

## Compte rendu mission inclinomètre(s): Iquique & Copiapo + maintenance IPOC & COP2020



Exploration sites miniers pour installation ILBO-COP2020

**Dates :** du 4 au 23 novembre 2019

**Participants :** Frédéric Boudin, ENS  
El Madani Assaoui, IPGP

**Objectifs :**

1. Iquique : Maintenance de l'Inclinomètre de Santa Rosa  
Maintenance des stations sismo/GPS du réseau IPOC
2. Copiapo : Exploration de tunnels miniers de la région pour trouver un site d'installation du nouvel instrument optique  
Maintenance des stations sismo/GPS du réseau COP2020

## **5 novembre : arrivée à Santiago et visite au CSN / rencontre avec Sergio Barrientos et Juan Carlos Baez**

La discussion a porté sur les points suivants :

1. Options du site minier à choisir : Mine de L'université d'Atacama, San José, propositions Sernageomin. Juan Carlos nous communique les coordonnées de Wolfgang Griem de l'Université d'Atacama.
2. Projet d'une instrumentation inclinométrique longue base en forage mais aussi en tunnel. Sergio Barrientos a insisté sur sa volonté d'appuyer pour cette instrumentation. Il a précisé qu'il poursuivrait les démarches avec le Sernagéomin pour trouver des sites non seulement à Copiapo mais aussi entre Santiago et Iquique...

## **Iquique : ILB SantaRosa & IPOC**

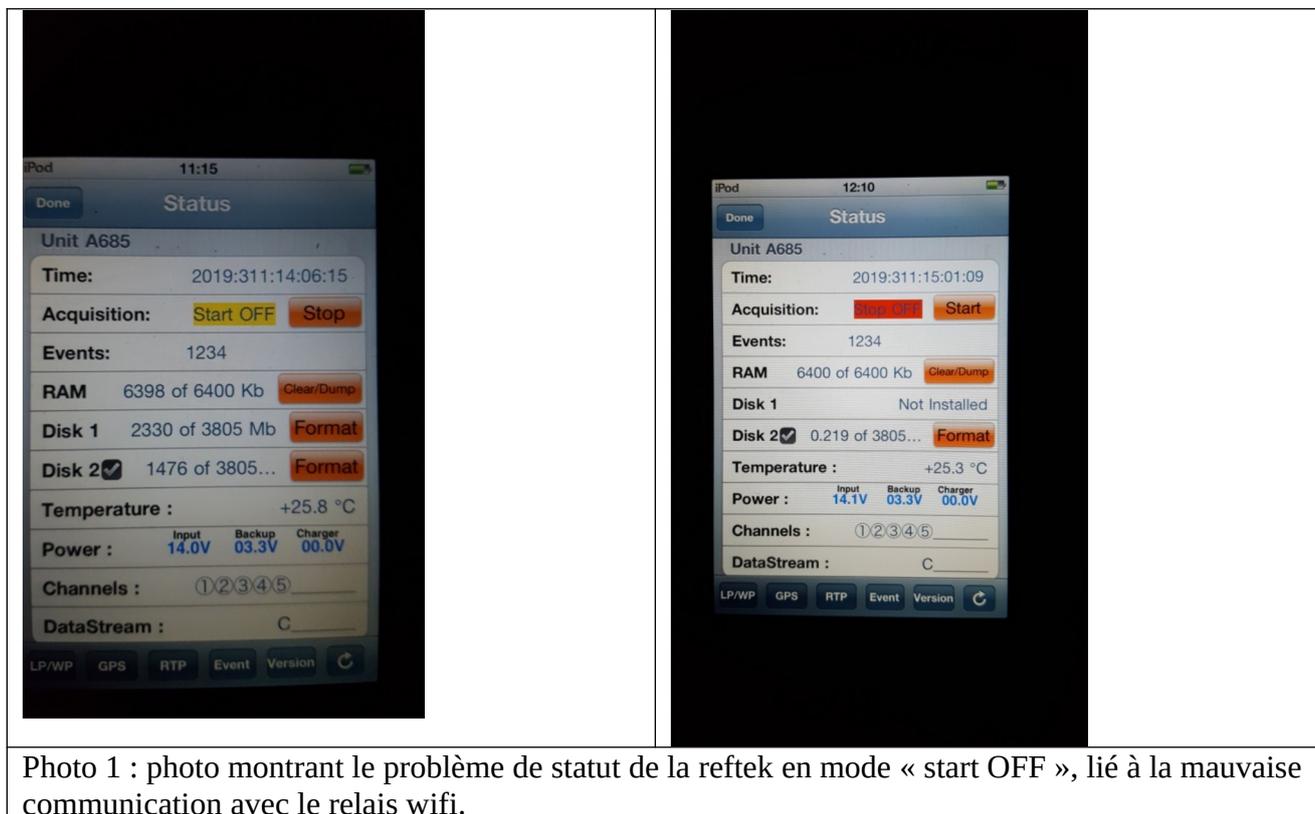
### **6 novembre : arrivée à Iquique et visite de la station inclino LB de SANTA ROSA ;**

- 1) Les instruments sont OK, à part la présence de bulles et malheureusement assez nombreuses aux extrémités. Surtout sur la composante NS. Cette composante à cependant du être stoppée mécaniquement récemment (arrêt du mouvement fluide à vérifier).  
L'ensemble des alimentations panneau solaire (quasi propre au bout d'un an!), batteries, régulateur, carte alimentations stabilisées 10 V, et capteurs LVDT fonctionnent parfaitement.
- 2) Nous constatons cependant une moins bonne nouvelle. Il y a eu des coupures d'enregistrement des données assez importantes et très fréquentes dans les 2 derniers mois.  
Des parties de données ont été transmises et d'autres parties de données ont été stocké sur la carte flash. Elles sont parfois communes ou distinctes, mais il arrive fréquemment que les données n'ont été ni stockées ni transmises, d'où une perte importante de données dans les 2 derniers mois.  
*On verra plus tard que cela était du à une mauvaise programmation de la reftek : avec un transfert de données par « Ethernet », si la transmission ne s'effectue plus, la reftek stope l'acquisition en OFF jaune.*

### **7 Novembre : retour sur SANTA ROSA, puis bref passage à HMB :**

- 1) Retour à la station de SANTA ROSA et on constate que la reftek est en acquisition OFF, alors qu'elle était ON, la vieille. Le OFF est jaune et non rouge, cela montre donc un cas d'arrêt particulier. J'essaye de la relancer par plusieurs moyens, mais impossible, elle est ON pendant 1/10 s et elle s'arrête de nouveau....  
Cela explique probablement les pertes de données constatées sur les cartes flash. Je soupçonne une cause venant de la programmation pour un transfert des données par ethernet. Je désélectionne l'option « Ethernet » du programme en loadant tout d'abord le programme interne et une fois corrigé je le renvoie dans la reftek. L'objectif est de revenir à un enregistrement qui fonctionnait correctement sans la liaison ethernet. Et où il n'y avait aucune perte de données. Je débranche également la liaison ethernet.
  - Pour relancer la reftek sur ON, je suis également dans l'obligation d'effectuer un reset.
  - Malheureusement je perds la RAM, Il y avait 1.6 Mo.
  - J'arrive à relancer sur ON.
  - Je vérifie que la RAM se remplit à nouveau, et qu'il est possible de dumper la RAM sur la carte flash, ce qui n'était pas le cas lorsque la reftek était bloquée sur OFF.
- 2) Passage sur HMB pour récupérer la datataker qui fonctionne sur la station BLUM\_HMB. L'objectif est de s'assurer de pouvoir enregistrer des données à SANTA ROSA si le problème de perte de donnée provenait exclusivement de la reftek.
  - La datataker est ON, les batteries inclinomètres sont au dessus de 13.5 V , les autres batteries sont soit proches de 13.7 V soit proches de 14 V.

- Je récupère les données de la station BLUM. Tout est OK.
  - On récupère ensuite la datataker au cas où la reftek ne reste pas stable sur ON.
- 3) On retourne à SantaRosa, La reftek est toujours sur ON, et la RAM s'est bien remplie.
- 4) Madani a trouvé une solution pour corriger la mauvaise programmation précédente sur la reftek. (ce n'était pas intuitif, il est effectivement très curieux que la reftek ne veuille pas stocker les données sur carte flash, si le transfert ethernet ne peut se faire).



### 8 novembre : remise en route du 1<sup>er</sup> relais wifi de Santa Rosa :

1. On change les 2 batteries de 12 V 12 Ah par une batterie 12 V 38 Ah. Et on remplace le panneau solaire 10 ou 20 W défectueux par un neuf de 100 W.  
Ce relais wifi était éteint de plus en plus fréquemment car les batteries pouvaient descendre à 6 V. Dans ce cas la communication et le transfert était donc coupé et cela stoppait la reftek.
2. On cimente le tout panneau ainsi que la cage de la batterie.
3. On retourne à la casa et on chauffe les 25 litres d'eau pure. Cela prend environ 6 h.
4. On revient vers 0h- 1h du matin à la mine de Santa Rosa pour ramener l'eau déminéralisée. Pour qu'elle se refroidisse pendant la nuit et prenne la température du site.

### 9 Novembre : retour à San Rosa pour effectuer la remise en liquide et supprimer les bulles sur les 2 composantes.

1. On utilise la pompe seulement pour chasser les bulles aux extrémités.
2. Pour le reste on les évacue progressivement en les faisant glisser lentement dans le tuyau.
3. On fait cela pour les 2 composantes.
4. On constate par le test d'injection de 1 ml que le nivellement de l'eau s'effectue parfaitement. A priori la station est opérationnelle, mais difficile de le vérifier par la reftek. On n'accède pas aux données en direct comme avec la datataker. En particulier on ne peut voir le bruit immédiatement.

### 10 Novembre : visite de Pisagua et de la station relais wifi de Pisagua.

1. La datataker de la station inclino BLUM est en parfait fonctionnement, la batterie est  $> 13$  V.
2. On récupère les données avec la clé USB (procédure habituelle), mais cela coince à environ 75% de téléchargement. Probablement parce que le disque de la carte flash datataker comme à être usé.
3. On contourne le problème en utilisant le logiciel de transfert de data delogger. La procédure est plus lente, mais on récupère du coup les 25 autre % de données.
4. Le soir après avoir vu les données de Santa Rosa, un des capteurs fonctionne avec beaucoup de bruit électronique. Il est donc nécessaire que je retourne à Santa Rosa pour réparer ou changer le capteur.

### **11 Novembre : retour à Santa Rosa.**

1. pour changer ou réparer le capteur défectueux.
2. Contrôle du bruit sur chaque voie avec la fonction « monitor ». Problème, on est obligé de centrer parfaitement l'instrument vers 0.5 mV pour chaque capteur pour visualiser correctement le bruit. Ce qui implique des injections de liquide par goutte. Le centrage est difficile à effectuer et prend beaucoup de temps.
3. Une connectique était défectueuse.
4. Recensement du matériel présent à Santa Rosa. Tube PTFE, câble électrique grosse section  $\geq 6$  mm<sup>2</sup>.

### **12 Novembre dernier jour à Santa Rosa et HMB:**

1. Calibration centrage et contrôle du bruit.
2. Optimisation et contrôle de l'enregistrement de la reftek.
3. Visite à HMB, pour remettre en place la datataker, elle se relance automatiquement.
4. Nouveau contrôle de l'enregistrement de la reftek et d'un remplissage de la RAM correct.

### **Copiapo : explo ILBO & IPOC**

### **14 Novembre : visite de l'université d'Atacama et de la mine d'Atacama, visite du musée de la mine San Jose.**



Axe principal en direction EW de la mine de l'Université d'Atacama (100 m de long)

1. Rencontre le matin avec Wolfgang Griem puis le directeur de l'université d'Atacama.

Discussions sont très ouvertes, et à priori on a bien la possibilité d'avoir l'autorisation d'installer nos instruments dans la mine.

2. Visite de la mine : elle est très bien : une croix dont l'axe principal fait 100 m et l'axe orthogonal secondaire 30 m.
3. Visite de la mine de San José, le guide nous précise que la loi Chilienne interdit toute intrusion dans le tunnel, lié à l'accident. Cela semble donc très difficile. Le guide nous dit de voir David Montenegro directeur du Sernageomin.
4. Visite de deux autres sites avec le guide :
  1. : Lat :27°10'14.675" S Long : 70°29'18.43" W Pas bon.
  2. : Lat : 27°10'32.390"S Long : 70°28'42.22" W Excellent (voir entrée photo 3).
    - 2 directions possibles il se termine en croix au fond :
      - a. N150°E 70 à 80 m de long
      - b. N50°E 45 m de long

Il faut au minimum 725 mètres de fibres pour aller en sorties de mine plus la longueur des instruments.



Entrée du site n°2, proche de la mine de San José

5. Visite du site W4 : déjà repéré sur google earth puis vu par CV et EK mais non visité : très proche SAN JOSE : il est excellent. C'est le site avec la plus grande base au fond :
    - Au fond N130°E 106 m de long.
    - Un peu plus haut : N60°E 30 m de long.
- Il faut minimum sans la longueur des instruments 500 m de fibres en sortie de mine.

Le guide nous fournit un numéro de téléphone d'un propriétaire de mine pouvant accueillir l'instrument.

**15 novembre : rencontre avec le directeur du Sernageomin : David Montenegro.**

1. Rencontre avec le directeur du Sernageomin, on explique ce que l'on recherche.
2. David Montenegro nous explique pourquoi il ne sera pas possible d'aller dans la Mine de San José. Loi Chilienne.
3. Il nous précise qu'il a chargé quelqu'un de nous trouver des sites. On a un nouveau RDV le lundi 18 novembre. Le guide devrait venir avec nous.
4. Rencontre avec le propriétaire de la mine proche de Caldera.
5. On part visiter d'autres sites sur la route C 351 et surtout la mine proche de Caldera. On trouve une mine profonde avec effectivement un emplacement, mais assez proche du tunnel d'accès ou passe les camions de cette mine en activité. Le site n'est pas très bon à cause du bruit des camions et de la forte odeur de soufre.

### **16 Novembre : Exploration au long de la route C35 au sud de Copiapo.**

1. La route C35 se dirige au SSE de Copiapo le long du river, il y a beaucoup de vigne...
2. On cherche à explorer des pistes sur la droite de la route entre Punta delà Cobre et Totoralillo.
3. On trouve une 1<sup>er</sup> piste (la piste est dans un oued avec à l'arrivée beaucoup de mine : certaines sont intéressantes mais difficiles d'accès et parfois dangereuses.
4. La piste s'arrête à cause de l'érosion de l'oued. Seules une petite mine semble intéressante en bout de piste, éventuellement celle trouvée au début de la piste. (à compléter).
5. On redescend et on cherche la piste C439 plus large et qui doit rejoindre la route 5. On la trouve après un certain nombre de difficulté et de mauvaises indications de mineurs.
6. Arrêt à la station GPS TOT5 : Récupération des données GPS OK, batterie OK > 13 V, panneau solaire nettoyé, voyant Trimble OK. (voir Photo 4)



TOT5 après nettoyage du panneau solaire et l'état interne de la boîte contenant la batterie, le régulateur, et le Trimble Net-RS.

7. Direction route 5 et une dizaine de km avant sur la droite une piste vers une mine à tunnel profond : avec une petite flaqué d'eau au fond. Mais le tunnel semble bon.  
Site : Lat : 27°59'09.06''S Long : 70°27'57.69''O.  
Très longue fibre également (à compléter)
8. Une autre mine plus petite intéressante est trouvée (à compléter).
9. On trouve d'autres site assez proche mais sans intérêt.
10. Retour à Copiapo / jonction avec Luis Rivera

### **17 Novembre : visite des stations sismo et GPS COP2020 :**

**MMOR** : récupération des données GPS OK, batterie OK >13 V. Panneau nettoyé, et voyant trimble OK. Récupération des données sismos plus longues mais OK.



MMOR extrémités des gaines. Etat de la connexion sous l'antenne GPS



MMOR: intérieur de la caisse

Sur la route, entre MMOR et BAR2, on trouve à nouveau un tunnel de mine très profond, il se trouve très proche de la mer (4 km), l'entrée est à 134 m d'altitude. [27°30'10.25''S / 70°50'16.52''W]. On fait 15 niveaux pour arriver au fond probablement au même niveau que la mer ou même en dessous. On trouve à partir du 13<sup>ième</sup> niveau des parois qui deviennent clairement humides, sans suintement. Au fond, présence de flaques d'eau avec probablement des concrétions salines (cf photos).



fond du site après 15 niveaux descendus , galerie probablement au niveau de la mer



Grosses flaques d'eau probablement salées au fond du site minier. Possiblement sous le niveau de la mer.

**BAR2:**

- Récupération des données GPS OK, batterie OK > 13 V, panneau solaire nettoyé, voyant Trimble OK.
- Par contre la récupération des données du sismo montre un problème sur la composante NORD. Et pas sur les autres composantes. Le sismo étant composé de 3 axe à 120°, cela montre qu'il s'agit d'un problème électrique ou électronique et pas mécanique. Après plusieurs recentrages et plusieurs tests : on n'arrive pas à résoudre le problème.



présence très nombreuse de rongeur le site est cerné par de petites galeries. Raison des problèmes sur le sismo ?

**TTRL :**

- Récupération des données GPS OK, batterie OK >13 V, panneau solaire nettoyé, et voyants TRIMBLE OK.
- Changement du câble coaxial entre l'antenne GPS et le TRIMBLE. Pour mettre un câble avec une gaine de protection.



TTRL: panneau solaire avant départ



TTRL : Nouveau câble d'antenne (étanchéité assurée par scotch extensible) + couche terre/roche pour bloquer le passage des rongeurs.



TTRL: Extrémité de la gaine au niveau du raccord de l'antenne

### **18 Novembre : visite au Sernagéomin.**

On avait un RDV avec David Montenegro pour rencontrer un guide pouvant nous accompagner et nous montrer des sites abandonnés, malheureusement la personne n'est pas disponible. Et cela est reporté à l'après-midi, la personne n'est pas là, semble t-il à cause des difficultés des manifestations. David Montenegro nous parle également de la mine proche de Caldera sur la route C351. On lui dit que l'on a déjà visitée, et que malheureusement elle est difficile.

**COP5 :**

- Récupération des données GPS OK, batterie >13 V OK, panneau solaire nettoyé, et voyants TRIMBLE OK.
- Récupération des données sismos OK.

Exploration sommaire des environs : plusieurs mines très importantes mais finalement peu profondes. Un site prometteur profond (coordonnées GPS ?)

### **19 Novembre retour à la station BAR2 et à la mine très profonde :**

- 1) On redescend dans la mine la plus profonde car on a acheté le laser pour voir la topo est la taille possible des instruments. On descend de 15 niveau le maximum, il faut chaud en bas...E très humide. On a probablement fait 1km pour descendre tout en bas (1000 pas du 13<sup>ième</sup> niveau). Soit 2 directions : de 30 m (à compléter)  
Il faut au minimum 1200 m de longueur de fibre pour atteindre la surface : site le plus profond. Plus la longueur des instruments.
- 2) à BAR2, on essaye de réparer un problème de connectique. Et on ouvre le sismo. On ne constate rien d'anormal dans le sismo, présence tout de même d'humidité.
  - On débranche les câbles en particulier celui reliant la thorus au STS2. Cela ne change rien.
  - On constate que le câble est abimé du côté de la thorus. (mauvaise connectique ?).
  - On prend le câble avec nous pour essayer de le réparer à l'hôtel.
  - A l'hôtel après avoir essayer de l'ouvrir, impossible de l'ouvrir sans le casser.

### **20 Novembre : BAR 2 le matin. topos des sites miniers proches de San José après-midi...**

- On revient à BAR2 pour prendre le sismo STS2 et le rapporter à Santiago...
- On fait le site W4 on descend au fond avec le laser.
- On fait le 2<sup>ième</sup> site très profond en face, on fait aussi la topo avec le laser.

### **21 Novembre.**

1. Rencontre avec Wolfgang Griem : on revient à la mine d'Atacama pour faire la topo avec le laser.
2. Retour au sud de Copiapo entre la route 5 et la route c 35, pour visiter d'autres sites minier : on ne trouve qu'une seule mine intéressante mais petite. (à compléter).
3. Retour rapide au nord de Caldera et proche de la station GPS-SISMO MMOR, zone granitique. On ne trouve aucun tunnel, il n'y a que des mines d'exploitations de quartz en carrière...

### **22 Novembre : RV David Montenegro & bilan/**

David Montenegro nous envoie enfin le mail de ces mines abandonnées. Un peu tard car on doit partir. On ne peut donc pas les voir...

### **23 Novembre : Retour Santiago & bilan avec Sergio Barrientos**

Proposition de SB de placer un sismo CSN pour acquérir un site (à définir).