

Livrable

Évaluation des coûts en phase construction

Auteurs/Organismes

Quentin Le Mignot (Eiffage TP)
Benoît Charriaut (Bouygues TP)
Sylvain Goga (Vinci Concessions pilote du GT)

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

MINnD_TH03_UC05_04_Modelisation_couts_phase_construction_004_2015

Octobre 2015

Sommaire

GLOSSAIRE.....	2
1. PRÉAMBULE	3
2. INTERVENANTS ET LEURS RÔLES DANS LA MAQUETTE NUMÉRIQUE	5
3. LOGICIELS INFORMATIQUES	7
4. DONNÉES D'ENTRÉE	8
5. NIVEAUX DE DÉTAILS	9
6. ARCHITECTURE DU BIM.....	10
7. TRAME DE SUIVI ET TRAME DE RÉFÉRENCE POUR LE CONTRÔLE BUDGÉTAIRE	12
8. PROCESSUS EN PHASE CONSTRUCTION.....	14
9. DONNÉES DE SORTIE	19
10. CONCLUSION.....	19

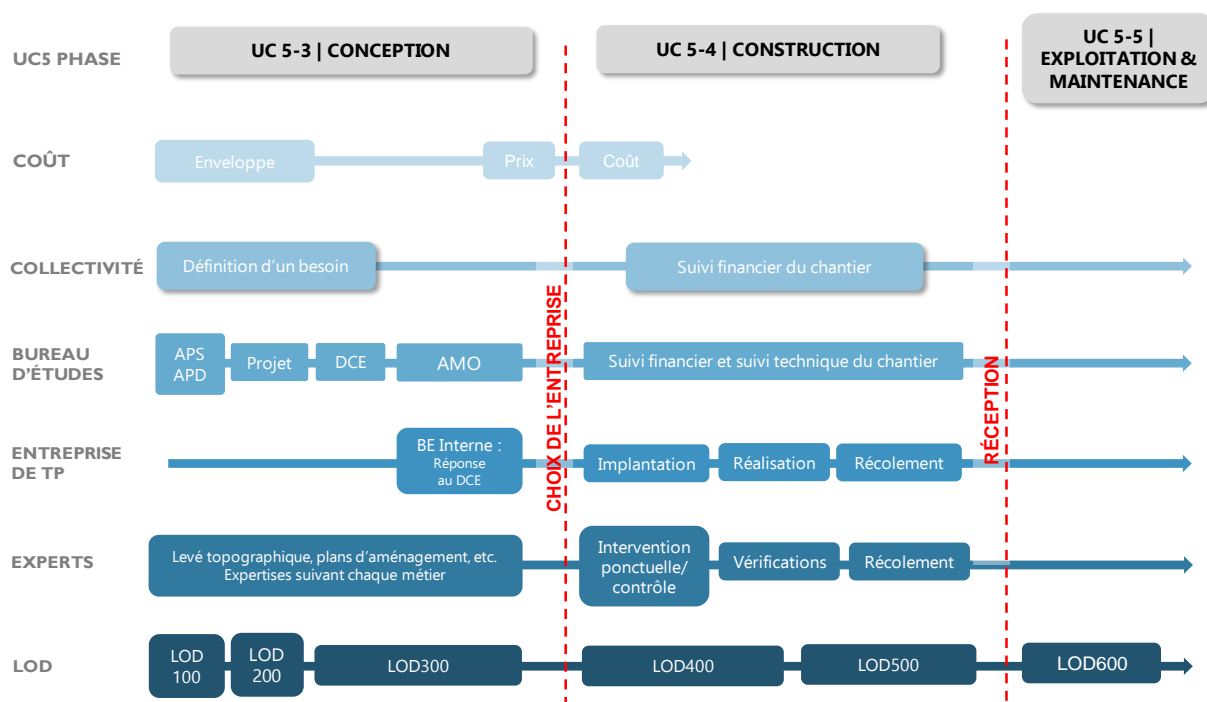
GLOSSAIRE

Abréviation	Définition
AMO	Assistance à maîtrise d'ouvrage
APD	Avant-projet détaillé
APS	Avant-projet sommaire
BET	Bureau d'études techniques
BIM	Building information modeling
BIM global	Regroupe le BIM outils et les bases de données extérieures.
BIM outil	Base de données regroupant toutes les données d'un projet.
BIM plateforme	Base de données servant de plateforme d'échange avec des bases de données extérieures.
CR	Conception/réalisation
DCE	Dossier de consultation des entreprises
EXE	Exécution (phase travaux)
GED	Gestion électronique des documents
LOD	Level of development
LOD100	Esquisse
LOD200	APS/APD
LOD300	Projet/DCE
LOD400	Exécution
LOD500	As Built
LOD600	Maintenance/exploitation
MN	Maquette numérique
MOA	Maîtrise d'ouvrage
MOE	Maîtrise d'œuvre
MOP	Maîtrise d'ouvrage public
PPP	Partenariat public-privé
PRO	Provisoire
5D	Modélisation 3D + dimension temporelle + dimension budgétaire

I. PREAMBULE

Définition du projet MINnD	MINnD signifie Modélisation des INformations INteropérables pour les Infrast tructures Durables. MINnD est un projet de recherche national sur le thème du développement du BIM.
Objectifs	Les objectifs du projet sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Structuration des données entrantes et échangeables. • Définition des besoins software. • Recommandations en termes de plateforme collaboratives. • Propositions d'évolution législative.
Thèmes	Le travail est divisé selon les thèmes suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Observatoire. • Mise en perspective des pratiques. • Cas d'usage — Expérimentations. • Structuration des informations. • Proposition d'adaptation des règlements.

Objet du rapport	Le présent rapport s'inscrit dans le thème « Cas d'usage - Expérimentations », plus précisément dans le 5 ^e cas UC5 : <i>Maîtrise des coûts par la modélisation</i> . Ce rapport évalue les avantages et inconvénients budgétaires liés au BIM pour la phase construction dans les contrats PPP, CR et loi MOP.
Chronologie d'une opération loi MOP	Nous vous proposons ci-dessous une chronologie d'une opération loi MOP. Nous y indiquons les références des rapports afférents.

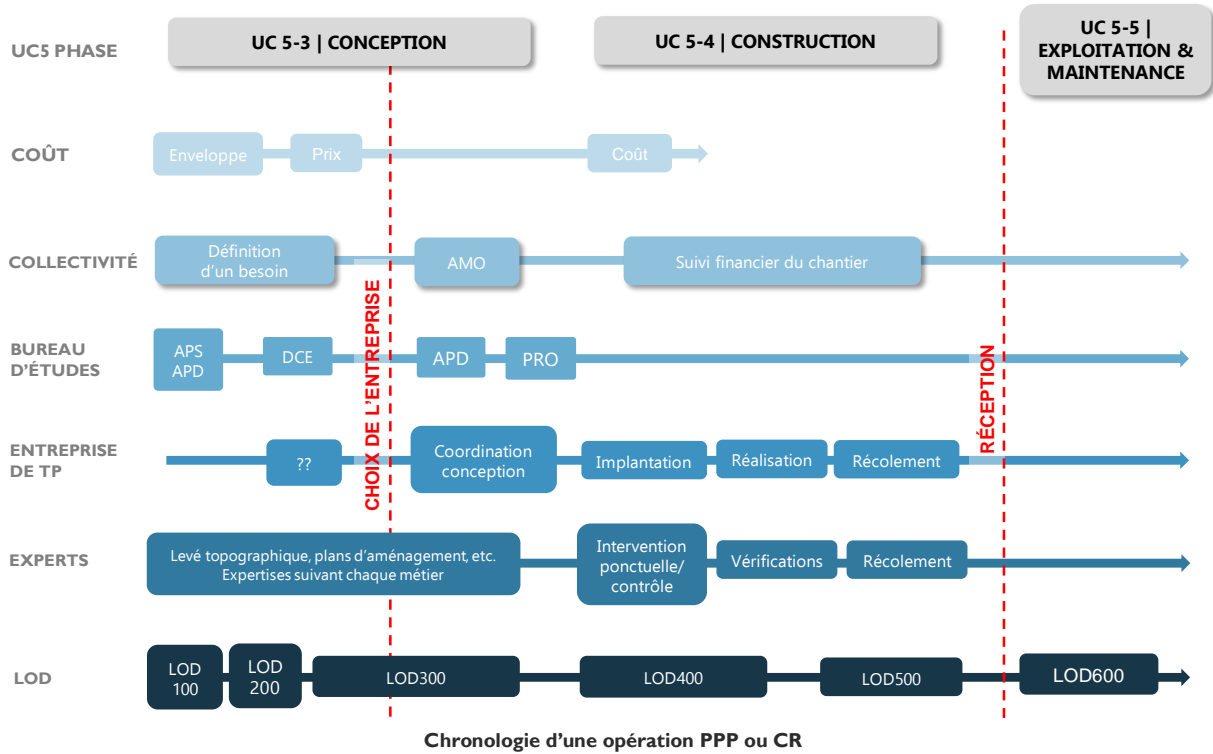


Chronologie d'une opération loi MOP

Objet du rapport

Chronologie d'une opération PPP ou CR

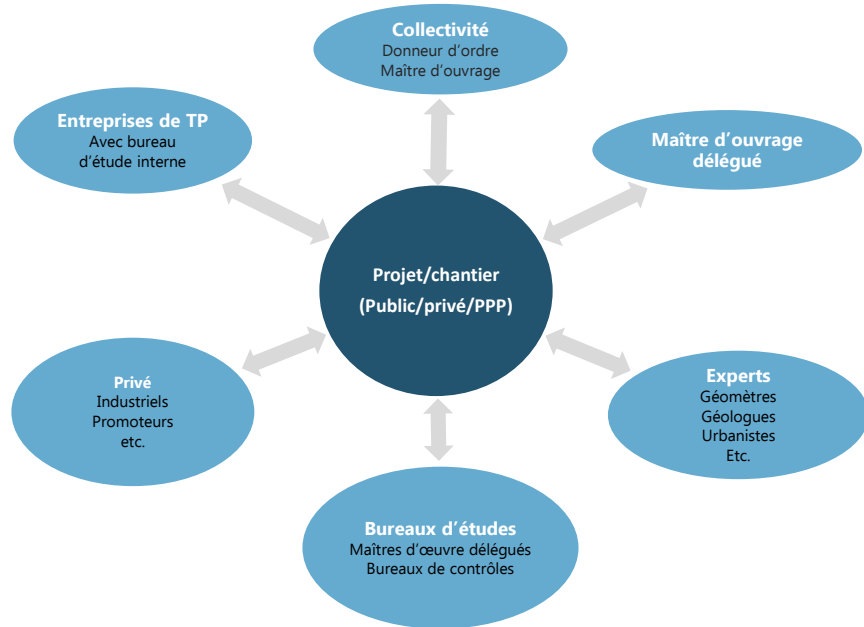
Nous vous proposons ci-dessous une chronologie d'une opération PPP ou CR. Même remarque que ci-dessus.



2. INTERVENANTS ET ROLES DANS LA MAQUETTE NUMERIQUE

Définition des intervenants

Les intervenants sont les suivants :



Définition des intervenants

Maîtrise d'ouvrage et acteurs associés

Identification

Les maîtres d'ouvrage public et privé sont les suivants :

Maître d'ouvrage public	État et collectivités territoriales
	Concessionnaires
Maître d'ouvrage privé	Promoteurs immobiliers
	Industriels
	etc.

Rôles

Les rôles dans le PPP - CR et dans la loi MOP sont les suivants :

PPP — CR	Loi MOP
Assurer le suivi planning	
Assurer le suivi de jalons de paiement	Effectuer les paiements après avis MOE
--	Assurer le suivi des travaux
Effectuer la levée des réserves et la réception	
Recevoir les récolements et le DOE (= maquette)	

Entreprises	Identification	Les entreprises participant à la phase de construction d'un projet sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Entreprises de terrassement. • Entreprises de VRD. • Entreprises de génie civil. • Entreprises des corps d'état technique. • Entreprises sous-traitantes.
	Rôles	Les rôles dans le PPP - CR et dans la loi MOP sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Le texte en bleu concerne les intervenants directement en lien avec le contrôle budgétaire.

	PPP — CR	Loi MOP
Conception	Organisation et procédures du BIM	--
	Finalisation de la conception (APD, PRO) avec pilotage des BET – MAJ de la maquette 5D	--
	Établissement de la trame servant au contrôle financier	--
Construction	Validation de la trame de référence pour le contrôle financier (budget 0)	Validation de la trame de référence pour le contrôle financier interne (budget 0)
	Pilotage des études de EXE	Pilotage des études de EXE mais visas MOE
	Pilotage de la maquette	--
	Réalisation des travaux	
	Mise à jour du planning et du contrôle financier (4D et 5D)	Mise à jour du planning interne et du contrôle financier interne — données élaborées (4D et 5D)
	Récolement et DOE (BIM à transmettre aux exploitants et aux clients)	Récolement et DOE à transmettre au MOE et aux clients

Maîtrise d'œuvre (ou ingénierie)	Identification	Les maîtres d'œuvre sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Architecte-urbaniste. • Paysagiste. • Société d'ingénierie en infrastructure/génie civil. • Société d'ingénierie environnementale. • Économiste de la construction.
	Rôles	Les rôles dans le PPP ou CR et dans la loi MOP sont les suivants. Le texte en bleu concerne les intervenants directement en lien avec le contrôle budgétaire.

	PPP (MOE intégrée) ou CR	Loi MOP (MOE externe)
Conception	Participe à l'élaboration de la finalisation de la conception (APD et PRO)	Organisation et procédures du BIM
Construction	--	Met en place la trame de référence pour le contrôle financier du projet (budget 0)
	Visas des études d'EXE et notes de calcul et procédures	Visas des études d'EXE
	--	Pilotage de la cellule de synthèse de la maquette
	Suivi des travaux	
	--	Pilotage du planning et validation des situations — données élaborées (4D et 5D)
	--	Compile les DOE et les différentes maquettes transmis par les entreprises

3. LOGICIELS INFORMATIQUES

Logiciels et usages

Les logiciels classés selon leurs usages sont listés dans le tableau ci-dessous. Cette liste est non exhaustive et non définitive.

Usage	Éditeur	Logiciel
Conception Infrastructure Tracé routier/terrassement/aménagements urbains/VRD/tracé ferroviaire	Autodesk	Civil 3D/ Infracore
	Bentley	Power civil/Mx Road/GeoMacao/Power Rail Track
	CDI Technologie	DK mètre
	Géomédia	Covadis/Autopiste
	Géomensura	Mensura Genius/Light
	Novapoint	Vianova
	RhinoTerrain	RhinoTerrain/RhinoCity/RhinoCapture
	SETRA	Piste
Modélisation de la structure	Autodesk	Revit Structure
	Bentley	AeCosim
	Graitec	Effel/Advance Structure
	Nemetschek	Allplan Ingenierie
	Trimble	Tekla Structures
	Dassault Systemes	Catia/Solidworks
Logiciel de métrés	Attic+	Easy Kutch
	CDI Technologie	DK mètre
	Géomédia	Covadis/Autopiste
	Géomensura	Mensura Genius/Light
	SOC informatique	DeviSoc
	TECHNOGIS	Verditech
Logiciels de planning	Office	Project
	Oracle	Primavera
	LINEAR PROJECT	Tilos
Logiciels de gestion	--	Développés en interne dans les entreprises

4. DONNEES D'ENTREE

Livrables de la conception

Le niveau de détail des livrables de la phase conception dépend de la configuration. La configuration peut être un PPP ou une conception-réalisation.

PPP ou CR	Loi MOP
Les éléments cités ci-dessous sont donnés avec un LOD de type 200 (équivalent à un APS)	Les éléments cités ci-dessous sont donnés avec un LOD de type 300 (équivalent à un PRO/DCE)
La maquette géométrique 3D	
L'étude de prix remise à l'offre 5D	
Les phasages	
Le planning 4D	

5. LES NIVEAUX DE DETAIL

Level of detail (LOD) et level of price (LOP)

Plusieurs niveaux de détail et de terminologie peuvent être envisagés selon l'avancement de l'opération. On introduit donc le concept de « **Level of Price** » (**LOP**), qui est le niveau de prix ou coût en relation avec le LOD de la MN.

Exemple

LOD 100 → P100/LOD 200 → P200/, etc.

Le coût P100 serait équivalent à un coût estimé, P200 à un coût calculé, P500 à un coût réalisé.

Équivalences LOD/LOP

Les équivalences LOD/LOP sont les suivantes :

Phase	LOD	LOP	Coût
Préconception Esquisse	LOD 100 Le modèle de maquette numérique est très simplifié (à l'image d'une volumétrie globale pour un bâtiment ou d'une 1 ^{re} recherche de tracé pour un projet routier par exemple).	P100 Début de vie de la maquette numérique : • Coûts de mise en place de la maquette numérique. • Coûts complémentaires (acquisition foncière, fiscalité) > investissement.	Enveloppe de coût travaux
	LOD 200 Le modèle de la maquette numérique est un assemblage avec des quantités, tailles, emplacements et orientations approximatifs.	P200 Honoraires des études de préconception et de conception > investissement. Livraison de la maquette numérique à la phase de construction.	
Projet DCE	LOD 300 Le modèle de la maquette numérique est adapté pour la génération des documents de constructions traditionnels et les plans d'exécution.	P300 Coûts de construction > investissement.	Coût projet calculé
	LOD 400 Le modèle de la maquette numérique est adapté pour la génération des documents de constructions traditionnels et les plans d'exécution.	P400 Coûts de construction > investissement.	Coût projet révisé
As built	LOD 500 Le niveau final de développement de la maquette numérique représente le projet tel que construit. Le modèle de la maquette numérique est adapté à la phase maintenance et exploitation de l'ouvrage.	P500 Coûts d'entretien de l'ouvrage > charges d'exploitation.	Coût réalisé
	LOD 600 --	P600	
Exploitation - Maintenance	--	P600	Coût entretien

6. ARCHITECTURE DU BIM

Configuration du BIM

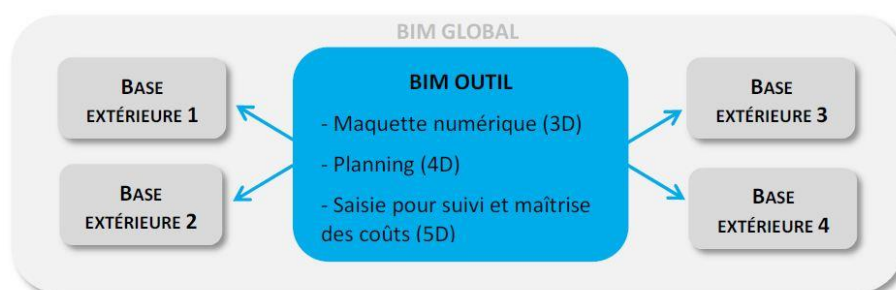
BIM outil

Deux grands types de BIM sont envisageables à ce stade :

- **BIM outil.**
- **BIM plateforme.**

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. Ce BIM a un périmètre déterminé, il peut être appliqué au sein d'une entreprise/société.

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



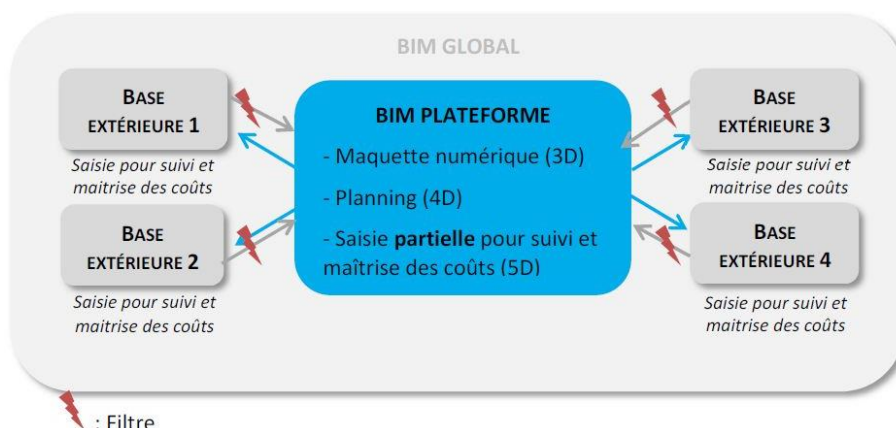
BIM Outil

BIM plateforme

Les bases de données sont connectées autour du BIM plateforme. La base de données extérieure comporte les informations suivantes :

- Saisie journalière de l'avancement des travaux.
- Organisation des contrôles.
- Prix unitaires de l'entreprise X.
- Etc.

Des filtres permettent à chaque entreprise de rendre visible ou non ces informations sur le BIM et au BIM Manager. Ce BIM plateforme, est appliqué lorsqu'il y a partage des données (notion de contractuelle) entre plusieurs sociétés.



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 présente des possibilités de mise en place plus facile qu'un BIM outil. Les bases extérieures au sein des intervenants d'un projet sont, quant à elles, des BIM outil.

Données échangeables**Protection des données confidentielles**

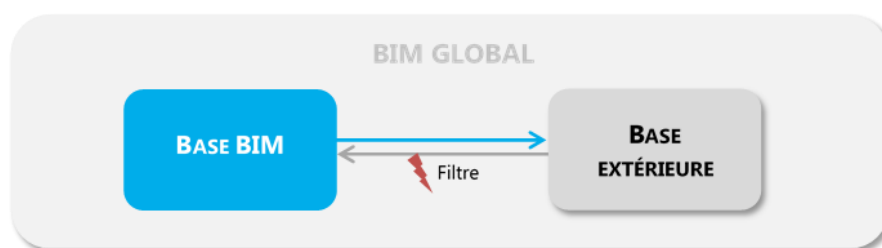
Les données disponibles et échangeables doivent être **classées dans plusieurs catégories**. En effet, certaines données doivent rester confidentielles et propres à chaque intervenant.

Les données confidentielles sont protégées grâce à un filtre les rendant :

- Inaccessibles depuis le BIM.
- Accessibles pour les utilisateurs agréés depuis la base extérieure.

Ces filtres doivent pouvoir être affinés au fur et à mesure de l'avancement du projet. La gestion des filtres est effectuée par le BIM Supervisor.

Les bases extérieures et la base BIM forment le BIM Global.



BIM Global

Lieux de stockage des données échangées

Les lieux de stockage des données susceptibles d'être échangées sont les suivants :

Donnée	Base BIM	Base extérieure
Les quantités	Oui	Non
Les plans		
Les notes de calcul		
Les procédures		
Les fiches de non-conformité		
Les plans phasages		
Les plannings		
Les comptes rendus		
Les avancements		
Les DOE		
Les situations de travaux	Oui (MOE/Client)	
Les prix unitaires	Non	Oui
Les consultations/factures		

Droits d'accès de la base et de gestion des échanges contractuels

Il convient de distinguer :

- **Les droits d'accès** : dépendant de l'organisation du BIM Manager (workflow, gestion des droits, etc.).
- **La gestion des échanges contractuels** : opérée à l'aide de filtres.

Droits d'accès de la base

Le BIM Manager met en place différents droits d'accès à la base. en début de projet. Ces derniers sont adaptables au fur et à mesure de l'avancement du projet.

Droits de gestion des échanges contractuels

On peut considérer les échanges comme étant des action de lecture/écriture. Chaque personne peut déposer ou uniquement lire des fichiers à un endroits précis du réseau.

7. TRAME DE SUIVI ET TRAME DE REFERENCE POUR LE CONTROLE BUDGETAIRE

Introduction	Le contrôle budgétaire nécessite la mise en place d'une trame avant l'exécution des travaux, ou au début. Cette dernière est connue par l'ensemble des acteurs intervenant dans le contrôle budgétaire.
Informations données aux acteurs du projet	La trame permet aux acteurs de connaître les informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Le type d'information à transmettre. • La fréquence souhaitée. • Les modalités (outils utilisés, circuits de transmission avec validation, etc.).
Éléments définis dans la trame	La trame définit : <ul style="list-style-type: none"> • le cadre à mettre en œuvre au sein du BIM, • les objectifs communs et particuliers des acteurs, • les délais impartis.
Note d'attention	La trame est liée au planning par certains aspects.

Éléments de la trame	Les éléments de la trame de référence sont les suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Le découpage en éléments géographiques ou fonctionnels avec des quantités 0. • Les prix associés à chaque élément comme définis dans la phase de conception (cf. UC5-3). Budget 0. • Le planning 0 de référence.
-----------------------------	--

Découpage géographique ou fonctionnel du projet

Phase de conception

La maquette numérique est découpée en éléments chiffrables pour aboutir à l'élaboration d'un prix (DQE). Certains éléments sont discriminés, d'autres éléments sont forfaitisés.

Phase de construction

Le contrôle budgétaire ne porte pas sur l'ensemble des items du DQE. Le contrôle budgétaire porte sur des regroupements d'items décidés lors d'une réunion de définition. Cette réunion regroupe au minimum le cost controller, la direction technique du projet et la production).

Exemple de trame de référence	<p>Un ouvrage est ainsi découpé en éléments fonctionnels.</p> <p>Les activités sont découpées en éléments géographiques, ou par nature de matériaux, méthode d'excavation, etc. Cette décomposition, sans être totalement similaire, est liée à la décomposition des tâches du planning.</p> <p>Nous vous proposons ci-après un exemple de trame de référence en corrélation avec les LOD (<i>Level of details</i>).</p>
--------------------------------------	--

LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 400
Terrassement Génie Civil Chaussée Equipements	Terrassement Génie Civil PS xx PI xx Viaduc xx Chaussée Equipement	Terrassement Génie Civil PS xx Installation Encadrement Terrassement Fondation Pile Culée Tablier PI xx Viaduc xx Chaussée Equipement	Terrassement Génie Civil PS xx Installations Centrale à béton Installations générales Encadrement Encadrement général Encadrement travaux Terrassement MO Fourniture Matériel Consommable Sous traitance Prestation Fondations MO Fourniture Matériel Consommable Sous traitance Prestation Piles MO Fourniture Matériel Consommable Sous traitance Prestation Culées MO Fourniture Matériel Consommable Sous traitance Prestation Tabliers MO Fourniture Matériel Consommable Sous traitance Prestation PI xx Viaduc xx Chaussée Equipement	Terrassement Génie Civil PS xx Installations Terrassement DB n DB n RB n ... Fondations Pieux n Semelles ... Pile Fausse levée L1 L2 ... Chevêtre Bossage Culée Fondations Sommier Garde-grève ... Tablier Prédalles Ferrailage Mise en place EM Plot 1 ... PI xx Viaduc xx Chaussée Equipement

Exemple de trame de référence en corrélation avec les LOD

Base de données des coûts

Une base de données des coûts unitaires est **associée au découpage** en **éléments géographiques ou fonctionnels**. Cette base de données comprend les coûts suivants :

- Coûts de main-d'œuvre.
- Coûts de matériaux.
- Coûts de matériel.
- Etc.

Cette base de données est externalisée au BIM conformément à l'hypothèse prise d'un BIM plateforme. Elle est complétée au cours des travaux.

Organisation des processus de saisies et de validations

Le *BIM supervisor* gère l'organisation des processus. Il répond aux questions suivantes :

- Qui ?
- Quand ?
- Quoi ?
- Comment (outils) ?

Ces processus sont traités dans un autre *Use Case N°4*

Planning

Le planning est rattaché au contrôle budgétaire. Le contrôle budgétaire compare les données de l'instant t avec des données de référence. La comparaison se fait avec la trame de référence mise en place lors de la réunion de définition évoquée ci-avant.

8. PROCESSUS EN PHASE CONSTRUCTION

Préambule

Rappel des hypothèses

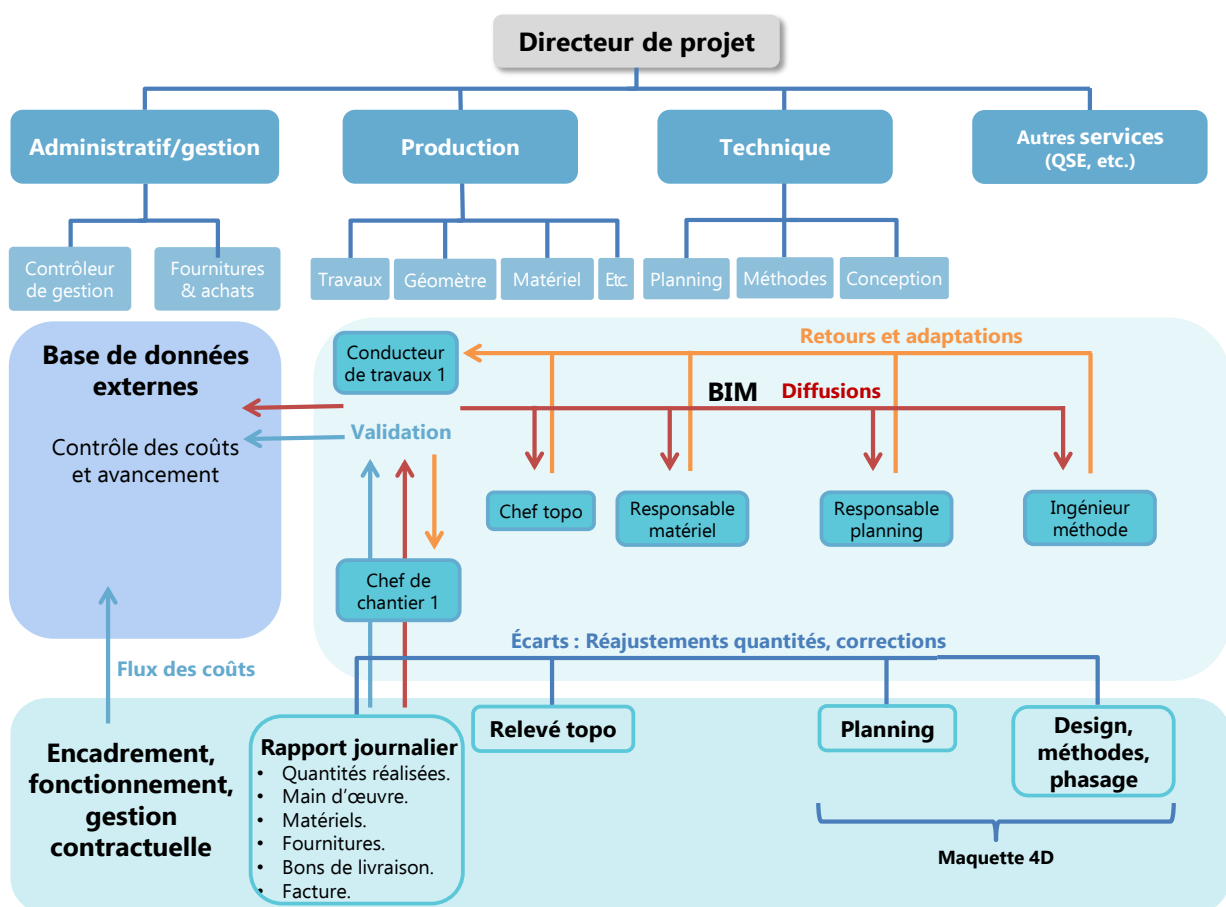
Nous nous limitons dans un premier temps aux projets de type PPP ou CR.

Les hypothèses sont les suivantes :

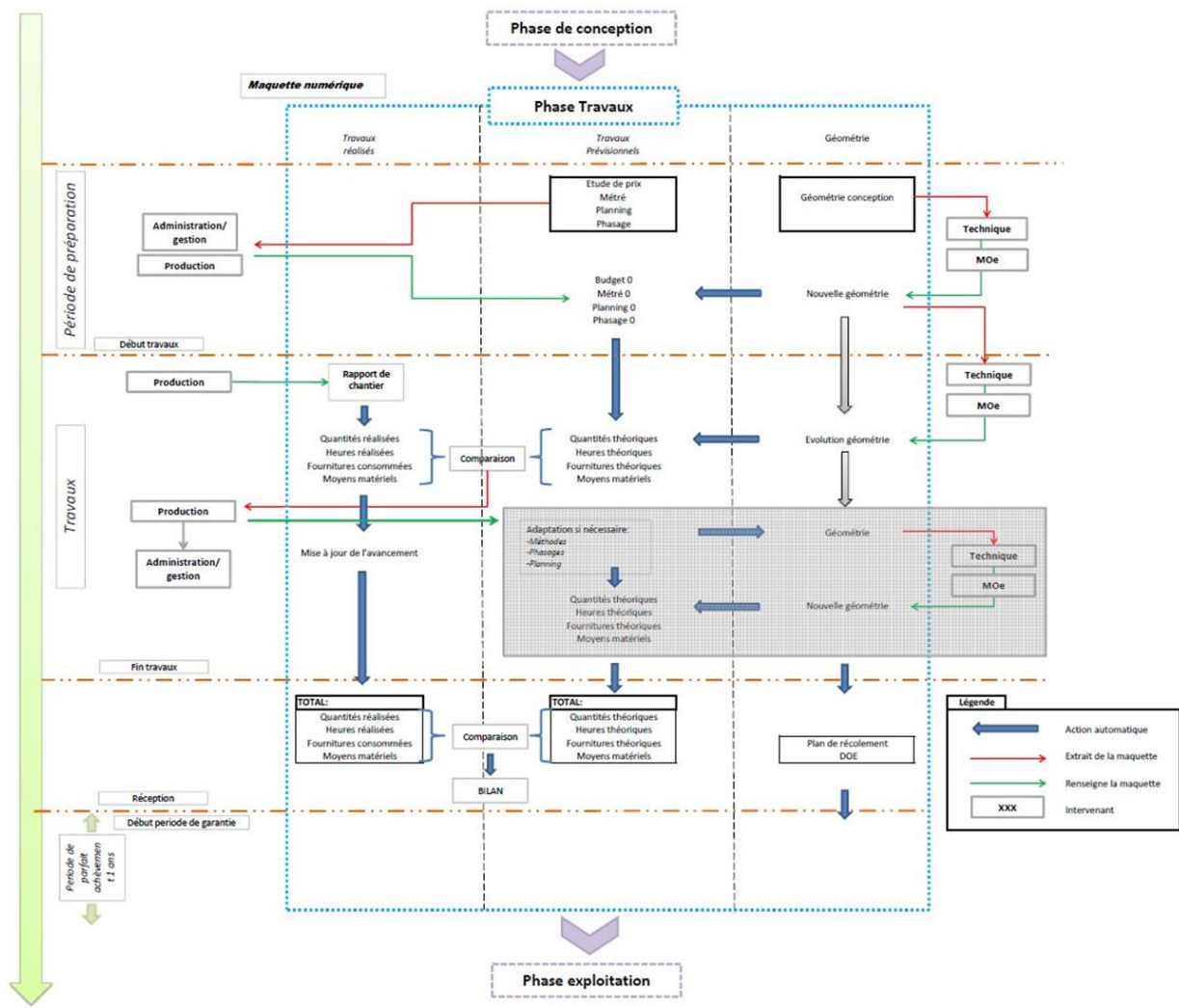
- Nous considérons la **mise en place d'un BIM plateforme**.
- **Tout ce qui est décrit dans la phase « conception » est considéré comme figé.** Autrement dit, : pas de variantes ou d'optimisations, pas d'adaptations durant la phase de construction par exemple – conception=géométrie terminée. C'est évidemment une Simplification de la réalité dans un premier temps.

Organigramme et logigramme du BIM Plateforme

Le fonctionnement est illustré sous la forme d'un organigramme et d'un logigramme représentés ci-dessous.



Organigramme du BIM plateforme



Logigramme du BIM Plateforme

Descriptif du logigramme du BIM plateforme

Période de préparation

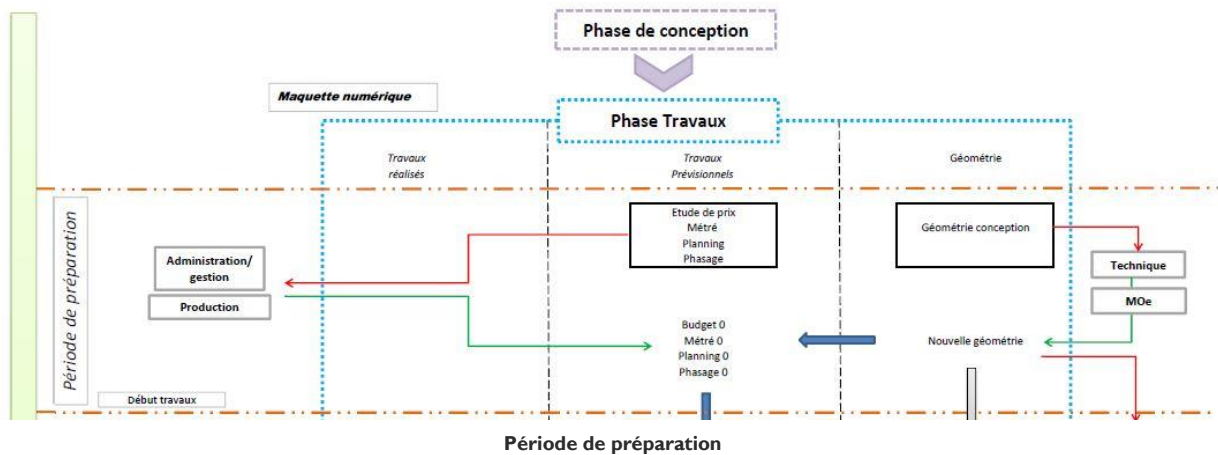
Le BIM Plate-forme est organisé autour de trois phases majeures :

- période de préparation,
- phase travaux,
- fin des travaux et période de parfait achèvement.

La maquette issue de la phase de conception est créée par le MOE/le concepteur. Cette maquette est transmise à l'entreprise générale (sauf marché conception-construction). Elle sert de base pour réaliser les études d'exécution. Les données extraites sont les suivantes :

- Géométrie.
- Quantités.
- Étude de prix.
- Etc.

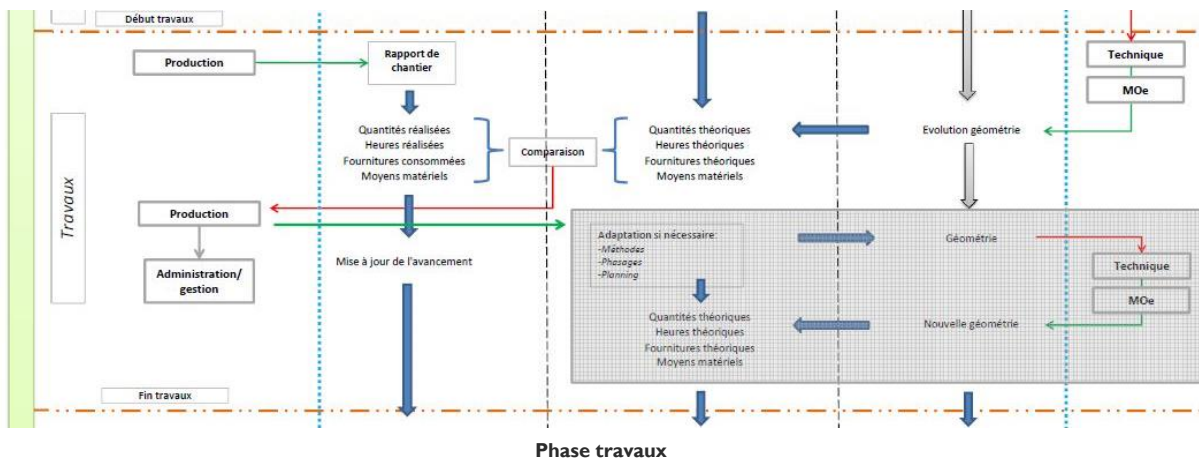
Les équipes production, gestion et administrative font de même pour la préparation de chantier. Les données de la maquette sont ensuite complétées grâce au travail effectué (détails de la méthode et du planning, etc.).



Phase travaux

Après le démarrage des travaux, l'utilisation de la maquette est la suivante :

Utilisation de la maquette	Description	Détail
Support	Modification de la maquette par les intervenants du chantier pour incorporer celles faites au long des travaux.	Adaptations.
		Modifications.
		Non-conformité.
Outil	Management visuel.	Planning évolutif.
	Localisation de points sensibles.	Renfort d'équipe ou vigilance sécurité, etc.
	Suivi quantitatif.	Delta entre ce qui est prévu et ce qui est en place et signalement de toute incohérence.



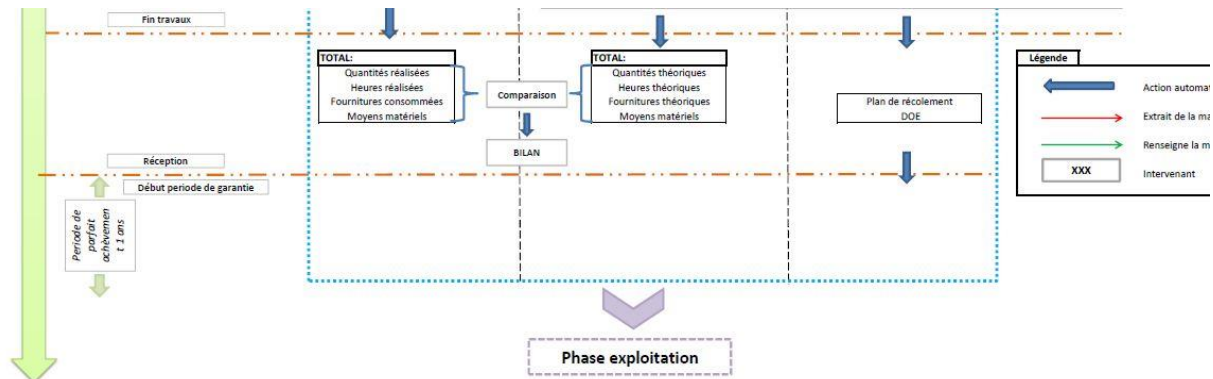
Descriptif du logigramme du BIM plateforme

Fin des travaux et période de parfait achèvement

À la fin des travaux, la MN est rendue en tant que pièce du DOE. Pour l'entreprise, la maquette est un outil. Elle permet d'effectuer les démarches suivantes :

- **Suivre les levées de réserves.**
- **Faire un bilan financier efficace**, permettant en partenaire de déterminer la cause des éventuelles pertes.

Pour le client, on peut envisager que la maquette numérique s'interface avec un logiciel de GMAO (gestion de maintenance assistée par ordinateur).



Fin des travaux et période de parfait achèvement

Impact du BIM sur deux processus-clés

Nous abordons ci-dessous le « avant BIM » et « après BIM » sur deux processus-clés : contrôle budgétaire, planning.

Avant le BIM	Avec le BIM
Saisie	
<p>La saisie des informations de la production se fait au moyen d'outils informatiques déployés par l'entreprise. La saisie est effectuée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Soit directement par les acteurs concernés (chef de chantier par exemple). • Soit par des intermédiaires quand les rapports journaliers sont transmis en format papier. 	<p>Les saisies et les processus de validation de l'information sont modifiés comme suit (voir schémas ci-avant) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les saisies du planning, de la topographie, etc. se font en temps réel au sein du BIM. • Les saisies de la production (quantités, heures, matériel, fournitures) se font également par les chefs de chantier à une fréquence fixe.
Conclusion	
<p>Ces outils sont connectés à des systèmes de gestion (type Édifice de SAP). Le contrôleur de gestion peut définir l'état d'avancement et les coûts à un instant précis. Cependant, les liens avec le planning ou la topographie ne sont pas automatiques et nécessitent un traitement.</p> <p>Les temps de validation des données transmises ne sont également pas immédiats. Le conducteur de travaux doit parfois croiser plusieurs sources.</p> <p>Le contrôle coût/planning peut donc révéler des écarts après un temps de traitement plus ou moins long. La découverte de ces écarts entraîne la mise en place d'actions correctives.</p>	<p>L'ensemble des données du BIM permet de croiser des informations à tout moment. Le BIM permet d'effectuer les démarches suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier des quantités réelles (exemple : relevé topographique par rapport aux bons). Le conducteur de travaux peut donc effectuer une validation quantitative. • Relever des écarts très rapidement. • Transmettre des informations fiables au contrôleur de gestion et donc d'ajuster rapidement les avancements. • Mêmes possibilités avec des informations sur le matériel (cas de travaux en direct avec des ateliers gérés par l'entreprise). <p>Le contrôleur de gestion reçoit des informations plus fiables sur l'avancement. Le planning actualisé est disponible à tout moment. Le contrôle des dépenses est externalisé et dépend également de saisies hors BIM.</p>

Impact du BIM sur deux processus-clés

Acteurs du contrôle budgétaires

Pour rappel, les principaux acteurs du contrôle budgétaire sont :

chef de chantier	renseigne l'avancement du chantier par le rapport journalier (main-d'œuvre, quantités, fournitures, matériels)
conducteur de travaux	complète et valide le rapport
responsable planning	met à jour le planning du chantier
géomètre	transmet ses relevés pour assurer le contrôle des quantités mises en place

Fréquence de production des rapports

Les acteurs fournissent leurs informations à une fréquence fixée (journalière dans l'idéal). Les responsables de services « hors production » (QSE, administration, etc.) peuvent saisir des coûts de fonctionnement, gestion contractuelle, etc. à une fréquence définie avec le contrôleur de gestion.

Le contrôleur de gestion récupère les données et fait le contrôle.

Valeur ajoutée du BIM

Une saisie directe qui permet de minimiser le risque financier

L'objectif du BIM est de **converger vers la saisie directe pour supprimer les intermédiaires**. Cette saisie directe peut être effectuée à partir de n'importe quel support directement relié au BIM. Cette saisie :

- est plus fréquente, car elle est directe et sans intermédiaires,
- permet un contrôle du chantier plus précis,
- augmente la vitesse de réaction en cas de dérive.

À terme, elle permet de minimiser le risque financier.

Autres éléments de valeur ajoutée

La valeur ajoutée du BIM est décrite dans le tableau ci-dessous.

Valeur ajoutée du BIM

L'accès facilité à une GED géolocalisée et référencée directement sur la MN du projet.

L'information mise à jour en continu et disponible sur le BIM :

- Rapidité du processus d'information.
- Sécurité quant au fait de travailler sur la bonne information (celle à jour).

Réactivité et alertes sur des écarts en termes de quantités.

Améliorer des aspects logistiques et gestion du parc matériel.

Qualité des informations transmises : consolidation en amont par croisement de données.

Le BIM constitue un outil de prise de décision à part entière. Les informations peuvent être validées électroniquement par la dématérialisation.

Une dépendance forte au facteur humain pour le contrôle des coûts

Le processus de saisie dépend du facteur humain. Une **interface intuitive est nécessaire** pour faciliter la saisie par les acteurs directs. En effet, une interface non intuitive et la mise en place de personnes intermédiaires aguerries aux logiciels pour la saisie n'offrent aucun avantage au système.

Pour le **contrôle des coûts**, les informations saisies dans le BIM plateforme sont croisées avec une base de données externe. Le moindre écart trouvé bloque le système automatique et nécessite une résolution humaine. Cela remet en cause un gain de temps éventuel.

Gestion des écarts

Pour la maîtrise des coûts en phase construction, les écarts à gérer sont liés :

- Aux interfaces non détectées lors de la conception et la mise à prix du projet.
- À l'avancement : fiabilité des quantités et corrélation avec le planning mis à jour.
- Aux variations de coûts unitaires.

9. DONNEES DE SORTIE

DOE		Le DOE (dossier des ouvrages exécutés) est un document contractuel.
	Transmission	La maîtrise d'ouvrage travaux transmet le DOE à l'exploitant.
	Localisation	Le DOE se trouve dans une base de données interfacée avec la maquette numérique . Cela permet de capitaliser l'expérience renseignée dans des métadonnées géoréférencées.

L'exploitant a besoin uniquement des données de la solution mise en œuvre « as-built ». Il n'a pas besoin des diverses solutions étudiées, disponibles dans l'historique du design.

BPU		Le BPU (bordereau des prix unitaires) décompose par poste le coût exact du Capex.			
	Catalogue	Chacun de ces coûts est associé à un catalogue. Comme le prix, ce catalogue est spécifique à chaque projet. Il peut être organisé sous forme de base de données thématique en fonction des paramètres suivants :			
	Coûts	<table border="1" data-bbox="512 875 1235 965"> <tr> <td>À la surface</td> <td>Global ou par m², ou linéaire, etc.</td> </tr> <tr> <td>À la structure</td> <td>Matière, composant (enrobé, talus, végétation, etc.).</td> </tr> </table> <p>Les coûts de construction sont une base pour calculer les coûts d'entretien et de renouvellement. Ces coûts sont significativement différents. Ils intègrent les paramètres supplémentaires suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les manuels d'inspections/auscultations et de maintenance pour chacun des éléments du patrimoine. • La fiche technique des différents matériaux ou éléments utilisés. • La fiche de non-conformités et la solution mise en place pour résoudre la non-conformité. 	À la surface	Global ou par m ² , ou linéaire, etc.	À la structure
À la surface	Global ou par m ² , ou linéaire, etc.				
À la structure	Matière, composant (enrobé, talus, végétation, etc.).				

10. CONCLUSION

Un processus de saisie qui est source d'écarts...	La contrainte principale est le processus de saisie. Ce dernier est chronophage et source d'erreurs. Il est donc générateur d'écarts à résoudre en plus des « vrais » écarts de chantier. Toutefois, la mise en place de dispositifs pour remplacer les saisies semble illusoire pour une production non industrielle.
... qui peuvent être réduits grâce au BIM !	L'utilisation du BIM permet un contrôle des données plus régulier et une meilleure réactivité vis-à-vis des écarts.