



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



DE PLÉIADES À PLÉIADES NEO AVEC LES OUTILS 3D OPEN SOURCE DU CNES

Séminaire SFPT Pléiades Neo

Toulouse – 5 Octobre 2023

David Youssefi
DTN/ CD/ID

Dimitri Lallement
DTN/ CD/LOT

Christian Hümmer
DTN/ CD/LOT

Emmanuelle Sarrazin
DTN/ CD/ID

Emmanuel Dubois
DTN/ CD/ID

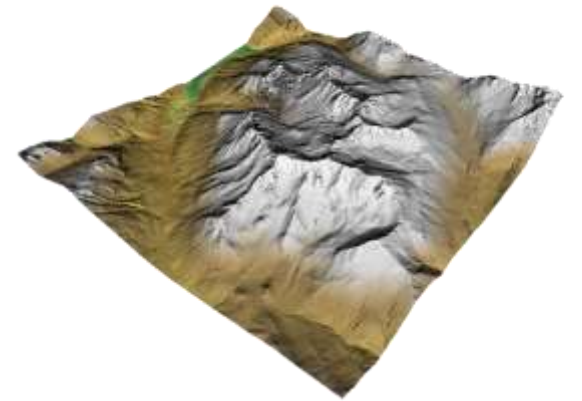
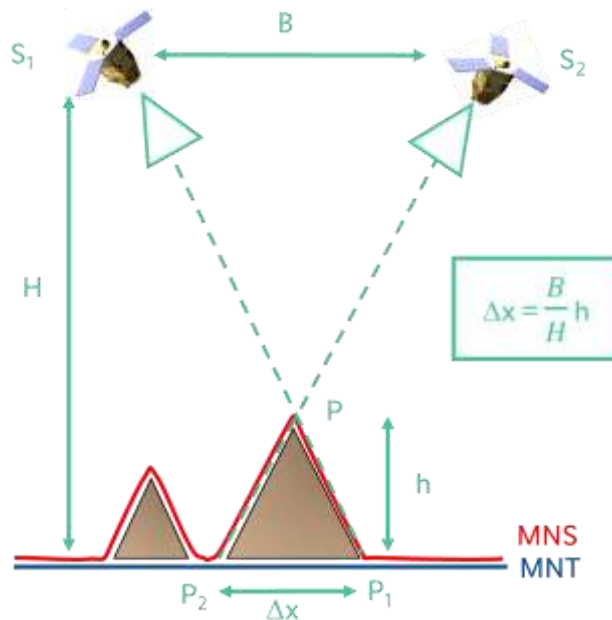
Jean-Marc Delvit
DTN/ CD

Contact

david.youssefi@cnes.fr
dimitri.lallement@cnes.fr

La photogrammétrie spatiale : principe général

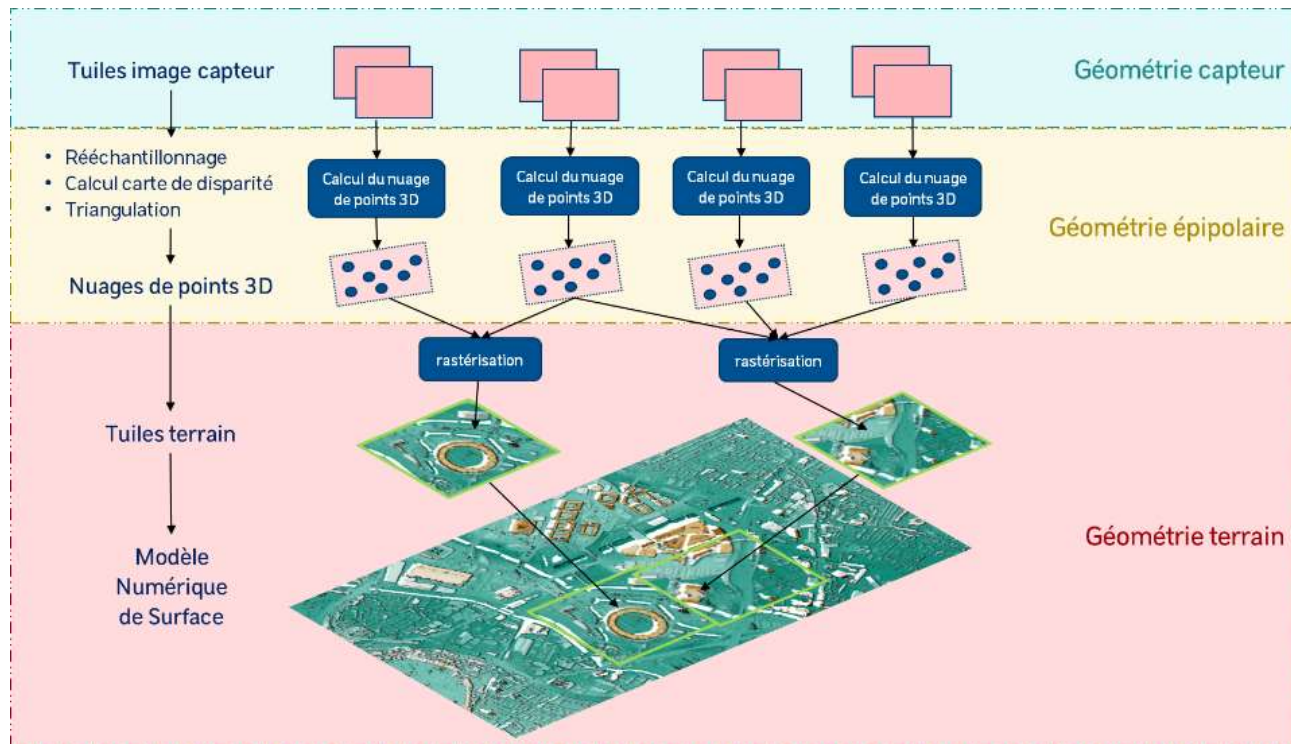
- Satellite agile ou constellation de satellites
- Acquisitions stéréo, tri-stéréo



CARS : la chaîne de restitution stéréoscopique



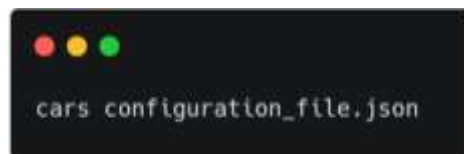
Principe



Résultat

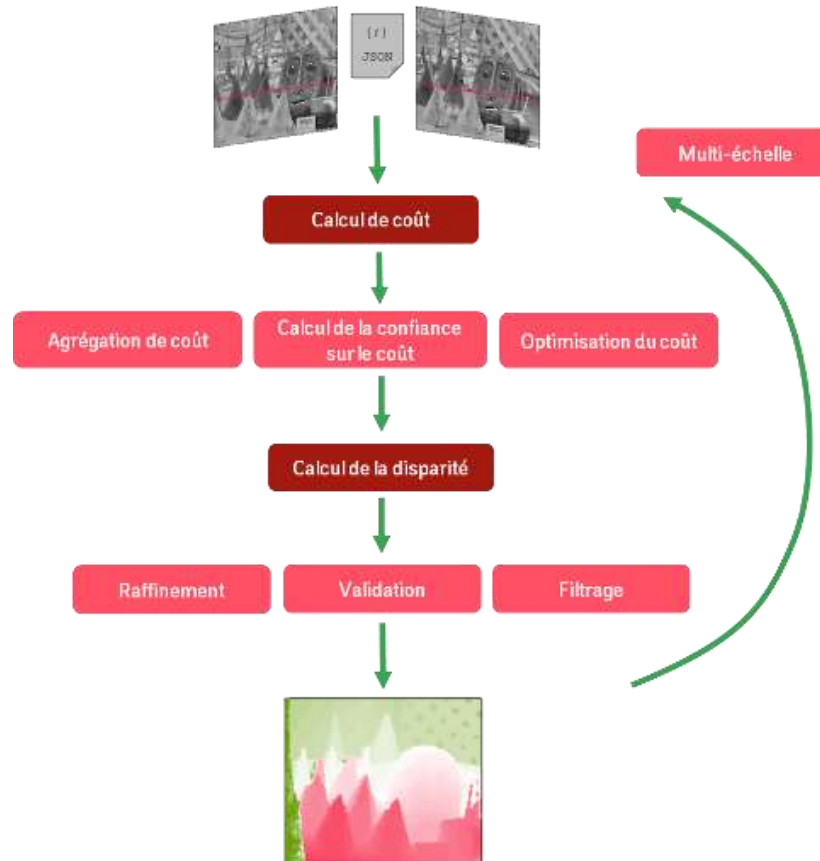


Lancement



Pandora : le corrélateur utilisé dans CARS

Principe



Lancement

```
pandora configuration_file.json output_dir
```



Résultat



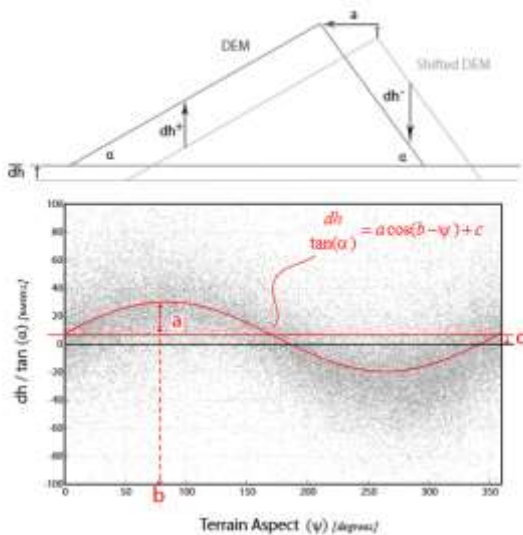
Scharstein, D., & Szeliski, R. (2002). A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms. *International journal of computer vision*, 47(1-3), 7-42.

DEMCompare : l'outil d'analyse comparative entre MN(X)



Principe

Co registration + Métriques



- Mean, max, min, std, rmse, median, nmad, sum, squared_sum, percentil_90
- Notebooks ou rapport
- En utilisant des classifications notamment par pente

Lancement



Résultats



MNS₁
Date 1



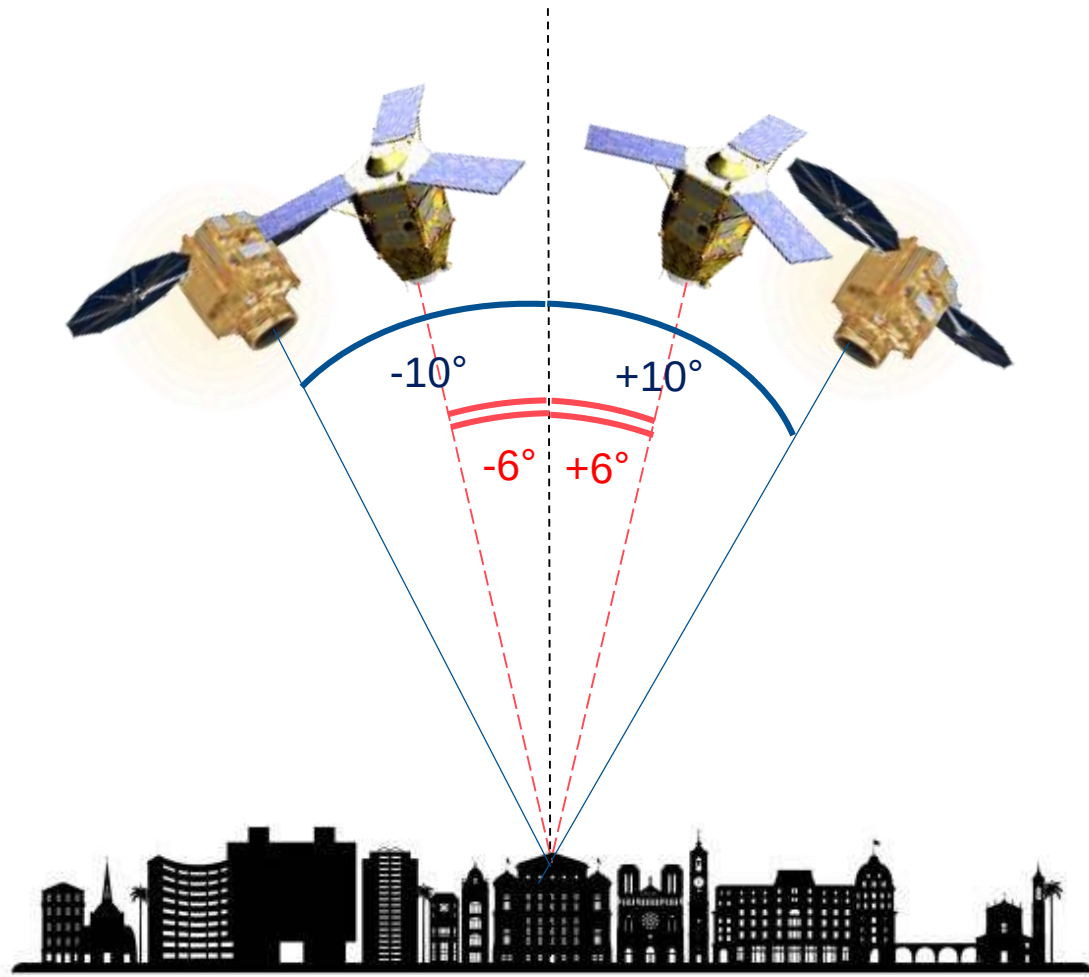
MNS₂
Date 2



Nuth, C. and Kääb, A.: Co-registration and bias corrections of satellite elevation data sets for quantifying glacier thickness change, *The Cryosphere*, 5, 271–290, <https://doi.org/10.5194/tc-5-271-2011>, 2011.

Set Name	% of Valid Points	Min Error	Max Error	Mean Error	Error std	RMSE	Median Error	NMAD	99-percentile
All classes considered	90.43	87.04	0.00	1.13	4.04	4.77	0.20	0.25	1.33
glacier_15_msk_15(01)	9.12	87.04	0.00	7.76	12.31	14.35	1.86	1.67	26.61
glacier_15_msk_10(08)	2.43	43.20	0.00	2.71	3.46	6.28	0.86	0.52	9.03
glacier_15_msk_5(17)	0.64	31.00	0.00	2.65	4.01	5.22	0.14	0.13	8.63
glacier_10_msk_15(01)	0.67	3.15	0.00	1.10	0.36	1.16	1.14	0.24	1.57
glacier_10_msk_10(15)	81.81	25.42	0.00	0.44	0.37	0.57	0.37	0.18	0.76
glacier_10_msk_5(14)	4.75	18.18	0.00	0.19	0.32	0.37	0.17	0.10	0.32
glacier_5_msk_15(15)	0.00	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
glacier_5_msk_10(12)	1.03	0.42	0.00	0.21	0.05	0.22	0.22	0.04	0.26
glacier_5_msk_5(11)	28.80	7.38	0.00	0.10	0.08	0.11	0.10	0.08	0.19

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : données utilisées



Zone d'étude : Centre Ville de Nice

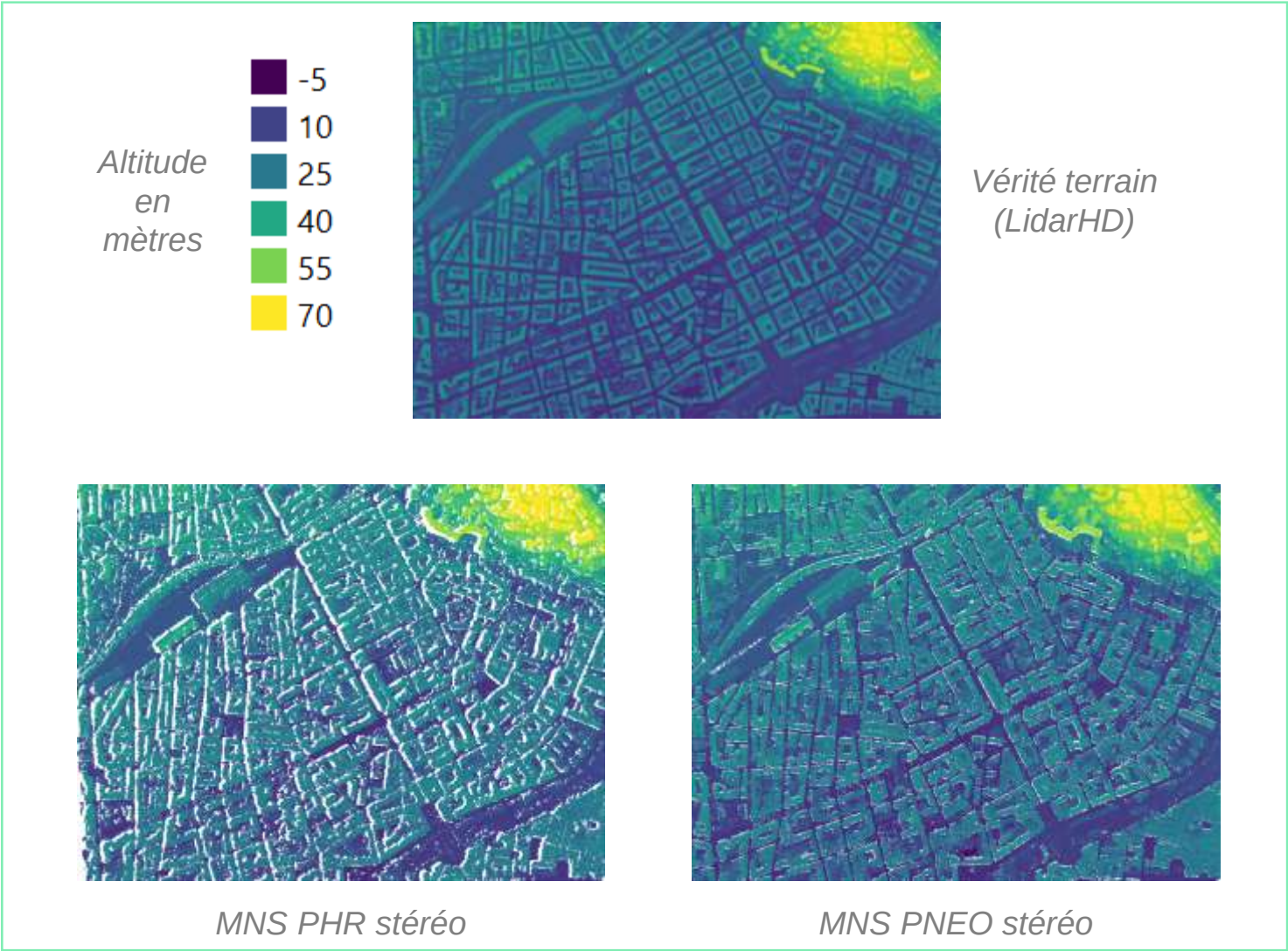


Producteur

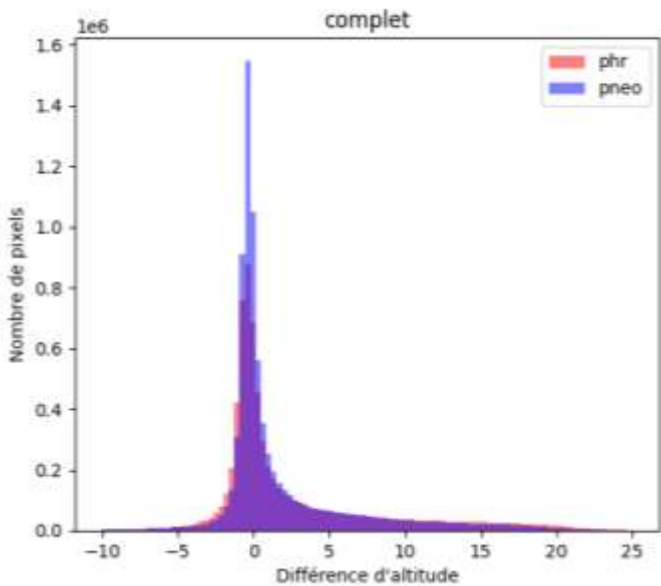


MNS et Lidar
projetés sur
une grille
régulière
~3000x3000
pixels à 50cm

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : sur toute la zone



Capteur	PHR	PNEO
Pas de données	16.31 %	5.23 %
Médiane	0.19 m	0.01 m
Ecart interquartile	4.57 m	2.84 m
NMAD	1.79 m	1.11 m



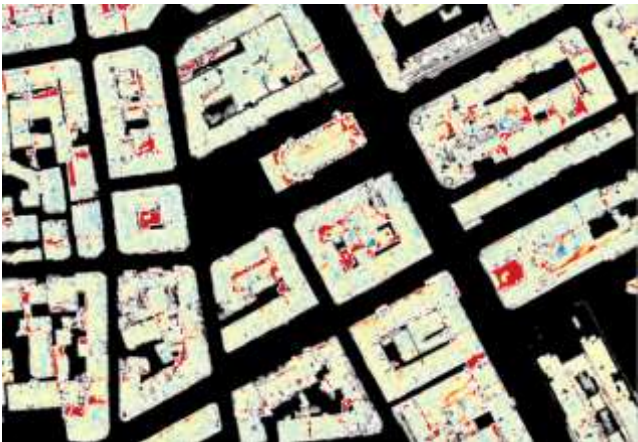
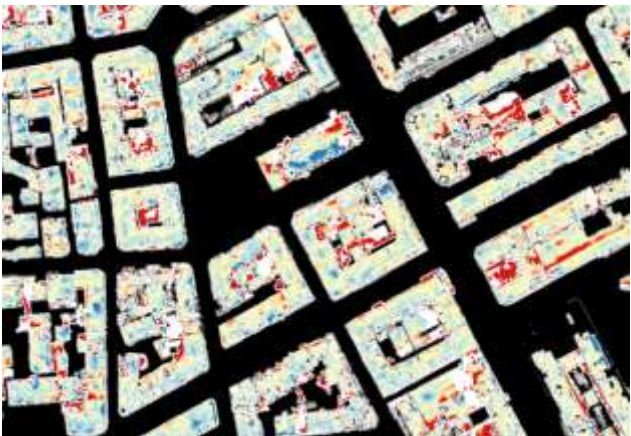
Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : bâtiment

Pente en °



Lidar HD colorisé en fonction de la pente

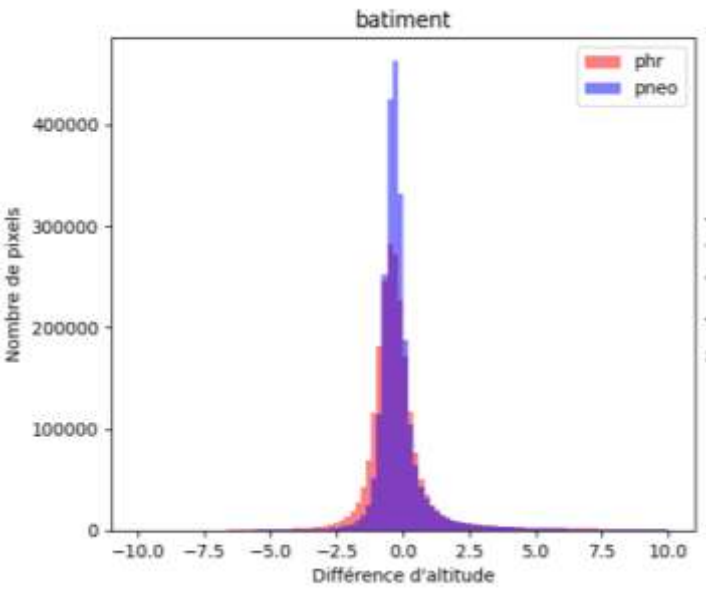
Altitude en mètres



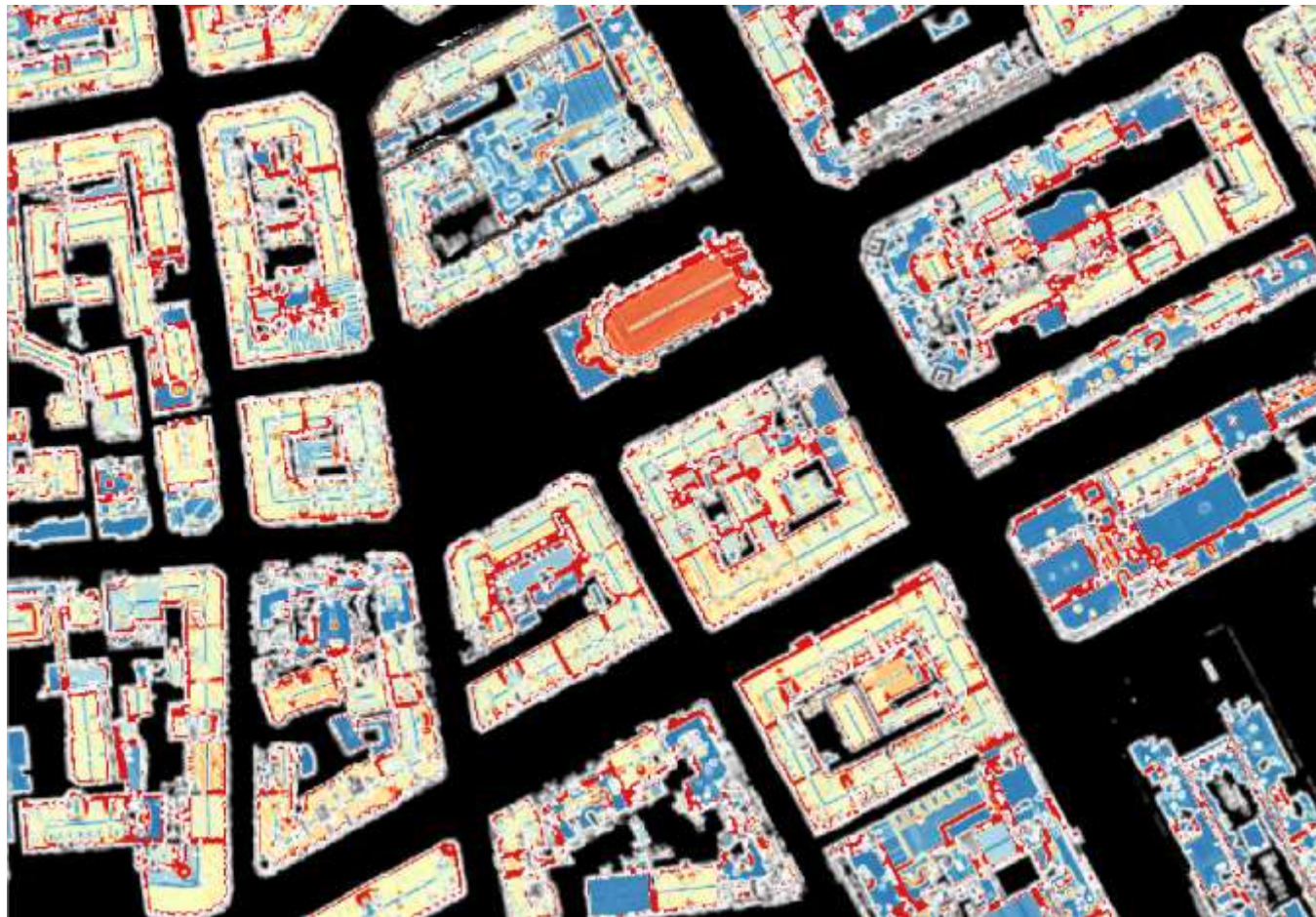
Différence MNS PHR stéréo / Lidar HD

Différence MNS PNEO stéréo / Lidar HD

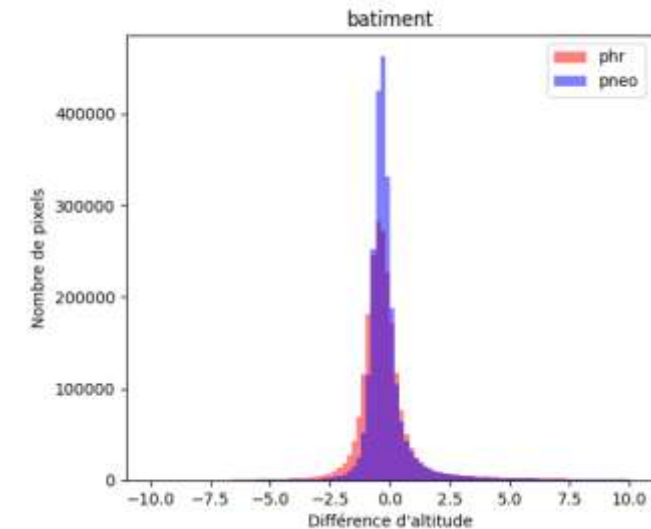
Capteur	PHR	PNEO
Pas de données	5.94 %	1.43 %
Médiane	-0.34 m	-0.29 m
Ecart interquartile	0.93 m	0.61 m
NMAD	0.68 m	0.44 m



Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : bâtiment

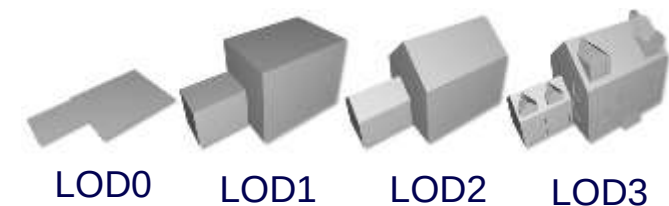


Lidar HD colorisé en fonction de la pente



Résultats

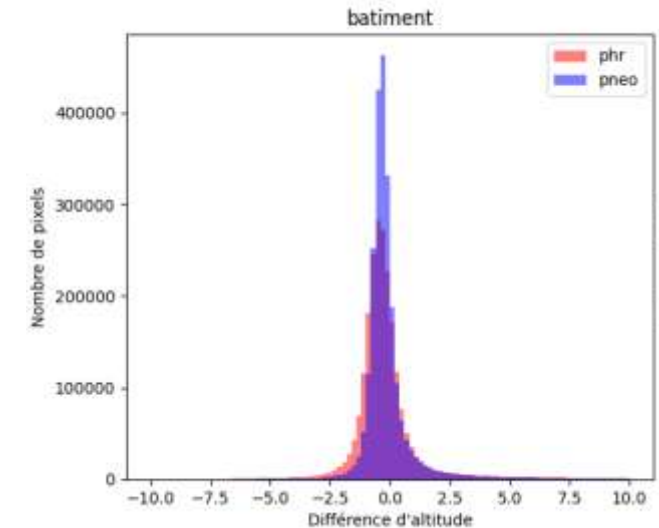
- Meilleure restitution sur les toits non plats
- Modélisation géométrique de scènes urbaines avec le formalisme LOD2 à partir d'images satellite (thèse Marion Boyer en cours CNES/AIRBUS/INRIA)



Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : bâtiment

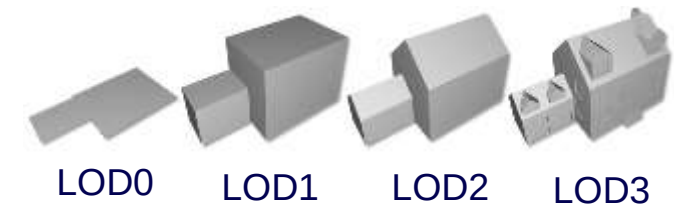


Différence MNS PHR stéréo / Lidar HD



Résultats

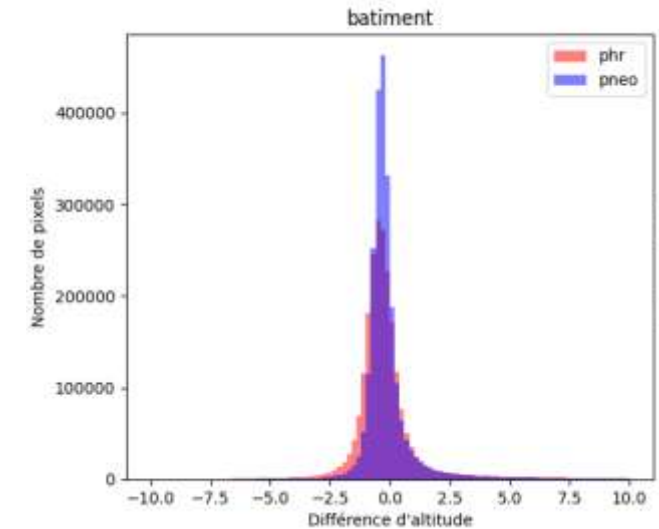
- Meilleure restitution sur les toits non plats
- Modélisation géométrique de scènes urbaines avec le formalisme LOD2 à partir d'images satellite (thèse Marion Boyer en cours CNES/AIRBUS/INRIA)



Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : bâtiment

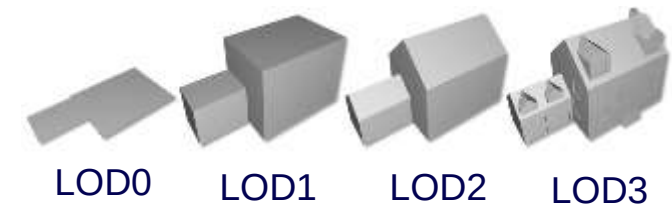


Différence MNS PNEO stéréo / Lidar HD



Résultats

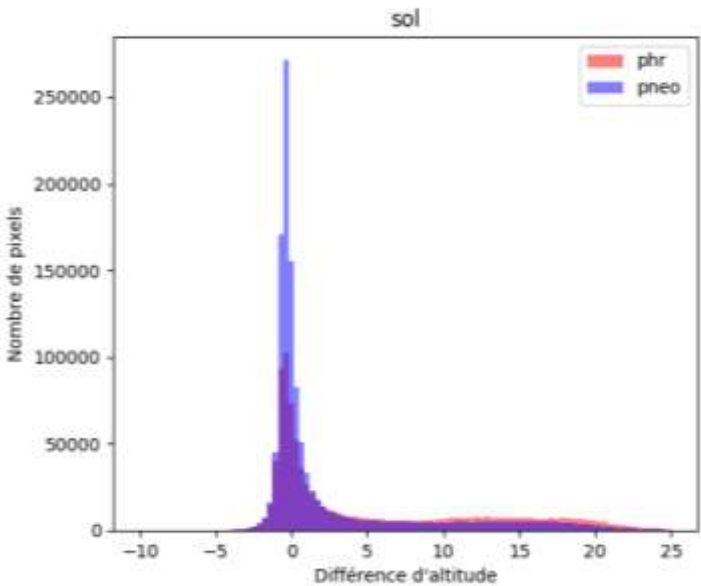
- Meilleure restitution sur les toits non plats
- Modélisation géométrique de scènes urbaines avec le formalisme LOD2 à partir d'images satellite (thèse Marion Boyer en cours CNES/AIRBUS/INRIA)



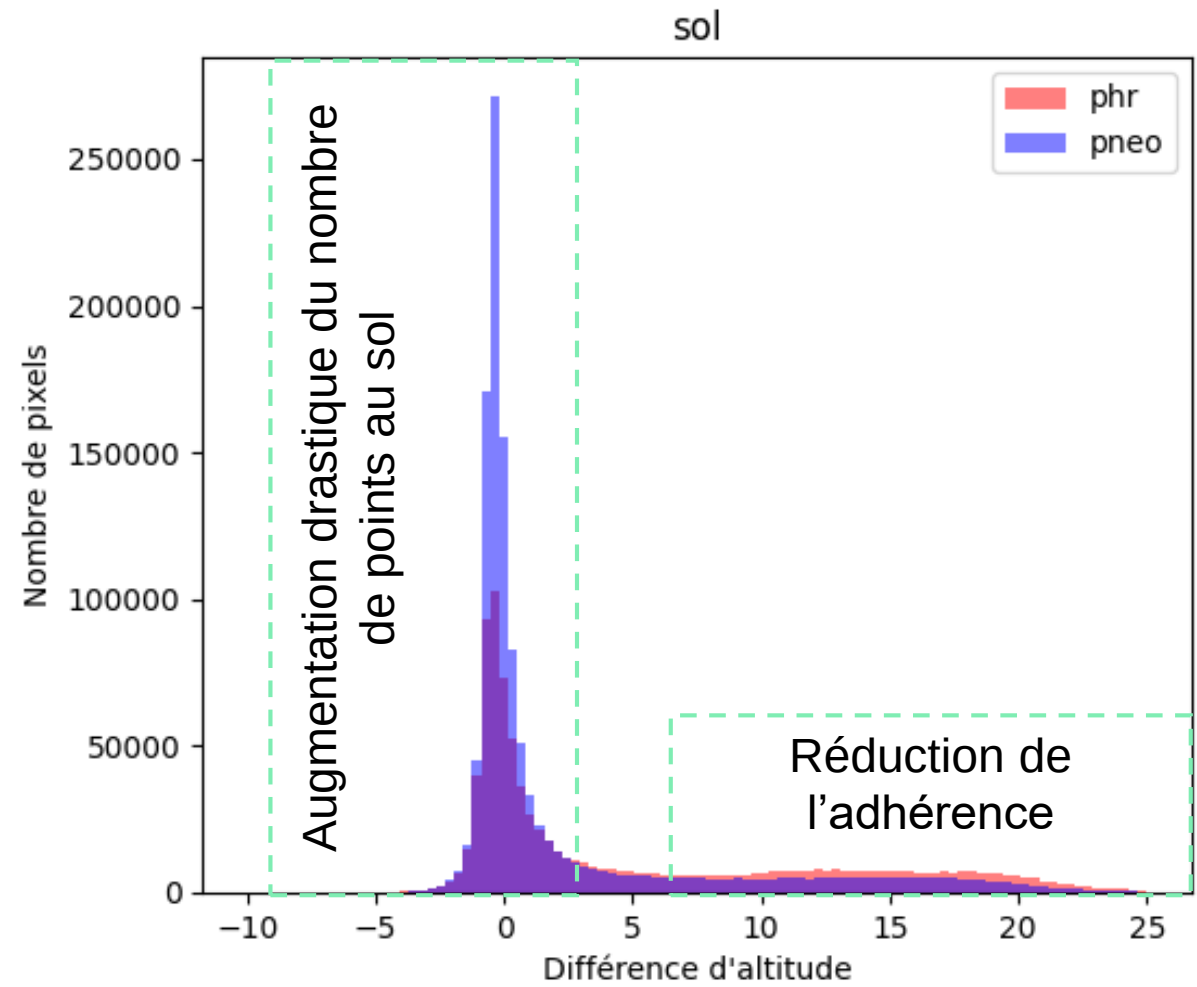
Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : sol



Capteur	PHR	PNEO
Pas de données	28.7%	7.1%
Médiane	1.21 m	-0.07 m
Ecart interquartile	11.22 m	2.59 m
NMAD	3.04 m	0.90 m



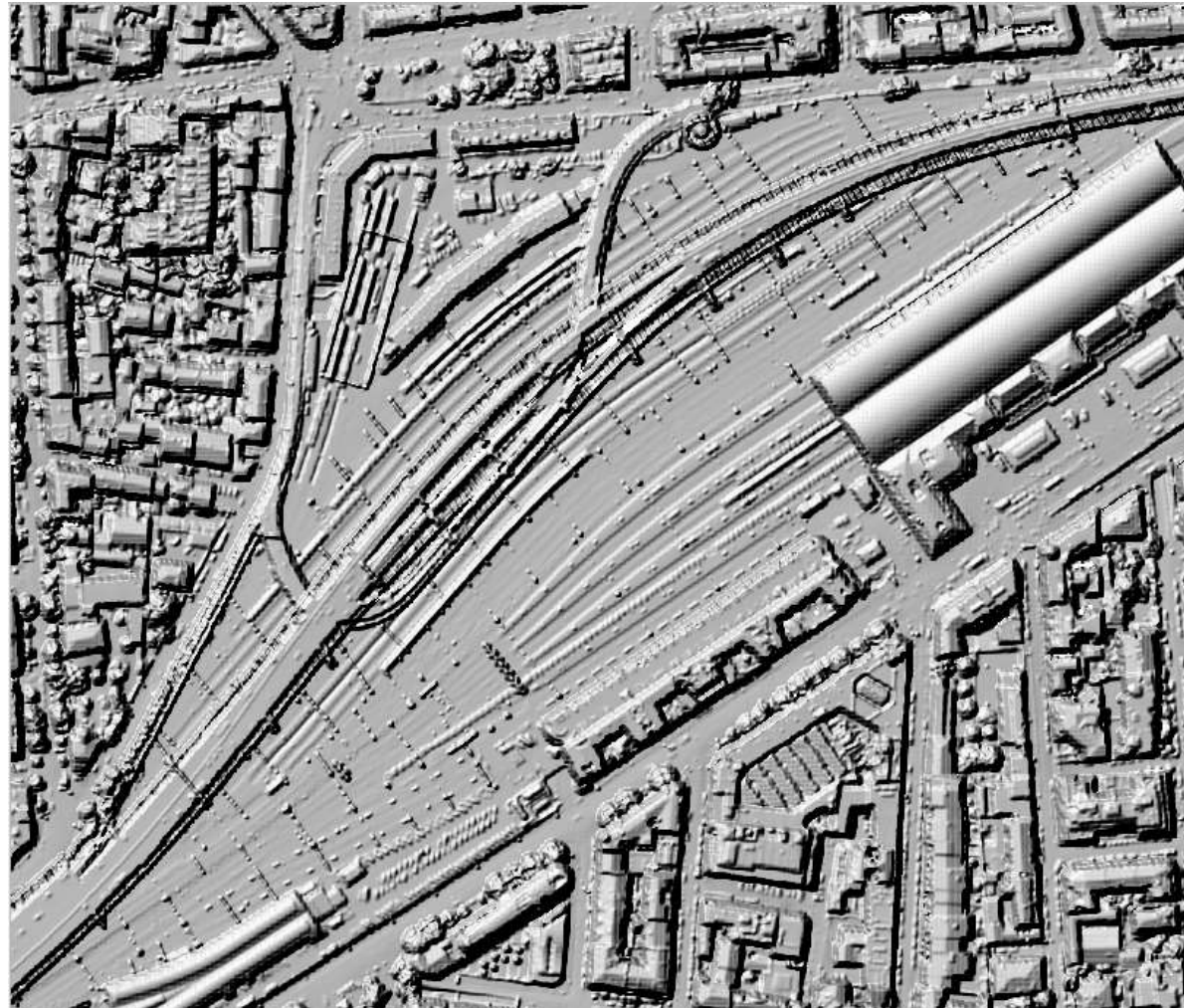
Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : sol



Capteur	PHR	PNEO
Pas de données	28.7%	7.1%
Médiane	1.21 m	-0.07 m
Ecart interquartile	11.22 m	2.59 m
NMAD	3.04 m	0.90 m

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : zoom sur la gare de Nice

MNS LidarHD :



Résultats

- Le MNS PNEO est plus dense
- Il restitue plus fidèlement la forme des toits
- Il permet de détecter plus de détails notamment sur la voie dans cet extrait

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : zoom sur la gare de Nice

MNS Pléiades :



Résultats

- Le MNS PNEO est plus dense
- Il restitue plus fidèlement la forme des toits
- Il permet de détecter plus de détails notamment sur la voie dans cet extrait

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : zoom sur la gare de Nice

MNS Pléiades Neo :

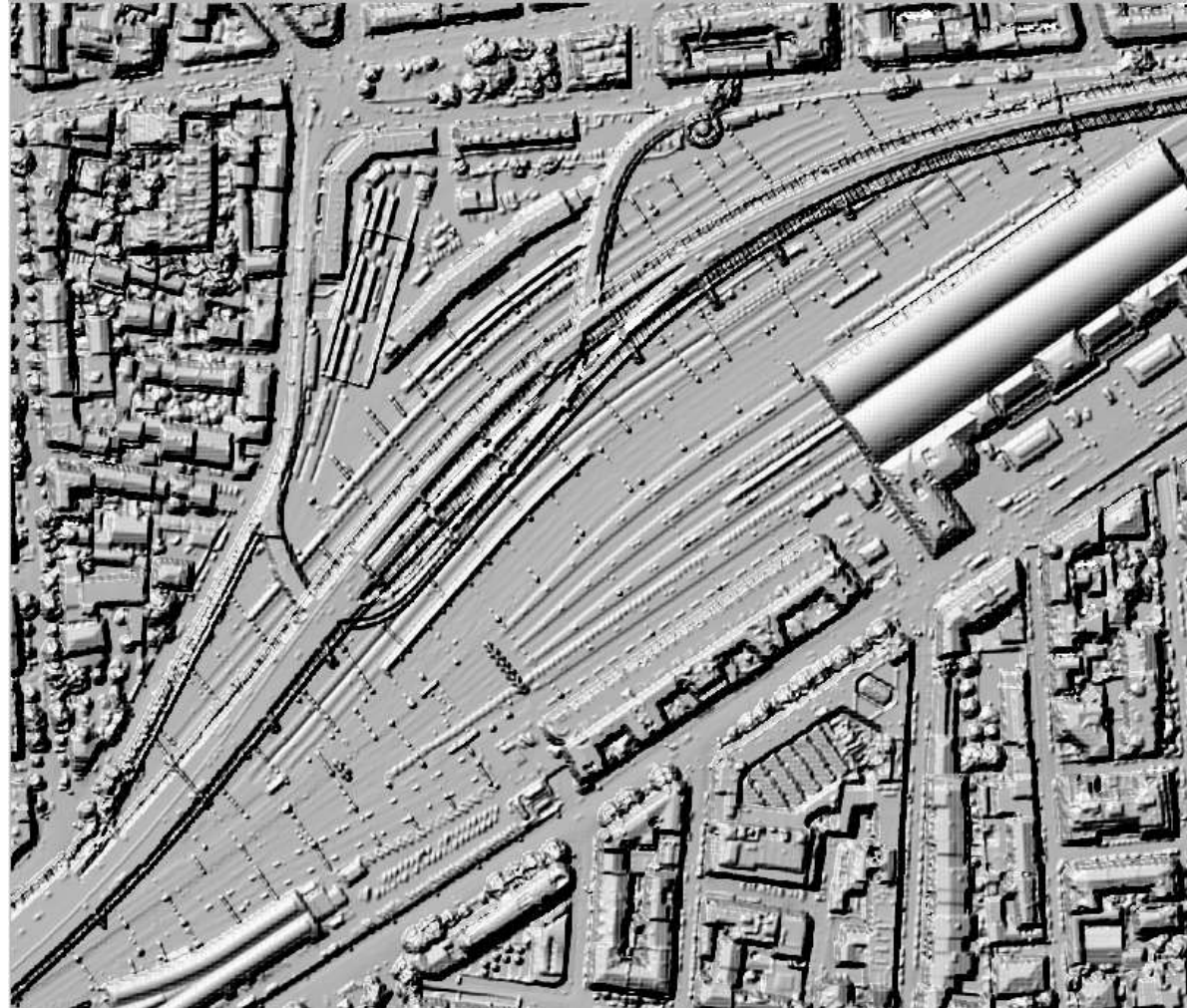


Résultats

- Le MNS PNEO est plus dense
- Il restitue plus fidèlement la forme des toits
- Il permet de détecter plus de détails notamment sur la voie dans cet extrait

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : zoom sur la gare de Nice

MNS LidarHD :



Résultats

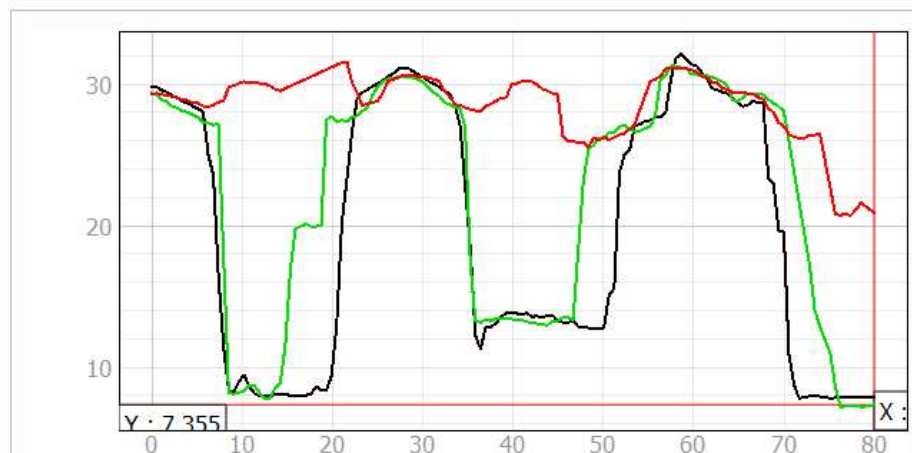
- Le MNS PNEO est plus dense
- Il restitue plus fidèlement la forme des toits
- Il permet de détecter plus de détails notamment sur la voie dans cet extrait

Comparaison MNS PHR/PNEO avec LidarHD : profils sur centre urbain



Profile Tool

Profile Table Settings



33,74

maximum

minimum

5,57

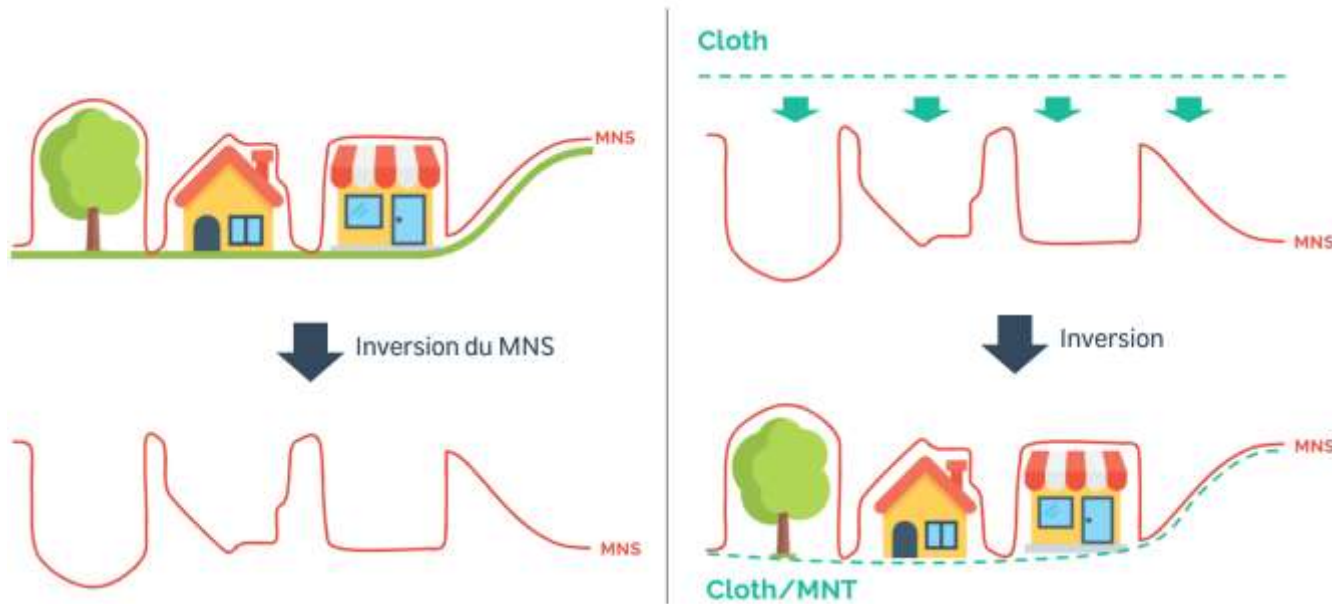
		Layer	Band/
1		LidarHD	1
2		dsm_PNEO	1
3		dsm_PHR	1

Résultats

- Comme pour le MNS Pléiades, le MNS PNEO estime bien la hauteur du haut des bâtiments
- La résolution élevée de PNEO permet de récupérer les fonds de rue et la cour intérieure dans le MNS généré par CARS
- Les bords des bâtiments sont bien reconstruits (verticaux)

Bulldozer : l'outil d'extraction de MNT

Principe

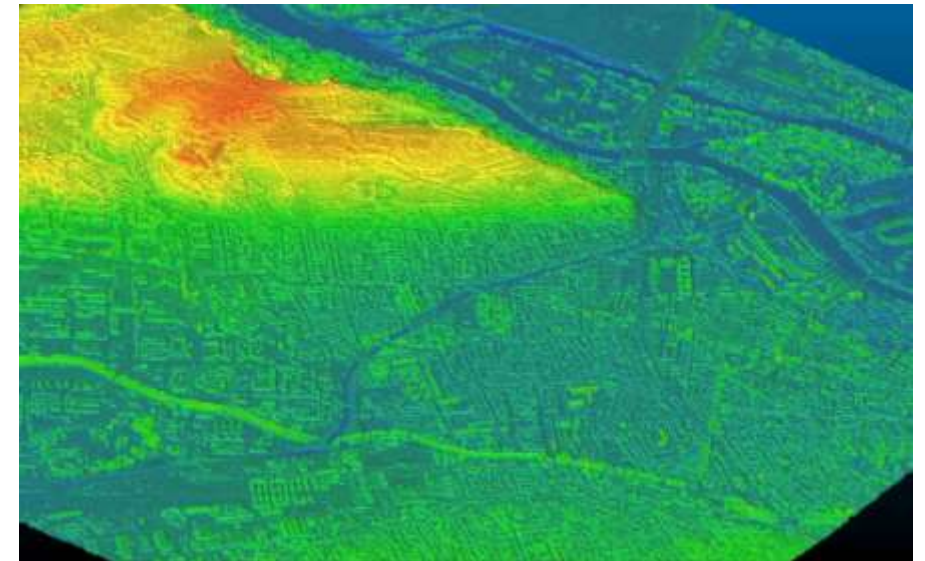


Lancement

```
bulldozer --conf configuration_file.yaml
```

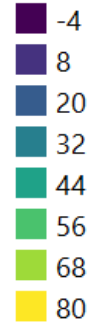
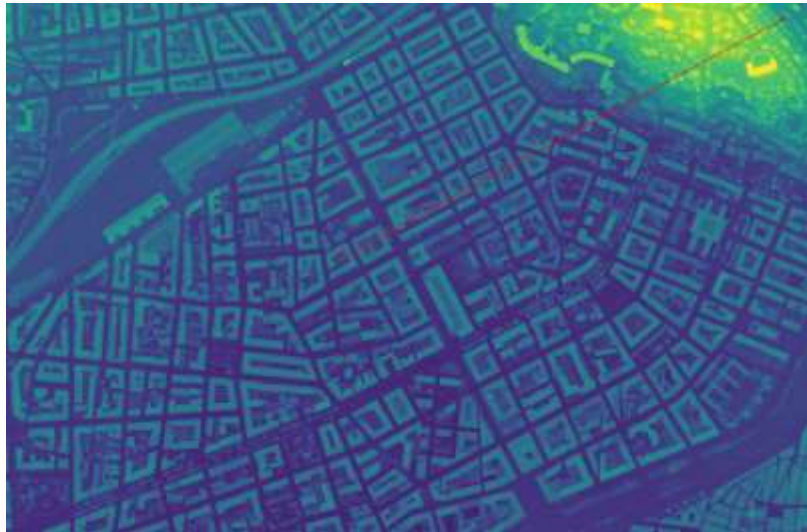


Résultat

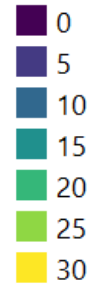


MNT Bulldozer / MNS CARS Pléiades sur Toulouse

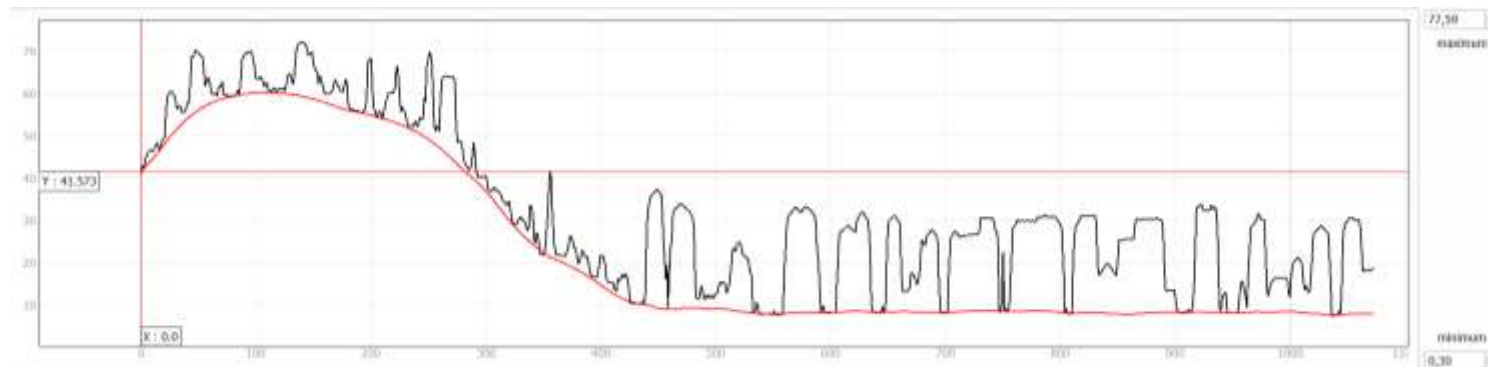
Comparaison MNT PHR/PNEO avec LidarHD : Données d'entrée



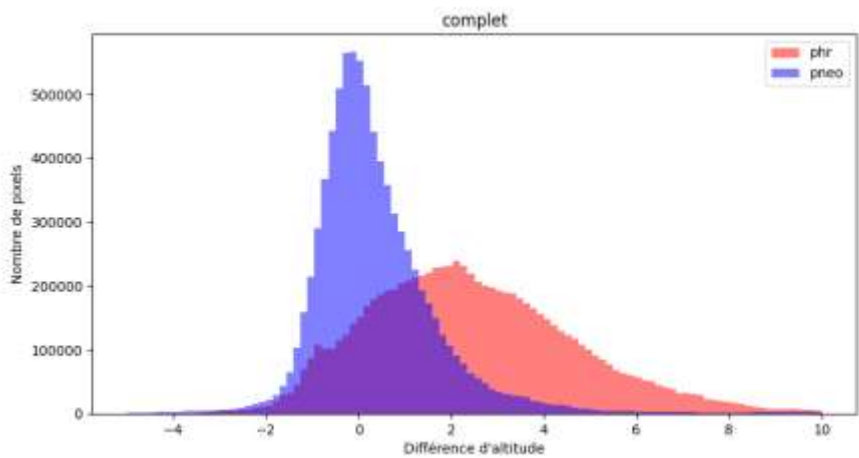
MNS LidarHD



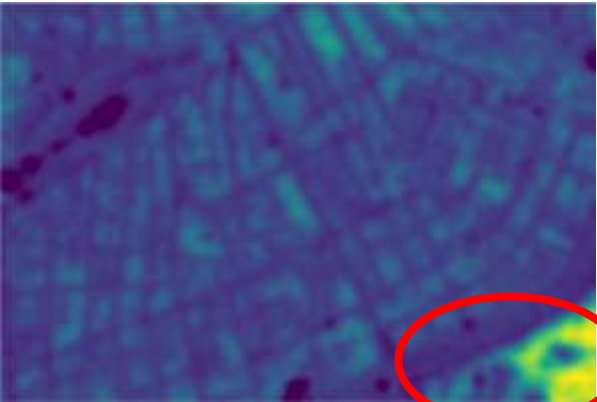
MNH LidarHD



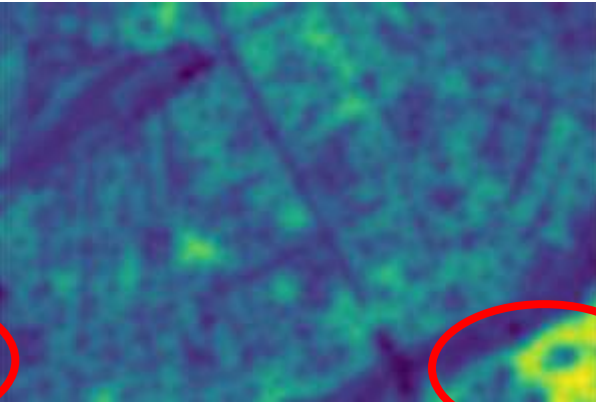
Comparaison MNT PHR/PNEO avec LidarHD : Analyse quantitative



Capteur	PHR	PNEO
Médiane	2.29 m	0.53 m
Ecart interquartile	3.11 m	1.42 m
NMAD	2.28 m	1.00 m



Différence
MNT PNEO
MNT LidarHD



Différence
MNT PHR
MNT LidarHD

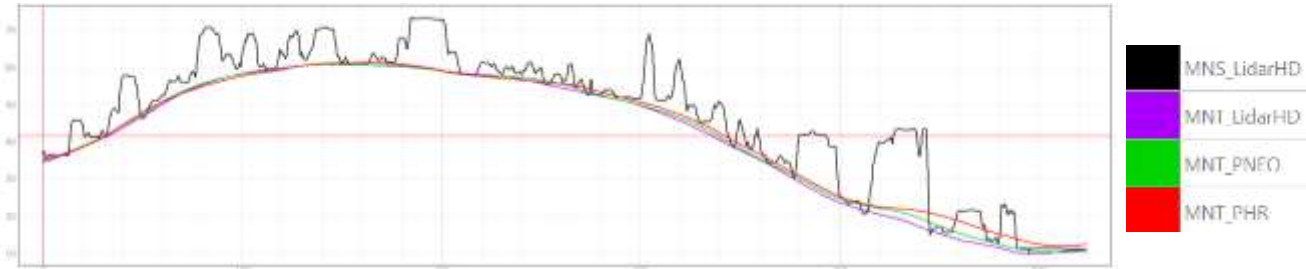
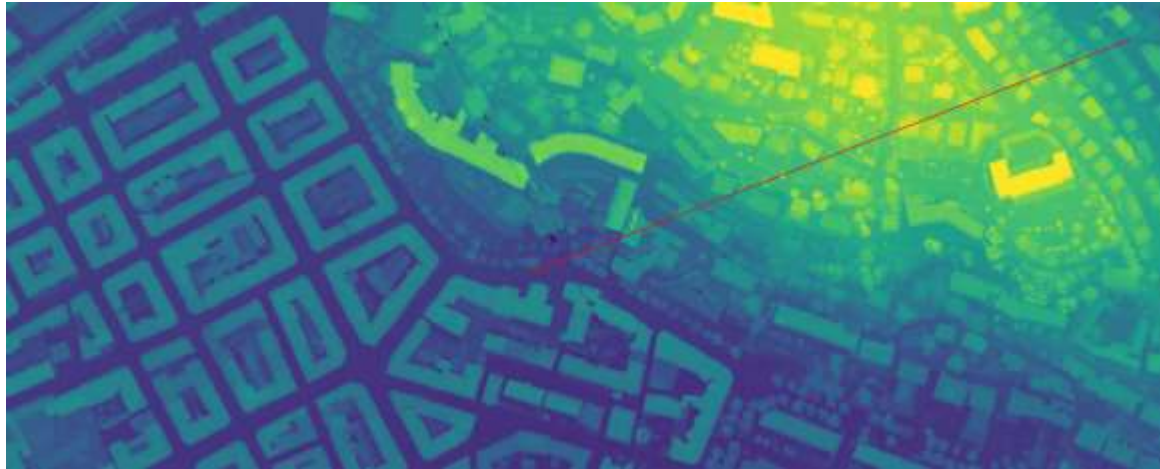


MNS LidarHD

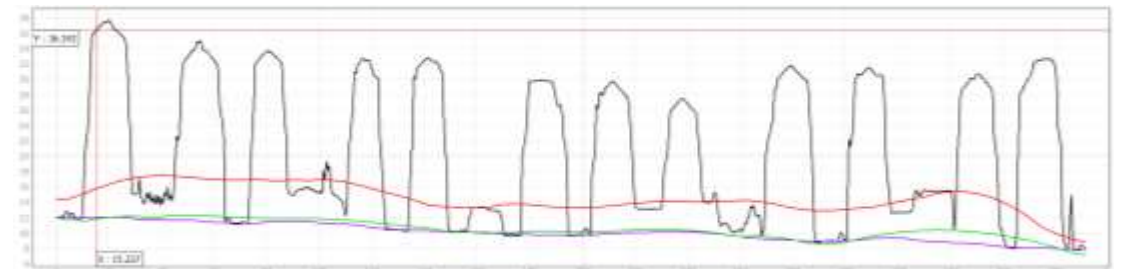


MNS PNEO

Comparaison MNT PHR/PNEO avec LidarHD : Analyse qualitative

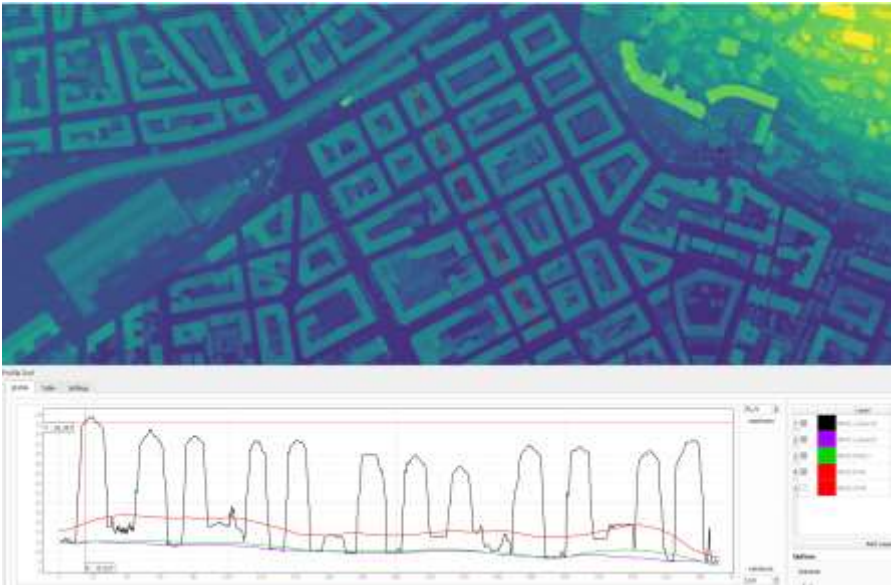


Profil 1D : comparaison MNS LidarHD /
MNT LidarHD / MNT PNEO / MNT PHR

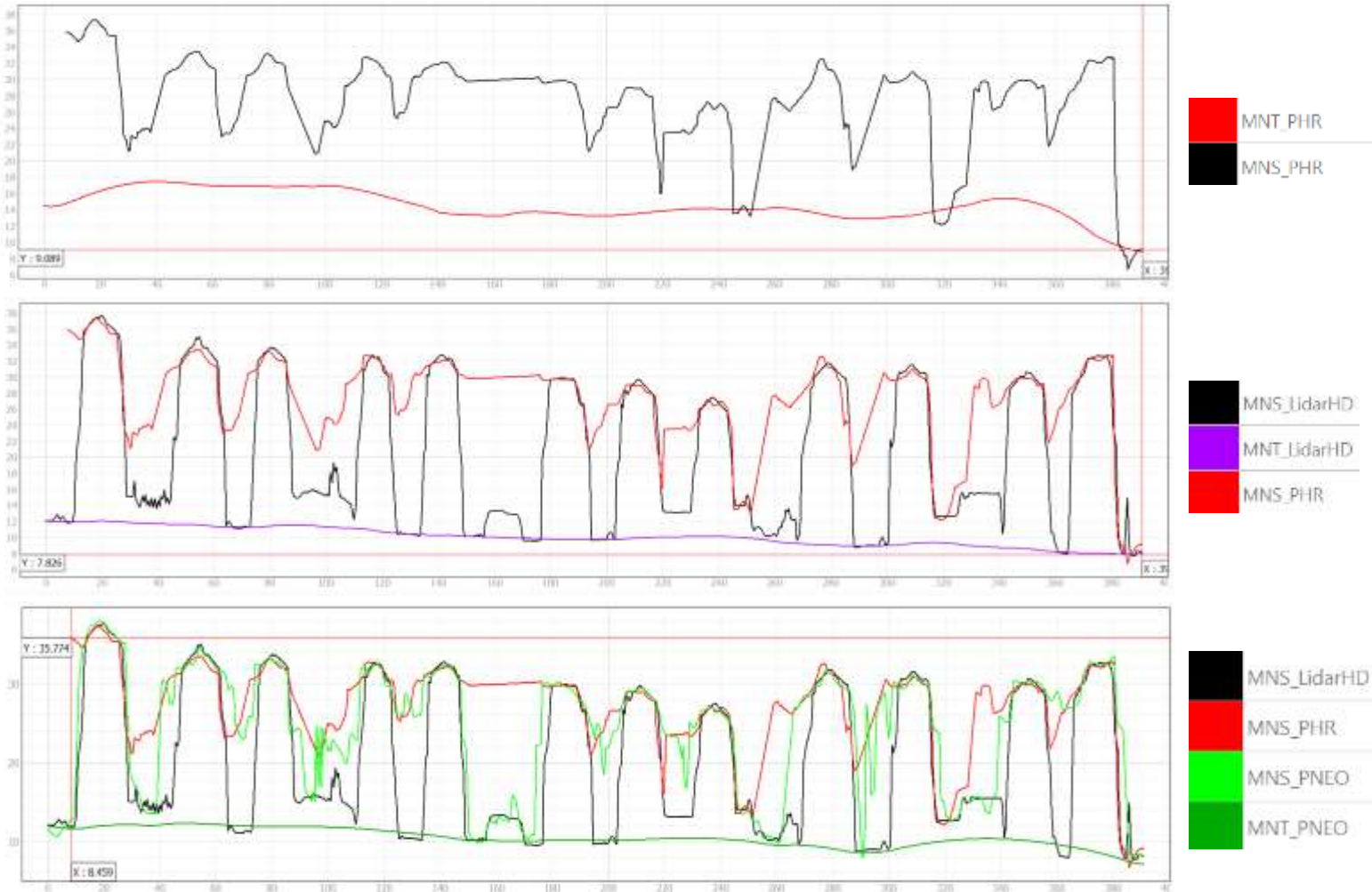


Profil 1D : comparaison MNS LidarHD /
MNT LidarHD / MNT PNEO / MNT PHR

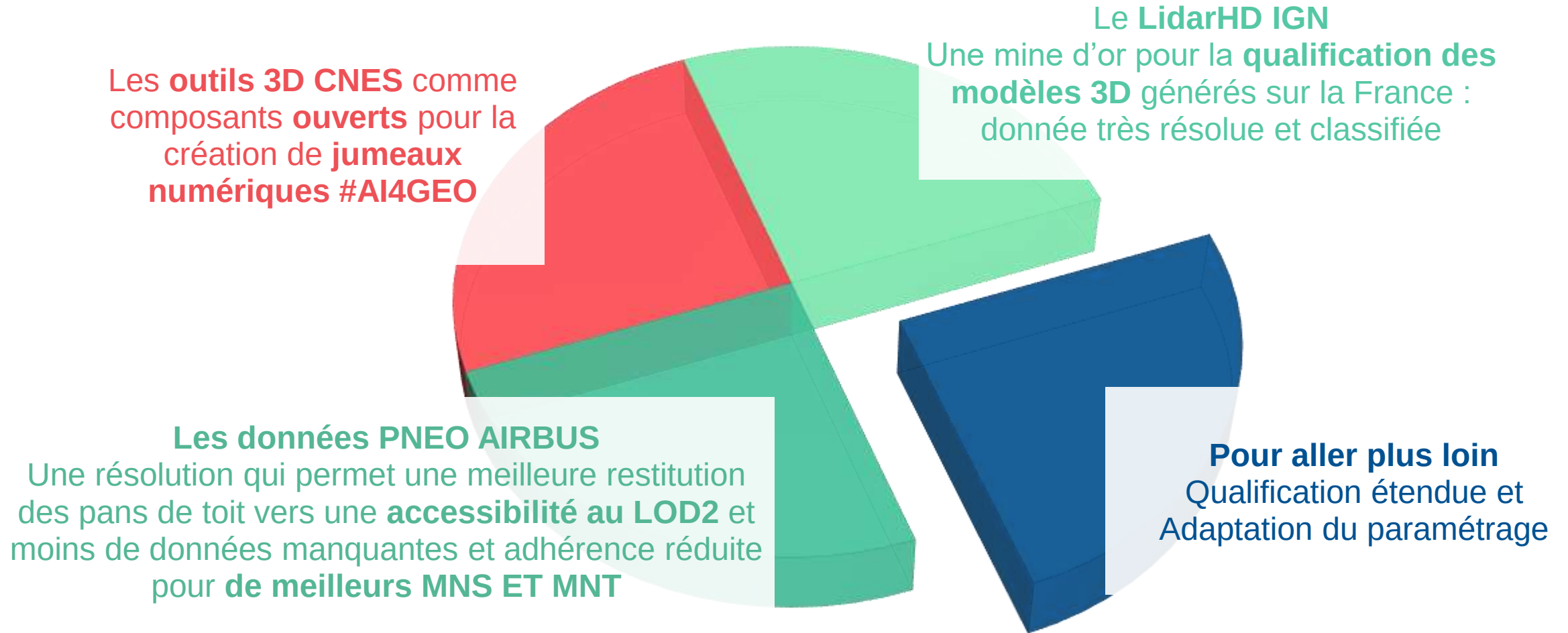
Comparaison MNT PHR/PNEO avec LidarHD : Etude d'un cas limite



Cas d'étude : décrochage PHR comparé à PNEO



En résumé



Et bientôt... la mission CO3D

4
Satellites
AIRBUS

502 km
Orbite
héliosynchrone

Lancement
2025

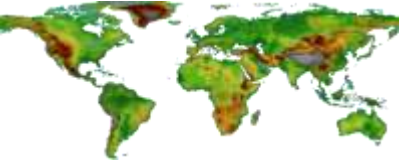


Outils 3D ouverts



6000 To

MNS mondial

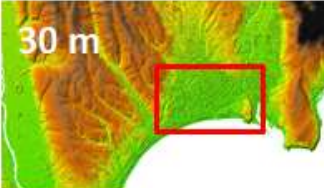


Production
automatique dans
le cloud

26 000 (4 To) images/j
650 (35 To) MNS/j



50cm RGBNir / 1m MNS



Opendata
15m, 30m

