

Livrable

Evaluation des coûts en phase exploitation / maintenance

Auteurs/Organismes

Jean POHU (EGIS Road Operation)

Sylvain GOGA (VINCI Concessions)

Structuration des données (Thème 3) Maîtrise des coûts par la modélisation (UC5)

MINnD_TH03_UC05_01_Modelisation_couts_phase_exploitation_maintenance_005_2015
Octobre 2015

Sommaire

GLOSSAIRE.....	2
I. CONTEXTE	3
2. MISSIONS ET ATTENTES DE L'EXPLOITANT AVEC LE BIM	6
2.1. Préambule.....	6
2.2. En phase de développement.....	6
2.3. En phase de conception	7
2.4. En phase de construction.....	9
2.5. En phase d'exploitation/maintenance.....	9
2.6. En phase de fin de vie/démantèlement.....	11
3. ARCHITECTURE DU BIM POUR L'EXPLOITANT	12
4. ANNEXES	18
4.1. Annexe n°1 : Recensement des principaux éditeurs d'outils de gestion de patrimoine.....	18
4.2. Annexe n° 2 : Recensement des principaux éditeurs de solution de gestion métier par famille d'ouvrage.....	19

GLOSSAIRE

Abréviation	Définition
AMO	Assistant à maîtrise d'ouvrage.
APS	Avant-projet sommaire.
APD	Avant-projet détaillé.
BET	Bureau d'études techniques.
BIM	<i>Building Information Modeling</i> .
BIM global	Le BIM global est le BIM regroupant le BIM outils et les bases de données extérieures.
BIM outil	Le BIM outil est une base de données regroupant toutes les données d'un projet.
BIM plateforme	Le BIM plateforme est une base de données servant de plateforme d'échange avec des bases de données extérieures.
CR	Conception/réalisation.
DCE	Dossier de consultations des entreprises.
EXE	Exécution (phase travaux).
GED	Gestion électronique des documents.
LOD	<i>Level of detail / development</i> .
LOD100	APS.
LOD200	APD/projet.
LOD300	DCE.
LOD400	Exécution.
LOD500	Réception/récolement.
LOD600	Maintenance/exploitation.
MN	Maquette numérique.
MOA	Maîtrise d'ouvrage.
MOE	Maîtrise d'œuvre.
MOP	Maîtrise d'ouvrage public.
O&M	Opération & maintenance (exploitation & maintenance).
PPP	Partenariat public-privé.
PRO	Provisoire.
5D	Modélisation 3D + dimension temporelle + dimension budgétaire.

I. CONTEXTE

Une approche « objet » géoréférencée...

... grâce à une maquette numérique qui porte la description de l'ouvrage...

... et qui s'inscrit dans une approche de coût global

Cycle de vie d'une infrastructure

Le BIM est initialement une démarche de concepteur. L'exploitant bénéficie toutefois d'une approche « objet », géoréférencée, pour toutes les étapes du cycle de vie des infrastructures.

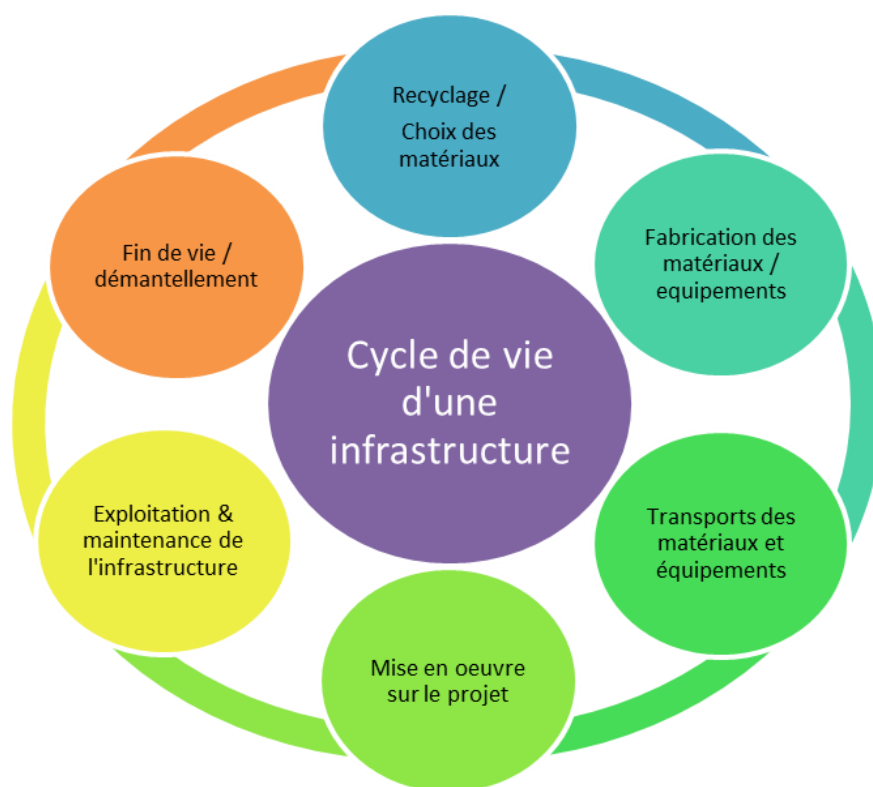
La maquette numérique porte la description de l'ouvrage au cours de ces étapes :

1. conception,
2. réalisation,
3. exploitation/maintenance,
4. rétrocession/démantèlement en fin de concession.

La maquette numérique s'inscrit dans une approche coût global (*whole lifecycle cost*). Cela permet au gestionnaire d'ouvrage :

- d'évaluer le projet dans sa globalité,
- de faire des choix pertinents dès la conception : *design for maintenance*.

Le schéma ci-dessous décrit le cycle de vie d'une infrastructure.



Cycle de vie d'une infrastructure

Objectif de l'exploitant

L'objectif de l'exploitant est de **s'assurer que la démarche pilotée par les concepteurs/constructeurs intègre dès l'amont ses besoins** :

- en termes de format/attributs de données,
- en termes d'architecture.

Objectifs de l'étude

Repérage des interactions de l'exploitant avec le BIM

Architecture BIM de gestion du patrimoine

Prise en compte de la MN dans le temps long

Les objectifs de la présente étude sont abordés ci-après.

Le premier objectif vise à identifier les étapes du cycle de vie au cours desquelles l'exploitant interagit avec le BIM. Pour chacune de ces étapes, on vise à identifier les données dont il a besoin ainsi que leur degré d'urgence :

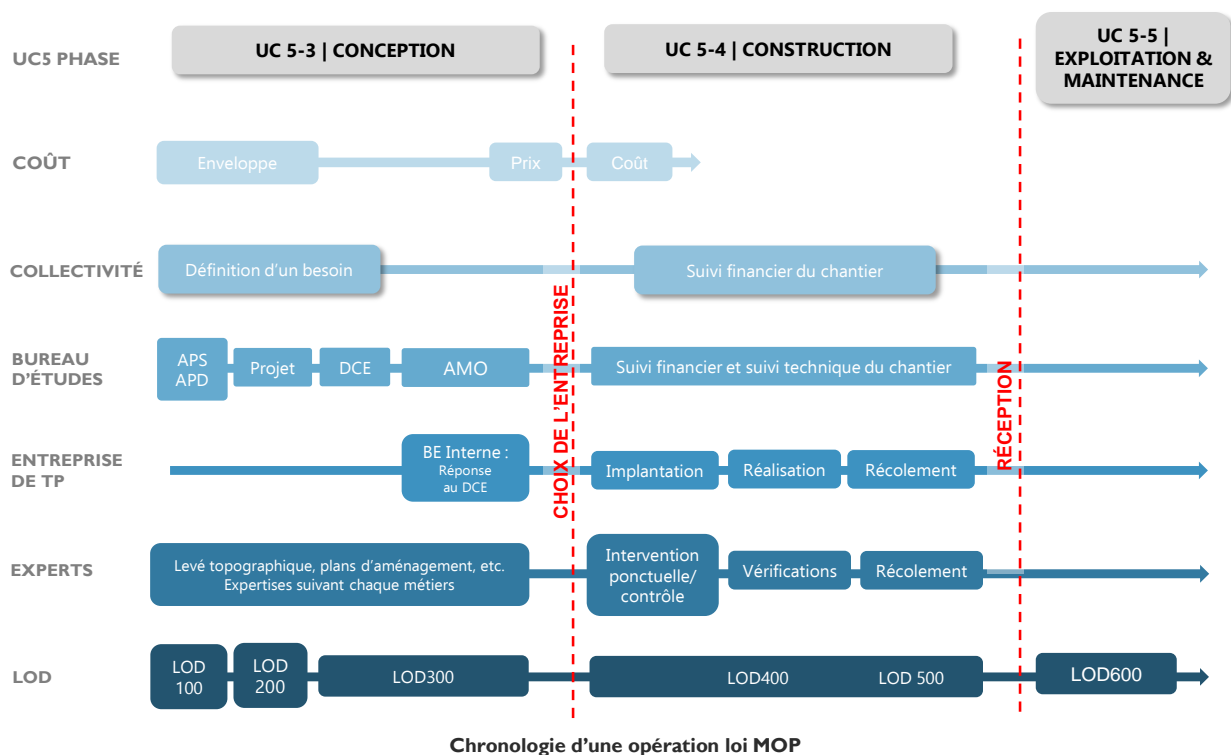
- Attributs nécessaires/que faut-il numériser ?
- Données statiques (inventaire « *as-built* ») et données variables (état du patrimoine, historique des inspections et interventions de maintenance).
- Quels filtres ?

Le deuxième objectif vise à analyser de manière pragmatique les architectures proposées pour la plateforme BIM sur le thème « gestion du patrimoine ».

Enfin, le dernier objectif est de proposer des pistes de réflexion sur l'évolution de la MN. Il s'agit d'identifier les principaux challenges à relever, pour conserver les bénéfices de la maquette numérique dans le temps long.

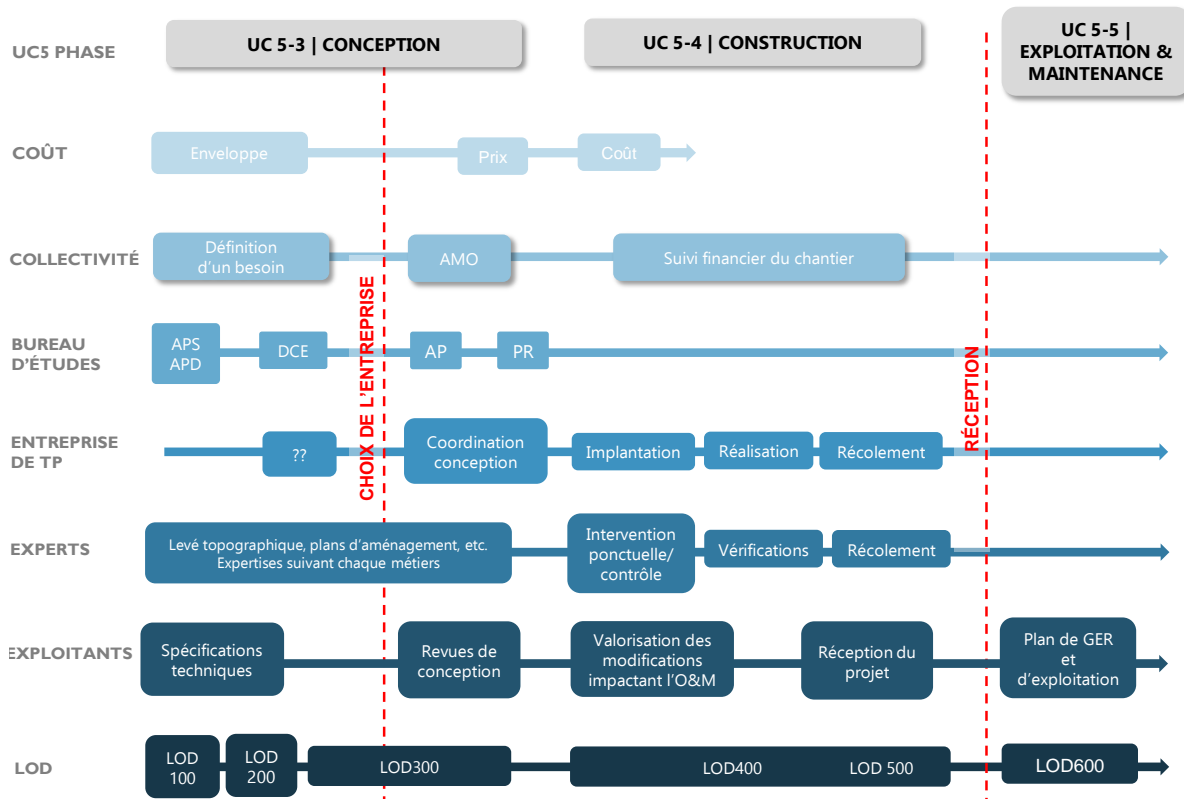
Chronologie d'une opération loi MOP

Nous vous proposons ci-dessous une chronologie d'une opération loi MOP.



Chronologie d'une opération PPP ou CR

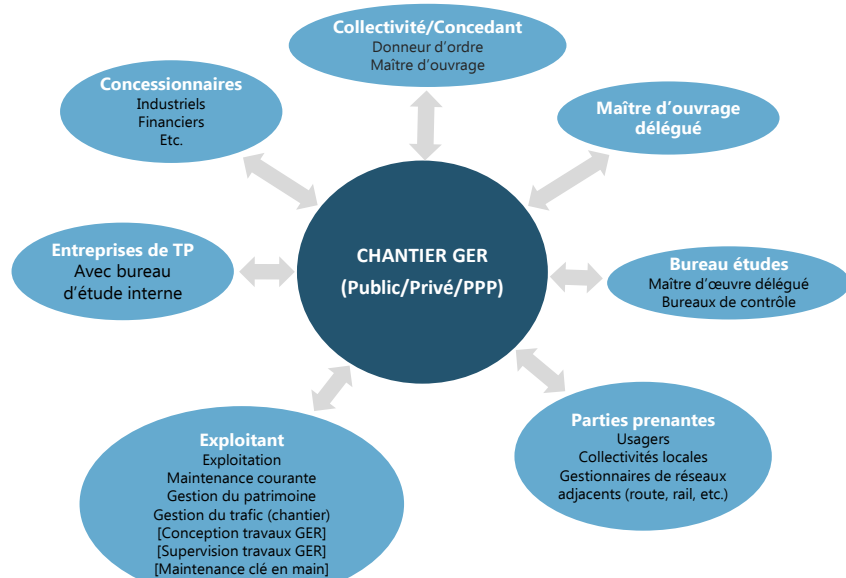
Nous vous proposons ci-dessous une chronologie d'une opération PPP ou CR.



Chronologie d'une opération PPP ou CR

Définition des intervenants

Les intervenants sont les suivants :



Définition des intervenants - rôles dans la maquette numérique en phase d'exploitation

2. MISSIONS ET ATTENTES DE L'EXPLOITANT AVEC LE BIM

2.1. Préambule

Présentation du BIM

Le BIM est un outil de communication permettant de **présenter de façon attractive et réaliste les concepts opérationnels**. Il est adressé plus spécifiquement pour l'exploitant. Il intervient à cinq étapes du cycle de vie qui vous sont présentées dans ce chapitre.

Problématiques de l'exploitant dans le « temps long »

Les problématiques de conception réalisation, sont limitées dans le temps, un « temps court ». Celles de l'exploitant se prolongent tout au long de la vie du patrimoine, voire jusqu'à son démantèlement éventuel. Il s'agit donc d'une approche dans le « temps long ».

Pérennité de la maquette numérique

La pérennité de la maquette numérique est traitée spécifiquement à la fin du chapitre 3.

2.2. En phase de développement

Missions

Entrants-clés : les BIM O&M d'autres projets (capitalisation)

En phase de développement, le service exploitation maintenance effectue une **revue contractuelle du projet**.

Pour cela, il capitalise sur les BIM O&M (opérations et maintenance) provenant d'autres projets :

- Revue des besoins en exploitation et en maintenance de ce futur patrimoine.
 - Établir la stratégie de maintenance courante et de gros entretien réparation.
 - Bâtir les modèles de coûts de GER, d'exploitation et modéliser les lois de comportement du patrimoine à partir des REX BIM d'autres projets.
 - Associer les pénalités au coût de travaux de maintenance.
 - Modéliser et dimensionner les coûts de balisage, d'accès, stratégie jour/nuit, etc. (hors coût de travaux).
- REX avec les coûts d'exploitation de maintenance et de benchmark.
- Fourniture des spécifications techniques particulières basées sur les bonnes pratiques.
- Optimisation des contraintes et permettre le prédimensionnement de l'offre à partir des REX d'exploitation.
- Revue du BIM avec analyse et remontée des contraintes des données d'entrée.

2.2 En phase de développement

Données d'entrée nécessaires	Afin d'effectuer une revue contractuelle du projet, l'équipe d'O&M a besoin des principales données d'entrée ci-dessous :											
	<table border="1"> <tr> <td>Inventaire du réseau :</td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> longueur et nombre de voies par sens et par section, points singuliers : échangeurs, structures PS/PI viaducs et tunnels, gares de péage, etc. </td> </tr> <tr> <td>Données contractuelles d'entrée.</td> </tr> <tr> <td>Conditions minimums d'exploitation.</td> </tr> <tr> <td>Performances techniques de viabilité (pour la maintenance de routine).</td> </tr> <tr> <td>Conditions de rétrocession (critères de condition minimale ou durée de vie résiduelle).</td> </tr> <tr> <td>Régime de pénalités : pur l'exploitation, pour la maintenance GER.</td> </tr> <tr> <td>Maquette numérique de faisabilité.</td> </tr> <tr> <td>Lois locales et standards, traitement des évolutions de ces lois dans le contrat.</td> </tr> <tr> <td>Géotechnique, eau, biodiversité, habitation, cadastre.</td> </tr> <tr> <td>Durée de concession.</td> </tr> </table>	Inventaire du réseau :	<ul style="list-style-type: none"> longueur et nombre de voies par sens et par section, points singuliers : échangeurs, structures PS/PI viaducs et tunnels, gares de péage, etc. 	Données contractuelles d'entrée.	Conditions minimums d'exploitation.	Performances techniques de viabilité (pour la maintenance de routine).	Conditions de rétrocession (critères de condition minimale ou durée de vie résiduelle).	Régime de pénalités : pur l'exploitation, pour la maintenance GER.	Maquette numérique de faisabilité.	Lois locales et standards, traitement des évolutions de ces lois dans le contrat.	Géotechnique, eau, biodiversité, habitation, cadastre.	Durée de concession.
Inventaire du réseau :												
<ul style="list-style-type: none"> longueur et nombre de voies par sens et par section, points singuliers : échangeurs, structures PS/PI viaducs et tunnels, gares de péage, etc. 												
Données contractuelles d'entrée.												
Conditions minimums d'exploitation.												
Performances techniques de viabilité (pour la maintenance de routine).												
Conditions de rétrocession (critères de condition minimale ou durée de vie résiduelle).												
Régime de pénalités : pur l'exploitation, pour la maintenance GER.												
Maquette numérique de faisabilité.												
Lois locales et standards, traitement des évolutions de ces lois dans le contrat.												
Géotechnique, eau, biodiversité, habitation, cadastre.												
Durée de concession.												
Niveau de BIM et objectif visé	<p>Le niveau de BIM attendu en phase de développement est un BIM simplifié. Il doit permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> De présenter le projet. De modéliser les contraintes. De faire une représentation visuelle du dossier technique. Le niveau de détail est en adéquation avec la durée d'appel d'offres. <p>Exemple de BIM attendu en phase de développement : IAI Lod 200.</p>											
Données de sortie	<p>En sortie, l'équipe exploitation maintenance écrit :</p> <ul style="list-style-type: none"> le programme fonctionnel des besoins O&M, les spécifications fonctionnelles d'O&M pour la conception, les stratégies de maintenance, le plan prévisionnel de maintenance. 											

2.3. En phase de conception

<p>Missions</p> <p>Revue de conception des parties sensibles de l'ouvrage</p> <p>Difficulté récurrente de l'exploitant : le moment d'intervention</p> <p>Des revues de design qui ne bloquent pas l'avancement de la conception</p>	<p>En phase de conception, le service exploitation maintenance fait une revue de conception des parties sensibles de l'ouvrage. Le BIM permet à l'exploitant :</p> <ul style="list-style-type: none"> de mieux visualiser en 3D le futur ouvrage, de faire ses commentaires dans les temps. <p>Une des difficultés classiques pour l'exploitant est d'intervenir au bon moment :</p> <ul style="list-style-type: none"> ni trop tôt quand le design n'est pas stabilisé, ni trop tard quand la construction est lancée. <p>Il s'agit donc là d'une approche itérative plutôt que collaborative, en parallèle.</p> <p>Auparavant, le service O&M faisait des points de coordination du design (en général 30 %, 60 %, 90 %). Avec le BIM, il peut faire des revues de design régulièrement sans bloquer l'avancement de la conception.</p>
--	--

2.3 En phase de conception | Missions

**Focus particulier
sur plusieurs aspects**

Ces revues de conception sont faites d'un point de vue exploitant/gestionnaire du patrimoine, avec un focus particulier sur les aspects suivants :

- **Problématiques d'accès avec détection des conflits** éventuels pour la maintenance ou l'exploitation, de zones couvertes par surveillance caméras... La détection des conflits doit se faire bien en amont, permettant ainsi de les corriger à moindre coût.
- **Techniques spécifiques dans des zones contraintes**, typiquement les tunnels, les grands ouvrages.
- **Organisation des bâtiments et de la circulation** sur les plateformes de maintenance.
- **Vérification et validation de la traduction des spécifications fonctionnelles en solutions techniques.**
- **Validation de la mise en œuvre des bonnes pratiques.**

**Données d'entrée
nécessaires**

L'équipe d'O&M a besoin des données d'entrée suivantes :

- | |
|---|
| Spécifications contractuelles du projet et les spécifications techniques particulières. |
| Maquette BIM avec les différents matériaux. |
| Stratégies de maintenance de l'ouvrage en phase de conception. |

Interaction BIM

Le niveau de BIM attendu en phase de conception est un BIM qui permet d'appréhender :

- les **principaux risques** du projet,
- les **coûts de maintenance**,
- les **stratégies commerciales**.

Exemple de BIM attendu en phase de conception

- | |
|---|
| IAI Lod 400 pour la chaussée |
| Lod 200 pour les contraintes d'exploitation |

Données de sortie

Les données de sortie sont des **remarques sur la conception ou la conceptualisation des hypothèses d'exploitation**.

L'équipe d'exploitation valide le fait que le projet est optimisé pour l'O&M.

2.4. En phase de construction

Missions	<p>En phase de construction, l'équipe d'exploitation et de maintenance intervient très ponctuellement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour suivre l'avancement du projet et ainsi, avant la mise en service, caler les prestations suivantes sur le planning général de la construction : <ul style="list-style-type: none"> - développement des procédures, - recrutements, - formations. • Quand elle est consultée pour : <ul style="list-style-type: none"> - une non-conformité, - une demande de modification émanant du constructeur. 		
Données d'entrée nécessaires	<p>L'équipe d'O&M a besoin des données d'entrée suivantes :</p> <table border="1" data-bbox="520 853 1439 1010"> <tr> <td data-bbox="520 853 1439 898">La conception, validée avant démarrage des travaux.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="520 898 1439 1010"> Les non-conformités avec : <ul style="list-style-type: none"> • les solutions proposées par le constructeur pour y remédier, • les demandes de modifications. </td> </tr> </table>	La conception, validée avant démarrage des travaux.	Les non-conformités avec : <ul style="list-style-type: none"> • les solutions proposées par le constructeur pour y remédier, • les demandes de modifications.
La conception, validée avant démarrage des travaux.			
Les non-conformités avec : <ul style="list-style-type: none"> • les solutions proposées par le constructeur pour y remédier, • les demandes de modifications. 			
Interaction BIM	<p>Le BIM permet de mieux visualiser les zones non conformes.</p> <p>Un travail collaboratif permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de répondre plus rapidement au problème, • d'avoir un récolement en temps réel et donc une maquette réelle pour les phases de constructions suivantes. 		
Données de sortie	<p>Les données de sortie attendues sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • une maquette numérique à jour, • un plan de non-conformité en temps réel, facilitant de ce fait la réception de l'ouvrage / l'expression des réserves. 		

2.5. En phase d'exploitation/maintenance

Missions Prise en charge du projet Responsabilités de l'équipe O&M	<p>En phase d'exploitation/maintenance, l'équipe O&M prend en charge le projet.</p> <p>Au préalable, le concessionnaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> • a transféré ses obligations contractuelles du contrat O&M, • a réceptionné l'ouvrage. <p>L'équipe O&M doit, entre autres :</p> <table border="0" data-bbox="520 1868 1439 1984"> <tr> <td data-bbox="520 1868 903 1912">• Assurer la viabilité du projet.</td> <td data-bbox="935 1868 1439 1912">• Faire le reporting sur patrimoine.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="520 1912 903 1957">• Inspecter le patrimoine.</td> <td data-bbox="935 1912 1439 1957">• Maintenir les bases de données à jour, mais aussi le BIM.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="520 1957 903 1984">• Entretenir l'ouvrage.</td> <td></td> </tr> </table>	• Assurer la viabilité du projet.	• Faire le reporting sur patrimoine.	• Inspecter le patrimoine.	• Maintenir les bases de données à jour, mais aussi le BIM.	• Entretenir l'ouvrage.	
• Assurer la viabilité du projet.	• Faire le reporting sur patrimoine.						
• Inspecter le patrimoine.	• Maintenir les bases de données à jour, mais aussi le BIM.						
• Entretenir l'ouvrage.							

2.5 En phase d'exploitation/maintenance

<p>Données d'entrée nécessaires</p>	<p>Le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) est la réunion de documents contenant les informations nécessaires pour assurer la gestion et la maintenance de l'ouvrage construit. Ce dossier permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> • au mainteneur et à l'exploitant d'exercer leurs futures missions ; • de garder les traces de sa construction, des contrôles qualité et des travaux réalisés ; • d'avoir une connaissance suffisante de l'environnement de l'ouvrage. 						
<p>Interaction BIM</p>	<p>Le BIM aide l'équipe d'exploitation maintenance sur 3 principaux sujets :</p> <table border="1" data-bbox="523 689 1423 1043"> <tr> <td data-bbox="523 689 750 837"> <p>Constitution de l'historique des inspections et travaux sur l'ouvrage</p> </td> <td data-bbox="762 689 1423 837"> <p>Le BIM aide au classement de toute la documentation. Cela permet le suivi à partir de la réception de l'ouvrage. Le DOE est en interface avec le SIG, et le BIM est aussi pourvoyeur de données pour le système de gestion de patrimoine (GMAO ou EAM).</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 842 750 943"> <p>Modélisations diverses</p> </td> <td data-bbox="762 842 1423 943"> <p>Le BIM permet la modélisation des interventions de maintenance lourde et les interfaces avec le trafic. Cela permet, par exemple, la simulation de travaux de maintenance sous circulation.</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 947 750 1043"> <p>Formation des exploitants</p> </td> <td data-bbox="762 947 1423 1043"> <p>Le BIM facilite la formation des exploitants par l'usage de simulateurs. Cela permet des gains de rapidité et de décisions pour les interventions.</p> </td> </tr> </table> <p>Nous abordons ci-dessous, plus particulièrement, la contribution des données du BIM à l :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la mise en place d'un système de gestion du patrimoine, • la gestion des travaux sous circulation. 	<p>Constitution de l'historique des inspections et travaux sur l'ouvrage</p>	<p>Le BIM aide au classement de toute la documentation. Cela permet le suivi à partir de la réception de l'ouvrage. Le DOE est en interface avec le SIG, et le BIM est aussi pourvoyeur de données pour le système de gestion de patrimoine (GMAO ou EAM).</p>	<p>Modélisations diverses</p>	<p>Le BIM permet la modélisation des interventions de maintenance lourde et les interfaces avec le trafic. Cela permet, par exemple, la simulation de travaux de maintenance sous circulation.</p>	<p>Formation des exploitants</p>	<p>Le BIM facilite la formation des exploitants par l'usage de simulateurs. Cela permet des gains de rapidité et de décisions pour les interventions.</p>
<p>Constitution de l'historique des inspections et travaux sur l'ouvrage</p>	<p>Le BIM aide au classement de toute la documentation. Cela permet le suivi à partir de la réception de l'ouvrage. Le DOE est en interface avec le SIG, et le BIM est aussi pourvoyeur de données pour le système de gestion de patrimoine (GMAO ou EAM).</p>						
<p>Modélisations diverses</p>	<p>Le BIM permet la modélisation des interventions de maintenance lourde et les interfaces avec le trafic. Cela permet, par exemple, la simulation de travaux de maintenance sous circulation.</p>						
<p>Formation des exploitants</p>	<p>Le BIM facilite la formation des exploitants par l'usage de simulateurs. Cela permet des gains de rapidité et de décisions pour les interventions.</p>						
<p>Mise en place d'un système de gestion du patrimoine</p> <p>Migration des données de construction as built</p> <p>Population initiale des bases de données en fin de construction</p> <p>Adaptation du format des données</p> <p>Évolution des GMAO vers des outils de gestion d'actif et de patrimoine</p>	<p>Le BIM permet à l'exploitant de réaliser la migration des données de construction <i>as-built</i> vers l'outil de gestion du patrimoine :</p> <ul style="list-style-type: none"> • dès la fin de la phase de construction (point zéro), • sans ressaisir les plans de récolement, généralement fournis plusieurs mois plus tard. <p>La mise en place d'un système de gestion de patrimoine est habituellement une tâche lourde. Elle se trouve donc largement facilitée par le chargement des données issues de la MN.</p> <p>La contribution à la mise en place d'un système de gestion de patrimoine est l'un des enjeux majeurs du BIM. La population initiale des bases de données en fin de construction :</p> <ul style="list-style-type: none"> • comprend l'inventaire complet de ce qui a effectivement été construit, • inclut les résultats de l'inspection initiale (point zéro). <p>Il est essentiel que le format des données soit adapté pour tirer tout le bénéfice des attributs des objets référencés.</p> <p>Nous pensons qu'avec une notion BIM intégrée, les anciennes GMAO vont de plus en plus devenir des outils de gestion d'actif et de patrimoine type EAM. Cette partie est plus largement développée dans le chapitre 3.</p> <p>Une liste non exhaustive de solutions de GMAO pour les infrastructures linéaires est proposée en annexe 1.</p>						

2.5 En phase d'exploitation/maintenance

Travaux sous circulation

Simulation des contraintes de travaux sous circulation

Voyons rapidement ci-après comment les données de la MN facilitent la gestion des travaux sous circulation.

Le BIM permet à l'exploitant de simuler les contraintes de travaux sous circulation au moment des renouvellements. Cela comprend l'installation et le démantèlement des équipements.

Contraintes spécifiques liées à la continuité du trafic

Contrairement à la phase de construction, de nombreuses contraintes spécifiques liées à la continuité du trafic apparaissent en phase d'exploitation. Le BIM permet donc d'en avoir une vue aussi complète que possible.

La MN facilite les simulations

La maquette numérique doit permettre de **simuler** les contraintes de travaux sous trafic afin :

- D'en évaluer l'impact.
- De mettre en place les mesures nécessaires (balisage, contresens, déviation, etc.) en les adaptant selon les scénarios testés.

Customisation des simulateurs

Le BIM permet à l'exploitant de customiser ses simulateurs à un réseau donné. Il permet ainsi une formation plus réaliste des exploitants.

Données de sortie

Les données de sortie attendues sont les suivantes :

- Les fiches d'interventions.
- Les rapports d'inspection.
- Les travaux, typiquement la structure actuelle de la chaussée.
- La maquette numérique à jour.

2.6. En phase de fin de vie/démantèlement

Sur quoi faut-il s'interroger ?

En phase de fin de vie/démantèlement, il faut s'interroger sur :

- Ce que nous allons faire du BIM en fin de vie d'un patrimoine.
- Qui va devenir responsable de son archivage.
- Que faire de son archivage.

3. ARCHITECTURE DU BIM POUR L'EXPLOITANT

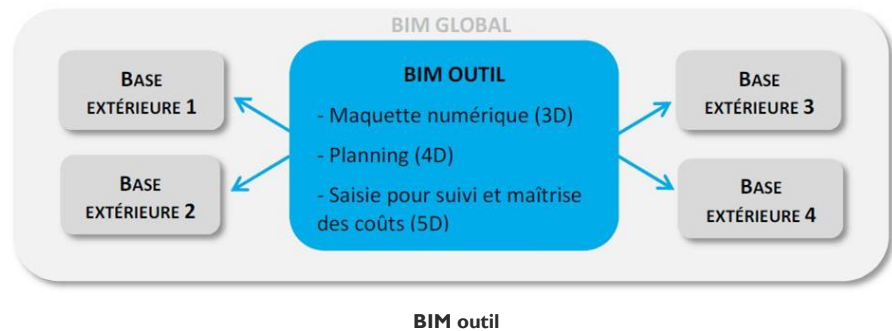
Configuration du BIM

Deux grands types de BIM sont envisageables à ce stade :

- BIM outil,
- BIM plateforme.

BIM Outil

L'ensemble des données est saisi à l'intérieur du BIM outil. Nous envisageons des données menant au 5D. Dans ce cas, le BIM superviseur a accès à l'intégralité des données. Le schéma ci-dessous illustre le fonctionnement du BIM outil.

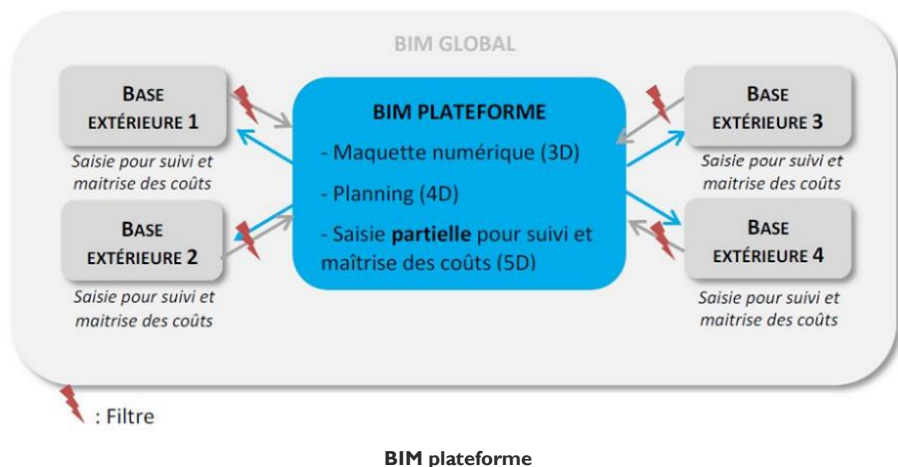


BIM Plateforme

Les bases de données sont connectées autour du BIM plateforme. Le tableau suivant explique où sont stockées les différentes données.

Données	Stockage	Exemples
Données fixes	La plateforme BIM contient les données fixes de l'ouvrage partageables avec tous les acteurs.	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaire • Historique des travaux
Données variables	<p>Les données variables de la gestion du patrimoine sont des informations stratégiques pour les entreprises. Elles sont ainsi saisies et stockées dans une base de données externe.</p> <p>Cette base de données est connectée vers le BIM par des ponts dotés de filtres. Ces ponts permettent la diffusion d'une information travaillée qui est ensuite visible depuis le BIM.</p> <p>De même, les informations du BIM sont lues dans la base de données comme les informations venant du planning afin de suivre le contrôle budgétaire. Le BIM superviseur n'a accès qu'aux données filtrées provenant des bases extérieures.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • État • Coûts • Durées de vie

Le schéma ci-dessous illustre le fonctionnement du BIM plateforme.



Le BIM plateforme est la structure prise en compte dans la suite du rapport. En effet, elle constitue une solution plus acceptable pour les entreprises grâce à la confidentialité de certaines données. De plus, elle est en principe plus facile à mettre en place qu'un BIM outil.

Données échangeables

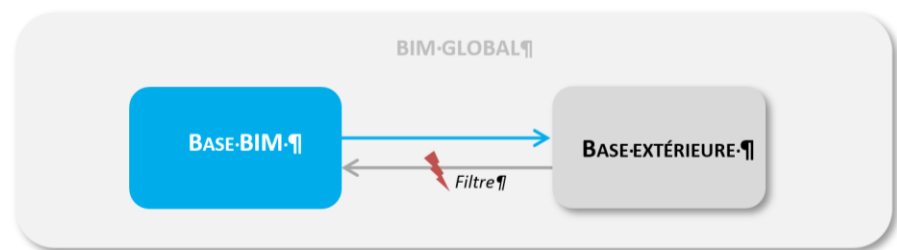
Nécessité de stocker certains éléments hors de la base BIM

Stockage des données susceptibles d'être échangées

Les données disponibles et échangeables doivent être **classées dans différentes catégories**. En effet, certaines données doivent rester confidentielles et propres à chaque intervenant.

Il est nécessaire de stocker certains éléments hors de la base BIM dans une base de données extérieure capable d'échanger avec la base BIM, car :

- La base de données est toujours gérée par un administrateur principal.
- L'administrateur principal a accès à toutes les données contenues dans la base BIM.



Données échangeables

Le tableau ci-dessous est une liste non exhaustive présentant dans quelle base de données les différentes données susceptibles d'être échangées doivent être stockées..

Données	Base BIM	Base extérieure
Inventaire (<i>as built</i> /DOE mis à jour après chaque intervention)	Oui	Non
Historique des travaux GER et ICAS	Oui	Non
Plans	Oui	Non
Notes de calcul	Oui	Non
Procédures	Oui	Non
Accès/plages d'intervention	Oui	Non
Fiches de non-conformité	Oui	Non
Conditions contractuelles (performances, régime pénalités)	Oui	Non
Plans phasages	Oui	Non
Plannings d'inspections	Oui	Non
Comptes rendus	Oui	Non
Avancements/situations de travaux	Oui	Non
État du patrimoine (résultat des inspections/auscultations)	Non	Oui
Prix unitaires (GER, inspections)	Non	Oui
Durées de vie type des éléments du patrimoine	Non	Oui
Consultations/factures	Non	Oui

3 Architecture du BIM pour l'exploitant

Accès	En début de projet, plusieurs degrés d'accès à la base sont mis en place par le BIM Manager. Ces degrés d'accès sont adaptables au fur et à mesure de l'avancement de celui-ci.
En annexe	<p>Description du Système de Gestion du Patrimoine et de la GMAO (voir annexe 1)</p> <p>Le principe est de définir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les données qui seront partagées ou non partagées avec les différents intervenants sur le projet considéré ; • les données qui seront réutilisables en dehors du projet considéré (sur une opération similaire) ; • les filtres qui permettront une extraction des données contractuelles concernant les ouvrages finis (et non les savoir-faire des entreprises impliquées dans la conception et la réalisation des ouvrages) ; • les différents types de droit d'accès (en consultation, en contribution...).

Structure de la maquette numérique	La structure de la maquette numérique est la suivante :
---	---

Données d'entrée venant de la phase construction

La maîtrise d'ouvrage travaux envoie le DOE à l'exploitant. Tout le DOE doit être dans une base de données interfacée avec la maquette numérique. Cela permet de capitaliser l'expérience. Cette dernière est renseignée dans des métadonnées géoréférencées. Les données d'entrée venant de la phase construction sont les suivantes :

Le DOE (Dossier des ouvrages exécutés) qui est un document contractuel. L'exploitant n'a besoin que des données de la solution mise en œuvre (as-built) et non pas des diverses solutions étudiées (historique du design)

Le BPU (Bordereau des prix unitaires) qui décompose par poste le coût exact du Capex. Chacun de ces coûts est associé à un catalogue. Ce catalogue est comme le prix, il est spécifique à chaque projet, mais peut être organisé sous forme de bases de données thématiques :

- À la surface : global ou par m², ou linéaire.
- À la structure : matière, composant (enrobé, talus, végétation, etc.).

Ces coûts de construction sont une base pour calculer les coûts d'entretien et de renouvellement. Ces derniers sont significativement différents, car ils intègrent des paramètres supplémentaires.

Les manuels d'inspections/auscultations et de maintenance pour chacun des éléments du patrimoine.

Les fiches techniques des différents matériaux ou éléments utilisés.

La/les fiche(s) de non-conformités et la/les solution(s) mise(s) en place pour la/les solutionner.

Données échangeables

Les données échangeables sont les données fixes suivantes :

Les documents précités dans le point 5. : DOE, BPU, etc.

Les prix : unitaires, forfaitaires.

Le transfert du catalogue de prix de la phase réalisation, pour la gestion de suivi et situation de travaux.

Données fixes

Les données fixes sont les suivantes :

L'inventaire de tous les éléments de l'ouvrage, organisé par famille et sous-famille/élément, et actualisé après chaque intervention datée.

L'historique daté des travaux (GER, ICAS) effectués depuis la mise en service.

L'historique daté des inspections périodiques (annuelles, détaillées/« GI & PI ») et auscultations réalisées depuis la mise en service.

Les conditions contractuelles :

- critères de performance,
- régime de pénalités,
- conditions de rétrocession en fin de concession.

Données variables

L'exploitant doit pouvoir associer des données dynamiques à l'objet, telles que la condition de l'élément et le coût de renouvellement qui varie dans le temps et en fonction de facteurs.

L'exploitant doit également pouvoir intégrer des leviers importants tels que les pénalités pour indisponibilité des voies, les performances minimales, etc.

Les données variables sont de trois types :

L'état/condition des éléments du patrimoine, mis à jour après chaque inspection périodique (annuelles, détaillées/« GI&PI » -hors inspections routinières) et auscultation, avec date de référence.

Le coût des travaux de maintenance/GER, avec date de référence.

La durée de vie des différents éléments du patrimoine, avec date de référence et contexte (exemple : trafic PL).

Suivi des coûts

L'exploitant n'a pas besoin de la même profondeur de données qu'en phase de conception, ce qui nécessite :

- d'avoir un filtre d'affichage exploitant,
- de pouvoir zoomer seulement si nécessaire en fonction de certains attributs.

Les inspections et travaux de GER sont indexés séparément par rapport à l'inflation par une formule. Cette formule tient compte de la date des interventions qui sont toutes affectées d'une date.

Tableau de suivi coûts

Le suivi des coûts est le suivant :

Inspections

Le coût des inspections périodiques se décompose de la façon suivante :

Inspections, avec détails :

- main d'œuvre (inspecteurs),
- outillage/équipement (échafaudages, véhicule équipé de capteurs, etc.).

Accès, fonction de l'environnement de l'objet.

Balisage/débalisage.

Gestion du trafic.

Pénalités (occupation des voies).

Maintenance

Le coût de la maintenance/GER se décompose de la façon suivante :

Travaux de GER, sur la base des prix de construction, avec détails :

- main d'œuvre sur la base de travaux de jour,
- matériaux,
- outillage/équipements (« Plant »).

Démantèlement, qui peut être :

- un pourcentage du coût des travaux pour certains items (remplacement d'un portique),
- directement intégré dans le coût des travaux (cas d'un fraisage pour le renouvellement d'une couche de surface chaussée).

Accès, fonction de l'environnement et de la conception.

Balisage.

Gestion du trafic : voie fermée, contresens, etc.

Pénalités (occupation des voies).

Plus-values pour travaux de nuit, pour quantités réduites.

Suivi des coûts

Maintenance (suite)
Les coûts de travaux de maintenance/GER sont différents des coûts de construction sur les aspects suivants :
Quantités/volumes moindres qu'en phase de construction.
Travaux sous circulation, intégrant des coûts de balisage lourd et un surcoût lié à des difficultés d'accès.
Travaux discontinus « <i>little & often</i> » (exemple : toutes les nuits plutôt que grand chantier en continu), ne permettant pas de bénéficier d'économies d'échelle.
Intégration de pénalités (ou perte de revenus) si interférence des travaux avec le trafic.
Coûts de démantèlement/déconstruction/dépollution en fin de concession.
Rétrocession
Le coût de la rétrocession (en fin de concession) dépend des critères contractuels de « handback » et se décompose de la façon suivante :
Travaux de déconstruction, pour remettre l'ouvrage en l'état initial.
Inspections spécifiques (avis d'expert).

Pérennité de la MN

Conditions nécessaires pour pouvoir utiliser les données dans le temps long

Le Cloud : une solution peu envisageable pour les données stratégiques

Questions à se poser concernant les données BIM

La pérennité des données de la MN est une question essentielle pour les ouvrages et infrastructures à longue durée de vie.

Il est important de se poser la question de la durée de vie des supports, de leur obsolescence avec leur durée de vie et versus évolution. La **durée de vie moyenne d'un support est de l'ordre de 20 ans** (passage du « floppy disk » à la disquette, CD-ROM, disque optique, Cloud, etc.). Il faut donc mettre à jour régulièrement ses données.

Plusieurs conditions doivent être réunies pour pouvoir utiliser les données dans le temps long :

- la pérennité de leur support de stockage (Accessibilité),
- la pérennité des outils permettant la lecture de la donnée (Lisibilité),
- l'indexation des données (recherche par mots clés et date), afin de pouvoir les retrouver rapidement dans la masse des informations disponibles,
- la confidentialité.

Si le Cloud est une solution intéressante pour les données courantes (et le BIG DATA), les données stratégiques (prix, durées de vie) sont plus confidentielles. Une solution d'hébergement extérieur est alors peu envisageable par les Clients.

Il faut aussi se poser la question :

- Comment les données BIM peuvent-elles être mises à jour (sur plus de 100 ans, etc.) ?
- Qui garde la propriété intellectuelle du BIM ?
- Qu'est-ce qu'un projet mort, démantelé ?
- Qui fait la migration d'une version à une autre ?

4. ANNEXES

4.1. Annexe n°1 : Recensement des principaux éditeurs d'outils de gestion de patrimoine

Tableau de recensement

Nous vous proposons ci-dessous le recensement des principaux éditeurs d'outils de gestion de patrimoine en 2013. Ils sont classés par taille de réseau, puis par ordre alphabétique.

Nom éditeur	Logiciel distribué	Site web
Grands réseaux (Classe III)		
IBM	Maximo EAM	https://www-01.ibm.com/software/fr/tivoli/solutions/asset-management/?cm_re=masthead-backcountry-top_level
INFOR Global Solutions	INFOR EAM	http://www.infor.fr/solutions/gmao/
ORACLE	ORACLE EAM	http://www.oracle.com/us/products/applications/060286.html
SAP	SAP EAM	http://www.sap.com/solutions/bp/enterprise-asset-management/index.epx
Réseaux moyens (Classe II)		
ACF Maintenance	Maintexpress	http://www.maintexpress.com/acf-maintenance.html
ADVITAM	Scanprint	http://www.advitam-group.com/products_scanprint.html
APAVE	Mainta	http://mainta.apavealsacienne.com/
CARL Software	Carl Master, Carl Source	http://www.carl-software.fr/
GEOMAP	Geomap Infrastructure	http://gis.geomapgis.com/fr/produits/solutions/urbanisme/voirie.htm
ISILOG	Isilog	http://www.groupe-isilog.fr/
KIMOCE	Kimoce EAM	http://www.kimoce.com/logiciel-gmao.html
KPF Groupe	OptimA	http://www.gmao.org/
VENTYX	Asset Suite	http://www.ventyx.com/en/enterprise/work-asset-operations/eam
EAMS	All In One	
Petits réseaux (Classe I)		
ALTEVA	Mission	
APISOFT International	OptiMaint	http://www.apisoft.fr/
BCS	AQ Manager	
EAMS	Cadix	
Corin Solutions	Corim	
Dimo Maint	AxelMaint, MiniMaint	
DSD System	Altair	http://dsdsystem.fr/gmao/gmao-altair
	Solution Pour Maximo	http://dsdsystem.fr/gmao/gmao-maximo
Fugro (NL)		www.fugro.com
Groupe SII	ServiceOne	http://www.groupe-sii.com/fr/service_one
HIMS (NZ)		http://himsLtd.com
ITM	MisterMaint	http://www.mistermaint.com
NOVASIB	PRISYS	https://www.novasib.de/
Oxand		http://www.oxand.com
PLANON (site alpha)	Sam, Sysbio, SamFM,	http://www.sitealpha.com/
RIO	RIO GMAO	
Siveco Group	Coswin7i, Coswin Light	http://www.siveco.com
TRIMBLE	Meridian System	http://www.meridiansystems.com/
TWS		http://www.twssa.com
Outils SIG		
ESRI		http://www.esri.com
GEOMAP	Geomap GIS	http://gs.geomapgis.com/

4.2. Annexe n° 2 : Recensement des principaux éditeurs de solution de gestion métier par famille d'ouvrage

Pertinence des outils existants	La pertinence des outils existants sur le marché en 2012 a été analysée en fonction des 5 critères définis ci-dessous :
Critère technique T1	Qualité des données avant Intégration - Les données doivent-elles être exhaustives, ou peut-on démarrer l'outil avec des données partielles ?
Critère technique T2	Adaptabilité Base de données - Possibilité de récupérer les données du logiciel afin de les intégrer dans un nouvel outil.
Critère technique T3	Création Indicateurs - Possibilité de créer de nouveaux indicateurs d'état à partir des relevés d'auscultation et ne figurant pas par défaut dans l'outil.
Critère technique T4	Modification Calculs des Notes - Possibilité ou non d'agrèger les indicateurs pour en faire des notes (différentes de celles proposées par défaut dans l'outil).
Critère technique T5	Module de Programmation - Est-ce une boîte : <ul style="list-style-type: none"> • « ouverte » ? Indiquer oui. • « noire » ? Indiquer non. Possibilité de modifier les règles d'évolution ?
Critère d'administration T6	Peu demandeur en ressources + +, à fortement demandeur - -.

Satisfaction des critères	La satisfaction de ces critères est récapitulée dans le tableau synoptique ci-après. Dans la mesure où certains logiciels peuvent être imposés par les concédants, il n'est pas proposé de « classement » par ordre de pertinence.
Tableau synoptique	Nous vous proposons ci-dessous le tableau synoptique qui récapitule la satisfaction des critères. Les logiciels sont classés par ordre alphabétique.

N°	Systèmes	SI	SG	Domaine	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1.	AREO			OA						-
2.	ARGUS-SYSTEM	Oui	Non	C	Partiel	Oui	Oui	Oui	Oui	+
3.	ATLAS.SIG	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Oui	Oui	Oui	+
4.	CADIX	Oui	Oui	C	Prés.P	Oui	Prés. Oui	Oui	Oui	- -
5.	COPTOS	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Oui	Prés. Oui	Oui	- -
6.	Eurovia Allemagne PMS	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Non	Non	Non	+ +
7.	GAUSS	Oui	Non	E	Partiel	Non	Oui	Non	Oui	+
8.	GEOCISA	Oui	Oui	C	Prés.P	Oui	Prés. Oui	Prés. Oui	Oui	+ +
9.	OASIS	Oui	Oui	OA						-
10.	ROSY	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Oui	Oui	Non	- -
11.	SAIA	Oui	Oui	E+S	Partiel	Oui	Oui	Oui	Non	+
12.	SCANPRINT IMS	Oui	Oui	C+OA+E	Partiel	Oui	Oui	Oui	Non	+ +
13.	SCHEME ENGINEER	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Oui	Oui	Oui	-
14.	SIGMA-MESURES	Oui	Oui	C	Partiel	Oui	Oui	Dvpt	Non	+

Abrév ⁿ	Signification	Abrév	Signification
SI	Système d'information (cf. Schéma dans le paragraphe « Objet »)	C	Chaussées
SG	Système de Gestion (cf. Schéma dans le paragraphe « Objet »)	OA	Ouvrages d'Art
E	Équipements	Prés.P	Présumé Potentiel
S	Systèmes	Prés.Oui	Présumé Oui
		Exh	Exhaustif