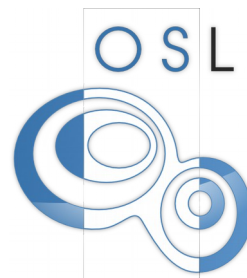




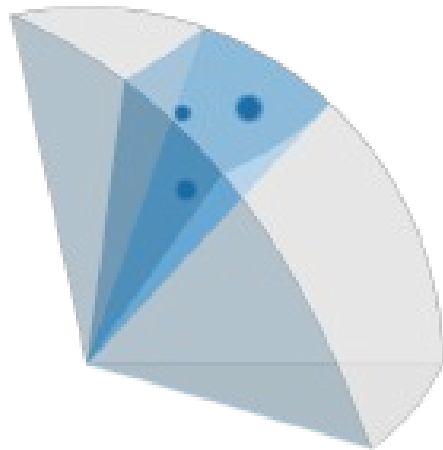
INSTITUT NATIONAL  
DE L'INFORMATION  
GÉOGRAPHIQUE  
ET FORESTIÈRE

**Mathieu Brédif**  
**Emmanuel Habets**  
**Bruno Vallet**  
**Jean-Pierre Papelard**



OSLANDIA

**Ludovic Delauné**  
**Paul Blottière**  
**Vincent Picavet**



LI<sup>3</sup>DS

(Large Input 3-D System)

**Capter et stocker l'environnement 3D**



METHODES D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT  
D'IMAGES POUR LA STEREO-RESTITUTION



# Acquisition 3D : Plateformes



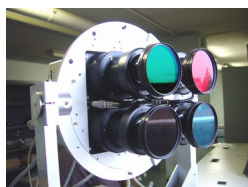
*Mobile Mapping*



*Véhicules  
légers*



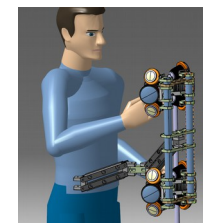
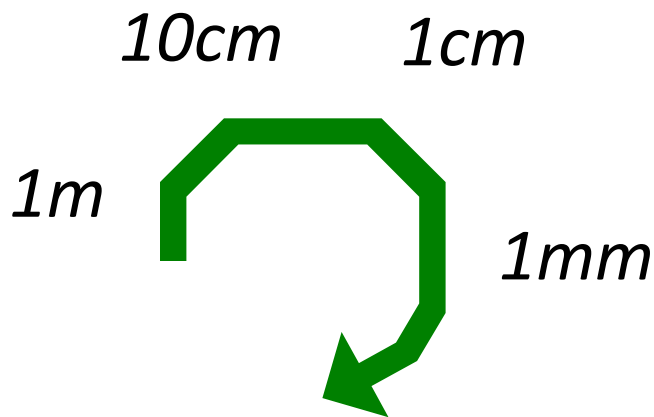
*Drones*



*Aérien*



*Satellite*



*Portatif, Sac à dos,  
smartphone...*

# Acquisition 3D : Capteurs

capteurs images



capteurs LiDAR



véhicule / plateforme



capteurs "georéférencement direct"

# Acquisition 3D : Capteurs

Images



Nuages de point



véhicule / plateforme



Trajectoires



# Acquisition 3D

## Exemple du mobile mapping



### Trajectoire

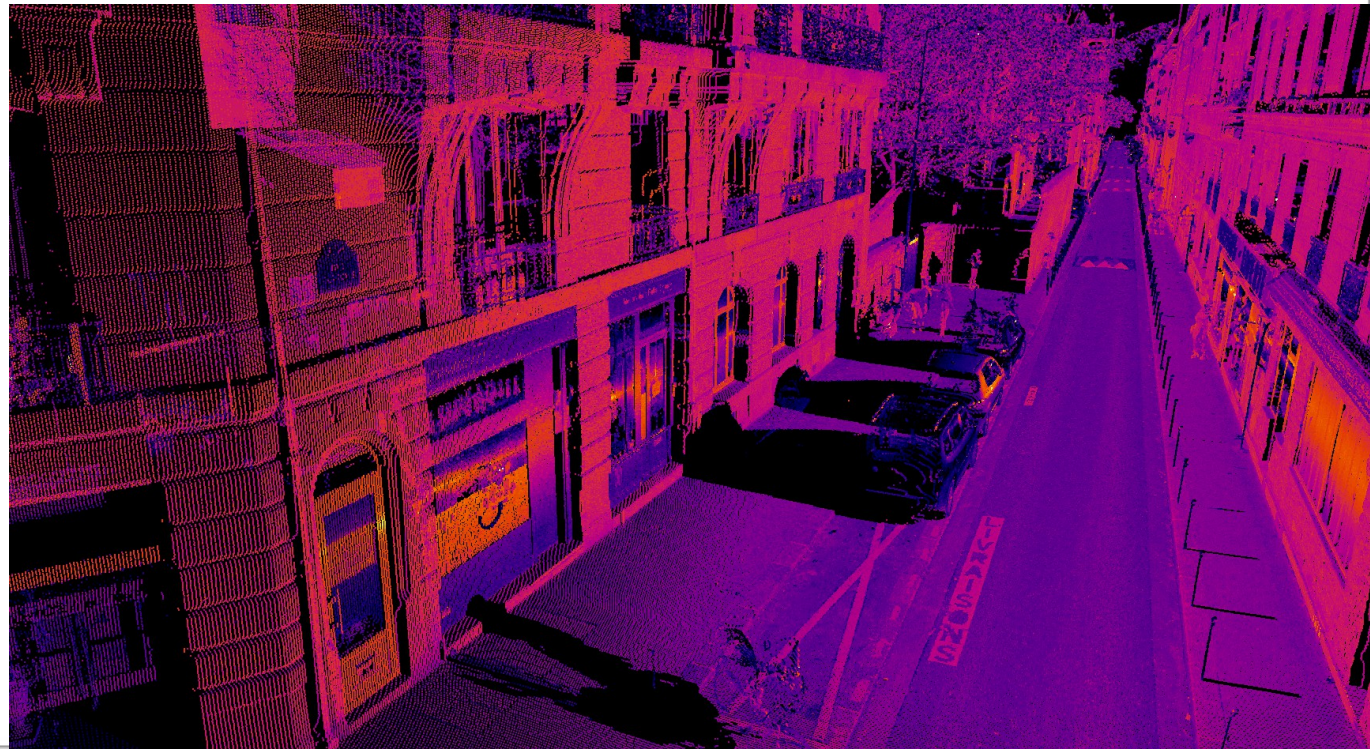
- centrale inertielle + GPS + odomètre → position et orientation à 200Hz

### Images

- 9 images totalisant 28MPix tous les 2m

### Laser

- 300 000 points/s
- 84 octets/point (non compressé)
- ~100Go/H d'acquisition
- 6H par jour ...



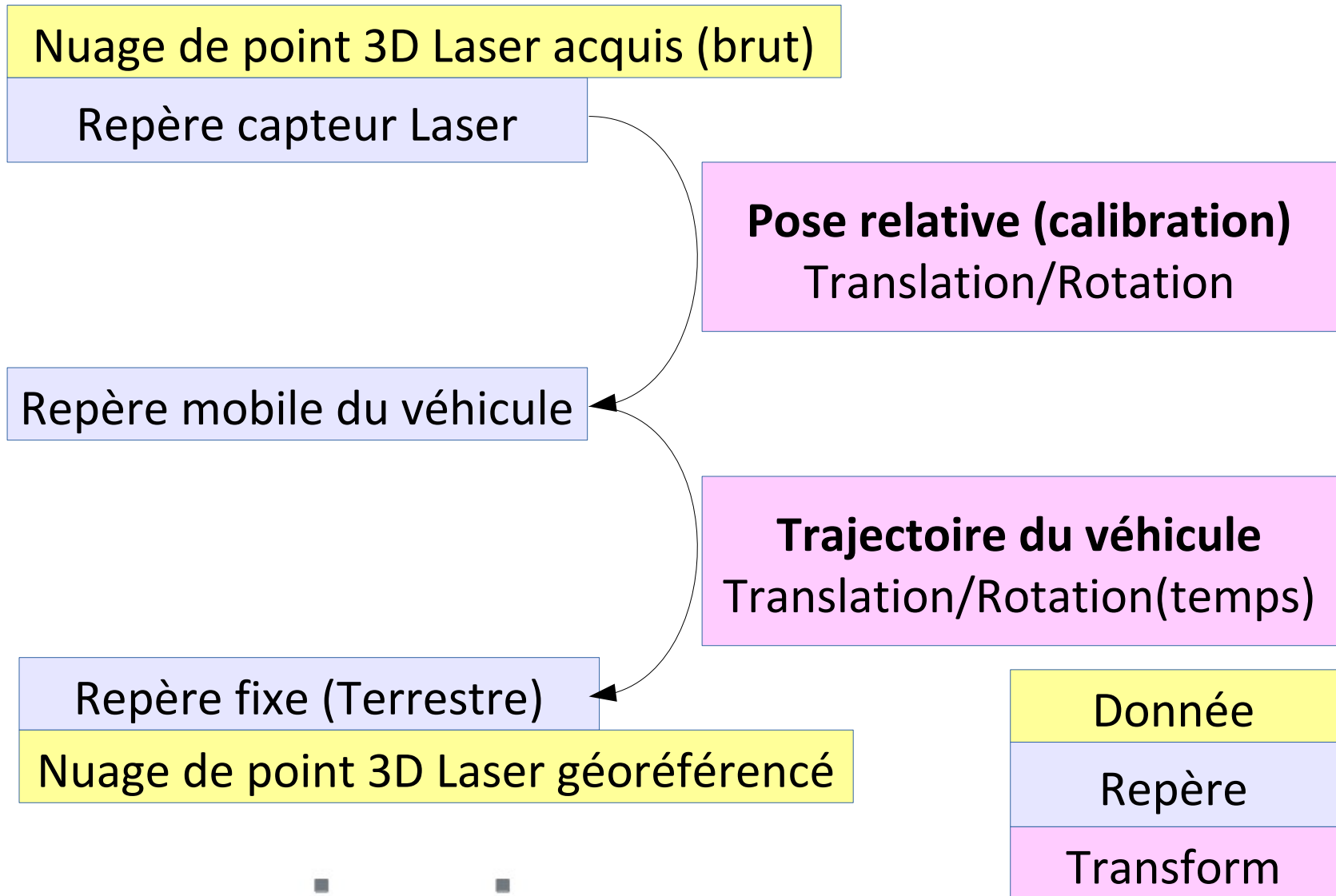
# Entrepôt de données

LI<sup>3</sup>DS vise à développer un entrepôt libre de

- **Données** d'acquisition 3D
  - images, nuages de point, trajectoires
- **Métadonnées** : calibrations images et laser, réglages des capteurs, poses relatives...

L'objectif est de cataloguer et intégrer des **volumes** très importants de données **hétérogènes** issues de **plateformes multiples** : aérien, drone, mobile mapping, portatif...

# Entrepôt de données : Laser



# Entrepôt statique

Actuellement, les nuages de points laser sont publiés dans les entrepôts après application de la **calibration** et de la **trajectoire**

→ précalcul du géoréférencement

En pratique, il est fréquent de recalculer :

- une **calibration**
  - un capteur a bougé (maintenance, remontage...)
  - Amélioration de la calibration post-acquisition
- une **trajectoire**
  - Trajectographie GPS brute → Post traitée (différentiel)
  - Compensation avec données externes...



# Entrepôt statique

Que faire si la **calibration** du capteur laser est recalculée et/ou que la **trajectoire** est réestimée ?

- Effacer le nuage géoréférencé (car obsolète)
- Réexporter un nouveau nuage (à partir du nuage brut archivé)
- Ou conserver les différents exports (redondance...)

Peut on faire mieux ?

- → Entrepôt **dynamique**

# Entrepôt dynamique

---

## Stocker dans l'entrepôt

- Les données brutes (laser, image, trajectoires)
- Les métadonnées (calibrations / transformations)

## Générer les données géoréférencées à la volée

- Pas de duplication (données brute + géoréférencée)
- Trajectoires et calibrations modifiables sans recalcul
- Caching/vue matérialisée si nécessaire (optimisation)
- Description fine des métadonnées
  - Historisation/versionnement des calibrations et des trajectoires (date de validité, sémantique...)

# Modèle de données / métadonnées

Donnée

est exprimée dans un certain

Repère

(Système de coordonnées)

## Transformation de coordonnées

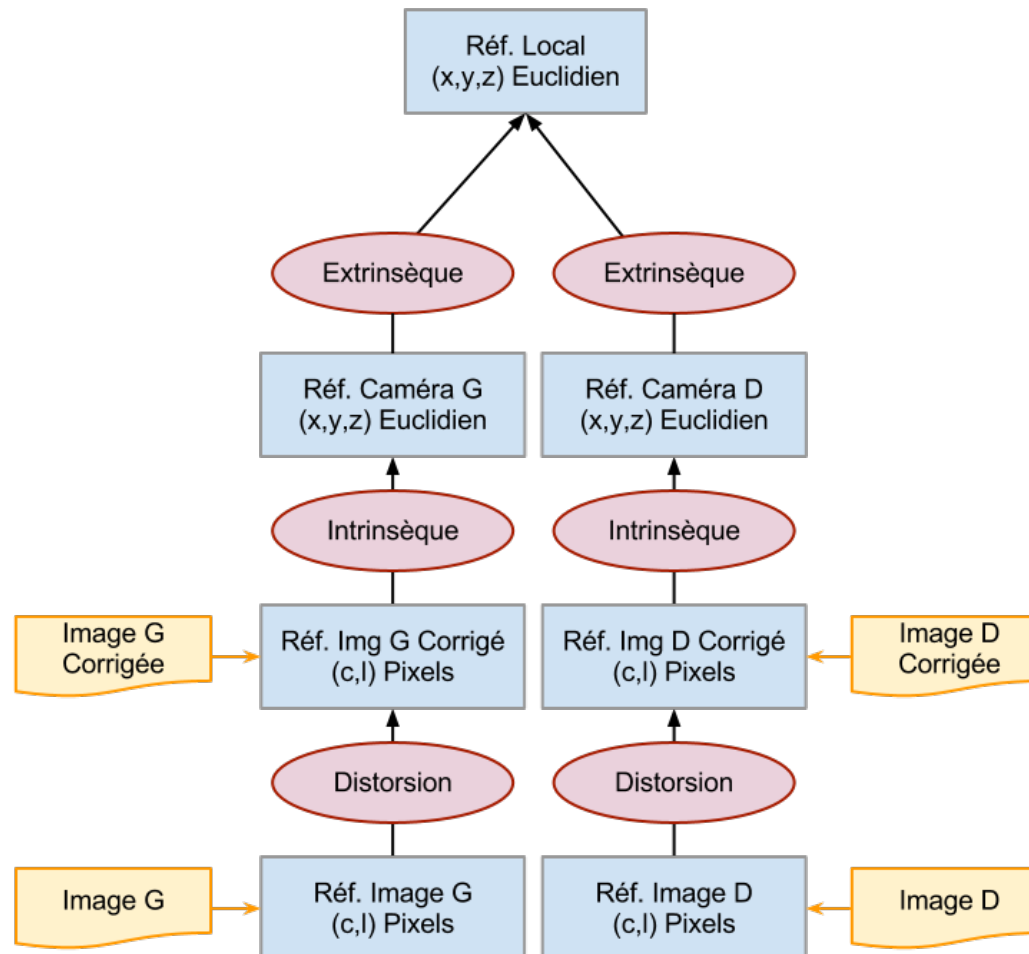
Repère  
source

Transform

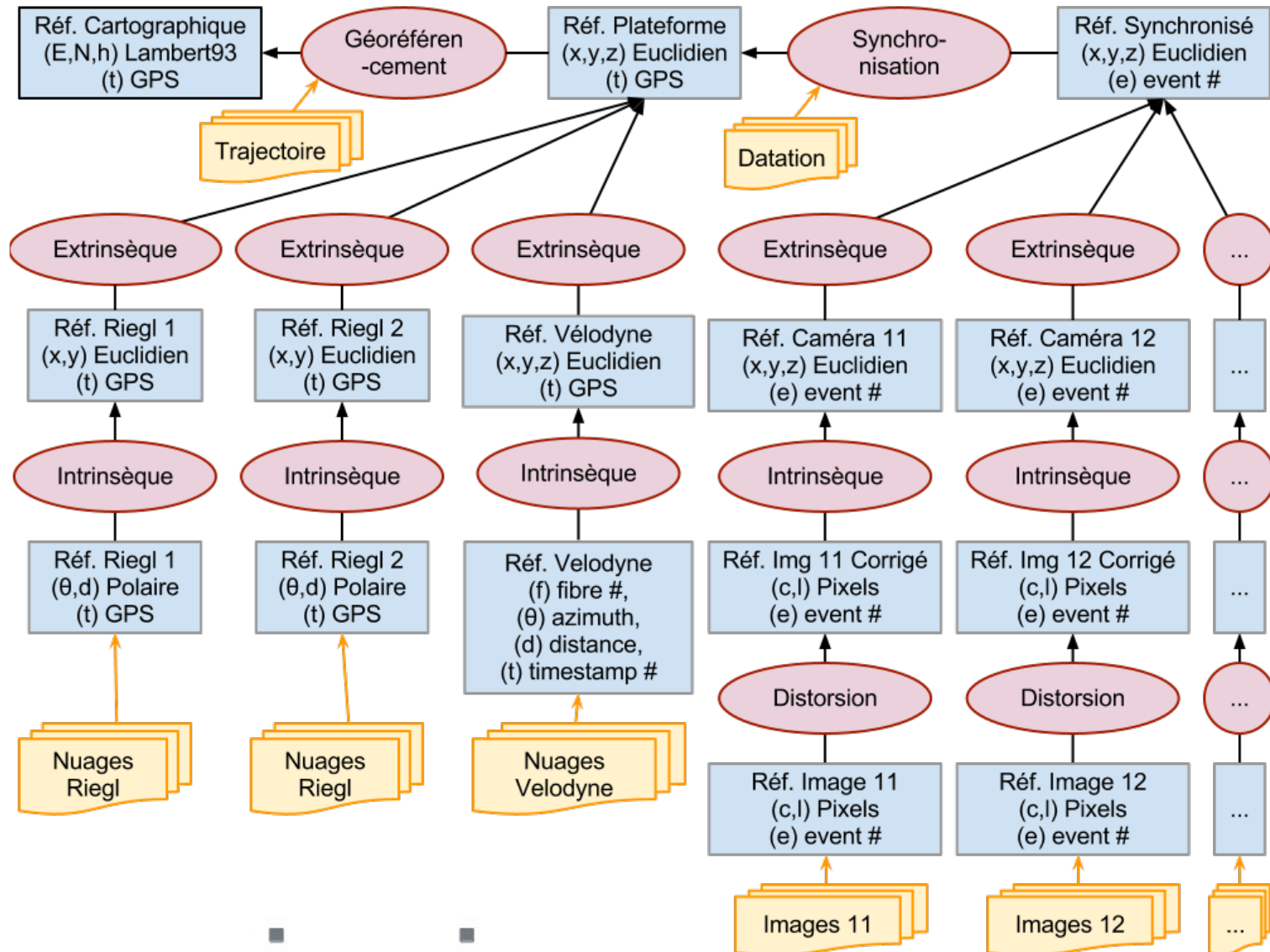
Repère  
cible

→ Graphe : Noeud = repère , Arc = transform

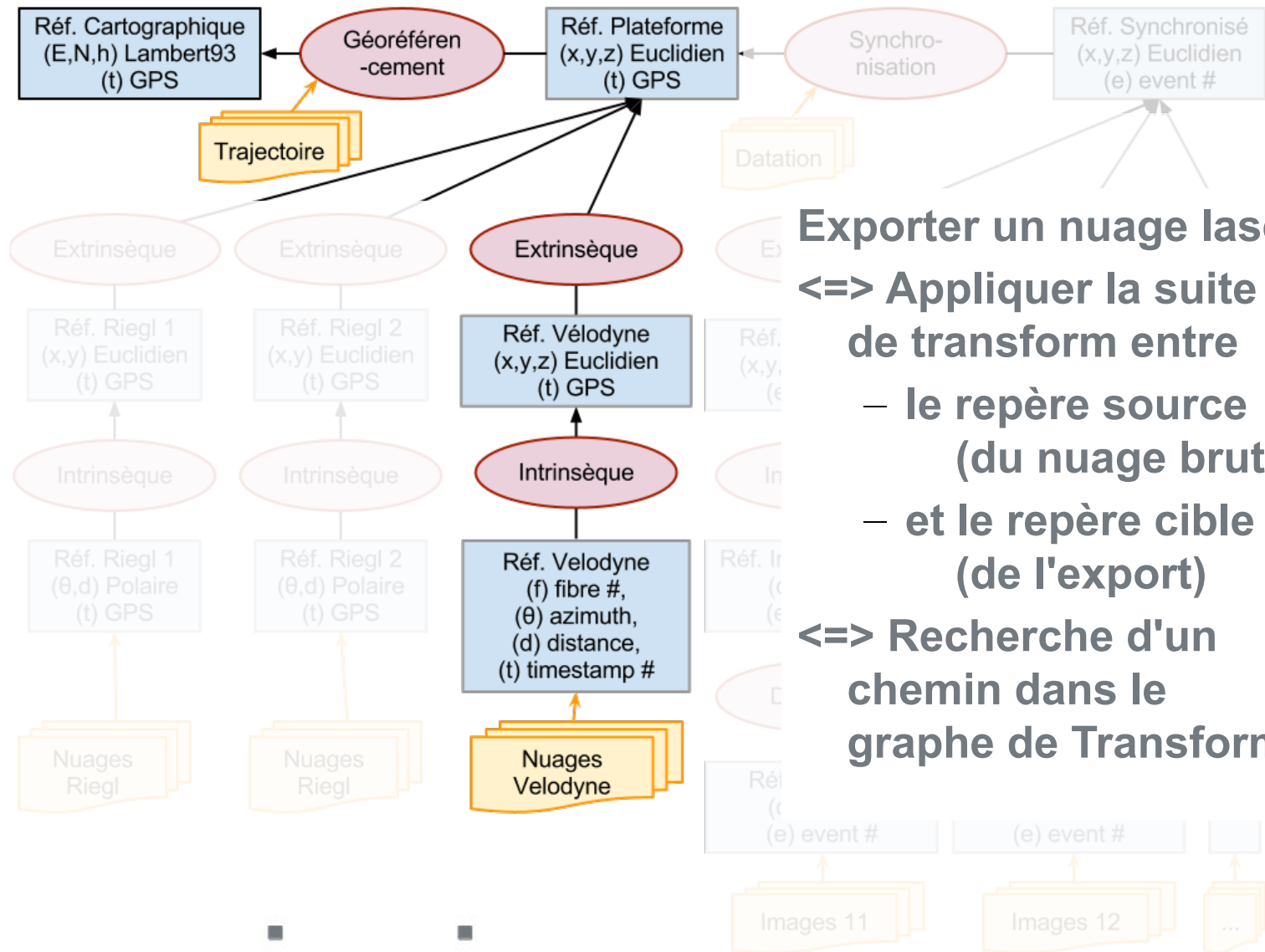
# Graphe de Transform : Caméra stéréo



# Graphe : Mobile Mapping

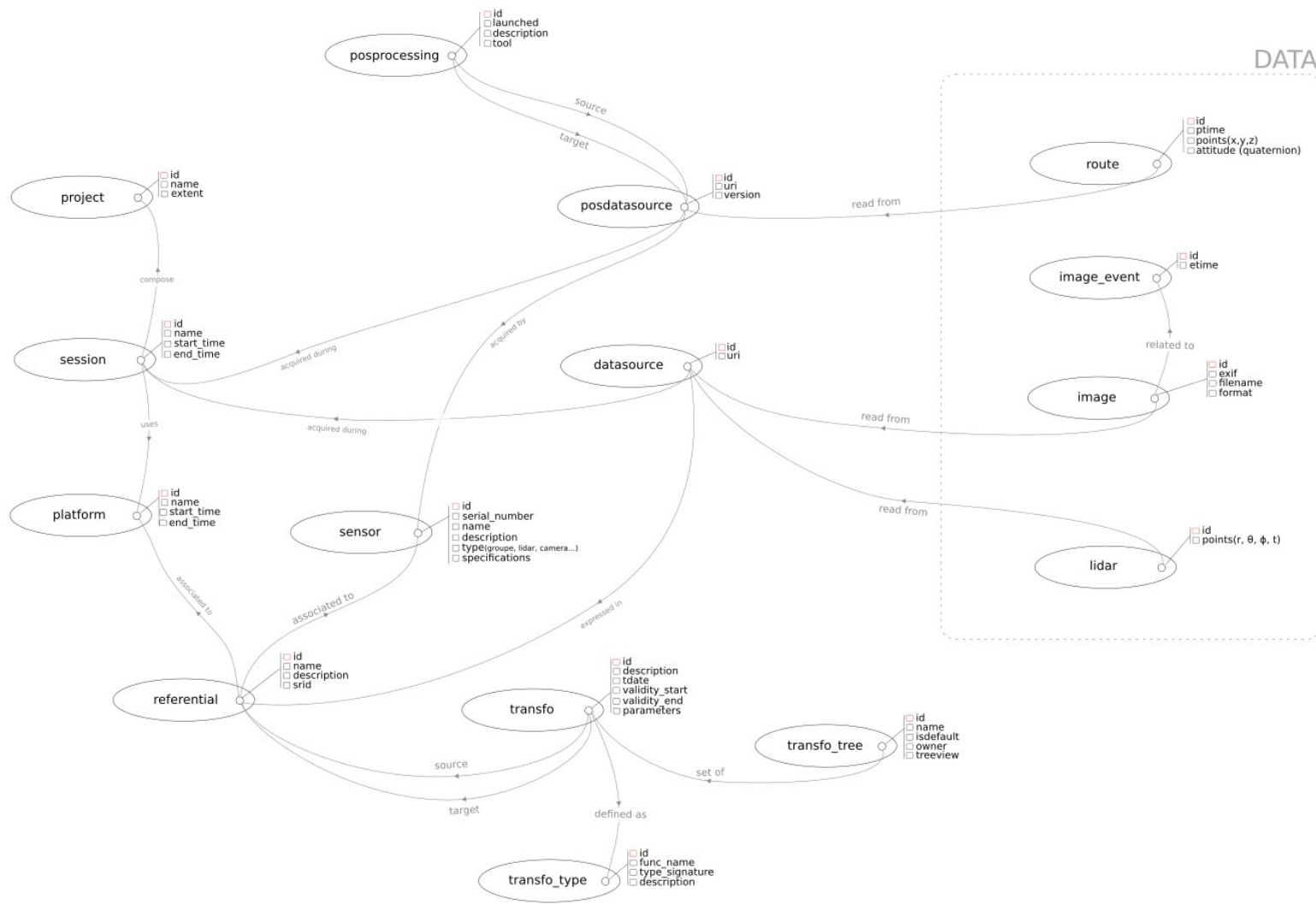


# Graphe : Mobile Mapping

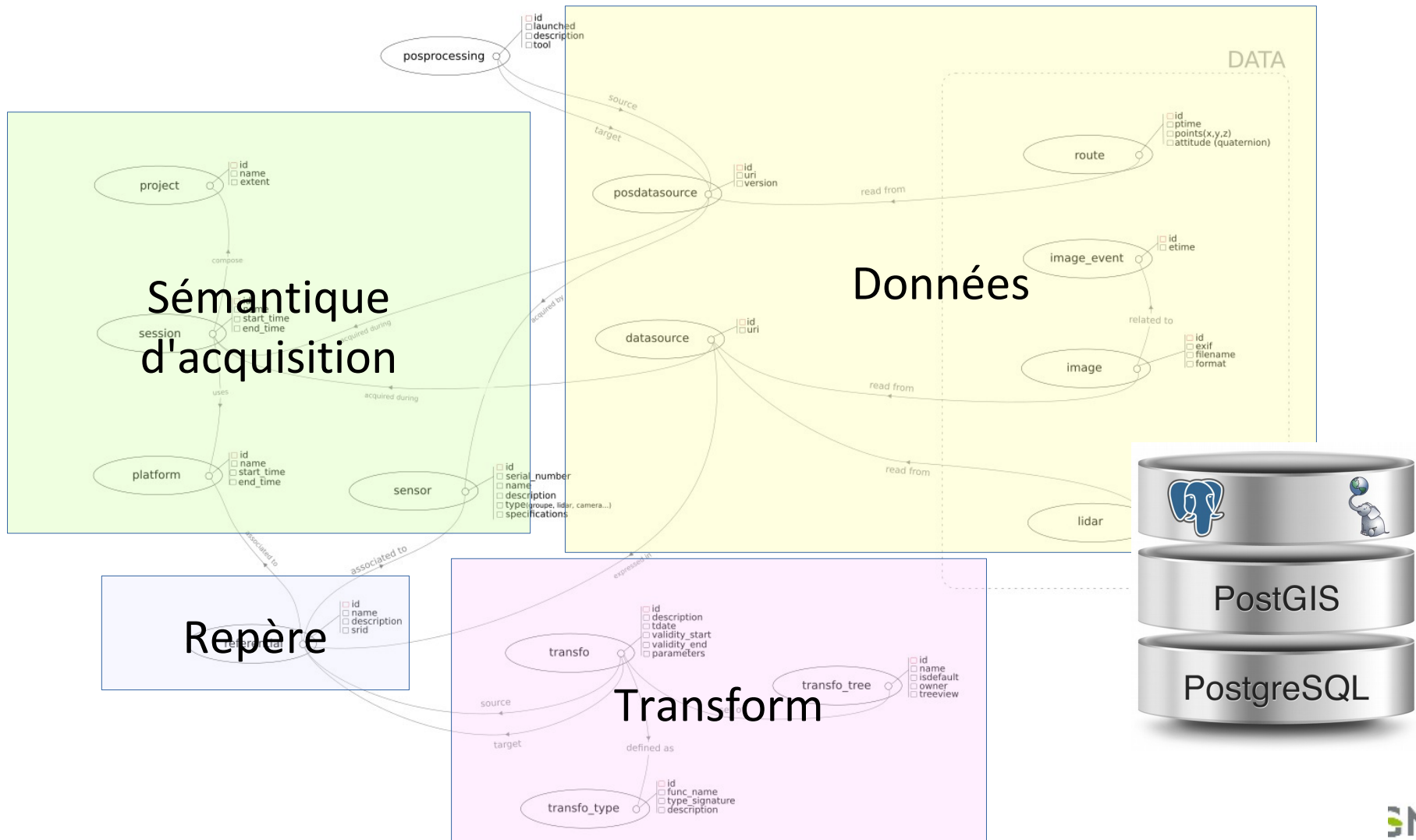




# Modèle de données / métadonnées



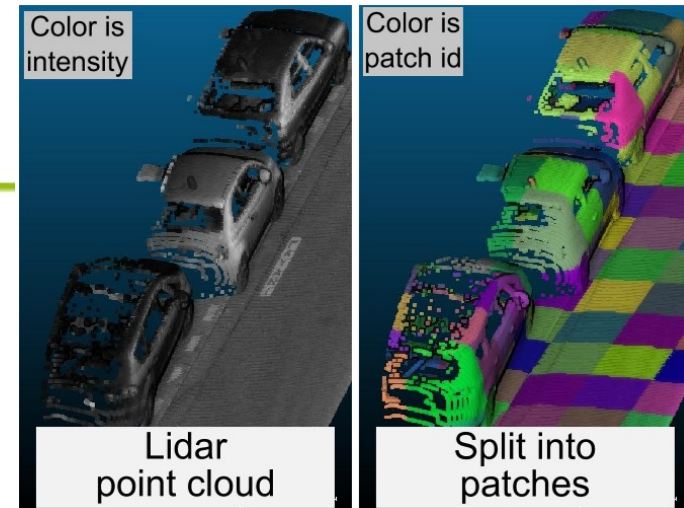
# Modèle de données / métadonnées



# Implémentation

## Nuage de point laser en base ?

- Un point par ligne → trop de ligne !
- Extension pgPointCloud : PCPatch
  - points regroupés → passe à l'échelle !



[Cura16]

## Publication dans l'entrepôt des fichiers laser et des trajectoires ?

- PDAL ?
  - Laser supporté (LAS, RXP...) mais limitations sur les attributs supportés
  - Trajectoires SBET
  - Mais : coût de mise en base.
- Foreign Data Wrapper (FDW) ?
  - Fichiers laser/trajectoire interprétés à la volée comme des tables de PCPATCH !

# Implémentation

Le modèle de données est en cours de définition et d'implémentation PostgreSQL / PostGIS / pgPointCloud :



<https://github.com/LI3DS>

Métadonnées d'acquisition (transfo...)

[https://github.com/LI3DS/pg\\_li3ds](https://github.com/LI3DS/pg_li3ds)(Todo)


Manipulation des nuages de points laser et des trajectoires (fdw)




<https://github.com/LI3DS/fdwlidar>






Fork PgPointCloud

<https://github.com/LI3DS/pointcloud>


# Contributions à pgPointCloud



 [pgpointcloud](#) / [pointcloud](#)

 Watch 15  Star 74  Fork 43



 Code  Issues 29  Pull requests 4  Pulse  Graphs

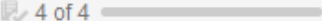

Labels Milestones New pull request




 Clear current search query, filters, and sorts


 4 Open  21 Closed




Author ▾ Labels ▾ Milestones ▾ Assignee ▾ Sort ▾


 **valgrind-clean** 




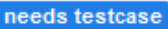
#101 opened on 2 Mar by mbredif  4 of 4  1


 **pc\_bytes\_sigbits\_decode compression -> PC\_DIM\_NONE**  

#99 opened on 29 Feb by mbredif  3

 **fix crash when a child node is empty in pc schema**  


#97 opened on 23 Feb by Idgeo  4




 **memcpy size seems erroneous for u\_int32\_t : 8 -> 4**   






#96 opened on 17 Feb by mbredif  5

Closed PR : 4


# Contributions à pgPointCloud



 **pgpointcloud / pointcloud**

 Watch 15  Star 74  Fork 43



 Code  Issues 29  Pull requests 4  Pulse  Graphs




Labels Milestones New pull request




 Clear current search query, filters, and sorts

 4 Open  21 Closed

Author ▾ Labels ▾ Milestones ▾ Assignee ▾ Sort ▾

 **PC\_Envelope : testing, degenerate cases, PC\_Envelope\_AsBinary** ✓  0  
#104 opened on 8 Mar by mbredif

 **new PC\_PointN function** ✓  0  
#103 opened on 7 Mar by mbredif  5 of 8

 **PC\_Sort and PC\_IsSorted** ✓  0  
#102 opened on 7 Mar by mbredif  6 of 18

Pending PR : 3

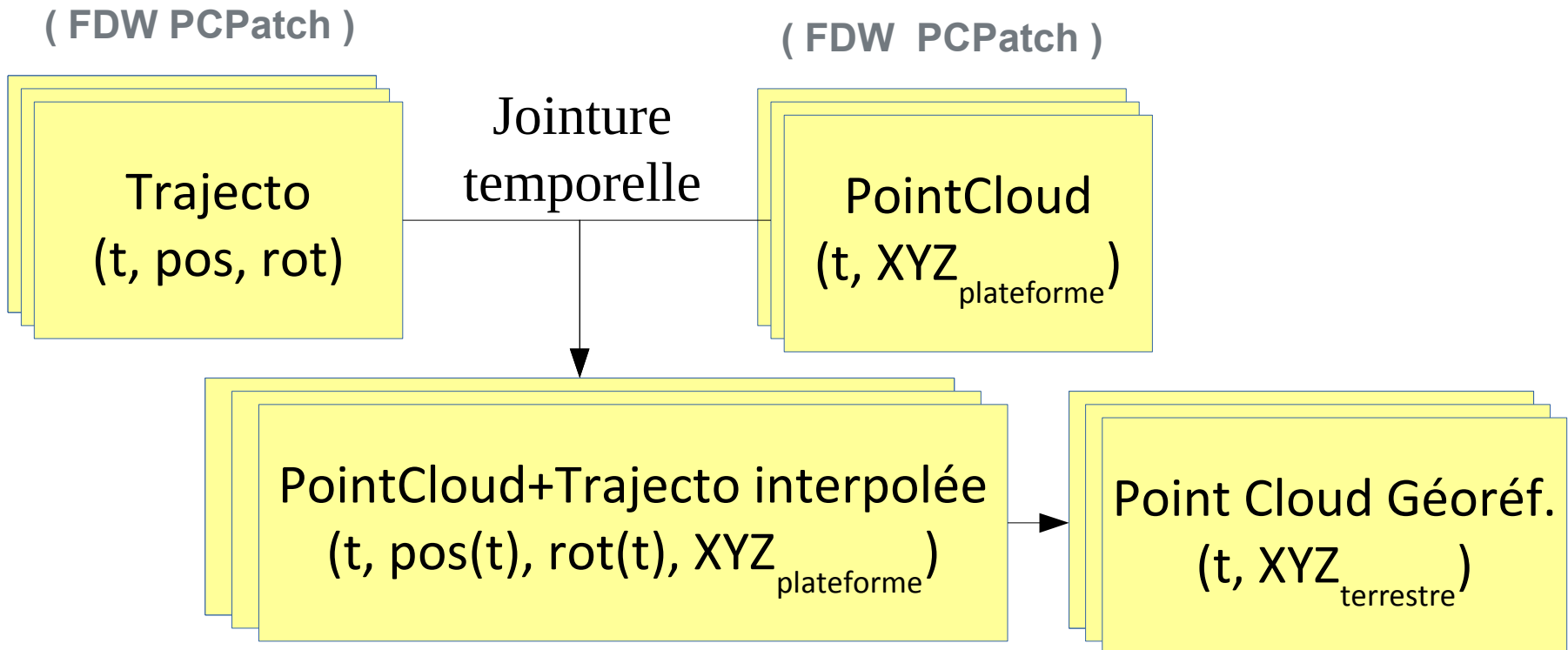


# Contributions à pgPointCloud

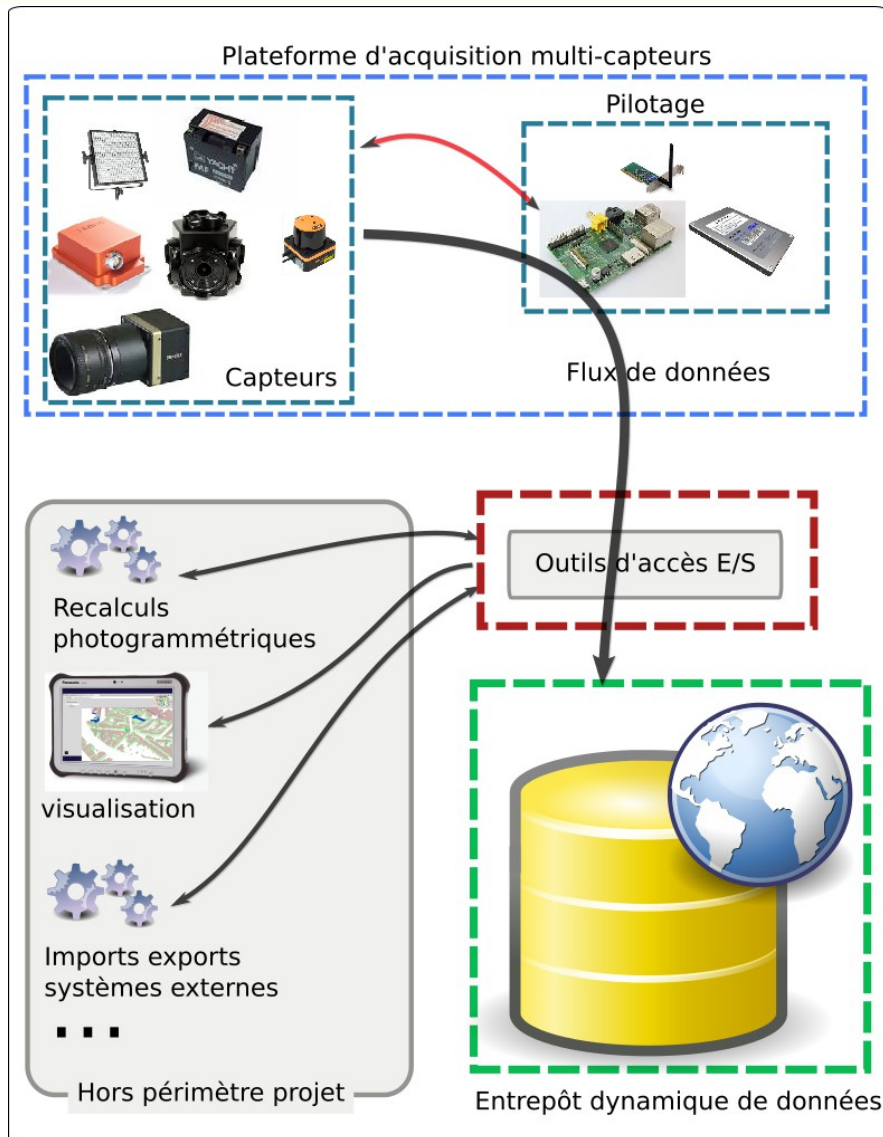
Dans les cartons : PC\_Interpolate

[https://github.com/mbredif/pointcloud/tree/PC\\_interpolate](https://github.com/mbredif/pointcloud/tree/PC_interpolate)

Difficulté : échantillonnages temporels différents !



# API : Outils d'accès E/S



**Todo : Développement des composants API serveur :**

- API de publication de chantiers d'acquisition
- Streaming de nuage de point

...

# Perspectives : Visualisation SIG

PCPatch  
de trajectoire

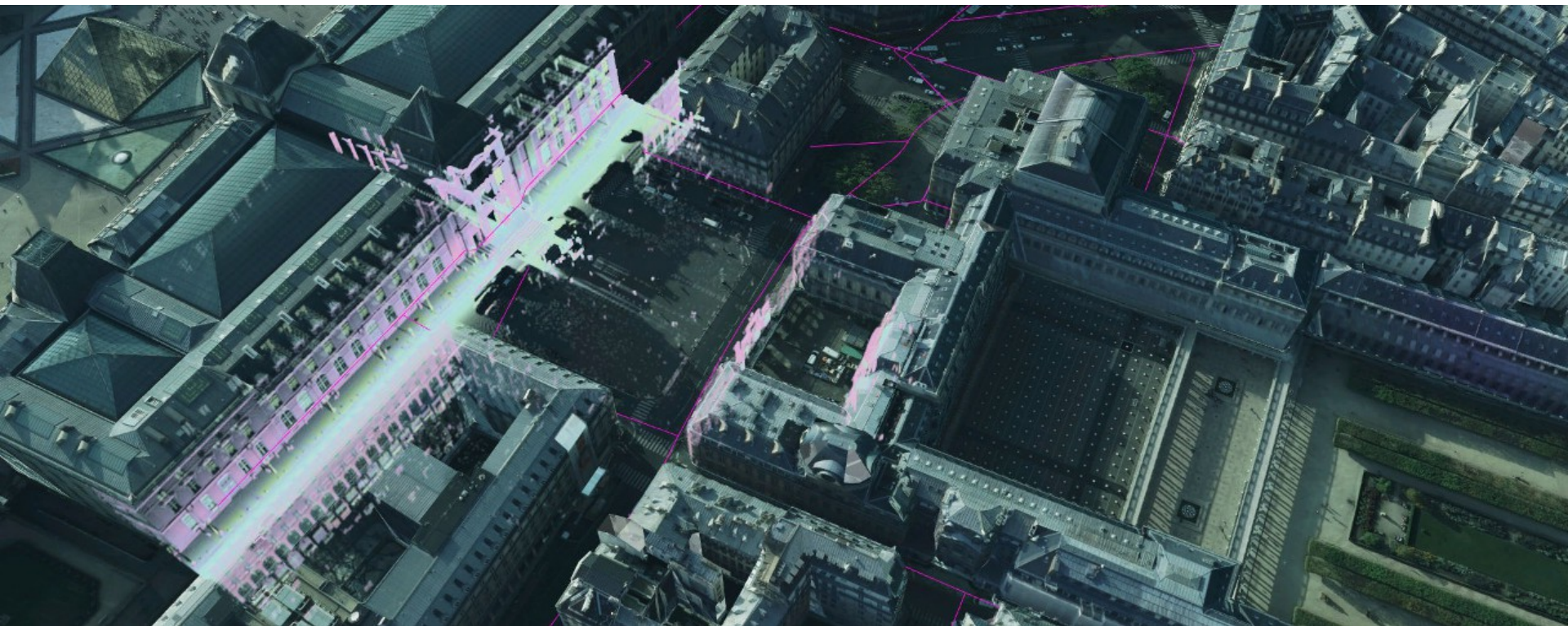
Visualisation QGIS (todo)

- laser
- image

# Perspectives : Visualisation 3D



Visualisation 3D depuis un client WebGL





# Perspectives : Analyse spatiale

Détection des passages multiples (trajectoire ou laser)

Quelles images « voient » un point laser à moins de 10m ?

Quelles couples d'images de passages différents sont susceptibles de voir un même point 3D à moins de 10m ?

Quels sont les patches laser susceptibles d'être vus dans une image ?

Couplage avec des données spatiales: récupérer le pointcloud et/ou les images correspondant à une façade, à une rue, pouvant voir un panneau de signalisation...

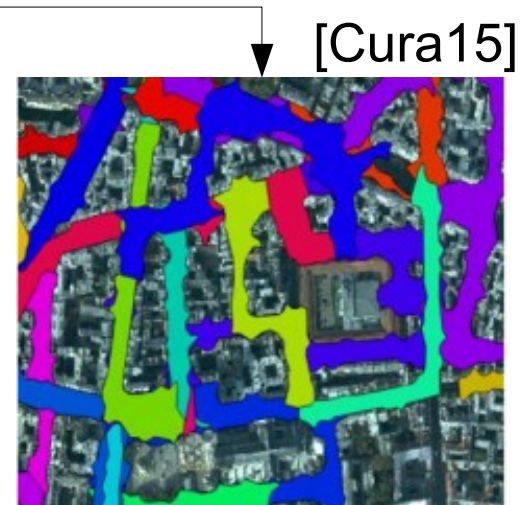
Approximation vectorielle de patches laser

Gestion et propagation des incertitudes

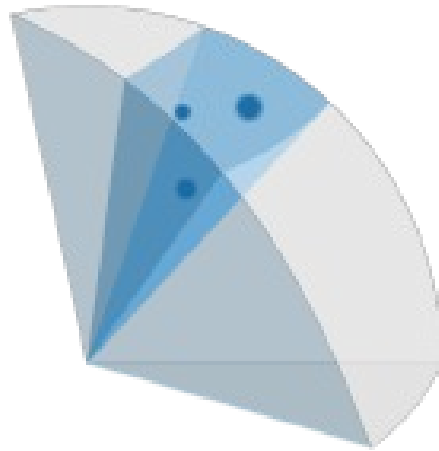
Passage à l'échelle / benchmarking

Niveaux de détail

...



# Questions ?



LI<sup>3</sup>DS