



iSpace&Time

ANR CONTINT 2010



Cartographie et rendu 4D de l'espace public
avec simulations de flux piétons et voitures
pour l'aménagement urbain:
Le projet ANR iSpace&Time

Journées Recherche IGN
24 avril 2013
Mathieu Brédif



Contexte

- Depuis 2007, démocratisation de la visualisation immersive '*street view*'
 - Google street view, Microsoft Street Side, 
 - **Infrastructure géographique**
- Big Data : données cartographiques / de trafic
- Verrous d'usage
 - **Actualité** : images à la date de l'acquisition
 - → Ville statique !
 - **Manque de continuité** (*Hot-spot jumping*)
 - Saut entre panoramiques
 - ou interpolation basique de point de vue

Contexte

- 3D discret (ensemble de panoramiques)
 - 4D continu
 - Navigation continue entre les panoramiques
 - Ajout de la dimension temps → Ville vivante !
 - Support à la visualisation de BDD 4D
 - Dépeuplée des données non pérennes (piétons, voitures...) numérisées lors de l'acquisition
 - Repeuplée en fonction de la date/heure de visualisation

Contexte

- Repeuplement : piéton/véhicule :
 - Animation représentative du trafic réel
 - Actuel : données **fusionnées**
 - Passé : données **fusionnées et archivées**
 - Futur : données **simulées**



Contexte

- Repeuplement : piéton/véhicule :
 - Animation représentative du trafic réel
 - Actuel : données **fusionnées**
 - Passé : données **fusionnées et archivées**
 - Futur : données **simulées**



Contexte

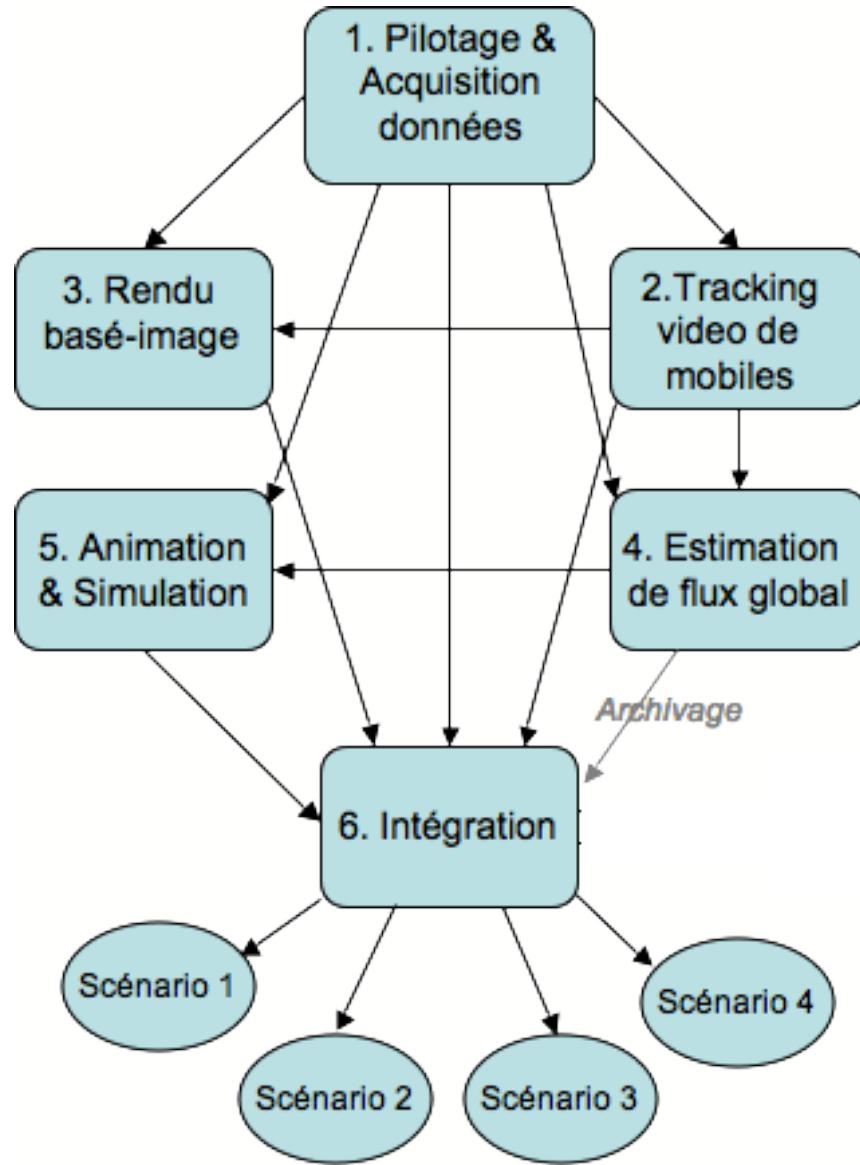
- Repeuplement : piéton/véhicule :
 - Animation représentative du trafic réel
 - Actuel : données **fusionnées**
 - Passé : données **fusionnées et archivées**
 - Futur : données **simulées**



Contexte

- Applications visées
 - Support de visualisation à des données 4D
 - Tourisme virtuel
 - SIG 4D depuis la rue
 - Etude d'impact d'un projet d'aménagement urbain
 - Communication, médiation
 - Visualisation, analyse

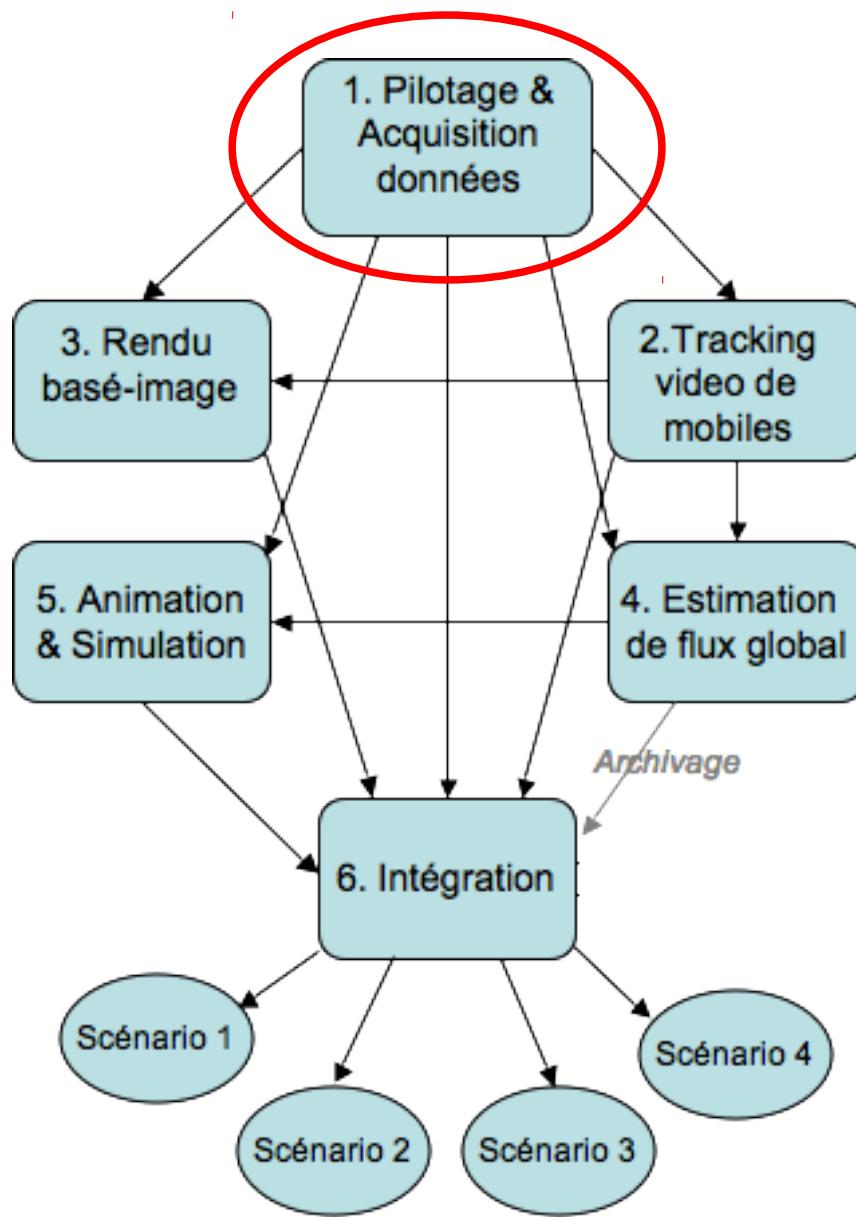
Organisation du projet



- Projet ANR CONTINT 2010
Mars 2011 – Fin 2014
- Pilotage : **IGN**
INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE
- Double défi
 - Recherche académique
 - Recherche intégrative



Organisation du projet



- Acquisitions STEREOPOLIS



IGN/TS
Travaux Spéciaux

- Cartographie de l'espace public véhicule/piétons



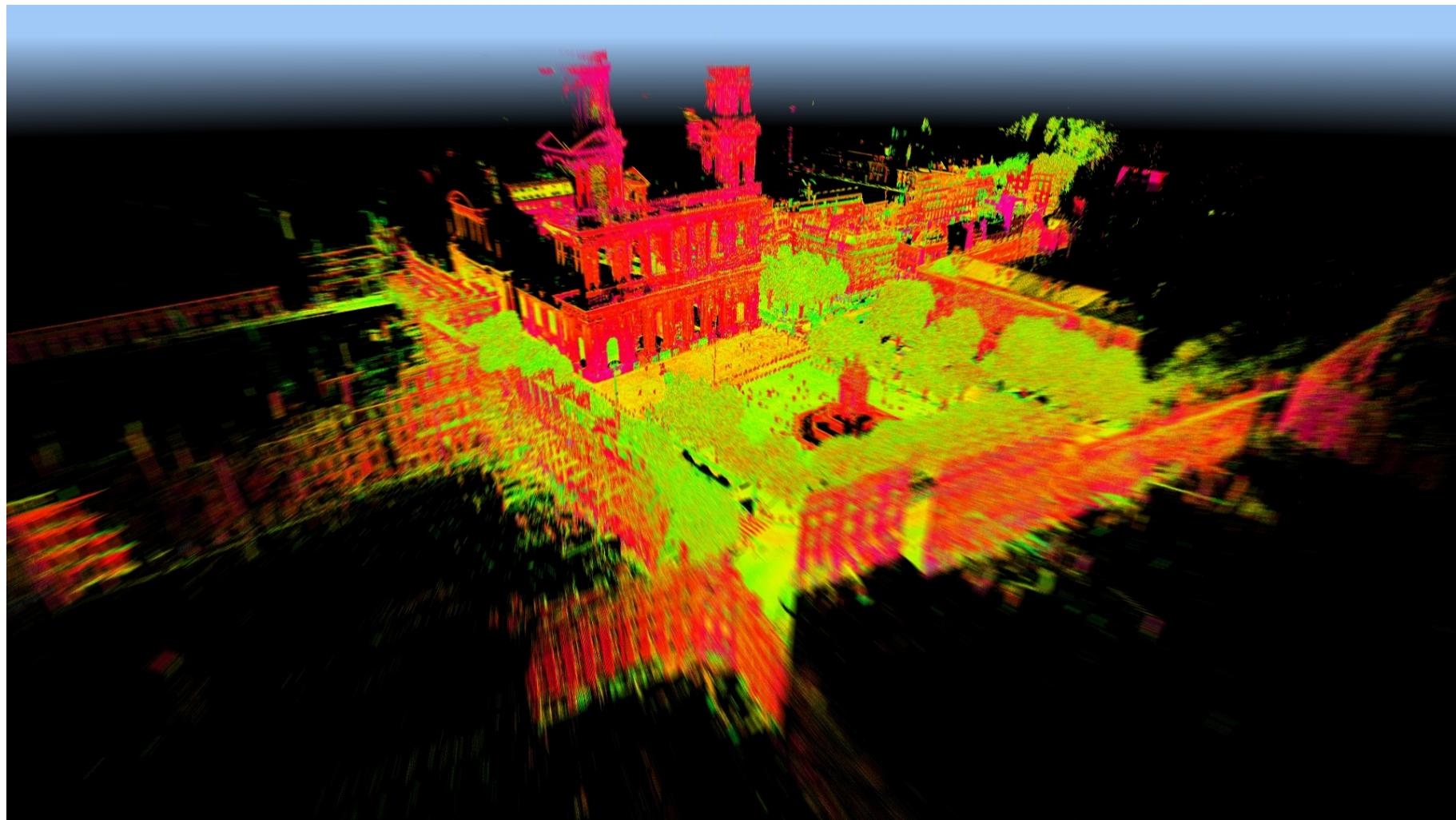
Tâche 1 : Acquisition de données

- Acquisitions STEREOPOLIS
 - Paris VI (2012 et 2013), tout Paris cet été
- Plateforme géoréférencée
 - Géoréferencement direct (GPS, IMU, Odomètre...)
 - Géoréferencement Post-Traité
 - Compensation photogrammétrique
 - Recalages image/laser/modèle 3D



Tâche 1 : Acquisition de données

- Laser Velodyne : 32 fibres, axe vertical
- **Laser Riegl : 1 fibre, axe longitudinal (Nouveau)**



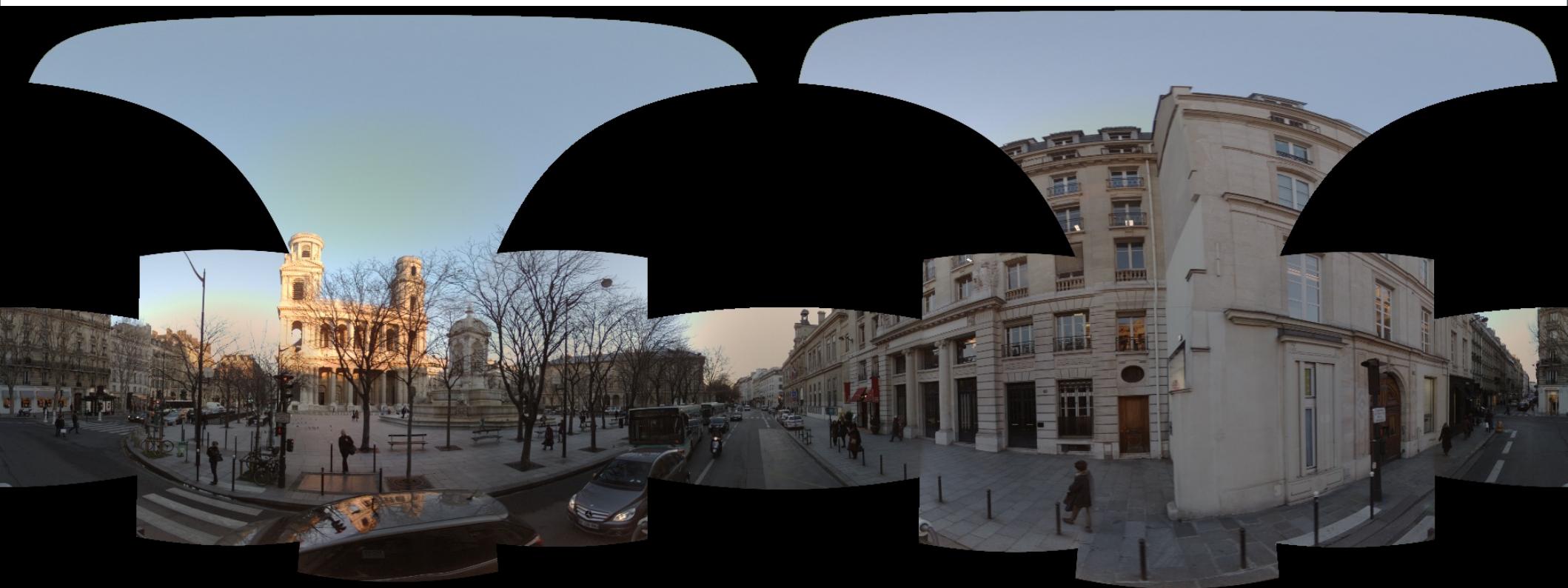
Tâche 1 : Acquisition de données

- Laser Velodyne : 32 fibres, axe vertical
- **Laser Riegl : 1 fibre, axe longitudinal (Nouveau)**



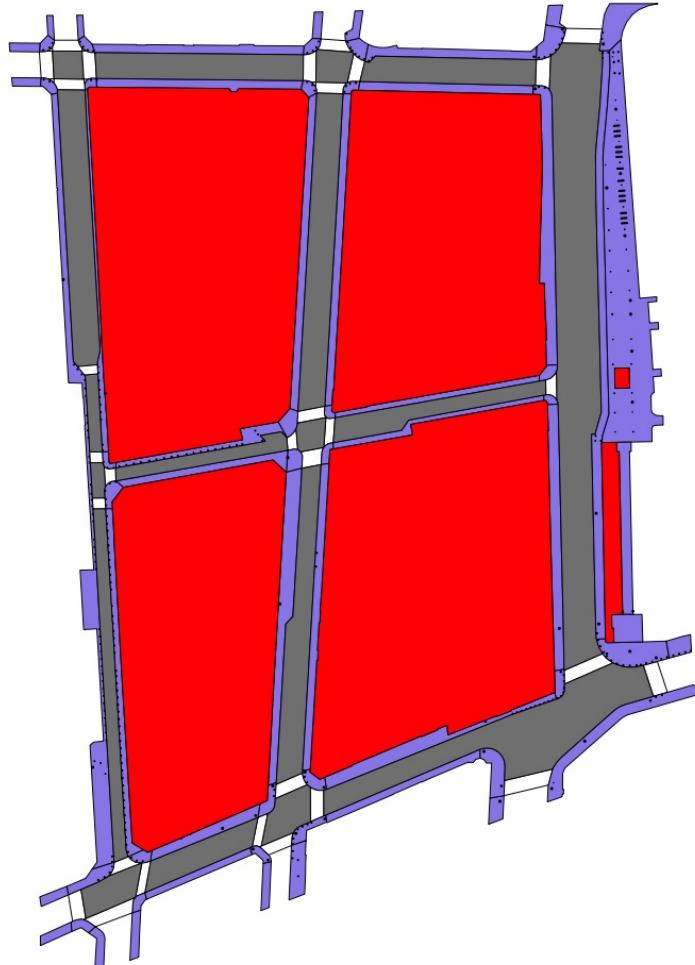
Tâche 1 : Acquisition de données

- Images panoramiques et couples stéréos
 - Nouvelle tête panoramique pour cet été

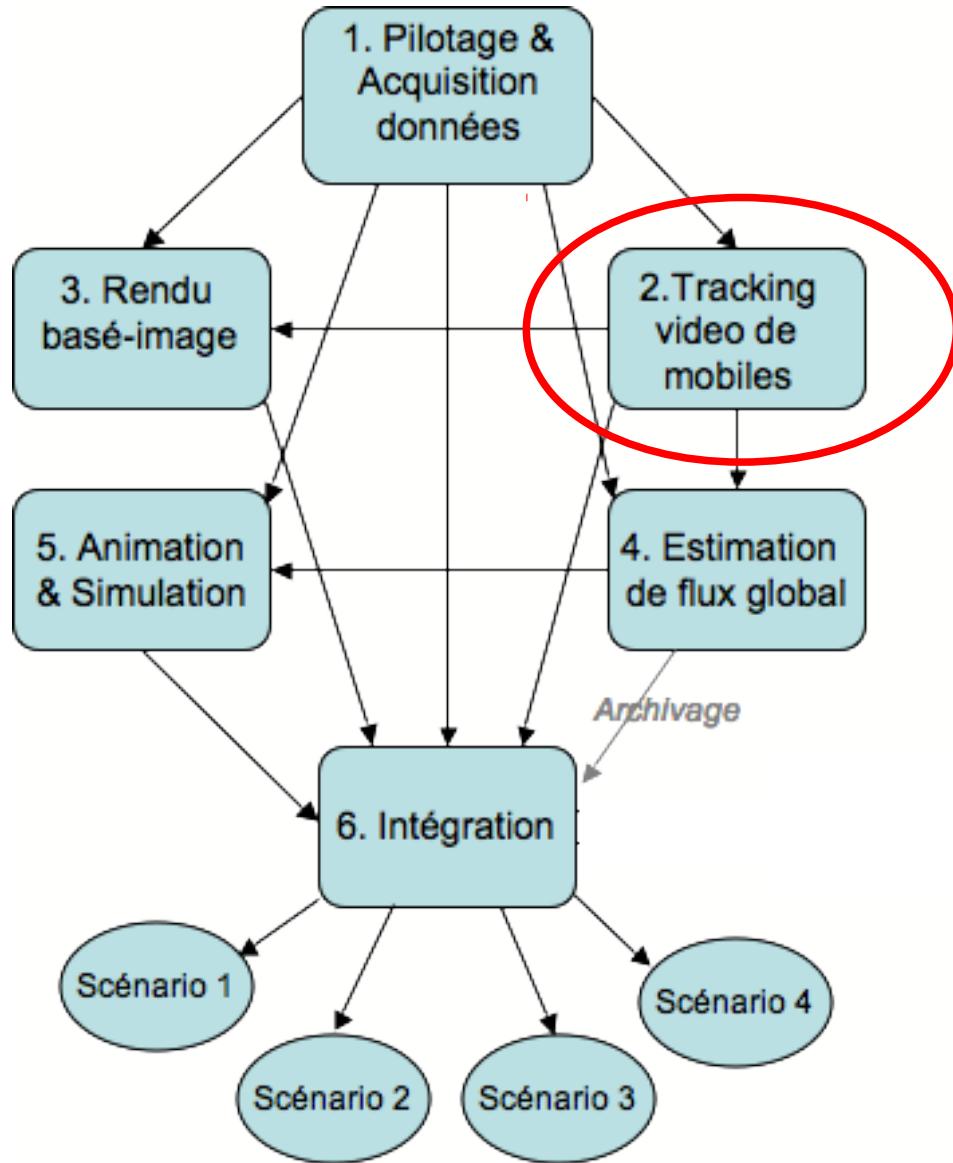


T1 Cartographie véhicule/piéton

- Import de géométrie incomplète (BDD IGN, OpenData Paris), Complétion géométrique et sémantisation interactive (StreetMaker, M. Yirci, J. Perret)



Organisation du projet



- Mesure de flux piétons+véhicules dans les vidéos pour guider le repeuplement

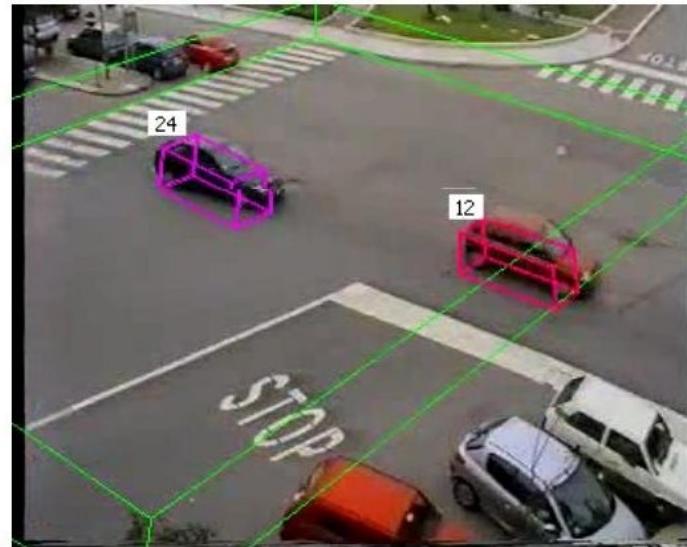
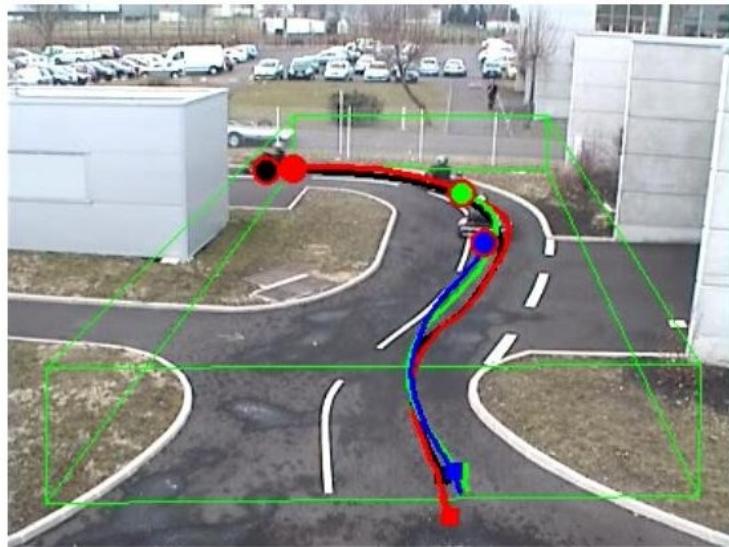


- Classification fixe/mobile des données STEREOPOLIS



Tâche 2 : Mesure de flux vidéo

- Approche qualitative
 - 20 à 40ms par image
 - Tracking de 10 *gros* à 20 *petits* objets



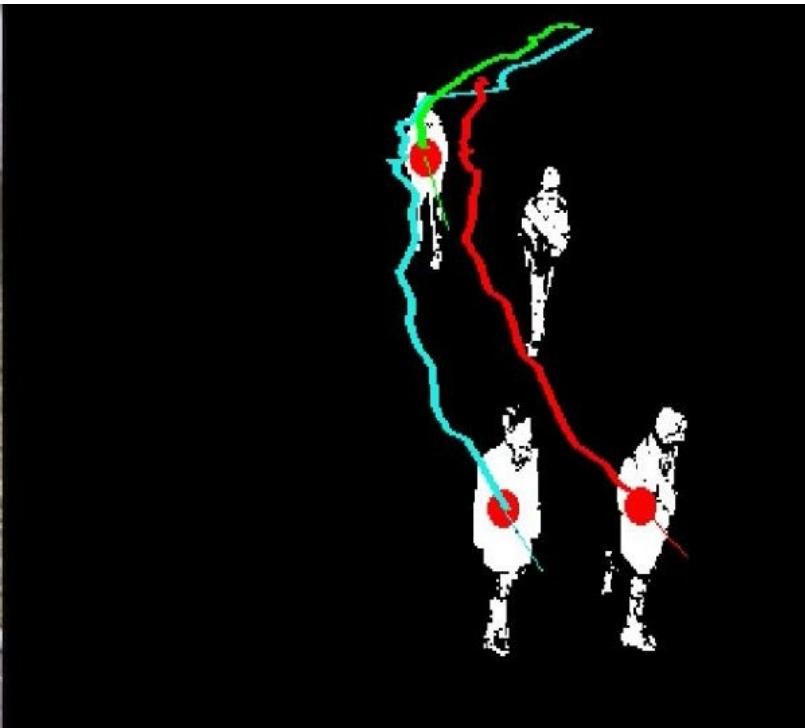
Tâche 2 : Mesure de flux vidéo

- Approche qualitative
 - 20 à 40ms par image
 - Tracking de 10 *gros* à 20 *petits* objets



Tâche 2 : Mesure de flux vidéo

- Approche quantitative
 - 3.5ms par image
 - Passe à l'échelle (nb d'objets)



Tâche 2 : Mesure de flux vidéo

- Approche quantitative
 - 3.5ms par image
 - Passe à l'échelle (nb d'objets)



Tâche 2 : Classification fixe/mobile

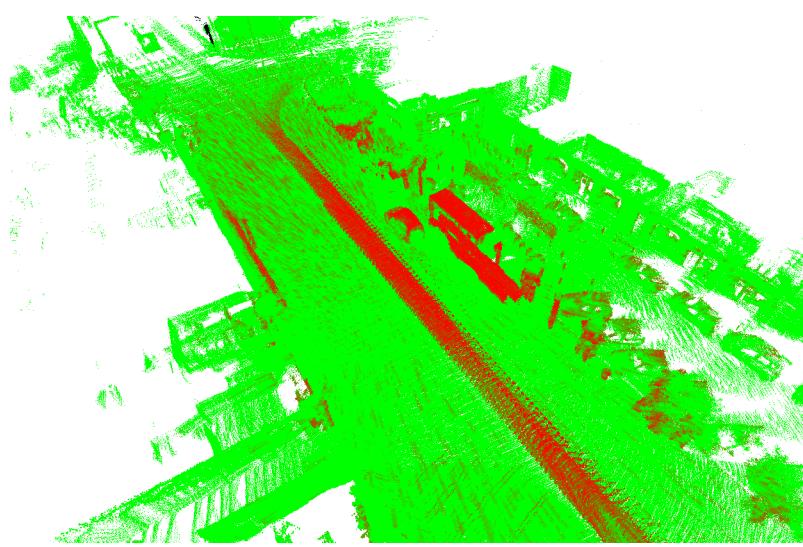
Classification des pixels image

Cohérence photométrique



Classification des points laser

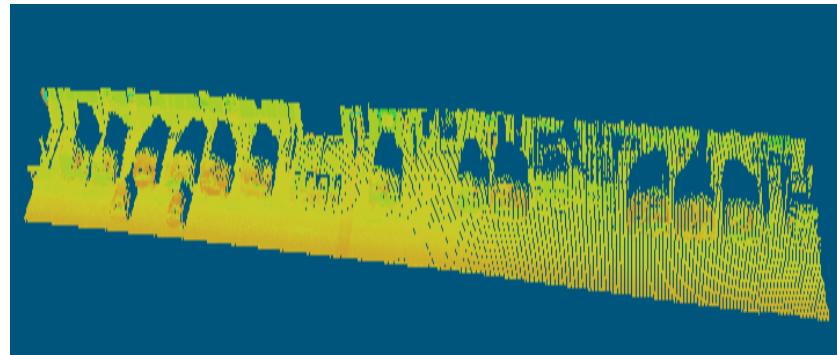
Cohérence géométrique



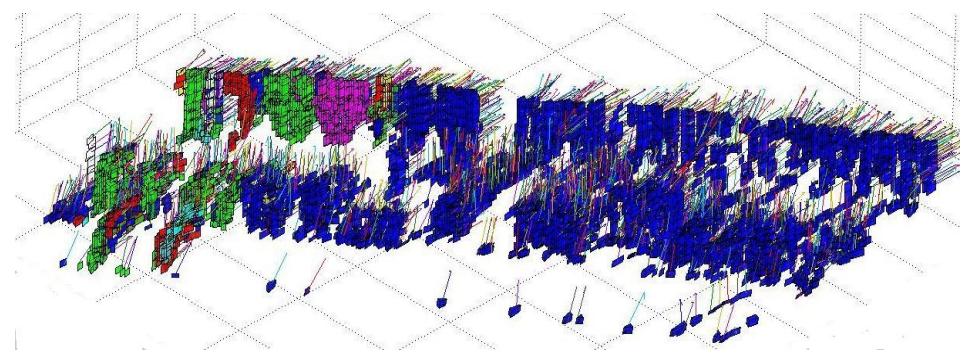
→ En cours : classification conjointe image/laser

Tâche 2 : Classification fixe/mobile

- Segmentation par classification



Points 3D



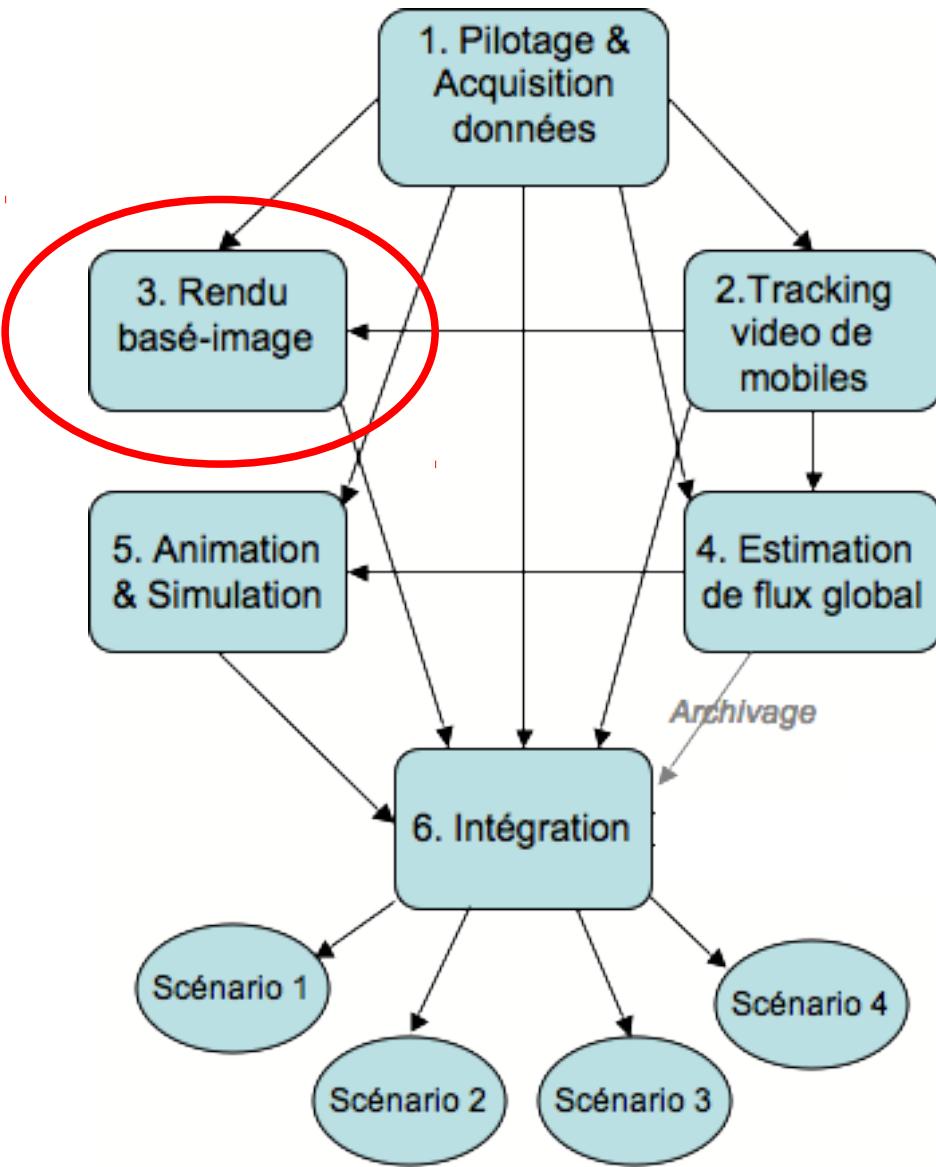
Segmentation (Voxels)



Points 3D Classifiés

- → Filtrage des objets statiques sémantiquement mobiles

Organisation du projet



- Rendu basé image et/ou points
 - Dépeuplement des données STEREOPOLIS
 - Interpolation de point de vue (navigation continue)



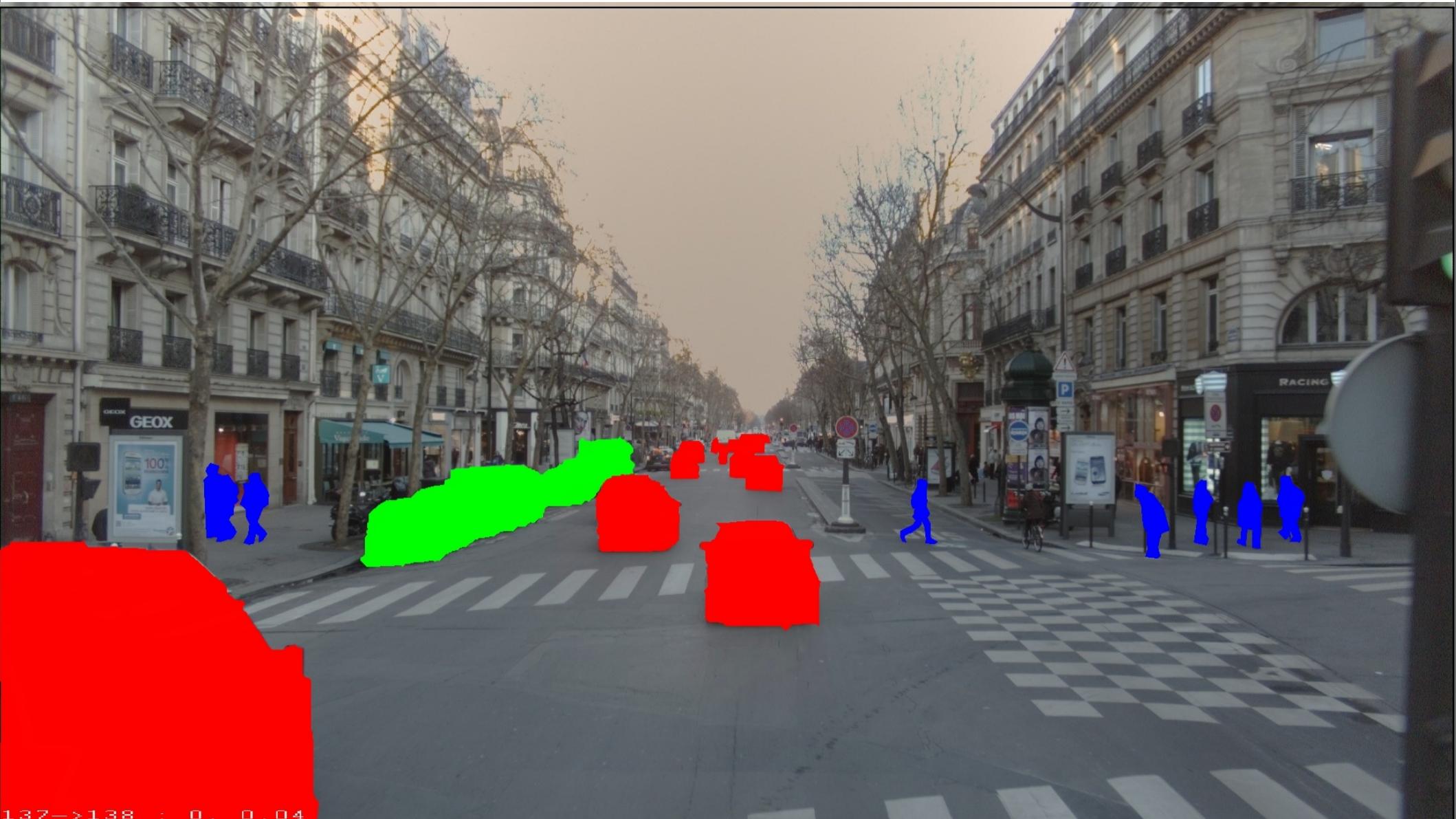
Tâche 3 – Rendu basé images

- Dépeuplement des images acquises



Tâche 3 – Rendu basé images

- Détection des piétons et véhicules mobiles **mobiles** ou **fixes**.



Tâche 3 – Rendu basé images

- Retrait des piétons et des véhicules mobiles.



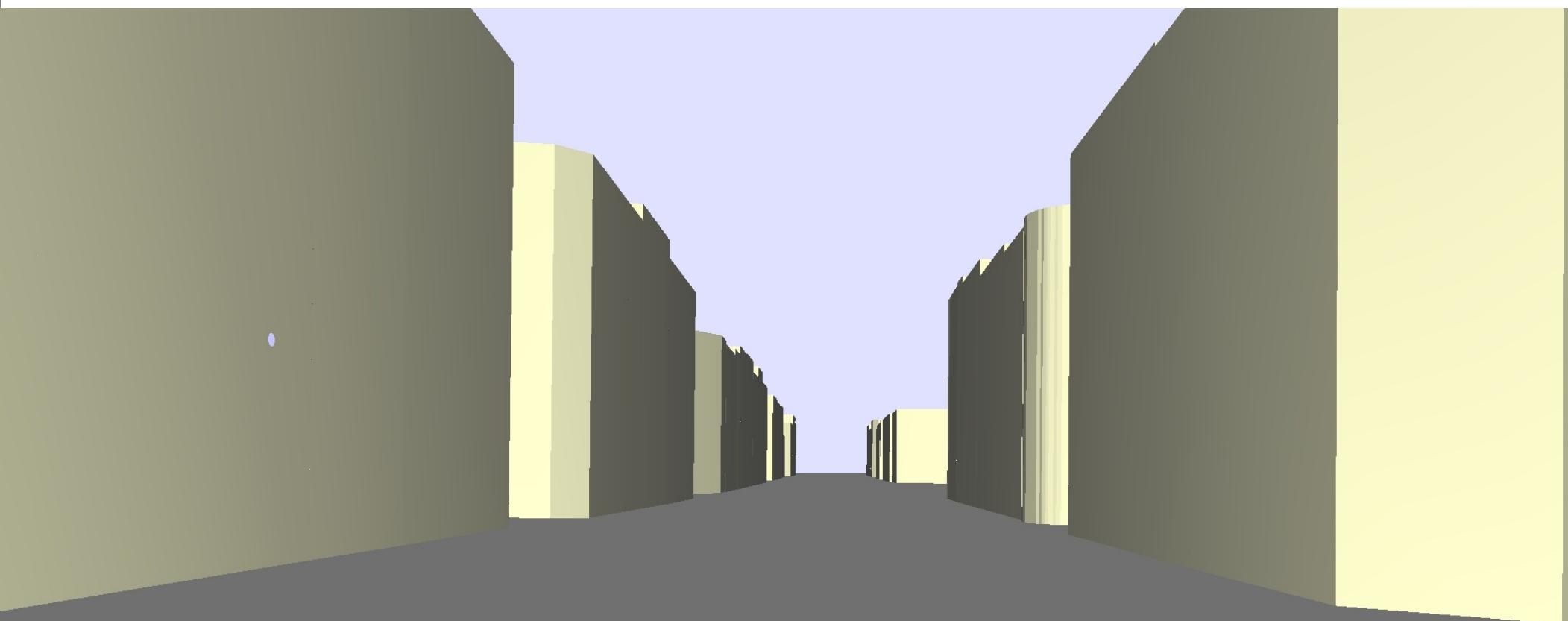
Tâche 3 – Rendu basé images

- Image suivante (2 mètres plus loin)



Tâche 3 – Rendu basé images

- Bâtiments (RGE-BD TOPO), sol (MNT), ciel (à l'infini)



Tâche 3 – Rendu basé images

- Image suivante reprojetée sur la BD TOPO.



Tâche 3 – Rendu basé images

- Image courante.



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Autres Images reprojectées sur la BD TOPO



Tâche 3 – Rendu basé images

- Image actuelle à compléter



Tâche 3 – Rendu basé images

- Pixels manquants récupérés dans l'image suivante



Tâche 3 – Rendu basé images

- Pixels manquants récupérés dans 3 images proches



Tâche 3 – Rendu basé images

- Perspectives
 - Blending, Détermination optimale des images adjacentes à projeter pour "boucher" les trous
- Remise en cause de la géométrie de la scène
 - Précision métrique de la BD Topo / MNT
 - Objets non modélisés (poteaux, feux, arbres...)
 - → Flou suivant la direction de l'incertitude de profondeur
 - = épipolaire entre point de vue actuel et point de vue projeté

Tâche 3 – Rendu basé images

- Superposition d'images reprojetées (pas d'incertitude)



Tâche 3 – Rendu basé images

- Flou "de bougé" : Incertitude à 1m



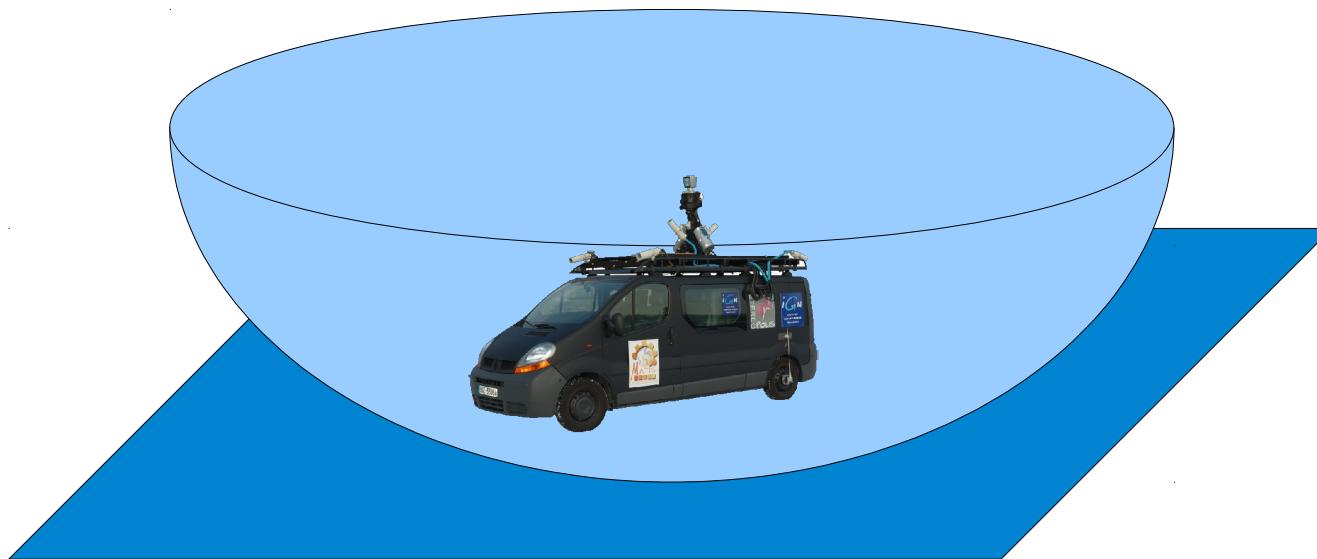
Tâche 3 – Rendu basé images

- Flou "de bougé" : Incertitude à 4m



Tâche 3 – Rendu basé images

- Sans info 3D (ou presque)
 - Images calibrées, géoréférencées
 - Hypothèse de scène éloignée : plan
 - Hypothèse de scène proche : paraboloïde



Tâche 3 – Rendu basé images

- Sans info 3D (ou presque)



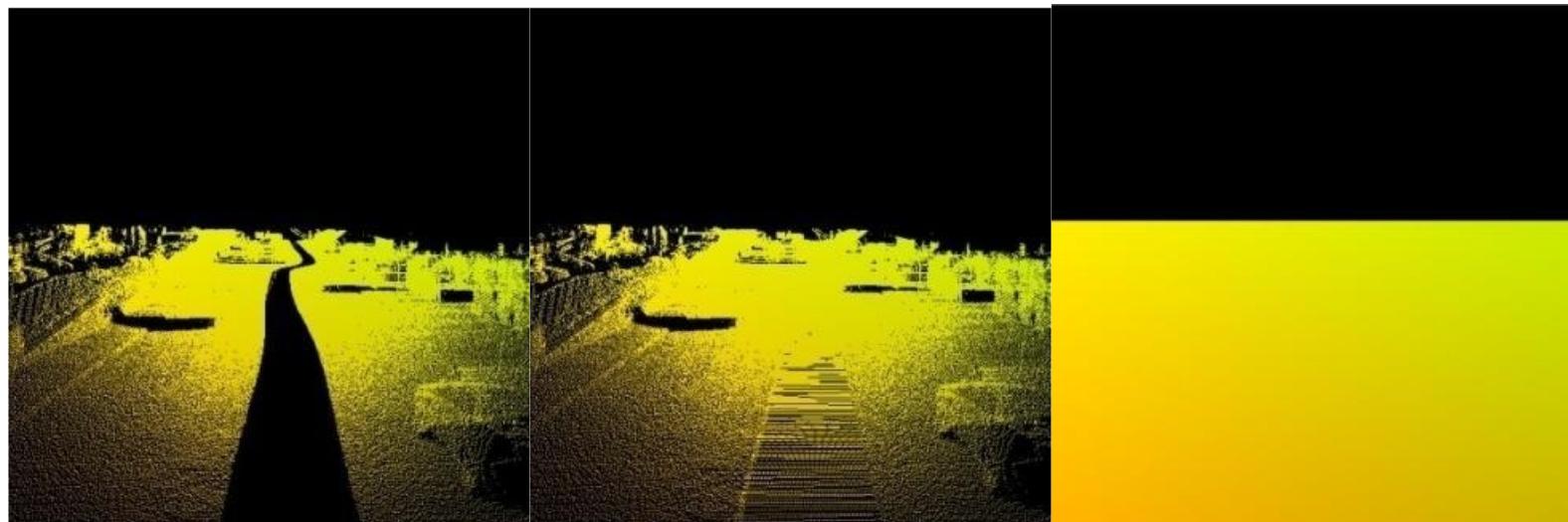
Tâche 3 – Rendu basé images

- Sans info 3D (ou presque)

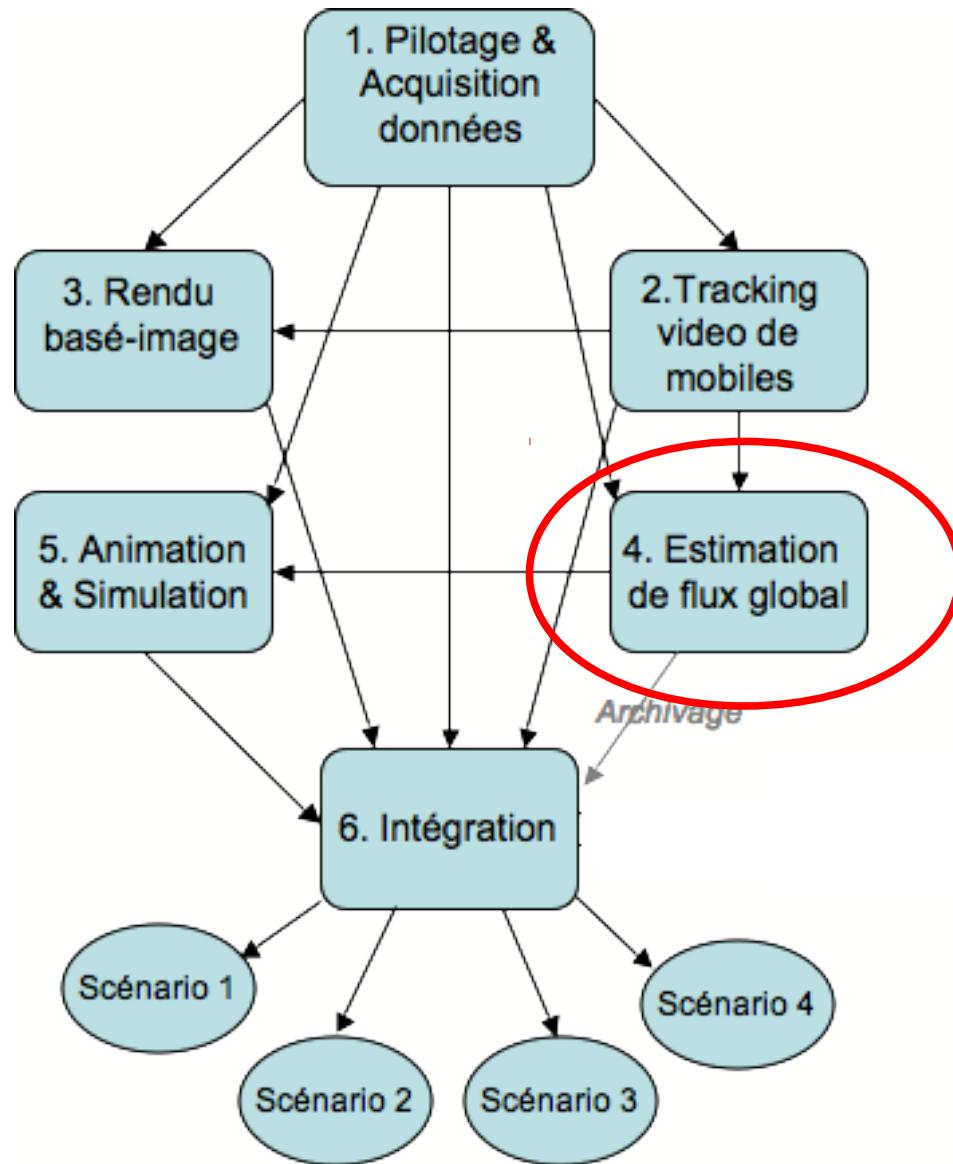


Tâche 3 - Rendu

- Perspective :
 - Informations 3D issues du nuage laser
 - → "Boucher" les trous du nuage de point par diffusion de la carte de profondeur des points laser reprojétés
 - → Inutile de modéliser la scène !
 - Réduction au strict nécessaire du flou d'incertitude



Organisation du projet



- Aggrégation/désagrégation de mesures de flux pour un repeuplement représentatif de la réalité



Tâche 4 – Estimation de flux & Fusion de capteurs

- Objectif : fusionner, agréger, désagréger des données de flux
 - issues de capteurs hétérogènes fixes ou mobiles
 - donnant des informations de flux partielles et à différentes échelles
 - de manière à obtenir une information de flux mieux échantillonnée, plus robuste et plus précise.

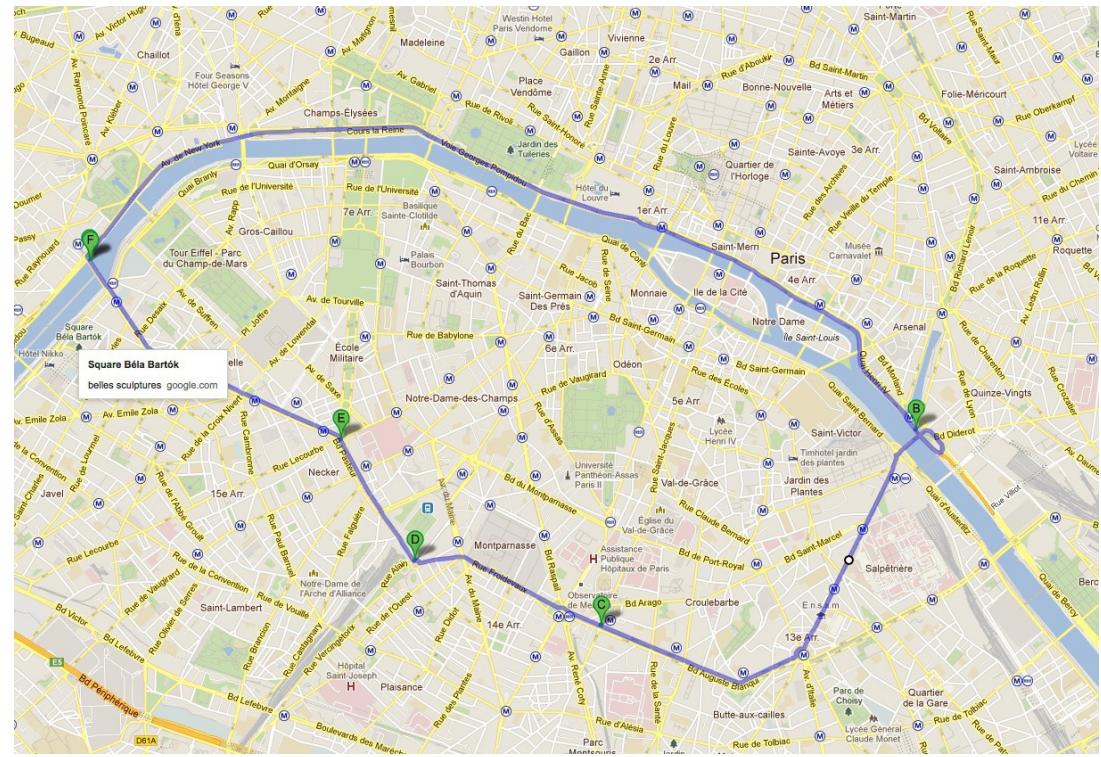
Tâche 4 – Estimation de flux & Fusion de capteurs

Agrégation de mesures de flux à différentes échelles

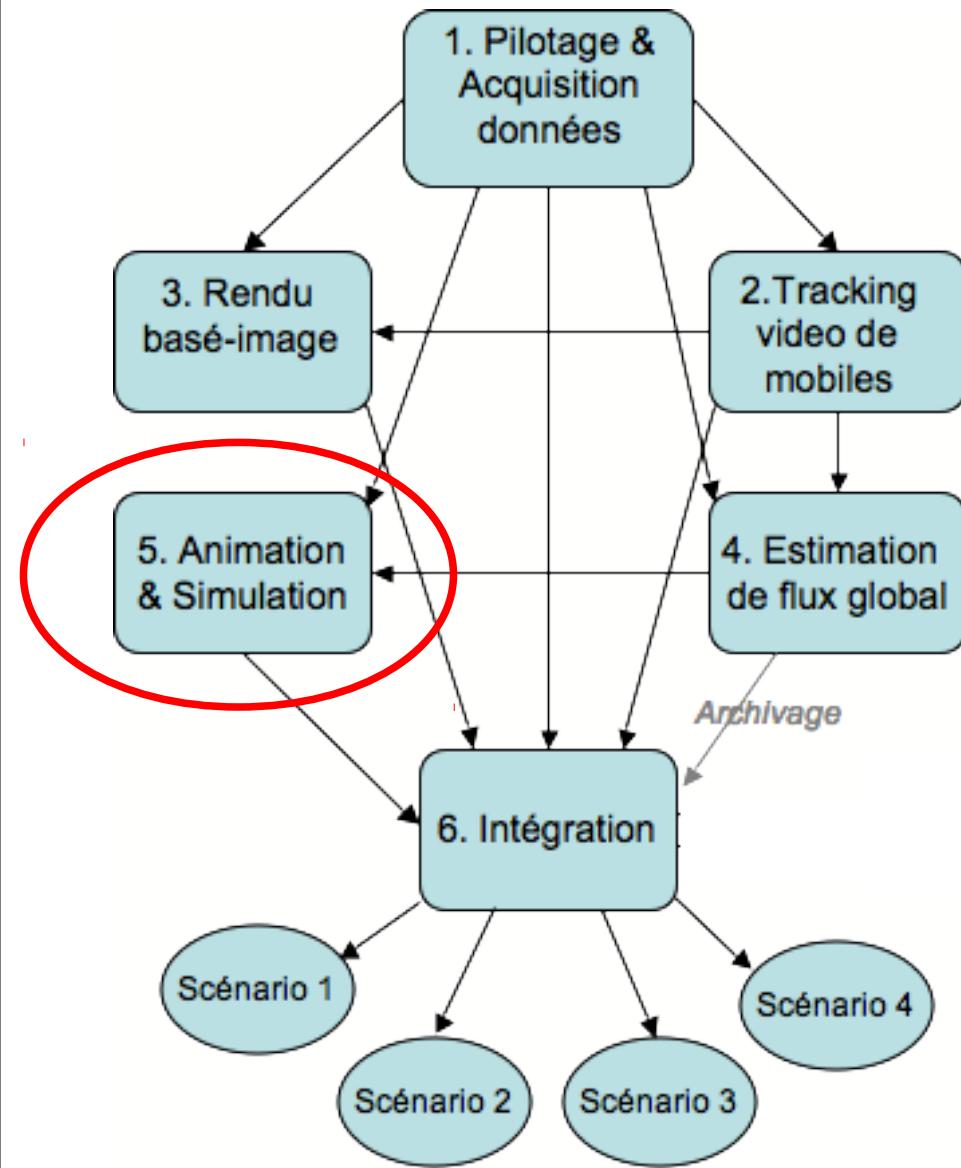
- Matrices Origine-Destination (OD) de carrefour
 - Scanner Bluetooth
 - Tracking Video (Tâche 2)
- Traces Téléphone Mobile (Orange)
- Traces GPS véhicules, boucles de comptage
- Enquêtes Globales de Transport (Ile-de-France)
- → Affectation du trafic (flux, temps de parcours)
sur la cartographie navigable véhicule/piéton.

Tâche 4 – Estimation de flux & Fusion de capteurs

- Problème d'accès aux données:
 - Vidéos simulées par capture d'écran du démonstrateur
 - Traces GPS véhicule et boucles synthétiques par bruitage des trajectoire du simulateur de trafic
 - Nécessité d'une cartographie simulable sur une zone étendue



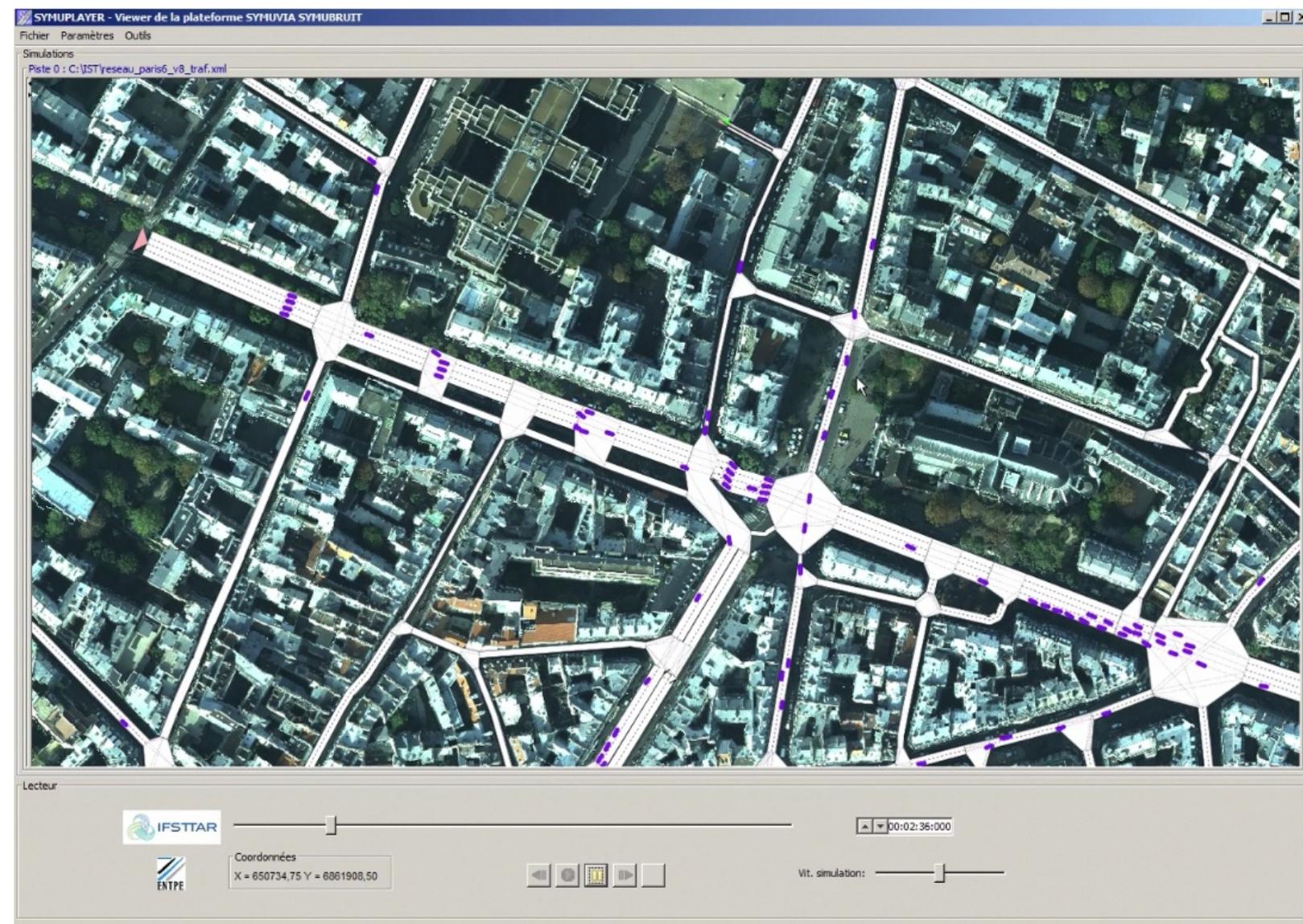
Organisation du projet



- Repeuplement véhicule/piéton suivant les flux estimés
 - Représentatif (animation)
 - Réaliste (simulation)

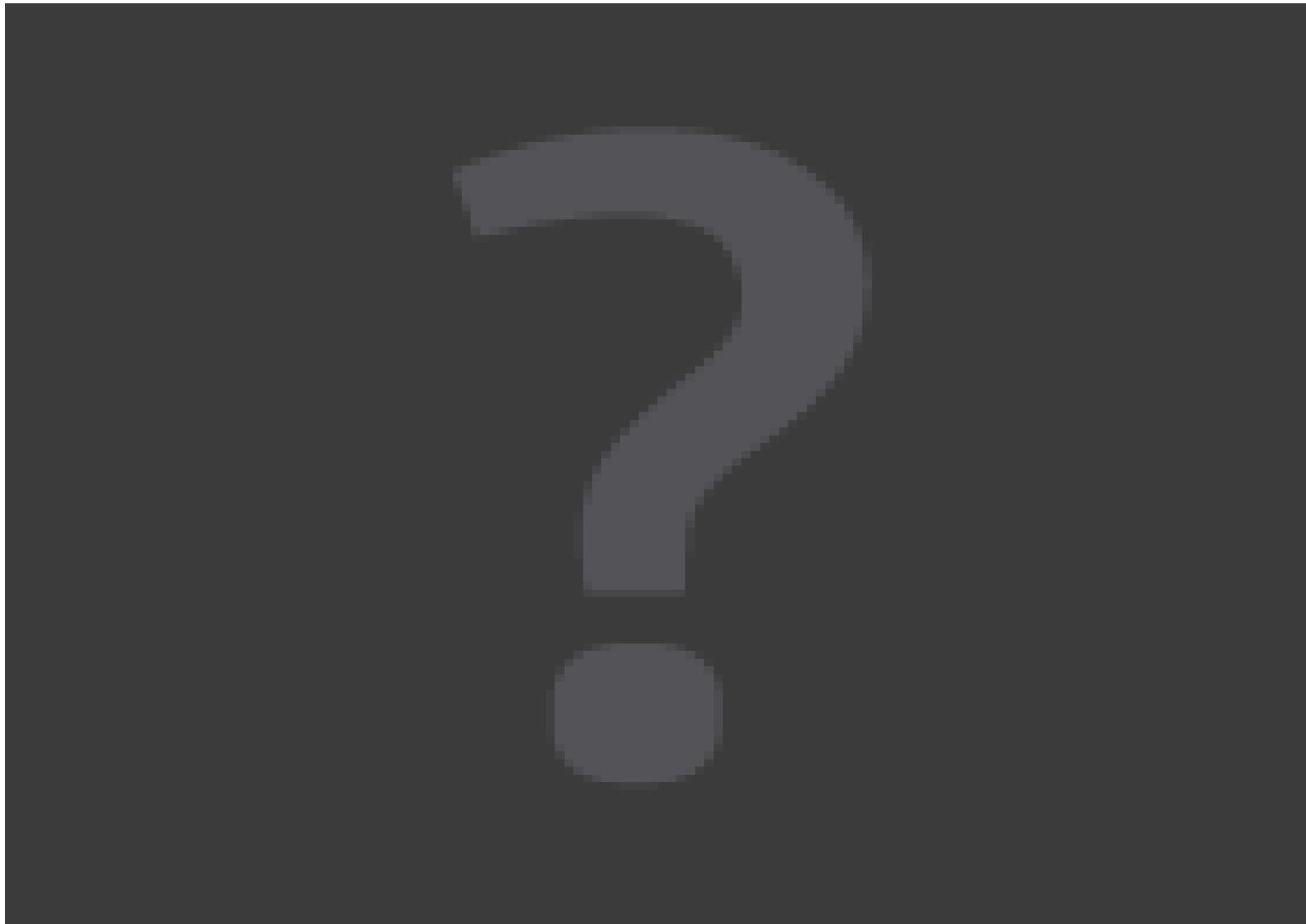


Tâche 5.1 – Simulation Véhicules



Simulateur de trafic Symuvia (IFSTTAR)

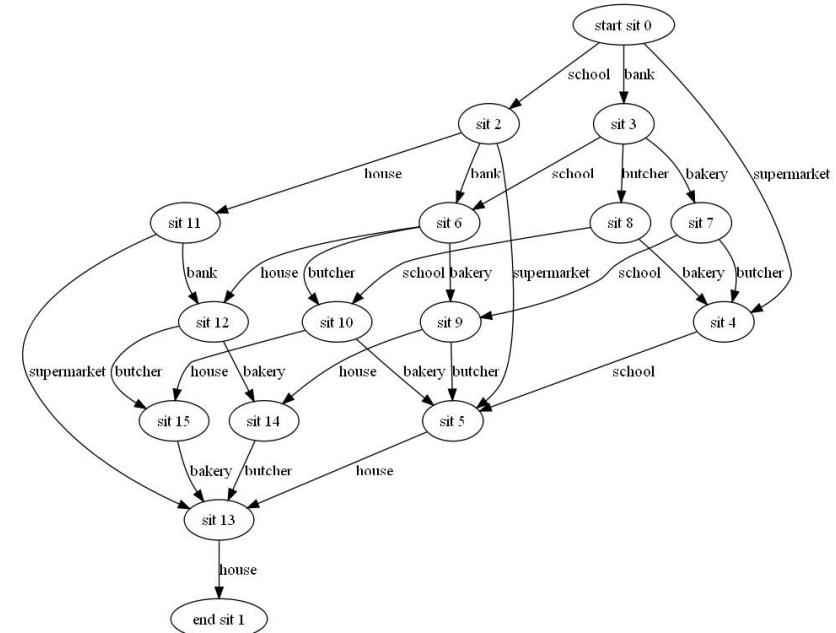
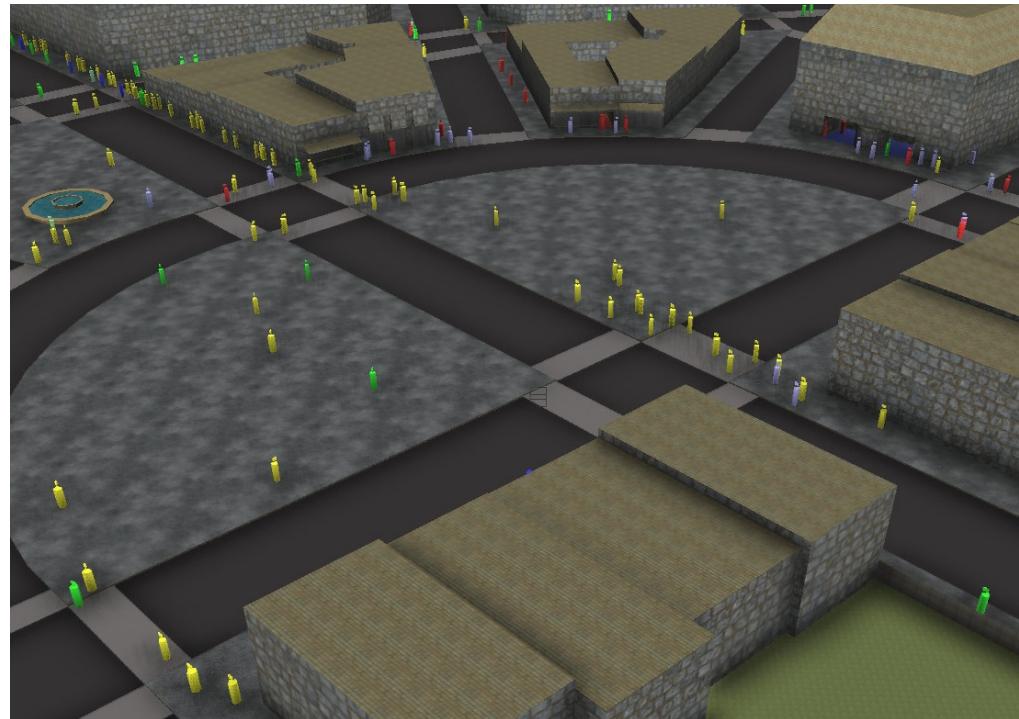
Tâche 5.1 – Simulation Véhicules



Simulateur de trafic Symuvia (IFSTTAR)

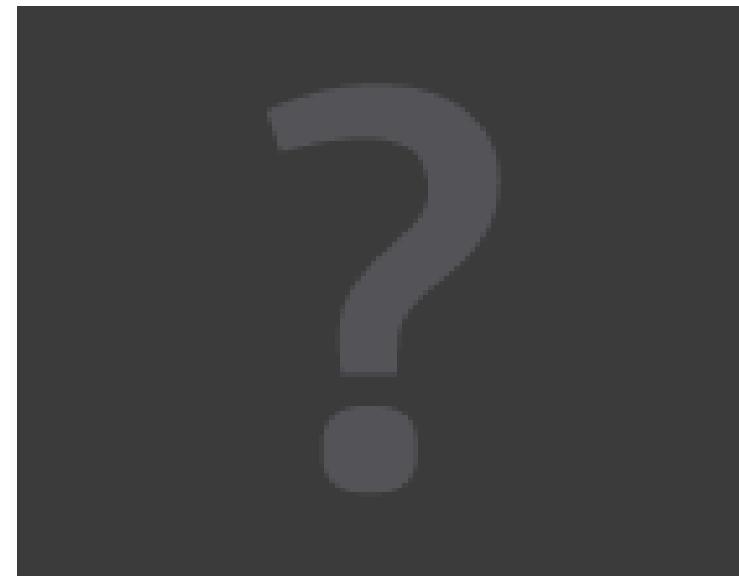
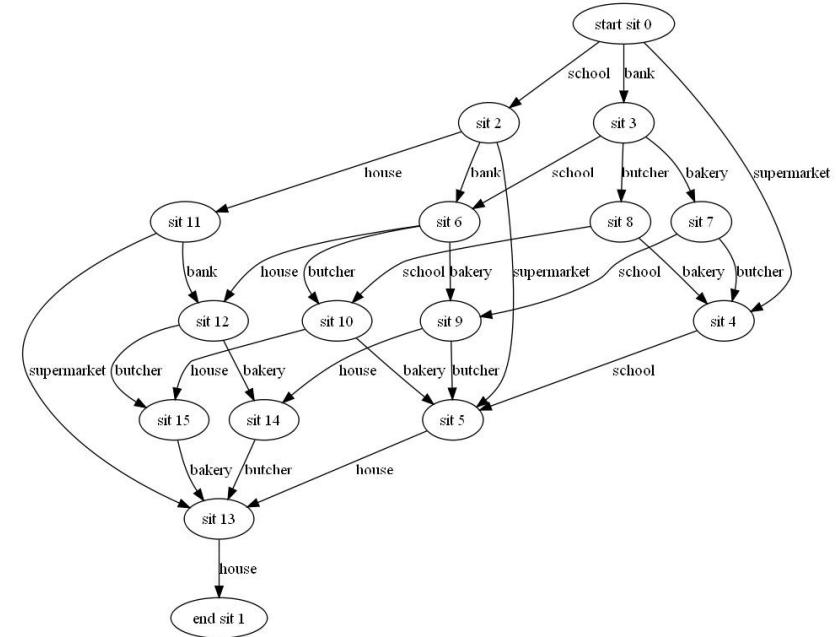
Tâche 5.1 – Simulation Piétons

- Simulation de ~10000 piétons simultanés
- Chaque profil de piétons a une liste paramétrable journalière de tâches à effectuer



Tâche 5.1 – Simulation Piétons

- Simulation de ~10000 piétons simultanés
- Chaque profil de piétons a une liste paramétrable journalière de tâches à effectuer



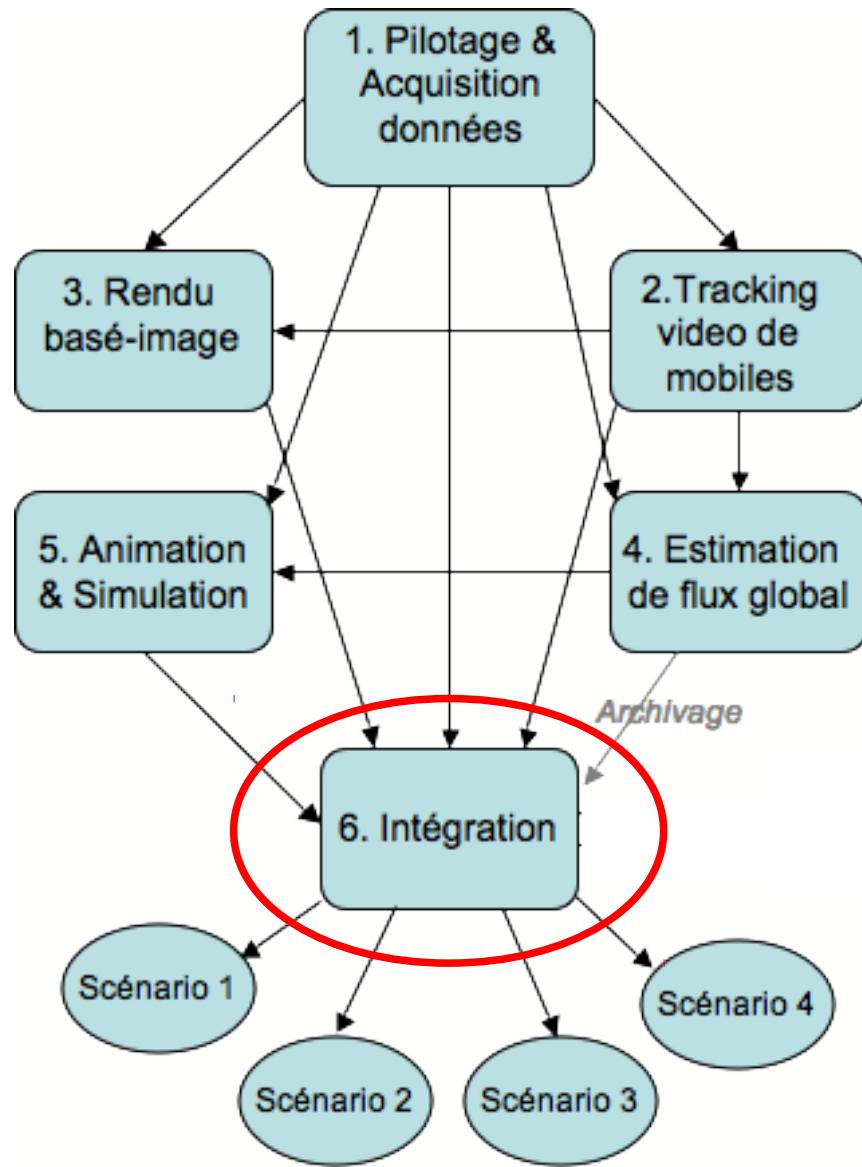
Tâche 5.2 – Animation

- Simulation : vise la fidélité à la réalité
- Animation : vise la représentativité visuelle
 - Contraintes de performances
 - Contraintes de réalisme (ombres, reflets sur les voitures, interactions véhicules/piétons, recalage géométrique précis...)



crowd-patches

Organisation du projet



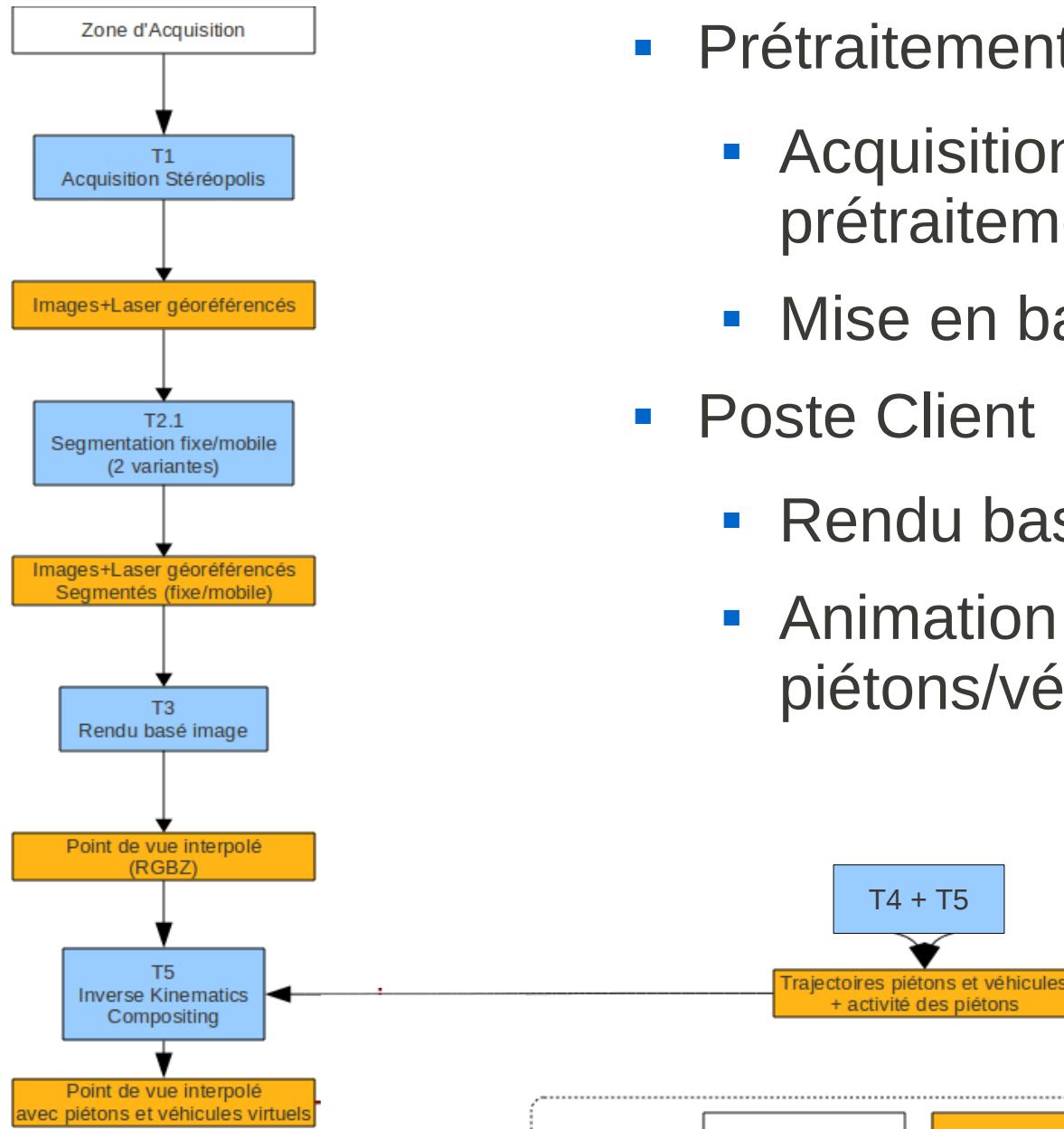
- Adaptation et intégration des briques logicielles dans un démonstrateur décliné pour divers scénarios

IGN

INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE



Tâche 6 Plateforme iSpace&Time



■ Prétraitement

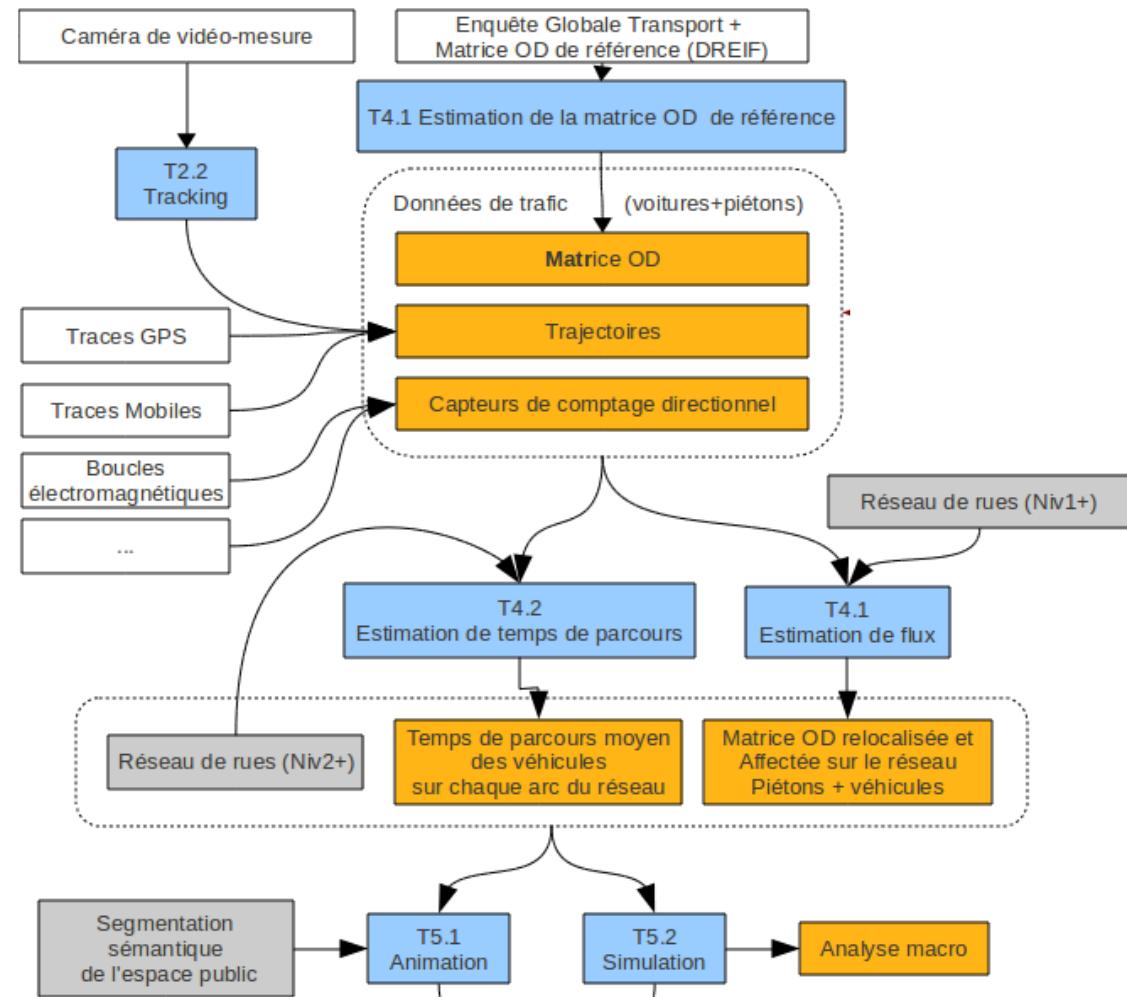
- Acquisition, dépeuplement, prétraitements pour le rendu
- Mise en base sur la plateforme

■ Poste Client

- Rendu basé image OSG / 
- Animation de trajectoires par piétons/véhicules virtuels

Tâche 6 Plateforme iSpace&Time

- Prétraitement
 - Cartographie
 - Matrice OD de référence
- Traitement en flux
 - Vidéomesure
- Serveur
 - Estimation de trafic
 - Simulation
- Poste Client
 - Animation



Légende :

Données externes

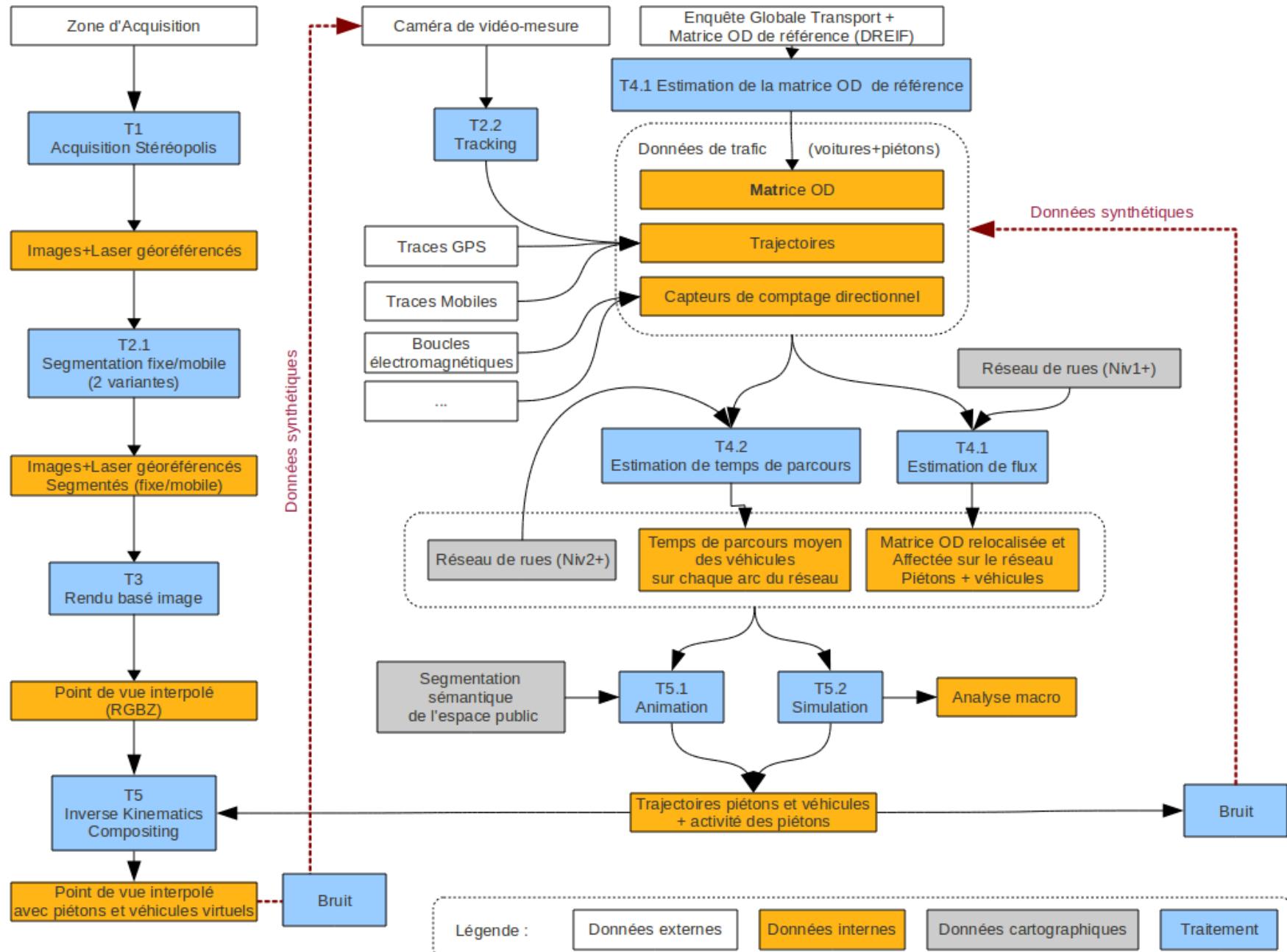
Données internes

Données cartographiques

Traitement

Tâche 6 Plateforme iSpace&Time

■ Données de Synthèse



iSpace&Time

ANR CONTINT 2010

merci

