

Analyse altimétrique différentielle — apport de terre au sol

Point analysé (WGS84)	43.869997 N / 7.344314 E — Lambert-93 1049059 ; 6317492
Rayon analysé	500 m
Période mesurée	sources RGE ALTI ≈ 2013-2016 → vol LiDAR du 12/05/2021
Date du rapport	28/10/2026

Réponse : au point demandé, le sol s'est exhaussé de **+1.01 m en moyenne (jusqu'à +2.40 m)** entre l'état RGE ALTI et l'état LiDAR 2021. Dans un rayon de 25 m : **≈ 319 à 791 m³** ; rayon de 40 m : **≈ 644 à 1580 m³** ; à l'échelle du secteur retraité (600 m) : **≈ 53596 à 109068 m³**.

1. Données utilisées

Jeu de données	Producteur	Date des données	Précision
MNT « ancien » : RGE ALTI 1 m	IGN	Sources ≈ 2013-2016 (édition en vigueur)	± 0,20 m env. (découvert)
MNT + MNS « récents » : LiDAR HD	IGN	vol certifié du 12/05/2021, mission 21LHD8SP, capteurs RIEGL VQ-780 II-S:H2225035, RIEGL VQ-780 II-S:H2227189, classification IGN_AUTO_V5	± 0,15 m (spéc.) ; source laser « Emq < 30 cm »
Orthophotos 2014 / 2020 / 2023	IGN	2014 / 2020 / 2023	contrôle visuel et datation

Même référentiel géodésique (Lambert-93 / IGN69) pour les deux époques : aucune correction de géoïde nécessaire, différence pixel à pixel sur grille 1 m unique, sans ré-échantillonnage croisé.

2. Méthode de calcul

- Téléchargement** des MNT/MNS (tuiles 1 km, 1 m/px, WMS IGN data.geopf.fr), contrôle d'intégrité (magic TIFF, plausibilité des altitudes), assemblage sur grille Lambert-93 alignée au km.
- Différence brute** : $\Delta h = \text{MNT récent} - \text{MNT ancien}$. Biais inter-méthodes mesuré sur la zone : médiane +0.19 m (photogrammétrie vs LiDAR, filtrage de la végétation).
- Neutralisation du biais spatial** : anomalie locale $R = \Delta h - \text{médiane locale de } \Delta h$ (fenêtre 84 m). Elle supprime les biais lisses mais absorbe les plateaux de remblai étendus ; aussi, pour la mesure au point, une **référence de niveau explicite** est calculée ci-dessous.
- Référence de niveau locale** : terrains plats (pente < 8°) de la fenêtre de 600 m autour du point. Distribution du Δh sur ces terrains : $p_{10} = -0.69$ m, médiane = +0.35 m, $p_{90} = +2.76$ m. Épaisseur apportée $e = \Delta h - R_0$, avec $R_0 = p_{10}$ (hypothèse : au moins 10 % des plats voisins sont restés à l'état initial → borne haute du volume) et $R_0' = \text{médiane}$ (borne basse).
- Volumes** : $V = \sum \max(e ; 0) \times 1 \text{ m}^2$, calculés par disques concentriques autour du point et sur le secteur de 600 m. Les pentes > 8° sont exclues du bilan (talus non comptés) : estimation conservatrice.
- Détection automatique de zones** sur l'ensemble du rayon : seuil ±1.5 m, morphologie 3×3, composantes connexes ≥ 100 m², filtre de pente < 25°, classification remblai / dépôt de surface / végétation / excavation.
- Cadrage temporel** : orthophotos 2014 (état initial cultivé), 2020 (sol décapé), 2023 ; vol LiDAR du 2021-05-12. Les apports mesurés sont antérieurs au vol LiDAR.

3. Résultats — focus au point demandé

Mesure (fenêtre 120 m autour du point)	Valeur
Exhaussement moyen / médian	+0.89 m / +1.01 m
Exhaussement maximal	+2.40 m
Fraction du secteur exhaussée de plus de +0,30 m	82 %

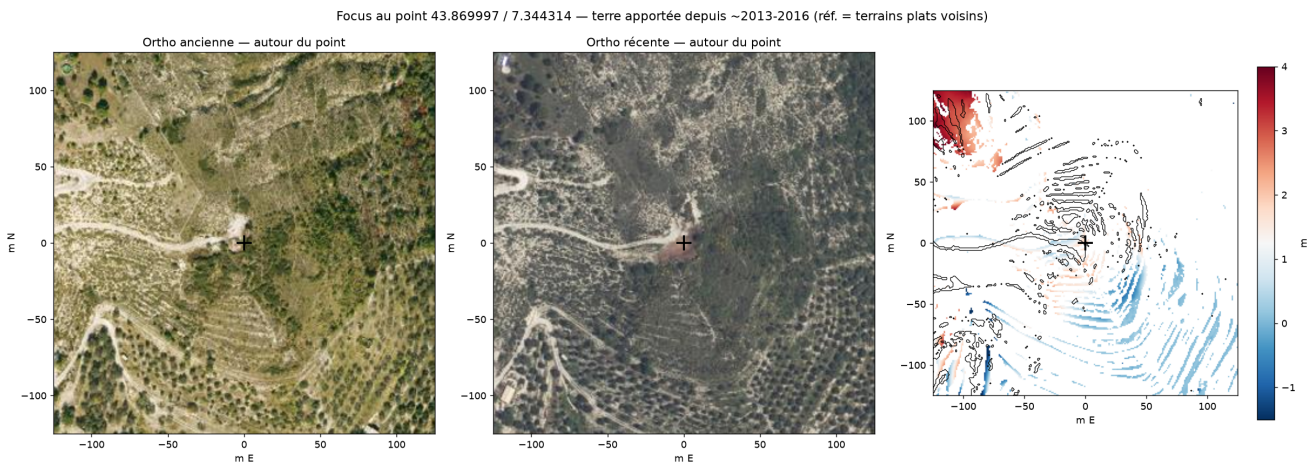
Volumes par disque concentrique (références p10 / médiane)

Rayon	Surface	Hauteur moyenne (réf médiane)	Volume (réf p10)	Volume (réf médiane)
25 m	1961 m²	+0.70 m	791 m³	319 m³
40 m	5025 m²	+0.70 m	1580 m³	644 m³
60 m	11289 m²	+0.40 m	2533 m³	983 m³
100 m	31417 m²	+0.15 m	3690 m³	1236 m³

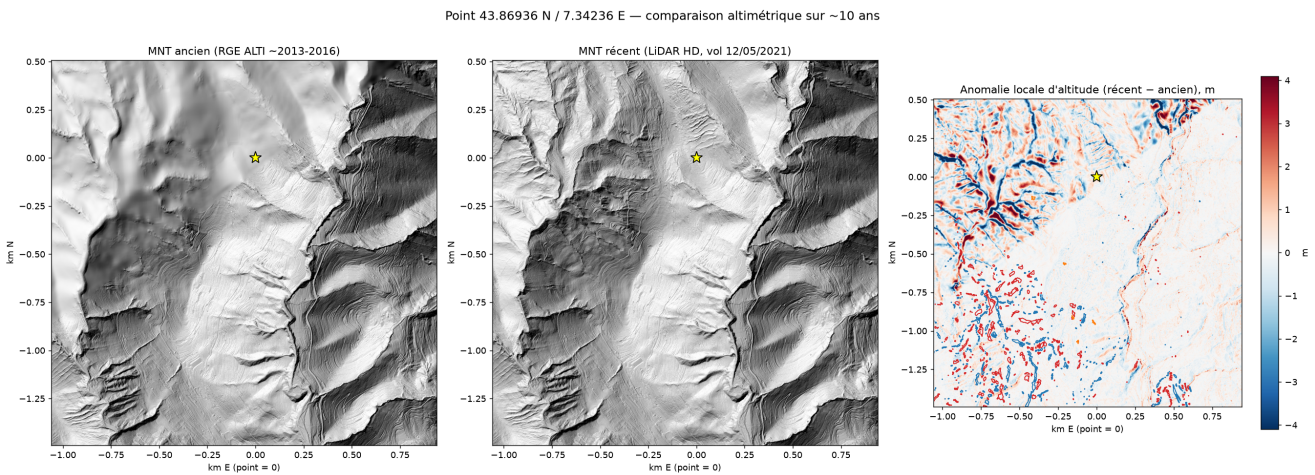
Secteur retraité de 600 m (terrains plats)

Référence	Surface concernée	Volume	Épaisseur maximale
R0 = p10 = -0.69 m (borne haute)	63453 m²	109068 m³	6.75 m
R0' = médiane = +0.35 m (borne basse)	32787 m²	53596 m³	—

Focus au point — ortho avant / ortho après / épaisseur apportée



Comparaison des deux époques et anomalie locale (zone 500 m)



4. Résultats — zones détectées dans le rayon de 500 m

98 zone(s) d'élévation anormale ; volume cumulé des dépôts : 88308 m³ ; surface cumulée : 34883 m². Statistiques globales : Δh moyen +0.21 m, médiane +0.19 m, écart-type 1.42 m.

#	Type	Lat, Lon	Surface m ²	Gain moyen	Gain extrême	Volume m ³
#1	Élévation du terrain (sol)	43.868917, 7.335650	2250	+3.48	+6.49	7836
#2	Élévation du terrain (sol)	43.869787, 7.338910	2377	+2.29	+3.76	5445
#3	Élévation du terrain (sol)	43.868126, 7.337418	1155	+3.28	+5.42	3789
#4	Élévation du terrain (sol)	43.874096, 7.336889	1621	+2.12	+3.81	3433
#5	Élévation du terrain (sol)	43.870726, 7.335723	1083	+3.10	+6.62	3361
#6	Élévation du terrain (sol)	43.867953, 7.336246	669	+4.82	+6.19	3223
#7	Élévation du terrain (sol)	43.869426, 7.334732	902	+3.54	+5.88	3192
#8	Élévation du terrain (sol)	43.870522, 7.335008	1034	+2.55	+4.18	2635
#9	Élévation du terrain (sol)	43.871109, 7.340086	820	+2.86	+4.80	2344
#10	Élévation du terrain (sol)	43.867449, 7.337694	983	+2.30	+3.87	2260
#11	Élévation du terrain (sol)	43.870120, 7.335908	586	+3.65	+7.01	2137
#12	Élévation du terrain (sol)	43.871430, 7.333720	633	+2.57	+5.07	1628
#13	Élévation du terrain (sol)	43.873413, 7.339883	787	+1.98	+3.14	1555
#14	Élévation du terrain (sol)	43.873111, 7.338915	660	+2.06	+3.00	1357
#15	Élévation du terrain (sol)	43.866775, 7.333919	434	+3.07	+5.26	1332
#16	Élévation du terrain (sol)	43.874530, 7.331685	442	+2.81	+4.46	1243
#17	Élévation du terrain (sol)	43.872900, 7.336744	568	+2.04	+2.94	1160
#18	Élévation du terrain (sol)	43.872624, 7.335494	335	+3.28	+7.02	1100
#19	Élévation du terrain (sol)	43.873423, 7.349624	340	+3.12	+4.35	1062
#20	Élévation du terrain (sol)	43.868735, 7.342291	553	+1.89	+2.60	1045

Liste complète : zones.csv / zones.geojson (20 premières zones listées ci-dessus, triées par volume).

5. Limites

- Épaisseurs : incertitude combinée $\approx \pm 0,3$ à $0,5$ m (1σ) ; d'où la présentation en fourchettes.

- La date exacte des sources RGE ALTI du département doit être confirmée par la fiche de métadonnées IGN du lot ; l'orthophoto 2014 garantit visuellement l'état initial.
- La mesure est un exhaussement net cumulé entre les deux époques ; elle ne distingue pas des apports successifs.
- Les volumes n'incluent pas les talus (pente > 8°) : estimation volontairement conservative.
- L'interprétation juridique (dépôt sauvage, autorisation, responsabilité) requiert un constat de géomètre-expert et l'examen des autorisations d'urbanisme ; le présent document constitue un faisceau d'indices techniques mesurés sur données IGN publiques.

6. Reproductibilité

Chaîne de traitement entièrement scriptée (Python : rasterio, scipy, numpy ; Docker), données brutes et intermédiaires conservées, empreintes SHA-256 des entrées et scripts disponibles. Données IGN — licence ouverte Etalab 2.0. Mise en œuvre : 28/10/2026.