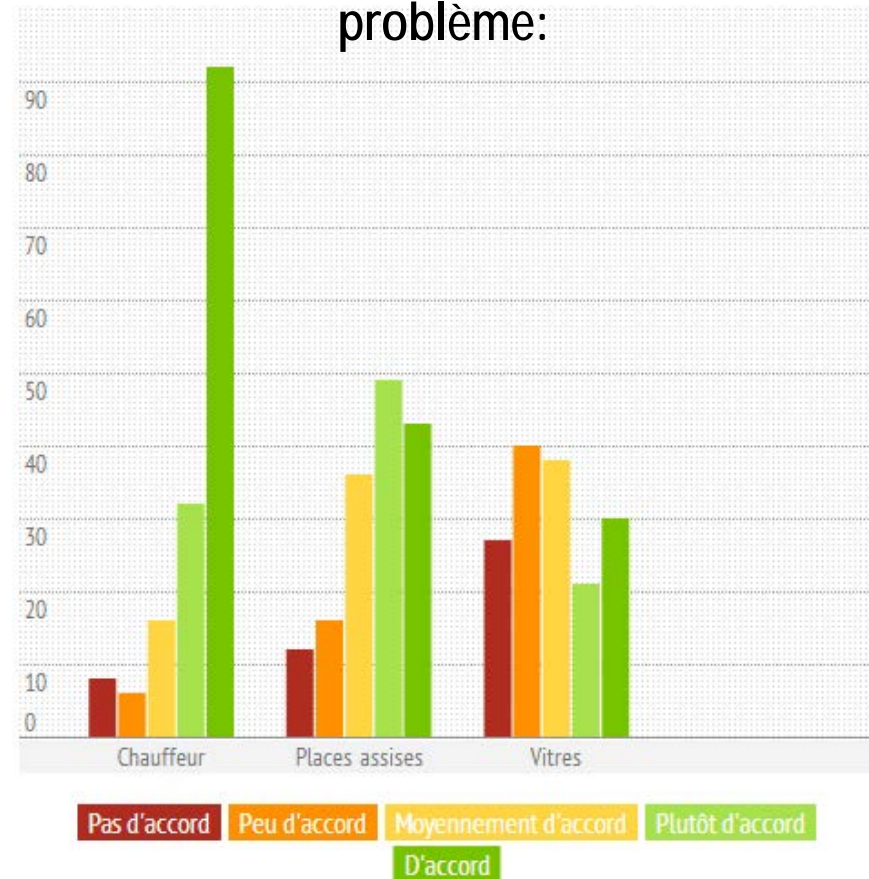
- 10 mois de travail sur un premier prototype de navette à l'EPFL. Beaucoup d'améliorations ont été mises en place lors d'environ 80 jours de tests.
- Réalisation de 33 démonstrations, des VIP jusqu'au grand public. Plus de 2'500 personnes ont été transportées sans incident.
- Contact en cours avec l'OFROU et le canton de Vaud afin de recevoir des autorisations de circulation.

# Les avis de la population après un essai de Navia

Le véhicule est:

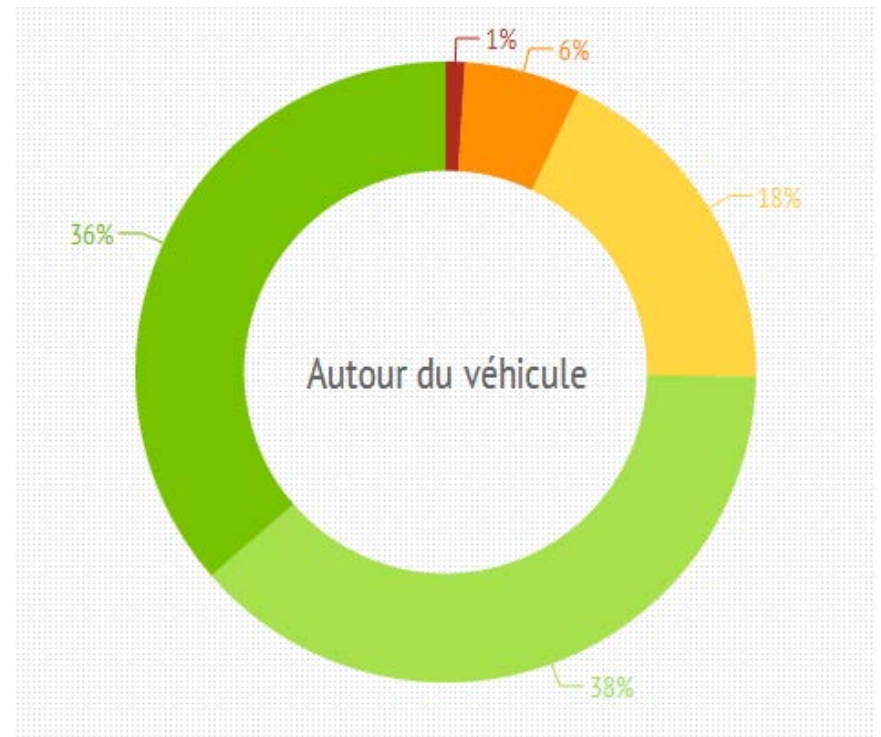
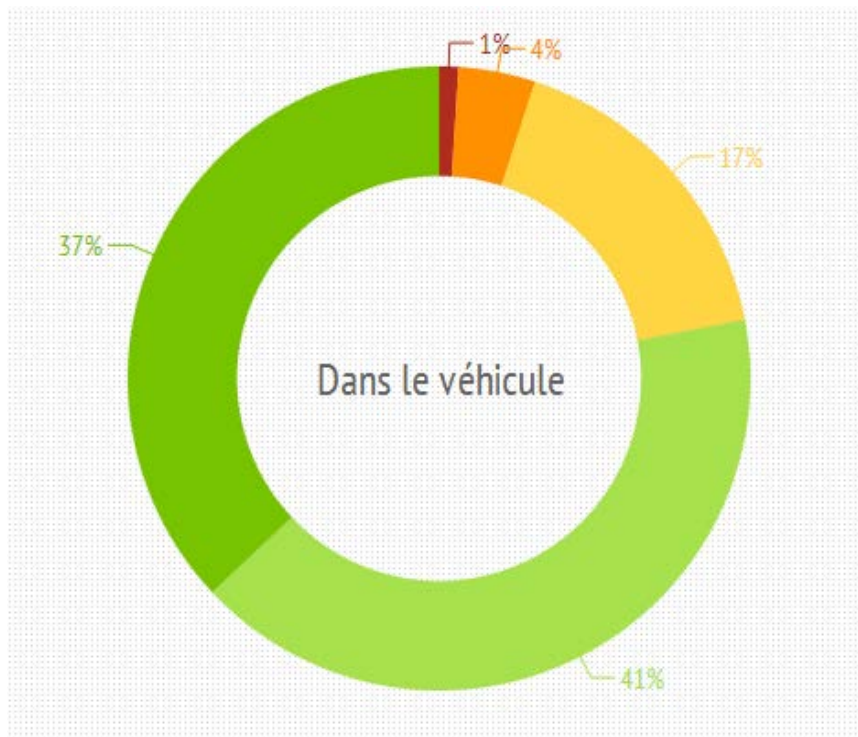


L'absence de ..... ne me pose pas problème:



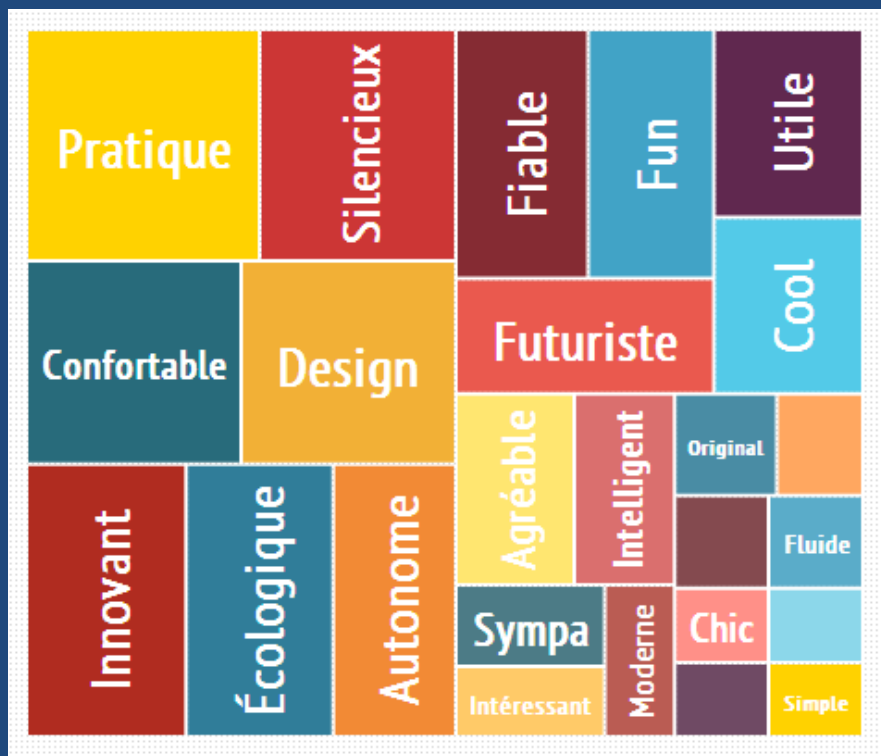
# Les avis de la population après un essai de Navia

Je me sens en sécurité:

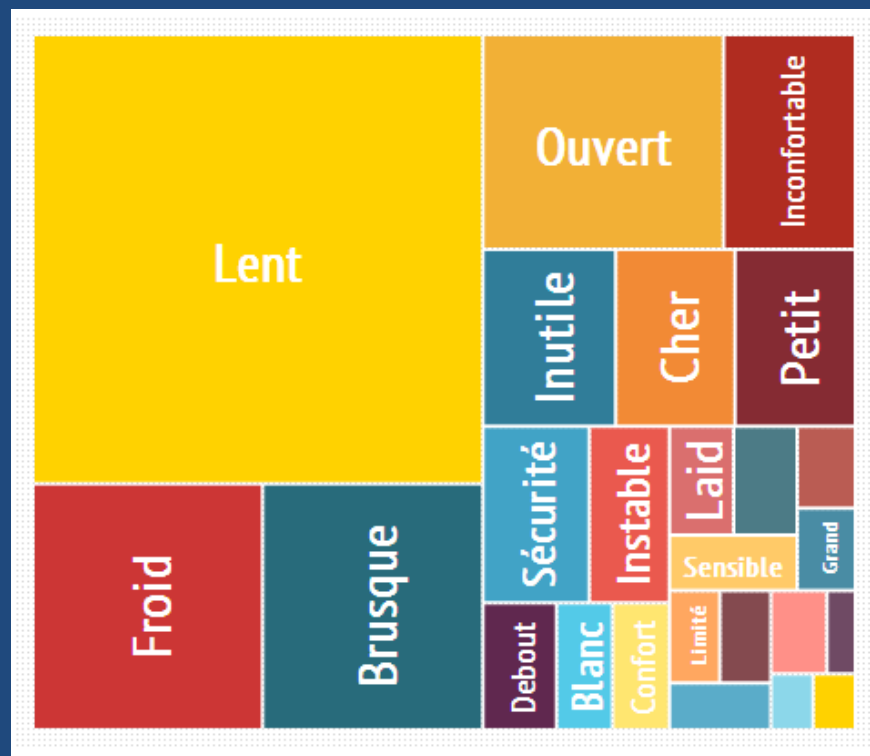


# Les commentaires après un essai de Navia

## Commentaires positifs



## Commentaires négatifs



(3 réponses positives et 3 réponses négatives étaient demandées)

Représentation pour 150 réponses (février 2013, température: -5 degrés)

# Le questionnaire de CityMobil2

Quel véhicule préférez-vous entre un véhicule automatique et un véhicule standard?  
(trajet d'environ 1km, même fréquence, même vitesse, même prix)



Véhicule automatique

Avec chauffeur

(1200 réponses par internet)



# Les prochains défis pour Navia et l'EPFL



## Les prochains défis:

- Autoriser ce type de véhicule à rouler sur site ouvert.
- Organiser une démonstration de 6 mois à l'EPFL.
- Définir les responsabilités et adapter les lois.



Merci de votre attention