

MODERNISATION DE LA SURVEILLANCE DU BARRAGE FRONTALIER DU MONT-CENIS EXPLOITE ET SURVEILLE EN COLLABORATION FRANCO- ITALIENNE

Commission Technique de Surveillance du MONT CENIS

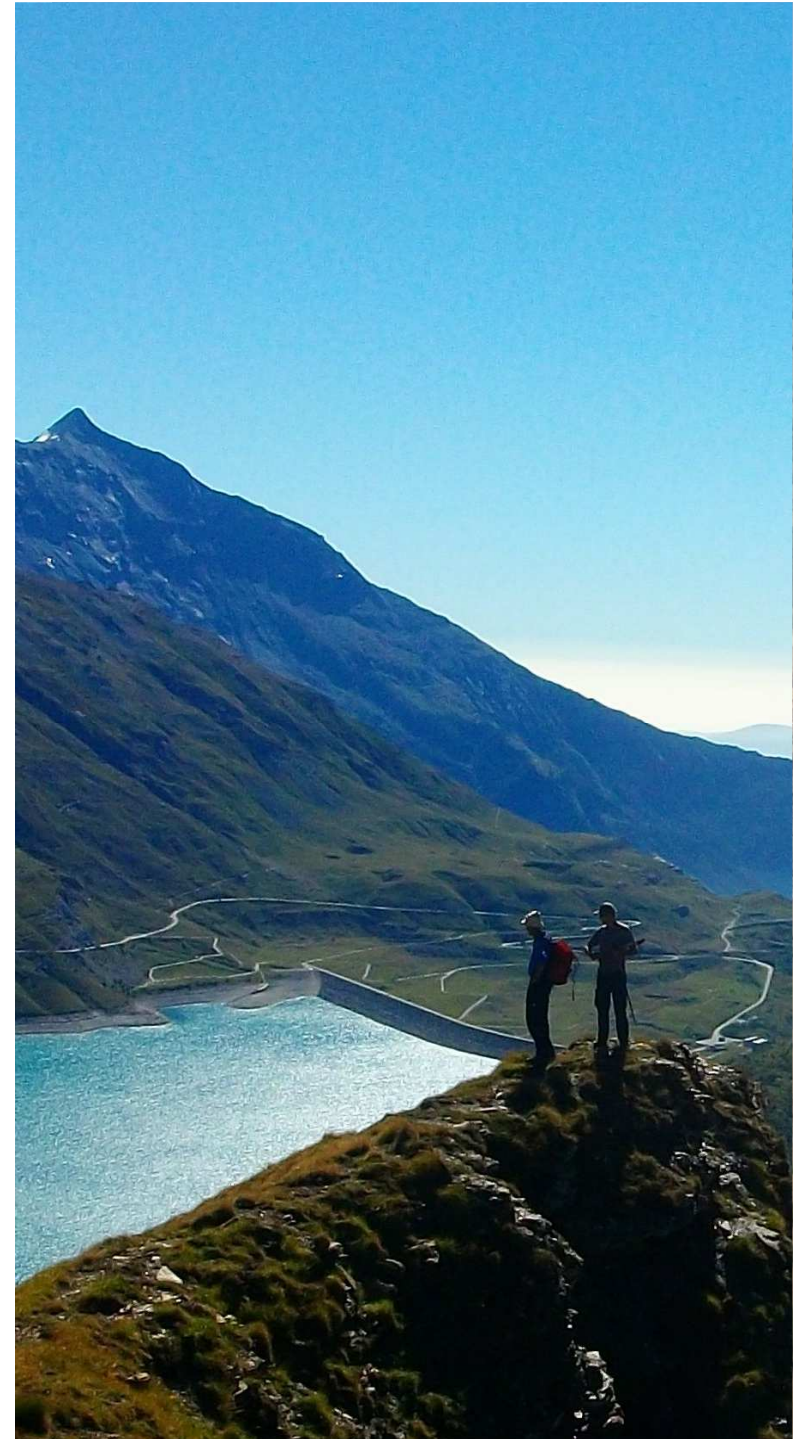
Jean-Paul FABRE EDF DTG

Marc HOONAKKER BETCGB

Philippe CRUCHON **Président de la délégation Française**

Massimo SESSA **Président de la délégation Italienne**

Symposium du CFBR du 29 janvier 2015 à Grenoble (ENSE3)



SOMMAIRE

1. HISTOIRE DU MONT CENIS

L'AMENAGEMENT, LE BARRAGE,
PARTICULARITES DES RIVES,
LA SURVEILLANCE JUSQU'EN 2012



2. LES BESOINS ET LE PROJET DE RÉNOVATION DE LA SURVEILLANCE

LES BESOINS D'ÉVOLUTION,
LA MÉTHODE DE TRAVAIL CONSENSUELLE
ÉVOLUTION DU PROJET

3. LA RÉNOVATION DU DISPOSITIF D'AUSCULTATION

PARTICULARITES À PRENDRE EN COMPTE
LES CHOIX, LES TRAVAUX
LE DISPOSITIF RENOVÉ

4. CONCLUSION



INTRODUCTION, HISTOIRE

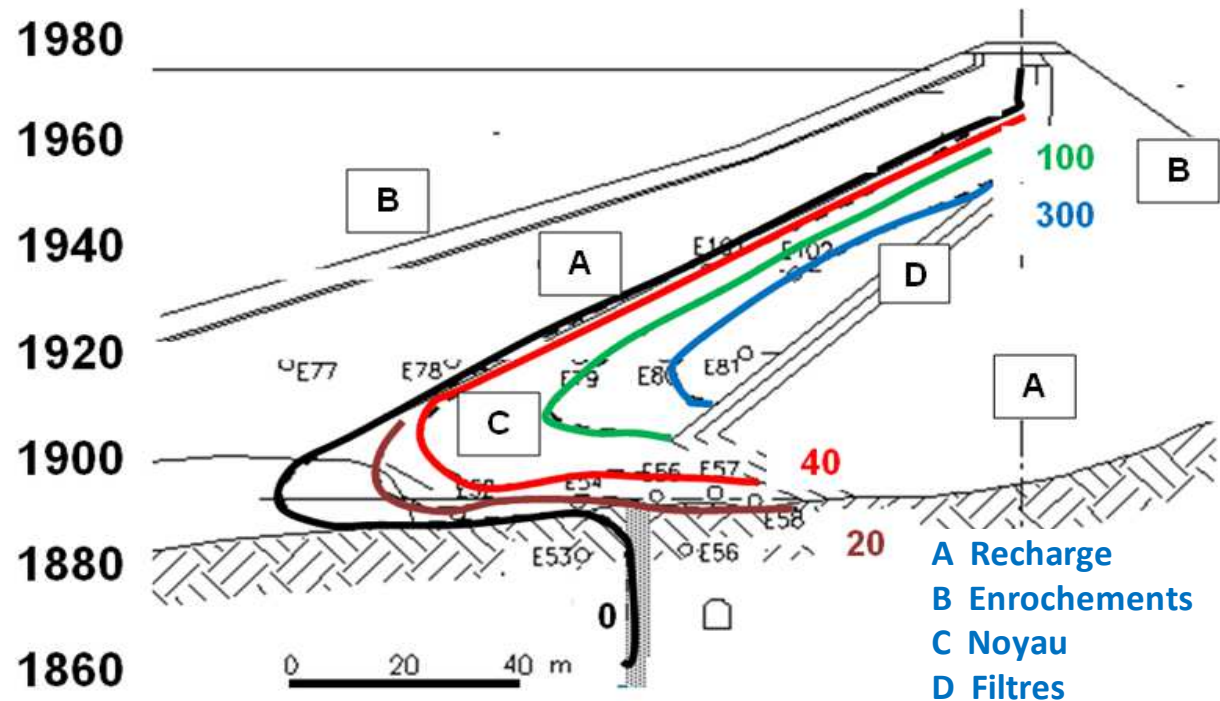
- **Le plateau du Mont Cenis a été intégré au territoire français par le traité de paix de février 1947.**
 - Un aménagement italien existait, une Commission Technique de Surveillance franco-italienne (CTS) était créée pour surveiller et faciliter « le partage de l'eau et de l'hydroélectricité » et « la coopération avec les services techniques français pour s'assurer de la sécurité des vallées italiennes, en aval du barrage »
- **Suite à la convention franco-italienne de septembre 1960 entre les deux pays, le Mont Cenis (barrage en terre et enrochements) a été construit à la fin des années 60 au voisinage de la frontière italienne, il alimente un aménagement français réalisé par EDF, et un aménagement italien réalisé par ENEL. La capacité utile de son réservoir (315 hm³) est partagée entre la France (264 hm³) et l'Italie (51 hm³).**
 - La CTS avait participé à la définition du projet, surveillé l'exécution des travaux et se réunit annuellement, s'intéressant à la surveillance et l'auscultation.
- **L'aménagement relève de la réglementation française, mais les évolutions des consignes et dispositions intéressant la sécurité reçoivent l'accord de la commission avant d'être approuvées par l'autorité administrative française.**

LE BARRAGE

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES:

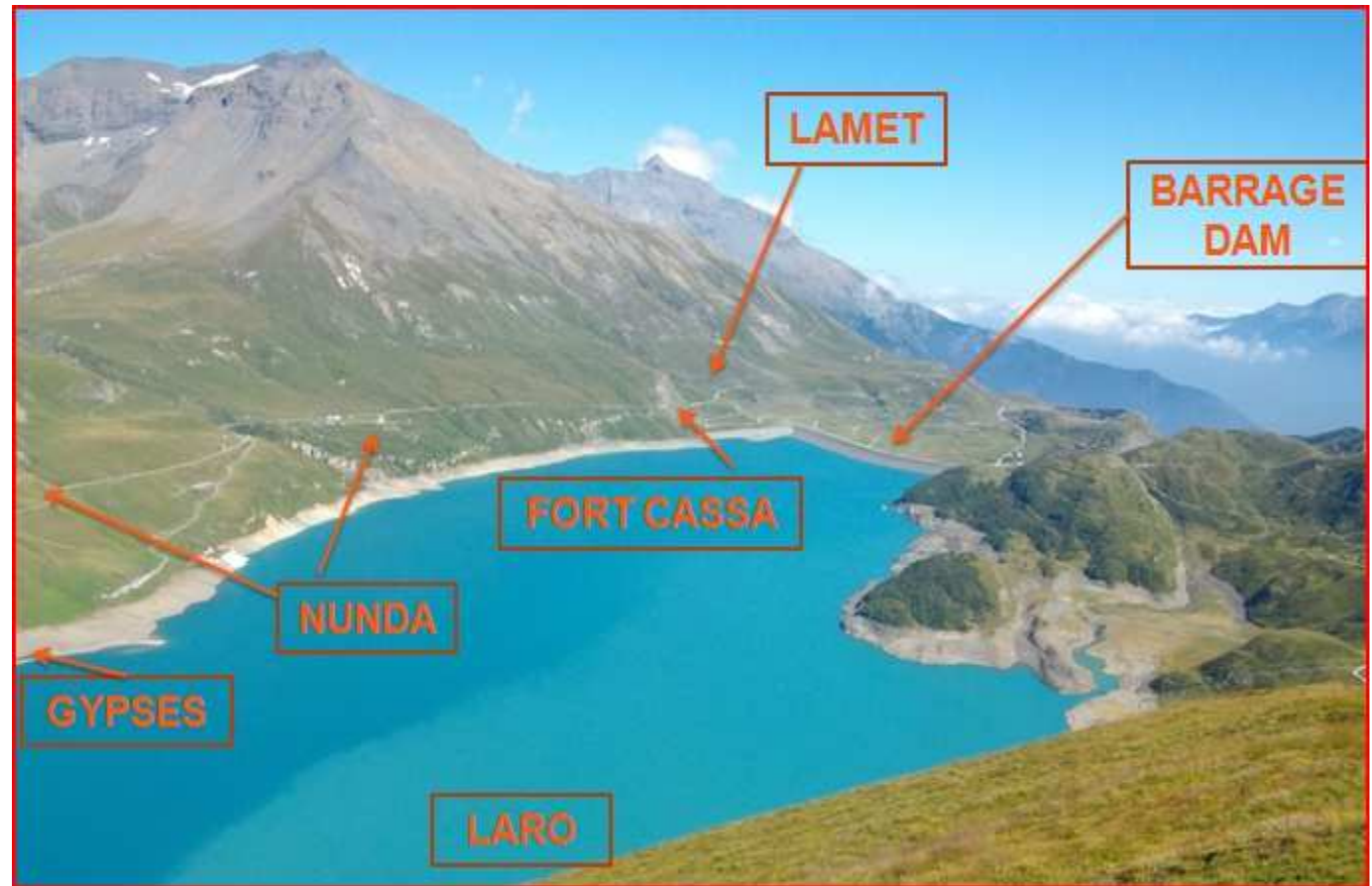
- Digue en terre et enrochements, zonée, à noyau incliné, fondée essentiellement sur des calcschistes en RD, et des cargneules du Trias et des alluvions en RG
- Hauteur sur fondations: 120 m
- Longueur en crête: 1400 m
- Épaisseurs: 12 m en crête, 475 m à la base
- Volume : 14,7 hm³
- **Ci-contre, le temps nécessaire pour avoir 90% de la réponse aux variations de cote (Effet retard) (un an à l'aval du noyau)**

AVANT 2012	Dispositif d'auscultation		Surveillance
BARRAGE	Manuel	Capteurs	Alarmes RSR RSO
Planimétrie et nivellement	42 repères		
Cellules du Noyau	103 électriques 39 hydrauliques		
Piézomètres RG	51 piézomètres		
Débits drainage fuites	9 débits	1 câblé	1 (entrée/sortie)



LES RIVES DE LA RETENUE

- La surveillance de 4 zones sur les rives de la retenue était assurée jusqu'en 2012 par Planimétrie, Nivellement, Fissuromètres (tassements sous l'effet de la dissolution du gypse, ou faibles évolutions de falaises)
- **Versant du LAMET:** Alternance de bandes de Trias (cargneules), de schistes lustrés et de roches vertes
- Partie haute du versant: désorganisation liée à la dissolution des gypses sous-jacents, sans plan de glissement
- **Partie basse du versant:** Glissement lent et ancien, plan de glissement à 25-30 m de profondeur



L'AUSCULTATION jusqu'en 2012-Lamet

- Pour le glissement du Lamet :
- des moyens traditionnels (appareillage manuel relevé par les barragistes : piézométrie et débits, distancemétrie)
- des automates dédiés (débitmètres, piézomètres, élongamètres, inclinomètre) permettant le suivi continu par les barragistes du glissement du Lamet et de ses facteurs explicatifs. (Avec détection du franchissement de seuils, et enregistrement, mais sans retransmission vers la vallée)

AVANT 2012	Dispositif d'auscultation		Surveillance
BARRAGE	Manuel	Capteurs	Alarmes RSR RSO
Planimétrie	31 repères		
Nivellement	91 repères		30 (manuel: sortie)
Satellite GPS	2 repères		
Distancemétrie	3 repères		3 (entrée/sortie)
Elongamètres	3 élongamètres	3 (par radio)	
Inclinomètres	8 inclinomètres	1 (par radio)	
Piézomètres	8 piézomètres	3 câblés	1 (entrée/sortie)
Débits	3 débits		
Automates transmission		4 systèmes	Au local barrage

L'AUSCULTATION JUSQU'EN 2012-Lamet

Comportement du Glissement du Lamet :

- **Limites en surface et profondeur connues et surveillées (Planimétrie, Nivellement, élongamètres en crête, inclinomètres)**
- Moteur: la fonte des neiges et la pluviométrie qui alimentent une nappe perchée dans la surface de glissement
- **Amplitude du glissement: très variable selon les années (de quelques cm à, très exceptionnellement, quelques dizaines de cm)**
- Glissement toujours précédé d'une forte montée des débits mesurés en pied de versant, et d'une élévation du niveau piézométrique dans la surface de glissement
- **Direction du glissement: vers RD et aval du barrage, sans conséquence significative (pas de risque de vague..)**

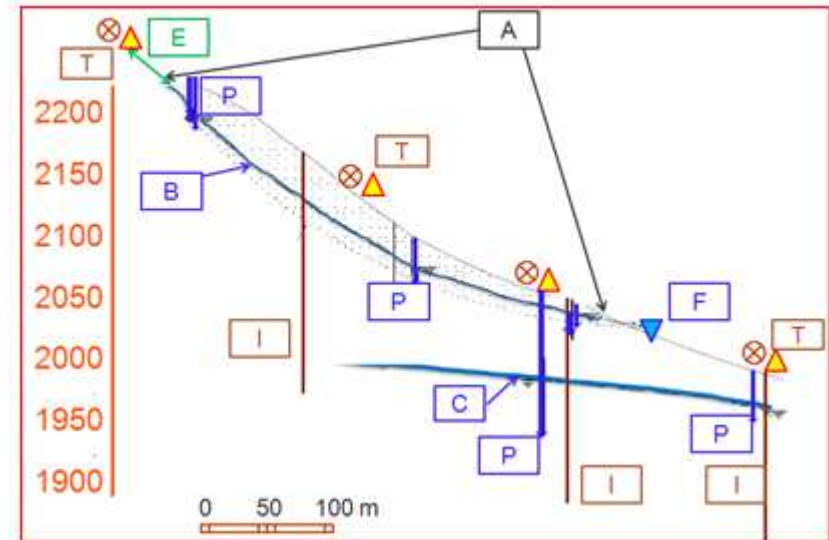


Fig. 6 Coupe du glissement du Lamet et dispositif d'auscultation.
Cutaway illustration of Lamet landslide, and his monitoring system

A: Limites du glissement	A: Limit of landslide
B: Nappe dans la surface cisailée	B: Water level in shear surface
C: Nappe profonde	C: Deep groundwater
E: Extensomètres	E: Extensometers
F: Mesure des débits sortants	F: Measure of outcoming flows
I: Inclinomètres	I: Inclinometers
P: Piezomètres	P: Piezometers
T: Mesure des déplacements	T: Displacements measurements

L'AUSCULTATION JUSQU'EN 2012-Lamet

- Un régime spécial d'observation (RSO) est instauré lorsque les débits dépassent un seuil, avec surveillance serrée.
Si la piézométrie ou la vitesse du glissement dépassent un seuil fixé, le régime de surveillance renforcé (RSR) est instauré: mesures journalières, mesures complètes de déplacement et tassement.
- Le retour à la surveillance normale se fait après retour à la normale de tous ces paramètres
- La télémessure de l'inclinométrie dans la couche cisailée a permis d'évaluer finement la vitesse du glissement, et a bien montré la corrélation entre la piézométrie dans la couche cisailée et la vitesse du glissement.

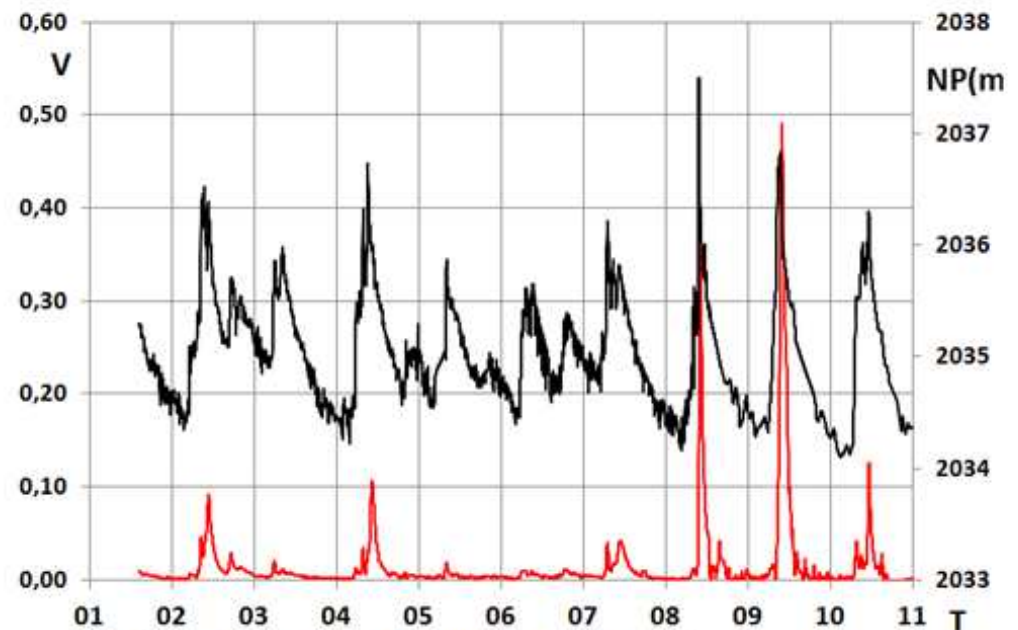


Fig. 3 Corrélation entre piézométrie et vitesse de glissement
Correlation between piezometry and speed of landslide

NP : Piézométrie dans la surface cisailée

NP(m) : Piezometry in shear surface

V : Vitesse de glissement en mm par jour

V : speed of slide (mm/day)

T : Temps en années

T : Time (Years)

LES BESOINS

- **L'organisation de la surveillance laissait apparaitre**
 - Des difficultés pour recruter et former des barragistes (présence continue sur site)
 - Le vieillissement de leur population
 - Leur isolement physique et organisationnel
 - Des difficultés en cas de problème de santé
(du fait des temps d'accès sur ce site de haute altitude)
- **Il fallait minimiser ces risques, en assurant**
 - la continuité de la surveillance, avec le même niveau d'exigence (détection des anomalies, réactivité), avec une rénovation de certains systèmes de détection vieillissants
 - La protection anti-intrusion
 - Les possibilités d'hébergement sur site (pour les périodes de présence continue : RSO, RSR), et des accès sûrs et redondants possibles en toute saison
- **Les consignes de surveillance devaient rester applicables avec:**
 - Une télémessure d'auscultation standard EDF, validée par l'expérience sur de nombreux grands barrages EDF
 - La retransmission des alarmes et des seuils sur débits piézométrie et inclinométrie
 - Des tournées périodiques quasi-inchangées (même fréquence)

METHODE DE TRAVAIL

- La commission technique de surveillance franco-italienne a joué un rôle important, en particulier pour la recherche d'un consensus sur les modalités de gestion et de surveillance du barrage, malgré les différences d'exigences réglementaires des deux pays.
- Argumentaire technique EDF (2005)
- Pleine implication des deux délégations (en Italie les règlements imposent un gardiennage)
- Avis favorable des experts (fiabilité) - 2010
- **Dans l'esprit des actions menées depuis l'origine, la commission a accepté la mise en place d'une télémessure d'auscultation, conforme aux pratiques EDF.**
- Phase d'expérimentation (2010-2013) : des avantages confirmés pour la télémessure avec modernisation complète et amélioration du système de surveillance (voir fig)
- Une anticipation de l'évolution réglementaire italienne actuellement en cours a permis d'éviter la présence continue de barragistes (notion de "gardiens non résidents")

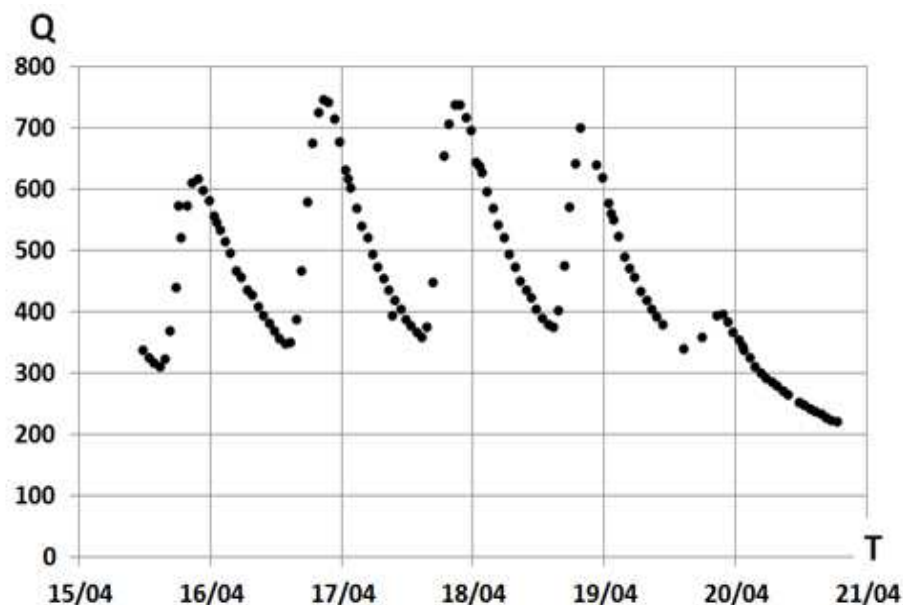


Fig. 4 : Variations journalières des débits à l'époque de la fonte des neiges
Daily variations of drainage rates during spring (snowmelt period)
Q : débit de drainage en litres par minute Q : drainage rate (liter per minute)
T : Temps en jours T : Time (days)

LES PARTICULARITES DU SITE

- La nécessité de la continuité de la surveillance et de la détection.
- Le Contexte environnemental: le Mont-Cenis se trouve en Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique et le Lamet est inscrit pour partie en zone de protection de biotope. Des règlements spéciaux ont été appliqués pour les travaux.
- Les distances : l'ouvrage et ses rives font un linéaire d'environ 3 km, (problématique de transmission: fibre optique)
- L'exposition importante du site aux phénomènes météorologiques : coups de foudre, variations thermiques et hydriques
- L'accessibilité en altitude : à 2000 m, entre les mois de mai et d'octobre pour la réalisation des travaux.



Fig. 5 : Étendue de la zone à télémétrer, à droite le glissement du Lamet
Area of remote monitoring, on the right the Lamet landslide

B : Le barrage en remblais

B : The embankment dam

L : Le glissement du Lamet

L : The Lamet landslide

S : L'automate est dans une galerie

S : The data logger is located in a gallery

LE DISPOSITIF RENOVÉ

- Le dispositif d'auscultation étant important et varié, le choix des appareils à rénover et à télé-mesurer a été crucial (sûreté, technique et économique).
- Ce choix a été fait en tenant compte :
 - de la consigne de surveillance (fréquence de mesure, détection des seuils)
 - de la possibilité d'accès au barrage et sur les rives pour les tournées
 - de la volonté de normalisation à un standard EDF
 - de l'importance de la surveillance de chaque phénomène
 - en assurant l'indépendance du système d'alarme et de la télémessure

▪Hydraulique

▪Déplacements liés à l'hydraulique

▪2 automates : mesures et alarmes

Depuis 2012	Dispositif d'auscultation	Capteurs	Surveillance
BARRAGE	Manuel	Capteurs	Alarme RSO RSR
Piézomètres RG	51 piézomètres	7 câblés	
Drainage et fuites	9 débits	6 câblés	1 (entrée/sortie)
GLISSEMENT DU LAMET			
Elongamètres	3 élongamètres	3 par fibre	
Inclinomètres	8 inclinomètres	1 par fibre	1 (entrée/sortie)
Piézomètres	8 piézomètres	8 câblés	1 (entrée/sortie)
Automate Transmission		1 SAFTEL PAD Vers la vallée	Indépendant Vers la vallée

RESULTATS DE LA RENOVATION

▪ Les exigences techniques concernant la sûreté ont débouché sur la modernisation de la surveillance du barrage (2014), après un processus de validation par la Commission franco-italienne. Les réponses à ces exigences ont été apportées notamment par la télémessure d'auscultation :

- installation d'un automate en galerie,
- câblage (fibre optique),
- fiabilisation, amélioration qualitative et quantitative de la surveillance, par comparaison aux mesures manuelles.

▪ Un avantage important de cette évolution est d'avoir rendu les données concernant l'ouvrage plus facilement accessibles en continu aux compétences des équipes spécialisées en surveillance des barrages.

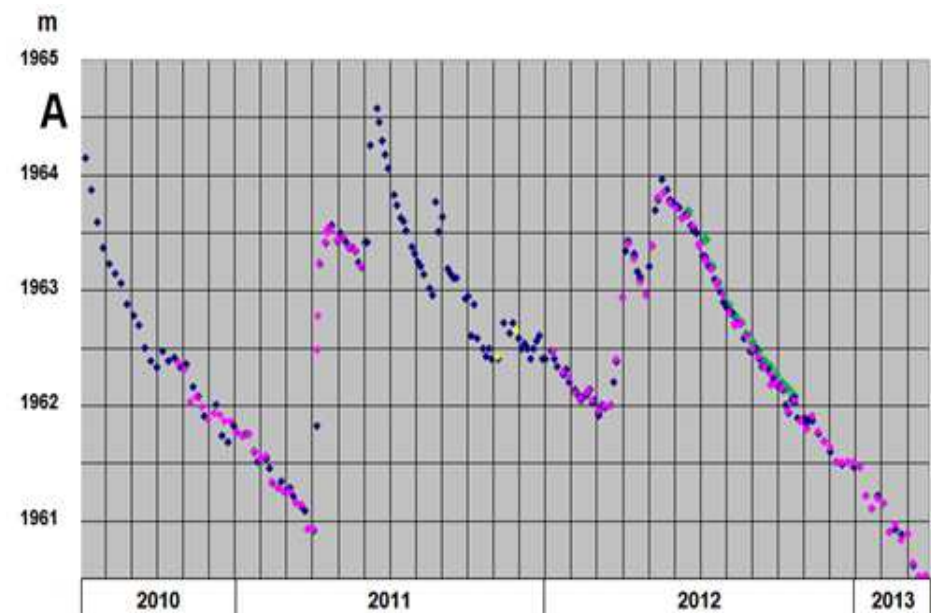


Fig. 7 : Mesures comparatives sur l'un des piézomètres.

Comparative measurements on one of the piezometers

A : Niveau piézométrique en mètres

A : Water level (meters)

Points bleus : télémessure

Blue points : Remote monitoring

Points rouge : mesures manuelles

Red points : manual measurements

CONCLUSION

- **L'organisation de l'exploitation mise en place depuis l'origine (présence permanente des barragistes sur le site) était unique sur le territoire français et nécessitait des évolutions pour fiabiliser globalement la surveillance.**
- Pour préserver la sécurité et obtenir une adhésion collective, la CTS a travaillé dans un esprit consensuel, (étude et expérimentation), vers une décision bénéfique pour les deux parties, et pour la sécurité.
- **L'investissement total a été de l'ordre de 4 millions d'Euros, moitié pour les améliorations techniques nécessaires au changement d'organisation (communications, protections, automatismes..), moitié pour les autres améliorations (rénovations et compléments d'auscultation).**
- Les efforts investis s'avèrent justifiés, par les gains organisationnels et humains, et les progrès technologiques en matière de télémessures d'auscultation et de télétransmissions d'alarmes.

