



HAL
open science

Levé topographique par GPS différentiels d'un site de fouilles à Ste-Colome (64) Acquisition, traitements et restitutions

François Baleux, Antoine Laurent

► To cite this version:

François Baleux, Antoine Laurent. Levé topographique par GPS différentiels d'un site de fouilles à Ste-Colome (64) Acquisition, traitements et restitutions. CNRS (UMR 5608 TRACES). 2025. <hal-05042415>

HAL Id: hal-05042415

<https://hal.science/hal-05042415v1>

Submitted on 22 Apr 2025

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.



HAL Authorization

Levé topographique par GPS différentiels d'un site de fouilles à Ste-Colome (64)

Acquisition, traitements et restitutions.

François BALEUX¹, Antoine Laurent², le 22 juillet 2024



¹ IECN CNRS, laboratoire TRACES, CNRS-UMR 5608

² Doctorant (Toulouse INP), laboratoire TRACES-UMR 5608 et IRIT-UMR 5505

Sommaire

1 - Introduction	3
2 - Le site	3
3 - Les acquisitions GPS	3
3.1 - Matériel utilisé : GPS Trimble R2	4
3.2 - Les levés	5
5. Post-traitements	7
6. Conclusion.....	9

1 - Introduction

Dans le cadre de fouilles dirigées par Jean-Marc Pétilion, chargé de recherches au CNRS Au laboratoire TRACES-UMR5608, nous avons procédé à un levé topographique à l'aide de deux GPS différentiels sur un site de fouilles sur la commune de Ste-Colome (64). La mission avait pour but de rattacher le site au système légal RGF93 et projection Lambert-93. Cette mission a été réalisée le 22 juillet 2024 en même temps que deux levés 3D photogrammétrique et lasergrammétrique du site.

Ce rapport rend compte des acquisitions et des traitements différentiels réalisés. Il permet d'éclairer le travail de post-traitement et d'évaluer la précision des coordonnées des points levés.

2 - Le site

Le site de fouilles se situe à l'ouest du village de Ste-Colome, à une vingtaine de km au sud de Pau (Figure 1).

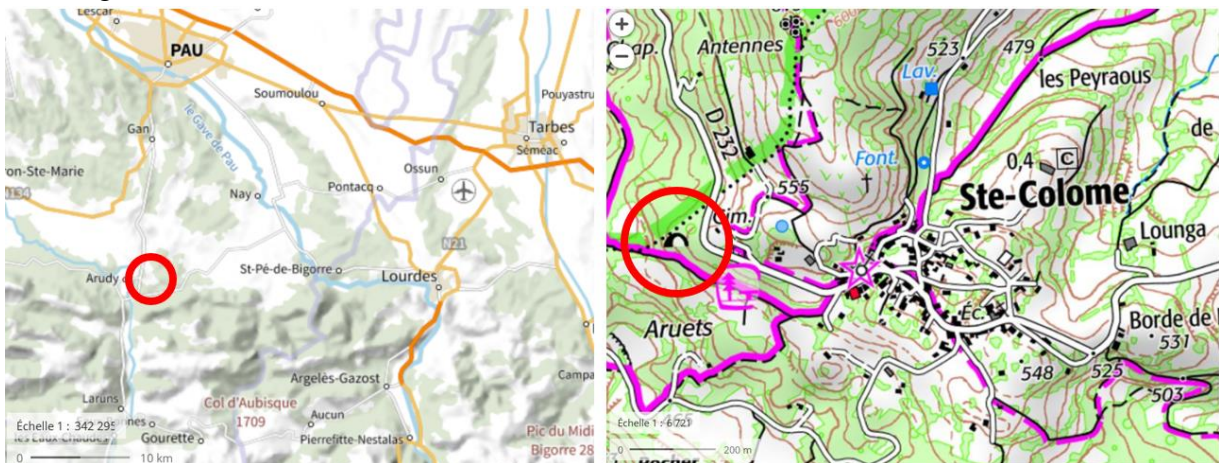


Figure 1 : Carte de situation du village de Ste-Colome (à gauche) et du site de fouilles (à droite)

La zone des fouilles se situe sur le flanc sud de la colline en contrebas de la route. Il est indiqué comme abris/grotte sur la carte topo IGN.

L'objectif de notre intervention était de lever des points au GPS. Cela a été réalisé sur une journée, le lundi 22 juillet 2024. Deux opérateurs étaient sur place pour cette mission, Antoine Laurent, doctorant et François Baleux, ingénieur d'études CNRS au laboratoire TRACES.

3 - Les acquisitions GPS

Ces acquisitions avaient comme objectif de définir avec la meilleure des précisions les coordonnées du site dans le référentiel légal. Par extension, cela permettra aussi, si besoin, de basculer toutes les coordonnées du site, actuellement en référentiel local vers le RGF93-Lambert93.

Ces coordonnées permettront aussi de recalibrer le levé photogrammétrique et le levé lasergrammétrique réalisés le même jour.

3.1 - Matériel utilisé : GPS Trimble R2

Ce levé topographique a été réalisé avec deux GPS Trimble R2. Ces appareils ont été utilisés en mode « base-mobile » avec post traitement. Cela consiste à mettre en acquisition un des GPS sur un trépied lourd pendant toute la durée de la mission dans une zone dégagée, ce GPS sera considéré comme la base (Figure 2), et d'utiliser l'autre GPS pour mesurer les points, c'est le mobile.



Figure 2 : A gauche le GPS en mode « base » sur trépied Lourd et à droite le « mobile » en phase d'acquisition sur tripode léger

Pour cette mission, les paramètres d'acquisition sont les suivant :

- Base : Enregistrement 1Hz (un par seconde) sur le récepteur en mode Fastatic avec poursuite du signal GNSS des constellations GPS L1+L2, Glonass, Galileo, QZSS et BeiDou
- Mobile : Enregistrement 1Hz (un par seconde) pendant 3 minutes sur le récepteur en mode Cinématique PT avec poursuite du signal GNSS des constellations GPS L1+L2, Glonass, Galileo, QZSS et BeiDou

Ces paramètres favorisent une acquisition de précision mais obligent pour le mobile à utiliser un trépied léger pour le maintenir parfaitement vertical sur le point mesuré pendant 3 minutes (Figure 2).

Un point très important, il s'agit de l'initialisation et de la perte d'initialisation.

Les informations qui suivent sont tirés de la documentation TRIMBLE.

En type de levé « Cinématique PT » du mobile, un élément important pour une qualité optimale des coordonnées et le temps d'initialisation PPK. Afin d'obtenir des précisions centimétriques dans un levé cinématique PT lorsque les données sont traitées, il faut que le levé s'initialise. Avec des récepteurs à bi-fréquence tels que les R2 utilisés, le procédé d'initialisation en vol commence automatiquement si au moins cinq satellites L1/L2 sont observés.

Dans un levé post-traité, il ne faut se fier à une initialisation en vol (OTF) (automatique) que si on est certain que le récepteur observera au moins 5 satellites en continu pendant les 15 minutes suivantes, ou 6 satellites en continu, pendant les 8 minutes suivantes.

Pendant l'initialisation, une suffisance de données sont collectées pour que le logiciel de post-traitement puisse les traiter avec succès. Les temps d'initialisation recommandés sont de 8 minutes.

Les contraintes de végétations autour du site de fouille nous ont fait perdre cette initialisation 2 fois et obligés à attendre 8 minutes que l'initialisation se fasse à chaque fois. Par ailleurs, le site étant particulièrement ombragé en raison de la végétation, cela limite la précision du levé. La base quant à elle a été installée au-dessus du site dans un espace bien dégagé pour obtenir la meilleure des précisions.

3.2 - Les levés

La base a été placée au-dessus de la grotte dans une zone dégagée. Le seul inconvénient étant un accès mal aisé avec le trépied très encombrant et lourd. Elle a été mise en route à 10:35 H et a duré 3:37 :10 H. Cette acquisition nous a permis d'enregistrer 13030 « époques » avec 15 satellites de la constellation GPS, 12 Glonass, 11 Galileo et 8 Beidou, nous assurant un nombre suffisant de données pour pouvoir réaliser un post-traitement de qualité.

Avec l'autre GPS, nous avons commencé par lever les points de références signalés par des damiers au sol avant de passer aux points du référentiel local représentés par des clous en bord de fouilles (Figure 3).



Figure 3 : Différents points de références autour de la fouille.

Les points existants du référentiel local, nommés Colome-ref-X sont des clous enfoncés dans le sol avec un papier pour les signaler. Les damiers servants au calage photogrammétrique/lasergrammétrique sont nommés « Colome-croix-X ». Pour chacun de ces points, un levé de 3 minutes, soit 180 époques a été réalisé (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Colome-croix-41	22/07/2024 11:44:07	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-croix-42	22/07/2024 11:50:15	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-croix-43	22/07/2024 12:31:50	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-croix-45	22/07/2024 12:19:44	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-croix-46	22/07/2024 11:17:53	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-ref-1	22/07/2024 11:02:52	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-ref-3	22/07/2024 11:07:26	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-ref-5	22/07/2024 13:51:21	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-ref-6	22/07/2024 13:55:58	00:03:01	Arrêt et marche
Colome-ref-8	22/07/2024 14:00:30	00:03:01	Arrêt et marche

Figure 4: Heure et durée d'acquisition ainsi que méthode d'enregistrement pour les points de référence

Pour l'ensemble de ces points, 15 satellites GPS, 10 Glonass, 10 Galileo et 6 Beidou ont été captés.

Nous attirons l'attention sur le fait que la couverture végétale dense sur le site a certainement limité la qualité de réception du signal des différents satellites, diminuant la précision des coordonnées calculées.

5. Post-traitements

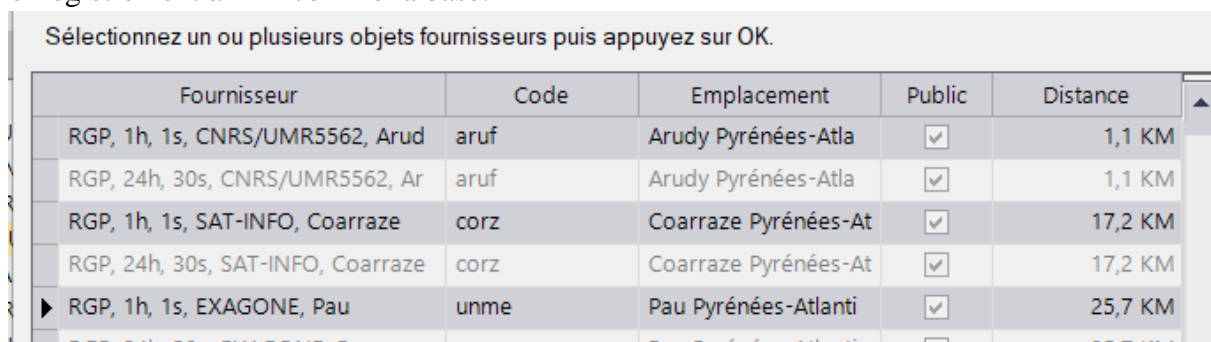
Le levé topographique a été réalisé selon la méthode Base-mobile avec post-traitement. Les données acquises par un récepteur GNSS sont entachées d'erreurs diverses provenant de différentes sources. Afin de les corriger au mieux, la méthode consiste en une correction des coordonnées de la base à partir de stations de références, puis à la correction des données mobiles à partir des coordonnées corrigées de la base.

Nous utilisons le logiciel Trimble Business Center pour traiter les données. Il s'agit du logiciel de référence chez Trimble pour l'ensemble des traitements des données spatiales acquises avec du matériel Trimble ou autre.

Le logiciel compare les coordonnées de quelques stations de références proches de la base et dont il connaît parfaitement les coordonnées avec celles calculées à partir des données satellites sur la période d'enregistrement de la base et en déduit les corrections à apporter pour corriger les différences entre coordonnées calculées et coordonnées de référence. Le logiciel corrige ensuite les coordonnées de la base à partir des corrections affectées aux stations de références. Le principe est de considérer que pour des stations distantes de quelques kilomètres, les erreurs sont les mêmes au même instant.

Une fois les coordonnées ajustées de la base connues, le logiciel affecte les mêmes corrections aux données du mobile.

Les trois stations IGN du réseau géodésique Français RGP choisies sont celles de Arudy, Coarraze et Pau. Elles ne sont pas très loin de la base permettant une meilleure répartition des erreurs lors de l'ajustement des coordonnées (Figure 5). Toutes ces stations donnent accès à un enregistrement à 1Hz comme la base.



Sélectionnez un ou plusieurs objets fournisseurs puis appuyez sur OK.

Fournisseur	Code	Emplacement	Public	Distance
RGP, 1h, 1s, CNRS/UMR5562, Arud	aruf	Arudy Pyrénées-Atla	<input checked="" type="checkbox"/>	1,1 KM
RGP, 24h, 30s, CNRS/UMR5562, Ar	aruf	Arudy Pyrénées-Atla	<input checked="" type="checkbox"/>	1,1 KM
RGP, 1h, 1s, SAT-INFO, Coarraze	corz	Coarraze Pyrénées-At	<input checked="" type="checkbox"/>	17,2 KM
RGP, 24h, 30s, SAT-INFO, Coarraze	corz	Coarraze Pyrénées-At	<input checked="" type="checkbox"/>	17,2 KM
▶ RGP, 1h, 1s, EXAGONE, Pau	unme	Pau Pyrénées-Atlanti	<input checked="" type="checkbox"/>	25,7 KM
RGP, 24h, 30s, EXAGONE, Pau	unme	Pau Pyrénées-Atlanti	<input type="checkbox"/>	25,7 KM

Figure 5 : Les 3 stations de références du RGP autour de la zone du levé GPS

Le premier traitement de correction des coordonnées de la base, appelé traitement des lignes de base donne des précisions horizontales autour du centimètre (2 à 13 mm), un intervalle de confiance pour les altitudes de moins de 5 cm (7 à 50 mm) pour une erreur en X, Y, Z de 15 à 29 mm pour des distances entre les stations et la base de moins de 2 km à plus de 25 km (Figure 6).

▽ Traiter des lignes de base

Résultats du traitement						
Enre	Observation	Type de s	Précision horizon	Précision vert. (95	RMS	Longueur
<input checked="" type="checkbox"/>	ARUF --- base-2	Fixe	0,002	0,007	0,015	1830,894
<input checked="" type="checkbox"/>	UNME --- base-2	Fixe	0,013	0,050	0,029	25242,043
<input checked="" type="checkbox"/>	CORZ --- base-2	Fixe	0,012	0,045	0,026	16370,445

Figure 6 : Résultats du traitement des lignes de base

Comme les données sont redondantes, on peut effectuer un ajustement des coordonnées de la base. Le logiciel donne comme meilleur résultat une erreur de 1mm en X et Y et 3 mm en altitude en utilisant les stations d'Arudy et Pau (Figure 7). **Les coordonnées ajustées de la base sont X = 422 348.445, Y = 6 228 606.834, Z = 527.142.**

Contraintes Pondération Résultats

Coordonnées fixes

ID du point	△	Type	2D	h	e
ARUF		Globales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CORZ		Globales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
UNME		Globales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ajuster un réseau

Contraintes Pondération Résultats

Facteur de référence : 0,33

Test de chi-deux (95 %) : Passé

Degrés de liberté : 1

Tout(1)

Point base-2

Erreur sur l'abscisse : 0,001 m

Erreur d'ordonnée : 0,001 m

Différence d'élévation : 0,004 m

Erreur de hauteur : 0,004 m

Figure 7 : Résultat de l'ajustement des coordonnées pour la base

Avec ces coordonnées ajustées de la base, on traite les lignes de base de tous les points acquis avec le GPS mobiles. La précision horizontale est comprise entre 8 et 15mm, la précision verticale entre 12 et 21 mm pour une RMS 3D de 24 mm (Figure 8).

▽ Traiter des lignes de base

Résultats du traitement						
Enre	Observation	Type de s	Précision horizon	Précision vert. (95	RMS	Longueur
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-ref-1	Fixe	0,010	0,013	0,024	36,363
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-ref-3	Fixe	0,008	0,012	0,024	36,566
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-croix-46	Fixe	0,011	0,015	0,024	38,299
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-croix-41	Fixe	0,014	0,016	0,024	38,068
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-croix-42	Fixe	0,014	0,017	0,024	34,791
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-croix-45	Fixe	0,015	0,021	0,024	53,135
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-croix-43	Fixe	0,008	0,013	0,024	59,658
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-ref-5	Fixe	0,008	0,016	0,024	34,595
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-ref-6	Fixe	0,010	0,019	0,024	34,488
<input checked="" type="checkbox"/>	base-2 --- Colome-ref-8	Fixe	0,009	0,015	0,024	35,686

Figure 8 : Résultats des traitements de lignes de base pour les points mobiles

Après avoir exporté ces points, ils peuvent être utilisés dans les différents logiciels pour basculer les coordonnées locales vers le référentiel légal.

6. Conclusion

Nous avons décrit dans ce rapport l'acquisition et les traitements de points GPS. 10 points mobiles et une base ont été enregistrés et leurs coordonnées ont été calculées par méthode différentielles en utilisant 3 stations de référence du réseau RGP distante de moins de 25 km.

La qualité des coordonnées obtenues, bien que perfectibles en raison de la couverture végétale du site sont bien sûr utilisables dans les logiciels de photogrammétrie ou lasergrammétrie afin de caler les modèles 3D ou les nuages 3D dans le référentiel légal RGF93-Lambert93.