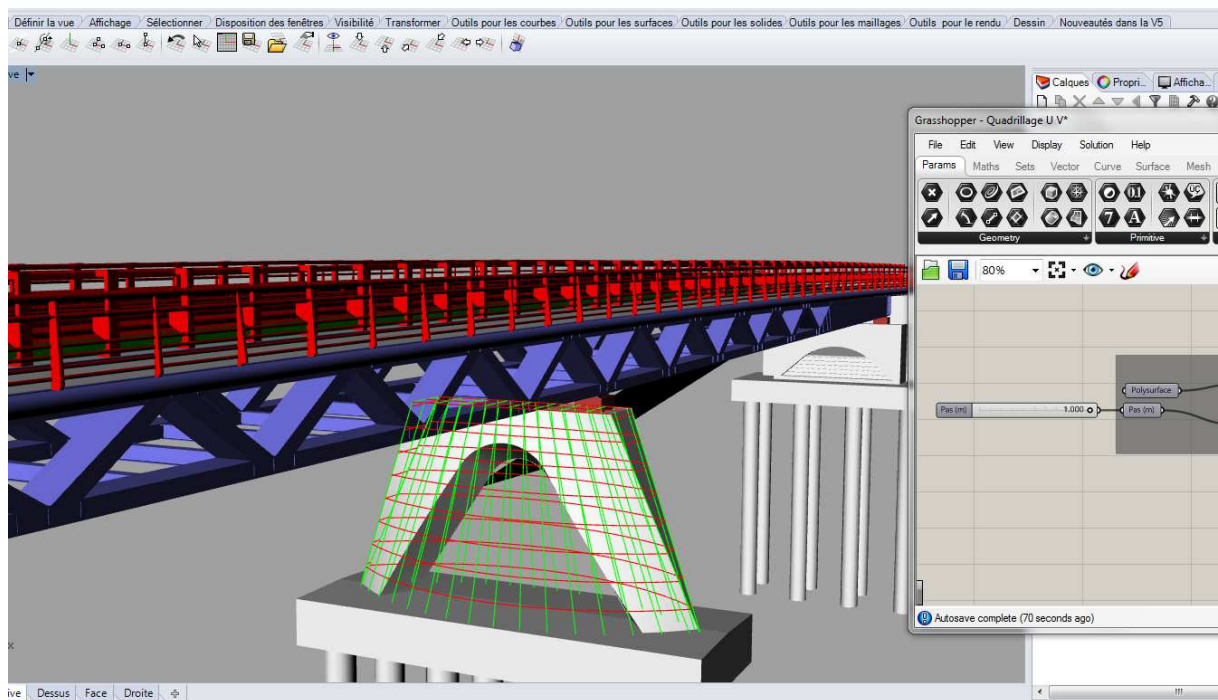




INFRANUAGE



GESTION PATRIMONIALE DES OUVRAGES D'ART

SOMMAIRE

1	INTERVENANTS	3
1.1.	Généralités	3
1.2.	Présentation des intervenants	4
1.2.1.	Chef de projet des missions	4
1.2.2.	Ingénieurs informaticiens	4
2	GENERATION DE LA BASE DE DONNEES PATRIMONIALE	5
3	TRAVAUX DE MAINTENANCE ET DE REPARATION	14

MEMOIRE JUSTIFICATIF

Le document présent est destiné à présenter les dispositions que nous proposons d'adopter pour l'exécution des missions suivantes :

- assistance à l'inventaire du patrimoine,
- création d'une base de données documentaire,
- création de maquettes numériques types et synchronisation de bases de données de défauts,
- définition des fiches d'ouvrage (fiches de suivi, rapports d'inspection...),
- suivi des prestataires réalisant les inspections,
- définition de la politique de maintenance et de l'outil de gestion du patrimoine,
- définition d'outils de création et de suivi des marchés d'entretien et de réparation

concernant les ouvrages d'un territoire, d'une collectivité ou plus généralement d'un gestionnaire d'infrastructure.

1 Intervenants

1.1. Généralités

Le Maître d'ouvrage est la Collectivité.

Les études sont effectuées à Paris et dans les locaux de la Collectivité par les sociétés :

- COREDIA/INFRANUAGE représentées par Mr COMMUN,

COREDIA exerce une activité de bureau d'études techniques et de maîtrise d'œuvre dans le domaine des ouvrages d'art depuis plus de 25 ans. Forte d'une équipe très expérimentée, elle travaille pour de nombreux maîtres d'ouvrage situés dans toute la France (Etat, conseils départementaux, villes, communautés de communes et d'agglomérations, SNCF Réseau, sociétés d'autoroutes...).

Ses ingénieurs sont issus de grandes écoles françaises : ENPC, ESTP, CNAM, POLYTECH.

La société développe également ses outils logiciels de calcul d'ouvrages d'art et a développé une grande partie des outils logiciels de calcul d'ouvrages d'art de la SNCF.

COREDIA exploite son savoir-faire sur :

- Des missions de maîtrise d'œuvre complète concernant des ouvrages neufs et de la réparation,
- Des études de faisabilité et d'assistance à Maîtrise d'Ouvrage,

- Des expertises techniques et des diagnostics comprenant des visites d'ouvrages et des inspections,
- Des modélisations complexes (calcul dynamique, calcul aux grands déplacements).
- Des études d'exécution d'ouvrages complexes.

Depuis 2015, COREDIA est engagé dans un processus BIM (Building Information Modeling). Dans le cadre de ce processus :
COREDIA réalise des maquettes numériques de ses ouvrages en phase conception. Ces maquettes sont transmises aux entreprises pour une mise à jour dans le cadre du DOE. Les documents du DOE sont reliés à la maquette via des URL.
Les maquettes sont organisées pour la maintenance. Elles sont divisées en parties d'ouvrages, sous-parties d'ouvrages et éléments répartis dans des calques et sous-calques.

INFRANUAGE, société sœur de COREDIA a mis au point un logiciel (RHINOINSPECTION) permettant :

- de synchroniser une base de données de défauts dans l'esprit de l'IQOA avec les maquettes,
- de réaliser les visites d'inspection avec saisie des défauts en 3 D sur les maquettes numériques des ouvrages,
- de produire un rapport d'inspection détaillée,
- d'incrémenter une base de données ouvrage d'art à l'échelle d'un patrimoine (base de données géométriques et défauts)
- d'alimenter des outils permettant l'exploitation du patrimoine (chiffrage de l'entretien et des travaux de réparation, suivi qualité des travaux de réparation...)

1.2. Présentation des intervenants

1.2.1. Chef de projet des missions

Mr COMMUN, responsable technique de la société COREDIA, (ingénieur ENPC 1987), est chef de projet des missions d'études.

Mr COMMUN est en outre responsable de la gestion du contrat et du contrôle des délais de ces missions et sert de support technique métier.

1.2.2. Ingénieurs informaticiens

Mr MERDJI, ingénieur spécialiste bases de données et développement WEB assure la mise au point des outils informatiques de gestion de patrimoine.

Mr De la Ville D'AVRAY ingénieur spécialiste 3D assure le développement des liens entre les maquettes 3D et les bases de données.

2 Génération de la base de données patrimoniale

L'objectif est :

- de livrer une base de données relatives aux ouvrages d'art en vue de faciliter leur maintenance,
- de fournir un outil de gestion adapté,
- de former les personnes habilitées à l'utilisation de l'outil de gestion et plus généralement à l'exploitation de la base de données.

La première phase consiste :

- à définir les objectifs précis du Maître d'Ouvrage en terme de gestion de patrimoine et de maintenance
- à répertorier les ouvrages et l'ensemble des documents disponibles les concernant (dossiers de récolement, rapports d'inspection, fiches d'inspection, levés topo...)
- à proposer un format de base de données relative à l'ensemble des ouvrages et compatible avec les futurs ouvrages non encore construits.
- Cette base de données comprendra :
 - les données techniques et géométriques principales disponibles des ouvrages,
 - les données concernant les défauts relevés lors des différentes inspections,
 - les liens vers les documents existant relatifs aux ouvrages,
 - les données patrimoniales nécessaires pour une gestion efficace du parc d'ouvrages d'art.

La base de données est en fait décomposée en 4 sous bases.

1 - Sous base des données techniques et géométriques

Cette base de données comprend les données géométriques disponibles suite à exploitation des plans de récolement, des rapports d'inspection et des levés topographiques existant.

Elle contient à minima :

- les données fonctionnelles de la voie portée par l'ouvrage (largeurs des trottoirs, des chaussées et des dispositifs de sécurité),
- le nombre et la longueur des travées,
- le type de structure du tablier (comportant le nombre de poutres le cas échéant),
- le type des appuis (type des culées et des piles).

Cette base de données est destinée à être enrichie au grés des opérations d'entretien et de réparation. On distinguera les données vérifiées sur le terrain (données fiables) des données extrapolées ou recalculées mais non vérifiées sur le terrain (épaisseurs des différentes pièces selon les règles d'élancement habituelles...)

Pour donner des ordres de grandeur, les données minimales représentent un groupe de 10 à 20 données. Les données nécessaires à un recalcul complet de l'ouvrage (tablier et appuis) peuvent représenter un groupe de 100 à 700 données suivant le type d'ouvrage.

Ci-dessous, les données indispensables sont le nombre et la longueur des travées

Bridge Type & Loads

Bridge Class Type grade

number of spans

select load types1

- ☒ LM 1 TS
- ☒ LM 1 UDL
- ☒ LM 2
- ☒ Mc80
- ☒ Me80
- ☒ Mc120
- ☒ Me120
- ☒ CE C2
- ☐ CE D2F1
- ☐ CE D3F1
- ☐ CE D3F2
- ☐ CE E2F1
- ☐ CE E3F1
- ☐ CE E2F2
- ☒ Walkway

number of spans / length

console 1	0,4
1	26
2	30
3	26
console n	0,4

Materials

Concrete characteristic strength	32	Crack width	0.3 mm
Steel Elasticity at SLS	300	Limit elasticity of high adherence deck steel	500
Distance of CoG top steel to forms at supports	0,07	Distance of CoG bottom steel to forms at spans	0,07

Ci-dessous, les données indispensables sont les largeurs des équipements de sécurité, des trottoirs et de la chaussée.

Cross Section

Indicate if symmetrical cross section ☐

Average Slab Thickness Excluding Overhang

Participating Slope (Yes/No)

End of road sloat :

Console slope when step present (H/L)

2 - Sous base des données concernant les défauts relevés

Cette base de données comprend :

- la typologie des défauts,
- les données de localisation et de caractérisation des défauts,
- les dimensions des défauts représentés,
- le statut des défauts au grés du vieillissement de l'ouvrage et des opérations de maintenance,

Ci-dessous des extraits de la base de donnée des défauts générée par le logiciel RHINOINSPECTION :

[illegible][illegible]

3 - Sous base de données documentaire

Cette base de données est stockée sur une GED avec évolution possible vers un PDM (Project Data Management).

La GED évolutive choisie est NUXEO.

L'ensemble des documents relatifs à la vue de l'ouvrage y est stocké et classé suivant une arborescence validée par la Maître d'Ouvrage.

Ci-dessous un exemple de classement possible

The screenshot displays the Nuxeo user interface. On the left, a sidebar shows a hierarchical tree structure under 'Ouvrages d'art' > 'Espaces de travail' > 'SARRALBE' > 'TE27'. The tree includes folders for administrative data, concessionaires, general data, project phases (from Marché to Réception), and '11- Suivi'. The '11- Suivi' folder is expanded, showing sub-folders 'a' through 'f'. The main panel on the right is titled '11- Suivi' and contains a tabbed interface with 'Contenu' selected. Below the tabs, there's a 'Nouveau document' button, a search bar, and a 'Filtrer' button. A table lists documents with columns for 'Titre', 'Dernière modification', and 'Dernier contributeur'. The table contains six entries, all dated 27/03/2017.

Titre	Dernière modification	Dernier contributeur
a - Inspection détaillée	27/03/2017	Hervé Commun
b - Visite régulière	27/03/2017	Fortuné MORETTI
c - Travaux d'entretien courant	27/03/2017	Fortuné MORETTI
d - Travaux d'entretien spécialisé	27/03/2017	Fortuné MORETTI
e - Travaux de réparation	27/03/2017	Fortuné MORETTI
f - Suivi météorologique	27/03/2017	Fortuné MORETTI

4 - Sous base des données patrimoniales

Les données patrimoniales comprennent :

- les données d'identification et de localisation de l'ouvrage,
- les données propres au gestionnaire dont les données sociétales,
- l'historique du suivi,
- la gestion des garanties,
- les données principales concernant les défauts relevés lors des différentes inspections,
- les notations IQOA des ouvrages et le degré d'urgence associé en terme de réparations,

- l'historique des travaux,
- les estimations financières sur la base d'avant-métré,
- les réseaux répertoriés

Ci-dessous le tableau de bord de la plateforme INFRANUAGE sur le CLOUD

The dashboard features a header with the 'InfraNuage' logo. Below it are three circular icons representing different bridge types: RODBA, ROPE, and Patrimoine pont. The main section contains a table with the following data:

Projet ou patrimoine	Désignation ouvrage	Auteur	Date	Actions possibles				
LGVEST	PRO35300		2017-09-19 07:21:08	calcul tablier	calcul appuis	dessin maquette	telecharger	supprimer
test3	PRO35300		2017-09-30 22:32:22	calcul tablier	calcul appuis	dessin maquette	telecharger	supprimer
PATRIMOINE	TE28		2017-10-02 14:12:23	calcul tablier	calcul appuis	dessin maquette	telecharger	supprimer
PATRIMOINE	TE27		2017-10-03 18:27:33	calcul tablier	calcul appuis	dessin maquette	telecharger	supprimer
PATRIMOINE	TE24		2017-10-03 18:27:48	calcul tablier	calcul appuis	dessin maquette	telecharger	supprimer

A noter que la plateforme permet :

- la saisie et l'exploitation des données patrimoniales,
- le re calcul d'ouvrages courants dans le cadre de passage de convois spécifiques et ou des opérations de réparation,
- le dessin de maquettes numériques BIM supports des bases de données dont celle des défauts.

Exemple de paramètres à saisir dans le cadre de la gestion patrimoniale

Type d'ouvrage:

Nombre de travées ou d'ouvertures:

Nombre d'appuis en rivière:

Historique du suivi de l'ouvrage

Date dernière inspection détaillée:

Date dernière visite simplifiée:

Date dernière inspection subaquatique:

Date dernière action de surveillance:

Action de surveillance active:

Gestion des différentes garanties

	Type élément concerné	Année de pose	Durée de garantie
Protection anticorrosion de la structure métallique:	C3	2017	7
Protection anticorrosion dispositif de protection 1:	C3	2017	7
Protection anticorrosion dispositif de protection 2:	C3	2017	7
Type de joint de chaussée:	à revêtement amélioré	2017	7
Type d'appareils d'appui 1:	articulation Freyssinet	2017	7
Type d'appareils d'appui 2:	articulation Freyssinet	2017	7
Type d'étanchéité:	chappe mince	2017	7
Type de couche de surface:	enduit	2017	7

Ci-dessous le tableau de notation est alimenté automatiquement à partir des rapports d'inspection produits sur tablettes

Notation de l'ouvrage

Equipements hors ouvrage	Note inspection	Note inspection n-1
Corniches :	1	1
Trottoirs :	2	1
Dispositif de retenue 1 :	2	1
Dispositif de retenue 2 :	1	1
Chaussée :	2	1
Drainage :	1	1
Synthèse équipements hors ouvrage :	2	1

Equipements sur ouvrage	Note inspection	Note inspection n-1
Corniches :	1	1
Trottoirs :	2	1
Dispositif de retenue 1 :	1	1
Dispositif de retenue 2 :	1	1
Chaussée :	2	1
Drainage :	1	1
Joints de chaussée et de trottoir :	3	1
Synthèse équipements sur ouvrage :	2	1

Structure tablier	Note inspection	Note inspection n-1
Etanchéité :	1	1

5 - Le lien entre les différentes sous bases de données

Le lien entre les différentes bases de données est assuré par les maquettes numériques des différents ouvrages.

Chaque maquette comprend :

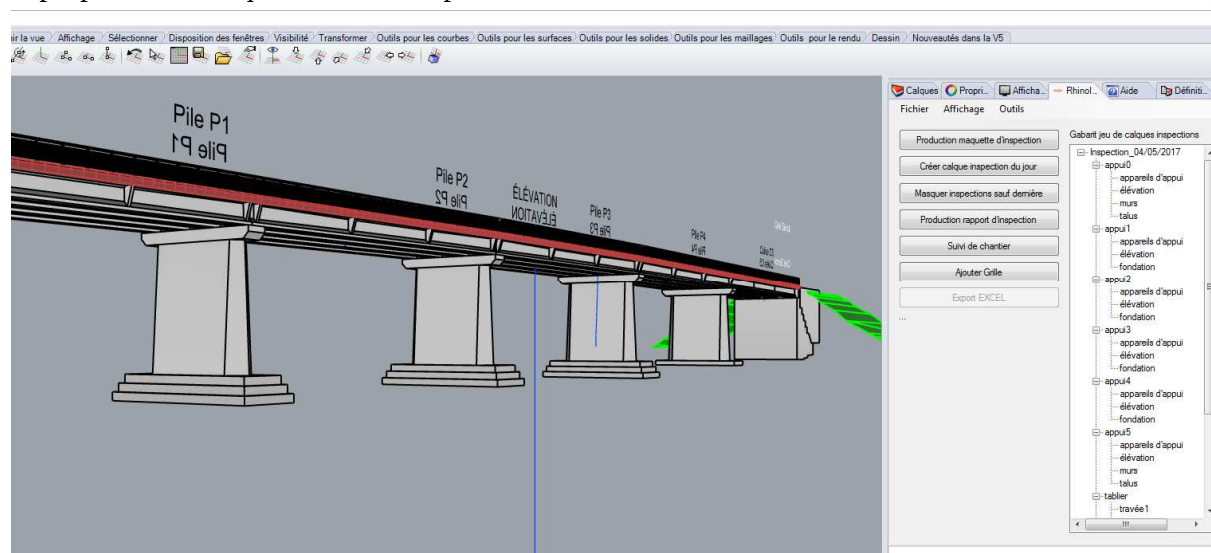
- les données géométriques ayant permis leur constitution,
- les repérages et dessins des défauts relatifs aux différentes inspections,
- les liens (URL) vers l'ensemble des documents disponibles relatifs à l'ouvrage et stockés sur la GED (NUXEO),
- le sous-détail des données patrimoniales dont la base de données patrimoniales est extraite.

La deuxième phase consiste à initialiser la base de données sur la base des documents existants et des inspections réalisées.

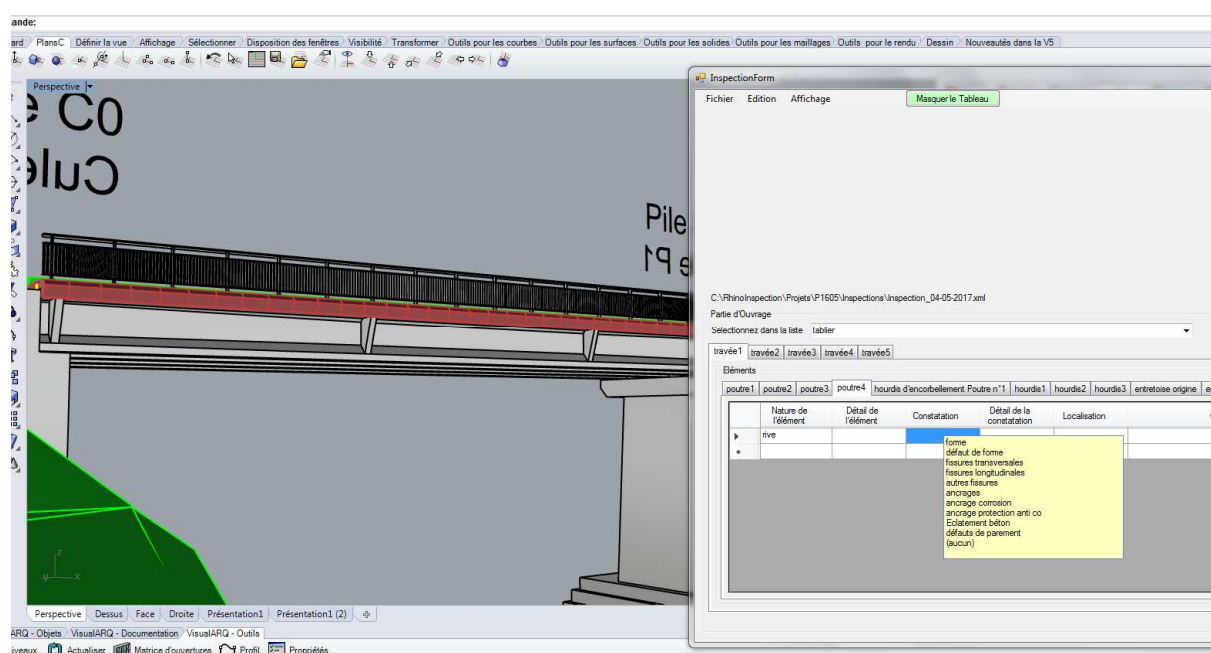
Pour cela, le logiciel RHINO INSPECTION de COREDIA sera utilisé après adaptation éventuelle au format de la base de données validée par le Maître d'Ouvrage.

Sur la vue ci-dessous, à gauche la maquette 3D est disponible pour une visite virtuelle de l'ouvrage.

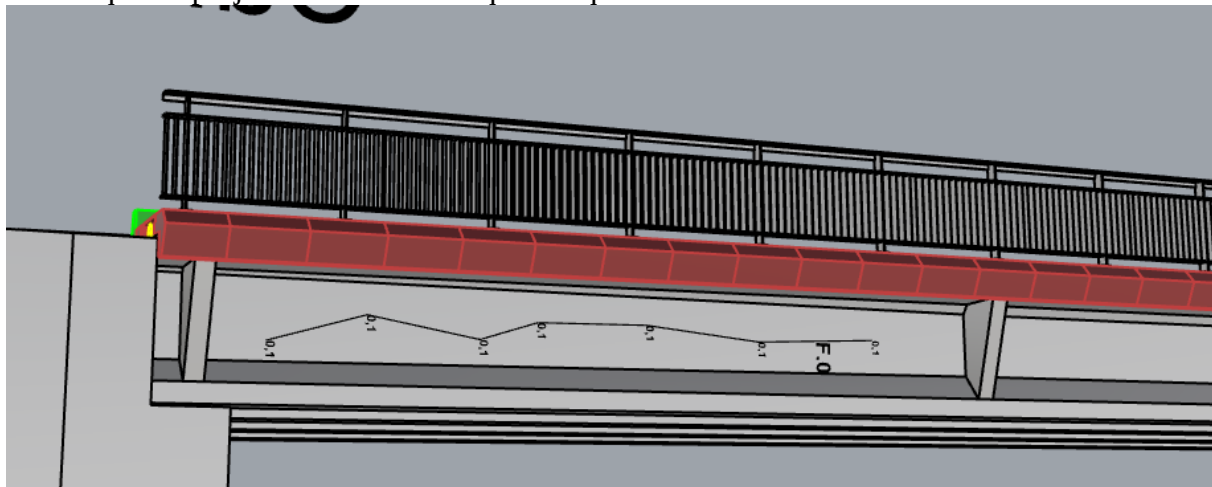
A droite les parties et sous-parties d'ouvrage apparaissent dans une liste de calques. Les défauts seront dessinés dans des calques relatifs à la visite du jour. Il est alors possible de superposer les calques d'un visite plus ancienne afin de vérifier l'évolution des défauts.



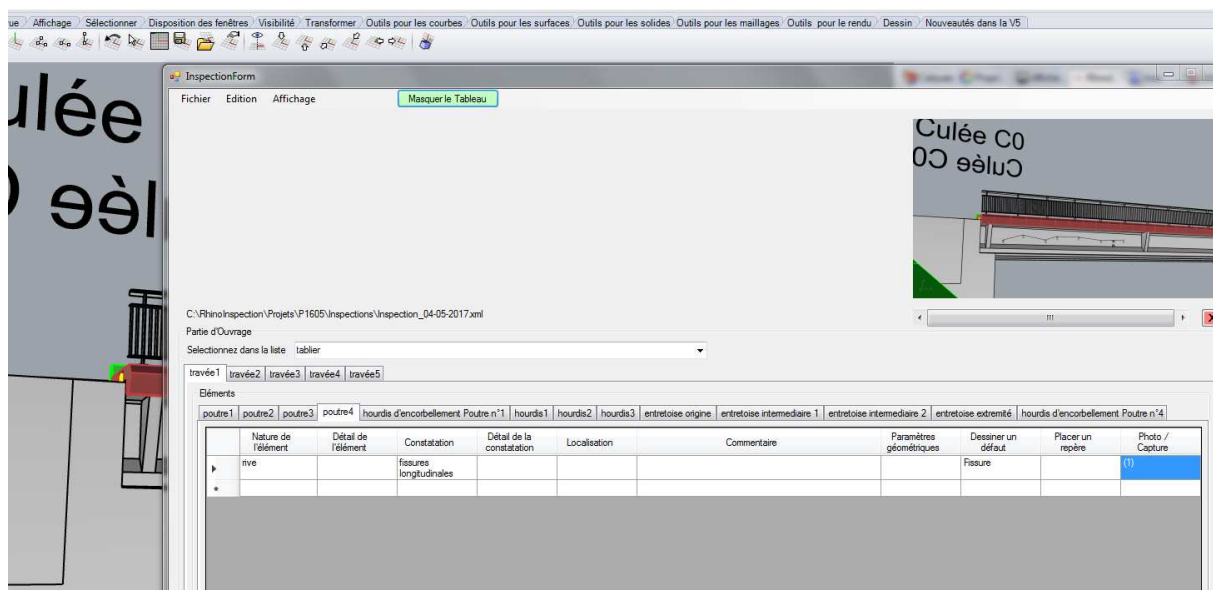
Ci-dessous, l'inspecteur visite les poutres d'un VIPP. En cliquant sur la poutre, le tableau des défauts potentiels est activé. Les défauts sont automatiquement synchronisés avec l'élément considéré. Ici, ce sont des défauts concernant des poutres BP.



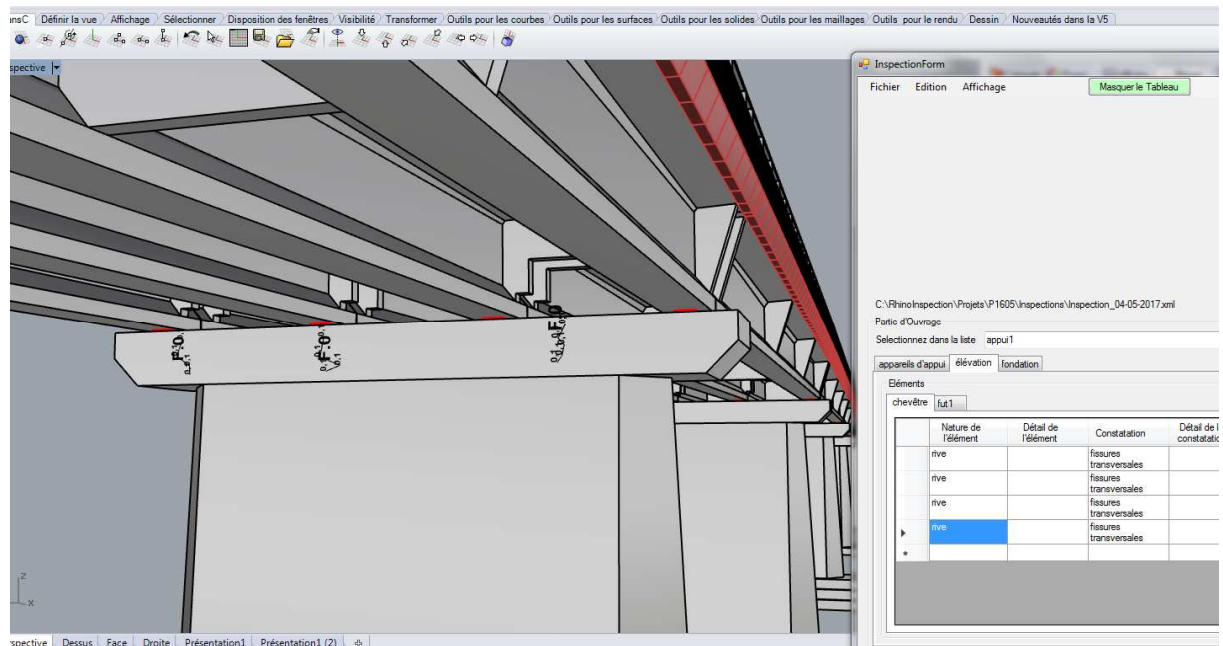
L'inspecteur sélectionne la surface choisie pour la représentation de la fissure et dessine la fissure qui est projetée sur la surface quelconque.



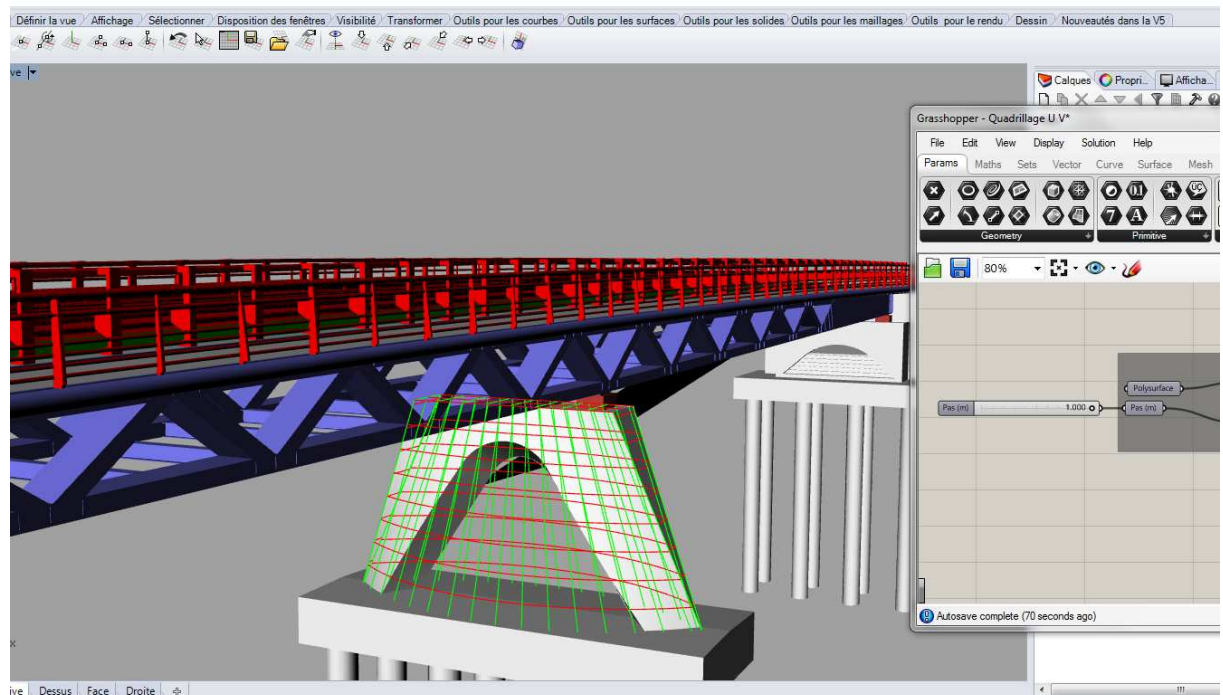
Ci-dessous, l'inspecteur réalise une capture du défaut saisi de façon à illustrer le rapport d'inspection et à compléter la base de données des défauts. A noter que le défaut est un objet 3D dont on connaît par nature les caractéristiques géométriques et d'implantation exportables dans la base de données afin de réaliser des métrés automatiques le cas échéant.



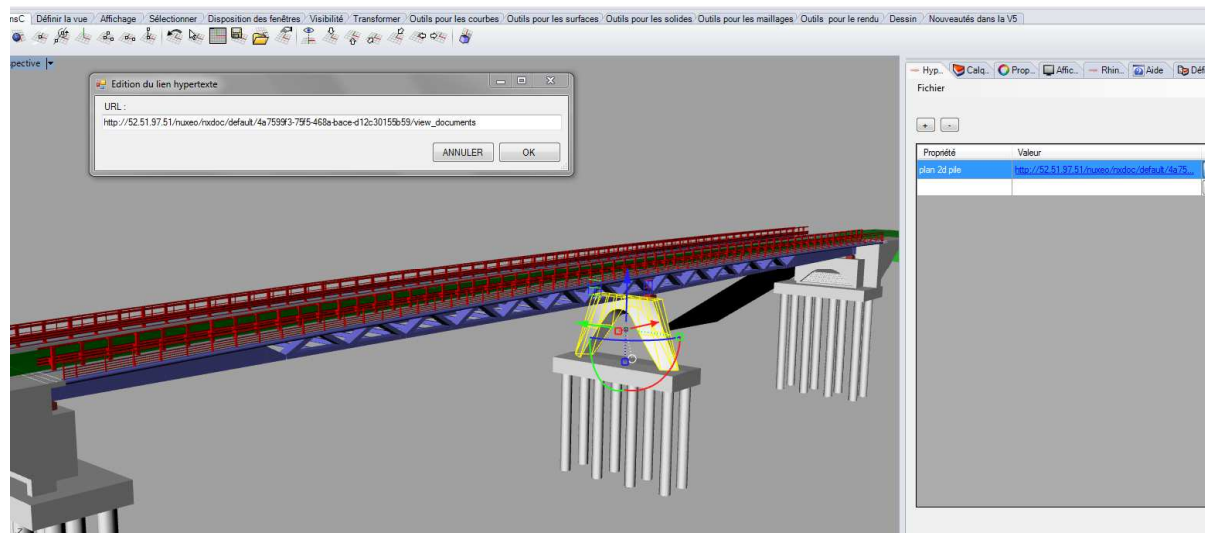
Ci-dessous, la visite se poursuit par les appuis. L'inspecteur saisit des fissures transversales sur le chevêtre de l'appui 1. A droite le tableau des défauts est incrémenté.



Ci-dessous l'inspecteur active un maillage 3D permettant de se repérer précisément sur une polysurface complexe avant saisie des désordres affectant le parement.



Ci-dessous l'opérateur crée un lien URL vers un document relatif à la pile stocké sur un espace documentaire dédié sous GOOGLE (plan de récolement 2D de la pile). Désormais, un clic sur la pile permet de télécharger ce document. En cas de stockage sur le cloud, une connexion internet est indispensable!



La troisième phase consiste à proposer, créer et mettre en service (comportant la formation des personnels) un outil de gestion adapté.

L'outil de gestion permettra à minima :

- la compilation des bases de données des défauts de l'ensemble des ouvrages du patrimoine OA de la collectivité,
- la possibilité de classer les défauts par ordre de gravité,
- la possibilité de métrer et chiffrer les défauts sur la base d'une mercuriale de prix saisie par le gestionnaire,
- la possibilité de classer les défauts par type d'élément d'ouvrage (ex: étanchéités ou garde-corps de l'ensemble du parc des OA),
- la possibilité des tris par zone géographique ou par itinéraire (ouvrages dans un rayon de x km à partir d'un point identifié),
- la visualisation graphique des coûts avec saisie du nombre d'années de programmation,
- la production assistée des marchés d'entretien et de réparation des ouvrages (connexion possible vers listes des prix, bordereaux, CCTP types du Maître d'Ouvrage).

3 Travaux de maintenance et de réparation

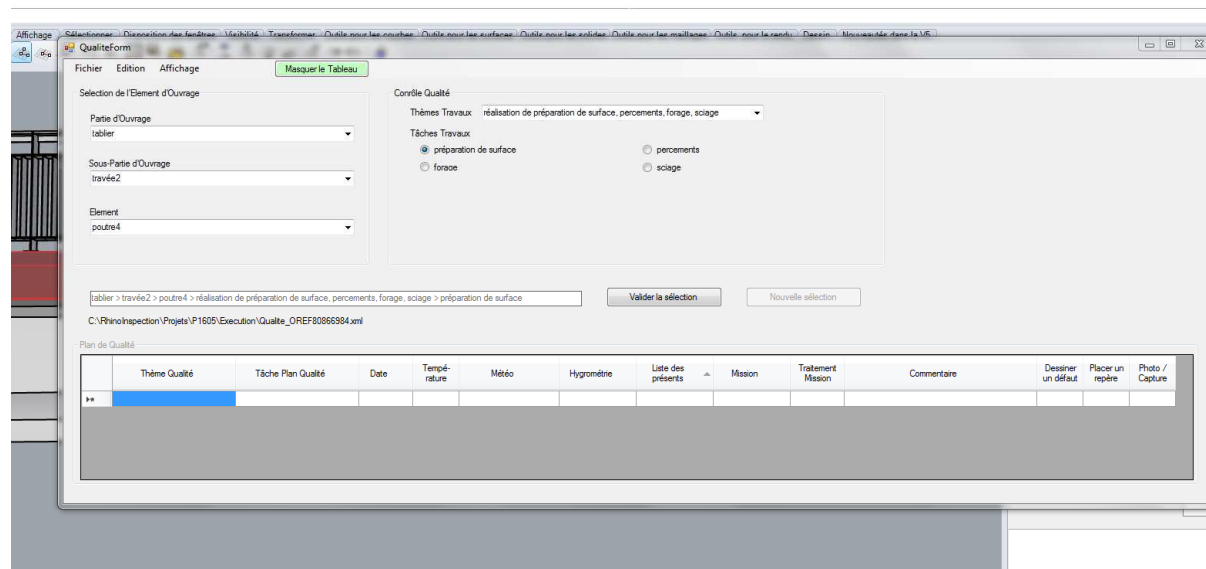
Les défauts demandant des opérations de maintenance et/ou de réparation sont classés par ordre de gravité. L'utilisateur peut lancer la production d'un détail estimatif concernant ces

travaux. (Les dimensions des défauts sont stockés dans la base de données de la maquette numérique). Les prix unitaires sont préalablement validés par l'utilisateur.

Lorsque le DE est validé, les bordereaux des prix et CCTP des marchés des travaux sont générés automatiquement.

Les travaux font alors l'objet d'un suivi avec le logiciel RHINO QUALITE permettant de synchroniser un plan qualité avec la maquette numérique et ses défauts à traiter.

Ci-dessous l'inspecteur sélectionne l'élément de l'ouvrage concerné puis une tâche travaux



Ci-dessous le contrôleur travaux saisi la tâche qualité "contrôle de la rugosité du parement" et ne valide pas le contrôle à cause d'un défaut de parement

