



## LA SURVEILLANCE HYDROACOUSTIQUE DES CONDUITES FORCÉES

# Le monitoring des pressions CF à EDF HYDRO

Bruno-1.lecomte@edf.fr

DTG MPSH

28/01/2021 – Symposium 2021 du CFBR



# ORIGINE - PROTOTYPES

- **Le parc EDF Hydro**
  - 450 centrales; 20 GW ; 40 TWh
  - 1 MW – 1680 MW
  - Age : entre 1 et 100 ans
  - 500 CF, moyenne d'âge 60 ans
- **Les incidents de rupture de CF dont la cause (ou l'une des causes) est l'excès de chargement interne sont précédés de *signes précurseurs***
  - *Qui n'étaient pas captés par le passé...*
- **L'idée : capter une grandeur physique essentielle : la pression en pied de CF**
  - Grandeur simple et peu onéreuse à instrumenter
  - Enregistrée à une fréquence d'échantillonnage adaptée à la dynamique des phénomènes hydroacoustiques
- **Dès 2008, plusieurs sites sont équipés, des matériels sont testés**

# ORIGINE - PROTOTYPES

## ▪ Une solution est retenue en 2010 - 2011

⇒ Le « Dispositif de Surveillance des Pressions Conduite Forcée » – le DSPCF

- **Capteur de pression**, et éventuellement de position des organes sensibles (ex : déchargeurs)
- **Enregistreur perturbographe** : en veille permanente, et déclenché sur dépassement d'un seuil dit de « surveillance » fixé de façon à capter le comportement « habituel » de l'installation

⇒ Le cas échéant, nous captions les éventuelles **dérives** de ce comportement (ou précurseurs)

- Un second seuil de pression, calé sur la pression maximale en exploitation normale de l'ouvrage génère immédiatement une alarme à l'exploitant



# DÉPLOIEMENT GÉNÉRALISÉ

- **Déploiement généralisé décidé en 2012 => 2017**

- Aujourd'hui, **320 centrales / 430 conduites forcées** sont équipées :

- Grandes et petites centrales
- Toutes technologies : Pelton, Francis, Kaplan, haute / moyenne / basse chute (de 20 à 1400 mCE)
- Une seule limite : une « conduite » suffisamment longue pour une mesure de pression significative
  
- Parcs de centrales d'EDF, EDF SEI, ainsi que des clients externes (France et international)

⇒ ***Plusieurs dizaines de milliers d'enregistrements en 2020***

⇒ ***Comment traiter efficacement ces flux ?***

# OUTIL CENTRALISÉ DE SURVEILLANCE

- Choix d'un outil centralisé de collecte : l'application de e-monitoring « 2SURPHY » (SURveillance de la SUREté et des Précurseurs Hydrauliques)



=> Collecte / traitement & calculs / détection & alerte automatique

- Tableaux de bord de synthèse

Libellé CF	Raccordé	Nombre total d'événements reçus	Nombre d'événements retenus	Nombre d'événements à acquitter	Nombre de Dép. PME	Nombre de Dép. pression linéaire CF	R
Conduite forcée ...	Oui	1	0	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	2	0	0	0	0	
Conduite forcée	Oui	1	0	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	13	0	0	0	0	
Conduite forcée	Oui	5	4	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	10	9	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	92	81	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	92	17	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	7	6	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	1	0	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	9	8	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	46	39	0	0	0	
Conduite forcée ...	Oui	46	26	0	0	0	

- Diffusion d'alertes (SMS, email)

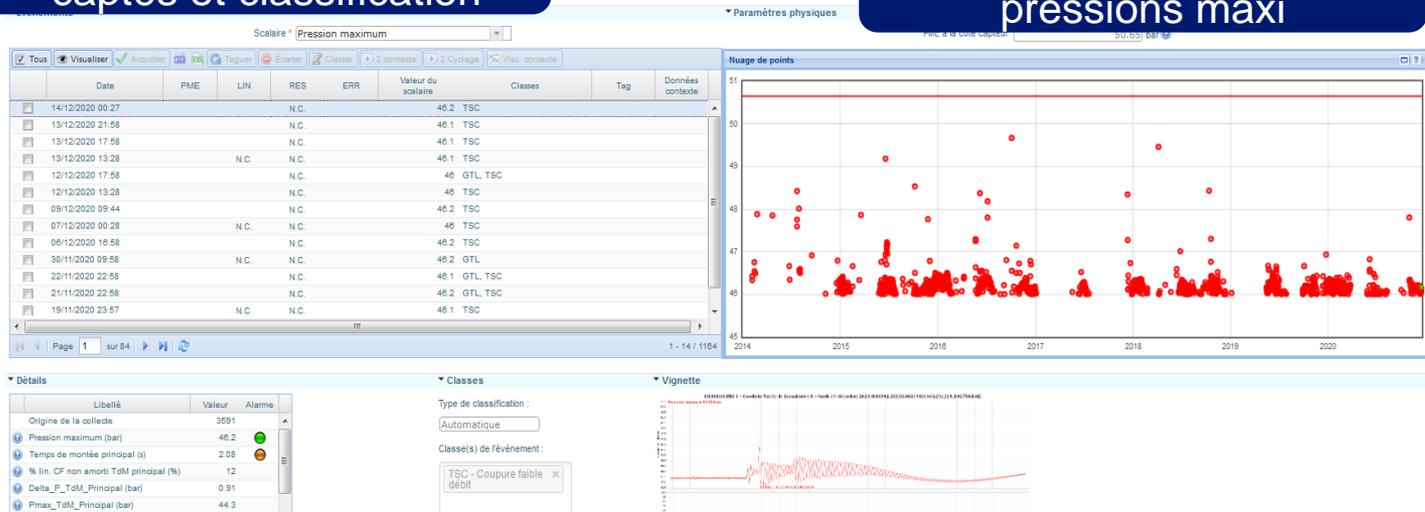
# OUTIL CENTRALISÉ DE SURVEILLANCE



- Visualisation des événements

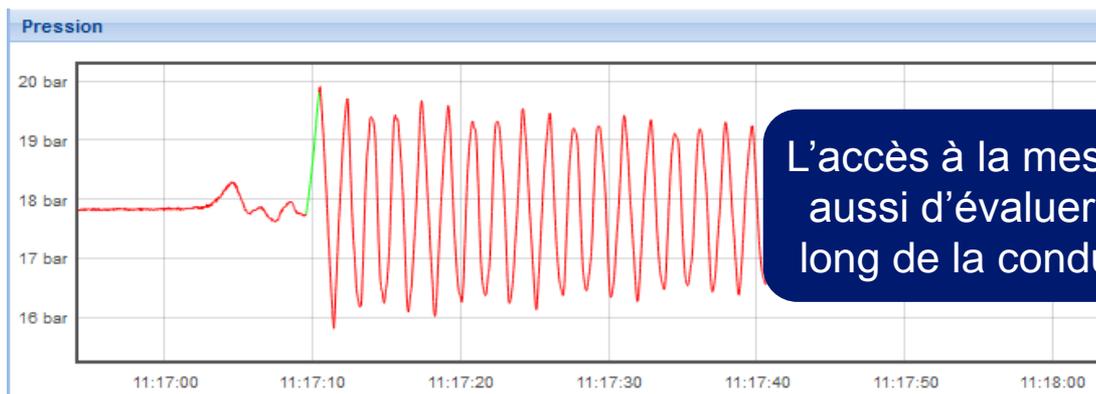
Listing des événements captés et classification

Nuage de point des pressions maxi



Calcul de paramètres significatifs de l'événement

Visualisation Temporel pression / positions organes réglants



L'accès à la mesure de pression permet aussi d'évaluer le chargement tout au long de la conduite => avis mécanique

# L'ORGANISATION DE LA SURVEILLANCE À 3 NIVEAUX

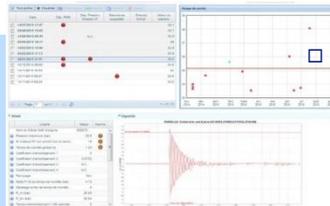
**Niveau 1:** Signal de pression – capteur monté sur la CF



Perturbographe:  
Enregistrement des signaux transitoires significatifs

**Niveau 2:**

- S'assure de la réception de signaux corrects
- Tri des signaux
- Analyse des signaux
- Détection des dérives ou précurseurs
- Suivi des recommandations
- Suivi de la qualité de la mesure



équipes régionales généralistes, formées à la détection et à l'analyse initiale sur de nombreux domaines, dont l'hydroacoustique

- Appui / analyse, débordement vers N3 si nécessaire
- **Revue périodique** de tous les sites pour **détection de dérives** = évolution dans le comportement des matériels

**Niveau 3:**

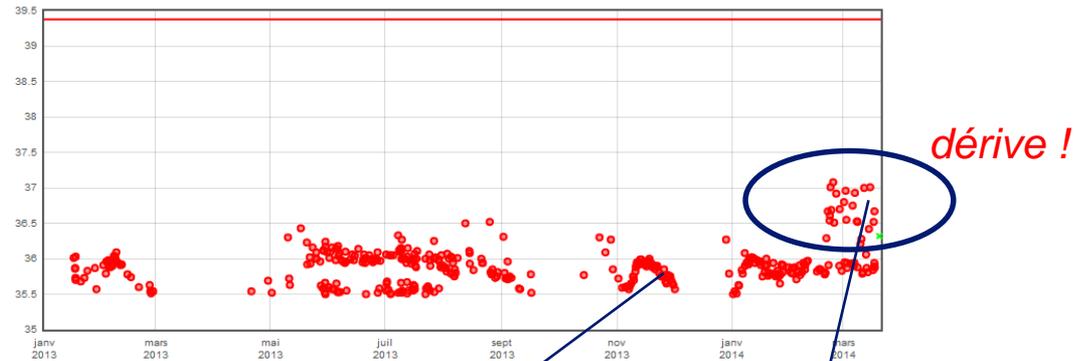
- Analyse sur demande niveau 2
- diagnostic mécanique et hydraulique



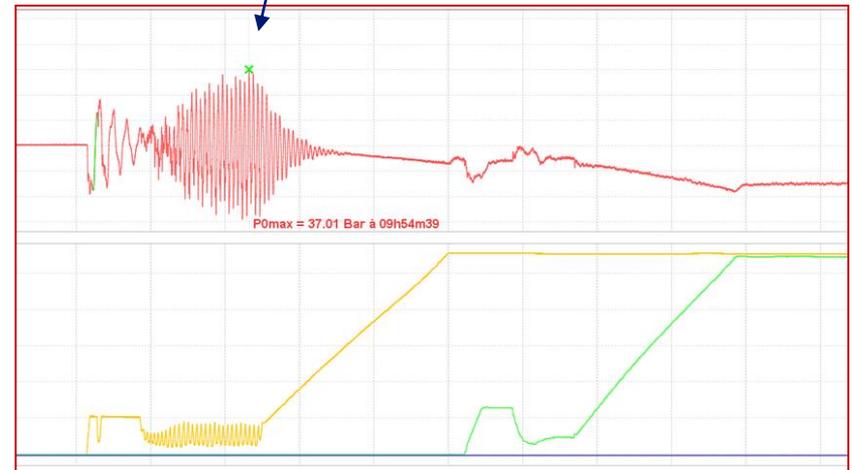
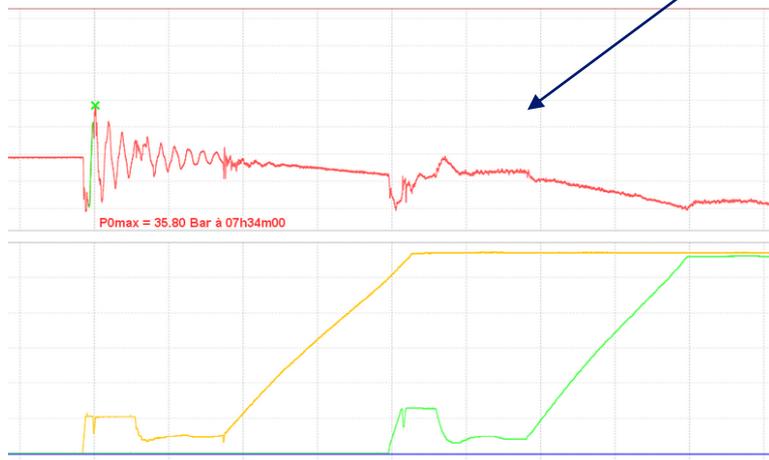
- Ingénierie centralisée (DTG, CIH, Hydrostadium)
  - Un réseau d'hydrauliciens, mécaniciens, automaticiens...
  - Expertise s'appuyant sur le retour d'expérience accumulé depuis 10 ans (800 000 enregistrements en base)
  - **Diagnostics, recommandations...**

# EXEMPLE DE DÉTECTION DE PRÉCURSEUR

- Le Nuage de point des pressions maximales enregistrées montre une dérive soudaine

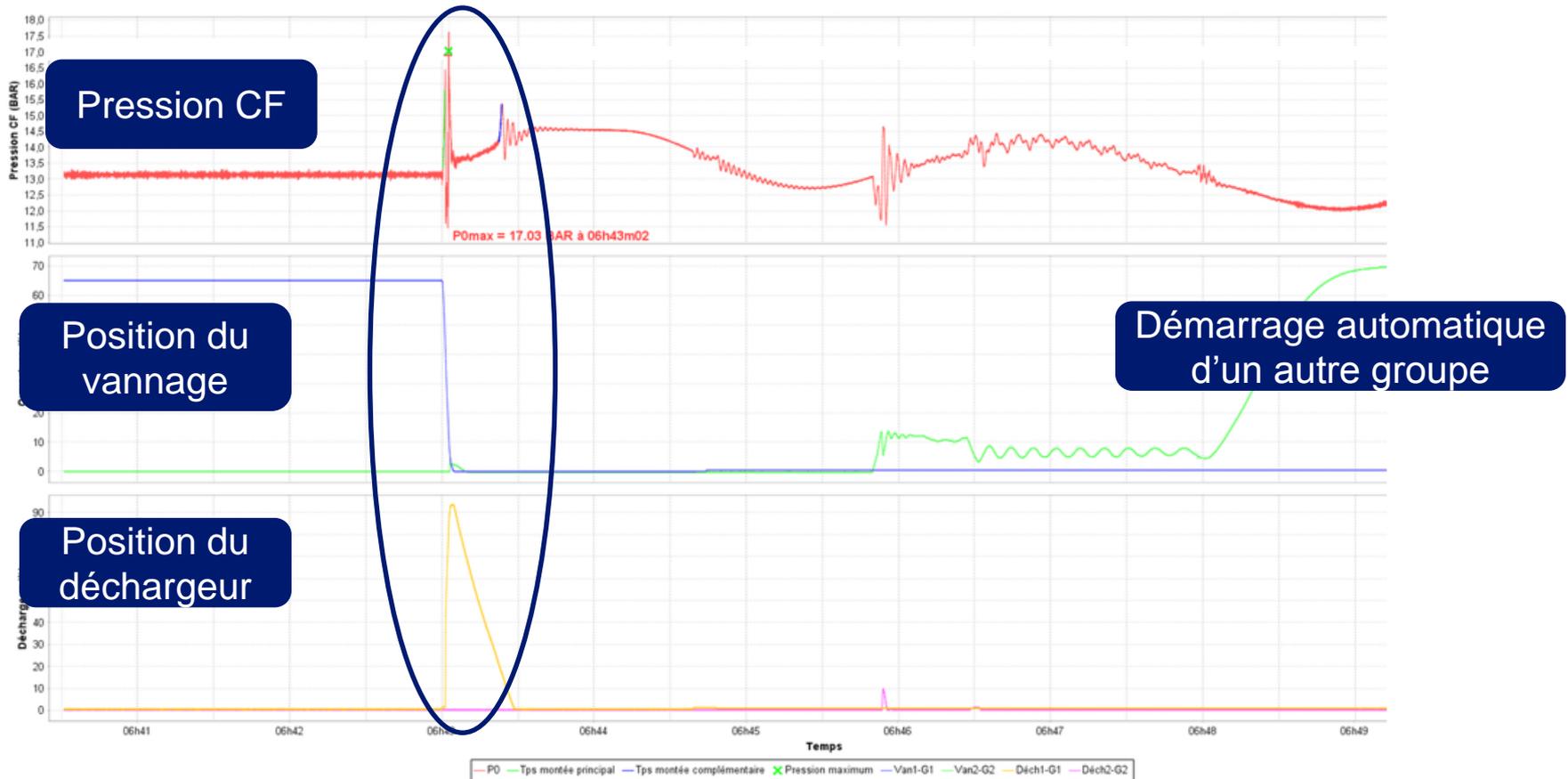


=> Détection d'une instabilité au couplage => intervention équipe spécialisée



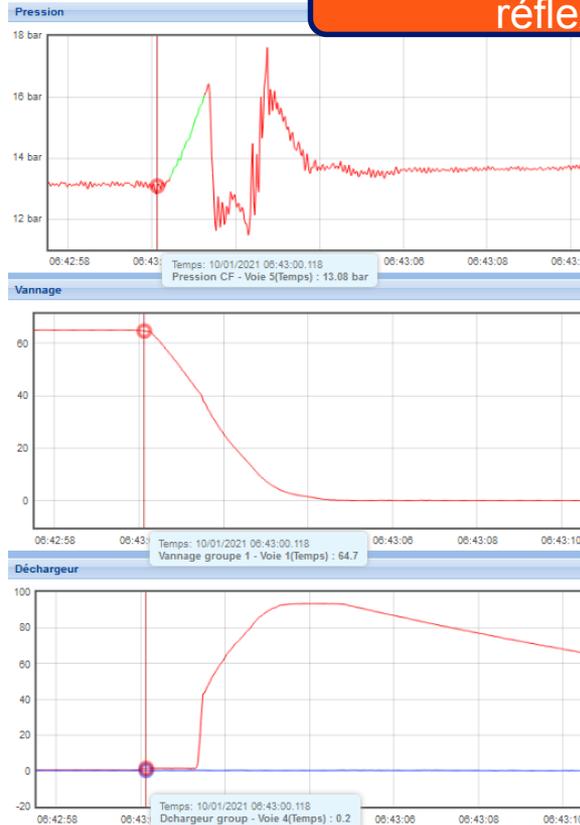
# EXEMPLE DE DÉTECTION DE DÉFAILLANCE

- Déclenchement d'un groupe Francis générant une surpression inhabituellement élevée



# EXEMPLE DE DÉTECTION DE DÉFAILLANCE

Suppression maxi : conséquence de la réflexion de la dépression...



Cause identifiée = liée à la perte transitoire de la pression de régulation

=> Modification réalisée sur le contrôle / commande sur le groupe et préventivement sur tous les groupes du site

Mise en évidence d'un retard à l'ouverture du déchargeur et de sa manœuvre brusque

# RETOUR D'EXPÉRIENCE APRÈS 10 ANS

## *Aucun incident de type rupture par chargement interne depuis 2012 à EDF*

- **Compétences accrues à tous les niveaux de l'entreprise**
  - Notamment identification de l'importance des phénomènes transitoires dits « secondaires » et parfois des phénomènes d'instabilité / résonance hydroacoustique
  - En s'appuyant sur le REX, **capacités de diagnostic et de résolution de problèmes**
    - **Évaluation du profil de chargement** de l'ensemble de la conduite pour avis mécanique
    - Identification de la **phase d'exploitation**, des **matériels à la source de l'anomalie**
    - Préconisations de **solutions validées**, éprouvées pour résoudre un dysfonctionnement
    - **Plans d'actions préventifs** : sur le groupe voisin par exemple

# RETOUR D'EXPÉRIENCE APRÈS 10 ANS

- **Connaissance du comportement hydraulique sur le long terme d'un site**
  - Identification et prise en charge des phases d'exploitation potentiellement à risque
  - détection d'éventuelles dérives de comportement
- **Connaissance du comportement à long terme à l'échelle « d'un parc de centrales »**
  - Un événement vécu sur un site alimente le partage d'expérience pour les sites similaires
  - Ceci a permis une évolution des référentiels dans plusieurs domaines (vannes, automatismes, régulation)
- **Processus ancré dans l'activité de toutes les équipes**
  - Toutes les équipes sont sensibilisées aux phénomènes, à leurs risques, et à la façon de les éviter

# RETOUR D'EXPÉRIENCE APRÈS 10 ANS

- **Détection au plus tôt des anomalies de comportement**

- dysfonctionnements détectés, identifiés, pris en charge et résolus

**=> Gains en terme de fiabilisation, de durée de vie de certains composants**

**=> MAINTIEN DANS LE TEMPS D'UN HAUT NIVEAU DE SÛRETE D'EXPLOITATION DES CONDUITES FORCÉES**

- **Une base de connaissance sur laquelle on peut s'appuyer**

- lors des analyses de risque : essais, requalifications, études de danger...