



**HAL**  
open science

# Saint-Denis – Îlet à Guillaume télédétection par LiDAR

Jonhattan Vidal

► **To cite this version:**

Jonhattan Vidal. Saint-Denis – Îlet à Guillaume télédétection par LiDAR. Archéologie de la France - Informations, 2022. hal-04514066

**HAL Id: hal-04514066**

**<https://hal.science/hal-04514066>**

Submitted on 23 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Jonhattan VIDAL (RO)

En 2019, le SRA a accompagné le Département de La Réunion pour l'étude du site de l'Îlet à Guillaume<sup>1</sup>. Site historique et espace naturel remarquable, cet îlet isolé culmine à 700 m d'altitude, il est enclavé entre les deux remparts de la rivière Saint-Denis résultant de l'effondrement de la plaine d'Affouches [Fig. 1]. Il abrite en particulier les vestiges d'un pénitencier pour enfants, construit en 1864 et dirigé par les « Pères du Saint-Esprit » jusqu'à sa fermeture en 1879. D'autres phases d'occupation du site sont connues ou soupçonnées, dont une éventuelle fréquentation pendant la période du marronnage avant 1848, une phase d'exploitation agricole antérieure à 1864 et une occupation postérieure à l'abandon de l'établissement.

Devant les contraintes intrinsèques à la nature du lieu (accès difficile, surface étendue, couvert végétal dense), un relevé LiDAR a été proposé de manière à appréhender l'ensemble du site et ainsi détecter et caractériser les vestiges sur 70 ha.

### L'acquisition

Pour permettre une véritable réflexion archéologique sur ce site, il était nécessaire de connaître l'ampleur des structures, leur répartition et leur nature. Si une partie des vestiges visibles était connue, les expertises de terrain préalables avaient montré la nécessité d'investigations à l'échelle de l'ensemble du massif pour aboutir à une carte archéologique de l'îlet. La configuration de l'îlet dont seule la partie sommitale est de pente raisonnable et son couvert végétal dense rendent impossible la prospection classique exhaustive. Considérant que les types de structures rencontrées ont nécessairement laissé une signature détectable en microtopographie, un relevé LiDAR, précisément calibré s'avérait parfaitement adapté à la situation.

L'opération, sous la maîtrise d'ouvrage du Département de La Réunion<sup>2</sup>, a bénéficié de l'expertise scientifique du SRA qui a rédigé le CCTP, réalisé le suivi technique de l'acquisition, analysé et exploité les données produites. Le survol par hélicoptère équipé d'un scanner laser<sup>3</sup> a été réalisé le 5 septembre 2019 par un groupement entre le cabinet de géomètres Veyland et la société Sintegra. Couplée à cette acquisition LiDAR, une orthophotographie à 10 cm de résolution a été produite<sup>4</sup>. Les données finalisées ont été livrées en décembre 2019.

Les principes de l'acquisition, guidés par un cahier des charges détaillé et ajustés au démarrage de l'opération, ont été définis de manière à pouvoir produire un modèle numérique de terrain (MNT) précis généré à partir d'une densité finale de cinq points au sol par m<sup>2</sup> sous couvert végétal. Pour atteindre cet objectif, la stratégie et les paramètres<sup>5</sup> du relevé ont été adaptés au relief accidenté du site et à sa végétation qui cumule plantes tropicales basses et hauts résineux. La réalisation d'une acquisition sur-mesure était facilitée par les dimensions raisonnables

de l'emprise à investiguer (70 ha). La stratégie employée a ainsi permis de produire un nuage de 139 453 660 points géoréférencés (180 pts/m<sup>2</sup>).

La classification<sup>6</sup> des points a été réalisée avec un volant important d'édition manuelle et dans une phase d'échange qui a permis une confrontation entre les premières versions des données et les relevés et observations archéologiques que nous avons réalisés au préalable dans ce but. C'est au final un nuage classé dont 3 149 305 points sont attribués au sol qui a été produit [Fig. 2] et à partir duquel un MNT à 25 cm de résolution a été généré.

### Détection des vestiges archéologiques

Pour modéliser la morphologie du site grâce à ce MNT il est nécessaire de réaliser des traitements informatiques qui permettent de produire des indices de visualisation des microreliefs. Chaque technique de visualisation correspond mieux à certains types de terrains ou d'anomalies, aussi après une phase expérimentale nous avons à l'usage retenu les indices les plus appropriés pour détecter les anomalies de reliefs dont l'origine est anthropique. On utilise ainsi de manière simultanée et comparative les indices suivants [Fig. 3 & 4] :

- l'analyse de pentes, procédé qui consiste à afficher la valeur de la pente du terrain en pourcentage<sup>7</sup> ;
- l'ouverture topographique positive<sup>8</sup> est utilisée à échelle resserrée, elle consiste à afficher pour chaque point la valeur de dominance par rapport à l'environnement<sup>9</sup>.
- le modèle de relief local<sup>10</sup>, consiste en une série d'étapes à produire un MNT qui ne contient que les reliefs locaux par soustraction des tendances morphologiques ;
- le *visualisation for archaeological topography* (VAT) a également été utilisé de manière exploratoire<sup>11</sup>.

Outre ces indices, la visualisation du MNT et du nuage de points en 3D permet de conforter le travail d'interprétation.

Les anomalies de relief correspondent à trois types de signaux primaires : les reliefs positifs, négatifs et les épaulements<sup>12</sup>. Un travail d'analyse des indices permet ensuite d'interpréter les données LiDAR pour produire une carte archéologique. Ce travail est réalisé en plusieurs étapes : d'abord par une phase d'interprétation technique de la donnée (vectorisation des anomalies de relief) ; ensuite avec une série de vérifications de terrain<sup>13</sup> pour confronter les identifications d'anomalies aux types de structures ; enfin une phase d'interprétation archéologique qui combine les différentes sources d'informations.

Au global, ce relevé de 70 ha montre une forte anthropisation de l'ensemble du secteur, un modelage conséquent de l'îlet dont la surface n'a plus grand-chose d'originel dans son relief, et de nombreuses structures bâties. On distingue ainsi trois familles principales de vestiges : 6 km linéaires de cheminements, une surface cumulée de 7 ha d'aménagements de terrain (reliefs, murgers) et plus de 2 km linéaires cumulés de

constructions sur les 5 ha du plateau sommital (murs et murs de terrasses). Si le relevé LiDAR permet d'aller plus en détail dans les reliefs archéologiques, voici les principaux éléments de ce repérage [Fig. 6].

En premier lieu, le chemin qui permettait l'accès au sommet de l'îlet apparaît très nettement. Si les 700 premiers mètres après la passerelle du sentier actuel reprennent précisément ce chemin, on constate grâce au relevé que le sentier moderne s'affranchit ensuite de ce tracé historique. Le chemin ancien en effet sillonne l'îlet en avançant loin sur ses pourtours pour maintenir une pente avec un degré très faible. Il permettait ainsi à des charrettes tirées par des bœufs de gravir cette hauteur. Bien que difficile d'accès aujourd'hui, la trace est large et solidement aménagée par des murs de soutènement. Au sud du relevé, un chemin de même format apparaît également en amont du plateau. Sur les flancs ouest et est de l'îlet, se distinguent également deux fins sentiers. Ils sont aujourd'hui totalement impraticables et uniquement décelables grâce à une légère signature topographique sur le MNT. Ces sentiers sont le vestige de passages pédestres sinueux dans les pentes de part et d'autre du plateau menant directement aux rivières.

Une zone au centre de l'emprise, sur un flanc orienté nord-ouest de pente moins forte, présente des aménagements de terrains. Ceux-ci sont notamment constitués de terrassements ainsi que d'alignements de blocs massifs composés par l'épierrement des surfaces mises en cultures<sup>14</sup>. Une chronologie relative est ponctuellement perceptible entre ces structures et ces éléments présentent une morphologie qui semble les distinguer dans le temps des aménagements réguliers du plateau. Au sein d'une partie des espaces ainsi délimités et sur les pentes ouest de l'îlet, on remarque également de larges surfaces modelées en degrés réguliers.

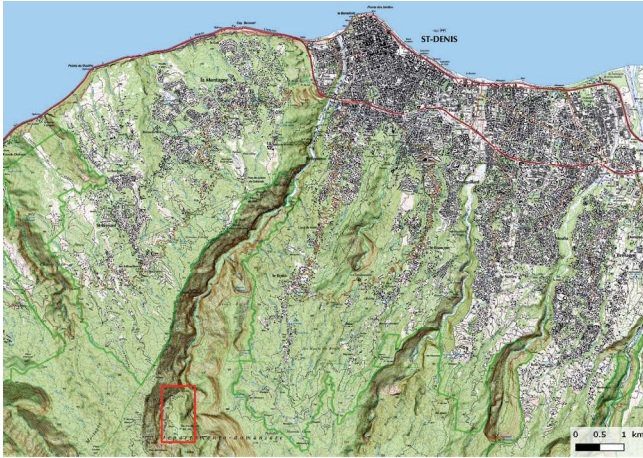
Outre les murs de soutènement de chemins, l'essentiel des structures bâties se trouve sur le plateau sommital sur une surface de l'ordre de 5 ha [Fig. 5]. Une allée principale, soutenue par de longs murs de terrasses dessert l'ensemble des espaces aménagés de part et d'autre. Ces espaces plans, destinés au bétail et aux cultures, sont situés à différents niveaux d'altitude probablement suivant les contraintes topographiques initiales du lieu. Ils sont essentiellement délimités par des murs de terrasse et desservis par des chemins perpendiculaires à la voie principale. Quelques secteurs présentent des murs d'enclos en élévation surmontés de chaperons. Les plus monumentaux murs de soutènements des plateformes atteignent 4 m de hauteur et sont construits en appareil quasi polygonal.

Quelques élévations de bâtiments conservées se distinguent sur le relevé. Les ruines de la chapelle sont nettement visibles bien que conservées sur une à deux assises seulement. Ces vestiges sont par ailleurs situés sur un promontoire naturel dont le flanc ouest a été fortement entaillé. Les vestiges les plus hauts sont deux murs pignons conservés en limite de la terrasse la plus au nord pour l'un et au niveau de l'espace central pour l'autre. En plus de ces constructions le MNT fait apparaître de nombreux aménagements hydrauliques : captage, bassins et canalisations, ouvrant le sujet essentiel de la gestion de l'eau sur l'îlet. Quelques anomalies restent énigmatiques, en particulier une structure alvéolaire au sud-ouest.

Au final, ce relevé et son exploitation mettent en évidence un site extrêmement anthropisé et au relief entièrement modelé. La multitude de structures détectées et vérifiées sur site permet une cartographie archéologique complète. Ces données et observations mettent en exergue le potentiel du site pour étudier les modes de constructions, la gestion de l'eau, les pratiques agricoles et la vie quotidienne aux différentes périodes d'occupation de l'îlet. Ce relevé et son exploitation n'étaient qu'une étape dans la recherche sur le passé de l'Îlet à Guillaume et à l'appui des données LiDAR, un cahier des charges a pu être défini pour une opération de terrain combinant archéologie du bâti (relevé 3D et examen des élévations), étude historique et analyse archéobotanique. Elle a été conduite par l'Inrap en 2020<sup>15</sup>. Enfin, ce relevé analysé a été modélisé en 3D également dans un objectif de valorisation de ce site isolé. Le modèle mis en ligne a été l'une des actions marquantes des Journées européennes de l'archéologie numériques de l'année 2020<sup>16</sup>.

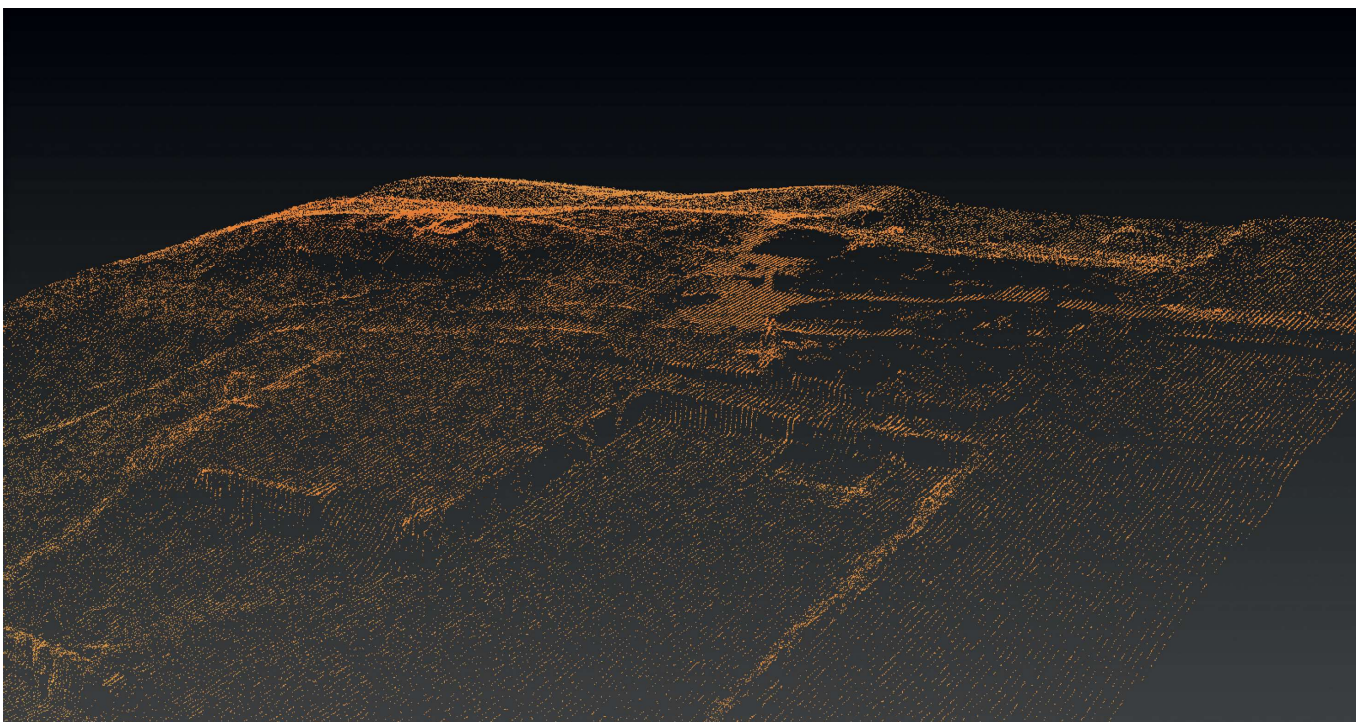
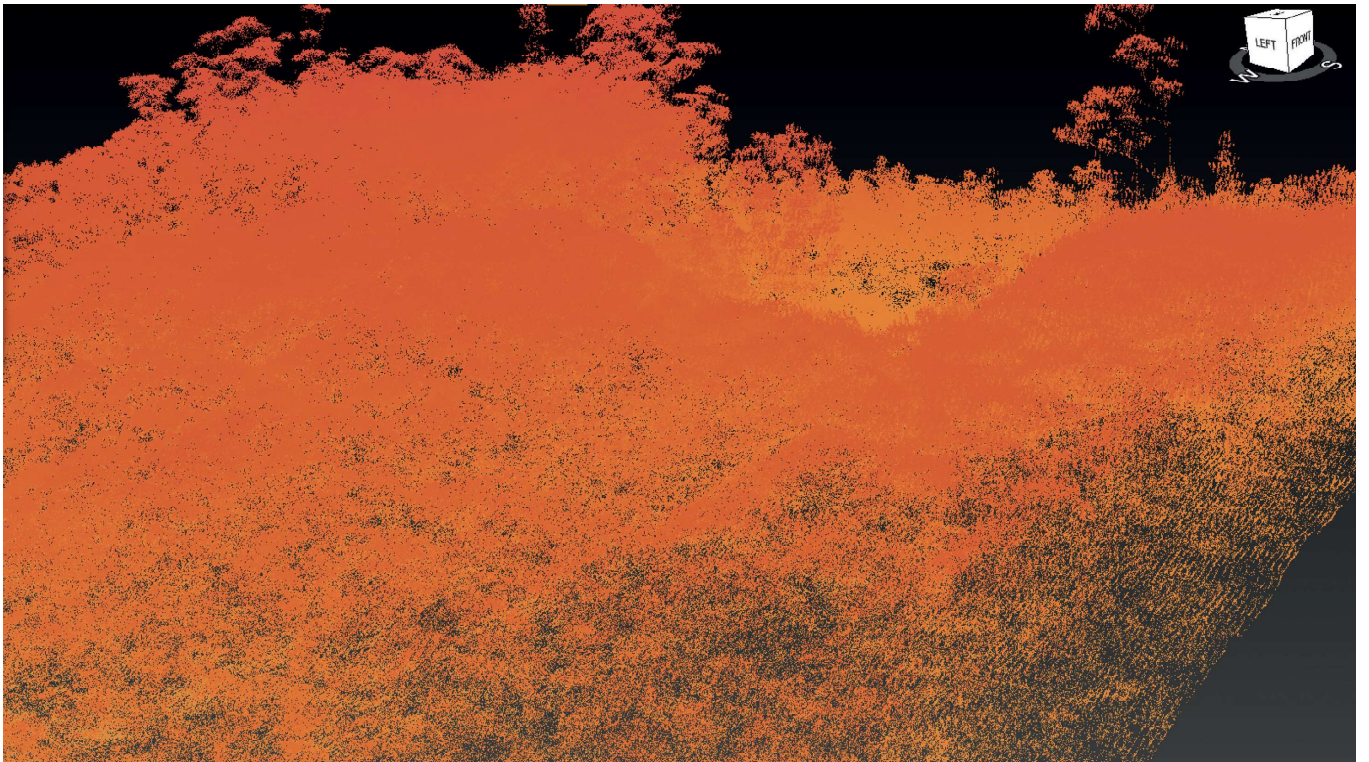
1. Projet piloté par Emmanuelle Thuong-Hime, Pôle Épanouissement Humain, Département de la Réunion.
2. Avec le concours financier du FEADER.
3. Riegl LMS Q560.
4. En rouge, vert, bleu (RVB) et infrarouge (IR).
5. Vol à 450 m du sol à une vitesse de 55 nœuds, bandes parallèles et transversales avec un chevauchement de 70 % des bandes de scan, angle de scan : 60°, fréquence du scanner : 200 khz, 10 impulsions/m<sup>2</sup>, densité moyenne d'émission 40 pts/m<sup>2</sup>, densité moyenne obtenue 180 pts/m<sup>2</sup>, densité sol moyenne 5 pts/m<sup>2</sup>.
6. Filtrage.
7. Plus le terrain présente un fort degré d'obliquité, plus le pixel est foncé.
8. À 2,5 m de rayon, de même que pour le LRM.
9. Yokoyama R. et al., 2002. Cet indice calcule pour un nombre d'azimuts et selon un rayon défini la moyenne des angles zénithaux.
10. *Local Relief Model* (LRM). Hesse 2010. Appliquer cette couche avec une transparence sur les indices précédents est particulièrement efficace.
11. Kokalj Ž. & Somrak M., 2019. Ce procédé nouveau est une combinaison de différentes analyses.
12. Respectivement : bosses, creux et dénivelés (comme un mur de terrasse par exemple).
13. Plusieurs prospections ont été réalisées à l'appui du LiDAR en mobile pour tester des hypothèses d'identification.
14. Que l'on peut designer comme des murgers ou meurgers.
15. Cornec Th., infra.
16. <https://skfb.ly/6SMrY> ; 1600 vues pendant les 3 jours des JEA.



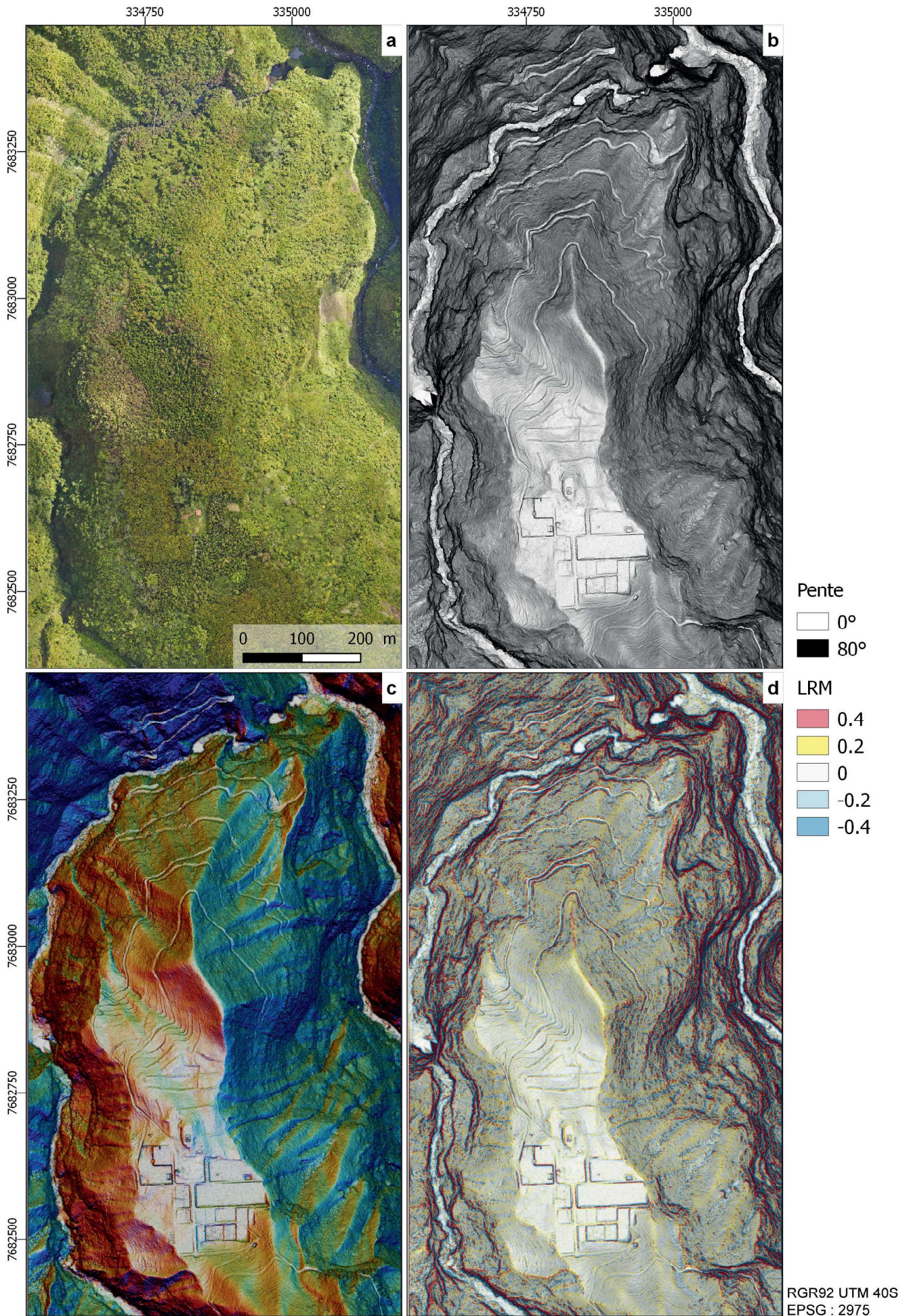


◀ [Fig. 1]: Localisation de l'emprise du relevé sur fond IGN

▼ [Fig. 2]: Extraits nuages de points (J. Vidal / SRA de La Réunion)

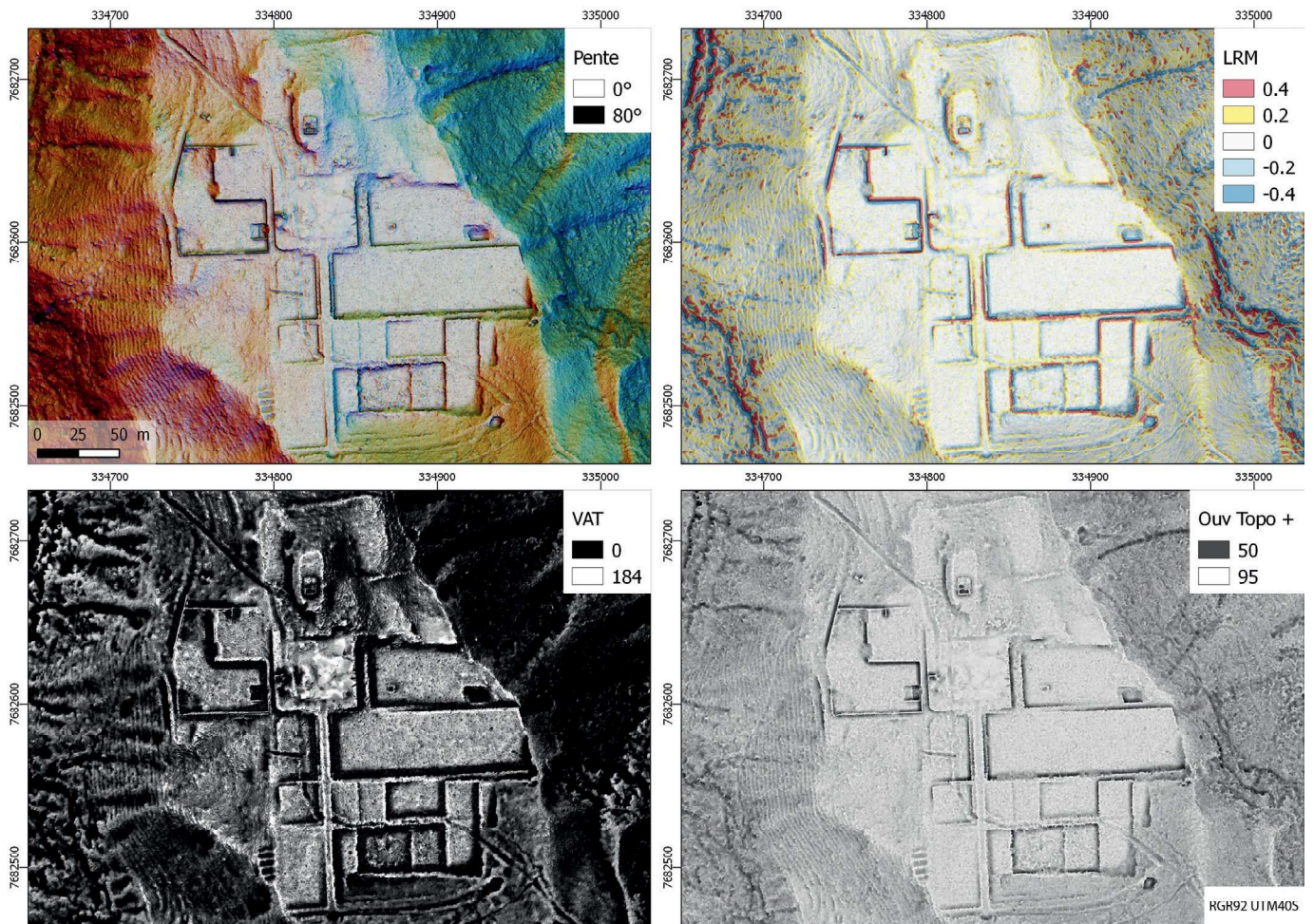




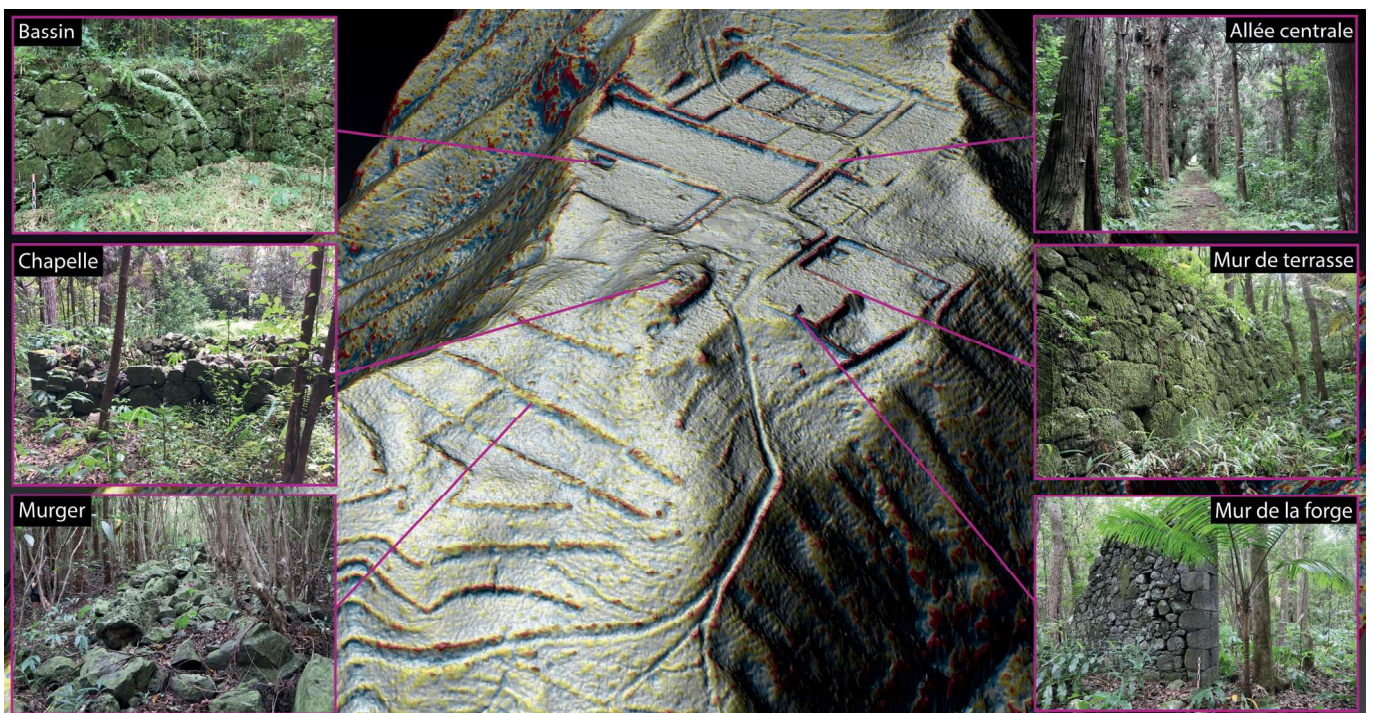


**[Fig. 3] :** Comparaison de l'orthophotographie et d'indices de visualisation du MNT (J. Vidal / SRA de La Réunion)  
**a :** orthophotographie à 10 cm ; **b :** analyse de pentes ; **c :** *vizualisation for archaeological terrain* ; **d :** modèle de relief local.



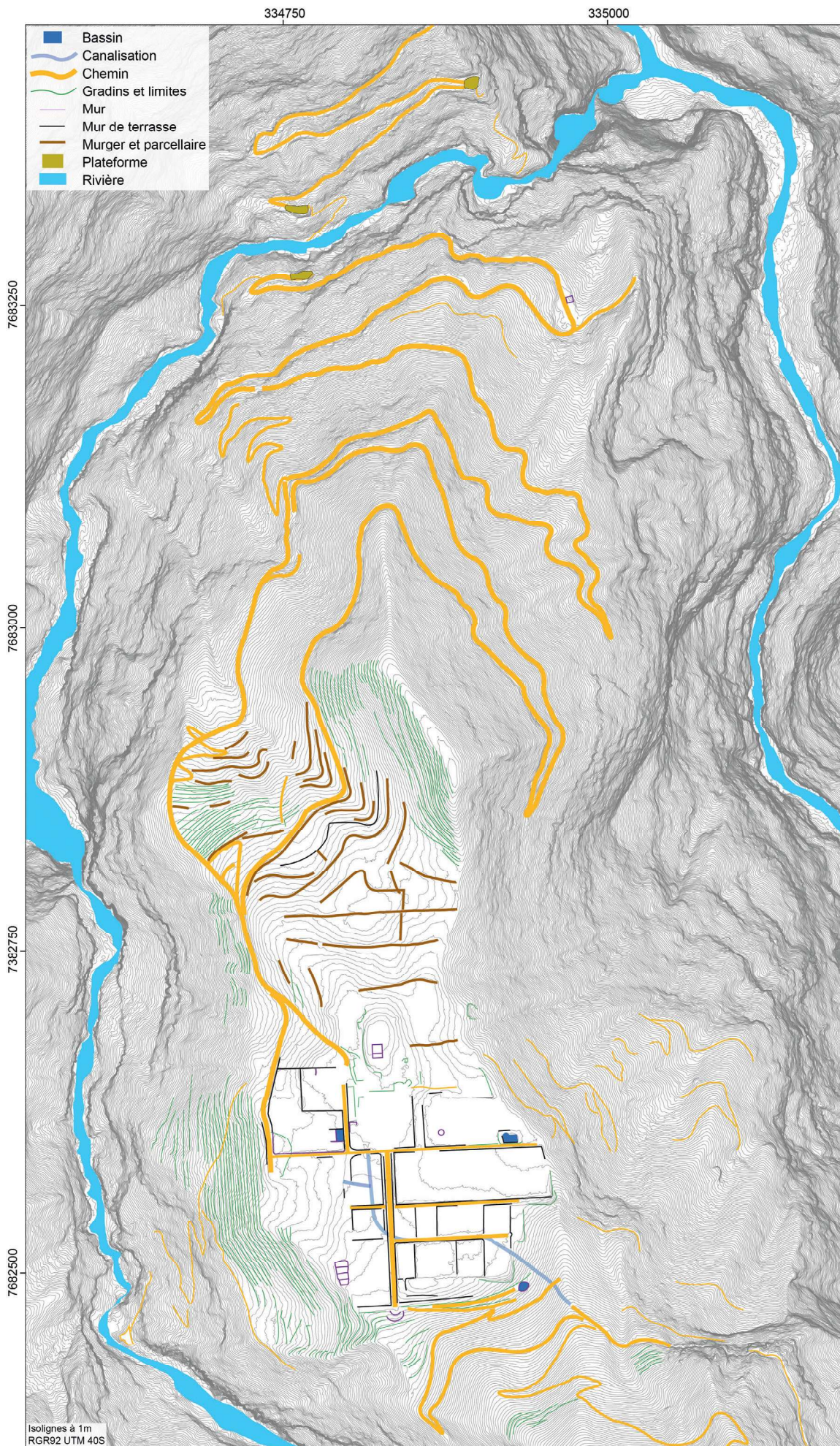


**[Fig. 4] :** Comparaison d'indices de visualisation du MNT sur le plateau. VAT *custom*, LRM, VAT *flat terrain*, ouverture topographique positive (J. Vidal / SRA de La Réunion)



**[Fig. 5] :** Vue 3D annotée du plateau et exemples de vérifications de terrain (J. Vidal / SRA de La Réunion)





[Fig. 6]: Carte d'interprétation archéologique du MNT LiDAR (J. Vidal / SRA de La Réunion)