

Demi-journée scientifique et technique
« Recommandations relatives à l'instrumentation des ouvrages géotechniques »

L'instrumentation des digues et barrages à EDF

SAUSSE JÉRÔME – EDF DTG

L'instrumentation des digues et barrages à EDF



Rupture
de Teton
USA

5 juin
1976

L'instrumentation des digues et barrages à EDF

- ▶ Le contexte de la surveillance des barrages
- ▶ Les principes de l'instrumentation à EDF
- ▶ Exemple de cas & projets à venir

Le contexte

La surveillance réglementaire en France



14 mai 2015 JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Texte 9 sur 111

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉNERGIE

Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques

Suivi des barrages « à vie » de leur comportement long terme conditionnant le « droit à exploiter »

Les éléments permanents	Classe A	Classe B	Classe C
Dossier barrage et registre	Obligatoire		
Consignes de surveillance et d'exploitation en crues	Obligatoire (approbation par le préfet)		
Dispositif d'auscultation	Obligatoire sauf dérogation		

Les éléments récurrents	Classe A	Classe B	Classe C
Rapports de surveillance (Exploitation et Surveillance + Visites Techniques Approfondies)	1 an	3 ans	5 ans
Rapports d'auscultation	2 ans	5 ans	5 ans
Études de dangers (Diagnostic Complet + analyse des risques et mesures de réduction)	10 ans	15 ans	Sans objet

Le contexte

► L'organisation de l'auscultation réglementaire à EDF

Activité de spécialistes depuis 1949

3 centres d'auscultation EDF-DTG
Alpes, Pyrénées et MC

+

1 centre auscultation nucléaire



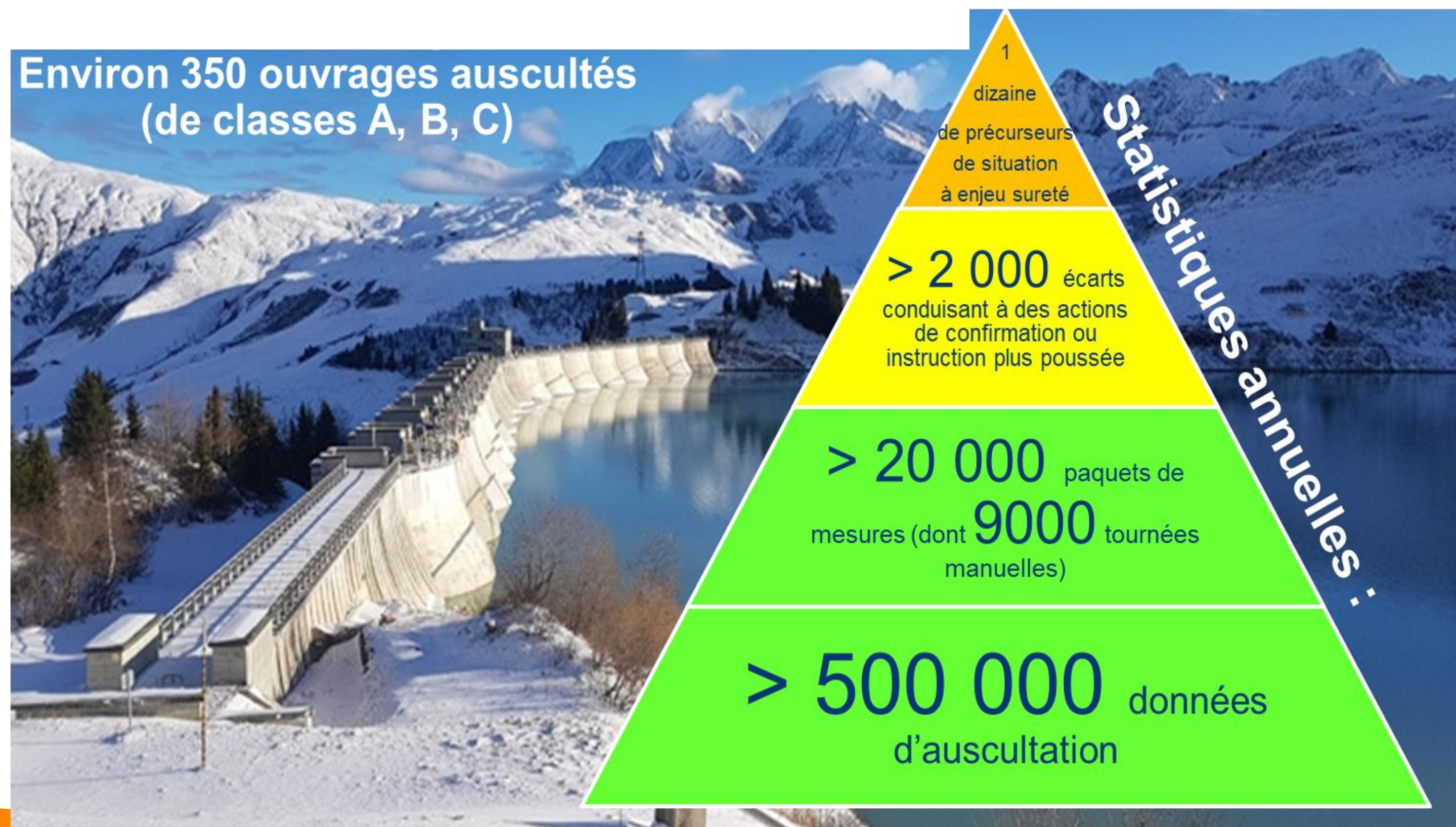
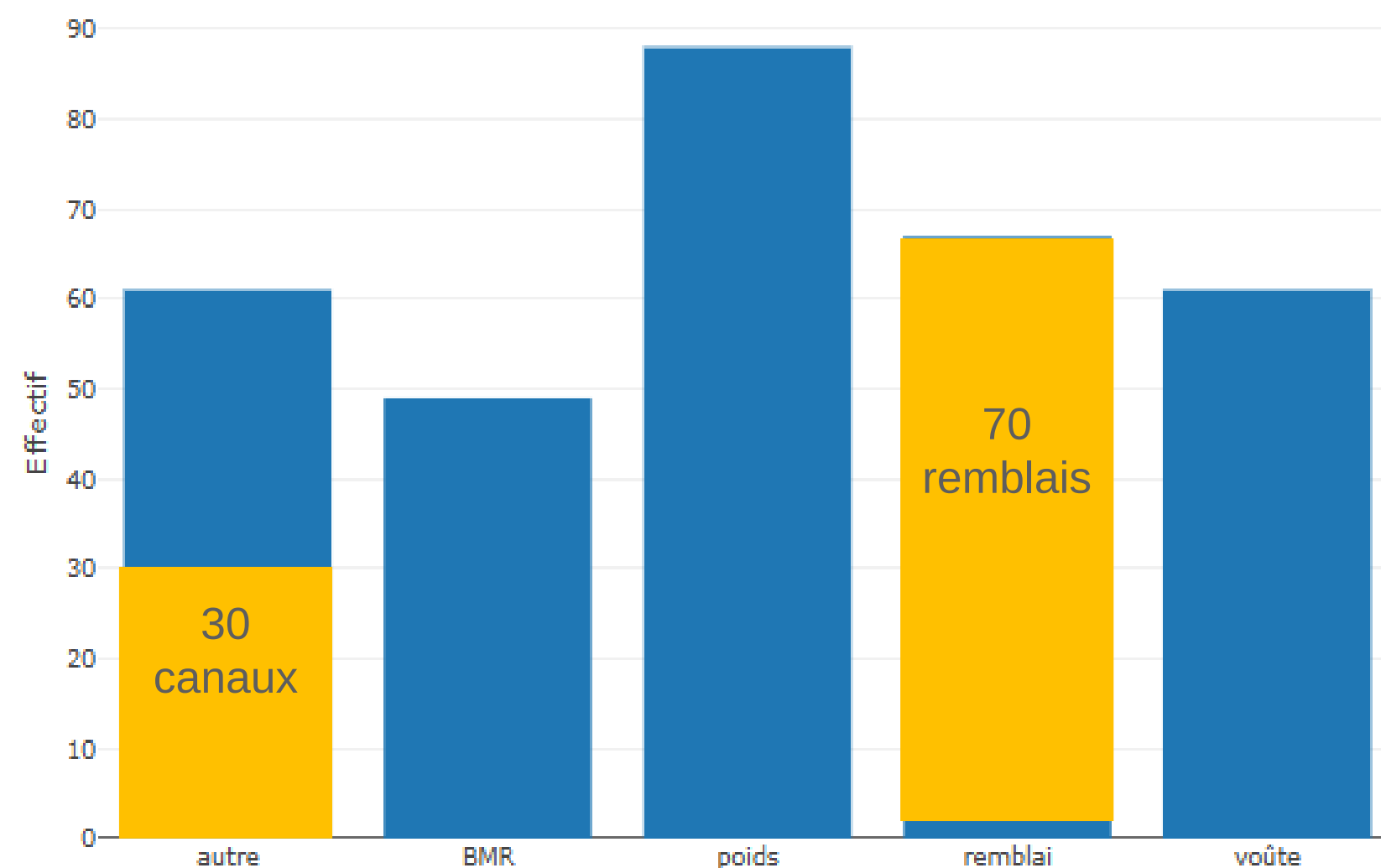
L'organisation des mesures d'auscultation



Le contexte

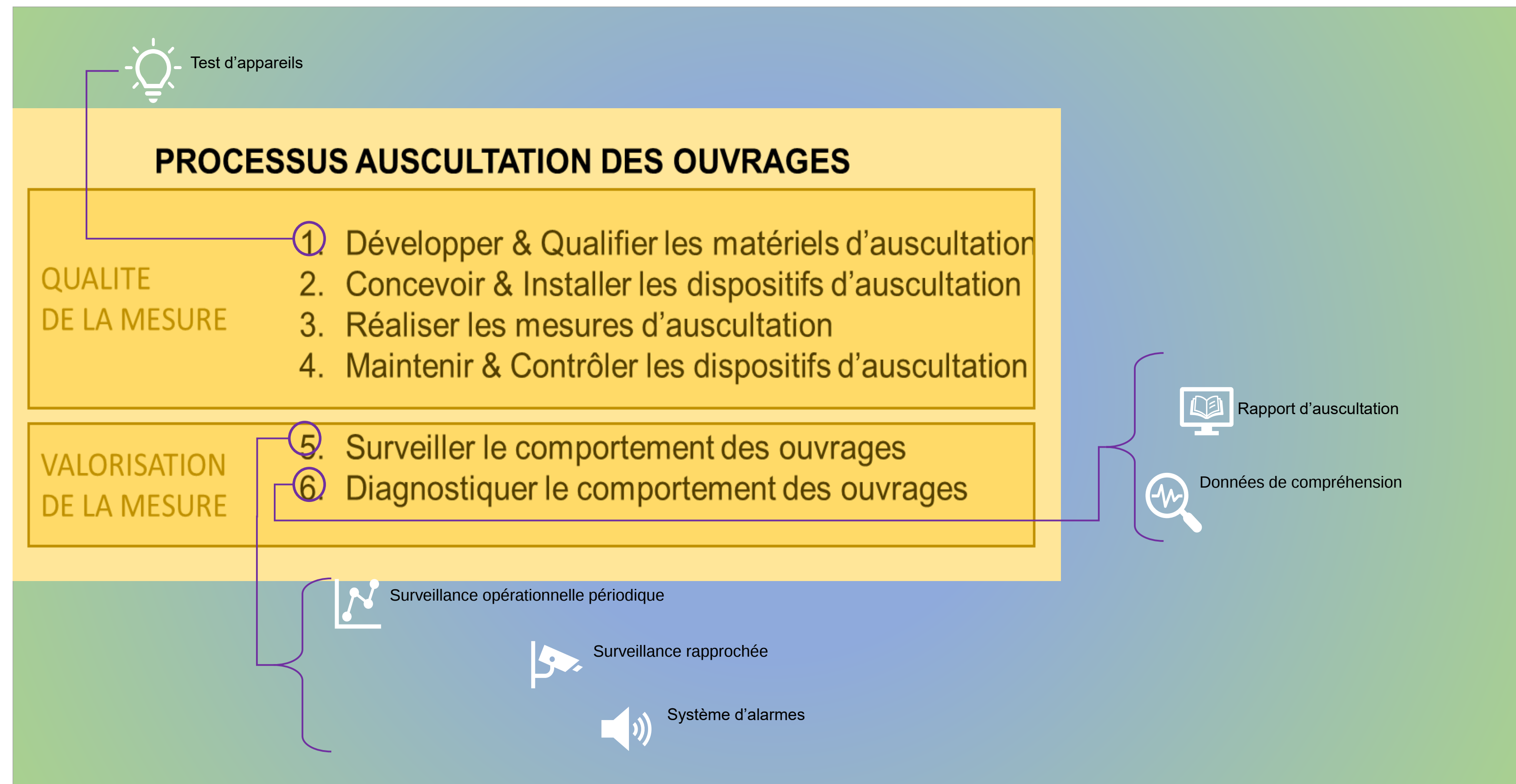
► L'organisation de l'auscultation réglementaire à EDF

Répartition des barrages pour Type de barrage



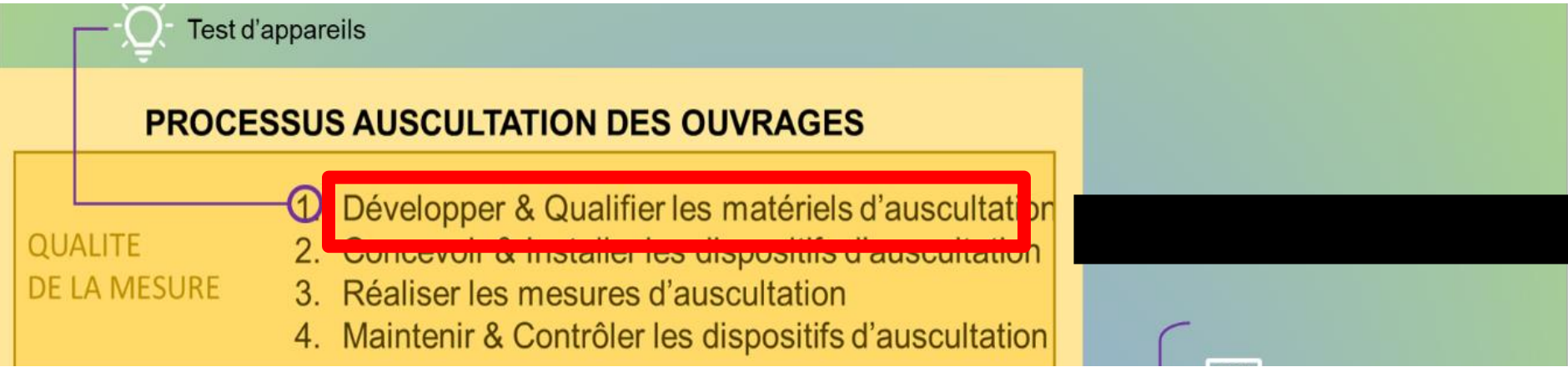
Les principes de l'instrumentation à EDF

► L'auscultation à EDF DTG



Les principes de l'instrumentation à EDF

L'auscultation à EDF DTG



- Pour chaque grandeur physique fondamentale
- Déplacements
 - Déformations
 - Pressions
 - Débits

- ➔ Avoir un catalogue de capteurs « qualifiés » qui respectent les exigences « métiers » EDF
- Métrologie
 - Robustesse / performances fonctionnelles
 - Compatibilité SI / Cyber



L'INSTRUMENTATION DES DIG
½ JST DU 11 SEPTEMBRE 2025

Cale dynamométrique corde vibrante VW8

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation des ouvrages > Cellules de charge
Fabricant	GEO-INSTRUMENTATION
Nom	Cale dynamométrique corde vibrante VW8
Référence	H-44200965-2019-000283
Prix indicatif	Plusieurs milliers d'euros l'unité.
Année du prix	2019
Qté indicative	0

Avis d'utilisation
Date validation
Référé...

Sonde de niveau résistive STE

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation des ouvrages > Débits de fuite
Fabricant	BAMO
Nom	Sonde de niveau résistive STE
Référence	H-44200965-2019-000280
Prix indicatif	Environ 500 € HT l'unité (l'ensemble sonde + coffret relais électronique).
Année du prix	2018
Qté indicative	0

Avis d'utilisation
Date validation
Référé
Fabrication arrêtée

Cellule de pression de petit diamètre type PTX1830

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation des ouvrages > Piézométrie
Fabricant	DRUCK
Nom	Cellule de pression de petit diamètre type PTX1830
Référence	H-44200965-2019-000228
Prix indicatif	800 € HT l'unité.
Année du prix	2016
Qté indicative	0

Avis d'utilisation
Date validation
Référé
Fabrication arrêtée

CR1000X

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation > Centrales d'acquisition
Fabricant	CAMPBELL SCIENTIFIC
Nom	CR1000X
Référence	H-44200965-2019-000268
Prix indicatif	Près de 1000 euros.
Année du prix	2019
Qté indicative	0

Avis d'utilisation
Date validation
Référé

Détection de seuil d'alarme pour l'auscultation de point de fuite en canal ouvert.

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation des ouvrages > Débits de fuite
Fabricant	BAMO
Nom	Sonde de niveau résistive STE
Référence	H-44200965-2019-000280
Prix indicatif	Environ 500 € HT l'unité (l'ensemble sonde + coffret relais électronique).
Année du prix	2018
Qté indicative	0

Avis d'utilisation
Date validation
Référé
Fabrication arrêtée

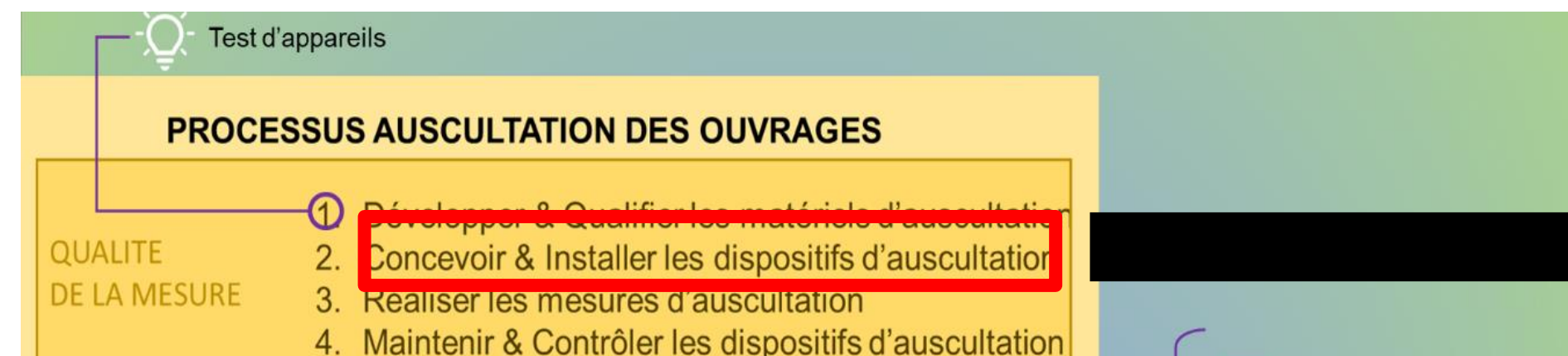
Mesures de niveau piézométrique dans des piézomètres ouverts et mesures de niveau d'eau (côte de retenue).

Classification	Capteurs > Mesure d'auscultation des ouvrages > Piézométrie
Fabricant	DRUCK
Nom	Cellule de pression de petit diamètre type PTX1830
Référence	H-44200965-2019-000228
Prix indicatif	800 € HT l'unité.
Année du prix	2016
Qté indicative	0

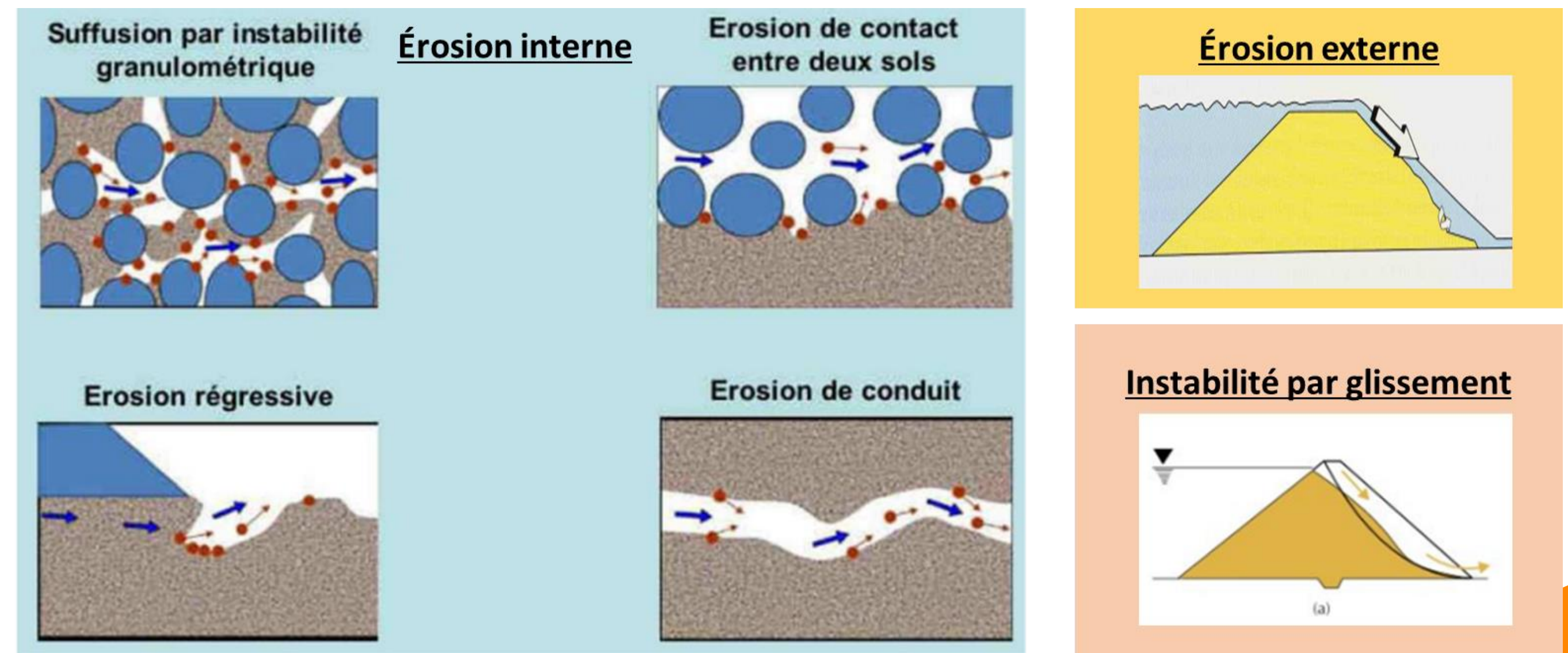
Avis d'utilisation
Date validation
Référé
Fabrication arrêtée

Les principes de l'instrumentation à EDF

➡ L'auscultation à EDF DTG



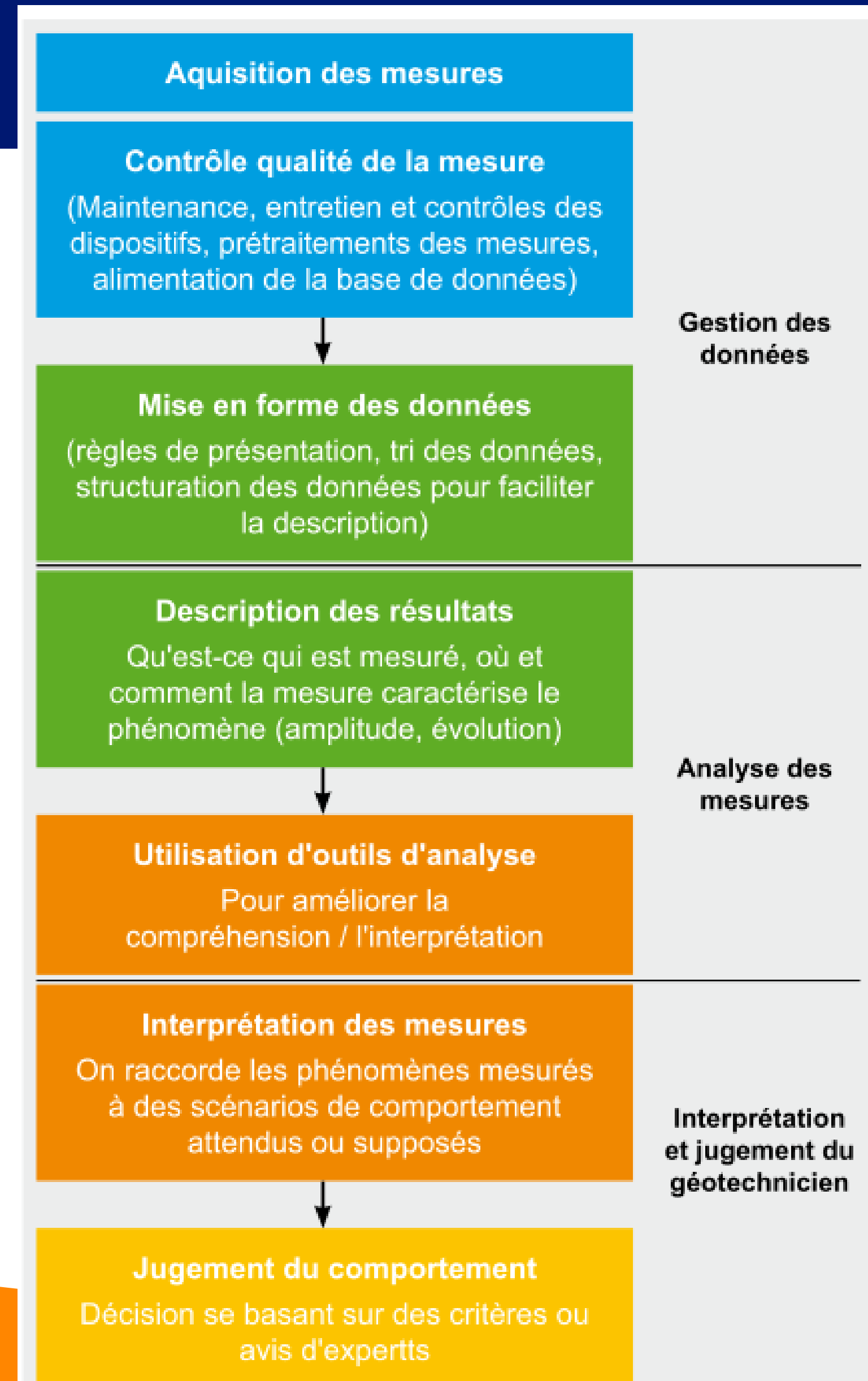
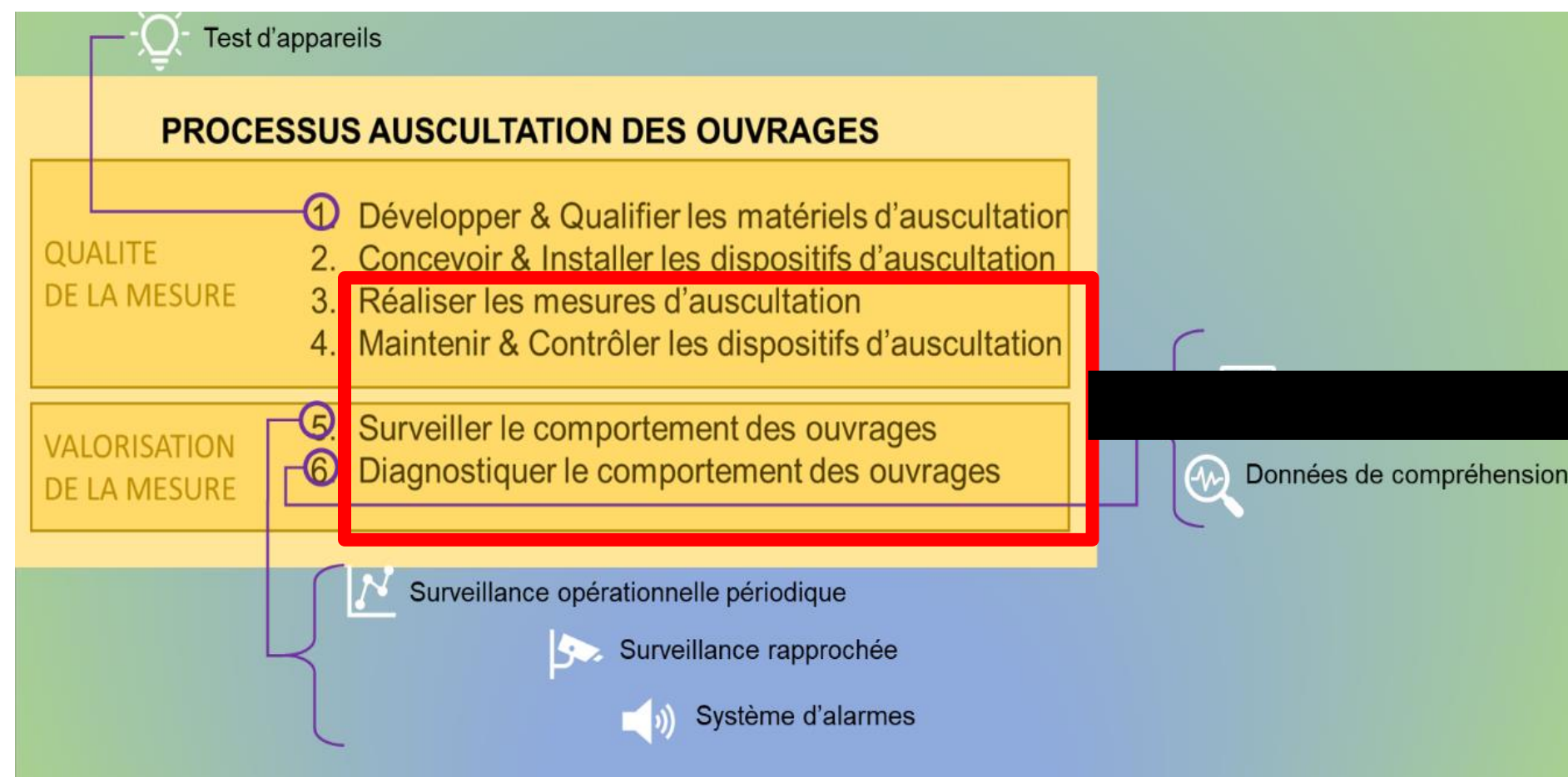
Pour chaque barrage, ➡ avoir un dispositif d'auscultation et de surveillance **PERTINENT** = adapté aux risques :



Modes de défaillance des barrages en remblais :

Les principes de l'instrumentation à EDF

➡ L'auscultation à EDF DTG



Les principes de l'instrumentation à EDF

Maitrise de la qualité de la mesure : contrôle des dispositifs in situ

Photo de contrôle d'un piézomètre



Manomètre étalon de contrôle in-situ

Capteur piézoélectrique à corde vibrante = dispositif à demeure au barrage



Constat de vérification sans démontage d'une cellule CL1 ou CLX

Réalisé par (société) : EDF-DTG CRACP BRIVE

Numéro : H-44200979-2017-000321-A Version : 3.0 du 27-sept-05

Établi suivant la norme : NFX 07-011 ce document comporte 1 page

Demandeur : GEH OUEST

Appareil vérifié : N° identifiant : 14066 Type : PZ2C-1 Fournisseur : GEO INSTRUMENTATION Réf. Site : PZ2C-1 App. CALIPSO : PZT003 (1003) Etendue de mesure (bar) : 0 à 10

Erreur maximale tolérée : +/- 1,28 m = +/- (1 m + 4% de la charge max dans la chambre)

Référence de la procédure utilisée : D4172/IT/2003-00087-B

Étalons utilisés : Sonde lumineuse n°10336 vérifié par le LNE le 13/11/15 (constat n°P149811/1) MFTS n° 9576 vérifié le 20/08/2015 par Carmelec (constat n° 15735/1)

Conditions de mesure : Lieu : GUERLEDAN Température (°C) : 10 +/- 1

Mesures :

Mesures avant / après vérification			
	Avant	Après	Ecart
Cellule (dHz)	10210	10211	1

Paramètres du piézomètre :	
Cote fond de trou	81,98 m NGF
Cote référence piézo.	89,12 (Créf) m NGF
Cos. inclinaison tube	0,966 (cos. alpha)
NP maximal mesuré	89,07 m NGF
soit Hmax chambre	7,09 m
Cote cellule (CC)	82,95 m NGF
No DTG	10359 dHz
K DTG	-0,235 10 ⁻⁵ m/dHz ²

Dépouillement des mesures :

NP : Niveau Piézométrique exprimé en mètre NGF

NP cellule (m)	NP sonde lumineuse (m)	NP Druck DPI 610 (m)	NP tube rallonge (m)	Ecart NP (m)
88,47	89,12			-0,65

Incertitude max. de vérification : +/- 0,81 m + Incertitude due à l'inclinaison du tube

Résultat de la vérification : Appareil conforme aux exigences : OUI

Commentaires :

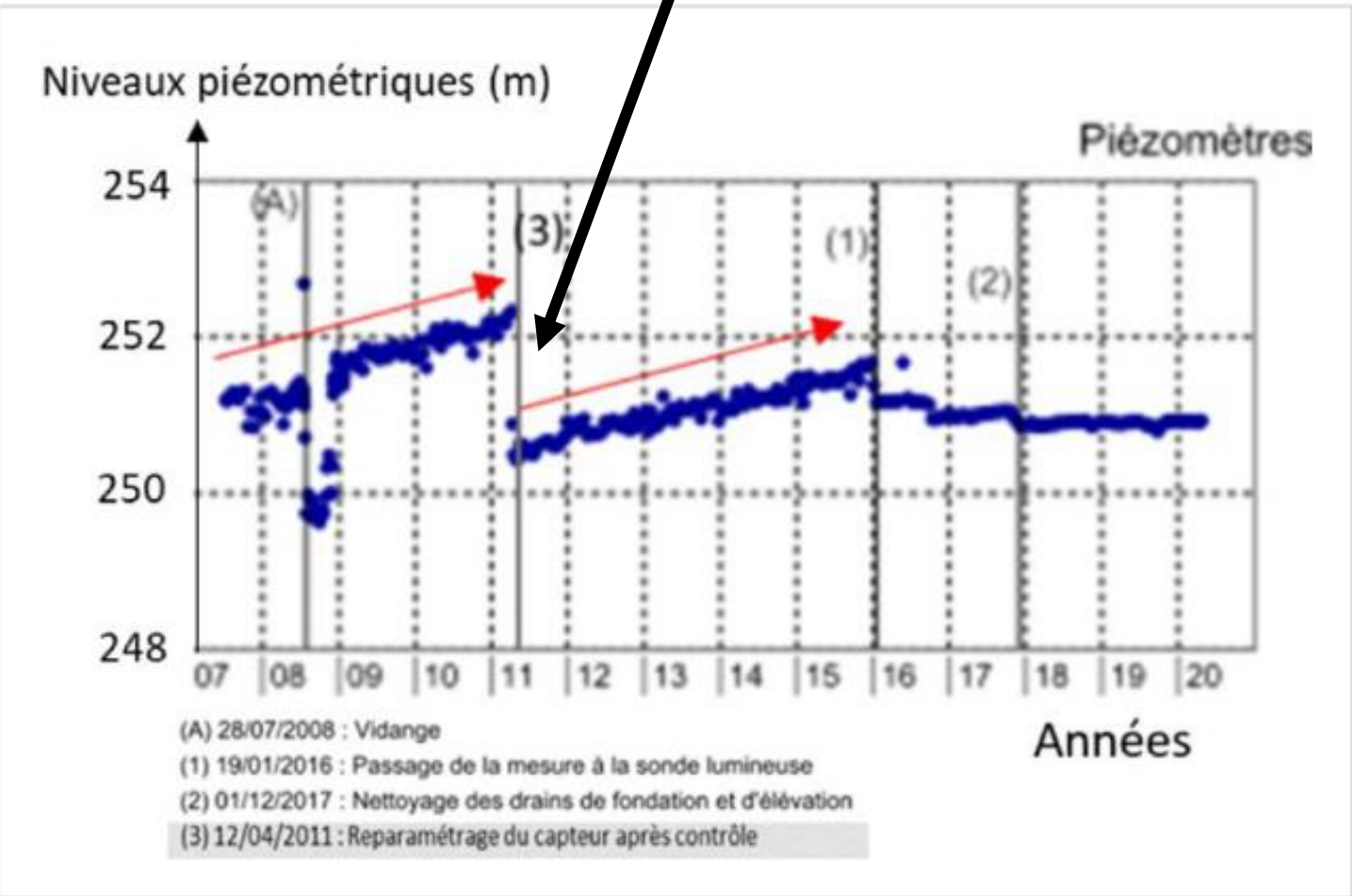
date de la vérification : 21/06/2017

date d'émission : 27/06/2017

Opérateur : P. SANJAIME

Ce document ne peut être utilisé en lieu et place d'un compte rendu

Correction des paramètres capteurs si dérive constatée

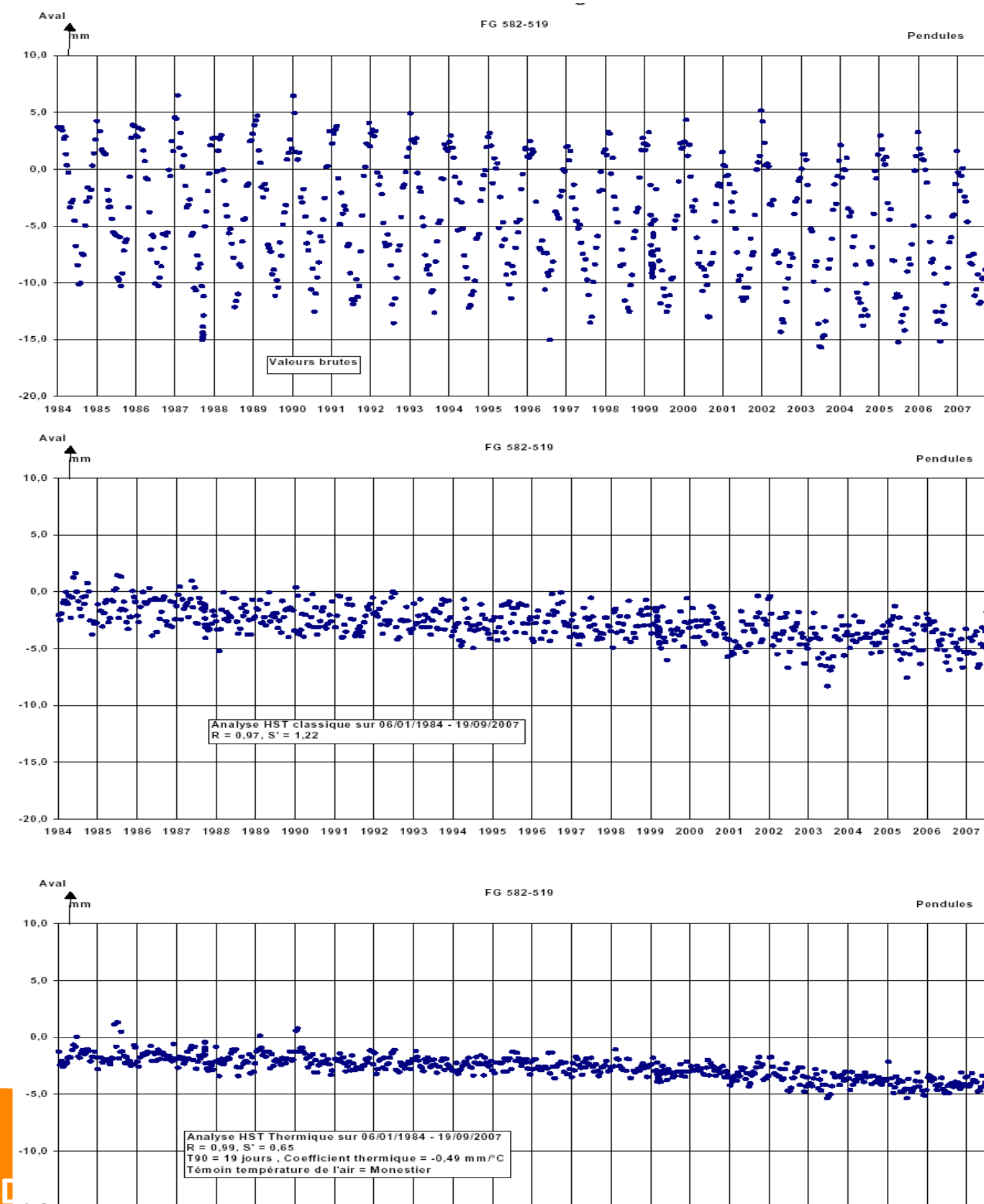


Constat de vérification métrologique du capteur

Les principes de l'instrumentation à EDF

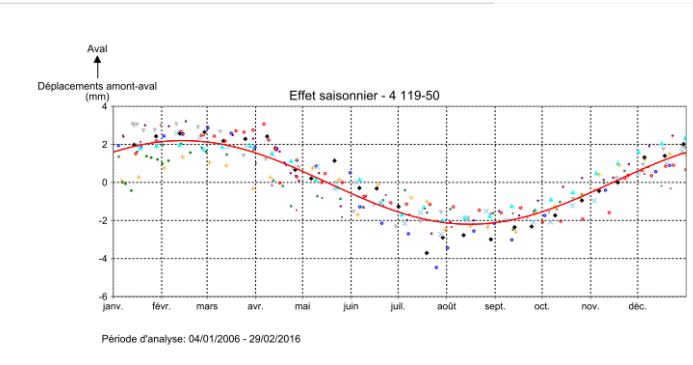
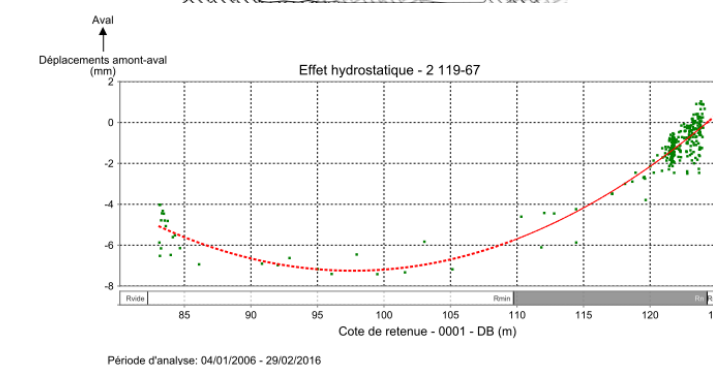
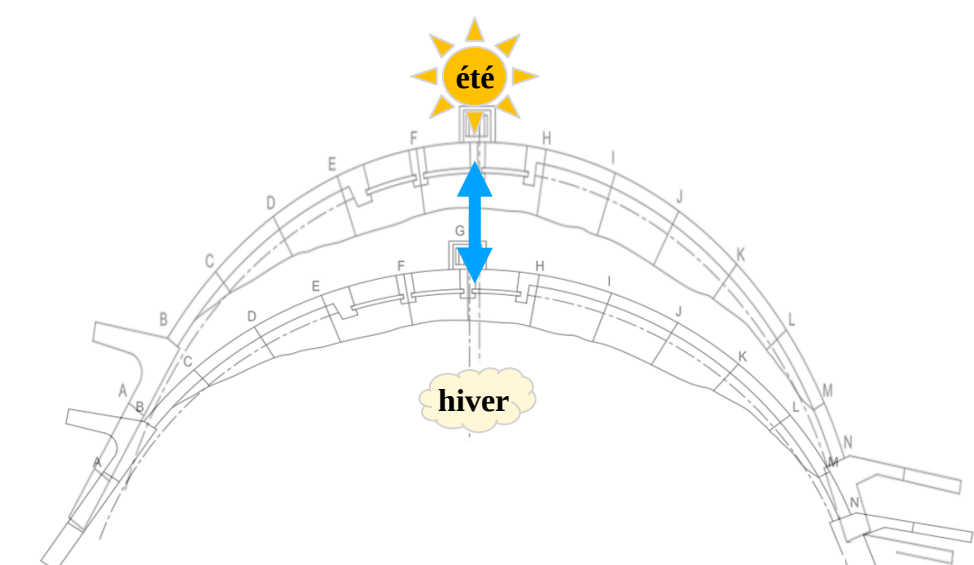
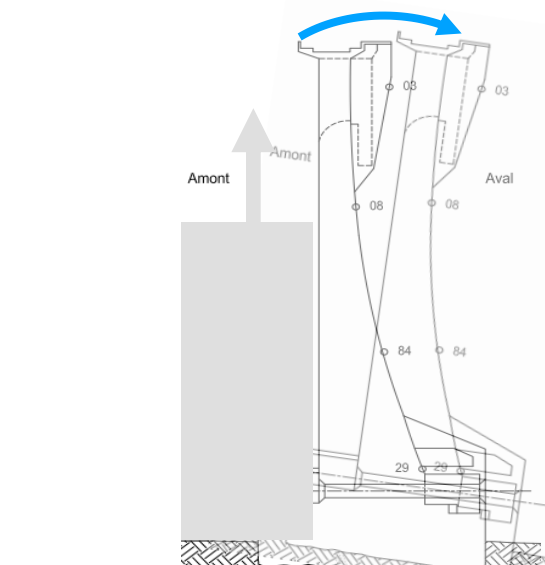
Traitement des données : des modèles d'analyse utilisés au quotidien

Exemple : modèle HST développé dans les années 70 !



Pour les ouvrages d'EDF, utilisation historique du modèle standard HST sur les barrages de type :

$$\text{Valeur brute mesurée} = f(\text{hydrostatique}) + f(\text{saison}) + f(\text{temps}) + \text{résidu}$$

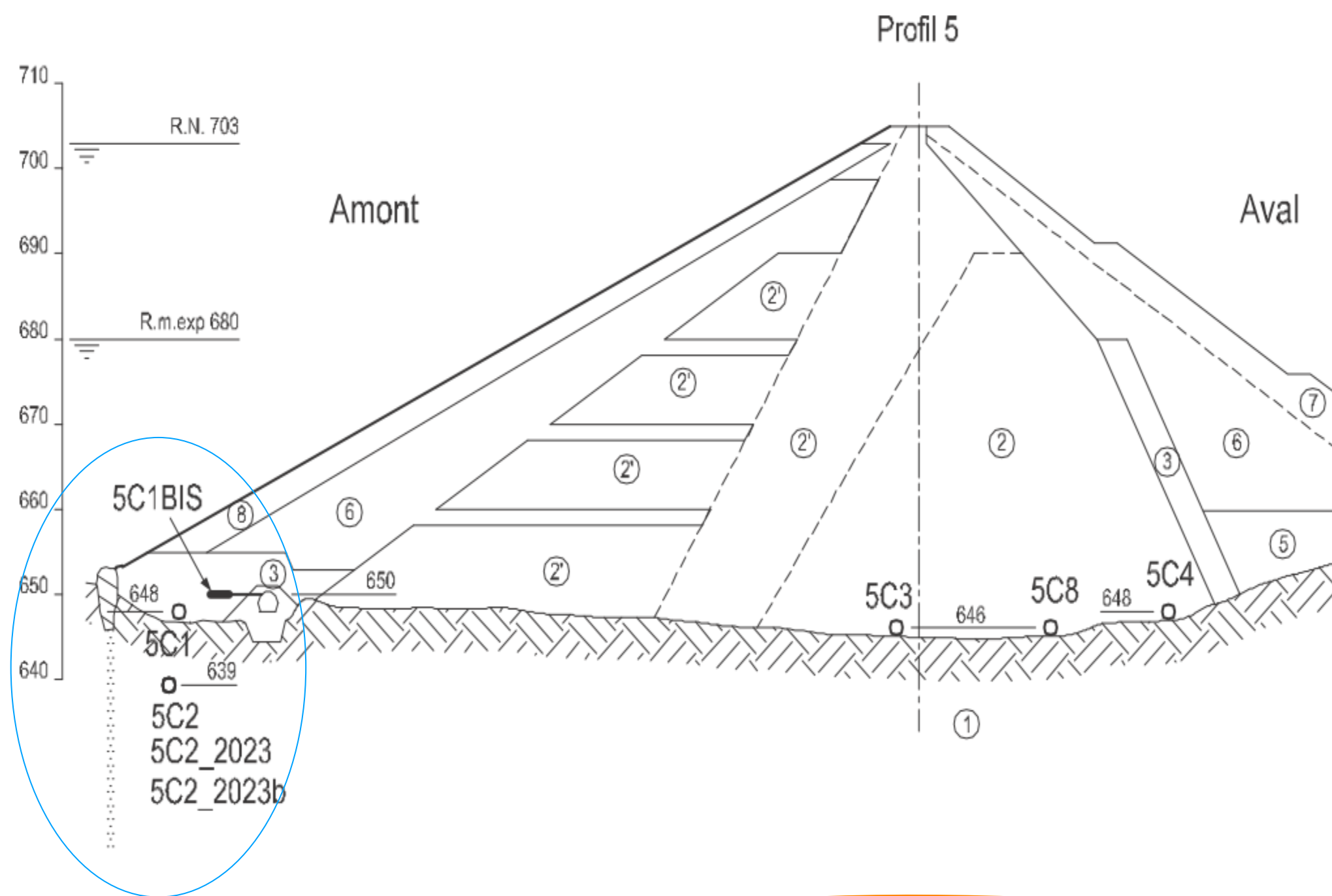


1
2

EDF Hydro / Division Technique Générale - 04/03/2025

Exemples et projets

➤ Ré-instrumentation d'un barrage en vidange suite à perte de plusieurs cellules de pression interstitielle



Exemples et projets

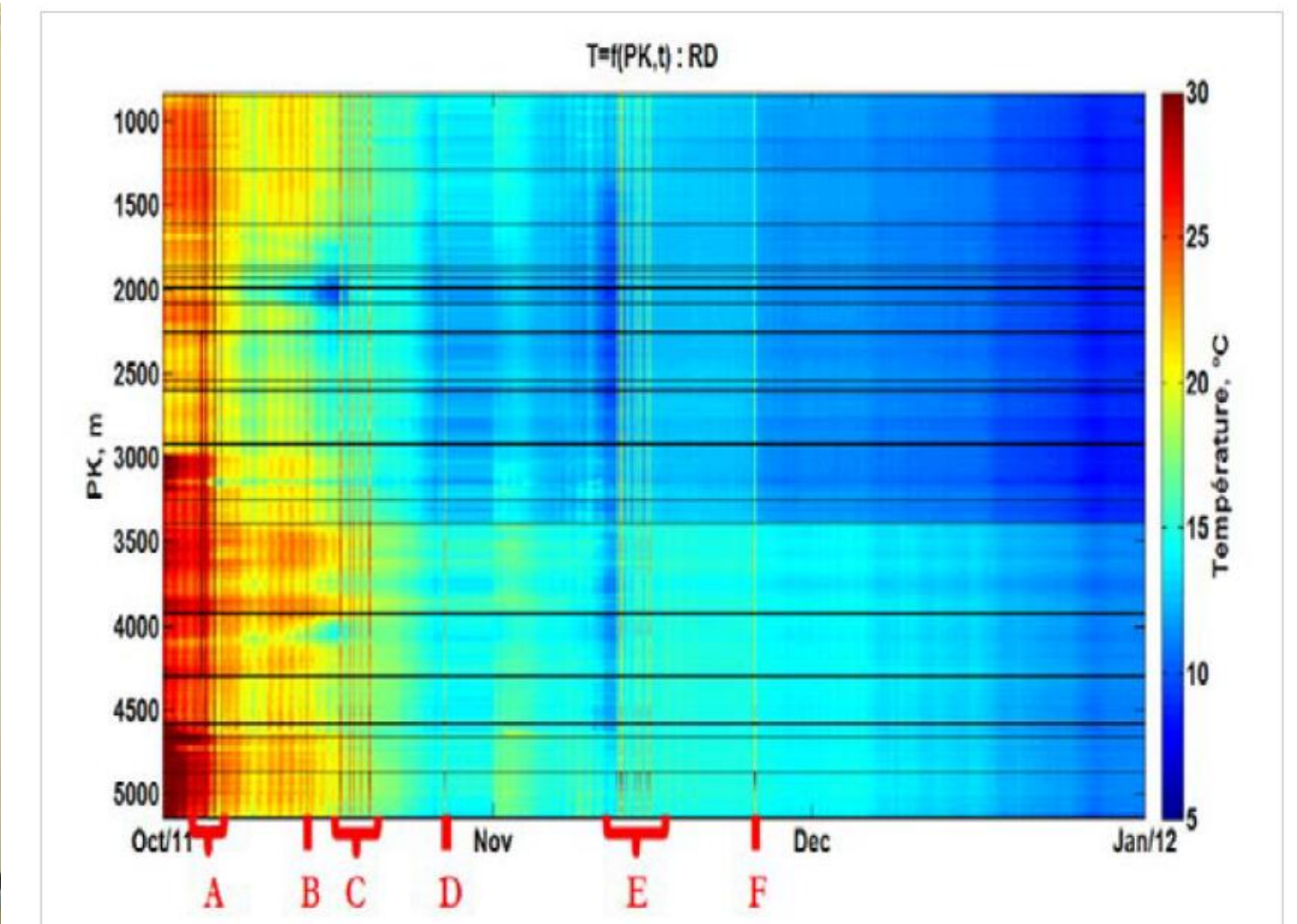
Suivi de mesure de fuites d'un canal par mesures thermiques capteur à fibre optique



Pose de la fibre optique dans les tranchées drainantes



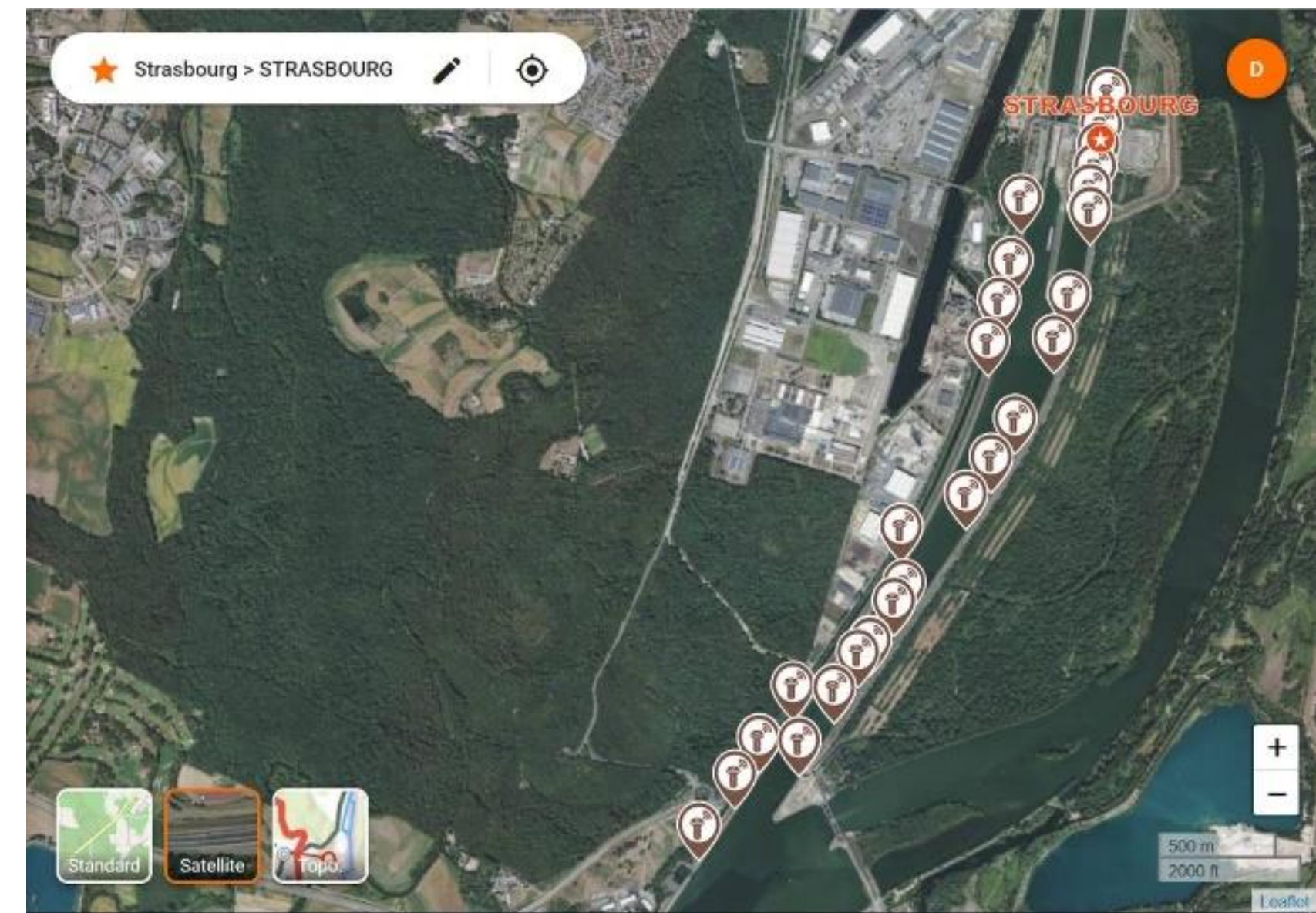
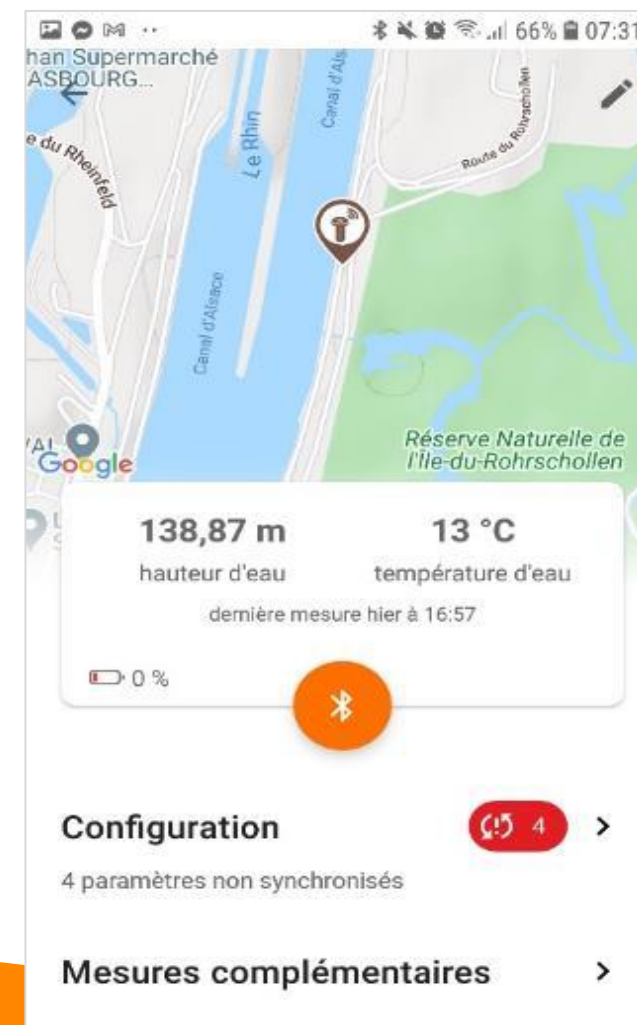
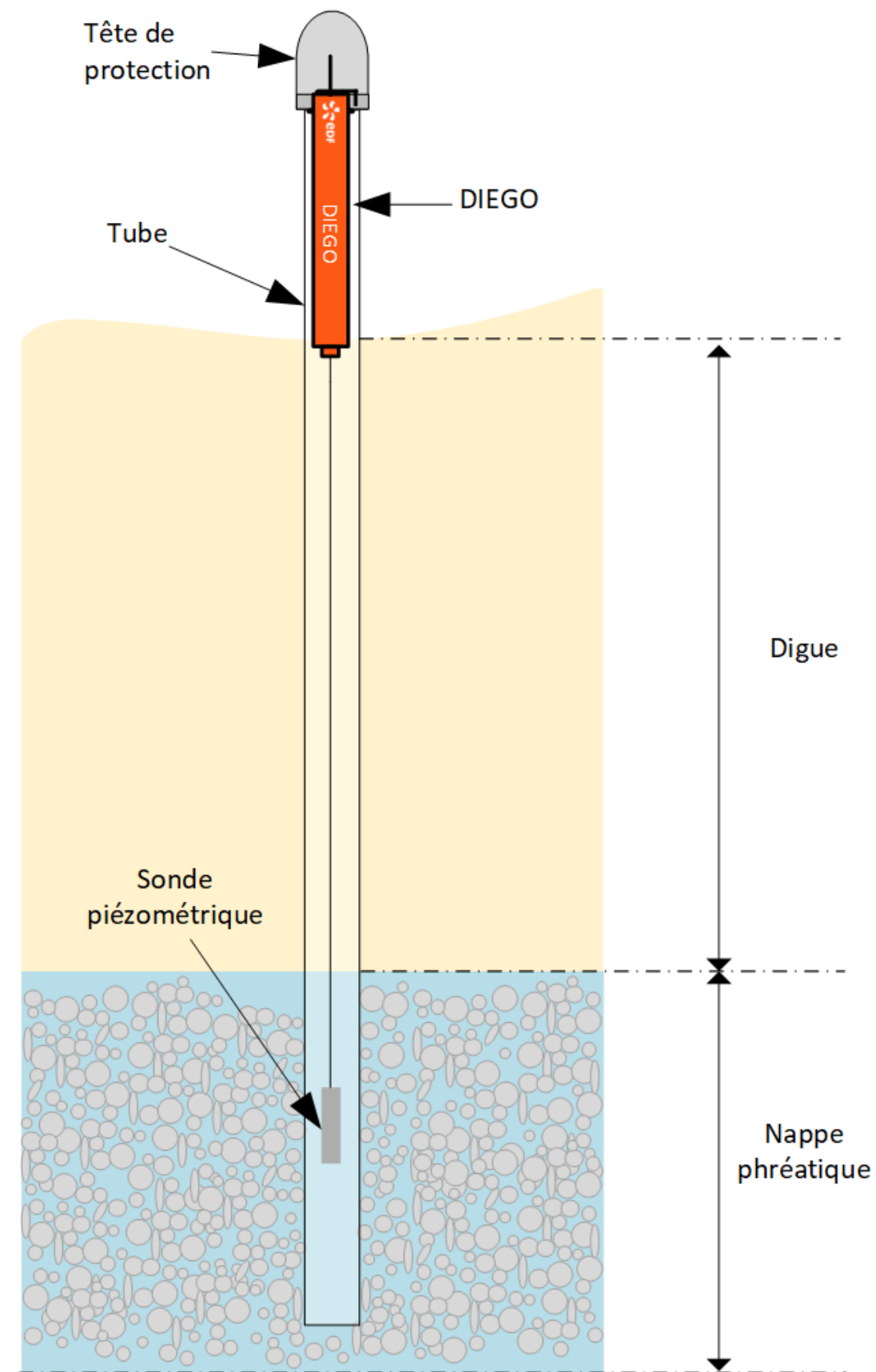
Baie d'acquisition des données de températures DTS (Distributed Temperature Sensor)



Restitution des données de température spatiales sur l'ensemble du linéaire au fil du temps

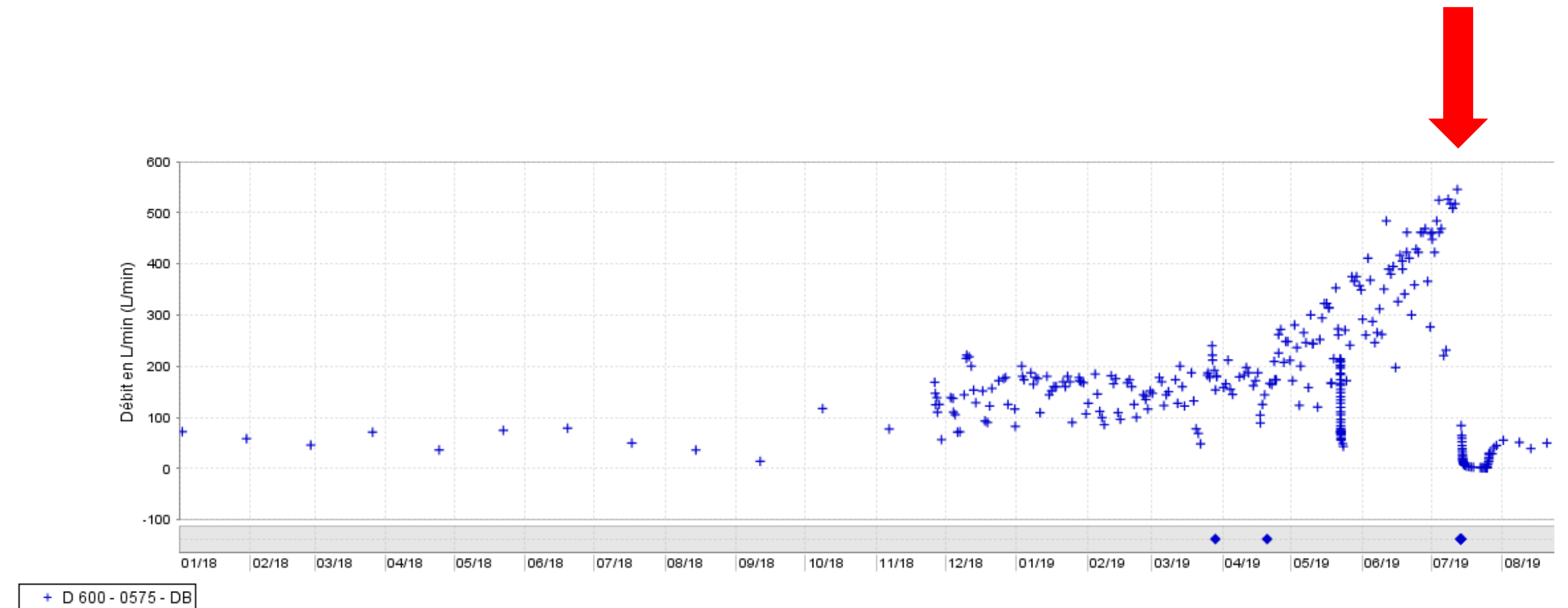
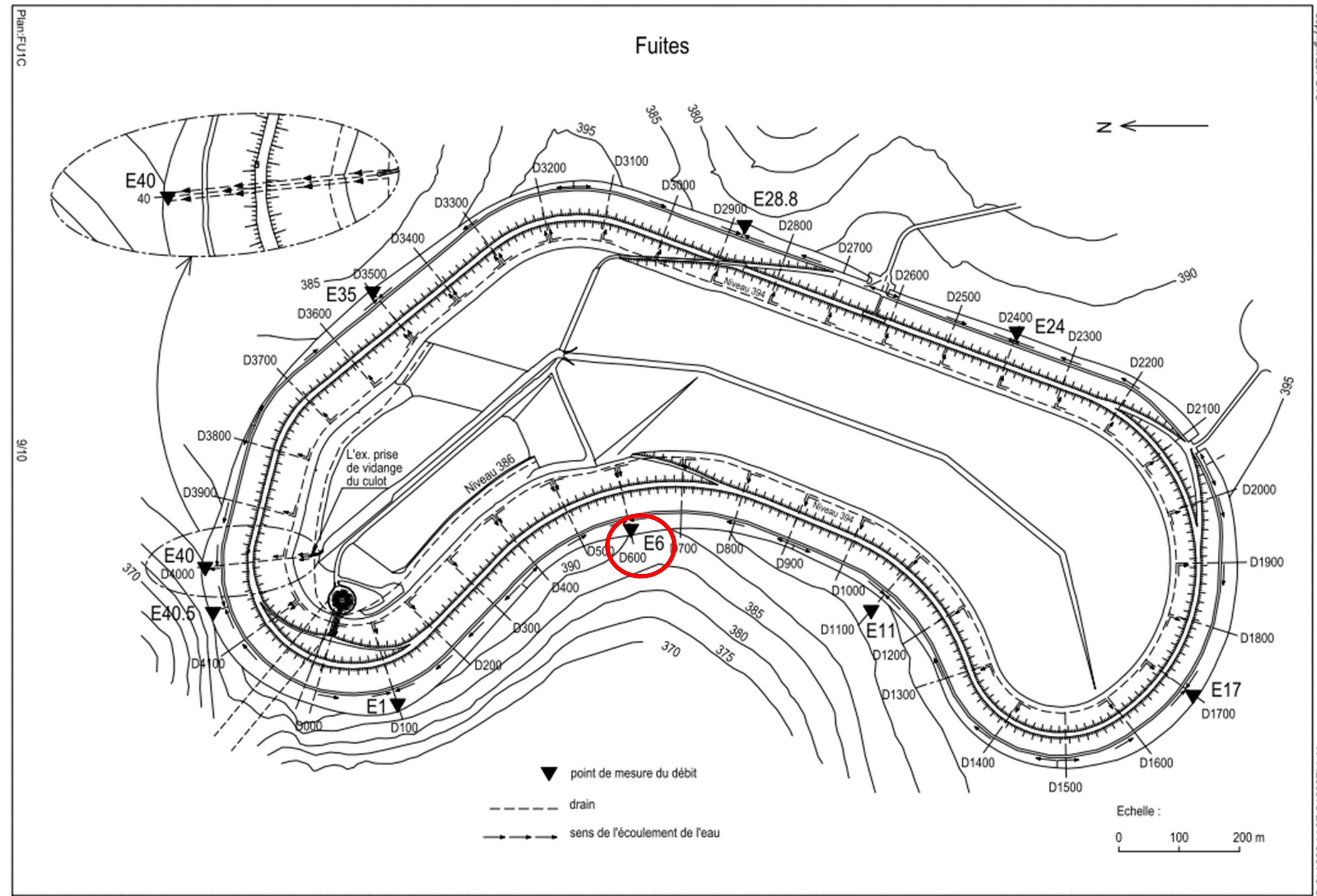
Exemples et projets

Mise en place de 50 capteurs piézométriques IoT pour la modernisation du suivi de la nappe du Rhin endigué



Exemples et projets

Détection d'anomalie de comportement lors de la surveillance d'un bassin supérieur de STEP



Exemples et projets

- Projet d'instrumentation d'un nouveau piézomètre profond + chaîne inclinométrique en forage de 150 m de profondeur dans l'appui RG du barrage du Mont Cenis



Des questions ?

Merci de votre attention !

