Swiss LiDAR Day

SWISS LIDAR DAY 2026

Atelier 4 : LiDAR et modèles numériques

Rendus et visualisations avancés avec des outils open source

ANIMATION
Corentin Junod (SITN) & Raphael Würgler (EPFL)
corentin.junod@ne.ch

DATE
10.11.2026

L’atelier en deux mots

Le LiDAR décrit notre environnement avec une précision remarquable. **Comment valoriser ces données ?**

Objectifs :

- Connaître les logiciels **open source** pour afficher des nuages de points et des rasters
- Découvrir des techniques de visualisation et de rendu
- Pratiquer sur vos ordinateurs, avec des données réelles
- Être capable de choisir la bonne visualisation

Programme

Introduction · Nuages de points · théorie	15’
Partie 1 · Nuages de points · pratique	45’
Partie 2 · Modèles raster · théorie	15’
Partie 2 · Modèles raster · pratique	45’

PARTIE 1

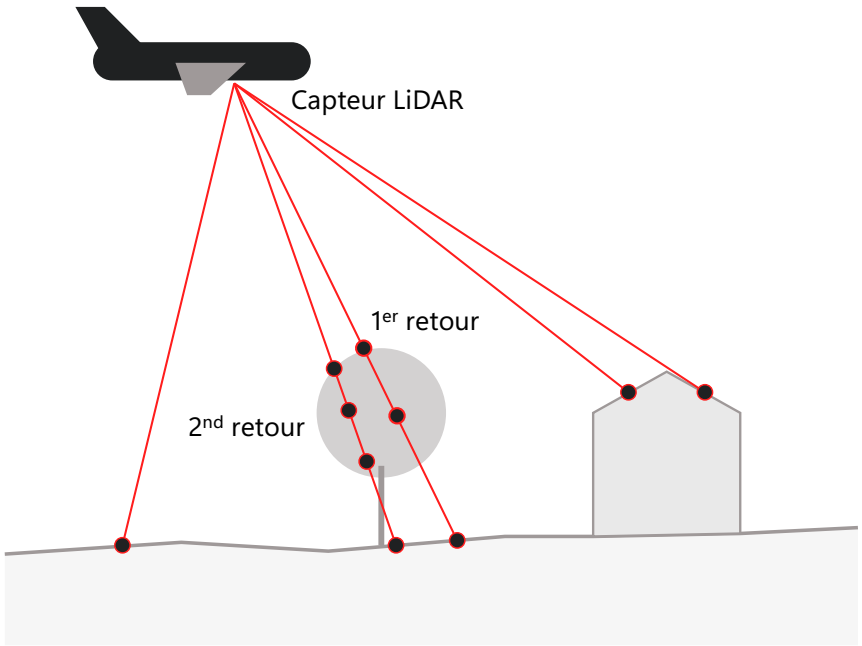
Nuages de points

Rappels LiDAR · méthodes de rendu 3D

RAPPEL

Le LiDAR en une minute

- Un **faisceau laser** balaie le terrain par impulsions
- On mesure le **temps de retour** de chaque impulsion : une distance
- Avec la position et l'orientation du capteur, chaque mesure devient **un point 3D**
- Une impulsion peut produire **plusieurs retours** : canopée, branches, sol…
- Le capteur peut être placé sur un avion, une voiture, tenu à la main, etc.



RAPPEL

Ce que contient chaque point

X Y Z	Position
Intensité	Force du signal de retour
Numéro du retour	1er, 2e, 3e retour…

Ajouté par traitement ultérieur :

Classe	Sol, végétation, bâtiment, eau…
RVB	Couleur, souvent depuis des images aériennes

Ainsi que d'autres attributs : angle de scan, heure GPS, etc.

L'intensité : force de retour du faisceau

Elle dépend du matériau, de l'angle d'incidence, de la distance et de l'humidité. Valeur relative, parfois normalisée.

Comment afficher un nuage de points ?

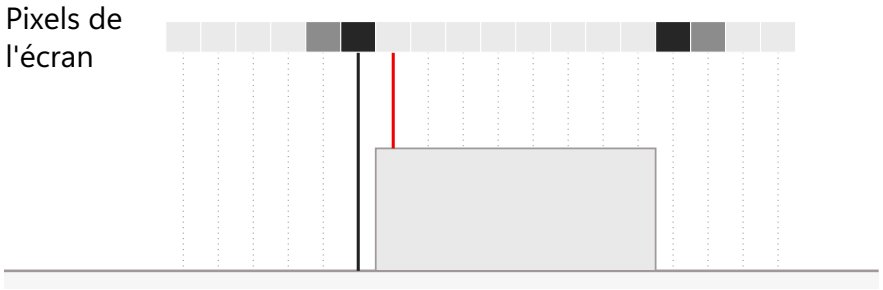
Un point n'a **ni surface, ni orientation** : sans éclairage, l'image reste plate et la profondeur difficile à percevoir.

La solution : coloriser et ombrer les points.

> **Deux familles d'ombrage**
>
> **Espace écran** : travaille sur l'image rendue (tampon de profondeur). Rapide.
> **Espace objet** : travaille sur la scène 3D complète. Juste, mais coûteux.

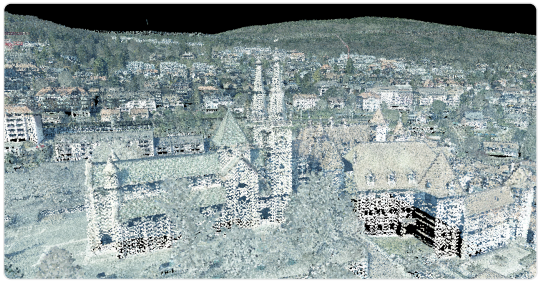
Eye-Dome Lighting (EDL)

On compare la **profondeur** d'un pixel à celle de ses **voisins à l'écran**. Si les voisins sont plus proches de la caméra, le pixel est assombri. Les silhouettes et ruptures de profondeur sont soulignées, comme un trait de contour.

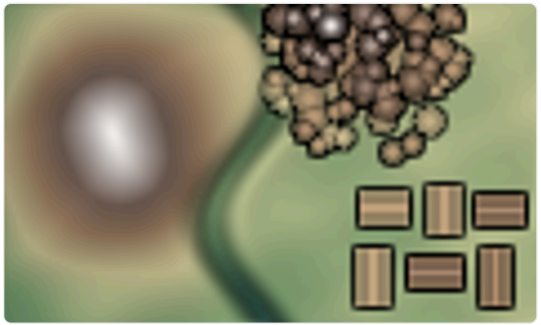


+ Temps réel, même sur de gros nuages
+ Aucune normale ni surface nécessaire

– Effet non physique, halos sombres
– Dépend du zoom et des paramètres



Sans EDL



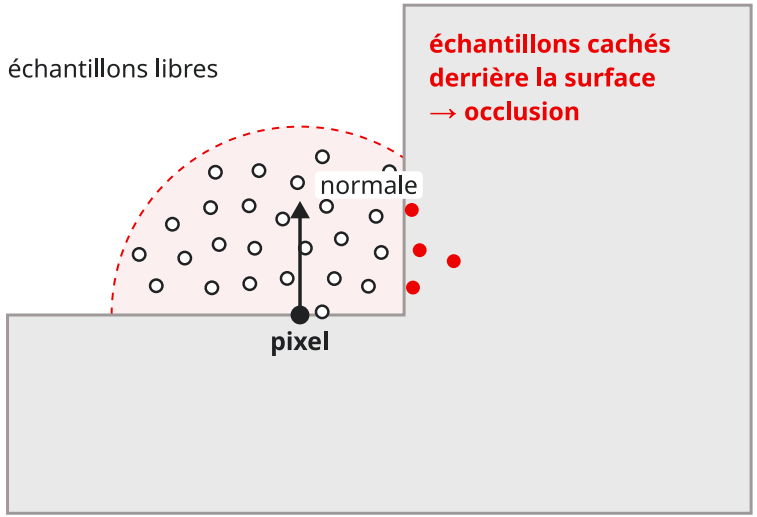
Avec EDL

Screen-Space Ambient Occlusion (SSAO)

Approximation de l'**occlusion ambiante** : un point au fond d'un creux reçoit moins de lumière qu'un point dégagé.

Autour de chaque pixel, on tire des **échantillons dans une demi-sphère** et on compte ceux qui se retrouvent derrière la surface visible.

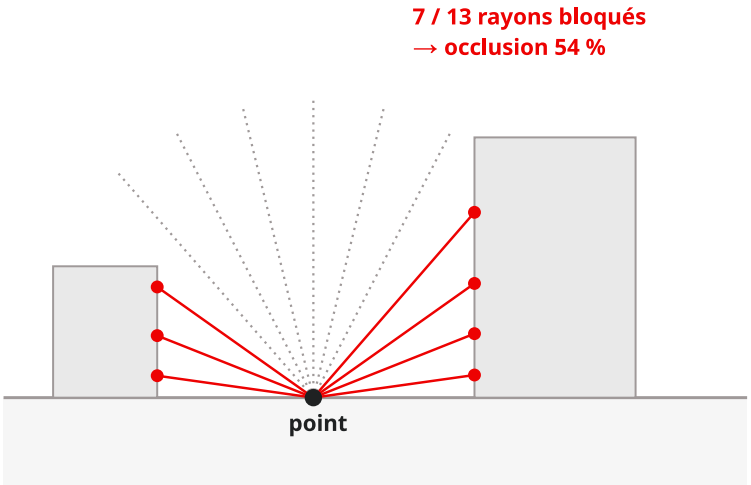
+ Creux et contacts assombris de façon naturelle
+ Temps réel sur carte graphique
– Ne voit que ce qui est **à l'écran**
– Rayon fixe, normales à estimer



Ray-Traced Ambient Occlusion (RTAO)

On lance des **rayons** depuis chaque point, dans toutes les directions du ciel, à travers la **scène 3D complète**. La part des rayons bloqués donne l'occlusion.

+ Physiquement juste
+ Tient compte de ce qui est hors de l'écran
– Très coûteux en calcul
– Résultat figé : à recalculer si la scène change



PARTIE 1 · PRATIQUE

Place à la pratique !

Support d’atelier, partie 1 : CloudCompare et Potree · 45 minutes

SUPPORTS À TÉLÉCHARGER

sitn.ne.ch/web/sld2026

PARTIE 2

Modèles raster

Rastérisation · modèles numériques · ombrage du relief

Du nuage de points au raster



Nuage de points
(irrégulier, x y z)

Rastérisation

Processus parfois complexe
N'est pas traité ici

440	441.1	433.4	442	435.3
447.5	447.8	431.6	434.8	434.6
443.2	444.7	434.3	433.2	434.4
434.6	435.9	432	434	434.5

Raster
(grille régulière de valeurs)

Une grille régulière

Chaque cellule (pixel) porte une valeur : altitude, intensité, densité…

Une résolution

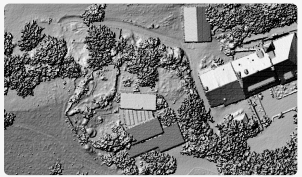
La taille de cellule (p. ex. 50 cm) fixe le niveau de détail.

Quels points ? Quel raster ?

MNS — surface : sommets des objets
MNT — terrain : sol nu

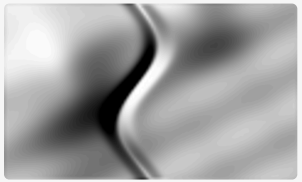


MNS · tous les points



Surface : bâtiments, végétation et sol

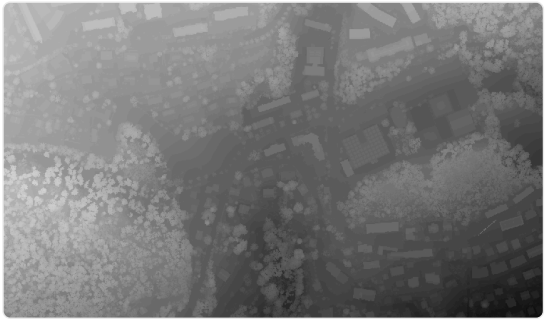
MNT · le sol seulement



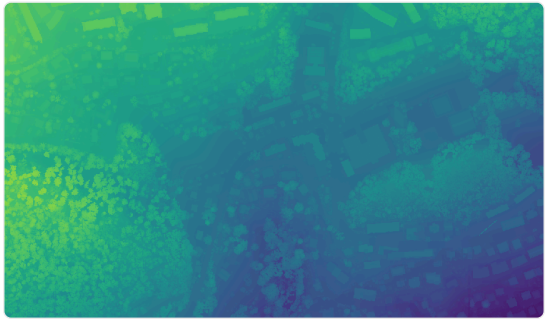
Terrain : le sol « sous » les objets

Il existe également d'autres types de raster.

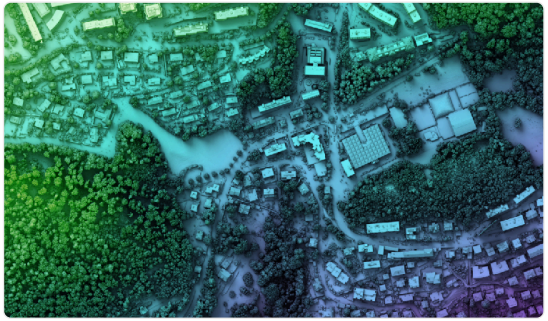
Rendre le relief lisible



Altitude en niveaux de gris



Altitude en couleurs

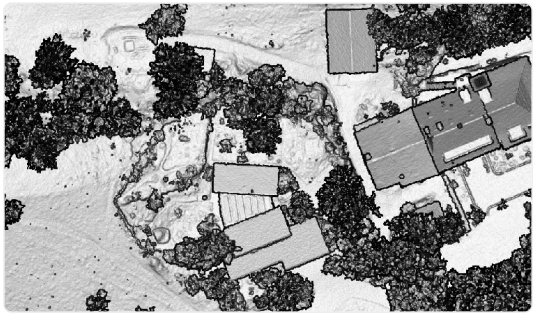


Altitude + ombrage

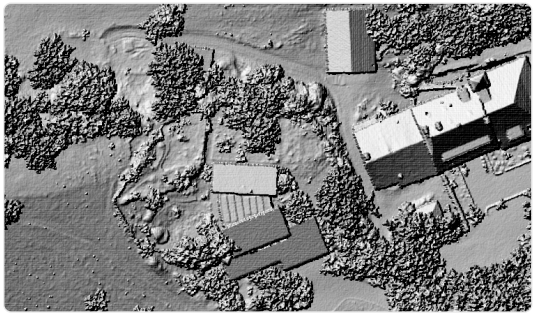
Un raster d'altitude affiché brut est **difficile à lire** : les variations locales se perdent dans l'amplitude globale. Comme pour les nuages de points, on applique des **techniques d'ombrage**, cette fois en 2,5D.

Lumière directionnelle → **Hillshade**
Occlusion ambiante → **Sky-View Factor**
Forme, convexité → **Openness**

Pente et hillshade



Pente : clair = plat, sombre = raide



Hillshade · azimut 315°, élévation 45°

Pente : variation d'altitude avec les pixels voisins.
Mesure **locale**, sans direction.

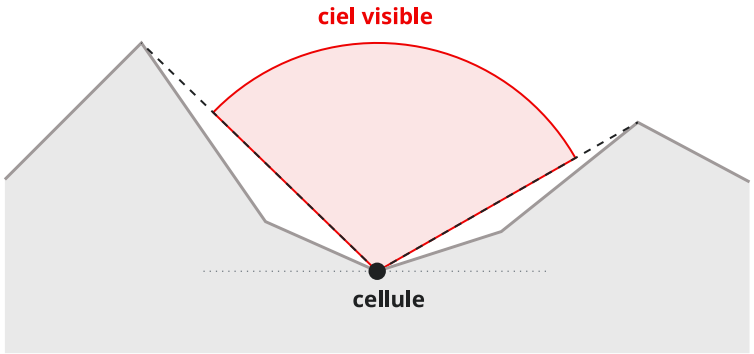
Hillshade : éclairage local simulé par un soleil.
Ne tient pas compte de ce qui se trouve autour du pixel.

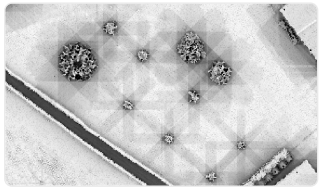
\+ Simple, très rapide, universel
\+ Lecture intuitive du relief
– Les structures parallèles à la lumière **disparaissent**
– Versants à l'ombre noyés dans le noir

> Le **hillshade multidirectionnel** résout une partie des problèmes en simulant de la lumière venant de plusieurs directions.

Sky-View Factor · l'occlusion ambiante du raster

Calcule la **part du ciel visible** depuis chaque pixel :
1 = ciel entièrement dégagé
0 = fond d'un trou (aucun ciel visible)
Aucune direction de lumière privilégiée.





SVF approximé : 8 directions. Les motifs en étoile sont des artefacts.

Méthode 1 : approximation

Calcul le long de **n directions fixes** jusqu'à une **distance R**. Rapide, mais **artefacts** : motifs en étoile, relief ignoré au-delà de R.

Méthode 2 : lancer de rayons

De nombreux rayons dans tout l'hémisphère, sans limite artificielle : plus juste, mais **bien plus long** à calculer.

Openness

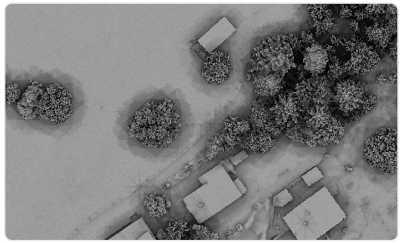
Angle moyen d'**ouverture** autour de chaque cellule, mesuré dans n directions jusqu'à une distance R.

- **Positive** : vers le ciel, les **crêtes et arêtes** ressortent
- **Négative** : vers le sous-sol, les **creux, fossés et vallons** ressortent

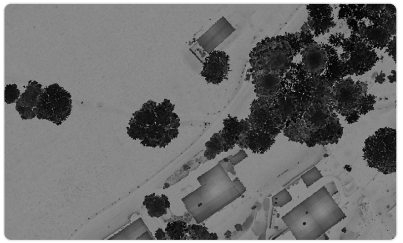
\+ Indépendante de la lumière : aucune structure masquée

\+ Formes fines : archéologie, géomorphologie

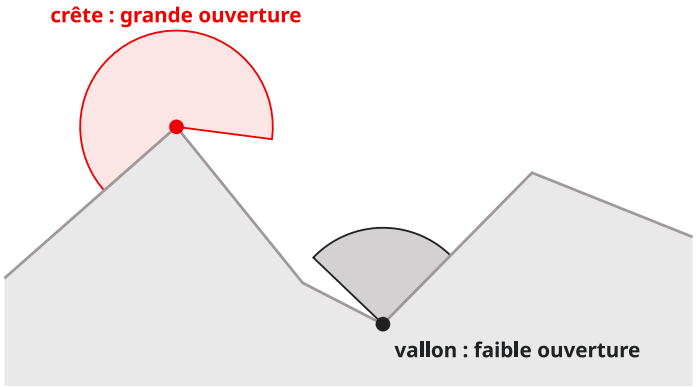
– Lecture moins intuitive qu'un ombrage ; sensible au choix de R



Openness positive



Openness négative (inversée)



PARTIE 2 · PRATIQUE

Place à la pratique !

Support d’atelier, partie 2 : QGIS et RVT · 45 minutes

SUPPORTS À TÉLÉCHARGER

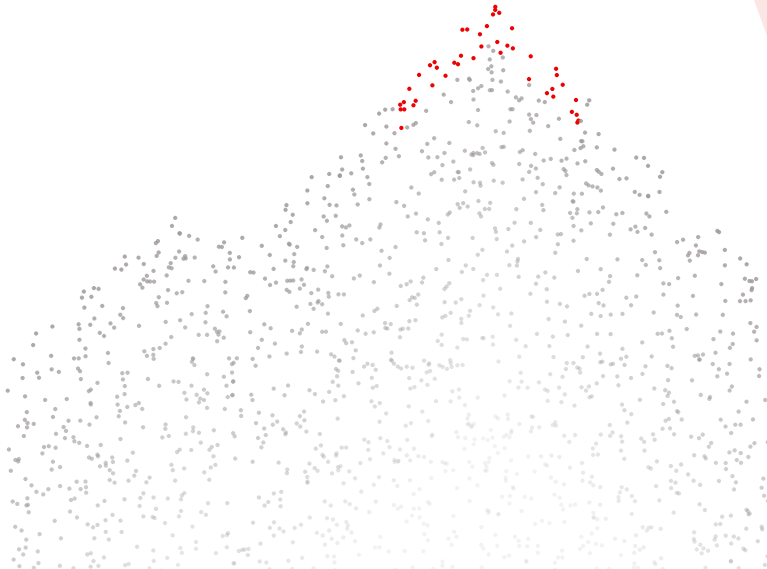
sitn.ne.ch/web/sld2026

Swiss LiDAR Day

Merci !

N’hésitez pas à nous faire part de vos questions, remarques et retours d’expérience.

Swiss Lidar Day 2026 · swisslidarday.ch



ANIMATION

Corentin Junod (SITN) & Raphael Würgler (EPFL)

corentin.junod@ne.ch

DATE

10.11.2026