



Our passion, your solution.



# Super-fails

## De ces projets qui n'ont pas fonctionné comme prévu

Journée technique SSH

09.10.2021

*V. Denis*

# Maîtriser un projet : les 4C

## Compétences

Choix des entreprises, spécifications techniques, garanties



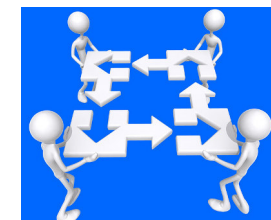
## Contrôle

des études, de la fabrication, du montage, de la mise en service



## Coordination

des études, des fournisseurs, des co- ou sous-traitants



## Co-activité

des entreprises lors du chantier (souvent moins fréquente en petite hydro)

- Extension d'un site existant par l'ajout d'un nouveau groupe
- Rupture de la bifurcation entre groupes existants et nouveau groupe
- ⇒ Retard de la Mise en Service de 2 mois
- ⇒ 2 mois de perte de production des centrales (existante + nouvelle)
- ⇒ Heureusement, pas de dommage corporel ou matériel sur les centrales existantes, ni les autres équipements de la nouvelle installation
- ❖ Contrôle (note de calcul, épreuve hydraulique, etc.)



**Contrôle**





- Echauffement paliers-turbine : en alarme, proche seuil-défaut
- HS après quelques dizaines d'heures de fonctionnement
- ⇒ Perte de production + coût de maintenance difficilement chiffrable
- ❖ Root Cause Analysis pour identifier la cause puis modification du groupe



Contrôle

- Endommagement du bâti Pelton lors du transport entre l'usine et la centrale
- ❖ Le bâti a pu être sauvé ⇨ Réparation sur site
- ❖ Préparation itinéraire. Expérience, références, assurances du transporteur



**Compétences**



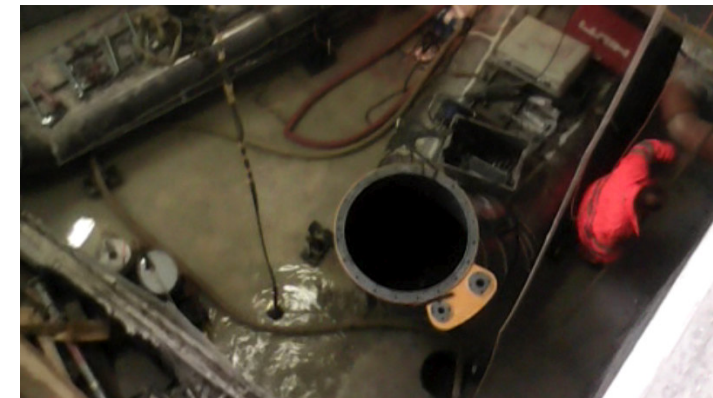
- Non-respect des plans d'ouvrage
  - Dimensions erronées du local existant
  - Absence d'étude du canal de fuite
- ⇒ Réserve des aspirateurs trop petites
  - ⇒ Canal de fuite trop étroit
  - ⇒ Niveau d'eau insuffisant dans canal de fuite
  - ⇒ Perte de charge conduites sous-estimée

- ❖ Elargissement des réservations-aspirateurs
- ❖ Modification angles et positions aspirateurs
- ❖ Ajout d'un seuil dans le canal de fuite
- ❖ Perte de production 100'000 kWh par an



**Coordination**

- Erreur sur le type de raccord des tuyauteries après bifurcation : risque de déboîtement
- Absence de prise de pression, de brides pour les by-pass de la vanne de garde, etc.
- Gestion des aléas de réalisation faisant fi des plans existants et sans coordination avec les différents acteurs
- ⇒ Importantes modifications des tuyauteries principales et secondaires
- Réunions de chantier hebdomadaires ne prenant pas assez en compte la co-activité et les aléas (*attention de ne pas pêcher par optimiste sur le planning*)
- ⇒ Report à plusieurs reprises du montage des équipements électro-mécaniques
- ❖ Au final, mise en service retardée de 9 mois (3,5 GWh)
- ❖ Plusieurs réclamations de plusieurs kCHF chacune



**Co-activité**

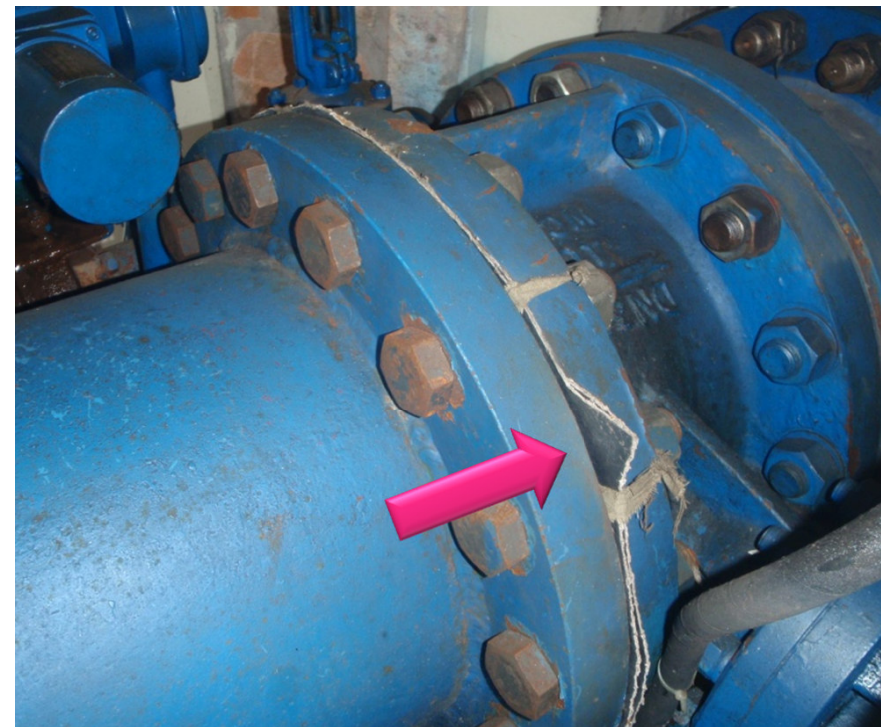


- Les «mini-fails» restent souvent en l'état

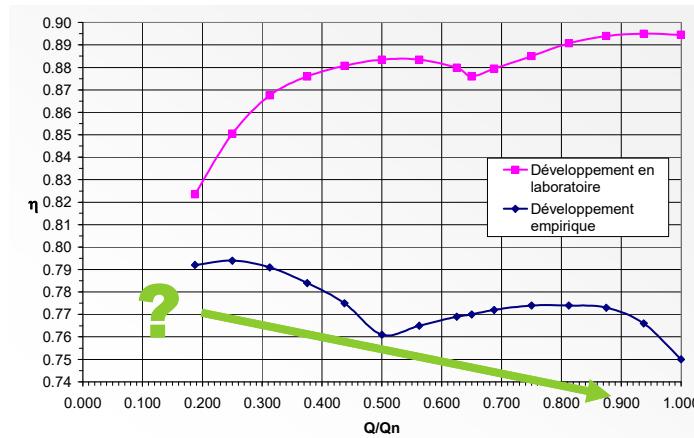
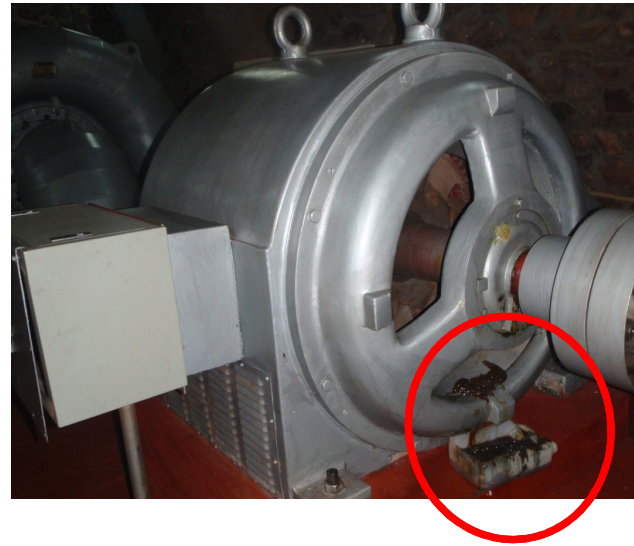
Attention à ce qu'ils ne deviennent pas ou n'engendrent pas un super-fail par effet-domino!



- Fuite sur joint de tourillon de vanne



- Défaut d'étanchéité de la bride



# Que faire quand le super-fail n'a pas pu être évité ?

- ✓ Analyser la situation
- ✓ Identifier toutes les solutions possibles
- ✓ Trouver la meilleure solution ou celle acceptable par toutes les parties prenantes

➤ **Rechercher des solutions avant de chercher un coupable !**



- Pélec  $\cong$  80 kW
- ➔ taille du projet / conséquences?
- Acteurs (atelier mécanique, fournisseur,..., exploitant,...) en collaboration régulière
- Refus de la roue?

➔ Réparations +  
contrôles réguliers



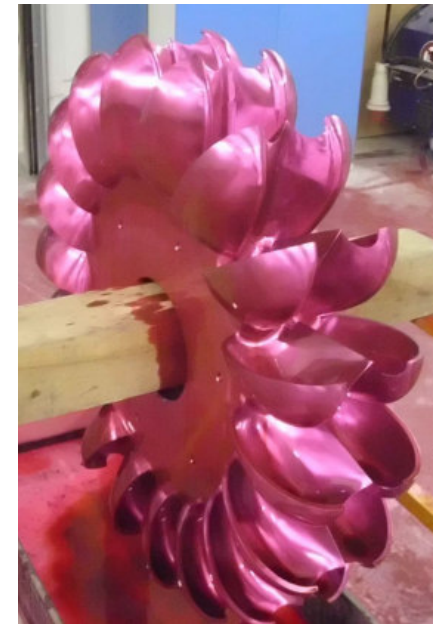
Coupe  
d'électricité?

## Etude de cas n°1

# Accident sur roue durant l'usinage

- Choix d'une méthode de réparation par soudure en concertation avec le client, son conseil, l'atelier mécanique.
- Réparation => risques de fissurations et de non homogénéité.
- Mise en place de contrôles non destructifs post-réparation ainsi que d'un plan de contrôle durant l'exploitation.
- Contrôles dimensionnels et surfaciques après réparation

Contrôle	Juste après réparation	> 1500 h	>10'000 h
Magnétoscopie	oui	oui	oui
Ressuage	-	oui	oui
Dimensions de l'accouplement (déformation?)	oui	-	-
Mesures de micro-dureté	oui	-	-
Qualité de surface des augets	oui	-	oui
Mesures de rendements	oui		



Essai de ressuage

**Etude de cas n°1:** aux frais de l'atelier mécanique  
 → A chaque étape: remplacement de la roue?





# Etude de cas n°1

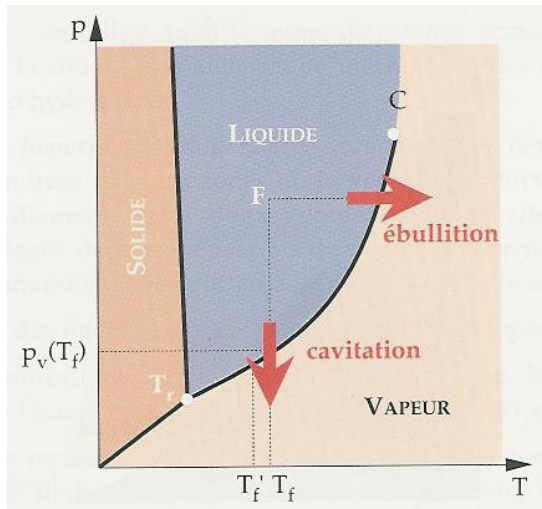
## Conclusions pour le projet



- Bonne communication entre les différents acteurs
- Les meilleurs compromis
- Solution financièrement acceptable pour le fournisseur
- Solution techniquement acceptable pour le client contre garantie supplémentaire de 100'000h
- **Pas de retard** dans la mise en service

# Etude de cas n°2

## Cavitation sur les Pelton aussi!



- Erosion des aubages => destruction de la roue
- Baisse de rendement => baisse de production
- Ultérieurement, vibrations dues au déséquilibre



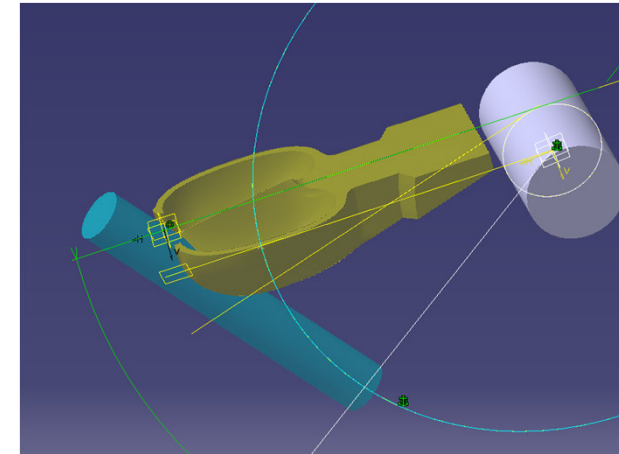
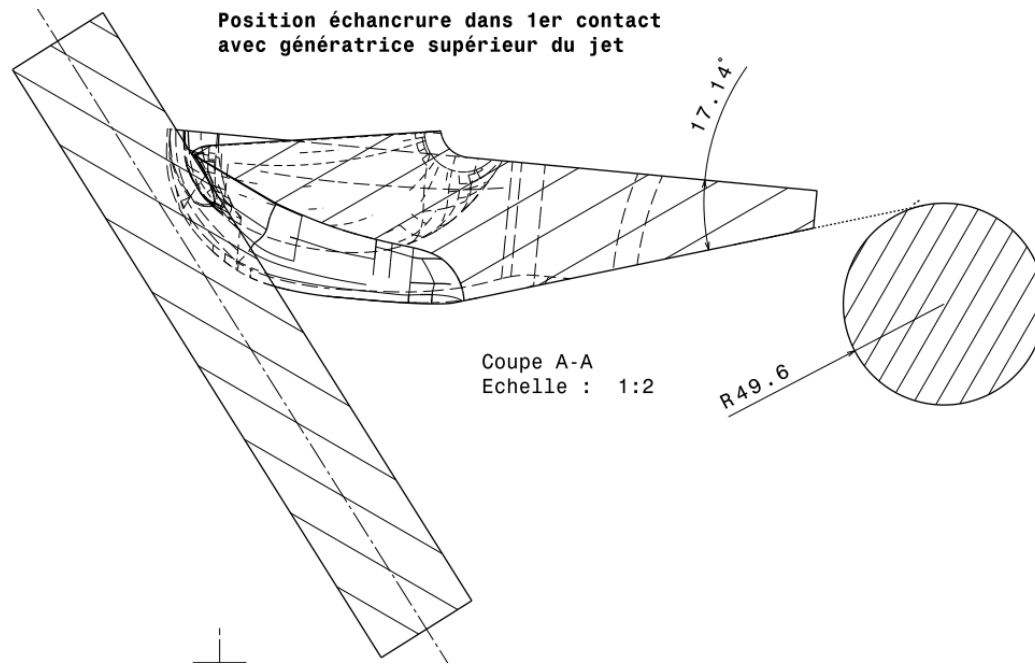
### Causes possibles

- Chute faible (< 100 m) ?
- Erreur dans la définition de la chute?
- Définition trop approximative de la perte de charge dans la conduite?
- Exploitation en sur ouverture/surcharge?
- Vitesse de rotation trop élevée ? Diamètre d'injection trop grand?
- Mauvais calage du point de dimensionnement? Du jet? Des augets?
- Trop peu d'augets? Grand angle de travail? Le jet impacte l'auget suivant? (calcul du recouvrement?)
- Conception hydraulique inadaptée?



# Etude de cas n°2

**$H_n (Q_n) < 60 \text{ m} + \text{incidence non optimale}$   
**au dos des augets  $\rightarrow$  cavitation****



Analyse de l'inclinaison du jet  
 $\rightarrow$  adaptation du profil extradors de l'auget

## Connaître son projet

- ✓ Bien connaître les données de base
- ✓ Bien définir ses objectifs (pas de sous ou sur-qualité)
- ✓ Bien définir ses besoins : dimensionnement optimal des équipements

## Compétences

- ✓ Choix des entreprises : références, expériences projets similaires, doc. autres projets
- ✓ Contrôles ciblés des études / plans / procédures les plus critiques
- ✓ Demande de garanties : mesurables, adaptées au projet, justes pour le Client/Fournisseur

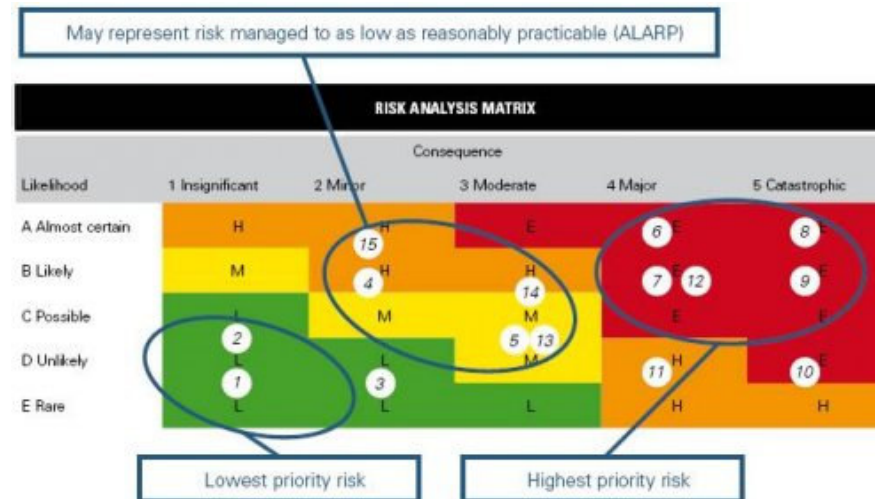
## Contrôle & Inspections

- ✓ Contrôles des étapes-clefs de la fabrication, du montage, de la Mise en Service,
- ✓ Vérification des performances attendues

## Coordination

- ✓ Vérification des interfaces entre lots et sous-traitants
- ✓ Planning pour s'assurer que les informations seront disponibles à temps

- Les principes généraux pour réaliser une centrale hydraulique sont toujours les mêmes. Cependant, les détails de sa réalisation, des contrôles doivent être adaptés à chaque cas en se basant sur :
  - Les retour d'expérience (Ingénierie, Exploitation, Maintenance)
  - Une analyse de risques : identification, gravité, probabilité, etc.





VD1



Our passion, your solution.



# Merci pour votre attention

Mhylab  
Bois Jolens 6  
1354 Montcherand  
[info@Mhylab.com](mailto:info@Mhylab.com)  
+41 24 442 87 87

