DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

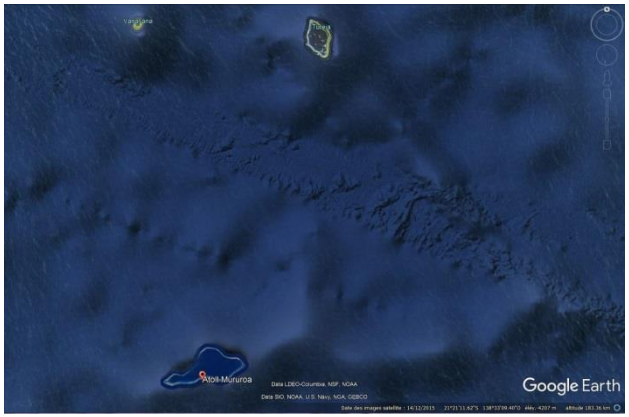
www.cea.fr

INSTRUMENTATION GÉOPHYSIQUE EN PUITS SUR LE PROJET TELSITE 2

Colloque G2 | S. DENIS, S. OLIVIER, G. ROUILLE, G. NIEF, F. GUILLOIS, etc…

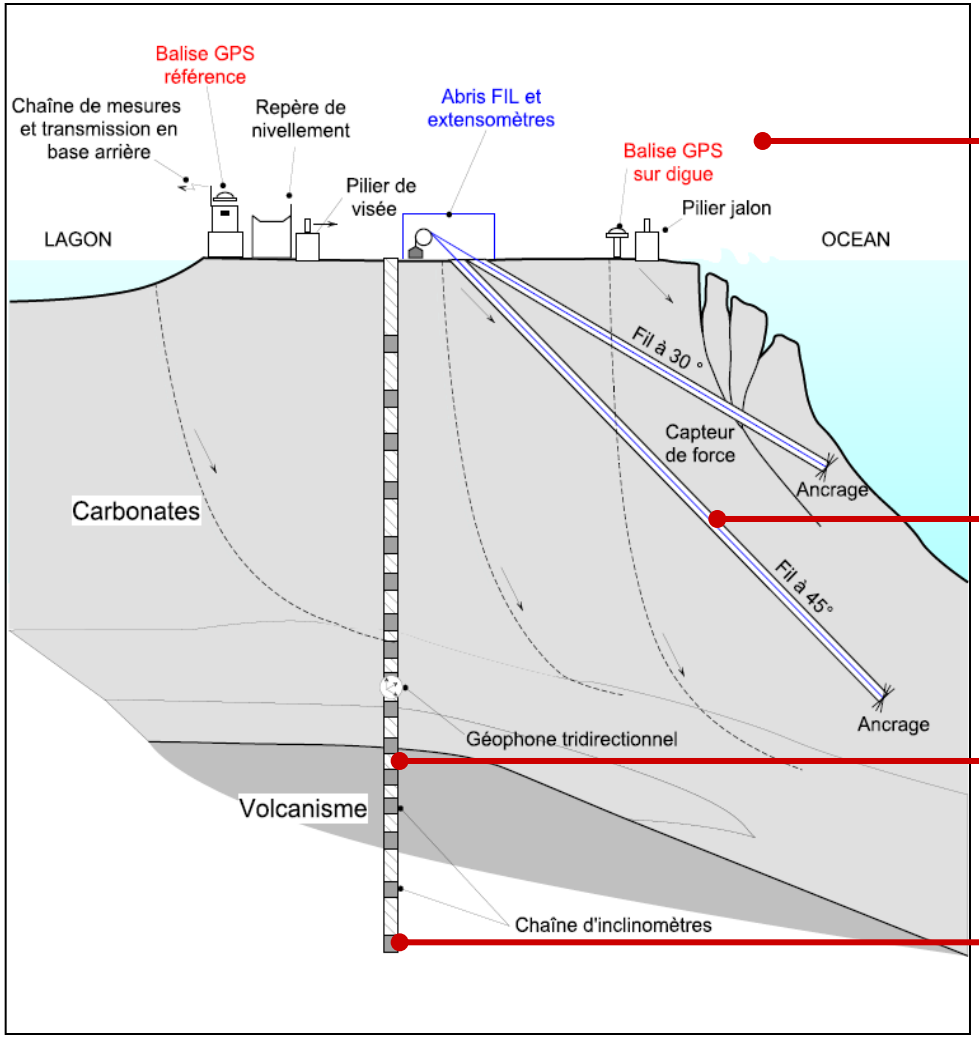
13 NOVEMBRE 2018

GENERALITÉ



- 1996 : arrêt des Essais
- AIEA : Visite des sites de Mururoa et Fangataufa
- Engagement de la France
  - Surveillance radiologique → Mesure + rapport annuels
  - Surveillance géo-mécanique → TELSITE (TELésurveillance de SITE)
- Pourquoi une surveillance géo-mécanique
  - Risque de submersion locale → Alerte 90 s
  - Risque de glissement de la loupe → Signes avant-coureur
- TELSITE
  - Après 20 ans, vieillissement des équipements
  - Refonte totale du système de surveillance → TELSITE2

TELSITE2 : UNE INSTRUMENTATION TRÈS VARIÉE



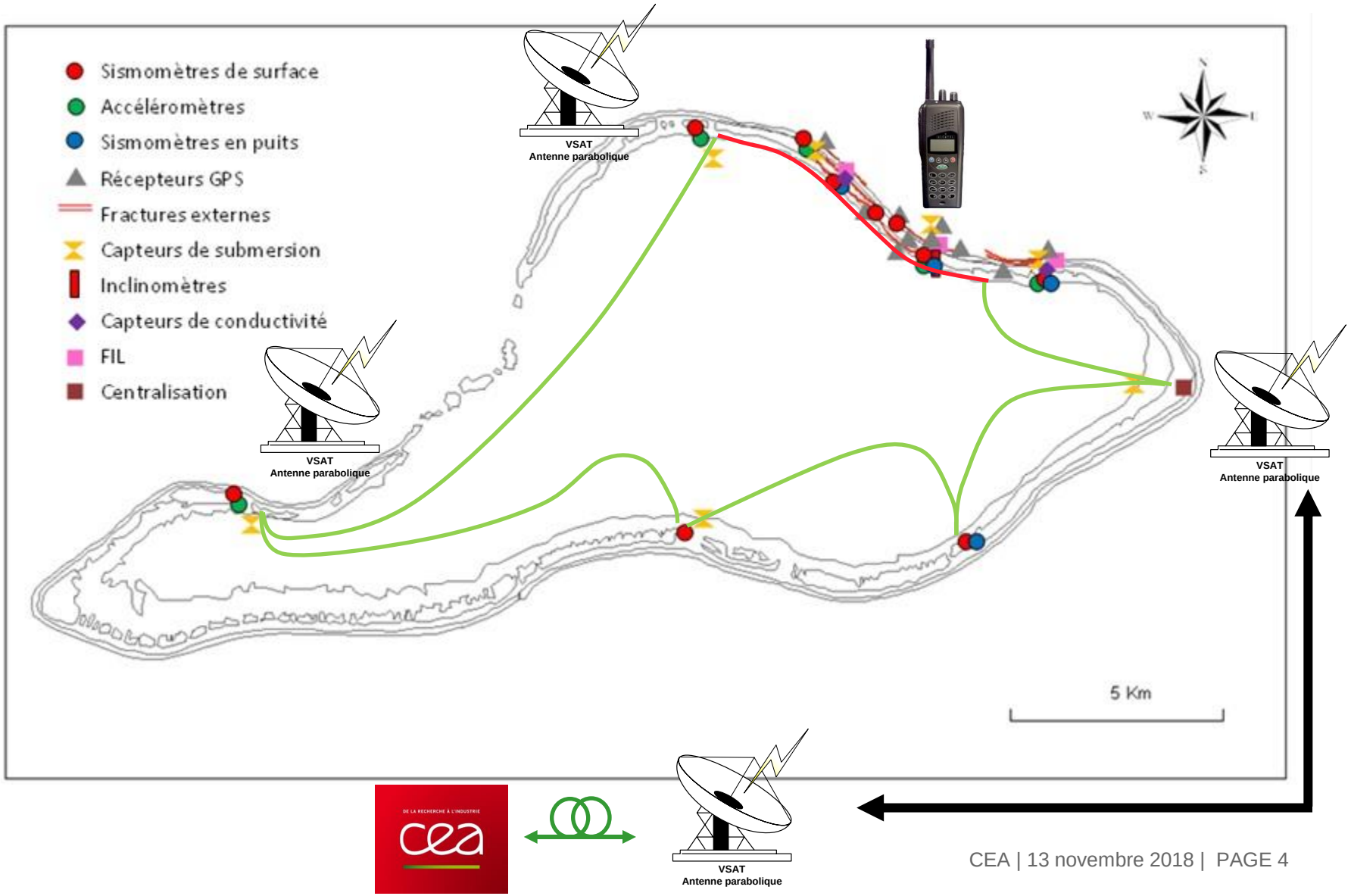
- Balise GPS
- Submer (marégraphe)
- sismomètre

- Extensométrie en Forage Incliné Latéral (FIL)

- Inclinométrie bidirectionnelle en puits

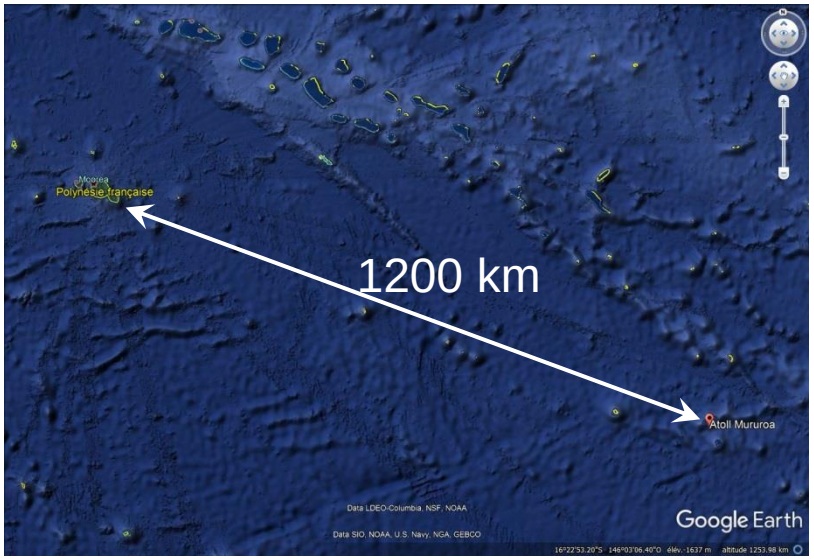
- sismomètres tri-axes en puits

TELSITE 2 : VUE D'ENSEMBLE

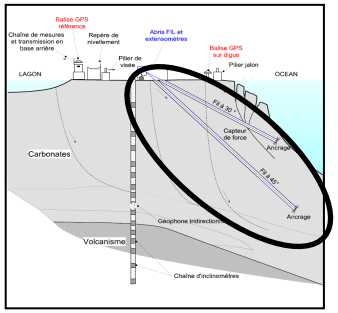


LOGISTIQUE

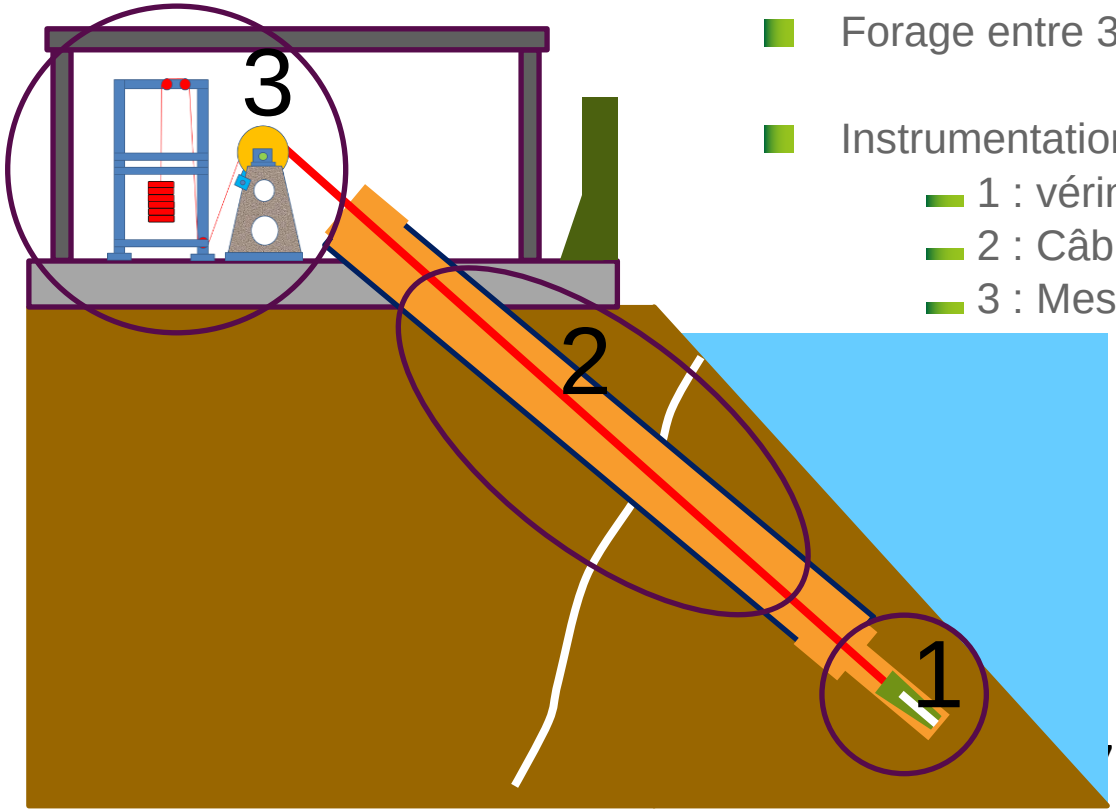
- Contrainte : atoll isolé
  - Paris – Papeete = 16000 km
  - Papeete – Mururoa = 1200 km
- Hors chantier : < 30 personnes
- Pendant TELSITE2, jusqu'à 150 personnes
- Base vie, logements, etc
- Génie civil sur l'atoll (route, abris instrumentaux, …)
- Air Tahiti : Papeete-Mururoa hebdomadaire



FORAGE INCLINÉ LATÉRAL (FIL)

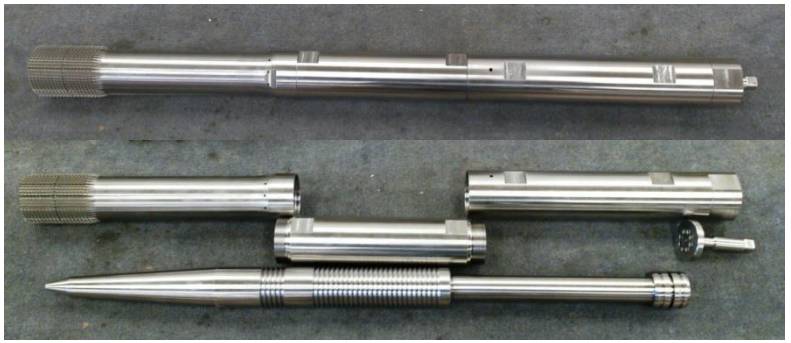


- Extensométrie en forage
- Objectif : mesurer les mouvements de la loupe
- 3 zones, 2 puits par zone (30 ° et 45 °)
- Forage entre 300 et 700 m
- Instrumentation en 3 parties :
  - 1 : vérin ancré dans la loupe
  - 2 : Câble sous tension
  - 3 : Mesure par cabestan

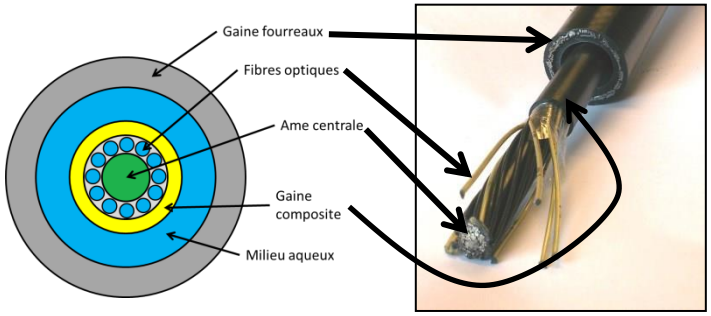


FIL : INSTRUMENTATION

Vérin

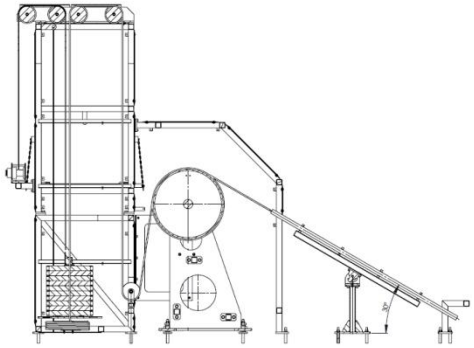


Câble



Cabestan

- Mesure par codeur optique
  - Résolution : 24 µm
  - Dynamique : 6,4 km



FIL : INSTALLATION

Forages

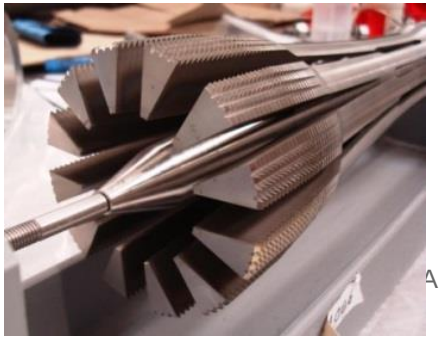
- Forage incliné
- Suivi géologique : définition de la zone d'ancrage du vérin

Descente vérin

- Maquettage en métropole
- Installation câble
- Descente tube + vérin

Ancrage vérin

- Mise en pression
- Validation de l'ancrage



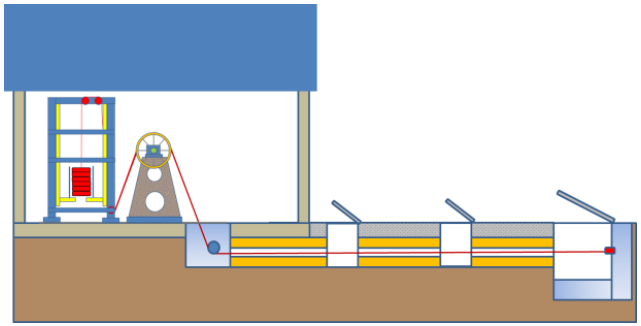
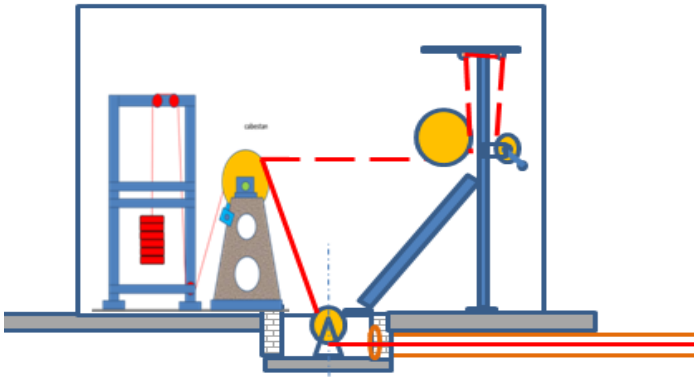
FIL : INSTALLATION ET VALIDATION DE LA MESURE

Montage des cabestans

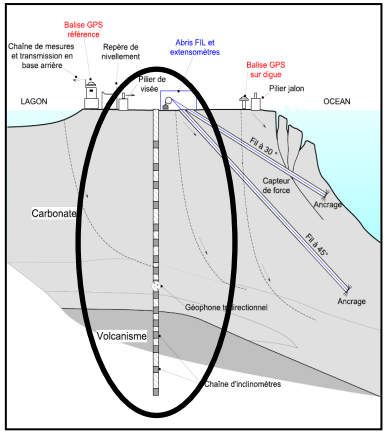
- Maquettage en métropole
- Installation

Validation mesure

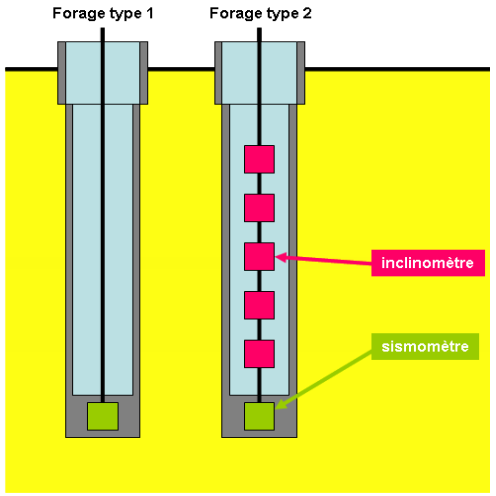
- Validation prototype en métropole
- Validation sur site après installation

PUITS « GEO » : CAISSONS DE PROTECTION



2 types de puits



- Sismique seule (2 puits)
- Sismique + inclinométrie (1 puits)

Contraintes

- Profondeur = 250 à 650 m
  - Pression statique : jusqu'à 65 bar
- Environnement = eau de mer
- Sur le marché, pas de capteur avec ces conditions environnementales

Solution apportée

- Caissons étanches

PUITS « GEO » : CAISSONS DE PROTECTION

Garantir l'étanchéité…

- Sur prototypes : tests hyperbar
  - 65 bars pendant 04 h
  - 200 bars pendant 24 h
  - Tests de fonctionnement des capteurs dans les caissons

- Sur caissons série
  - Surpression à 1,3 bars
  - Gaz traceur : SF6
  - Mesures de fuites à l'extérieur des caissons
    - Après intégration
    - Après quelques jours
    - Après transports en Polynésie

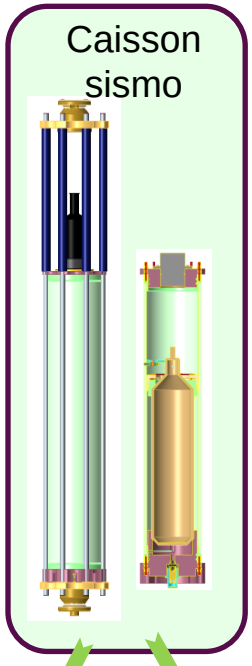
PUITS « GEO » : INSTRUMENTATION

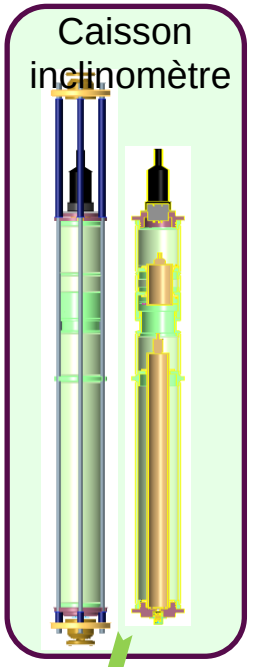
Principe général

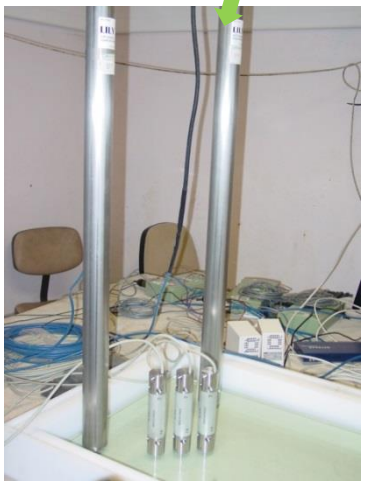
- Redondance instrumentale et technologique
  - 2 capteurs identiques
  - 2 technologies différentes

Capteurs utilisés

- Sismique
  - Géophone : L22 (SERCEL)
  - Sismomètre en puits : CMG-SPB (GÜRALP)
- Inclinométrie
  - CLINO-F (GEO-INSTRUMENTATION)
  - LILY (JEWEL)





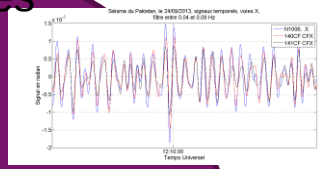
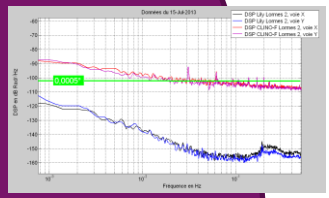


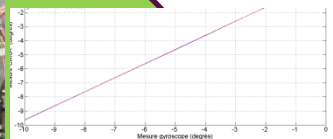
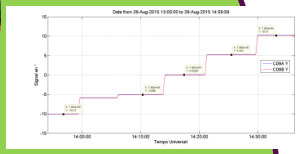
PUITS GEO : INSTRUMENTATION

2012 - 2013 | 2014 - 2015 | 2016 | 2017 | 2018

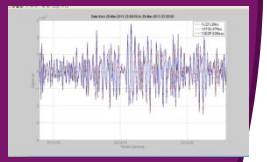
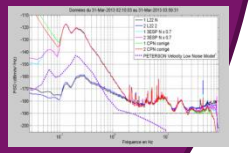
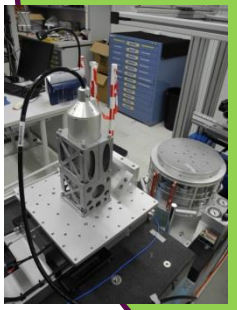
φ_1:Sélection capteur → φ_2: Réception - validation Capteur → φ_3: Intégration Caissons → φ_4: Pose Instrumentation → φ_5: Recette MSI

Inclinomètres

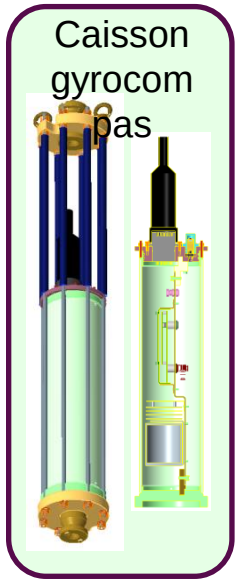
sismomètres

PUITS GEO : POSE INSTRUMENTATION

Problématique

- Descendre plusieurs capteurs jusqu'à 600 m
  - Maintien des caissons
  - Gestion des câbles : jusqu'à 15 caissons dans un puits
- Alignement des capteurs
- Réversibilité lors de la descente



Solution apportée

- Utilisation d'un tige rigide
  - Maintien des caissons entre eux
  - Maintien des câbles
  - Gestion de l'emplacement des câbles dans le puits
- Caisson gyrocompas

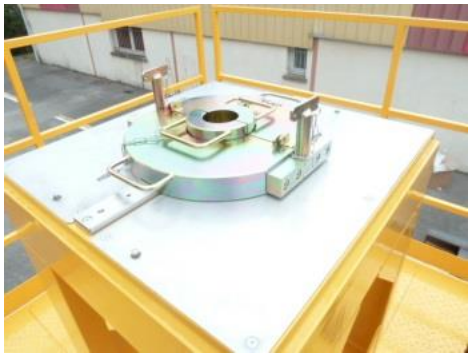
PUITS GEO : POSE INSTRUMENTATION

- Pré-assemblage

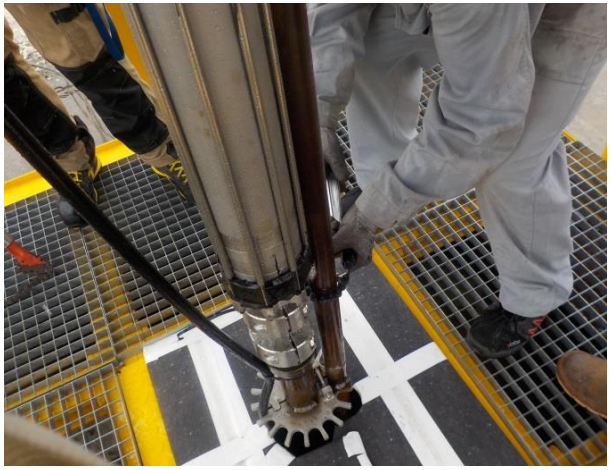
- Transport tiges/caissons

PUITS GEO : POSE INSTRUMENTATION

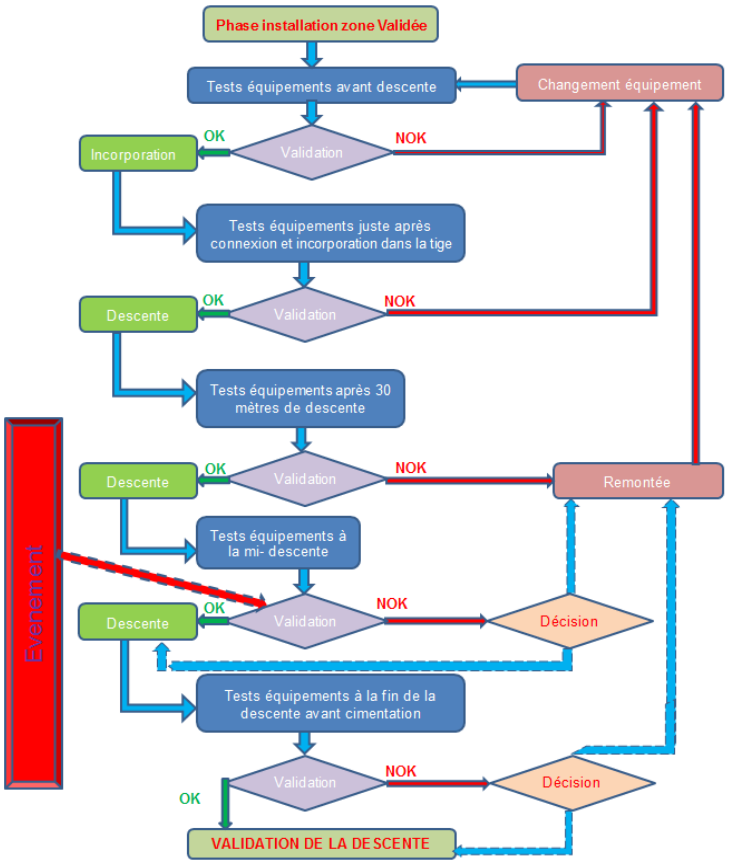
- Assemblage train de tiges



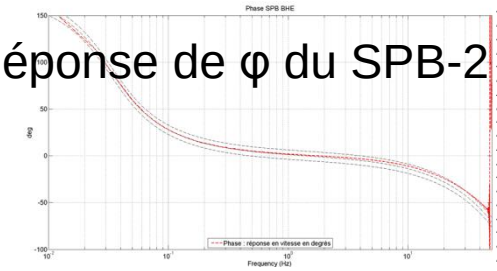
- Déroulement et maintien des câbles



PUITS GEO : VALIDATION



Réponse de φ du SPB-2



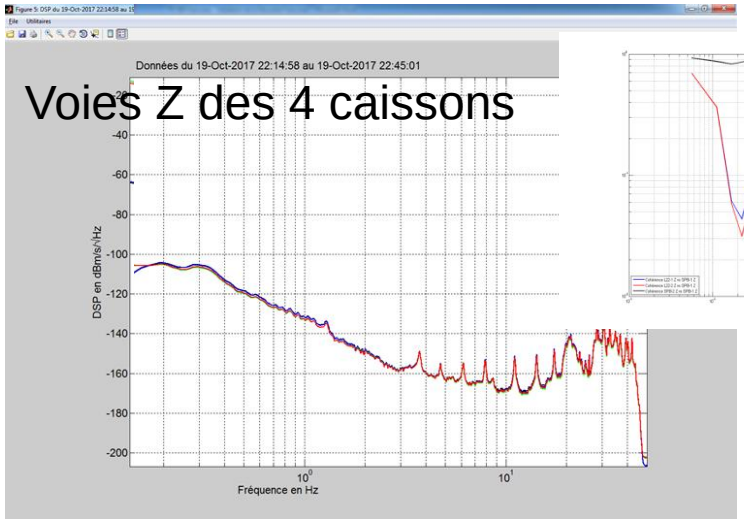
Mesures d'impédance Caisson SPB-2 HAUT (fin de descente)

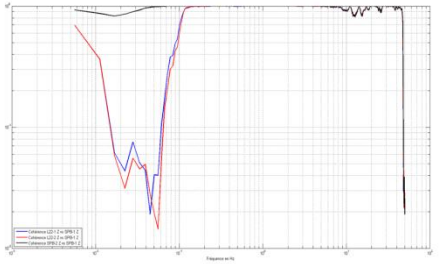
Mesure Ohmètre Borne Gisma 10.00.5.37.X.10				Valeurs de référence (à 0m)		Valeurs mesurées (à ~236m)		Unité
pin	nom	pin	nom	+/-	-/+	+/-	-/+	
1	Z+	2	Z-	10.32	10.32	10,32	10,32	kΩ
1	Z+	6	Blindage	25.37	25.37	25,38	25,37	kΩ
2	Z-	6	Blindage	15.20	15.20	15,20	15,20	kΩ
3	N/S+	4	N/S-	10.33	10.33	10,33	10,33	kΩ
3	N/S+	8	Blindage	22.41	22.41	22,41	22,41	kΩ
4	N/S-	8	Blindage	12.23	12.23	12,23	12,23	kΩ
5	E/W+	10	E/W-	10.32	10.32	10,32	10,32	kΩ
5	E/W+	11	Blindage	24.15	24.14	24,15	24,14	kΩ
10	E/W-	11	Blindage	13.98	13.97	13,98	13,98	kΩ
14	24V pression	20	GND pression	1.65	∞	1,74	∞	MΩ
14	24V pression	21	Blindage	∞	∞	∞	∞	MΩ
20	GND pression	21	Blindage	∞	∞	∞	∞	MΩ
							27,4	Ω
							41,1	Ω
							41,1	Ω
							NA*	kΩ
							∞	kΩ
							∞	kΩ
							NA*	kΩ
							∞	kΩ
							∞	kΩ
16	Alim +c	25	Masse c	∞	∞	∞	∞	kΩ
15	Masse p. Z	33	Signal GND	47.2	43.9	48,3	44,8	kΩ
22	Masse p. N/S	33	Signal GND	47.4	43.8	48,5	44,6	kΩ
28	Masse p. E/W	33	Signal GND	47.8	43.9	48,7	44,6	kΩ

* NA = Fluctuation importante de la valeur ou valeur négative.

Mesure Z: SPB-2 + Isolement

Voies Z des 4 caissons





PUITS GEO : COUPLAGE DES CAISSONS

Premier puits : cimentation

- Test validation → Perte d'un capteur sur les 4 après cimentation
- Mesure indirecte température caisson pendant séchage
  - Valeur température >> estimation des experts
    - Confirmation ultérieure : simulations + test échelle réduite
- Redondance → Puits opérationnel
- Minimisation du risque : autre solution de couplage

Autres puits : couplage par billes

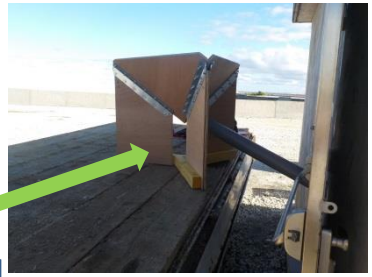
- Choix des billes : Etude biblio
  - Deux diamètres de billes : 3 et 6 mm
  - Densité : 1,3 et 1,8
- 4 containers
- Effets des billes sur le puits
  - Effet de voute (charge sur le puits et le train de tiges) ?
  - Passage des zones particulières dans les puits ?
  - Complexité et temps de mise en œuvre ?

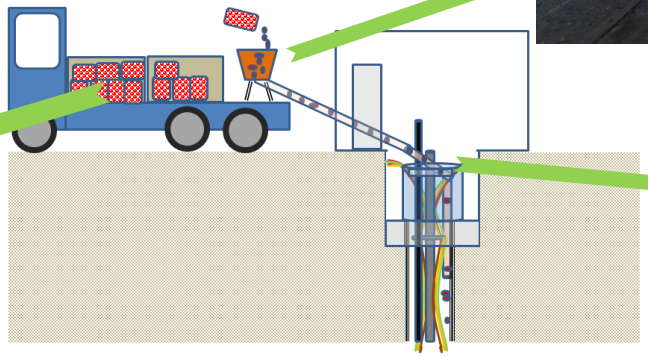
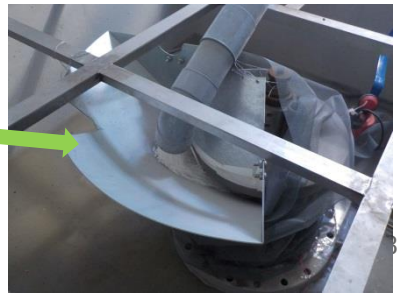
PUITS GEO : COUPLAGE DES CAISSONS

Maquettage en métropole

Installation sur site

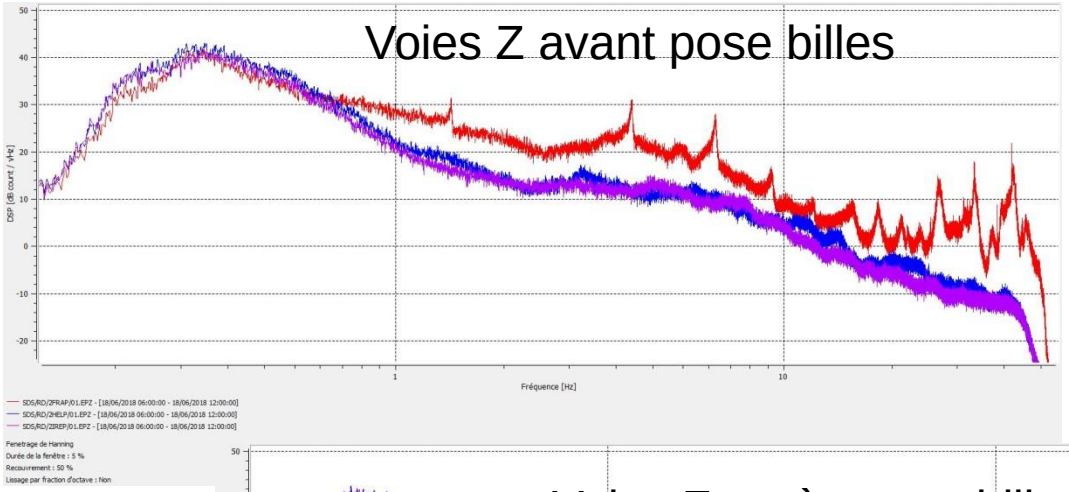
- Simplicité de la mise en œuvre

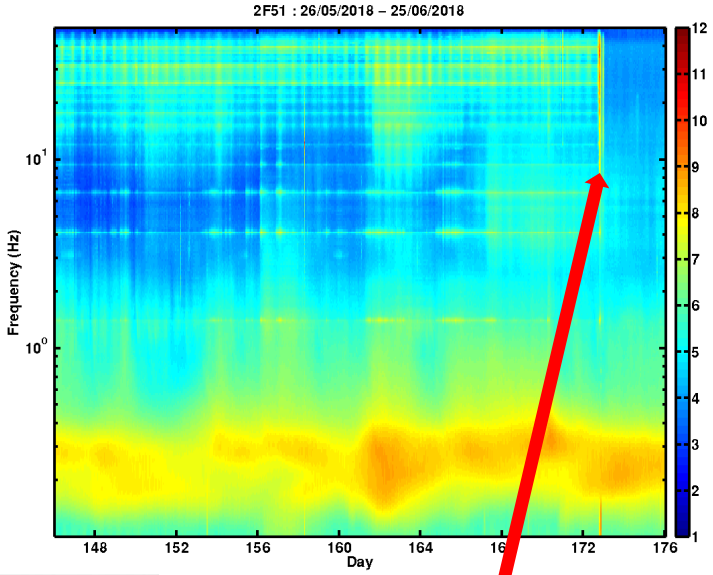


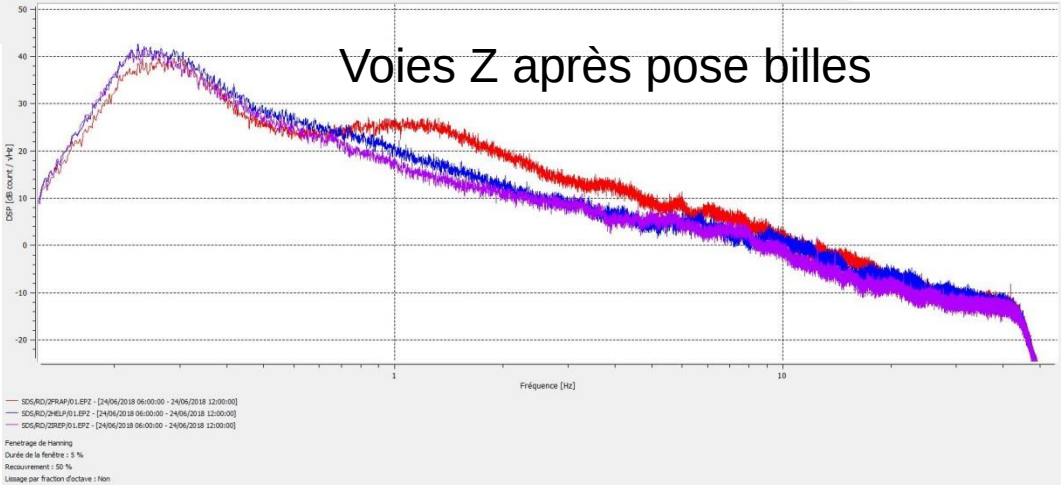



PUITS GEO : COUPLAGE DES CAISSONS

Validation du couplage







Pose billes

Résumé

- Projet de grande ampleur
  - Plusieurs années : préparation + installation + validation
  - Multi-capteurs, multi-technologies
  - En surface et en puits
- Puits inclinés : une instrumentation particulière
- Puits GEO :
  - Jusqu'à 15 capteurs dans un puits
  - Des solutions à valoriser
- Couplage par des billes :
  - Mise en œuvre simple
  - Très bon couplage

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Centre de Saclay | 91191 Gif-sur-Yvette Cedex
T. +33 (0)1 XX XX XX XX | F. +33 (0)1 XX XX XX XX

DAM
DASE
STMG

Etablissement public à caractère industriel et commercial | R.C.S Paris B 775 685 019