



Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil

DIGITALISATION DE LA MAINTENANCE GENIE CIVIL DANS LES CENTRALES NUCLEAIRES

Journée Technique

MARDI 5 Novembre 2024

FNTP – 3 Rue de Berri, 75 008 PARIS

en collaboration avec





Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil

DIGITALISATION DE LA MAINTENANCE GENIE CIVIL DANS LES CENTRALES NUCLEAIRES

Hubert de CUMONT
Ingénieur Génie civil
EDF – DPNT - DIPDE

en collaboration avec



Sommaire

- **1. Introduction**
Etat des lieux
- **2. La problématique**
Continuité numérique
Capitalisation
- **3. Méthode**
Comment s'y prendre?
- **2. Résultats**
Standard de données,
Dictionnaire de données
- **3. Retour d'Expérience**
Partenaires et EDF
- **4. Conclusion**
Collaboration

INTRODUCTION

Etat des lieux



Introduction

90% de la maintenance *préventive* GC des ouvrages de GC d'une centrale nucléaire repose sur des **contrôles visuels** qui consistent à :

- **Relever des défauts** (à partir de points de contrôles définis en avance) sur une partie d'ouvrage définie en avance, à un instant T, avec un pré-classement par défaut,
- **Relever des données d'inventaire** des éléments de Génie civil définis en avance, à un instant T

DEFAUTS

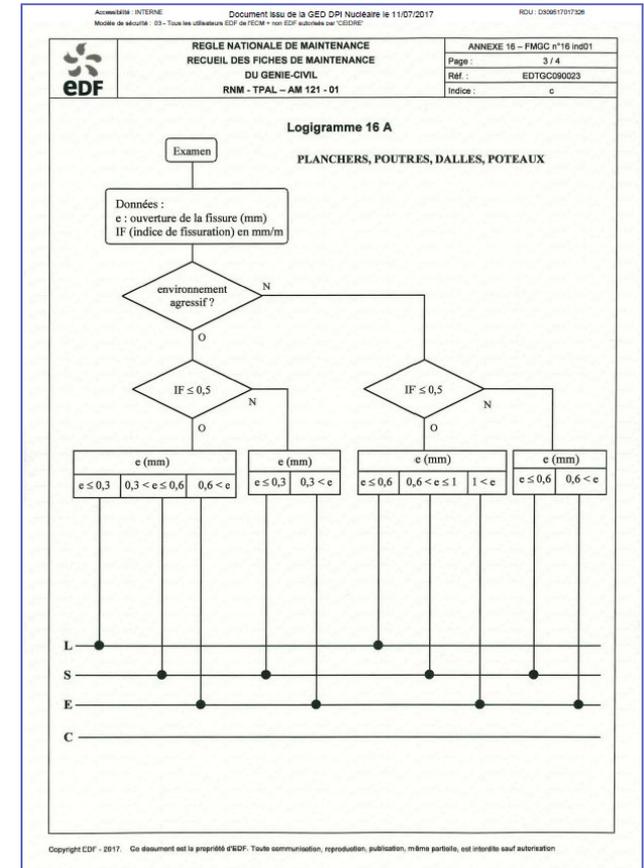
Fissure [Ouverture, longueur, ...]
Blessure [Surface, ...]

INVENTAIRE

Nature calfeutrement [Mastic, Mortier, ...],
Dimensions [Largeur, ...]

- **Rapprocher** ce que l'on a observé (défauts et inventaire) avec ce que l'on connaît de l'ouvrage (données de l'inspection précédente, données d'ingénieries, ...)

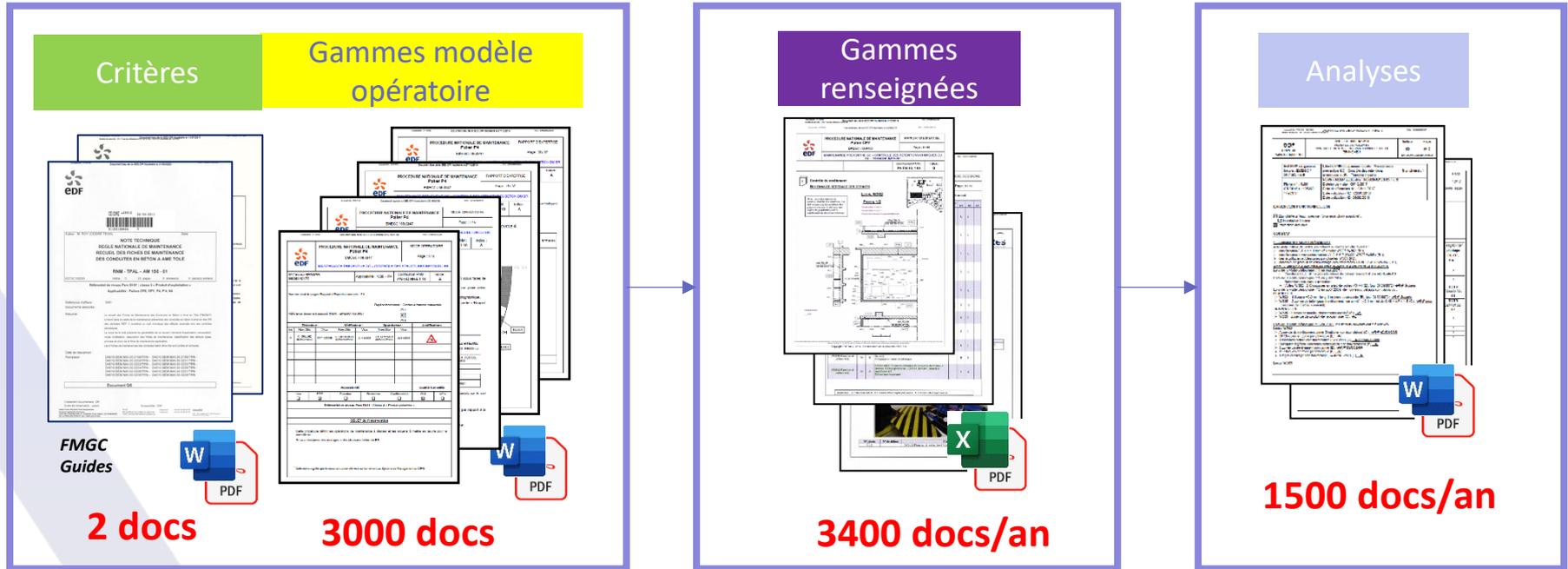
→ dans le but d'analyser la nocivité des anomalies et de traiter ce qui doit l'être.



Exemple: Fiche de maintenance avec pré-classement

Introduction

Processus de la maintenance préventive génie civil :



Lot 1: données modèles

EDF produit les données d'entrées nécessaires aux inspections

Lot 2: données réelles

Nos partenaires réalisent les inspections (90%)

Lot 3: Analyse des données

EDF analyse les résultats d'inspections

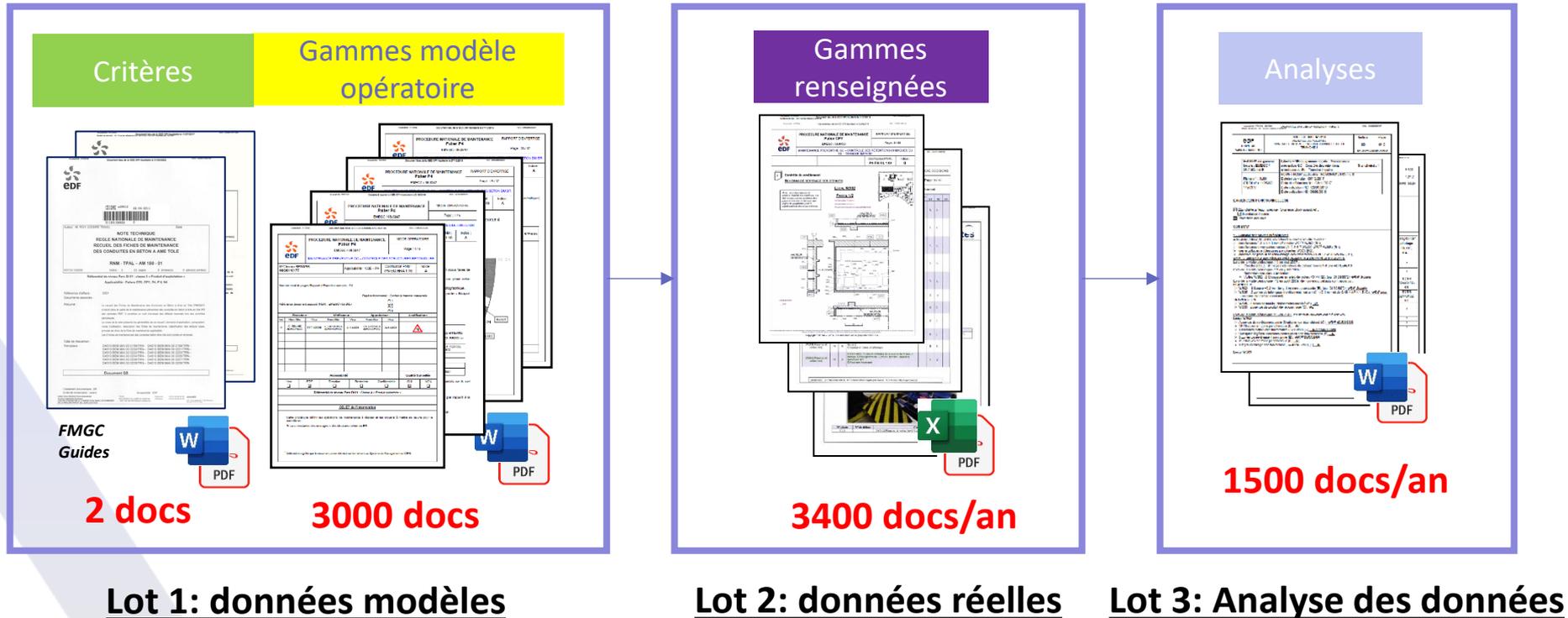
Répond à l'objectif de détecter au plus tôt et traiter les anomalies susceptibles d'impacter les exigences de sûreté de nos ouvrages

La problématique

Continuité numérique et
capitalisation



La problématique



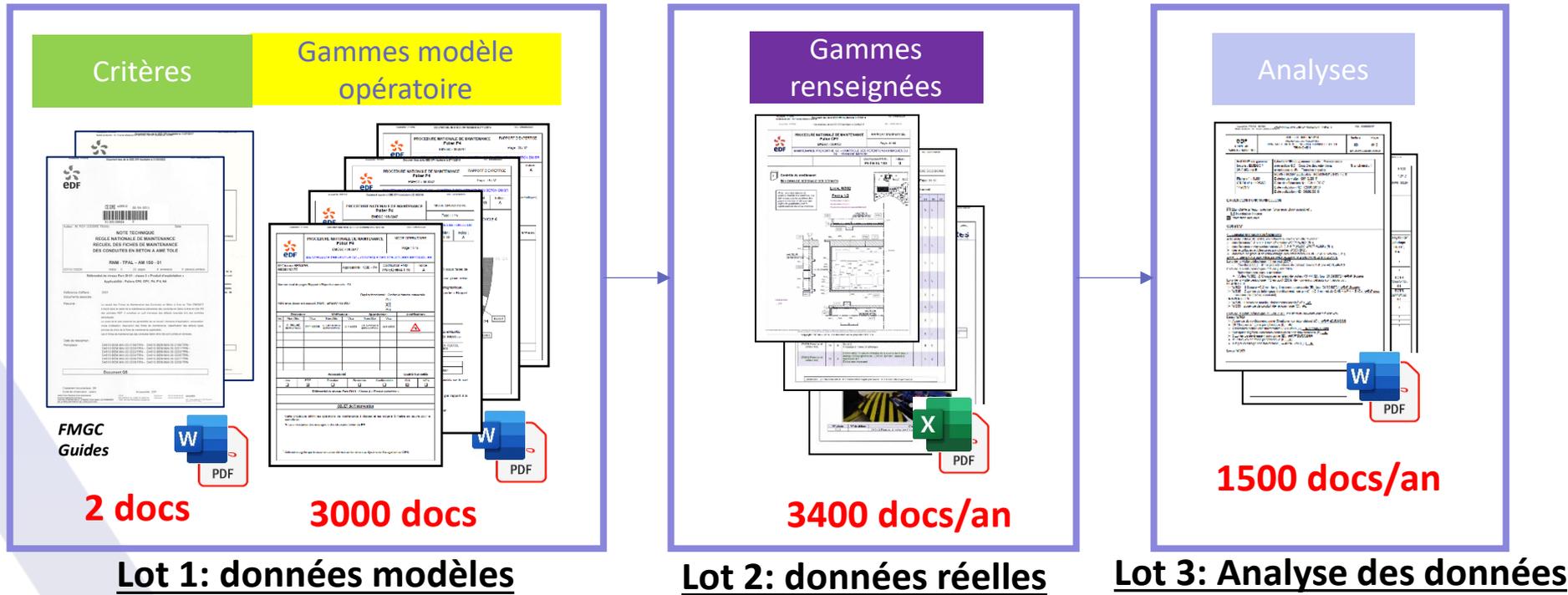
1. **Court Terme** : Absence de **continuité** « numérique » entre les lots : limite le rapprochement d'une visite N à une visite N-1 « manuel », limite le rapprochement du contenu d'un rapport de visite renseigné avec les bases de données de l'ingénierie et de l'Exploitant, ...
2. **Long Terme** : Absence de **capitalisation** « numérique » des données d'inspection : limite la valorisation des données pour d'autres usages : analyse du vieillissement, amélioration des analyses, REX d'un produit, ...

La méthode

Comment s'y prendre?



La méthode



1. Construire un **standard de données** pour donner les règles communes de dématérialisation de nos documents
 2. Construire un **dictionnaire de données** pour utiliser les mêmes termes et définitions sur toute la chaîne
 3. **Développer/adapter** les outils SI par rapport au standard de données (en interne ou en externe)
- Associer nos partenaires GC sur les inspections, et les entités GC responsables en interne EDF
→ S'entourer des compétences SI (R&D, services SI, etc)
→ Intégrer le projet dans un parcours de transformation numérique de l'Entreprise

Résultats

1. Standard de données
2. Dictionnaire de données



Standard de données

Accès interne - INTERNE - INGO/POE Document issu de la GED DPI Nucléaire le 12/07/2024 RDU : 0455624079343
 Modèle de sécurité : 00 - Tous les utilisateurs de l'ECM



DIPDE_DE
STANDARD DE DONNEES - DEMATERIALIZATION DES DOCUMENTS DE MAINTENANCE GENIE CIVIL

Référence : D455624079343 Indice : Nb de pages : 07

Applicabilité :

Résumé : Ce standard de données produit par DIPDE décrit les spécifications de dématérialisation des documents de maintenance génie civil.

Affaire :
 Projet(s) :
 Référence technique :

Rédaction	Contrôle	Approbation	Visa final (*)
DE CLUMONT Hubert 11/07/2024	NICOL Charles 11/07/2024	GUIDARD Sylvain 11/07/2024	

(*) La présence de cette icône atteste que le document a été approuvé par un circuit de signature électronique. Ne peut être transmis à l'extérieur d'EDF/DPI et entités autorisées, que par une personne habilitée.

DIVISION DE L'INGENIERIE DU PARC ET DE L'ENVIRONNEMENT 140, AVENUE VITON 13401 MARSEILLE CEDEX 20 Téléphone : 04.91.74.88.20 www.edf.com
 EDF - SA au capital de 2 094 000 000 euros - RCS 038 337 832 - France
 SIREN 525 200 832 - 20 rue de la République 75002 PARIS Cedex 02 - France

Copyright EDF SA - 2024 . Ce document est la propriété d'EDF SA

Accès interne - INTERNE - INGO/POE Document issu de la GED DPI Nucléaire le 12/07/2024 RDU : 0455624079343
 Modèle de sécurité : 00 - Tous les utilisateurs de l'ECM

Accès interne - INTERNE - INGO/POE Document issu de la GED DPI Nucléaire le 12/07/2024 RDU : 0455624079343
 Modèle de sécurité : 00 - Tous les utilisateurs de l'ECM

Accès interne - INTERNE - INGO/POE Document issu de la GED DPI Nucléaire le 12/07/2024 RDU : 0455624079343
 Modèle de sécurité : 00 - Tous les utilisateurs de l'ECM

STANDARD DE DONNEES - DEMATERIALIZATION DES DOCUMENTS DE MAINTENANCE GENIE CIVIL

DIPDE_DE Référence : D455624079343 Indice : Page : 10/67

Ordre	Attribut	Description	Conditions
		(alphanumérique). En l'absence d'indice documentaire, le champ sera fiabilisé par le caractère "." pour désigner une absence d'indice ECM.	"EDF_Communs_RDU_Indice" du Dictionnaire MGC. On récupérera le libellé court, situé dans la colonne "EDF_DICO_MGC_AttribLiberCourt"
3	EDF_GAM_MOD_Site	Il s'agit du site applicable à la gamme de visite. Pour une gamme palier, il s'agit du bigramme ou trigramme « palier » : P4, PP4, N4, CPY, CP1, CP2, EPR, ... Pour une gamme locale, il s'agit du trigramme "Site" : BUG, FLA, DAM, CHI, GRA, FA3, ... Les valeurs possibles sont présentes dans la liste concernée.	Attribut monovalué OBLIGATOIRE Il est contenu dans la liste "EDF_Communs_RefSite" du dictionnaire MGC. On récupérera le libellé court, situé dans la colonne "EDF_DICO_MGC_AttribLiberCourt"
4	EDF_GAM_MOD_Tranche	Il s'agit du code de la tranche applicable à la gamme de visite. Lorsque la gamme est applicable à plusieurs tranches d'un même site, on utilise les codes suivants : TI (Tranches impaires), TP (Tranches paires), CT (Communs de tranche), CS (Communs de site) Lorsque la gamme de visite est applicable à une tranche spécifique, on utilise les codes suivants : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	Attribut monovalué OBLIGATOIRE Il est contenu dans la liste "EDF_Communs_RefTranche" du dictionnaire MGC. On récupérera le libellé court, situé dans la colonne "EDF_DICO_MGC_AttribLiberCourt"
5	EDF_GAM_MOD_Folio	Dans le cadre de la dématérialisation d'une gamme existante, le champ EDF_GAM_MOD_Folio correspond au numéro de la page du document entier (PDF) sur lequel se situe le schéma représentant le ou les éléments de génie civil à contrôler. Tous les schémas du rapport d'expertise doivent être présents dans la table. C'est un nombre entier.	Attribut monovalué OBLIGATOIRE Sa typologie est de type Nombre Entier

Ce document contient des informations sensibles, relevant du secret et/ou du caractère protégé. Il est réservé à l'usage exclusif des personnes désignées comme destinataires du document et/ou autorisées à accéder. Il est légal de photocopier, reproduire, rééditer, réviser, traduire, réviser, réviser les informations contenues dans ce document sans accord du service émetteur.

Copyright EDF SA - 2024 . Ce document est la propriété d'EDF SA

Exemple: Extrait du MDD d'une « gamme modèle »

Le Standard de données contient, à date, les modèles de données :

- d'une gamme modèle (permet de stocker numériquement 3000 procédures « modèles »)
- d'une Fiche de Maintenance Génie Civil (permet de stocker numériquement 100 logigrammes)

Dictionnaire de données

Construction du dictionnaire de données :

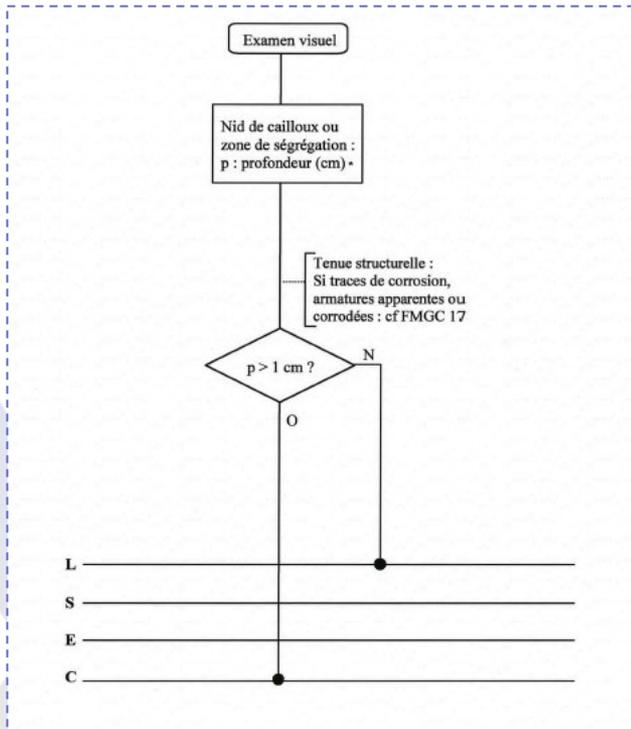
- Il a fallu établir ce dictionnaire entre les entités d'EDF responsables des définitions pour établir une liste de codifications des attributs (Groupes de Travaux)
- Le dictionnaire comprend dans son modèle de données, une codification, un libellé, une définition, un document de référence, et un responsable.

EDF_DICO_MGC_RefAttribut	EDF_DICO_MGC_Attribut	EDF_DICO_MGC_AttribLibelleComple	EDF_DICO_MGC_AttribDefinition	EDF_DICO_MGC_AttribConditions	EDF_DICO_MGC_Attrib	EDF_DICO_MGC_AttribCha	EDF_DICO_MGC_AttribReference	EDF_DICO_MGC_AttribResponsible
F_Commune_RefAnomalie[AA]	AA	Armature apparente	On désigne par armature apparente, une armature visible en parement suite à un choc ou à de la corrosion ayant provoqué le retrait du béton (apparition d'une épauverture) d'embrogement la protégeant.				D309518023893 Fiche n°17	DI-TEGG
F_Commune_RefAnomalie[AbsAccToit]	AbsAccToit	Absence d'un accessoire d'étanchéité	Absence d'un collier, d'une couverture, d'un bandeau saillant à larmier, d'une crapaudine, d'un garde grève ou tout autre accessoire qui a un rôle pour l'étanchéité de la toiture.				D309514019386 Ind A	DI-TEGG
F_Commune_RefAnomalie[AbsCalf]	AbsCalf	Absence	L'accessoire parement caractérisé par un manque sur matière (forme identifiée : rectangle, rond, etc.). L'absence totale se caractérise par un manque sur tout le linéaire du joint. Nota : L'identification de produit non étanche pourra être ajoutée dans cette catégorie (hors passage de câbles, joints de scellement, etc.).				D309523031843 IndA Fiche n°4	DI-TEGG
F_Commune_RefAnomalie[AbsEcrouFixTole]	AbsEcrouFixTole	Ecrou absent des fixations de la tole	Les fixations métalliques font partie intégrante du système d'étanchéité. Une fixation incomplète constitue un risque de passage des effluents.				D309516016356 IndA	DI-TEGG
F_Commune_RefAnomalie[AbsFixAssCM]	AbsFixAssCM	Absence de fixation au droit des assemblages	Les barres sont fixées par des boulons ou soudure, à travers différents types d'assemblages. Les boulons sont sollicités en traction ou en cisaillement. Des trous oblongs sont parfois percés dans la zone d'assemblage pour permettre le déplacement relatif des éléments de charpente par rapport au génie civil ou entre eux. Les efforts exercés dans le sens du déplacement autorisé (efforts horizontaux) ne sont alors pas transmis dans l'assemblage. On trouvera également des boulons HR sur des assemblages non précontraints, car ils assurent, même avec une configuration classique, une meilleure résistance (en cisaillement et traction). En cas d'absence d'un boulon dans un assemblage, les efforts sont répartis entre les boulons restants qui peuvent atteindre leur limite de résistance. L'écrou sert à assurer un contact et une transmission correcte des efforts entre les différents éléments à assembler.				D309513019372 (A) paragraphe 6, 10 et 8, 11	DIPDE

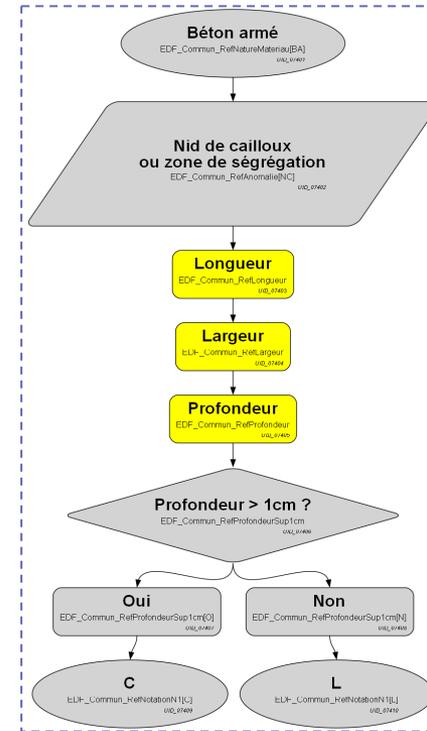
Exemple: Extrait des données du dictionnaire de données de maintenance Génie Civil



Exemple reconstruction d'une fiche de maintenance dématérialisée (FMGC)



AVANT : logigramme construit « manuellement » comme une image



APRES : logigramme « généré » depuis une base de données, dont le « modèle de données » est défini dans le standard

EDF_FMGC_Reference	EDF_FMGC_ID_Etape_Processus	EDF_FMGC_Description_Etape_Processus	EDF_FMGC_ID_Etape_Suivante	EDF_FMGC_Type	EDF_FMGC_Fonction	EDF_FMGC_Codification_Dictionnaire
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07401	Béton armé	UID_07402	Ellipse	Matériaux-types	EDF_Commun_RefNatureMateriau[BA]
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07402	Nid de cailloux ou zone de sé	UID_07403	Parallélogramme	Anomalies-types	EDF_Commun_RefAnomalie[NC]
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07403	Longueur	UID_07404	Rectangle	Critère	EDF_Commun_RefLongueur
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07404	Largeur	UID_07405	Rectangle	Critère	EDF_Commun_RefLargeur
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07405	Profondeur	UID_07406	Rectangle	Critère	EDF_Commun_RefProfondeur
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07406	Profondeur > 1cm ?	UID_07407, UID_07408	Losange	Critère	EDF_Commun_RefProfondeurSup1cm
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07407	Oui	UID_07409	Rectangle	Critère	EDF_Commun_RefProfondeurSup1cm(O)
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07408	Non	UID_07410	Rectangle	Critère	EDF_Commun_RefProfondeurSup1cm(N)
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07409	C		Cercle	Pré-Classement	EDF_Commun_RefNotationN1[C]
EDF_Commun_RefFmgc[23]	UID_07410	L		Cercle	Pré-Classement	EDF_Commun_RefNotationN1[L]

Retour d'Expérience

Partenaires
Entités d'EDF



Retour d'Expérience

S'entourer de toutes les parties prenantes présentes et passées, en collaboration :



SITES : Partenaire historique sur le 900. A structuré nos données pour son besoin interne de dev d'outils d'inspection (*Organisation de Groupe de Travaux, Réunions de partage, etc*)



ADVITAM : A structuré nos données par le passé pour le dev d'outil d'inspection. Permet d'avoir des éléments de comparaison à confronter avec les modèles de données d'aujourd'hui. (*Analyse des archives de la documentation produite pour EDF*)



SOCOTEC : Nouveau partenaire sur les visites P4/PP4/EPR. La réussite de la digitalisation passe par la réussite de l'entrée de nouveaux acteurs (*Groupes de Travaux, réunions avec l'IT, ...*)



EDF : Mobiliser la filière Génie Civil au sein des différentes entités Mobiliser les moyens de l'Entreprise pour intégrer la digitalisation dans un projet fédérateur (*Intégration dans un projet SI*)

Conclusion

Collaboration



Conclusion

Passer d'un modèle « documentaire » à un modèle « numérique » nécessite une **collaboration accrue** avec tous les acteurs de la chaîne et une vision de bout-en-bout, sur toute la chaîne de la maintenance.

Cela nécessite de repositionner les « **modèles de données** » des documents comme des **savoirs partagés** et non comme des savoirs « propriétaire ».

La question qui nous interpelle dans ce projet de la digitalisation :

Le standard de données → Est-ce un besoin partagé par d'autres acteurs de la maintenance GC ? Un travail de normalisation, ayant pour but la réalisation des modèles de données des documents d'inspection, existe-t-il déjà ou est-il en cours d'élaboration ?

Merci



Ingenierie de la Maintenance du Génie Civil