



# Restituer les collections dans leur contexte spatial : Navigation immersive dans des photographies historiques

Mathieu Brédif, Sidonie Christophe, Alexandre Devaux, Maria Scarlleth Gomes de Castro, Mouna Harrach, Evelyn Paiz Reyes

**LASTIG, Univ. Gustave Eiffel, ENSG, IGN, F-94160 Saint-Mandé, France**



Séminaire de clôture

ALEGORIA

16 Décembre 2021



# Comment explorer les relations spatiales entre les images de cette liste ?

	"B.K. 189", tirage numéroté "3K"	-	Étagnac	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>
	"B.K. 189", tirage numéroté "1K"	-	Villefagnan	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>
	"B.K. 189", tirage numéroté "5K"	-	Montembœuf	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>

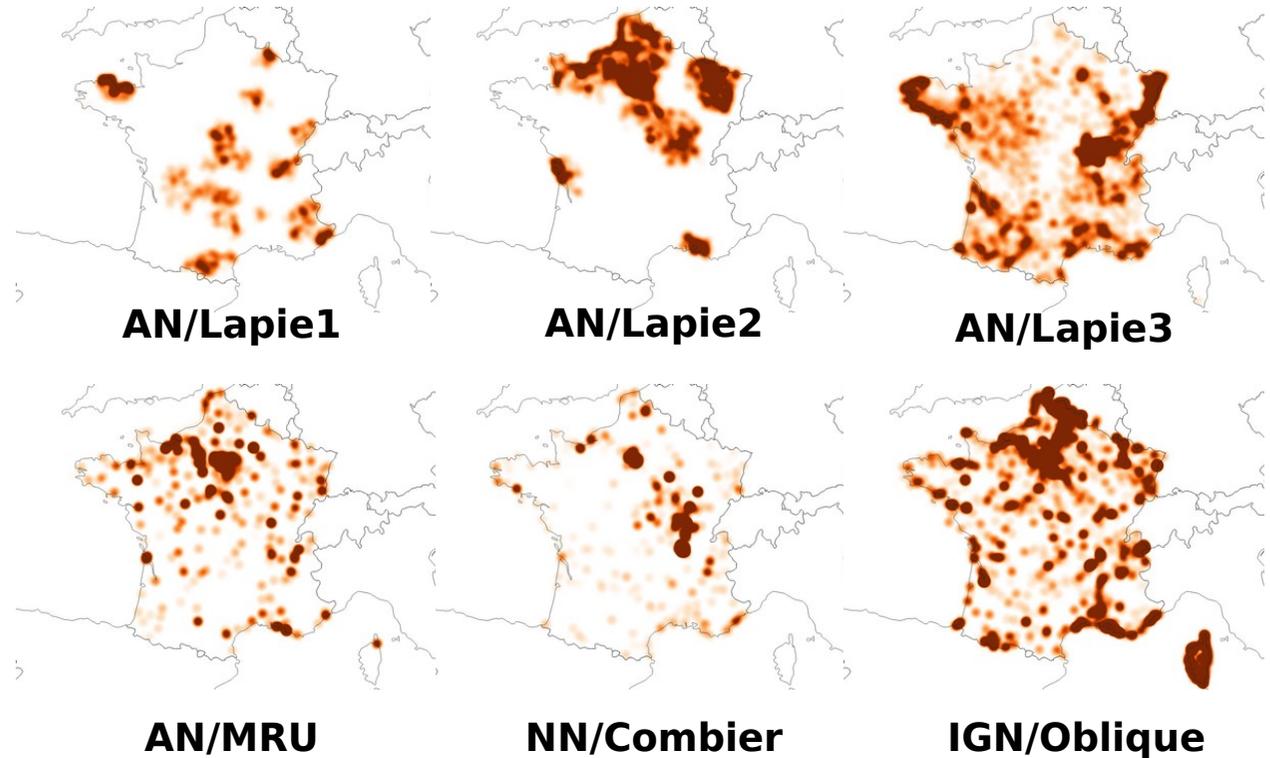
Géolocalisation  
→ 2D

# Comment explorer les relations spatiales entre les images de cette liste ?

Cartes de chaleur 2D suivant les métadonnées de lieu

→ Distribution 2D globale d'un ensemble d'images

- Fonds
- Résultat d'une requête
- Etc



# Comment explorer les relations spatiales entre les images de cette liste ?

	"B.K. 189", tirage numéroté "3K"	-	Étagnac	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<input type="button" value="show"/>	<input type="button" value="show"/>
	"B.K. 189", tirage numéroté "1K"	-	Villefagnan	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<input type="button" value="show"/>	<input type="button" value="show"/>
	"B.K. 189", tirage numéroté "5K"	-	Montembœuf	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<input type="button" value="show"/>	<input type="button" value="show"/>

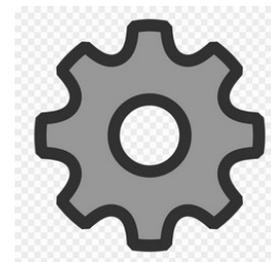
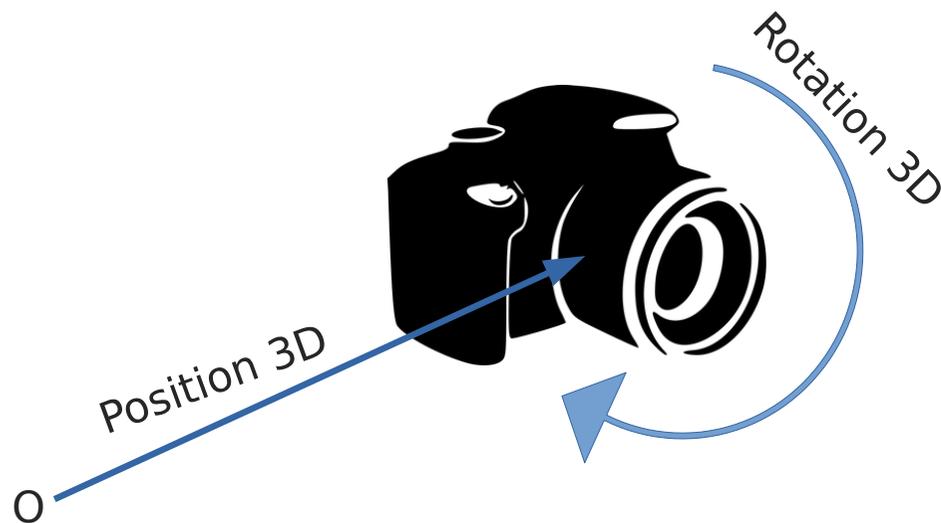
**Géolocalisation → 2D**

**Géoréférencement → 3D**

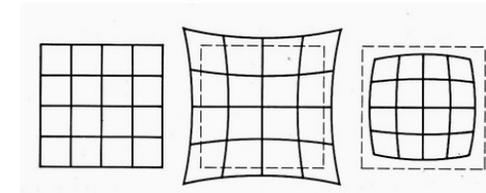
# Géoréférencement 3D

**Pour afficher précisément une image dans un contexte 3D, il faut connaître**

- La position du centre optique de la caméra
- L'orientation : la rotation de la caméra
- Les paramètres de la caméra : focale, point principal, distorsion...



Réglages  
(focale...)



Distorsion

# Si l'on a assez de photographies...

- Géoréférencement des photos
- Reconstruction 3D de la scène



*Building Rome in a day (Agarwal et al, ICCV2009)*

## Photogrammétrie et vision par ordinateur

cas favorable (quantité, qualité, homogénéité)

→ Automatique → projet ANR Hiatus

cas défavorable (quantité, qualité, homogénéité)

→ Semi-automatique → projet ANR Alegoria



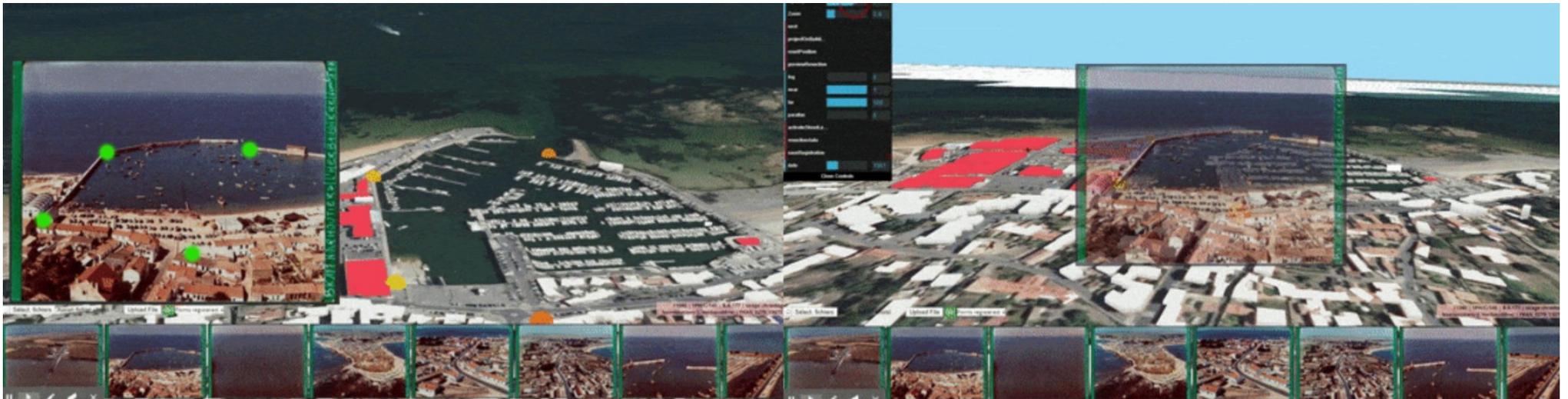
AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
**ANR**

# Géoréférencement semi-automatique

Saisie d'au moins 5 paires de points en correspondance

- En 2D sur la photo à géoréférencer
- En 3D sur la scène 3D actuelle (BD IGN)

→ Géoréférencement 3D !



[Blanc 2018] [Harrach 2019] [Blettery 2021]

- Title Layer
- Climate Layer
- Policy Tools
- Layer 2010 Building
- View Layers





B.K. 206. SEVERAC. CHATEAU (AUX VES) 2K

# DEMO

Parcourir... Aucun fichier sélectionné. Upload File Go Points registered: 0

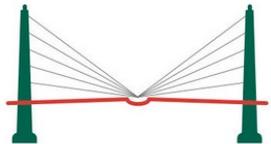
• Institution : Archives nationales (France ; 1790-....)  
• Titre : "B.K. 206", tirage numéroté "2K"  
• Image : [FRAN\\_0207\\_1990\\_L](#)  
• Lieu : [Severac d'Aveyron](#)  
Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.

# Replonger dans le passé pour mieux le comprendre et l'étudier



*A spatio-temporal web-application for the understanding of the formation of the Parisian metropolis [Blettery 2020]*

*Restituer les bidonvilles de Nanterre - Retour d'expérience d'un outil de visualisation 3D des données spatiales à l'usage des sciences sociales [Lecat 2021]*



**ARCHIVAL CITY**  
Bridging Urban Past and Future



*La méthode de la photo-interview à partir de la photographie aérienne. Le cas d'un bidonville à Nanterre dans les années 1960 [Delavoipière 2020] → **Présentation de S. Conord (LAVUE)***

## Bibliothèque open source WebGL

- Permet de développer des applications web de géovisualisation 3D
- Exemple : le geoportail 3D de l'IGN

## Visualisation de données 2D

- Flux de l'IGN (Orthoimages, cartes, élévation...)
- Données thématiques





[itowns-project.org/](http://itowns-project.org/)

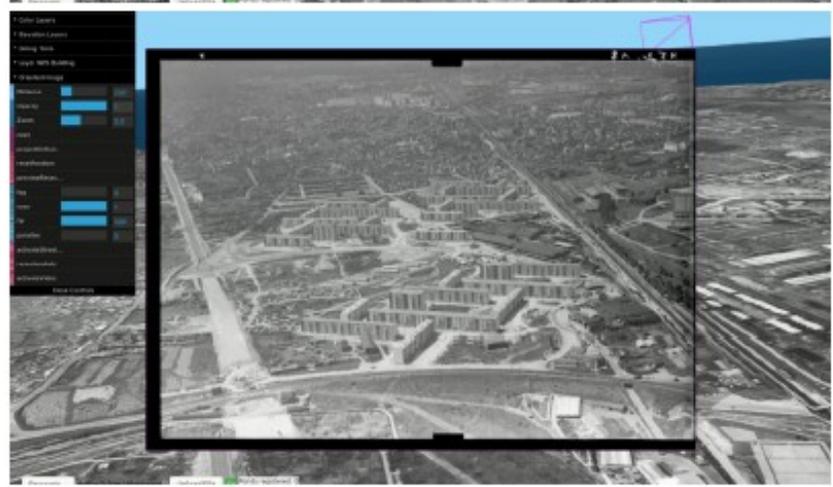
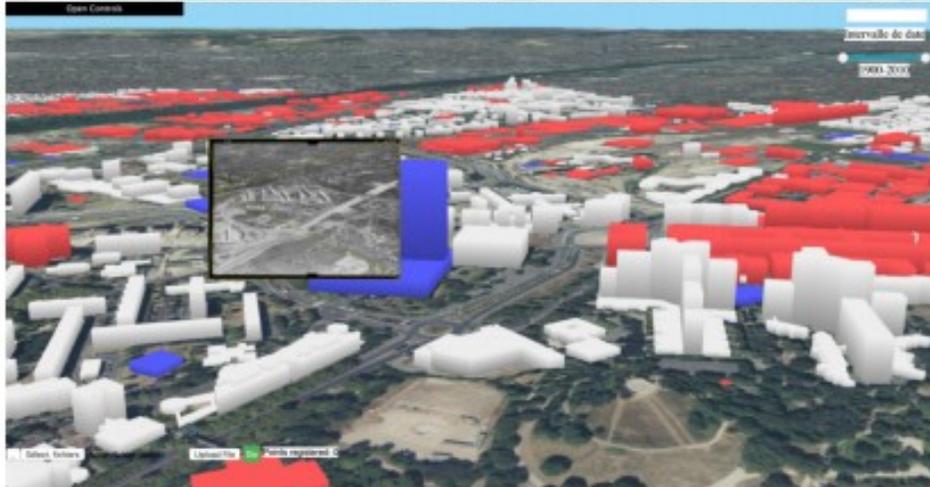
## **Bibliothèque open source WebGL**

- Permet de développer des applications web de géovisualisation 3D
- Exemple : le geoportail 3D de l'IGN

## **Visualisation de données 3D**

- BD Topo IGN pour le bâti
- modèles 3D...

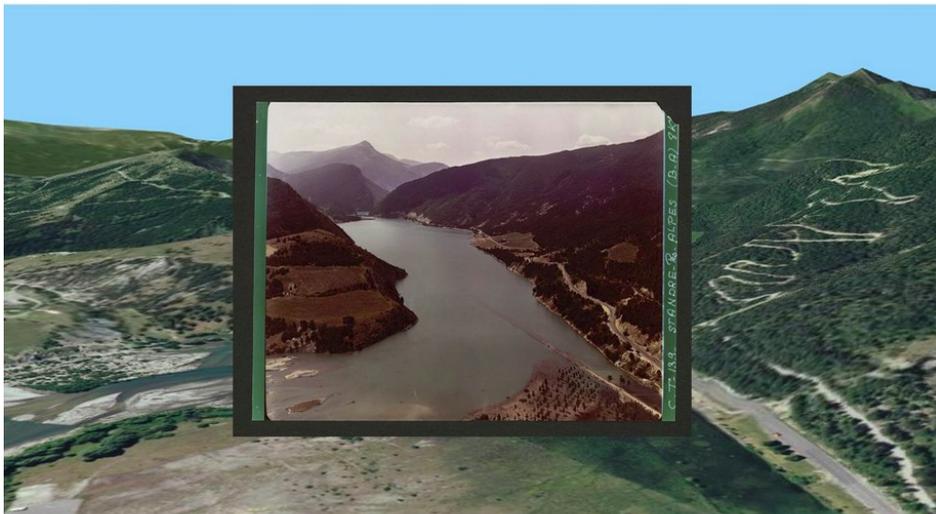




# Navigation **immersive**



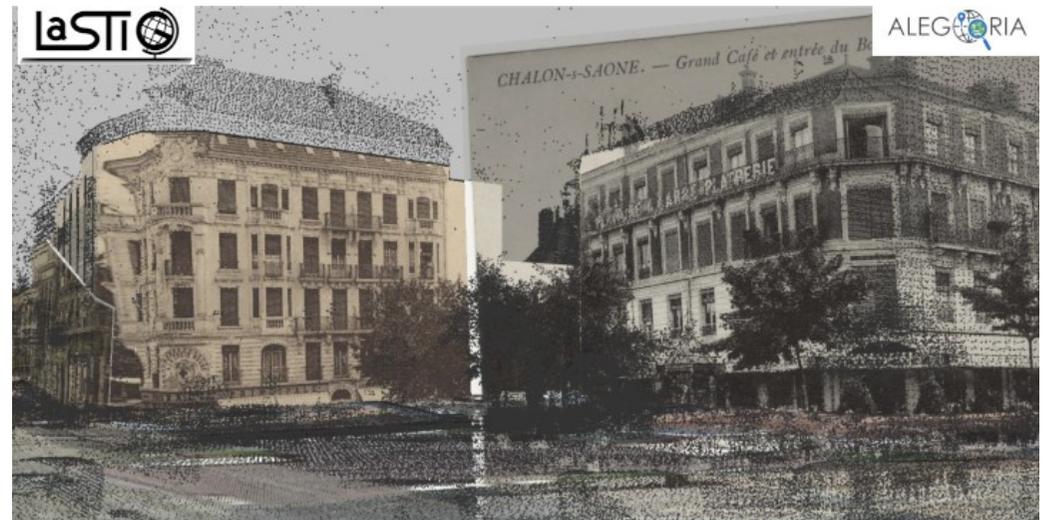
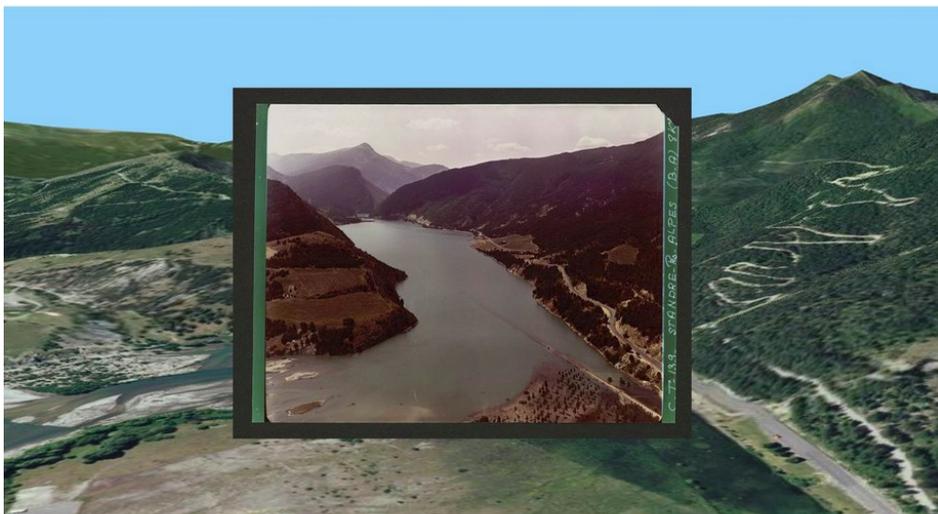
- Visualisation interactive de ces images dans un contexte 3D
- Comment faire améliorer l'immersion ?



# Navigation **immersive**



→ Visualisation interactive de ces images dans un contexte 3D



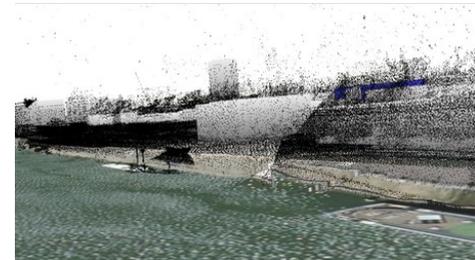
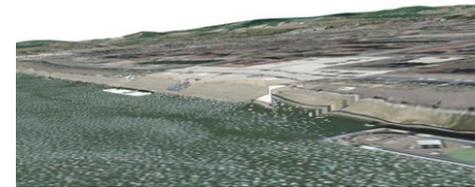
# Données utilisables

## Données historiques (1900-2000)

- Photographies (10-100Mpix)  
Entre 100 et 50000 photos par fonds  
Datation approchée (intervalle de 1 jour à 10 ans)  
Géoréférencement semi-automatique

## Données actuelles (2021)

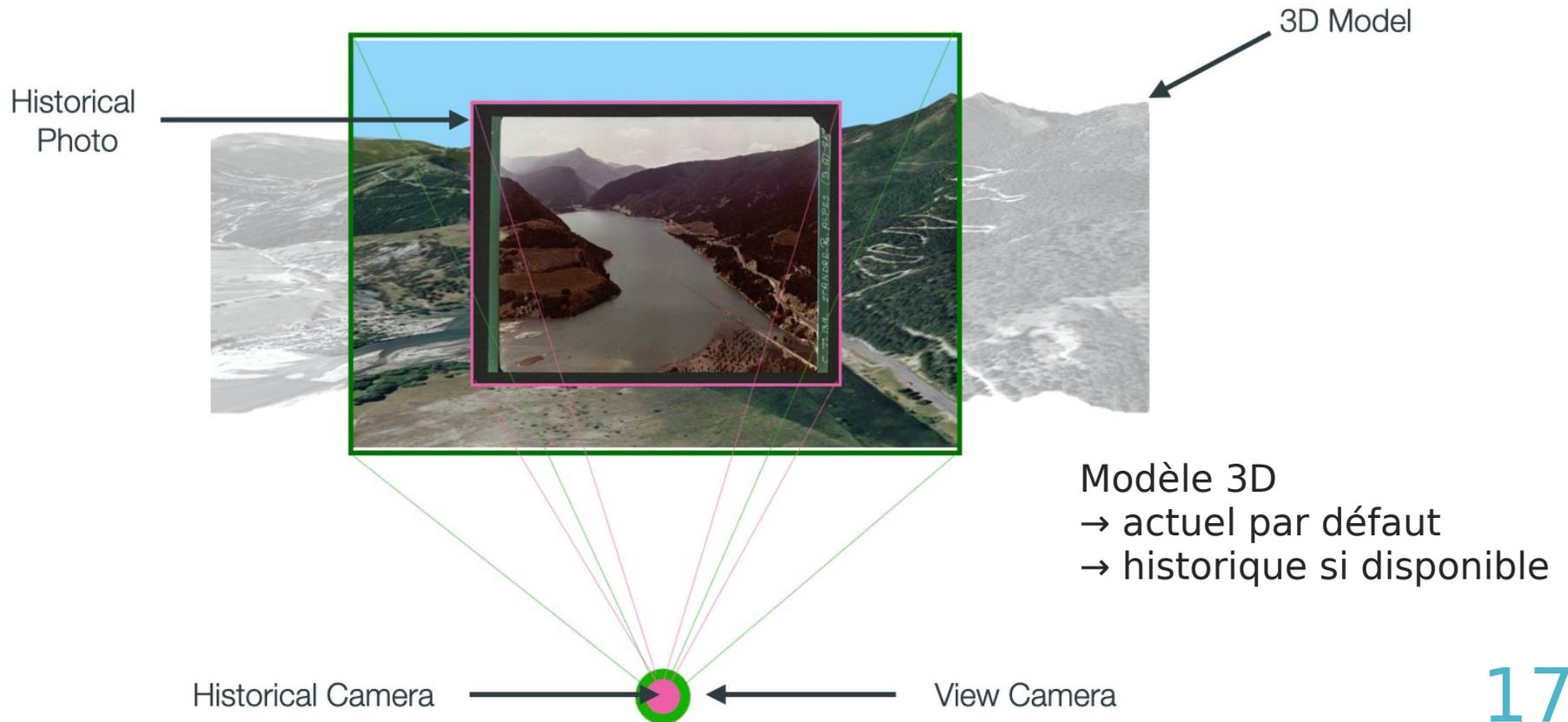
- Modèle 3D sol : BD Alti IGN (~1m)
- Texture : BD Ortho IGN (~10cm)
- Modèle 3D bâti : BD Topo IGN (~1m)
- Nuages de points 3D lidar (véhicule terrestre)  
milliards de points  
géoréférencement (~1cm)



# Que faire sans modèle 3D historique ?

Du point de vue (dézoomé) d'une image

Visualization Result



# Rendu Basé Image (IBR)

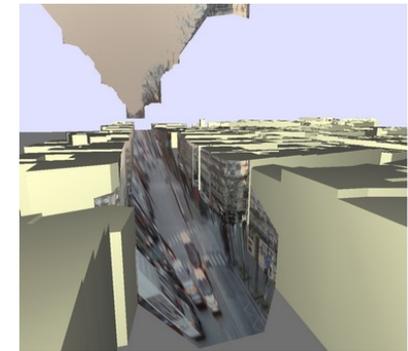
→ Mélanger les reprojctions des images sur un modèle 3D approché



**Le même point de vue**



**D'autres points de vue**

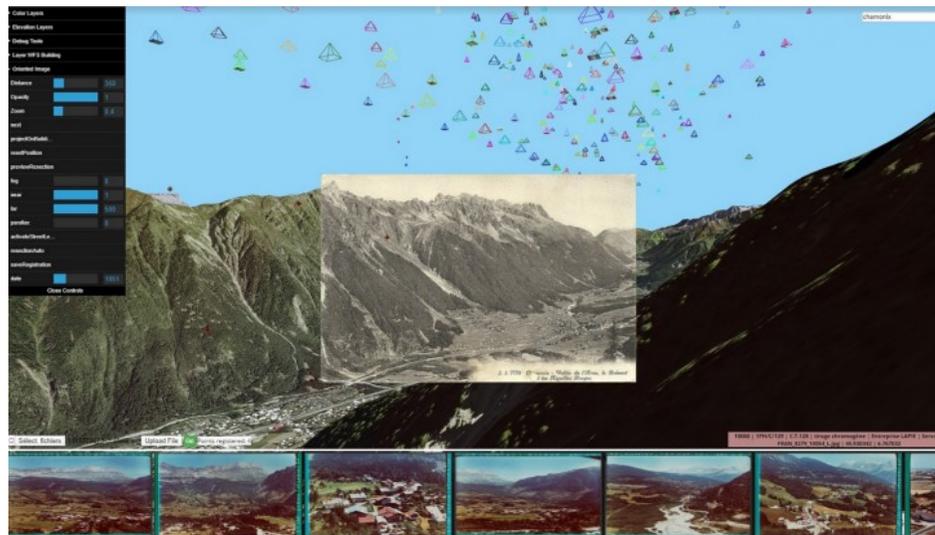


*Image-Based Rendering of LOD1 3D City Models  
for traffic-augmented Immersive Street-view Navigation, [Brédif 2013]*

# Passage à l'échelle du nombre de textures

## Données massives

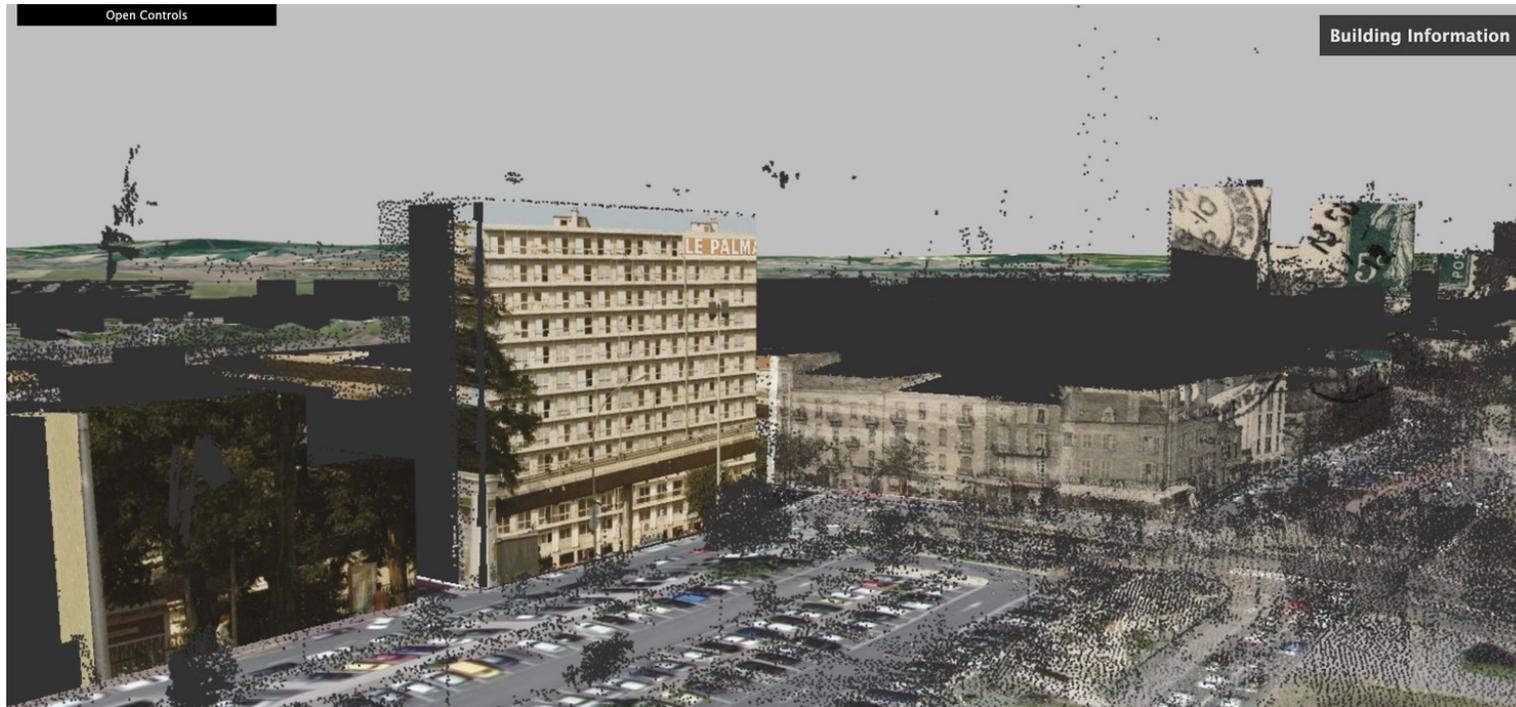
- Accessibles en flux tuilés sur le web (WMTS, WFS, IIIF...)
- **Eviter les prétraitements, ne pas dupliquer** les géométries pour chaque image!
- Mise en base et indexation des géoréférencements/datations d'image (PostGIS)
  - Accès : Couche WFS de points 3D (=position des caméras historiques)



J. J. 7770 Chamonix - Vallée de l'Arve, le Brévent et les Aiguilles Rouges Jullien frères, Phot. Editeurs, Genève

# Passage à l'échelle du nombre de textures

~8 → ~40 images projetées en simultané [Castro 2021]



# Démo Vidéo

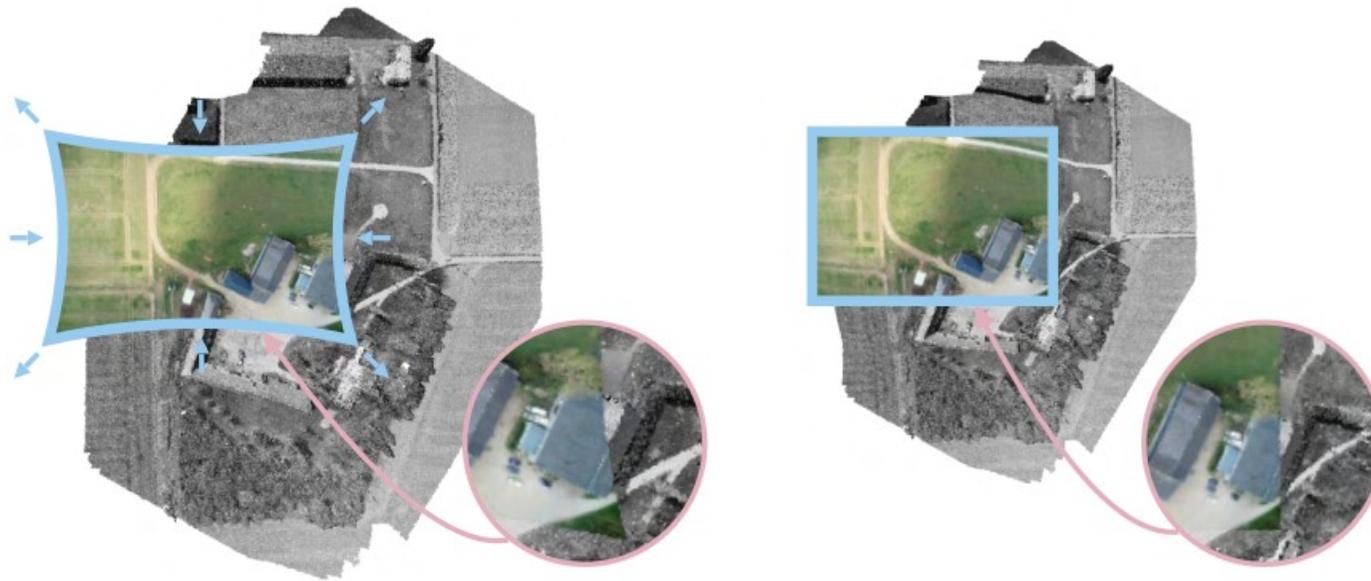
- Résultats sur Chalon-sur-Saône
- Fonds Charles Gros (Musée Nicéphore Niépce)
- Nuage de point texturé si proche du bâti (détail géométrique)





# Distorsion géométrique des images → Correction à la volée

*Geometric Distortion of Historical Images for 3D Visualization [Paiz-Reyes 2020]*



**Correction de la distorsion  
à la volée**

**+ Visualisation à travers la caméra  
dézoomée avec distorsion**

# Distorsion géométrique des images → correction à la volée



# Comment guider l'exploration interactive 3D ?

	"B.K. 189", tirage numéroté "3K"	-	Étagnac	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>
	"B.K. 189", tirage numéroté "1K"	-	Villefagnan	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>
	"B.K. 189", tirage numéroté "5K"	-	Montembœuf	LAPIE 1	Archives nationales (France ; 1790-....)	Mention obligatoire : cliché Archives nationales/Fonds LAPIE. Toute réutilisation est interdite sans l'accord des ayants droit.	<a href="#">show</a>	<a href="#">show</a>

Géolocalisation  
→ 2D

Géoréférencement  
→ 3D

Navigation  
Immersive 3D  
HistoVis

# HistoVIS

## Application interactive de géovisualisation permettant de naviguer et d'explorer ces données

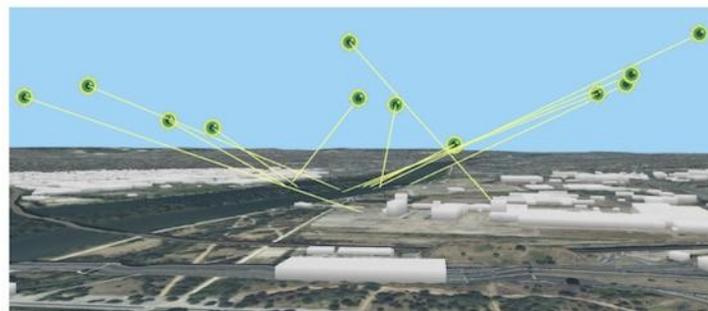
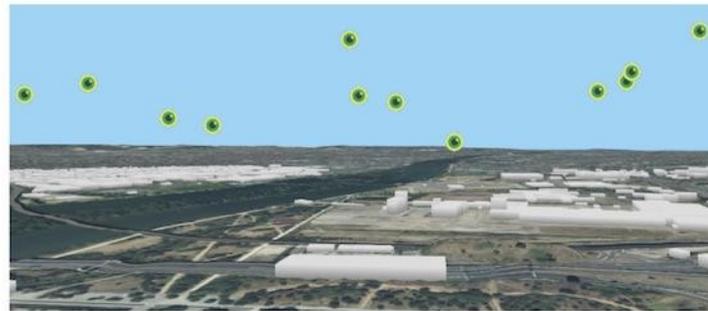
*Cluttering Reduction for Interactive Navigation and Visualization of Historical Images* [Paiz-Reyes ICC 2021]



# HistoVIS

## Représentation individuelle des géoréférencements

- un icône et/ou
- une géométrie

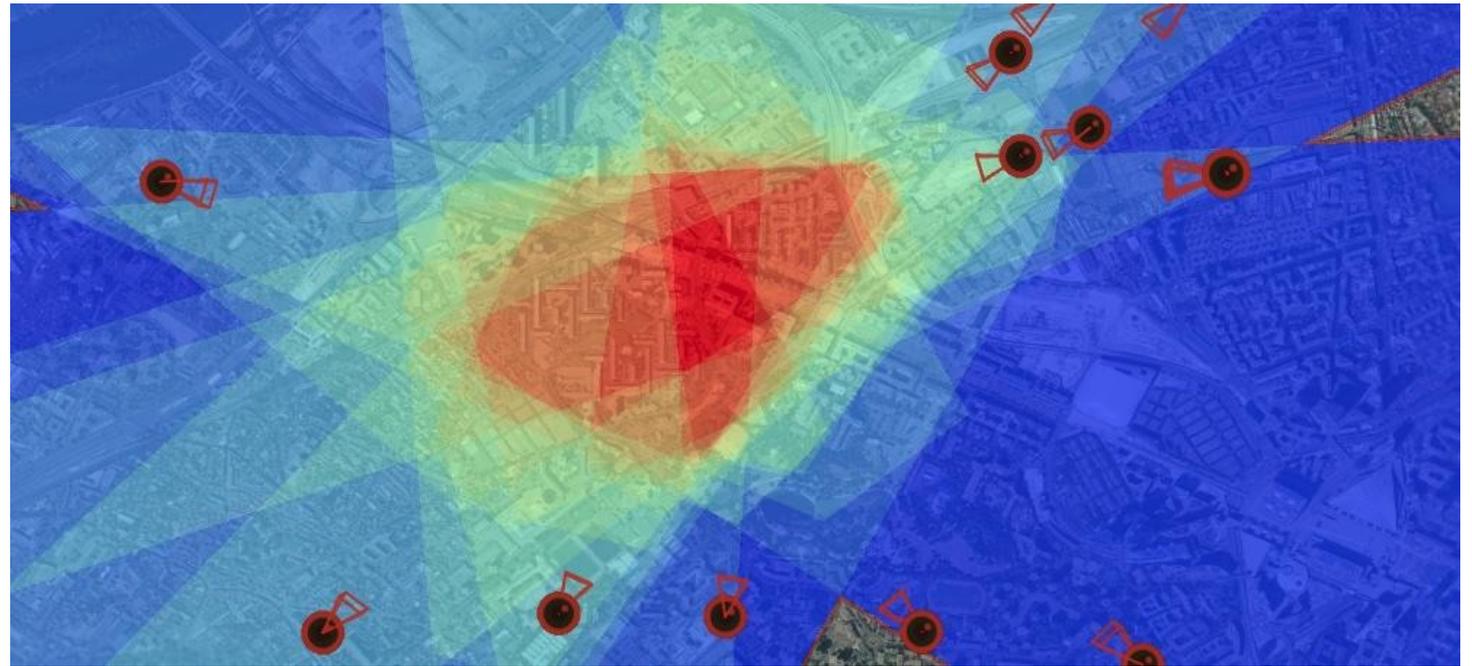


# HistoVIS

**Représentation  
agrégée  
des prises de vue :**  
- carte de chaleur

→ Densité de la  
couverture  
cartographique

→ Qu'est ce qui est  
vu le plus ?

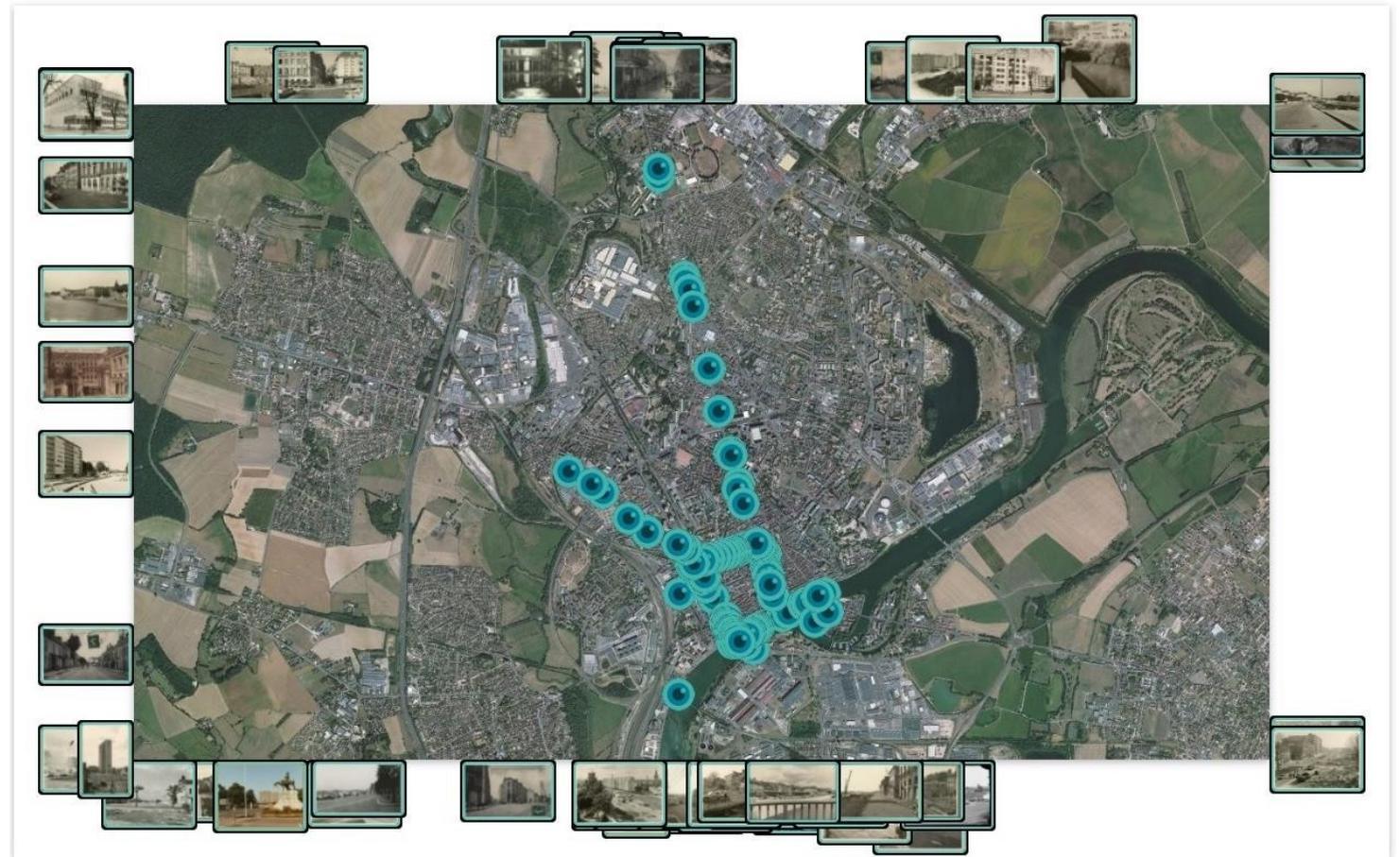


# HistoVIS

**Aperçus placés  
autour de la vue 3D  
des images visibles**

**Regroupés par  
clusters dynamiques  
de similarité spatiale**

**Position du cluster  
au plus près de la  
projection de sa  
position dans la vue  
3D**

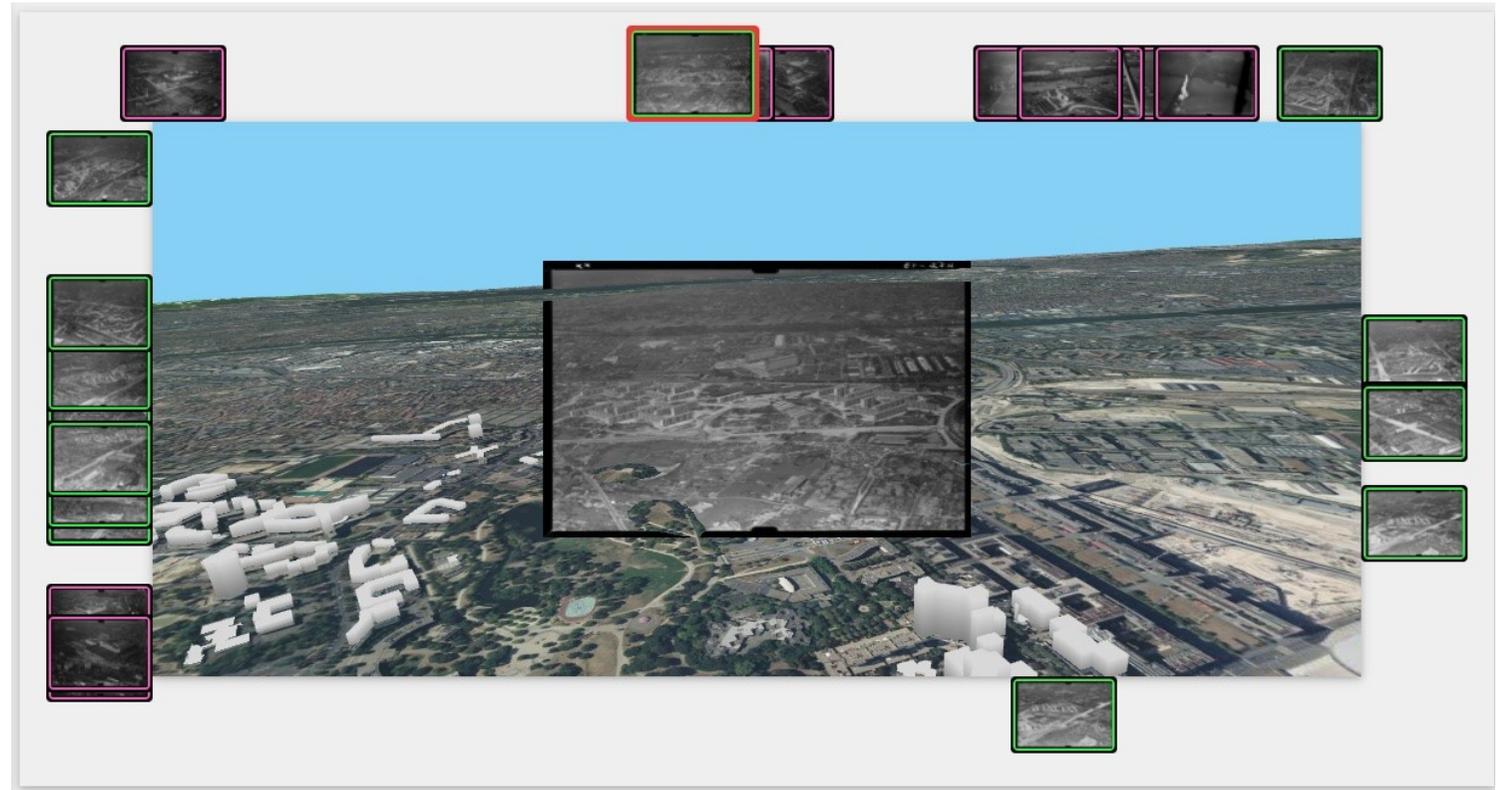


# HistoVIS

**Aperçus placés  
autour de la vue 3D  
des images visibles**

**Regroupés par  
clusters dynamiques  
de similarité spatiale**

**Position du cluster  
au plus près de la  
projection de sa  
position dans la vue  
3D**



# HistoVIS

## Bordure des images projetées :

- **Fondu continu** entre les images projetées

ou

- **Accentuation** des bords de chaque image



# HistoVIS

## En l'absence de pixels d'images historiques :

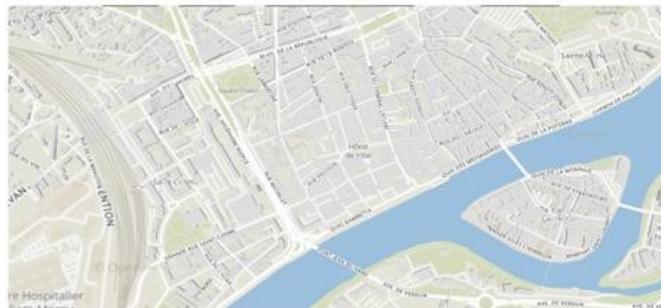
→ Utilisation de la couleur d'une couche actuelle

→ **Stylisation à la volée**

- abstraite/réaliste

- homogénéisation

possible du style avec les images historiques (sépia, noir et blanc...)



# HistoVIS : navigation interactive

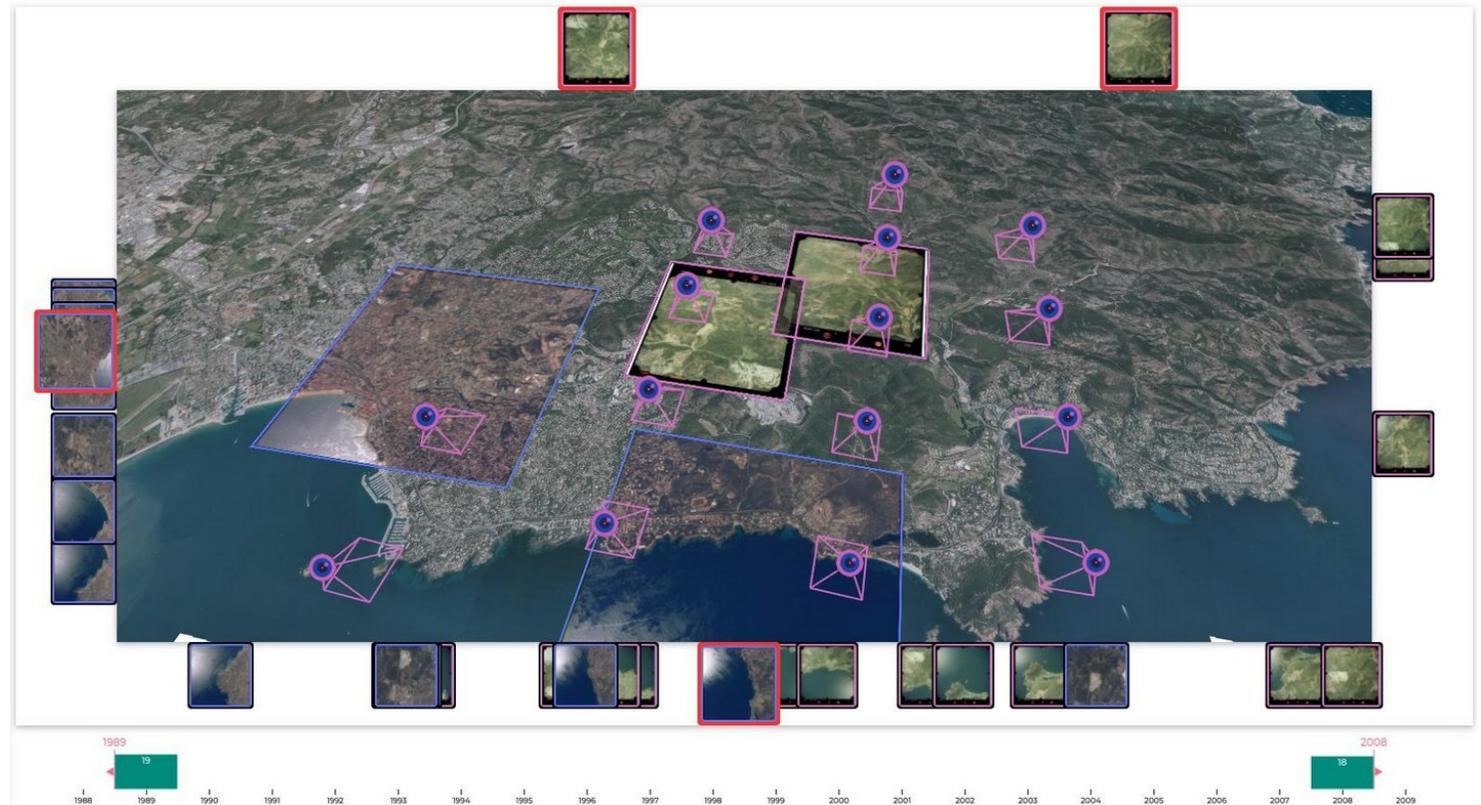
## Interactions :

- marqueurs
- aperçus des clusters
- la frise temporelle

→ pour **projeter** ou non les images dans la scène

→ pour **déplacer** le point de vue

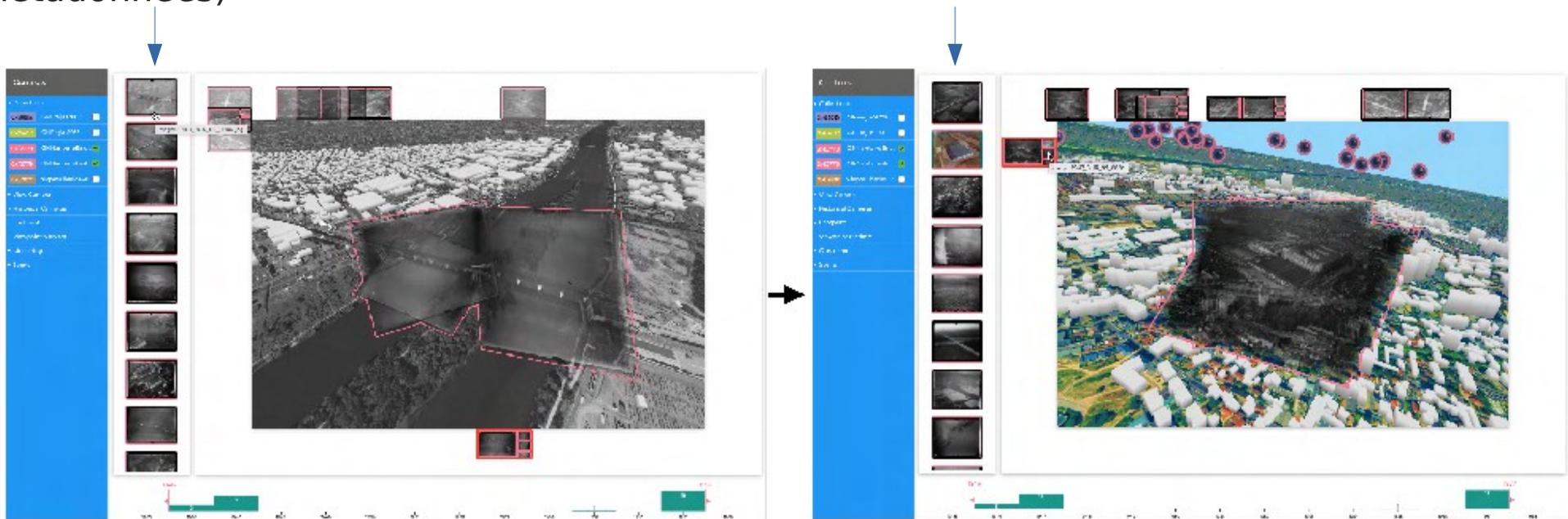
→ **filtrage temporel** des images visibles



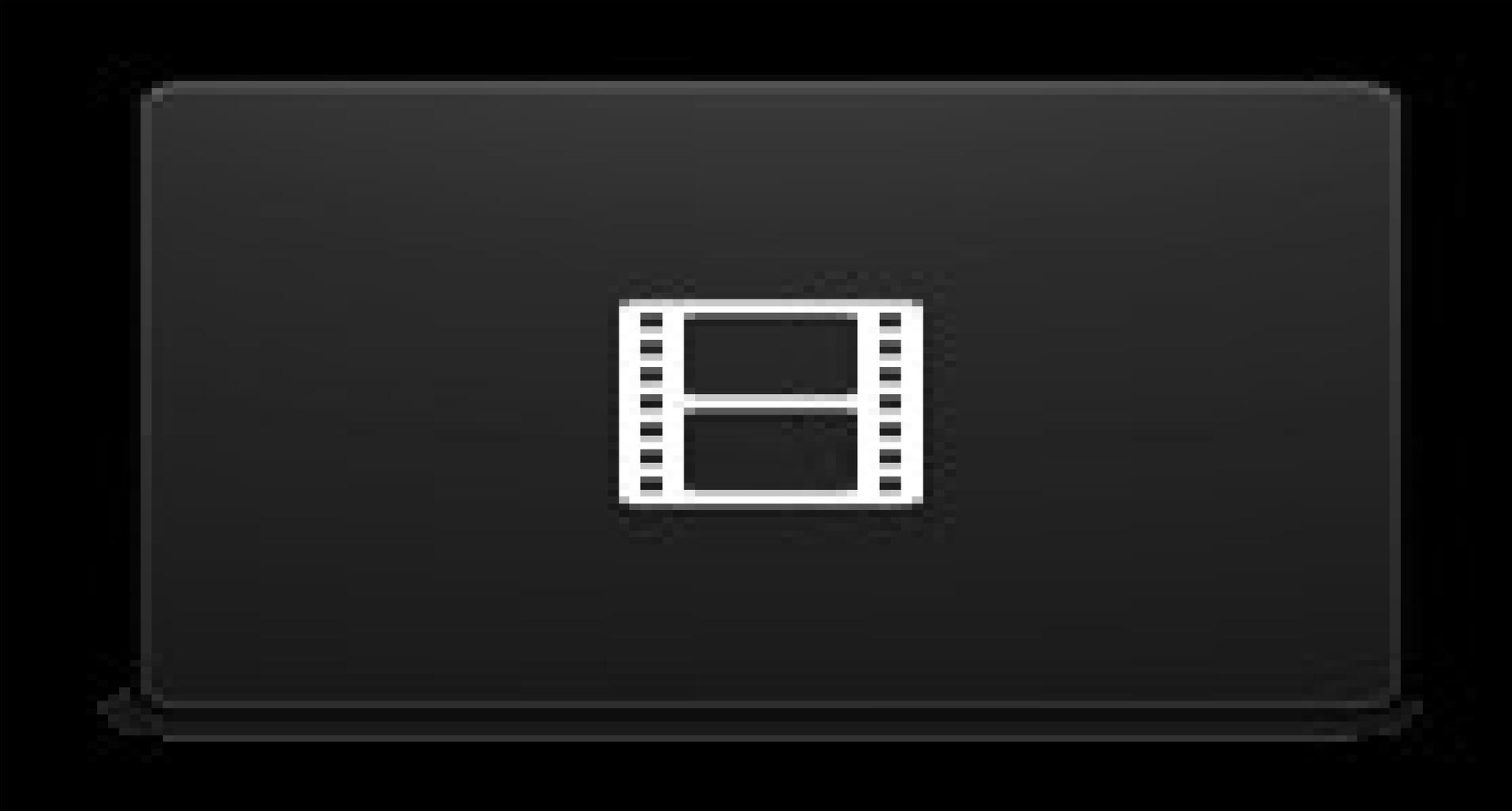
# HistoVIS : photos non spatialisées ?

**Lien avec le moteur de recherche :**

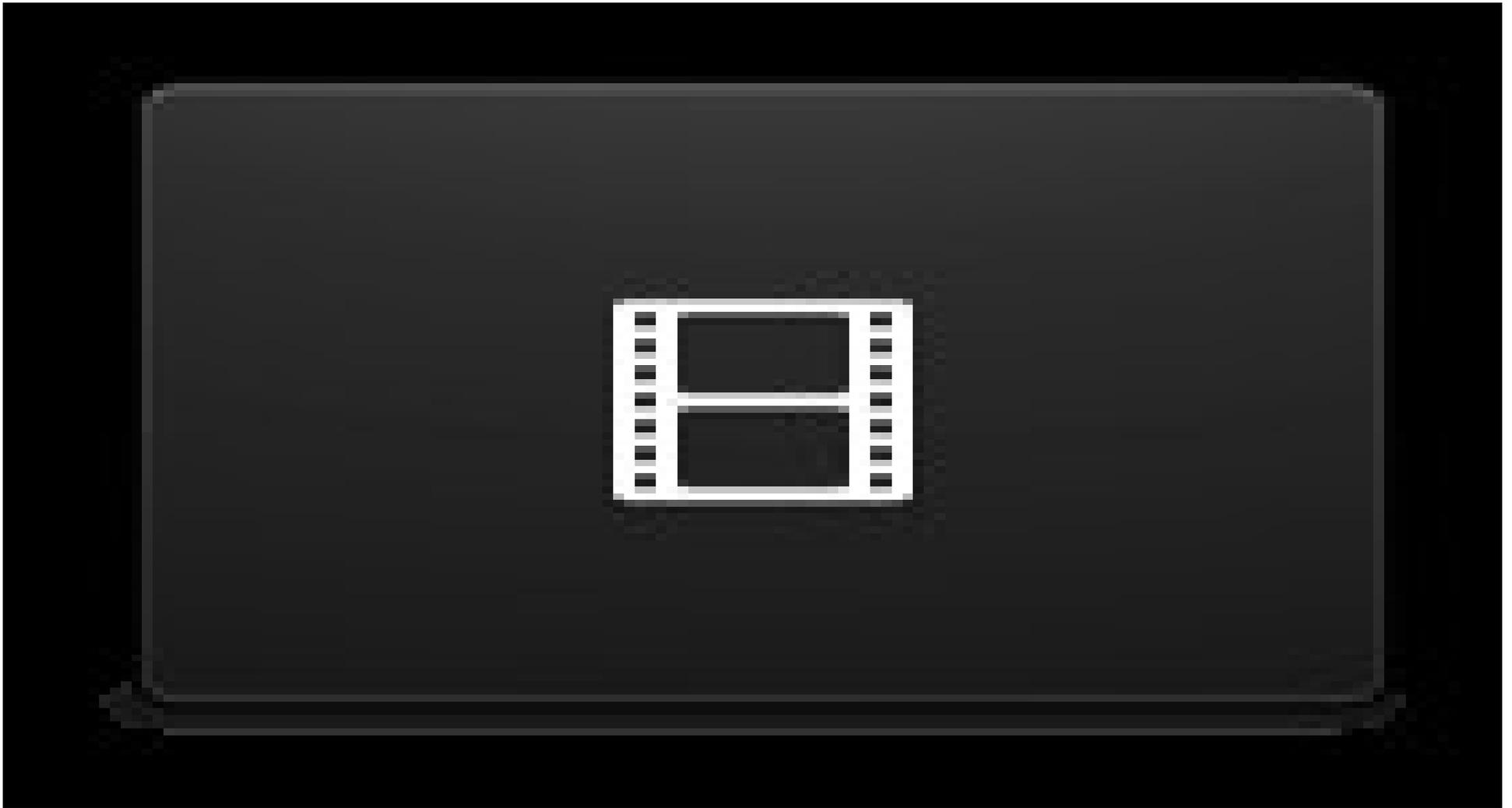
→ Découverte d'images similaires à l'image sélectionnée image (contenu ou métadonnées)



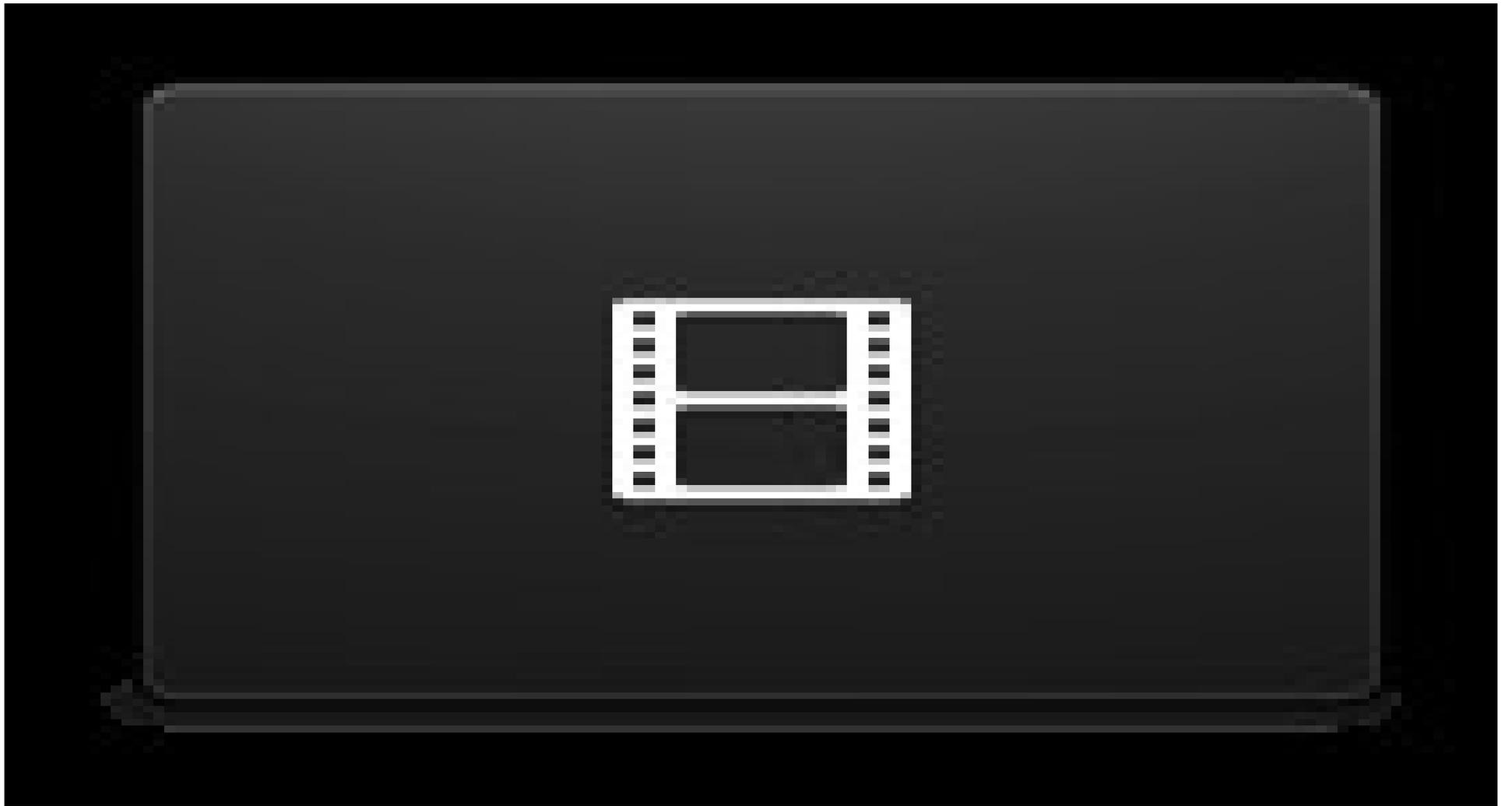
# Co-visualisation de 2 fonds photographiques



# Exploration par similarité

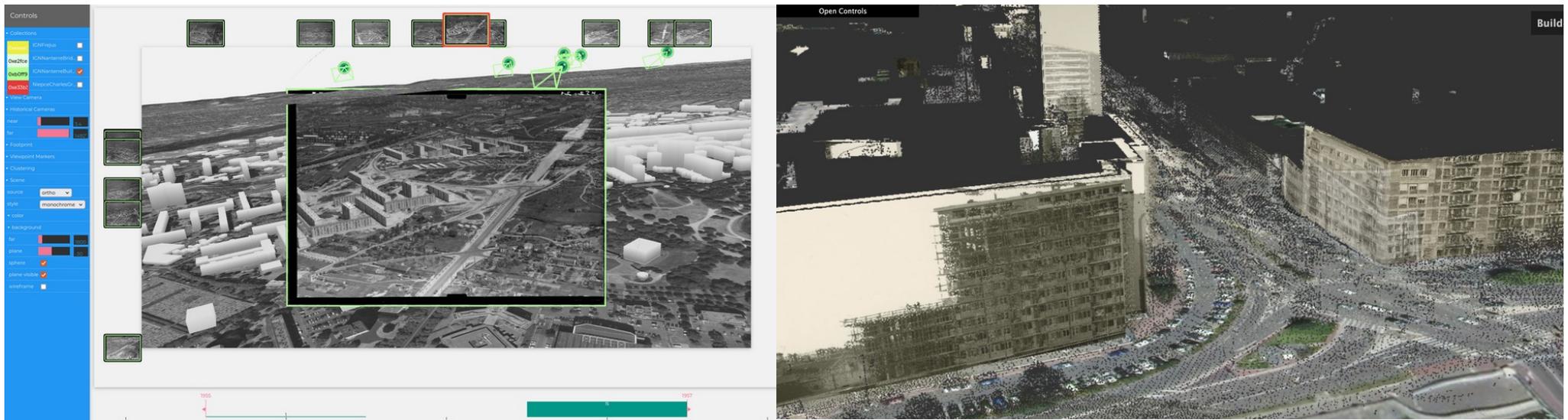


# Exploration Street View

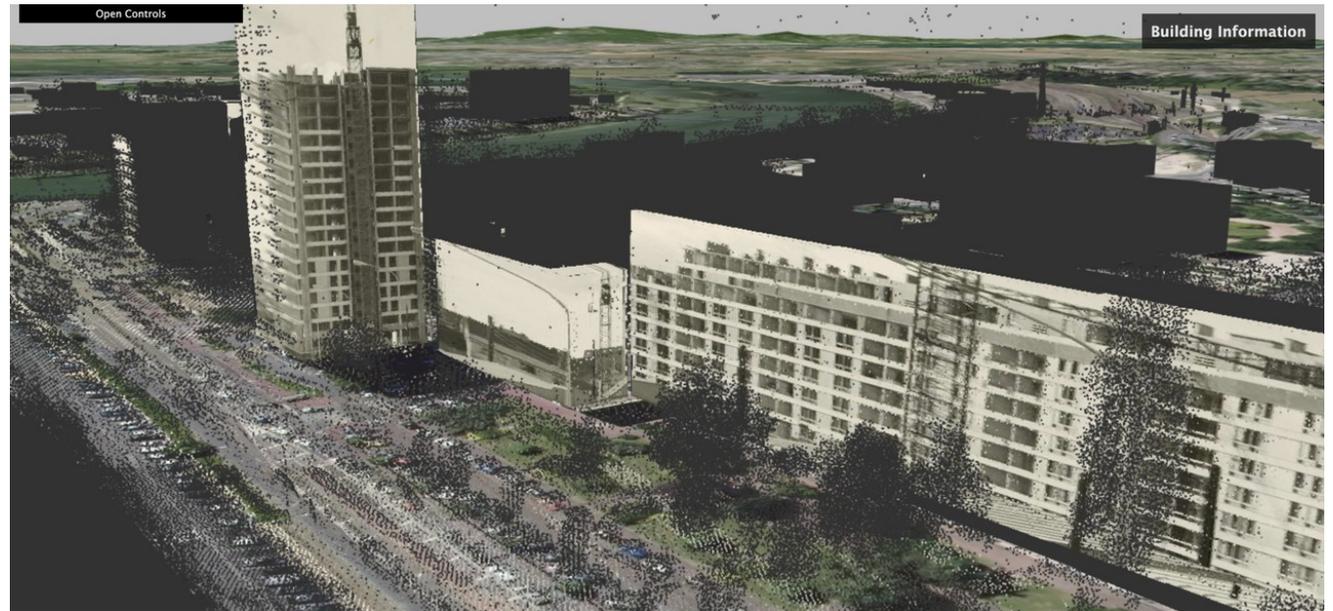


# Conclusion

- Développement d'un démonstrateur, HISTOVIS permettant une navigation immersive et une exploration interactive de fonds photographiques
- Premiers résultats sur la gestion de la diachronie et de l'incertitude dans le rendu de données hétérogènes massives



# Perspectives



- **Diachronie**
  - Modèle 3D+T de la ville,
  - datation de chaque pixels (!)
- **Modélisation et rendu**
  - Incertitudes du modèle 3D (imprécision, incomplétude...) et des géoréférences
- **Réalité Augmentée, nouveaux usages (vidéos?)**
- **Finalisation de l'intégration des démonstrateurs**
  - meilleure intégration/interaction/navigation dans les métadonnées

# Merci !



**iTownns**  
<http://www.itowns-project.org/>

**ALEGORIA**  
<http://alegoria-project.fr/>