



Thème : Vantellerie de barrages dans les EDD, RS, VTA et ETC

Capitalisation du Retour d'Expérience sur les vannes de barrages

Philippe BRYLA
Mathieu GEVODANT
Marielle MONTERYMARD



Colloque CFBR

Vantellerie, contrôle-commande, télécom et alimentations électriques
pour des barrages plus sûrs

2 et 3 décembre 2015 – Chambéry



Crue au barrage de Grangent – 2008

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION

Un parc étendu et diversifié
De nombreux diagnostics d'état

2. LA BASE DE DONNÉES HYMEDIAG

Objectifs et structuration des données
Caractérisation des dysfonctionnements
Contenu de la base de données

3. PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS RECENSÉS SUR LES VANNES

4. EXEMPLES D'UTILISATION DE LA BASE HYMEDIAG

Estimation de taux de défaillance
Raisonnement par analogies

5. CONCLUSION

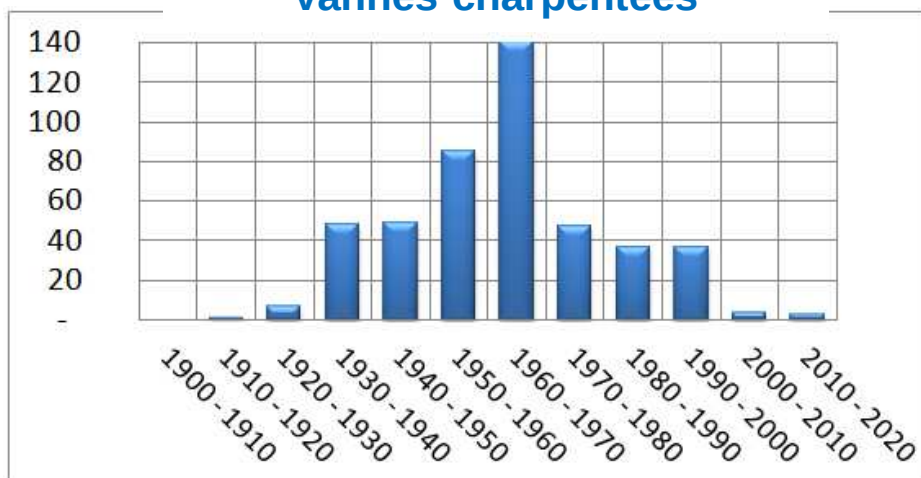
INTRODUCTION

Un parc étendu et diversifié

- **Plus de 6000 vannes de barrage exploitées par EDF**
 - Fonctions diverses
 - Environnement et modes d'exploitation de chaque matériel
 - Spécificités intrinsèques liées à la période de mise en service
 - ❖ Type de conception
 - ❖ Technologies de fabrication
 - ❖ Matériaux utilisés
 - ❖ Évolution du CC



Vannes charpentées



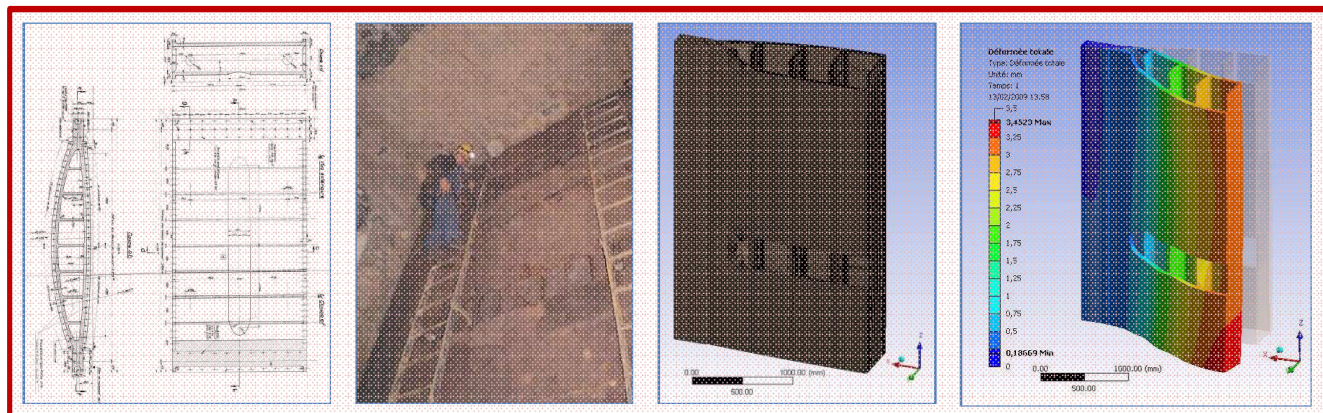
Vannes en conduite



INTRODUCTION

De nombreux Diagnostics d'état

- **Différents diagnostics réalisés par l'ingénierie**
 - Cotation de chaque vanne du parc : Criticité = f (état ; enjeu)
 - Diagnostics pluriannuels réalisés sur les matériels dont la criticité est la plus élevée
 - Contributions hydromécaniques aux Revues de Sûreté
 - Analyses post-avaries
- **Ces diagnostics incluent généralement les phases suivantes**
 - Collecte de données disponibles, historique du matériel
 - Inspections, CND
 - Quantification des chargements / calcul (si besoin)
 - Synthèse



LA BASE DE DONNÉES HYMEDIAG

Objectifs et structuration des données

- **L'objectif est de profiter du Retour d'EXpérience pour :**
 - Analyser des nouveaux dysfonctionnements rencontrés
 - Déterminer les principaux modes de défaillance par familles technologiques
 - ⇒ **orienter les actions de renforcement de la sûreté**
 - Orienter la maintenance, conception de matériels neufs
 - Hiérarchiser les technologies en fonction de leur robustesse
- **Principales données capitalisées**
 - **Données de conception**
 - ❖ Type de vanne
 - ❖ Dimensions
 - ❖ Éléments de la chaîne cinématique
 - **Dysfonctionnements**
 - ❖ Composants en cause
 - ❖ Actions correctives

LA BASE DE DONNÉES HYMEDIAG

Contenu de la base de données

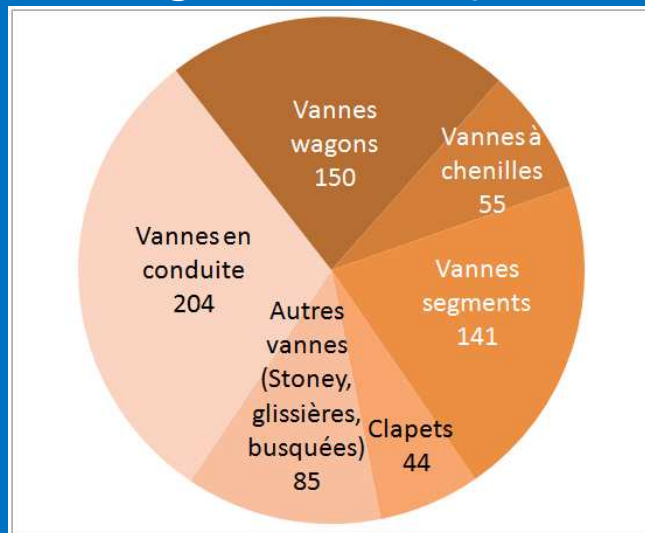
■ Actuellement :

- ≈ 700 vannes recensés - 457 dysfonctionnements (défaillance ou écart)
- ≈ 100 vannes renseignées / an

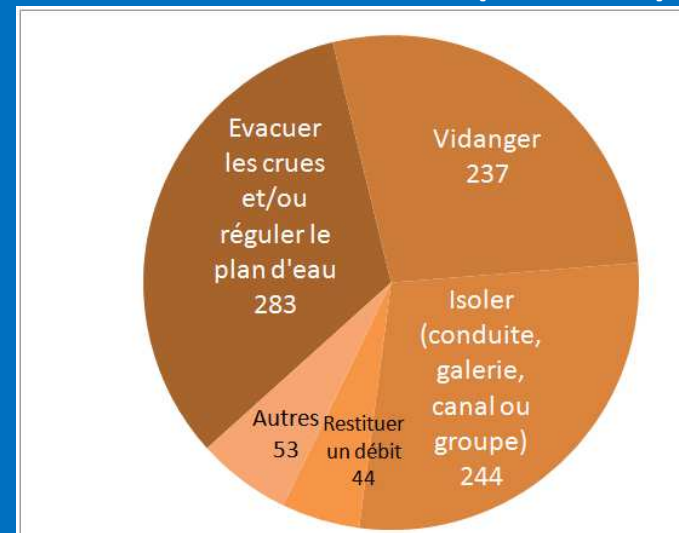
■ Quelques biais :

- Les vannes de barrages sont les plus représentées (Revue de Sûreté)
- Les vannes les moins fiables sont sur-représentées (priorisation des diagnostics sur criticité élevée, analyses post- avaries)

Technologies de vannes (11/2015)



Fonctions des vannes (11/2015)



LA BASE DE DONNÉES HYMEDIAG

Caractérisation des dysfonctionnements

■ On distingue 2 types de dysfonctionnements

- **Défaillance** de la vanne en exploitation normale ou au cours d'un essai

		Non ouverture			Perte totale de la commande
		Non fermeture			Rupture obturateur
		Blocage en cours d'ouverture			Colmatage galerie, conduite ou canal
		Blocage en cours de fermeture			Rupture élément(s) chaîne cinématique
		Ouverture intempestive			Rupture pièce fixe
		Fermeture intempestive			Rupture corps
		Perte de manoeuvrabilité			

- **Écart** = non respect d'un critère du référentiel (impossibilité de manoeuvre avec la source principale, effort de manoeuvre trop élevé, temps de manoeuvre non conforme, sous-épaisseur non acceptable...)

		Dégradation de l'huile			Perte de matière
		Perte d'huile			Fissuration
		Dérive des temps de manoeuvre			Déformation de l'obturateur
		Dérive des efforts			Perte partielle de la commande
		Manoeuvre saccadée			Perte de l'information de la position vanne
		Bruit anormal			Fumée
		Vibrations			Guidage asymétrique
		Perte d'étanchéité			Vanne non verrouillée
					Inondation du local de commande des vannes

PRINCIPAUX DYSFONCTIONNEMENTS RECENSÉS

- **On peut regrouper plusieurs dysfonctionnements dans un unique mode de défaillance « perte de manœuvrabilité » :**
 - Non ouverture
 - Non fermeture
 - Blocage en cours d'ouverture
 - Blocage en cours de fermeture
- **La base permet d'analyser finement le (ou les) composant(s) à l'origine de ce mode de défaillance**
- **On dégage facilement quelques tendances pour les technologies de vannes les plus représentées, par exemple :**
 - Vannes segments : 141 vannes
 - Vannes wagons : 150 vannes

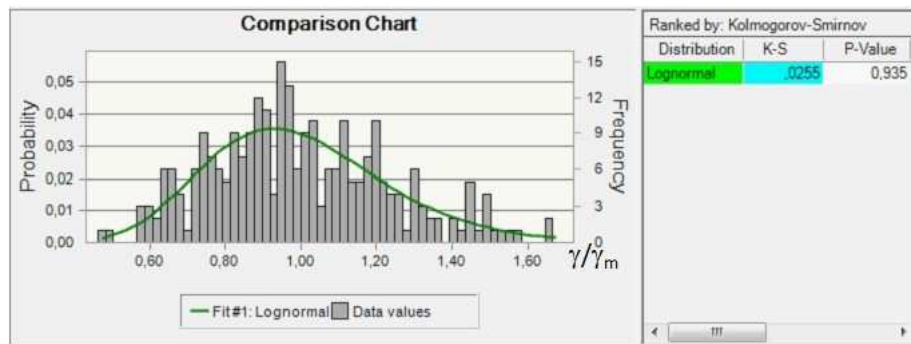
EXEMPLES D'UTILISATIONS DE LA BASE

Estimation de taux de défaillance (1/2)

- Estimation d'un taux moyen de dysfonctionnement à la sollicitation γ pour le mode de défaillance global « perte de manœuvrabilité »

$$\gamma_m = \frac{\text{Nb. de dysfonctionnements}}{\text{Nb. de manœuvres de vannes}}$$

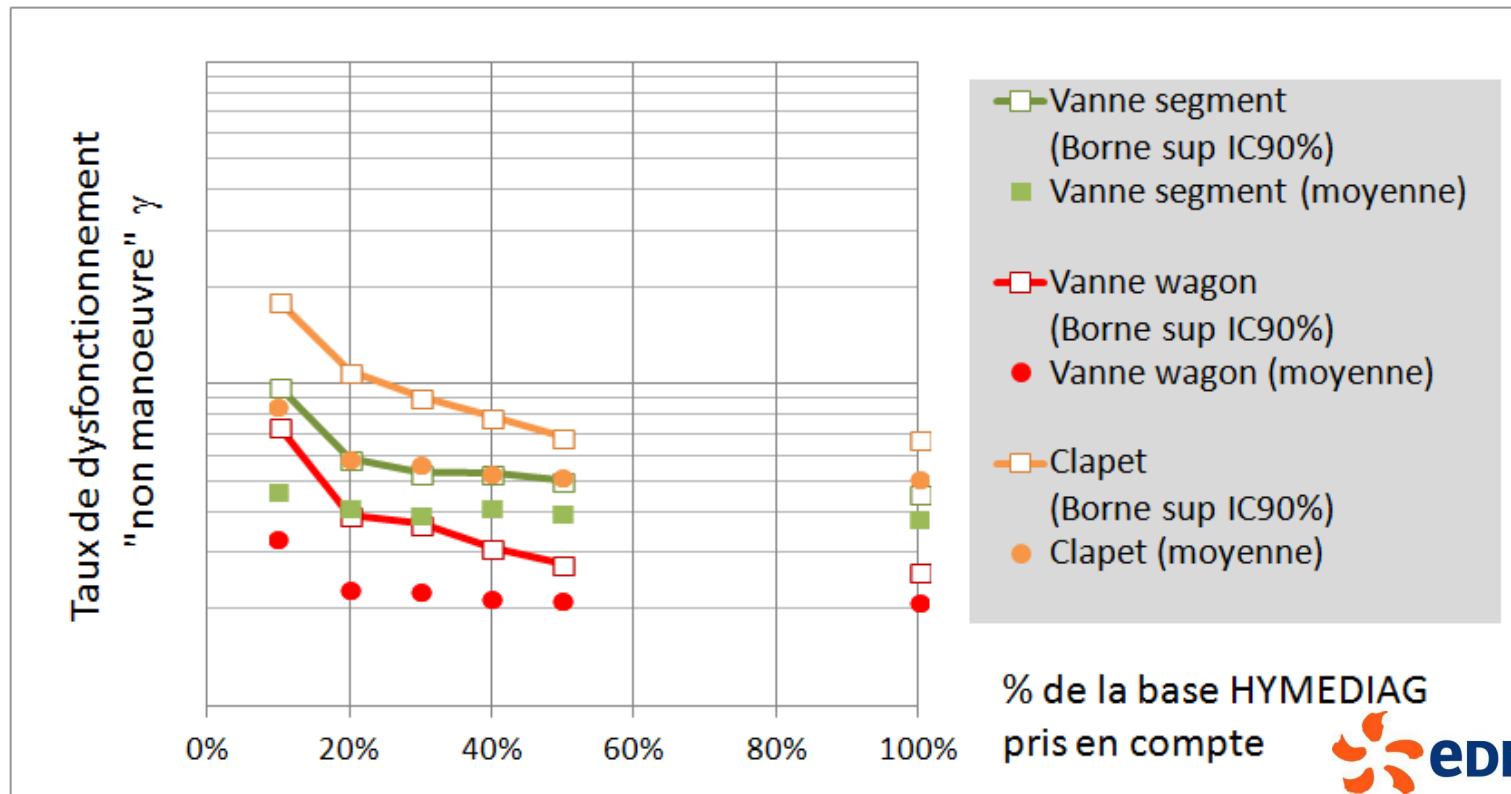
- Étude de la robustesse des estimations
 - Analyse de la variance de l'estimation à partir de sous-échantillonnages aléatoires (10% à 50%) de la base générés par algorithme de Monte-Carlo
 - Incertitude sur le taux de défaillance moyen γ_m modélisable par une loi log-normale : p-value (Kolmogorov-Smirnov) > 90%



EXEMPLES D'UTILISATIONS DE LA BASE

Estimation de taux de défaillance (2/2)

- Estimation d'intervalles de confiance à 90% du taux de défaillance à la sollicitation γ pour les technologies de vannes les plus représentées
 - Vannes-segments
 - Vannes wagons
 - Clapets

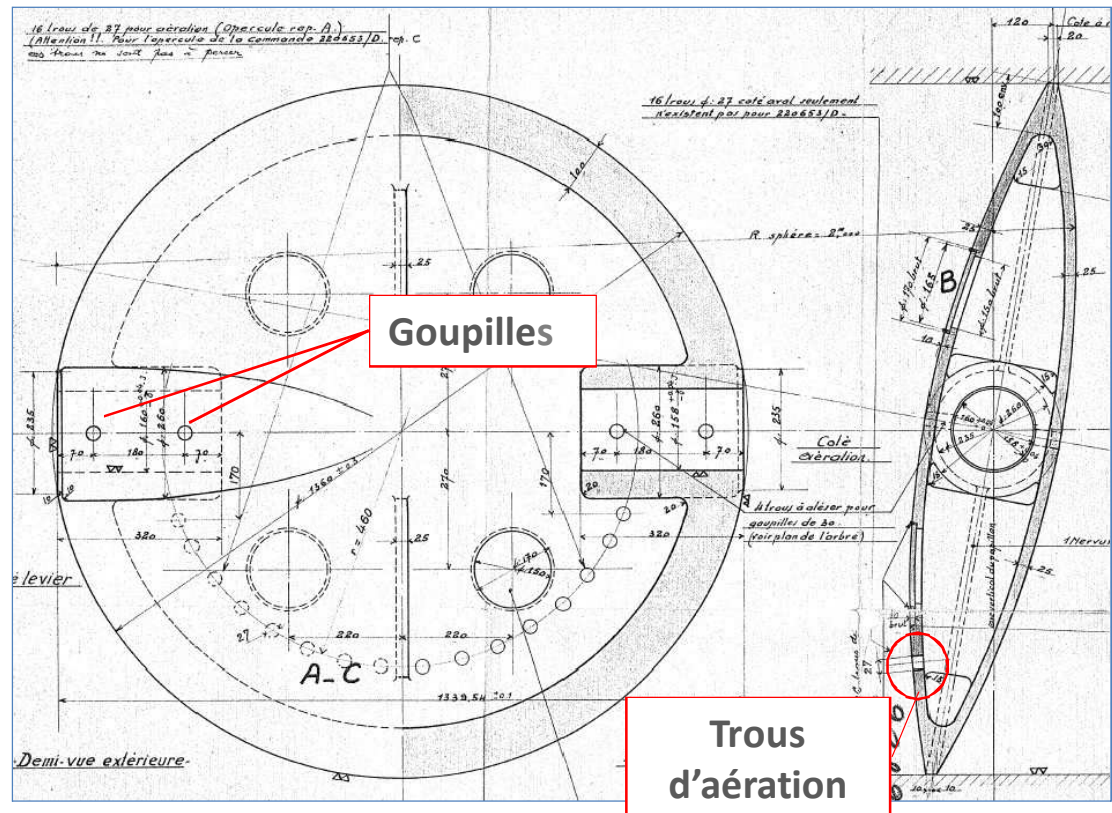


EXEMPLES D'UTILISATIONS DE LA BASE

Raisonnement par analogies (1/2)

- Dans un diagnostic, la base HyMéDiag est utilisée pour :
 - Identifier les défaillances déjà survenues sur des matériels similaires
 - Vérifier si une défaillance envisagée au stade d'une analyse de risques est déjà survenue sur le parc
- Exemple d'utilisation sur une vanne de fond de type papillon

- **Question :**
Le risque de rupture des goupilles de liaison arbre-lentille est-il significatif ?
- **Éléments de réponse :**
obtenus par analyse des causes de défaillance des vannes papillons recensées dans la base



EXEMPLES D'UTILISATIONS DE LA BASE

Raisonnement par analogies (2/2)

- **Population des vannes papillons recensées dans la base :**
 - 101 vannes (7 742 années x vannes)
 - 23 défaillances dont 16 liées à la perte de manœuvrabilité
- **Analyse des 16 dysfonctionnements et composants en cause dans les pertes de manœuvrabilité constatées :**

Composant en cause	Nature de la défaillance	Nombre
➤ Conclusion de l'analyse : • Risque de rupture de goupille lié à la corrosion jugé peu probable (0 cas) • Intérêt des limiteurs d'efforts (2 cas de rupture liées à des sur-efforts)		
	Rupture des goupilles sur effort exceptionnel hors dimensionnement	2

CONCLUSIONS

- **Le renseignement systématique de la base de données HyMéDiag lors des diagnostics et des Revues de Sûreté permet plusieurs bénéfices**
 - Facteur d'uniformisation des pratiques de diagnostic des vannes
 - Vérification technique des diagnostics et des Revues de Sûreté facilitée
 - Recherche par analogies des problématiques déjà rencontrées
 - En amont des ETC : meilleur ciblage des composants élémentaires à examiner
 - Aide à la formation des nouveaux chargés d'affaire diagnosticiens
- **Un travail conséquent d'approfondissement reste à effectuer afin de rendre plus robuste l'estimation des taux de défaillance**
 - Traiter de façon séparée des sous-ensembles de vannes en fonction de leur fréquence d'utilisation
 - Prendre en compte d'autres critères de regroupement (hypothèses de conception, constructeur, conditions particulières d'utilisation...) afin de cibler des sous-ensembles plus homogènes en termes de fiabilité
 - Confronter ce retour d'expérience à celui d'autres exploitants de barrages



MERCI
DE VOTRE ATTENTION !

