

## Livrable

# Structuration des données BIM en phase exploitation & maintenance

## Auteurs/Organismes

Jean Pohn (EGIS Road Operation)  
Michel Rives (Vianova)  
Maxime Casse (GFI)  
Yvan Tchana de Tchana (GFI)

## Structuration des données (Thème 3) Vie de l'ouvrage (UC7)

MINnD\_TH03\_UC07\_02\_Structuration\_donnees\_BIM\_exploitation\_maintenance\_018\_2019  
Mars 2019

# Sommaire

<b>GLOSSAIRE.....</b>	<b>2</b>
<b>I. RAPPEL DES PRINCIPAUX POINTS DU LIVRABLE TRANCHE I .....</b>	<b>4</b>
1.1. Missions de l'exploitant et ses attentes avec le BIM.....	4
1.2. Architecture du BIM pour l'exploitant .....	5
<b>2. INTRODUCTION AUX LOGICIELS .....</b>	<b>8</b>
2.1. Introduction à la GMAO .....	8
2.2. Introduction au BIM .....	9
2.3. Introduction au Big Data .....	11
<b>3. PROCESSUS D'EXPLOITATION &amp; MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES.....</b>	<b>13</b>
3.1. Structuration du document.....	13
3.2. Les données .....	13
3.3. Processus de viabilité — sécurité.....	14
3.4. Processus de maintenance courante des infrastructures .....	19
3.5. Processus de maintenance courante des équipements.....	23
3.6. Processus de GER.....	27
3.7. Conclusions de l'analyse des flux de données par activité .....	33
<b>4. RISQUES &amp; OPPORTUNITÉS DU BIM ET DU BIG DATA .....</b>	<b>34</b>
4.1. Préambule.....	34
4.2. Principe de l'étude .....	34
4.3. Analyse et évaluation des opportunités Big Data.....	36
4.4. Analyse et évaluation des opportunités BIM .....	38
4.5. Conclusions.....	39
<b>5. STRUCTURATION DES DONNÉES BIM .....</b>	<b>41</b>
5.1. Préambule.....	41
5.2. Limites de l'étude sur la gestion des données.....	41
5.3. Analyse comparative des données pour l'exploitation — maintenance .....	43
5.4. Résultats de l'analyse comparative et conclusion.....	45
5.5. Une approche plus globale de la structuration des données .....	46
<b>6. ANNEXES .....</b>	<b>47</b>
6.1. Annexe 1 — GMAO .....	47
6.2. Annexe 2 — outils GMAO et EAM .....	62
6.3. Annexe 3 — Big Data.....	64
6.4. Annexe 4 — Internet des objets.....	83

## GLOSSAIRE

Abréviation	Définition
AMO	Assistance à maîtrise d'ouvrage
AMS	Asset management system
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
BPU	Bordereau des prix unitaires
CMMS	Computerized maintenance management system (GMAO en français)
CR	Conception/réalisation
DCE	Dossier de consultation des entreprises
DOE	Dossier des ouvrages exécutés
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i>
EXE	Exécution (phase travaux)
GED	Gestion électronique des documents
GER	Gros entretien et renouvellements
GMAO	Gestion de la maintenance assistée par ordinateur
GTPAO	Gestion technique du patrimoine assistée par ordinateur
ICAS	Investissements complémentaires sur autoroute en service
IOT	<i>Internet of Things</i> (Internet des Objets en français)
ITS	Intelligent transport system (équipements & systèmes électroniques, tels que systèmes de péage, de trafic & télécommunications)
KPI	Key performance indicators (Indicateurs Clés de Performance en Français)
LOD	<i>Level of development</i>
LOD100	Esquisse
LOD200	APS/APD
LOD300	Projet/DCE
LOD400	Exécution
LOD500	As Built
LOD600	Maintenance/exploitation
M&E	<i>Mechanical &amp; Electrical</i> (équipements électromécaniques/courants forts, tels que équipements des tunnels, éclairage, etc.)
MOA	Maîtrise d'ouvrage
MOE	Maîtrise d'œuvre
MOP	Maîtrise d'ouvrage public
MCBF	<i>Mean cycles between failures</i> (nombre de cycles moyen entre pannes)
MTBF	<i>Mean time between failures</i> (temps moyen entre pannes)
O&M	Operation & maintenance (exploitation & maintenance)
PL	Poids lourd (s)
PLM	<i>Product lifecycle management</i>
PPP	Partenariat public-privé
PRO	Provisoire
REX	Retour d'Expérience

Abréviation	Définition
RFID	<i>Radio Frequency IDentification</i>
RMMS	Routine maintenance management system (outil ou module pour la gestion de la maintenance courante)
SIG	Système d'Informations Géographiques
5D	Modélisation 3D + dimension temporelle + dimension budgétaire

# I. RAPPEL DES PRINCIPAUX POINTS DU LIVRABLE TRANCHE I

## I.1. Missions de l'exploitant et ses attentes avec le BIM

<p><b>Le BIM, un outil de communication..</b></p>	<p>Le BIM est un outil de communication. Il permet de <b>présenter les concepts opérationnels de façon attractive et réaliste.</b></p>
<p><b>.. à usage multiple</b></p> <p><b>En phase 1 : développement</b></p> <p><b>En phase 2 : conception</b></p> <p><b>En phase 3 : construction</b></p> <p><b>En phase 4 : exploitation et maintenance</b></p> <p><b>En phase 5 : fin de vie/démantèlement</b></p>	<p><b>Le BIM intervient à cinq étapes du cycle de vie du service exploitation maintenance.</b></p> <p>Le BIM intervient en phase développement pour faire une revue contractuelle du projet. Il utilise les BIM O&amp;M provenant d'autres projets. La revue concerne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La revue des besoins en exploitation et en maintenance du futur patrimoine pour :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- établir la stratégie de maintenance,</li> <li>- bâtir les modèles de coûts de GER et d'exploitation,</li> <li>- modéliser les lois de comportement du patrimoine à partir des REX BIM d'autres projets.</li> </ul> </li> <li>• L'optimisation des contraintes et permettre le prédimensionnement de l'offre à partir des REX d'exploitation.</li> <li>• La revue du BIM avec analyse et remontée des contraintes provenant des données d'entrée.</li> </ul> <p>Le BIM intervient en phase de conception pour faire une revue de conception des parties sensibles de l'ouvrage. Le BIM permet à l'exploitant de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mieux visualiser (en 3D) le futur ouvrage.</li> <li>• Faire dans le bon « timing » ses commentaires.</li> </ul> <p>Le BIM intervient en phase de construction pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivre l'avancement du projet.</li> <li>• Commenter éventuellement une non-conformité ou une demande de modification émanant du constructeur.</li> </ul> <p>Le BIM aide l'équipe d'exploitation maintenance sur les trois principaux sujets suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La constitution de l'historique des inspections et travaux sur l'ouvrage avec :             <ul style="list-style-type: none"> <li>- une aide au classement de toute la documentation,</li> <li>- la migration des données du DOE vers le système de gestion de patrimoine (GMAO ou EAM).</li> </ul> </li> <li>• La modélisation des interventions de maintenance lourde et les interfaces avec le trafic (simulation des travaux sous circulation).</li> <li>• La formation des exploitants via des simulateurs permettant ainsi des gains de rapidité et de sécurité.</li> </ul> <p>Il faut se poser les questions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que devient un BIM en fin de vie d'un patrimoine ?</li> <li>• Qui est responsable de son archivage ?</li> <li>• Pour quoi faire ?</li> </ul>

## I.2. Architecture du BIM pour l'exploitant

### Deux types de BIM

Deux grands types de BIM sont envisageables :

- BIM Outil.
- BIM Plateforme.

#### BIM Outil

L'ensemble des données est saisi à l'intérieur du BIM outil. Le BIM superviseur a accès à l'intégralité des données.

Cette approche a été abandonnée.

#### BIM Plateforme

##### ▼ Connexion des bases de données autour du BIM plateforme

Les bases de données sont connectées autour du BIM plateforme. Le BIM superviseur a accès uniquement aux données filtrées provenant des bases extérieures.

##### ▼ Stockage des données fixes de l'ouvrage sur la plateforme BIM

La plateforme BIM contient des données fixes de l'ouvrage partagées avec tous les acteurs. Ces données sont les suivantes :

- Inventaire.
- Historique des travaux.

##### ▼ Stockage des informations stratégiques dans une base de données externe

Les informations stratégiques des entreprises sont saisies et stockées dans une base de données externe. Les informations stratégiques sont les éléments variables de la gestion du patrimoine suivants :

- L'état.
- Les coûts.
- La durée de vie.

##### ▼ Connexion de la base de données externe au BIM par des ponts

La base de données externe est connectée au BIM par des ponts. Ces ponts sont dotés de filtres qui permettent la diffusion d'une information travaillée ensuite visible depuis le BIM.

## I.2 Architecture du BIM pour l'exploitant

**Structure de la maquette numérique**

L'étude a permis d'identifier la structure de la maquette numérique pour l'exploitant. La maquette numérique comporte les données suivantes :

**Données d'entrée reçues de la maîtrise d'ouvrage travaux**

Le DOE qui se trouve dans une base de données interfacée avec la maquette numérique. L'exploitant a besoin uniquement des données de la solution mise en œuvre « as-built ». Il n'a pas besoin des diverses solutions étudiées telles que l'historique du design.

Le BPU (Bordereau des prix unitaires) qui décompose par poste le coût exact du Capex.

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.

**Données fixes**

L'inventaire de tous les éléments de l'ouvrage :

- organisé par famille et sous-famille/élément,
- 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 » ),
- des auscultations réalisées depuis la mise en service.

Les conditions contractuelles :

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

**Données échangeables**

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 variables**

L'exploitant doit pouvoir associer des données dynamiques à l'objet. Les données variables sont de trois types :

- État/condition des éléments du patrimoine, mis à jour après chaque inspection périodique avec date de référence.
- Coût des travaux de maintenance/GER, avec date de référence.
- Durée de vie des différents éléments du patrimoine, avec date de référence et contexte (trafic PL par ex.).

## I.2 Architecture du BIM pour l'exploitant

<b>Suivi des coûts...</b>	<p>L'exploitant n'a pas besoin de la même profondeur de données qu'en phase de conception. Il convient alors :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'avoir un filtre d'affichage exploitant,</li> <li>• de pouvoir zoomer quand c'est nécessaire, en fonction de certains attributs.</li> </ul> <p>Les inspections et travaux de GER sont indexés séparément par rapport à l'inflation. Cela à l'aide d'une formule qui tient compte de la date des interventions (qui sont toutes affectées d'une date).</p>
... des inspections	Le coût des inspections périodiques comprend la main d'œuvre (inspecteurs) et outillage/équipements, accès, balisage, gestion du trafic, pénalités (occupation des voies).
... de la maintenance	<p>Le coût de la maintenance/GER comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les travaux de GER sur la base des prix de construction,</li> <li>• le démantèlement,</li> <li>• l'accès,</li> <li>• le balisage,</li> <li>• la gestion du trafic (voie fermée, contresens, etc.),</li> <li>• les pénalités (occupation des voies),</li> <li>• les plus-values pour travaux de nuit et les quantités réduites.</li> </ul>
... et de la rétrocession	En fin de concession, le coût de la rétrocession dépend des critères contractuels de « <i>handback</i> » .

**Pérennité de la MN**

L'exploitant utilise la maquette numérique sur le temps long. Cette utilisation permet d'aborder les questions suivantes :

Question	Détail
Quelle est la durée de vie et l'obsolescence des supports ?	<p>Les conditions nécessaires pour utiliser les données sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La pérennité de leur support de stockage (accessibilité).</li> <li>• La pérennité des outils permettant la lecture de la donnée (lisibilité).</li> <li>• L'indexation des données (recherche par mots clés et date), afin de pouvoir les retrouver rapidement dans la masse des informations disponibles.</li> <li>• La confidentialité.</li> </ul>
Comment mettre à jour les données BIM sur plus de 100 ans ?	
Qui garde la propriété intellectuelle du BIM ?	
Qu'est-ce qu'un projet mort, démantelé ?	
Qui est en charge de la migration d'une version à une autre ?	
Quel est le futur du BIM ?	Il n'est pas possible d'anticiper toutes les évolutions de l'outil sur le long terme. Plutôt que de vouloir tout couvrir, il est peut-être préférable de rechercher une approche évolutive des attributs. Cette approche doit leur permettre de s'adapter au fil du temps aux évolutions attendues.



## 2. INTRODUCTION AUX LOGICIELS

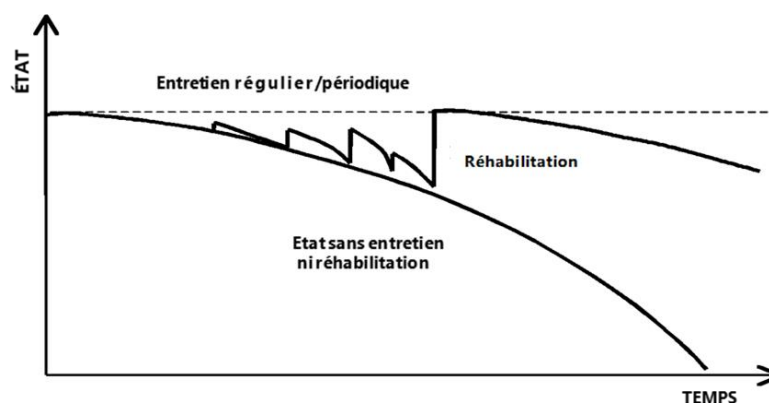
### 2.1. Introduction à la GMAO

#### Un besoin de réaliser des interventions de maintenance...

La conservation du patrimoine dans le temps nécessite de réaliser des interventions de maintenance pour réparer des dégradations dues :

- au temps,
- à l'environnement du projet,
- à l'agressivité du trafic.

Nous vous proposons ci-dessous un schéma illustrant ces interventions :



Interventions de maintenance

... qui comprennent deux volets complémentaires

La maintenance efficace d'une infrastructure comprend deux volets complémentaires. Ils sont décrits dans le tableau ci-dessous :

<b>Maintenance courante</b>	<p>La maintenance courante est préventive et corrective. Elle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Couvre toutes les activités récurrentes réalisées en général avec les ressources internes de l'exploitant.</li> <li>• Ne nécessite aucun investissement particulier pour les réaliser.</li> </ul>
<b>Opérations de GER</b>	<p>Les opérations de GER sont périodiques. Ces investissements lourds sont planifiés et budgétés. Leur fréquence dépend de la durée de vie de l'élément en question et de sa courbe de dégradation.</p>

#### Une solution : la GMAO

La GMAO signifie **Gestion de Maintenance assistée par ordinateur** ». L'équivalent en anglais est CMMS, abréviation de *Computerized Maintenance Management System*. La GMAO :

- Désigne toute méthode de gestion des opérations et des informations de maintenance à l'aide d'un outil informatique, afin de l'aider dans ses activités.
- Permet aux investisseurs, propriétaires, gestionnaires de patrimoine et prestataires de services, d'exploiter et d'entretenir les bâtiments/infrastructures. Ils assurent la maintenance de ces bâtiments/infrastructures.
- Assiste les services de maintenance dans leurs missions. Ce logiciel les aide à planifier, enregistrer et contrôler tous les travaux de maintenance en interne ou sous-traités.

La GMAO est présentée dans la note en Annexe 1.

## 2.1 Introduction à la GMAO

**Architecture des outils GMAO/EAM****Modules RMMS**

Le périmètre fonctionnel des outils GMAO/EAM et des interfaces avec systèmes O&M dans une architecture classique SI est décrit en Annexe 1 — point 5.

RMMS signifie *Routine Maintenance Management System*. Les modules RMMS gèrent les activités de maintenance courante. La nature de ces modules dépend des éléments suivants :

- **L'infrastructure** : chaussées, assainissement, ouvrages d'art/structures, talus/géotechnique, etc.
- **Les équipements** : courants faibles/ITS, courants forts/M&E.

Nous recommandons donc deux outils/modules séparés. Les deux modules RMMS sont interfacés avec le module AMS.

**Module AMS**

AMS signifie *Asset Management System*. Le module AMS gère les activités de GER. Ce module couvre toutes les familles du patrimoine, c'est-à-dire à la fois de l'infrastructure et des équipements.

## 2.2. Introduction au BIM

**Définition**

BIM signifie *Building Information Modeling* ou, en français, **modélisation des données du bâtiment**. La technologie BIM révolutionne la manière dont sont conçus, planifiés, créés et gérés :

- les infrastructures,
- les bâtiments,
- les réseaux techniques.

**Matérialisation de la méthode BIM par une maquette numérique...**

... réalisée en un seul modèle...

... et qui est la synthèse de toutes les informations et données intelligentes

La méthode de travail BIM est matérialisée par une maquette numérique. Tous les acteurs participent à la création de la maquette numérique. Cette dernière est réalisée en un seul modèle permettant :

- De faciliter la conception.
- D'améliorer l'analyse et le contrôle du projet avant sa mise en chantier.

Une maquette numérique est la synthèse de toutes les informations et données intelligentes. Tout au long du cycle de vie de l'ouvrage, la maquette numérique représente le support des étapes suivantes :

- La construction.
- La fabrication.
- L'approvisionnement du chantier.
- La gestion ultérieure.

**Une méthode utilisée par la plupart des acteurs du BTP**

La plupart des acteurs BTP utilisent actuellement la méthode de travail BIM sur l'ensemble des réalisations. Ces acteurs sont convaincus de la pertinence de cette méthode et de l'impact qualitatif sur leurs projets de construction.

## 2.2 Introduction au BIM

### Accompagnement dans le processus BIM

Un accompagnement dans le processus BIM sur des projets de toute nature est proposé. Cet accompagnement concerne :

- La partie architecturale.
- L'assistance à la maîtrise d'ouvrage et au management des projets BIM.



Vue d'ensemble de l'écosystème du BIM

## 2.3. Introduction au « Big Data »

### Rappel du contexte

Une croissance du volume de données numériques...

... poussant les chercheurs à trouver de nouvelles manières de voir et d'analyser le monde

La croissance exponentielle du volume de données numériques a suivi la généralisation de l'usage d'Internet et de nouveaux usages tels que :

- les réseaux sociaux,
- les plateformes de services,
- les mobilités,
- les produits connectés.

Cette croissance a poussé les chercheurs à trouver de nouvelles manières de voir et d'analyser le monde. Ils ont notamment découvert de nouveaux ordres de grandeur concernant :

- la capture,
- la recherche,
- le partage,
- le stockage,
- l'analyse,
- et la présentation des données.

### Définition du Big Data

Le Big Data :

- Est un concept permettant de stocker un grand nombre d'informations sur une base numérique.
- Est un ensemble de processus conduisant à de l'intelligence — manière d'interpréter les données, donc liées au savoir-faire, informations non partageables.
- Est différent de l'Open Data. L'Open Data est une source de données accessible par tous.
- Ne stocke pas uniquement des données non structurées. Mais c'est le seul moyen de traiter ces dernières, pour construire une information enrichie par croisement des données.

Le Big Data est présenté dans la note en Annexe 3.

### Exemples d'usages du Big Data

Le Big Data lève des freins et ouvre des opportunités. Les exemples d'usages du Big Data sont les suivants :

- Capitalisation intelligente de la nature et fréquence d'intervention sur un type d'ouvrage avec identification des leviers de la stratégie.
- Accès à des informations GPS/smartphone pour évaluer le volume de trafic et de la dégradation d'une chaussée.

#### Internet des Objets

L'Internet des Objets (IoT en anglais : *Internet of Things*) permet la collecte automatique de données au fil de l'eau. L'Internet des Objets génère donc une quantité considérable de données qui peuvent être traitées par le Big Data.

L'Internet des objets est présenté dans la note en Annexe 4.

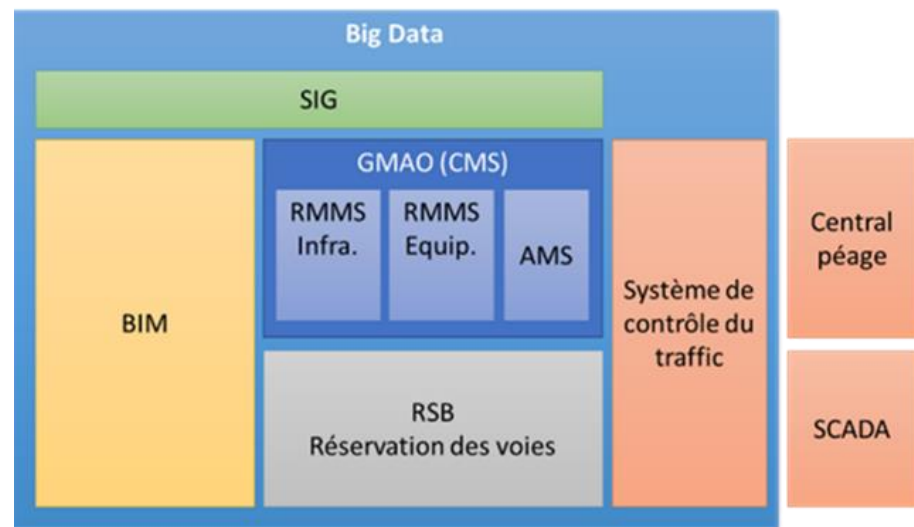
## 2.3 Introduction au « Big Data »

**Hypothèse d'architecture du système d'information**

Avant de présenter les travaux et résultats de ce groupe de travail, il est important de resituer le contexte logiciel dans lequel nous nous trouvons.

Aujourd'hui, la maquette BIM n'est pas utilisée par les exploitants-mainteneurs. Dans le cadre de notre étude, nous avons émis les hypothèses suivantes :

- Le système d'information d'un exploitant est composé d'une maquette BIM dans le futur.
- Le Big Data est un nouvel outil permettant de construire des informations riches à partir de systèmes d'information ou de données externes (Open Data).



Architecture type du système d'information cible

L'annexe sur la GMAO présente notamment l'architecture d'un système d'information lié à la GMAO. Cependant, elle n'indique pas la place de l'outil BIM dans un SI GMAO.

## 3. PROCESSUS D'EXPLOITATION & MAINTENANCE DES INFRASTRUCTURES

### 3.1. Structuration du document

#### Une liste d'activités...

Dans ce chapitre, nous identifions une liste d'activités pour chacun des processus de la phase d'exploitation et maintenance. Ces activités sont réalisées par le personnel de l'exploitant aux différentes étapes de la vie des ouvrages.

#### ...permettant de réaliser tous nos travaux

Ce référentiel permet de réaliser tous nos travaux en nous basant sur la description des processus métiers. Nous mettons ainsi en avant tous les résultats dans un contexte qui n'est pas modifié par l'introduction d'outils tels que le BIM ou le Big Data.

### 3.2. Les données

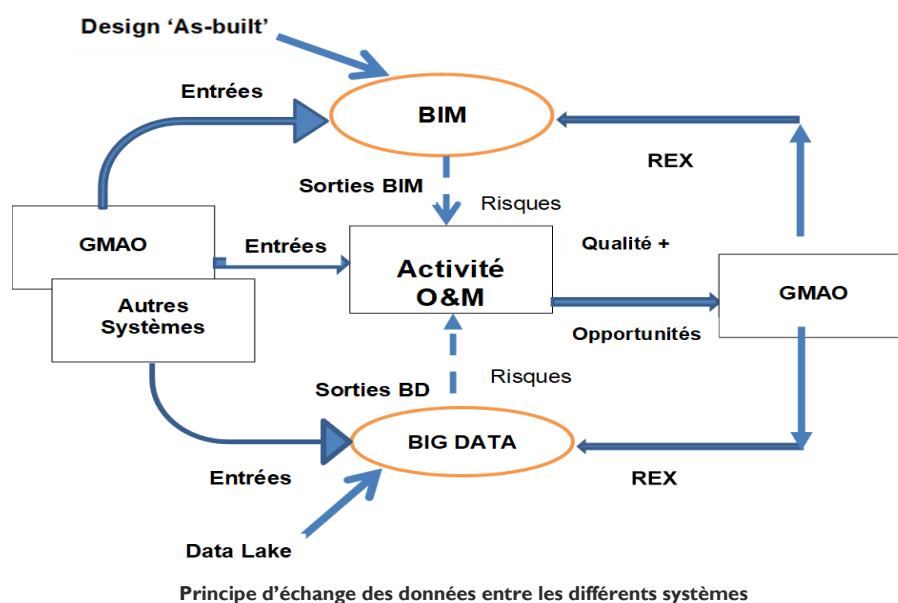
#### Identification des données

**Nous analysons pour chaque activité comment l'usage d'un BIM et du Big Data permet de fournir un support à l'activité.** Afin d'apporter une réponse pertinente, nous identifions :

- les données consommées et produites par chacune des activités,
- les logiciels maîtres de ces données.

Nous avons donc identifié :

- tous les flux de données consommées par les activités (données d'entrée),
- les données produites (données issues de l'activité), sur le principe du schéma ci-dessous.



## 3.2 Les données

**Recensement et représentation des données**

Dans le cadre de nos travaux, nous utilisons des tableaux pour recenser et représenter les données consommées et produites par activité et selon un usage BIM ou Big Data. Cette démarche facilite le travail de groupe.

Pour chaque activité (domaines de l'exploitation, de la maintenance ou du GER), les données d'entrée sont identifiées avec :

- leur source,
- la façon dont les processus BIM et Big Data les transforment en information de sortie avec leur destination, sur le principe du schéma suivant :

<b>Apports du BIM</b>	Données d'entrée	Soft Source de données	<b>Activité O&amp;M</b>	Information de sortie	Soft destination d'information
	Données d'entrée	Soft Source de données		Information de sortie	Soft destination d'information
	Données d'entrée	Soft Source de données		Information de sortie	Soft destination d'information
	Données d'entrée	Soft Source de données		Information de sortie	Soft destination d'information
<b>Apports du BIG DATA</b>	Données d'entrée	Soft Source de données	<b>Activité O&amp;M</b>	Information de sortie	soft destination d'information
	Données d'entrée	Soft Source de données		information de sortie	soft destination d'information

Identification des données par activités

Un certain nombre de processus (BIM ou Big Data) ne nous permettent pas aujourd'hui d'identifier des données de sortie (cellules jaunes dans les tableaux ci-après). Le sujet peut être revu et complété dans quelques années.

### 3.3. Processus de viabilité — sécurité

**Cadre**

Les processus liés à la collecte et au contrôle péage sont volontairement omis. Ces derniers sont en effet peu impactés par le BIM. Nous nous limitons donc aux processus de viabilité/sécurité.

**Objectifs de l'exploitation routière/autoroutière**

Dans ce cadre, les objectifs de l'exploitation routière/autoroutière sont les suivants :

- Maximisation de la capacité du réseau à supporter le trafic.
- Amélioration de la sécurité.
- Détection et intervention rapides.
- Minimisation des conséquences d'un accident.

## 3.3 Processus de viabilité — sécurité

**Liste des activités du processus viabilité — sécurité**

La liste des activités de viabilité-sécurité (VSE) retenue est la suivante :

<b>VSE.01</b>	Dépannage/secours aux usagers
<b>VSE.02</b>	Balisage sur interventions, basculement de chaussée, itinéraires de délestage
<b>VSE.03</b>	Patrouilles (inspections de routine) selon un circuit préétabli
<b>VSE.04</b>	Formation des patrouilleurs
<b>VSE.05</b>	Géolocalisation des patrouilleurs et agents sur le réseau
<b>VSE.06</b>	Gestion des animaux trouvés sur autoroute (vivants/morts)
<b>VSE.07</b>	Viabilité hivernale : <ul style="list-style-type: none"> <li>• salage,</li> <li>• déneigement.</li> </ul>
<b>VSE.08</b>	Gestion du trafic (à partir de la salle de contrôle) avec cas particuliers (exploitation des tunnels, gestion des flux sur une gare de péage) : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Collecte de données</li> <li>• Traitement de données</li> <li>• Information aux usagers, opérateurs et services d'urgence.</li> </ul>
<b>VSE.09</b>	Formation des opérateurs en salle de contrôle
<b>VSE.10</b>	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « road space booking »
<b>VSE.11</b>	Surveillance saturation zones arrêt PL
<b>VSE.12</b>	Surveillance clôtures
<b>VSE.13</b>	Contrôle d'accès et surveillance/sécurité des bâtiments d'exploitation et zones sensibles
<b>VSE.14</b>	Expression besoins exploitation (en projets neufs/GER)
<b>VSE.15</b>	Mise à disposition docs/plans

**Représentation des flux de données pour le processus VSE**

La représentation des flux de données pour le processus VSE est abordée ci-dessous et dans les pages suivantes.

**VSE.01 : dépannage/secours aux usagers**

BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Géolocalisation	Chaussée	Data Lake	Dépannage/ secours aux usagers	Carte d'accès pour les services d'urgence	Chaussée	BIM
	sens circulation	Chaussée	BIM				
	Patrimoine impacté PIA	Chaussée	BIM				
	Plan de gestion des Incidents et des Accidents	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)		Historisation dans le système de gestion de trafic	Autres	GMAO (RMMS Infra)
BIG DATA	Données de l'accident (nombre de véhicules, conditions climatiques, date et heure)	Chaussée	Data Lake	Dépannage/ secours aux usagers	Statistiques sur les caractéristiques des accidents (nature, fréquence, conditions,...)	Chaussée	BIM



## 3.3 Processus de viabilité — sécurité | Représentation des flux de données pour le processus VSE

<b>VSE.02 : balisage sur interventions, basculement de chaussée, itinéraires de délestage</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Standards de balisage	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Balisage sur interventions, basculement de chaussée, itinéraires de délestage	Plan de balisage adapté à la configuration du site	Chaussée	BIM
	PIA	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)		Historisation dans le système de gestion de trafic	Autres	Syst. Gestion de Traffic
BIG DATA	Données d'intervention (lieu, début et fin de délestage)	Chaussée	BIM	Balisage sur interventions, basculement de chaussée, itinéraires de délestage	Info temps réel du trafic sur le réseau de délestage	Autres	Syst. Gestion de Traffic

<b>VSE.03 : patrouilles (inspections de routine) selon un circuit préétabli</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Circuits d'inspections de routine (selon fréquence contractuelle)	Chaussée	BIM	Patrouilles (inspections de routine) selon un circuit préétabli	Historisation des positions successives des patrouilleurs et agents	Chaussée	Data Lake
	Réseau/infrastructures à inspecter	Chaussée	BIM				
BIG DATA	Données sur le circuit d'inspection	Chaussée	BIM	Patrouilles (inspections de routine) selon un circuit préétabli			

<b>VSE.04 : formation des patrouilleurs</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	modèle numérique de l'ouvrage sur lequel patrouilleurs interviennent	Chaussée	BIM	Formation des patrouilleurs	Visualisation du circuit de patrouille	Chaussée	BIM
					Simulation des scénarios d'intervention	Chaussée	BIM

<b>VSE.05 : géolocalisation des patrouilleurs et agents sur le réseau</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Géolocalisation du patrouilleur et des agents sur le circuit	Chaussée	Datalake	Géolocalisation des patrouilleurs et agents sur le réseau	Visualisation cartographique des positions des agents et patrouilleurs	Chaussée	BIM
BIG DATA	Coordonnées GPS des patrouilleurs	Autres	Datalake	Géolocalisation des patrouilleurs et agents sur le réseau			

<b>VSE.06 : gestion des animaux trouvés sur autoroute (vivants/morts)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Géolocalisation des animaux avec type et état (vivant, mort)	Chaussée	Datalake	Gestion des animaux trouvés sur autoroute (vivants / morts)	Positionnement des animaux visualisé sur le modèle du projet	Chaussée	BIM
BIG DATA	Géolocalisation des animaux avec type et état (vivant, mort)	Chaussée	BIM	Gestion des animaux trouvés sur autoroute (vivants / morts)	Informations sur les flux de déplacement des animaux.	Espace terrestre	BIM

## 3.3 Processus de viabilité — sécurité | Représentation des flux de données pour le processus VSE

**VSE.07 : viabilité hivernale**

BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Prévisions météo locale	Autres	Data Lake	Viabilité hivernale	Mapper l'information météo sur la configuration détaillée du réseau	Autres	BIM
	Température chaussée	Chaussée	Data Lake				
	Prévisions de trafic	Autres	Syst. Gestion de Trafic				
BIG DATA	Données météo	Autres	Data Lake	Viabilité hivernale	Localisation événements météo à risques	Autres	BIM
	Etat du trafic	Autres	Data Lake				

**VSE.08 : gestion du trafic à partir de la salle de contrôle avec cas particuliers : exploitation des tunnels, gestion des flux sur une gare de péage**

BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Informations routières répartie par section, zone et tranche horaire	Autres	Syst. Gestion de Trafic	Gestion du trafic (à partir de la salle de contrôle)	Positionnement de tous les événements sur le modèle numérique de l'infrastructure (Complément au synoptique réseau)	Chaussée	BIM
BIG DATA	Nombre de voitures par tronçon (trafic mesuré)	Autres	Syst. Gestion de Trafic	Gestion du trafic (à partir de la salle de contrôle)	Trafic mesuré amont	Autres	Syst. Gestion de Trafic
	données d'incidents	Chaussée	BIM				

**VSE.09 : formation des opérateurs en salle de contrôle**

BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Zones de circulation contrôlées 3D de l'infrastructure	Chaussée	BIM	Formation des opérateurs en salle de contrôle	Simulation de l'environnement de l'ouvrage des personnes formées	Chaussée	BIM
BIG DATA	Type de formation	Autres	Data Lake	Formation des opérateurs en salle de contrôle	Fréquence des formations	Autres	Data Lake
	Date de formation	Autres	Data Lake		Re-formations pour l'exploitant et par personne	Autres	Data Lake
	Nombre et noms des personnes ayant suivi la formation	Autres	Data Lake				

**VSE.10 : gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « road space booking »**

BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Standards de balisage	Chaussée	Data Lake	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « road space booking »	Positionnement des zones réservées sur cartographie	Chaussée	BIM
	Plan de gestion des Incidents & Accidents	Chaussée	Data Lake		Durée du balisage	Chaussée	BIM
	Emplacement	Chaussée	Road Space Booking		Carte d'accès pour les services de balisage	Chaussée	BIM
	dates	Chaussée	Road Space Booking		Historisation de l'événement	Chaussée	BIM
	périodes des travaux de maintenance	Chaussée	Road Space Booking		statistiques des temps de chantier entre réel/prévu	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)
Localisation de la zone des travaux	Chaussée	BIM					
BIG DATA	Date des travaux et des opérations de maintenance	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				

## 3.3 Processus de viabilité — sécurité | Représentation des flux de données pour le processus VSE

<b>VSE.I1 : surveillance saturation zones arrêt PL</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Zone arrêt poids Lourds	Espace terrestre	BIM	Surveillance saturation zones arrêt PL	Représentation des flux types d'entrée-sortie et de manœuvre dans la zone.	Chaussée	BIM
	Décompte de PL Présents	Chaussée	BIM				
BIG DATA	Historique du trafic PL	Autres	Syst. Gestion de Traffic	Surveillance saturation zones arrêt PL	Densité d'occupation	Espace terrestre	BIM
	occupation des PL par parking PL	Espace terrestre	Data Lake				
	Localisation des zones de parking	Espace terrestre	BIM				

<b>VSE.I2 : surveillance clôtures</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Linéaire de clôtures par type (hauteur)	Equipements	BIM	Surveillance clôtures	Positionnement des zones à risque sur fond cartographie ou synoptique	Equipements	BIM
	Lieu des incidents (passage animaux, vandalisme)	Equipements	BIM				
	Localisations des clôtures	Equipements	BIM				
BIG DATA	Localisation des clôtures	Equipements	BIM	Surveillance clôtures	Historique du lieu des incidents (passage animaux, vandalisme)	Equipements	BIM
	Lieu des incidents (passage animaux, vandalisme)	Equipements	BIM				

<b>VSE.I3 : contrôle d'accès et surveillance/sécurité » des bâtiments d'exploitation et zones sensibles</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Maquette/ plan des bâtiments d'exploitation et zones associées	Bâtiment	BIM	Contrôle d'accès et surveillance/sécurité » des bâtiments d'exploitation et zones sensibles	Identification des chemins d'accès	Bâtiment	BIM
	classification des zones par degré de sensibilité	Bâtiment	BIM		Positionnement des zones à risque sur fond cartographie ou synoptique	Bâtiment	BIM
BIG DATA	Historique des incidents en contrôle d'accès avec degré de gravité	Bâtiment	BIM	Contrôle d'accès et surveillance/sécurité » des bâtiments d'exploitation et zones sensibles	Statistiques sur incidents d'accès	Bâtiment	BIM
	Localisation des zones	Bâtiment	BIM				

<b>VSE.I4 : expression besoins exploitation (en projets neufs/GER)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Détails de conception de l'infrastructure réseau	Chaussée	BIM	Expression besoins exploitation (en projets neufs / GER)	Identification des points durs par élément du patrimoine	Chaussée	BIM
	Détails de conception de l'infrastructure Bâtiments	Bâtiment	BIM				
	Contraintes d'exploitation	Chaussée	BIM				

<b>VSE.I5 : mise à disposition docs/plans</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Détails de construction de l'infrastructure	Chaussée	BIM	Mise à disposition docs/plans	Docs et Plans	Chaussée	BIM
	Maquette numérique de l'infrastructure	Chaussée	BIM				
BIG DATA	Maquette numérique de l'infra	Chaussée	BIM	Mise à disposition docs/plans	Docs et Plans	Chaussée	BIM

### 3.4. Processus de maintenance courante des infrastructures

#### Objectifs de la maintenance courante des infrastructures

Les objectifs de la maintenance courante des infrastructures sont les suivants :

- Maintenir l'infrastructure pour conserver l'autoroute sûre et utilisable et/ou réduire l'impact du processus de dégradation pour préserver la valeur du patrimoine.
- Optimiser les périodes de renouvellement.
- Maximiser le niveau de service.

#### Liste des activités de maintenance courante de l'infrastructure

La liste des activités de maintenance courante de l'infrastructure (MCI) retenue est la suivante :

<b>MCI.01</b>	Nettoyage des :	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• niches (portes, by-pass, bardage),</li> <li>• gaines de ventilation,</li> <li>• piédroits des tunnels revêtus,</li> <li>• regards, caniveaux,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• plateforme et des voies de péage,</li> <li>• bassins,</li> <li>• bermes et talus,</li> <li>• curage drains.</li> </ul>
<b>MCI.02</b>	Traitement des zones polluées	
<b>MCI.03</b>	Petites réparations :	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nids de poule,</li> <li>• fissures,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• remplacement d'éléments isolés suite à défauts,</li> <li>• etc.</li> </ul>
<b>MCI.04</b>	Maintenance des bâtiments/ « <i>facility management</i> » (gares de péage, zones de maintenance, etc.)	
<b>MCI.05</b>	Maintenance des espaces verts :	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fauchage</li> <li>• Élagage des arbres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traitement des zones « herbées »</li> <li>• Ramassage des papiers et autres détritrus</li> </ul>
<b>MCI.06</b>	Stockage des panneaux & gestion stock cônes (quai à cônes)	
<b>MCI.07</b>	Stockage du sel et autres produits pour Viabilité hivernale	
<b>MCI.08</b>	Gestion des travaux en régie	
<b>MCI.09</b>	Coordination avec sous-concessionnaires (AS)	

3.4 Processus de maintenance courante des infrastructures

**Représentation des flux de données pour le processus MCI**

La représentation des flux de données pour le processus MCI est la suivante :

<b>MCI.01 : nettoyage</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plan du réseau	Chaussée	BIM	Nettoyage	Visualisation des zones à maintenir selon planning	Chaussée	BIM
	localisation des zones à nettoyer	Espace terrestre	BIM				
	Planning des activités de maintenance	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
BIG DATA	Historique des activités de nettoyage par zone avec le trafic correspondant	Chaussée	BIM	Nettoyage	% des activités réalisées dans les temps (GMAO)	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)
	Prévisions de trafic pour la zone à nettoyer	Autres	Syst. Gestion de Traffic		Impact sur le trafic	Chaussée	BIM

<b>MCI.02 : traitement des zones polluées</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plan du réseau avec localisation des zones à traiter	Espace terrestre	BIM	Traitement des zones polluées	Visualisation des zones à traiter selon planning	Espace terrestre	BIM
	Chemin d'accès	Espace terrestre	BIM				
	Planning des activités de maintenance	Espace terrestre	GMAO (RMMS Infra)				
BIG DATA	Historique des activités de traitement par zone	Espace terrestre	BIM	Traitement des zones polluées			
	Historique des accidents de pollution	Espace terrestre	BIM				

<b>MCI.03 : petites réparations</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plan du réseau avec localisation des points à réparer	Chaussée	BIM	Petites réparations	Visualisation des zones à traiter selon planning	Chaussée	BIM
	Planning des activités de maintenance	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
BIG DATA	Historique des activités de maintenance par zone avec le trafic correspondant	Chaussée	BIM	Petites réparations			
	Prévisions de trafic pour la zone à nettoyer	Autres	Syst. Gestion de Traffic				

## 3.4 Processus de maintenance courante des infrastructures | Représentation des flux de données pour le processus MCI

MCI.04 : maintenance des bâtiments/ « facility management » (gares de péage, zones de maintenance, etc.)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plans des bâtiments	Bâtiment	BIM	Maintenance des bâtiments / « facility management » (gares de péage, zones de maintenance...)	Modèle 3D des équipements et leur contexte	Equipements	BIM
	positionnement des portes intérieures et extérieures	Bâtiment	BIM				
	Positionnement des zones sécuritaires	Bâtiment	BIM				
	Liste des équipements à maintenir/ entretenir	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)		Visualisation des circuits de déplacement des personnes au sein du bâtiment et zones adjacentes	Bâtiment	BIM
	Localisation des équipements à maintenir/ entretenir	Equipements	BIM				
	Liste des espaces à maintenir/ entretenir	Espace terrestre	GMAO (RMMS Infra)				
	Localisation des espaces à maintenir/ entretenir	Espace terrestre	BIM				
	Pannes par équipement/ par type/ localisation	Equipements	BIM		Circuits et séquence des interventions	Chaussée	BIM
	Restrictions d'accès à certaines zones	Espace terrestre	BIM				
BIG DATA	Données d'entrées/ sorties des personnels dans les bâtiments	Bâtiment	Data Lake	Maintenance des bâtiments / « facility management » (gares de péage, zones de maintenance...)	Données de contrôle de présence	Bâtiment	Data Lake
	Données d'entrées/ sorties du public sur les aires	Bâtiment	Data Lake		Données d'utilisation de l'espace/ des infrastructures (bâtiments, aires...)	Bâtiment	BIM
	Planification des activités de maintenance	Espace terrestre	GMAO (RMMS Equipement)		MTBF/ MCBF des équipements par type	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Historique des pannes/ défauts sur chaque équipement	Equipements	BIM		Performance de chaque agent/ équipe	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Personne en charge du dépannage	Espace terrestre	GMAO (RMMS Equipement)		Planification de la prochaine période de maintenance	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
MCI.05 : maintenance des espaces verts							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plan et nature des espaces verts	Espace terrestre	BIM	Maintenance des espaces verts	Modèle des zones à traiter par type et des accès	Espace terrestre	BIM
	Planning des activités de maintenance	Espace terrestre	GMAO (RMMS Infra)				
BIG DATA	Données de trafic	Autres	Syst. Gestion de Traffic	Maintenance des espaces verts	Statistiques sur les traitements réalisés par type par période	Espace terrestre	Gestion de patrimoine
	Planification des activités de maintenance	Espace terrestre	Gestion de patrimoine				
	Historique des traitements et interventions	Espace terrestre	BIM				
	Personne en charge des interventions	Espace terrestre	Gestion de patrimoine				
MCI.06 : stockage des panneaux & gestion stock cônes (quai à cônes)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIG DATA	Utilisation des panneaux (nombre par type et par dépôt)	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Stockage des panneaux & Gestion stock cônes (quai à cônes)	Statistiques d'utilisation par type	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Utilisation des cônes par dépôt	Bâtiment	GMAO (RMMS Equipement)		Statistiques d'utilisation par dépôt	Bâtiment	GMAO (RMMS Equipement)

## 3.4 Processus de maintenance courante des infrastructures | Représentation des flux de données pour le processus MCI

<b>MCI.07 : stockage du sel et autres produits pour viabilité hivernale</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Zones exposées (traitement prioritaire)	Bâtiment	BIM	Stockage du sel et autres produits pour Viabilité Hivernale	Visualisation des zones de stockage et de manoeuvre/ d'accès	Bâtiment	BIM
	Plan des zones de stockage et de manoeuvre/ accès	Bâtiment	BIM				
BIG DATA	Utilisation (quantités En/ S ) du sel et produits par dépôt	Bâtiment	GMAO (RMMS Equipement)	Stockage du sel et autres produits pour Viabilité Hivernale	Statistiques d'utilisation par dépôt	Bâtiment	GMAO (RMMS Equipement)
<b>MCI.08 : gestion des travaux en régie</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des travaux sous-traités par type	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Gestion des travaux en régie	Visualisation des zones d'intervention par type selon planning	Chaussée	BIM
	Localisation des travaux sous-traités par type	Chaussée	BIM				
	Accès et période	Chaussée	BIM				
BIG DATA	Localisation	Chaussée	BIM	Gestion des travaux en régie	Statistiques des travaux sous-traités par type par zone géographique et période	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)
	Liste des travaux sous-traités par type avec localisation	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
	Liste des travaux sous-traités par période avec localisation	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
	Liste des travaux sous-traités par fournisseurs/ entrepreneurs concernés avec localisation	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
<b>MCI.09 : coordination avec sous-concessionnaires (AS)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste sous-concessionnaires	Chaussée	Gestion de patrimoine	Coordination avec sous-concessionnaires	Modèle des zones à traiter par type	Chaussée	BIM
	Limites de chaque sous-concession	Chaussée	BIM		Modèle des accès	Chaussée	BIM
	Cahier des charges ss-concessionnaires	Chaussée	BIM		Circuits et Séquences des interventions	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)

## 3.5. Processus de maintenance courante des équipements

### Objectifs de la maintenance courante des équipements

Les objectifs de la maintenance courante des équipements sont les suivants :

Objectif	Maintenance associée
Minimiser l'indisponibilité des équipements	Maintenance préventive
	Premier niveau de maintenance corrective
Optimiser les périodes de renouvellement	Deuxième niveau de maintenance corrective

### Liste des activités de maintenance courante des équipements

La liste des activités de maintenance courante des équipements (MCE) retenue est la suivante :

<b>MCE.01</b>	<p>Tests (« <i>Find &amp; fix</i> »), avec 6 sous-activités :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspections : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Détecteurs de pollution (CO/opacité).</li> <li>○ Autres détecteurs.</li> <li>○ Luminaires.</li> <li>○ Ventilateurs.</li> <li>○ Trappes de désenfumage.</li> <li>○ Système de lutte contre l'incendie (réservoir incendie/mise sous pression de la conduite/essai des trappes de désenfumage).</li> </ul> </li> <li>• Changement des luminaires.</li> <li>• Nettoyage postes électriques/luminaires.</li> <li>• Entretien batteries.</li> <li>• Remplacement des consommables (lampes, fusibles, etc.).</li> <li>• Échanges des sous-ensembles en panne.</li> </ul>
<b>MCE.02</b>	Mesures vibrations sur machines tournantes.
<b>MCE.03</b>	<p>Maintenance :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur les transformateurs : vérification des niveaux de liquide, nettoyage-resserrage-vérification des sécurités.</li> <li>• Sur les TGBT (nettoyage, resserrage, mesures, etc.)</li> </ul>
<b>MCE.04</b>	Suivi des performances des équipements (KPI types : MTBF/MCBBF, Indisponibilité).
<b>MCE.05</b>	Suivi des performances de l'équipe de maintenance (exemples : temps d'intervention, temps de réparation).
<b>MCE.06</b>	<p>Gestion des stocks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suivi du niveau de pièces de rechange et consommables.</li> <li>• Achats de nouvelles pièces et consommables.</li> <li>• Suivi du cycle de réparation des sous-ensembles défectueux.</li> </ul>
<b>MCE.07</b>	Expression besoins maintenance (en projets neufs/GER).
<b>MCE.08</b>	Rédaction documentation sur équipements installés (fiches/modalités).
<b>MCE.09</b>	Sécurisation/criticité réseaux (fibre/PAU/radio).



## 3.5 Processus de maintenance courante des équipements

**Représentation des flux de données pour le processus MCE**

La représentation des flux de données pour le processus MCE est la suivante :

MCE.01 : tests « Find & fix »							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des sous-ensembles à échanger	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Tests ("find & fix")	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des zones/ équipements avec sous-ensemble à	Equipements	BIM
	Localisation des sous-ensembles à échanger	Equipements	BIM				
	Planning des échanges	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Date et durée inspections	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Acteurs impliqués	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA	Date & heure de chaque panne	Equipements	BIM	Tests ("find & fix")	Historique des remplacements	Equipements	BIM
	Localisation des équipements avec sous-ensembles remplacés	Equipements	BIM				
	Liste des équipements avec sous-ensembles remplacés	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Date de remplacement	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA				Tests ("find & fix")	MTRR par type d'équipements, par section (GMAO)	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
				Tests ("find & fix")	% de réalisation par rapport au planning	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
				Tests ("find & fix")	Date prochaine inspections	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)

MCE.02 : mesures vibrations sur machines tournantes							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Listes des machines	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Mesures vibrations sur machines tournantes	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des équipements à tester/ testés	Equipements	BIM
	localisation des machines	Equipements	BIM				
	Caractéristiques machines	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Planning des mesures	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA	Nombres de machines à mesurer	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Mesures vibrations sur machines tournantes	Historique des tests (GMAO)	Equipements	BIM
	Liste des postes électriques nettoyés	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	localisation du nettoyage	Equipements	BIM				
	date du nettoyage	Equipements	BIM				
				Mesures vibrations sur machines tournantes	Fréquence mesurée/Fréquence prévue	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
				Mesures vibrations sur machines tournantes	Dates de prochaine mesure	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
				Mesures vibrations sur machines tournantes	%réalisation	Equipements	BIM

## 3.5 Processus de maintenance courante des équipements | Représentation des flux de données pour le processus MCE

MCE.03 : maintenance							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Localisation des transformateurs à maintenir	Equipements	BIM	Maintenance sur les transformateurs	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des transformateurs à maintenir/ maintenus	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Planning des actions de maintenance	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)		% de réalisation par rapport au planning	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Listing des transformateurs	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA	Nombre de transformateurs	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Maintenance sur les transformateurs	Historique des opérations de maintenance (GMAO)	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Liste des transformateurs maintenus	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	localisation de l'opération de maintenance	Equipements	BIM				
	Date de l'opération de maintenance	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)			Date prochaine opération de maintenance	Equipements
MCE.04 : suivi des performances des équipements (KPI types : MTBF/MCBF, indisponibilité)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des équipements suivis	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Suivi des performances des équipements (KPI types : MTBF / MCBF, Indisponibilité)	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des équipements par niveau de performance	Equipements	BIM
	Critères de performance	Equipements	BIM				
BIG DATA	Nombres d'équipements	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Suivi des performances des équipements (KPI types : MTBF / MCBF, Indisponibilité)			
	Date & heure de chaque panne	Equipements	BIM				
	Liste des équipements	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Localisation des équipements	Equipements	BIM				
MCE.05 : suivi des performances de l'équipe de maintenance (ex. temps d'intervention, temps de réparation)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIG DATA	Nombre d'acteurs suivis/équipe suivie	Autres	Data Lake	Suivi des performances de l'équipe de maintenance (ex. temps d'intervention, temps de réparation)	Graphe d'indicateurs de performance	Autres	GMAO (RMMS Infra)
	Liste des acteurs suivis/équipe suivie	Autres	GMAO (RMMS Infra)		Suivi des performances de l'équipe de maintenance (ex. temps d'intervention, temps de réparation)	Autres	Data Lake
MCE.06 : gestion des stocks							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIG DATA	Utilisation des équipements	Equipements	Data Lake	Gestion des stocks	Statistiques d'utilisation par type	Equipements	BIM

## 3.5 Processus de maintenance courante des équipements | Représentation des flux de données pour le processus MCE

<b>MCE.07 : expression besoins maintenance (en projets neufs/GER)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Détails de conception de l'infrastructure réseau	Chaussée	BIM	Expression besoins maintenance (en projets neufs / GER)	Identification des points durs par élément du patrimoine	Chaussée	BIM
	Détails de conception des bâtiments	Bâtiment	BIM				
	Contraintes de maintenance	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)				
<b>MCE.08 : rédaction documentation sur équipements installés (fiches/modalités)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Equipement à décrire (localisation, ...)	Equipements	BIM	Rédaction doc sur équipements installés (fiches /modalités)	Fiches	Equipements	BIM
BIG DATA	Nombres d'équipements	Equipements	BIM	Rédaction doc sur équipements installés (fiches /modalités)	Nombres de documents par équipements	Equipements	BIM
<b>MCE.09 : sécurisation/criticité réseaux (fibre/PAU/radio)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des équipements avec attributs criticité	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Sécurisation/criticité réseaux (fibre / PAU / radio)	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des équipements	Equipements	BIM
	Localisation des équipements avec attributs criticité	Equipements	BIM		Criticité	Equipements	BIM
	Description de la criticité	Equipements	BIM				
BIG DATA	synoptique	Equipements	BIM	Sécurisation/criticité réseaux (fibre / PAU / radio)	caractéristiques équipements et réseau	Equipements	BIM

## 3.6. Processus de GER

### Définition

Le processus de Gros entretien et renouvellements (GER) se compose :

- Des activités non récurrentes nécessaires pour la préservation du patrimoine dans la durée.
- Des investissements pilotés par le processus de gestion de patrimoine. Ces investissements ont besoin d'être planifiés et budgétés.

### Documentation du processus

Le processus est documenté. En effet, la durée de vie des éléments du patrimoine est longue. Les périodes de renouvellement peuvent être de 5 à 60 ans ou plus dans le domaine des infrastructures de transport.

### Activités du processus de GER

Les activités du processus de GER sont les suivantes :

<b>GER.01</b>	Programmation des inspections & auscultations périodiques.
<b>GER.02</b>	Réalisation et suivi des inspections périodiques (visuelles, détaillées).
<b>GER.03</b>	Suivi de l'instrumentation (grands ponts, tunnels, grands talus, etc.).
<b>GER.04</b>	Développement du plan de GER : planification des travaux et budgets correspondants.
<b>GER.05</b>	Design des lots de travaux.
<b>GER.06</b>	Balisage lourd pour travaux sous circulation.
<b>GER.07</b>	Supervision des travaux.
<b>GER.08</b>	Remplacement/renouvellement des consommables électriques et éléments (luminaires et lampes, cellules de mesure des appareils, batteries, etc.) et des équipements en fin de vie (ventilateurs, éclairage, signalisation, etc.).
<b>GER.09</b>	Traitement périodique des boues.
<b>GER.10</b>	Renouvellement d'une chaussée : <ul style="list-style-type: none"> <li>• couche de roulement,</li> <li>• structure.</li> </ul>
<b>GER.11</b>	Remplacement des éléments d'un pont : <ul style="list-style-type: none"> <li>• joints,</li> <li>• appareils d'appui,</li> <li>• peinture,</li> <li>• membrane d'étanchéité,</li> <li>• câbles.</li> </ul>
<b>GER.12</b>	Travaux lourds liés à l'assainissement et la géotechnique.
<b>GER.13</b>	Reporting régulier sur l'état du patrimoine (critères de performance minimum).
<b>GER.14</b>	Reporting annuel sur les travaux réalisés par rapport au Plan de GER.
<b>GER.15</b>	Expression des contraintes trafic/entretien saisonnier pour plan GER.
<b>GER.16</b>	Refonte plan GER selon événements non prévus (accidents, événements climatiques, etc.).

3.6 Processus de GER | Activités du processus de GER

**Représentation  
des flux de données  
du processus GER**

La représentation des flux de données du processus GER est la suivante :

<b>GER.01 : programmation des inspections &amp; auscultations périodiques</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des éléments du patrimoine à inspecter	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Programmation des inspections & auscultations périodiques	Référence /géolocalisation des éléments du patrimoine à inspecter	Chaussée	BIM
	Planification des inspections	Chaussée	Gestion de patrimoine		listes des défauts	Chaussée	BIM
BIG DATA	Liste des éléments à inspecter	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Programmation des inspections & auscultations périodiques			

<b>GER.02 : réalisation et suivi des inspections périodiques (visuelles, détaillées)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des éléments du patrimoine à inspecter	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Réalisation et suivi des inspections & auscultations périodiques (visuelles, détaillées)	Référence /géolocalisation des éléments du patrimoine à inspecter	Chaussée	BIM
					listes des défauts	Chaussée	BIM

<b>GER.03 : suivi de l'instrumentation (grands ponts, tunnels, grands talus, etc.)</b>							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des éléments du patrimoine à inspecter	Ouvrage d'art	GMAO (RMMS Equipement)	Suivi de l'instrumentation (grands ponts, tunnels, grands talus)	Avancement de l'instrumentation	Ouvrage d'art	Gestion de patrimoine
	Localisation des éléments du patrimoine à inspecter	Ouvrage d'art	BIM		Liste des éléments à modifier	Ouvrage d'art	BIM
BIG DATA	Liste et fonctions des capteurs	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Suivi de l'instrumentation (grands ponts, tunnels, grands talus)	Evolution des différents paramètres mesurés	Equipements	Data Lake
	Mesures relevées par capteurs	Equipements	Data Lake				

<b>GER.04 : développement du plan de GER : planification des travaux et budgets correspondants</b>										
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information			
BIM	Planning des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine	Développement du plan de GER : planification des travaux et budgets correspondants	% de réalisation	Chaussée	Gestion de patrimoine			
			BIM		Rapport dépenses/budget prévisionnel	Chaussée	Gestion de patrimoine			
			Gestion de patrimoine		Simulation des travaux	Chaussée	BIM			
BIG DATA	Listings des budgets correspondants	Chaussée	Gestion de patrimoine	Développement du plan de GER : planification des travaux et budgets correspondants	Calcul des budgets correspondants	Chaussée	Gestion de patrimoine			
			BIM					% de réalisation des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine
			Gestion de patrimoine					Rapport dépenses/budget prévisionnel	Chaussée	Gestion de patrimoine

## 3.6 Processus de GER | Activités du processus de GER

GER.05 : design des lots de travaux							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Désignation des lots	Chaussée	BIM	Design des lots de travaux	Simulation des travaux	Chaussée	BIM
	Plans des lots	Chaussée	BIM		Simulation des accès	Chaussée	BIM
	Contraintes d'accès	Chaussée	BIM				
BIG DATA	Nombre de lots de travaux	Chaussée	BIM	Design des lots de travaux	Relevés des capteurs	Chaussée	Data Lake
	Localisation des travaux	Chaussée	BIM				
	Localisation des capteurs	Chaussée	BIM				

GER.06 : balisage lourd pour travaux sous circulation								
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information	
BIM	Standards de balisage	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Balisage lourd pour travaux sous circulation	Plan des balisages visualisé sur fond cartographie ou synoptique	Chaussée	BIM	
	PIA	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)					
	Durée du balisage	Chaussée	BIM		Historisation de l'événement		Chaussée	BIM
	Planning des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine					
	Trafic par période	Autres	Syst. Gestion de Traffic					
BIG DATA	Données sur les travaux à effectuer	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)	Balisage lourd pour travaux sous circulation	Durée d'intervention	Chaussée	Syst. Gestion de Traffic	

GER.07 : supervision des travaux							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des travaux à superviser	Chaussée	Gestion de patrimoine	Supervision des travaux	Plan des travaux visualisé sur fond cartographie ou synoptique	Chaussée	BIM
	Attribution des superviseurs/travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine				
	Planning des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine				
	Trafic par période	Autres	Syst. Gestion de Traffic				
BIG DATA	Données sur les travaux à effectuer	Chaussée	Gestion de patrimoine	Supervision des travaux	Durée d'intervention	Chaussée	Gestion de patrimoine
	Dates des travaux	Chaussée	BIM				
	Localisation des travaux	Chaussée	BIM				

## 3.6 Processus de GER | Activités du processus de GER

GER.08 : remplacement/renouvellement des consommables électriques et éléments & des équipements en fin de vie							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Liste des consommables à remplacer	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Remplacements/renouvellement des consommables électriques et des équipements en fin de vie	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des équipements à changer/ changés	Equipements	BIM
	Positions des consommables à remplacer	Equipements	BIM		% de réalisation	Equipements	BIM
	Procédure de remplacement	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)		Date de prochain remplacement	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)
	Acteurs impliqués	Equipements	Gestion de patrimoine				
	Planning des renouvellements	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA	Nombre de consommables à remplacer	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)	Remplacements/renouvellement des consommables électriques et des équipements en fin de vie	Historique des changements	Equipements	BIM
	Nombres d'acteurs impliqués	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)				
	Liste des équipements changés	Equipements	GMAO (RMMS Equipement)		% de remplacement	Equipements	BIM
	Localisation des équipements changés	Equipements	BIM				
	Date de remplacement des équipements	Equipements	BIM				
GER.09 : traitement périodique des boues							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Procédure de traitement	Espace terrestre	GMAO (RMMS Equipement)	Traitement périodique des boues	Visualisation sur plan ou synoptique réseau des bassins à traiter/ traités	Espace terrestre	BIM
	Planning du traitement	Espace terrestre	Gestion de patrimoine				
	Acteurs impliqués	Espace terrestre	GMAO (RMMS Equipement)				
	Localisation des bassins	Espace terrestre	BIM				
	Relevé de mesure des boues	Espace terrestre	GMAO (RMMS Equipement)				
BIG DATA	Nombre d'acteurs impliqués	Autres	Gestion de patrimoine	Traitement périodique des boues	Historique de Quantité de boues / endroit /période	Espace terrestre	BIM
	Date de chaque traitement	Espace terrestre	BIM		Fréquence de traitement des boues en fonction des bassins	Espace terrestre	Gestion de patrimoine

3.6 Processus de GER | Activités du processus de GER

GER.10 : renouvellement d'une chaussée							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Localisation des travaux	Chaussée	BIM	Renouvellement d'une chaussée : couche de roulement, structure	Plan des travaux visualisé sur fond cartographie ou synoptique	Chaussée	BIM
	Date prévisionnelle des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine		% réalisation	Chaussée	Gestion de patrimoine
	Procédure de renouvellement	Chaussée	GMAO (RMMS Infra)		MNU de la nouvelle chaussée	Chaussée	BIM
	Acteurs impliqués	Chaussée	Gestion de patrimoine				
BIG DATA	Tracé de la chaussée	Chaussée	BIM	Renouvellement d'une chaussée : couche de roulement, structure	Historique des renouvellements (AMS)	Chaussée	BIM
	Coordonnées géographiques	Chaussée	BIM				
	Nombre d'acteurs impliqués	Autres	Gestion de patrimoine		Durée du renouvellement hauteur de la couche d'asphalte/goudron	Chaussée	BIM
	Date de chaque renouvellement par voie et type de chaussée	Chaussée	BIM				
	Données capteurs	Chaussée	Data Lake				

GER.11 : remplacement des éléments d'un pont							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Localisation des travaux (Pont)	Ouvrage d'art	BIM	Remplacement des éléments d'un pont	Plan des travaux visualisé sur fond cartographie ou synoptique	Ouvrage d'art	BIM
	Date prévisionnelle des travaux (Pont)	Ouvrage d'art	Gestion de patrimoine		% réalisation	Ouvrage d'art	Gestion de patrimoine
	Acteurs impliqués	Ouvrage d'art	Gestion de patrimoine		MNU du pont	Ouvrage d'art	BIM
BIG DATA	Localisation du pont	Ouvrage d'art	BIM	Remplacement des éléments d'un pont	Historique des remplacements (AMS)	Ouvrage d'art	BIM
	Nombre d'éléments à remplacer	Ouvrage d'art	Gestion de patrimoine		Nombre d'éléments impactés	Ouvrage d'art	BIM
	Date de chaque remplacement par type d'élément	Ouvrage d'art	BIM		Nouvelle MNU du pont	Ouvrage d'art	BIM

GER.12 : travaux lourds liés à l'assainissement et la géotechnique							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Plan de balisage	Sols	BIM	Travaux lourds liés à l'assainissement et la géotechnique	Plan des travaux visualisé sur fond cartographie ou synoptique	Sols	BIM
	Localisation des travaux	Sols	BIM				
	Date prévisionnelle des travaux	Sols	Gestion de patrimoine				
BIG DATA	Données et Date de chaque intervention par type	Sols	Gestion de patrimoine	Travaux lourds liés à l'assainissement et la géotechnique	Historique des travaux	Sols	BIM
					Durée intervention	Sols	Gestion de patrimoine



## 3.6 Processus de GER | Activités du processus de GER

GER.13 : reporting régulier sur l'état du patrimoine (critères de performance minimum)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Critères de performance	Chaussée	BIM	Reporting régulier sur l'état du patrimoine (critères de performance minimum)	Visualisation sur plan ou synoptique des mesures par élément ou sous-section de patrimoine	Chaussée	BIM
	Valeurs mesurées (auscultations, inspections)	Chaussée	BIM			Date prochain reporting	Chaussée
BIG DATA	Localisation du patrimoine	Chaussée	BIM	Reporting régulier sur l'état du patrimoine (critères de performance minimum)	Historique de chaque KPI	Chaussée	BIM
	Valeurs mesurées (auscultations, inspections)	Chaussée	Data Lake			Alerte si la mesure passe sous/ sur le seuil d'alerte/ d'intervention	Chaussée
	date de la mesure	Chaussée	Data Lake				
	Travaux réalisés	Chaussée	BIM				
	date des travaux	Chaussée	BIM				

GER.14 : reporting annuel sur les travaux réalisés par rapport au Plan de GER							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Date prévisionnelle	Chaussée	Gestion de patrimoine	Reporting annuel sur les travaux réalisés par rapport au Plan de GER	Visualisation des travaux réalisés conformément	Chaussée	BIM
	date effective des travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine			% d'avancement	Chaussée
BIG DATA	Localisation du patrimoine	Chaussée	BIM	Reporting annuel sur les travaux réalisés par rapport au Plan de GER	Historique des travaux par type, par lieu et par entreprise	Chaussée	BIM
	Date prévisionnelle des travaux par entreprise, par type de travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine			Reporting	Chaussée
	Date effective des travaux par entreprise, par type de travaux	Chaussée	Gestion de patrimoine				

GER.15 : expression des contraintes trafic/entretien saisonnier pour plan GER							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Fiches contraintes	Espace terrestre	BIM	Expression contraintes trafic/entretien saisonnier pour plan GER			
	Fiche GER	Espace terrestre	BIM				
	Trafic	Autres	Syst. Gestion de Traffic				
	Événements climatiques	Autres	Data Lake				
BIG DATA	Expressions contraintes	Espace terrestre	BIM	Expression contraintes trafic/entretien saisonnier pour plan GER			

GER.16 : refonte plan GER selon événements non prévus (accidents, événements climatiques, etc.)							
BIM/BIG DATA?	Informations d'entrée	Ouvrage Concerné	Soft Source d'information	Process informatique de l'activité	Informations de sortie	Ouvrage Concerné	Soft destination d'information
BIM	Trafic	Autres	Syst. Gestion de Traffic	Refonte plan GER selon événements non prévus			
	Événements climatiques	Autres	Data Lake				

## 3.7. Conclusions de l'analyse des flux de données par activité

<b>Synthèse</b>	<p>Notre démarche de travail a consisté à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mettre chaque activité au cœur de la réflexion,</li> <li>• énumérer les informations, les sources et les ouvrages concernés par les processus.</li> </ul> <p>Quelle qu'en soit la finalité, nous avons constaté que chaque activité exploite des informations de nombreux logiciels et traite de nombreux ouvrages.</p>
<b>L'intervention de l'exploitant autoroutier...</b>  <i>.. sur les divers éléments du patrimoine..</i>  <i>.. dépend du périmètre de délégation qui lui est confié</i>	<p>Selon la nature de ses activités, l'exploitant autoroutier intervient sur les divers éléments du patrimoine suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaussée.</li> <li>• Ouvrages d'art.</li> <li>• Bâtiments.</li> <li>• Équipements.</li> <li>• Espaces verts.</li> <li>• Remblais et sols.</li> <li>• Assainissement et ouvrages hydrauliques.</li> <li>• Équipements de la route (signalisation verticale et horizontale, clôtures, glissières, etc.).</li> </ul> <p>Cette diversité dépend du périmètre de délégation confié à l'exploitant autoroutier. Le périmètre de délégation est défini dans le contrat d'exploitation mis en place avec le propriétaire/concessionnaire de l'ouvrage.</p>
<b>Identification de système d'informations et de modules</b>	<p>Au fur et à mesure de notre réflexion, nous avons identifié un système d'information. Ce système regroupe les modules logiciels décrits en annexe au paragraphe « Fonctionnalités d'une GMAO ».</p>
<b>Intégration d'une maquette BIM et de la pratique Big Data</b>	<p>Nous avons intégré une maquette BIM ainsi que la pratique du Big Data à l'environnement SI classique d'un exploitant autoroutier. Cela permet d'identifier les usages de ces deux nouveaux outils dans l'exécution des activités métiers.</p>
<b>Conclusions concernant le BIM et le Big Data</b>	<p>En conclusion, <b>le BIM et Big Data peuvent s'intégrer à une architecture SI d'un exploitant. Ces 2 nouveaux outils permettent d'accéder à plus d'information pertinente que ce qui existe aujourd'hui.</b></p> <p>Afin d'affirmer l'intérêt du BIM et du Big Data pour un exploitant, nous avons analysé les risques et les opportunités pour la réalisation des activités métiers dans le chapitre suivant.</p>

## 4. RISQUES & OPPORTUNITÉS DU BIM ET DU BIG DATA

### 4.1. Préambule

#### Identification et listage des opportunités et risques...

Sur la base de l'étude des flux de données pour les 49 activités identifiées, nous avons identifié et listé les opportunités et les risques liés à la mise en œuvre d'outils BIM et Big Data.

Cette liste est :

- détaillée,
- spécifique aux influences de ces deux notions sur des infrastructures linéaires en exploitation et maintenance.

#### ... qui laissent penser qu'il n'y a pas de risques majeurs liés à l'usage de ces outils...

À la suite de notre exercice, nous avons estimé qu'il n'y avait pas de risques majeurs liés à l'usage de ces deux outils.

Ces risques sont ceux de **déploiement de nouveaux outils informatiques dans une organisation**. Les solutions de maîtrise de ces risques sont déjà connues :

- accompagnement au changement,
- validation progressive de la solution,
- etc.

#### ... et nous amènent à nous concentrer sur les opportunités

Nous avons donc préféré nous concentrer sur les opportunités. En effet, elles semblent apporter un gain réel à l'exécution des activités et à leur suivi, par rapport à aujourd'hui.

### 4.2. Principe de l'étude

#### Identification des opportunités par activité

Nous avons :

1. Listé les opportunités que représentait le BIM et le Big Data pour chacune des activités.
2. Uniformisé la dénomination des opportunités pour identifier les expressions communes des opportunités et leurs occurrences.

Nous avons donc identifié 11 opportunités BIM et 11 opportunités Big Data qui ont chacune plusieurs occurrences selon les activités concernées.

#### Pondération des résultats

Après avoir identifié les différentes opportunités, nous avons alors évalué leur bénéfice, en fonction de 2 facteurs :

- La criticité de l'activité.
- L'apport de l'opportunité dans le contexte de l'activité.

## 4.2 Principe de l'étude | Pondération des résultats

**Criticité des activités**

Nous avons pondéré la criticité des activités en fonction de leur importance, et de leur impact sur les usagers de la route. Les activités ont été classifiées en trois niveaux de criticité :

<b>Criticité 1</b>	Faible
<b>Criticité 2</b>	Moyen
<b>Criticité 3</b>	Fort

**Apports des opportunités**

À chacune des activités, correspondent une ou plusieurs opportunités. Nous avons évalué le bénéfice potentiel d'une opportunité en fonction de l'activité à laquelle elle s'applique. Une opportunité n'a donc pas le même bénéfice d'une activité à une autre. Comme les criticités, trois niveaux de bénéfice ont été identifiés :

<b>Apport 1</b>	Faible
<b>Apport 2</b>	Moyen
<b>Apport 3</b>	Fort

**Évaluation des opportunités**

Une fois la criticité des activités et les apports des opportunités arrêtés, l'objectif de cette évaluation est de déterminer le poids des opportunités générées par la mise en œuvre du Big Data et du BIM. Sont concernées les activités d'exploitation et de maintenance des infrastructures routières.

**Formule de cotation opportunité**

Nous avons déterminé une formule permettant de calculer la moyenne du bénéfice de chaque opportunité. Cette moyenne est fonction de la criticité de l'activité et du bénéfice correspondant.

La formule de cotation est la suivante :

- C : Criticité de l'activité où l'opportunité est présente.
- B : Bénéfice de l'opportunité.
- N : Nombre total de couples (Activité, opportunité).

**Formule de cotation opportunité**

$$\frac{\sum_N \sqrt{C * B}}{N}$$

Cette formule permet d'obtenir un tableau d'opportunités ordonnées selon une valorisation décroissante.

Nous avons exécuté ces étapes pour le Big Data, et pour le BIM séparément.

## 4.3. Analyse et évaluation des opportunités Big Data

### Tableau des risques et opportunités Big Data

Les risques et les opportunités du Big Data sont les suivants :

Risques et les opportunités du Big Data
<b>Risques</b>
Mauvaise acceptation de la surveillance par les agents de patrouilles.
Mauvaise qualité des données.
Se fier uniquement aux résultats et ne pas anticiper les phénomènes demandant une action immédiate (pluie verglaçante, forte chute de neige).
Variation brusque du trafic PL.
<b>Opportunités</b>
Accès aux informations hors SI de l'exploitant pour un usage interne (trafic/incident sur réseau non concédé, météo, site fournisseur, etc.).
Analyse prédictive à partir des historiques de défauts.
Anticipation des contraintes.
Capitalisation de l'historique des défauts pour corriger le plan de GER.
Construction d'un reporting détaillé sur la base de paramètres multiples (ouvrage, position, historique, météo, prévision, réalisé, performance, trafic, etc.).
Détermination de scénario prévisionnel, en capitalisant sur les données historique (occupation PL, accidents, trafic, balisage, etc.).
Facilitation du flux d'informations entre composants du SI.
Innovation de l'instrumentation permettant de traiter plus de données (IoT).
Optimisation de la planification des interventions (préventives, correctives, travaux, inspections, etc.).
Optimisation des stocks selon les dépôts (panneaux, cônes, sel, équipements).
Suivi d'activité détaillée des agents permettant d'orienter la stratégie.

### Criticité des activités

Nous vous présentons ci-dessous un exemple de criticité d'activités inscrites dans le processus Viabilité – Sécurité (VSE) :

Id	Activités	Criticité
VSE.08	Gestion du trafic à partir de la salle de contrôle	3 — Fort
VSE.09	Formation des opérateurs en salle de contrôle	2 — Moyen
VSE.10	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « <i>road space booking</i> »	2 — Moyen
VSE.11	Surveillance saturation zones arrêt PL	2 — Moyen
VSE.12	Surveillance clôtures	1 — Faible
VSE.13	Contrôle d'accès et surveillance/sécurité des bâtiments d'exploitation et zones sensibles	3 — Fort

## 4.3 Analyse et évaluation des opportunités Big Data

**Apports/impact des opportunités**

Nous vous présentons ci-dessous un exemple d'apports/impacts des opportunités dans le processus de viabilité sécurité.

Id	Activités	Criticité	BD — opportunités	BD — apports
VSE.08	Gestion du trafic (à partir de la salle de contrôle).	3 — Fort	Détermination d'un scénario prévisionnel, en capitalisant sur les données historique (Occupation PL, accidents, trafic, balisage, etc.).	3 — Fort
VSE.09	Formation des opérateurs en salle de contrôle.	2 — Moyen	Construction d'un reporting détaillé sur la base de paramètres multiples (ouvrage, position, historique, météo, prévision, réalisé, performance, trafic, etc.).	1 — Faible
VSE.10	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « road space booking » .	2 — Moyen	Construction d'un reporting détaillé sur la base de paramètres multiples (ouvrage, position, historique, météo, prévision, réalisé, performance, trafic, etc.).	3 — Fort
VSE.11	Surveillance saturation zones arrêt PL.	2 — Moyen	Détermination d'un scénario prévisionnel, en capitalisant sur les données historiques (occupation PL, accidents, trafic, balisage, etc.).	1 — Faible
VSE.12	Surveillance clôtures.	1 — Faible	Construction d'un reporting détaillé sur la base de paramètres multiples (ouvrage, position, historique, météo, prévision, réalisé, performance, trafic, etc.).	2 — Moyen
VSE.13	Contrôle d'accès et surveillance/sécurité des bâtiments d'exploitation et zones sensibles.	3 — Fort	Suivi d'activité détaillé des agents permettant d'orienter la stratégie.	1 — Faible

**Évaluation des opportunités du Big Data**

Nous vous présentons ci-dessous un exemple d'évaluation des opportunités du Big Data :

Big Data - Opportunités	Valorisation (sur 3)
Accéder aux informations hors SI de l'exploitant pour un usage interne (trafic/incident sur réseau non concédé, météo, site fournisseur, etc.).	2,47
Optimiser de la planification des interventions (préventives, correctives, travaux, inspections, etc.).	2,46
Faire une analyse prédictive à partir des historiques de défauts.	2,45
Anticiper les contraintes.	2,45
Capitaliser l'historique des défauts pour corriger le plan de GER.	2,45
Innover l'instrumentation afin de traiter plus de données (IoT).	2,45
Déterminer un scénario prévisionnel, en capitalisant sur les données historiques (occupation PL, accidents, trafic, balisage, etc.).	2,11
Construire un reporting détaillé sur la base de paramètres multiples (ouvrage, position, historique, météo, prévision, réalisé, performance, trafic, etc.).	1,94
Faire un suivi d'activité détaillé des agents permettant d'orienter la stratégie.	1,87
Optimiser les stocks selon les dépôts (panneaux, cônes, sel, équipements).	1,61
Faciliter le flux d'informations entre composants du SI.	1,41

## 4.4. Analyse et évaluation des opportunités BIM

### Tableau des risques et opportunités BIM

Les risques et les opportunités du BIM sont les suivants :

Risques et les opportunités du BIM	
<b>BIM Risques</b>	
	Mauvaise définition des éléments.
	Délai et moyen d'accès à l'information.
	Acceptabilité des agents.
	Statistique qui n'est pas un reflet de la réalité.
	Asynchronisation avec le système de gestion du trafic (temps réel).
	Excès de confiance dans le BIM pour identifier les chemins d'accès aux zones sensibles.
	Difficulté pour l'exploitant d'accéder au BIM en particulier par manque de formation.
	Acceptabilité liée au support et disponibilité de l'information.
	Impact éventuel sur le trafic (x2).
	Différence de granularité/structure des données entre GMAO et MN.
	Difficulté pour l'exploitant d'accéder au BIM en particulier par manque de formation.
	Accès plateforme collaborative (x3).
<b>BIM Opportunités</b>	
	Étudier plusieurs scénarios de transformation de l'infrastructure exploitée ou des infrastructures de support.
	Filtre et visualisation d'objets ciblés dans leur contexte suivant plusieurs paramètres (localisation, accès, trafic, défauts/incidents, etc.).
	Historisation des événements (défauts, interventions, etc.) et de leur géolocalisation.
	Identification des conflits en phase construction et en phase d'exploitation.
	Maîtriser l'expression des besoins/contraintes par composants de l'ouvrage & contrôler leur prise en compte.
	Optimiser la programmation et l'exécution des opérations de maintenance en fonction de plusieurs paramètres (trafic moyen, localisation des défauts, accès, etc.).
	Suivi du coût des travaux.
	Support de formation virtuelle in situ.
	Support de simulation des comportements (animaux, flux de personne, évacuation, etc.).
	Traçabilité des données à jour pour l'ensemble des composants de la maquette à disposition de toutes les parties prenantes.
	Traçabilité entre l'équipement installé et sa fiche technique.

## 4.4 Analyse et évaluation des opportunités BIM

**Évaluation des opportunités du BIM**

L'analyse et l'évaluation des opportunités BIM sont identiques à l'analyse et l'évaluation des opportunités Big Data.

Le tableau d'opportunités BIM ordonnées selon une valorisation croissante obtenu est le suivant :

BIM opportunités	Valorisation (sur 3)
Optimiser la programmation et l'exécution des opérations de maintenance en fonction de plusieurs paramètres (trafic moyen, localisation des défauts, accès, etc.).	2,53
Étudier plusieurs scénarios de transformation de l'infrastructure exploitée ou des infrastructures de support.	2,45
Identifier les conflits en phase construction et en phase d'exploitation.	2,45
Historiser les événements (défauts, interventions, etc.) et leur géolocalisation.	2,36
Maîtriser l'expression des besoins/contraintes par composants de l'ouvrage et contrôler leur prise en compte.	2,27
Filtrer et visualiser les objets ciblés dans leur contexte selon plusieurs paramètres (localisation, accès, trafic, défauts/incidents, etc.).	2,15
Assurer la traçabilité des données à jour pour l'ensemble des composants de la maquette à disposition de toutes les parties prenantes.	2,15
Supporter la formation virtuelle in situ.	2
Supporter la simulation des comportements (animaux, flux de personne, évacuation, etc.).	1,87
Faire un suivi du coût des travaux.	1,65
Assurer la traçabilité entre l'équipement installé et sa fiche technique.	1,41

## 4.5. Conclusions

**Des opportunités nombreuses**

Les opportunités liées à la mise en œuvre du BIM et du Big Data en phase d'exploitation et maintenance sont nombreuses.

**Le BIM : un outil essentiel**

Aujourd'hui le BIM est vu comme un outil essentiel dans les phases :

- de préétude,
- de conception,
- de construction.

**Le Big Data : en pleine émergence**

La GMAO traite les problématiques de la phase d'exploitation et de maintenance. Par ailleurs, l'univers du digital connaît aujourd'hui de grandes transformations avec l'émergence du Big Data.

Le Big Data et l'IoT ouvrent la porte à l'acquisition et au traitement de plus de données/informations utiles pour les activités de l'exploitant.



## 4.5 Conclusions

**BIM et Big Data :  
une solution pour  
l'exploitation et  
la maintenance**
**Opportunités  
du Big Data**

Cette étude met en avant la façon dont les outils Big Data et BIM représentent une solution à l'amélioration des activités pour l'exploitation et la maintenance. Et ce, à travers des opportunités ciblées.

Les opportunités du Big Data permettent d'analyser des informations riches, construites à partir de plusieurs sources (même externe). Elles ont pour objectif :

- de mieux optimiser la planification des interventions des agents,
- de mieux prévoir les événements à venir,
- d'anticiper par la même occasion leurs contraintes.

**Mise en œuvre du BIM**

La mise en œuvre du BIM permet de placer un référentiel central à toutes les informations gérées pour les éléments du patrimoine. Ce référentiel est au service des outils GMAO qui eux restent l'outil de travail quotidien d'un exploitant mainteneur.

**Avantages du couplage  
de ces outils**

Les avantages du couplage de ces outils sont les suivants :

- Une meilleure exécution et programmation des opérations de maintenance.
- Une identification des conflits.
- Un meilleur suivi et géolocalisation des événements.
- Une meilleure gestion de l'historisation des événements.

**Application du BIM  
et du BIG Data  
dans le BTP**

Pour profiter de ces opportunités Big Data et BIM, le monde du BTP met en place les éléments suivants :

- Déploiement d'une maquette BIM avec des passerelles bilatérales avec la GMAO. Certaines informations sont donc hébergées dans la maquette BIM.
- Accompagnement de la mise en œuvre du Big Data avec de nouveaux moyens de captation de données (IoT) :
  - Instrumentation des talus.
  - Tunnels.
  - Grands ponts.

**Identification des  
informations qui  
devront être gérées  
dans une maquette BIM**

Pour terminer notre étude, nous identifions les informations :

- qui ne seraient pas aujourd'hui gérées dans une maquette BIM,
- mais qui devront l'être pour obtenir tous les bénéfices des opportunités remontrées.

## 5. STRUCTURATION DES DONNEES BIM

### 5.1. Préambule

#### Traitement de l'activité d'un exploitant

Nous avons traité dans notre démarche de toute l'activité d'un exploitant sans limiter notre réflexion à certains éléments du patrimoine routier. En effet, nous avons adressé tout le scope de l'exploitant.

#### Éléments du patrimoine concernés

Les différentes données BIM et Big Data précédemment évoquées concernent les éléments du patrimoine suivants :

- Chaussée.
- Ouvrages d'art.
- Bâtiment.
- Équipements.
- Assainissement et ouvrages hydrauliques.
- Équipements de la route.
- Espaces verts.
- Remblais et sols.

#### Limitation de notre réflexion au périmètre chaussée

Pour identifier les données à gérer dans la maquette numérique pour un exploitant, nous faisons le choix de limiter notre réflexion au périmètre « chaussée ». Et ce, dans la continuité des travaux de l'UC2 réalisés en tranche 1 du projet MINnD.

### 5.2. Limites de l'étude sur la gestion des données

#### Alimentation des thèmes par des cas d'usage...

Les thèmes du projet national MINnD sont alimentés par des cas d'usage. Parmi eux, nous retrouvons **UC - 2 « Cycle de vie appliquée aux chaussées »**.

Ce cas d'usage concerne :

- le domaine des chaussées d'une infrastructure linéaire,
- son développement tout au long du cycle de vie de l'infrastructure.

#### ... signifiant que le cadre de cette expérimentation est représentatif d'un domaine particulier

Le cadre de cette expérimentation est représentatif d'un domaine particulier (un métier). Cependant, il regroupe un large spectre d'acteurs couvrant les différentes phases du projet :

- depuis la programmation, la conception, la construction,
- jusqu'à l'exploitation, l'entretien et la maintenance.

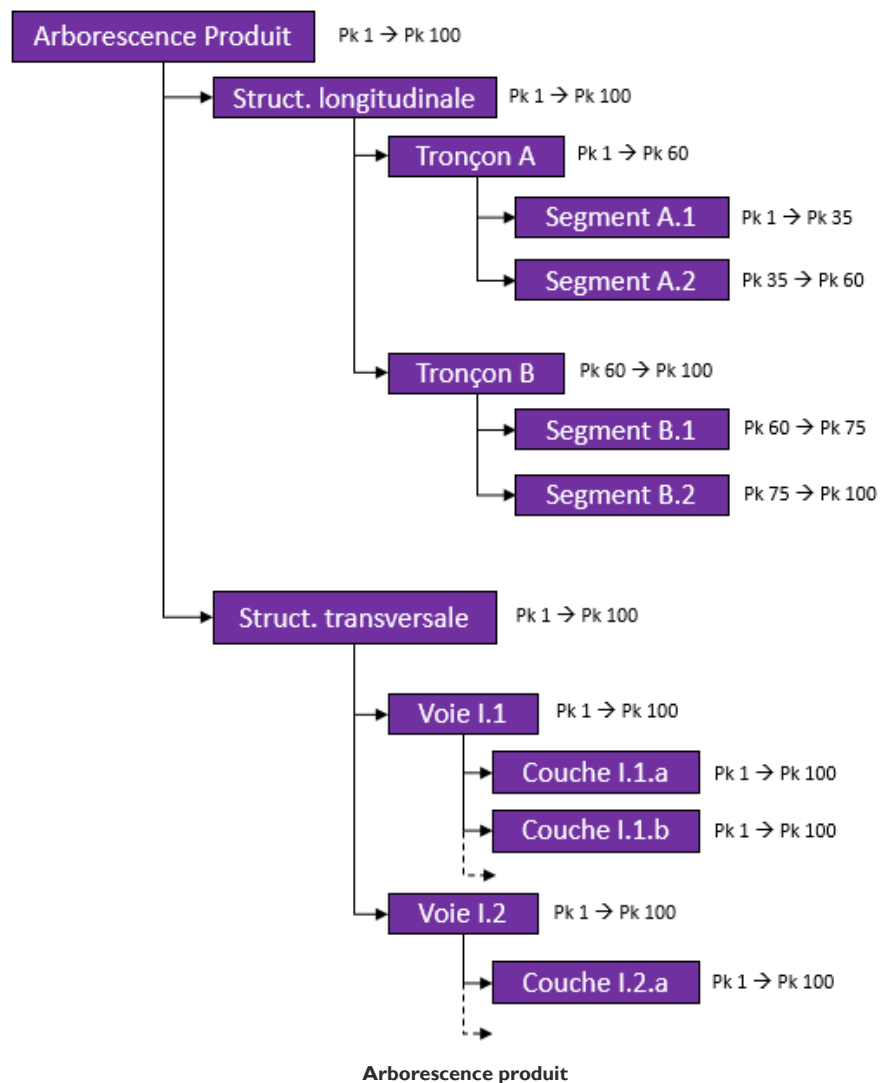
## 5.2 Limites de l'étude sur la gestion des données

**Une arborescence produit...**

Ce cas d'usage propose une arborescence produit. Cette dernière se base sur les 2 axes et les 4 types d'objets suivants :

Axe	Objet	Détail
Structuration longitudinale	Tronçon	Cet objet représente un découpage de la route suivant son axe directeur, et selon une certaine notion administrative. Exemple : « Tronçon A de l'autoroute A86 » (entre deux échangeurs).
	Segment	Cet objet correspond à un sous-découpage du tronçon (quantum de longueur <200 m).
Structuration transversale	Voie	Cet objet correspond, comme son nom l'indique, à une voie de circulation.
	Couche	Cet objet désigne les différentes couches d'épaisseur de la voie de circulation considérée.

Nous vous proposons ci-dessous une représentation graphique de cette arborescence produit :



## 5.2 Limites de l'étude sur la gestion des données

... permettant d'organiser toute l'information de l'infrastructure...

Ce découpage donne la possibilité d'organiser toute l'information relative à l'infrastructure en tenant compte des différents niveaux auxquels elle s'applique.

## Exemple

La définition des couches varie selon le taux de poids lourds (structure transversale) et des contraintes météorologiques (structure longitudinale).

... qui est centrée sur les phases conception et construction

Toutefois, dans le cadre de l'UC-2, nous nous sommes principalement centrés sur les phases conception et construction. Cela, au vu de la répartition des contributeurs au groupe.

Les travaux menés dans notre UC sont donc l'opportunité de confronter nos précédents résultats à nos travaux.

## 5.3. Analyse comparative des données pour l'exploitation — maintenance

Démarche choisie

La démarche choisie pour cette analyse n'a pas été de continuer la méthode utilisée lors de l'UC2. Elle a consisté à **croiser ces résultats avec le référentiel construit dans le cadre de cette étude** (voir chapitre 3).

Cette démarche nous a permis de faire ressortir les manques à combler pour satisfaire le besoin d'un exploitant.

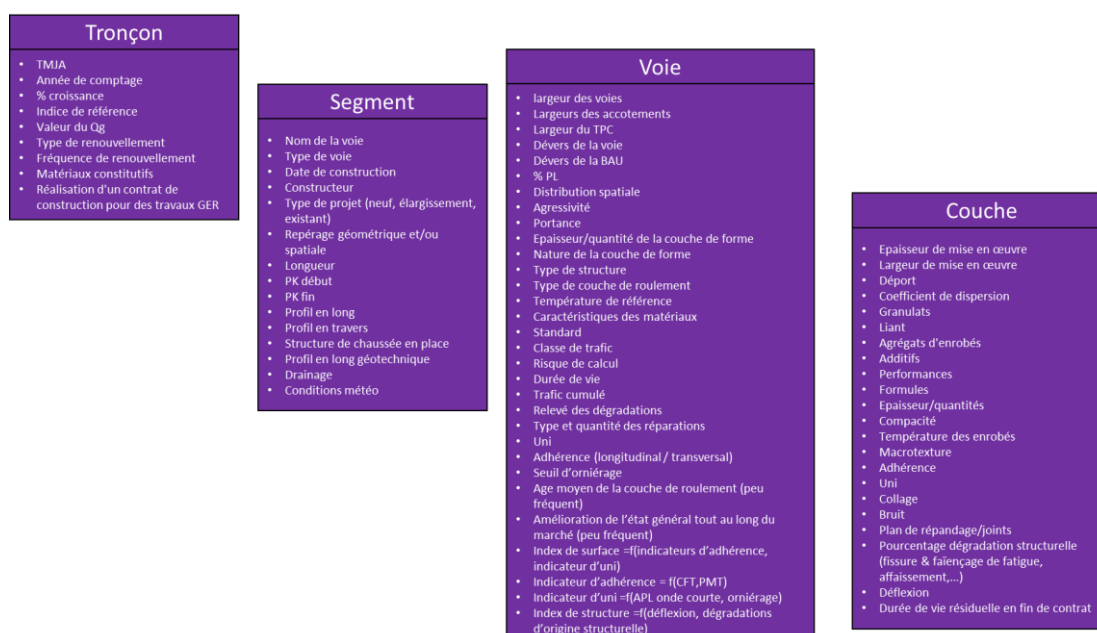
Structuration des données chaussées issues de l'UC2 selon plusieurs objets

L'UC2 structure des informations selon les objets suivants :

- Tronçon.
- Segment.
- Voie.
- Couche.

Les caractéristiques des objets...

Les caractéristiques ou attributs de ces objets sont les suivants :



Caractéristiques ou attributs des objets de l'UC2

### 5.3 Analyse comparative des données pour l'exploitation — maintenance | Structuration des données chaussées issues de l'UC2 selon plusieurs objets

... ne présument pas de la typologie ou de la phase qu'ils caractérisent

Ces attributs ne présument pas de la typologie ou de la phase qu'ils caractérisent. Il peut s'agir, par exemple, d'exigences, de propriétés, d'informations de description. Ils sont propres à l'objet qu'ils modélisent. Nous avons donc confronté cette source d'information à notre tableau des flux de données.

Identification des données chaussées utiles à l'exploitation et maintenance...

... grâce au tableau de représentation des flux de données...

... puis en croisant cette liste avec les attributs identifiés dans l'UC2

Nécessité de distinguer les notions d'informations et de données

Valeur ajoutée du Big Data

Exemple

Pour les besoins de notre analyse, **nous réutilisons et réorganisons le tableau de représentation des flux de données.**

Pour chaque flux d'informations, l'objectif est d'identifier les éléments suivants :

- La chaussée.
- Les informations hébergées dans la maquette BIM.

Une fois le périmètre des informations concernées délimité, nous avons croisé cette liste avec les attributs identifiés dans l'UC2. Certaines informations sont constructibles à partir de plusieurs données. Cela :

- amène à être exhaustifs dans la composition des informations,
- renforce le besoin de mécanisme de construction de l'information par le Big Data.

Il est important de bien distinguer les notions d'informations et de données :

<b>La donnée...</b>	... est unique, brute (non traitée) et répond à un format.
<b>L'information...</b>	... est le résultat de données analysées. Elle est riche et facilite la prise de décision.

C'est sur la base de cette distinction qu'il est important de comprendre que le Big Data possède une forte valeur ajoutée dans sa capacité :

- à analyser plusieurs paramètres ayant un grand nombre d'occurrences,
- en ressortir un résultat exploitable par l'utilisateur.

Nous vous proposons ci-dessous un exemple de tableau de flux complété.

ID	Activités	BIM/BD	Entrée/sortie	Informations	Ouvrage concerné	Données chaussée
VSE.01	Dépannage/se-cours aux usagers	Big Data	Sortie	Statistiques sur les caractéristiques des accidents (nature, fréquence, conditions, etc.)	Chaussée	Événement — nature
VSE.01	Dépannage/se-cours aux usagers	Big Data	Sortie	Statistiques sur les caractéristiques des accidents (nature, fréquence, conditions, etc.)	Chaussée	Événement — date de relevé
VSE.10	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « <i>road space booking</i> »	Big Data	Entrée	Localisation de la zone des travaux	Chaussée	Balisage — PK fin
VSE.10	Gestion des zones de maintenance/travaux (balisages) « <i>road space booking</i> »	Big Data	Entrée	Localisation de la zone des travaux	Chaussée	Segment — repérage géométrique ou spatial
VSE.04	Formation des patrouilleurs	BIM	Sortie	Visualisation du circuit de patrouille	Chaussée	Segment - PK accès
VSE.04	Formation des patrouilleurs	BIM	Sortie	Visualisation du circuit de patrouille	Chaussée	Segment — repérage géométrique ou spatial

## 5.4. Résultats de l'analyse comparative et conclusion

### Identification des manques

Une fois l'analyse complétée, nous identifions des manques **dans le modèle de données**. Ces manques sont des objets liés aux activités d'exploitation et maintenance. Ces objets permettent de tracer toutes les actions et tous les événements qui affectent le référentiel « chaussée » .

### Solution imaginée

#### Identification de trois objets...

La solution imaginée s'inspire des fonctions de « *change management* » du PLM.

Nous proposons ainsi les objets suivants :

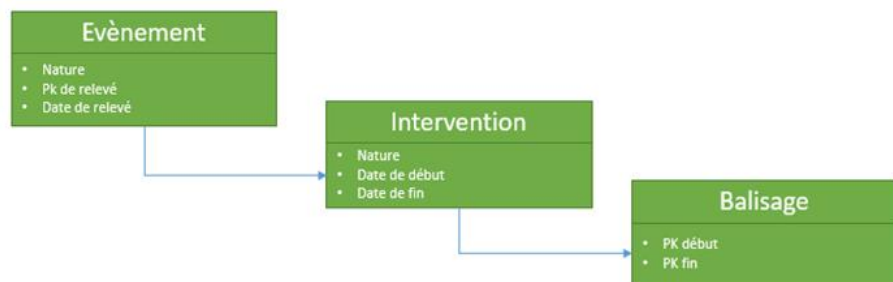
<b>Événements</b>	Il s'agit de tout événement qui pourrait impacter la chaussée proprement dite : <ul style="list-style-type: none"> <li>• faïençage,</li> <li>• accident,</li> <li>• animaux sur la chaussée,</li> <li>• etc.</li> </ul>
<b>Interventions</b>	Pour réagir aux événements, l'intervention humaine est nécessaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>• intervention sur accidents,</li> <li>• travaux,</li> <li>• GER,</li> <li>• etc.</li> </ul>
<b>Balisages</b>	Certaines interventions, telles que celles liées aux accidents, un balisage de la route est nécessaire. Lors de notre étude, nous avons identifié un besoin de simuler le balisage sur zone avant intervention.

#### ... qui complètent la définition du modèle de données de la chaussée

Ces trois types d'objets complètent la définition du modèle de données de la chaussée. Dans une logique de gestion de cycle de vie d'une chaussée, l'historisation des événements et des interventions est nécessaire avant la mise en œuvre du Big Data. Ces informations :

- servent de données d'entrée,
- permettent l'optimisation des activités de maintenance.

Ces informations sont les suivantes :



Informations complétant la définition du modèle de données

## 5.5. Une approche plus globale de la structuration des données

**Cette démarche peut-elle être étendue à tous les éléments du patrimoine ?**

La précédente analyse nous a permis d'identifier les données nécessaires à la traçabilité des faits et des actions menées par l'exploitant sur la chaussée. Cette démarche peut-elle être étendue à tous les éléments du patrimoine ?

**Pour répondre à cette question, nous supposons que le patrimoine est conçu dans une logique d'ingénierie système.** Cette logique décrit le système du patrimoine en sous-systèmes (ouvrage : chaussée, pont, tunnel etc.). Ces sous-systèmes ont leur propre définition.

**Délimitation d'un sous-système chaussée...**

La délimitation d'un sous-système chaussée est décrite dans l'UC2. Pour l'exploitation-maintenance l'intervention sur un sous-système peut avoir des conséquences sur un autre sous-système.

**Exemple**

Les travaux sur un pont peuvent avoir des conséquences sur la disponibilité de la chaussée.

**... visant à structurer l'information**

Ce concept d'ingénierie système vise à structurer l'information. Il considère la chaussée comme un sous-système. Ce dernier est exploité et maintenu tout autant que les autres par l'exploitant. Un pont ou un tunnel sont également des sous-systèmes.

**Deux éléments nécessaires**

Pour conclure, le relevé d'événements et la traçabilité des interventions sont nécessaires pour l'ensemble du patrimoine.

## 6. ANNEXES

### 6.1. Annexe I — GMAO

<p><b>Qu'est-ce que la GMAO ?</b></p> <p>Une méthode de gestion des opérations et des informations de maintenance</p> <p>Intervention d'un service de maintenance</p> <p>Acteurs concernés par la GMAO</p> <p>Un logiciel d'aide aux services de maintenance</p>	<p>GMAO signifie « Gestion de maintenance assistée par ordinateur ». L'équivalent de GMAO en anglais est CMMS : « <i>Computerized Maintenance Management System</i> » .</p> <p>Ce sigle désigne toute méthode de gestion des opérations et des informations de maintenance <b>à l'aide d'un outil informatique</b>. Elle aide aux activités des organismes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les entreprises.</li> <li>• Les collectivités territoriales.</li> <li>• Les administrations.</li> </ul> <p>Selon l'AFNOR, un service de maintenance <b>maintient ou rétablit un bien (équipement) ou une infrastructure dans un état spécifié</b>.</p> <p>Cela permet à ces derniers d'assurer un service déterminé. On pourrait ajouter une dimension de performance : « d'une manière efficace et économique » .</p> <p>Dans le cadre de l'industrie du bâtiment/travaux publics, la GMAO permet d'exploiter et d'entretenir les infrastructures louées dont ils assument la maintenance aux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• investisseurs en immobilier,</li> <li>• propriétaires,</li> <li>• gestionnaires de patrimoine,</li> <li>• prestataires de services.</li> </ul> <p>La GMAO assiste les services de maintenance dans leurs missions. Ce logiciel aide les services de maintenance à planifier, enregistrer, contrôler tous les travaux de maintenance traités en interne ou sous-traités.</p>
<p><b>Origines de la GMAO</b></p> <p>La maintenance : un métier qui n'était pas rationalisé...</p> <p>... et qui ne faisait pas l'objet de formations/qualifications...</p> <p>... jusqu'à la naissance de la maintenance préventive...</p>	<p>Le terme de maintenance industrielle remplace ceux d'entretien ou de réparation. En effet, depuis les premières manufactures, la révolution industrielle et jusqu'à la 2e moitié du 20e siècle, la maintenance n'était pas un métier rationalisé. La maintenance était composée de fonctions secondaire et parasite de la production.</p> <p>Les formations et les qualifications particulières n'existaient pas. La maintenance était composée de postes de travail sans qualification, sans hiérarchie et sans organisation. Ces postes étaient les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépanneur.</li> <li>• Graisseur.</li> <li>• Régleur.</li> <li>• Ajusteur.</li> <li>• Nettoyeur.</li> <li>• Etc.</li> </ul> <p>La maintenance préventive est une étape clé dans l'histoire de la maintenance. Avant, l'entretien était presque exclusivement curatif. Il était centré uniquement sur le rétablissement de la production, sans aucun recul sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la fréquence des pannes,</li> <li>• les défaillances,</li> <li>• la prévention des arrêts.</li> </ul> <p>La notion de maintenance préventive commence à se développer <b>pendant les années 70-80</b>. D'abord dans les industries de pointe et à risque (nucléaire et pétrolière), puis dans le tertiaire à partir des années 1990.</p>



## 6.1 Annexe I — GMAO | Origines de la GMAO

... à laquelle la GMAO a fortement contribué

#### ▼ Un contexte favorable à l'informatisation de la gestion

Le rôle de la GMAO est déterminant dans le développement de la maintenance préventive. Le développement de l'informatique, l'automatisation et la rationalisation de cette forme de maintenance donne tout son sens à l'informatisation de la gestion. Cela permet les changements suivants :

- Amélioration significative de la maintenance.
- Réduction du temps de gestion de la maintenance.

#### ▼ Une importance économique de la maintenance qui n'est plus à démontrer

Le temps de gestion devient rapidement un facteur limitant en termes de ressources humaines. Compte tenu :

- du coût croissant des installations industrielles,
- de la technicité des équipements et infrastructures maintenus,

l'importance économique de la maintenance dans l'entreprise n'est plus à démontrer.

#### ▼ Une nécessité sur les plans économiques, techniques et organisationnels

L'informatique de maintenance est devenue une nécessité sur les plans économiques, techniques et organisationnels, compte tenu notamment :

- Du coût de l'indisponibilité des équipements ou du patrimoine. Ces derniers mènent à l'arrêt du service ou à la fermeture de l'infrastructure.
- Des coûts de maintenance élevés qui grèvent les prix de revient.
- De la complexité et de la diversité des matériels routiers et autoroutiers.
- Les réglementations rigoureuses.
- Des coûts engendrés par l'indisponibilité des ressources routières/autoroutières.
- De la masse d'informations à traiter.
- De la longueur des cycles de maintenance :
  - Au-delà de la maintenance courante, le cycle de renouvellement des équipements est de 5 à 20 ans et plus.
  - Le cycle de renouvellement des infrastructures est de 10 ans à plus de 60 ans.
- Du souci de libérer les techniciens des tâches administratives et accéder plus rapidement aux informations.

#### ▼ Un moyen de décharger les intervenants des travaux administratifs

Dans le domaine de la maintenance, le nombre d'informations techniques et budgétaires est important.

## 6.1 Annexe I — GMAO | Origines de la GMAO

*... à laquelle la GMAO a fortement contribué*

Un GMAO est donc utilisé pour décharger les intervenants des travaux administratifs. Cet outil informatique de gestion permet d'effectuer les tâches suivantes :

Tâche
<b>De façon générale</b>
Conserver les informations techniques du matériel de production.
Conserver et accéder rapidement à l'historique des interventions. La base de données patrimoine alimente le SIG. Ce dernier facilite l'accès aux données. Il représente les données sous forme : <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'images,</li> <li>• de plans,</li> <li>• de données géoréférencées.</li> </ul>
Archiver et accéder immédiatement à toute la documentation technique maintenance.
<b>Pour la partie Maintenance courante</b>
Organiser et faciliter le suivi des travaux préventifs/gestion des ordres de travaux.
Gérer les pannes/défauts (interventions).
Suivre le niveau des pièces en stock, connaître leurs caractéristiques, savoir sur quels équipements elles sont installées.
Faciliter la gestion et la connaissance (caractéristiques techniques) des achats de pièces détachées.
Suivre les dépenses du service.
Effectuer des reportings et des tableaux de bord avec Indicateurs de Performance (KPI).
<b>Pour la partie GER</b>
Planning des GER sur 3 horizons : long terme, 5-ans glissant, annuel glissant.
Outil d'aide à la décision. Module développé spécifiquement pour les besoins du projet. Il permet de tester des scénarios pour optimiser les programmes de travaux.
Outil de reporting avec des tableaux de bord pour les décisionnaires.
Interfaces pour l'échange de données.

## 6.1 Annexe I — GMAO

**Secteurs d'activité de la GMAO**

L'usage d'un outil de GMAO peut concerner tous les secteurs d'activité avec des équipements à maintenir. Les secteurs concernés sont les suivants :

Secteur	Exemples
<b>Industriel</b>	Automobile
	Pharmaceutique
<b>Production</b>	Maintenance corrective
	Maintenance préventive
<b>Énergie</b>	Gaz
	Pétrole
	Électricité
<b>Télécoms</b>	Gestion des équipements réseau
<b>Grande distribution</b>	--
<b>BTP et aménagement urbain</b>	Transports (routier, ferroviaire, aérien, transports publics, etc.)
	Médical (hôpitaux, cliniques, etc.)
	Immobilier (HLM, locatif, d'entreprise et sièges sociaux, moyens généraux, etc.)
	Collectivités locales (communauté urbaine, agglomération, aéroport, etc.),
	Travaux publics

**Solutions verticales**

En fonction du secteur d'activité concerné, des fonctionnalités ciblées peuvent exister sous la forme de solutions « verticales ». Les solutions verticales sont définies en fonction des besoins d'un secteur d'activité en particulier.

**Exemples de solutions verticales**

La signature électronique exigée par la FDA (food and drug administration) dans l'industrie pharmaceutique.

La gestion des « assets linéaires » pour le monde pétrolier.

La gestion de la calibration ou de la matériovigilance pour les équipements biomédicaux, des aspects sécurité et normes, etc.

## 6.1 Annexe I — GMAO

**Fonctionnalités d'une GMAO**

Autres secteurs d'intervention de la GMAO

L'une des premières fonctions d'une GMAO est d'apporter une assistance automatisée à la gestion de la maintenance dans une entité. Mais la GMAO peut aussi être utile dans d'autres secteurs de l'entreprise ou l'administration. Ces secteurs sont les suivants :

<b>La production ou l'exploitation</b>	Pour fournir des informations sur l'état de l'infrastructure et des équipements
<b>La direction financière ou générale de l'entreprise</b>	Pour fournir des indicateurs facilitant les prises de décisions pour le renouvellement de parc par exemple.

Fonctions courantes

Les fonctions les plus courantes d'une GMAO sont :

Fonction courante	Détail	Explication
Gestion des équipements	Inventaire des équipements.	Les biens d'équipement, ou biens de production représentent l'ensemble des biens acquis par les unités résidentes (comprenez unités de production nationales) pour être utilisés pendant au moins un an dans le processus de production. Ce sont les outils de travail des machines ou des bâtiments, dont une société se dote.
	Localisation.	
	Gestion d'information dédiée par type d'équipement/infrastructures (production, bâtiments, véhicules, réseaux, ordinateurs, etc.).	
Gestion de la maintenance courante	Corrective (avec OT : ordre de travaux, ou BT : bon de travaux, ou ODM : ordre de maintenance).	Ce module comporte souvent des fonctionnalités ouvertes à des utilisateurs au-delà du service de maintenance. Par exemple, une gestion des demandes d'intervention (DI), permettant à toute personne autorisée de l'entreprise de signaler une anomalie devant être prise en considération par la maintenance.
	Préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle).	
Planification des interventions/travaux de GER/inspections périodiques	Sur 3 horizons.	Long terme.
		Plan à 5 ans glissants.
		Plan annuel glissant avec date des interventions et montant des investissements correspondants.
Test de scénarios de GER	--	--
Gestion de la mise en sécurité des installations pour les travaux de maintenance	Consignation.	Cette gestion permet le verrouillage optimal d'une installation/balitage optimal d'une infrastructure.
	Centralisation.	
	Autorisation de sécurité.	
	Déconsignation.	
	Etc.	
Gestion des stocks	Magasins.	C'est le cas du sel dont les stocks doivent être bien gérés en hiver pour assurer une viabilité routière : <ul style="list-style-type: none"> <li>• en prévision,</li> <li>• ou à la suite,</li> </ul> de chutes de neige.
	Quantités minimum ou maximum de réapprovisionnement.	
	Listes de sélection (pick-lists).	
	Référencement et recherche.	
	Articles de rechange.	
Catalogue fournisseurs, etc.		
Gestion des achats	Pièces détachées ou de services (sous-traitance, forfait ou régie).	--
	Cycle devis/demande.	

Fonction courante	Détail	Explication
	Achat/commande/réception et retour fournisseur.	
	Facturation.	
	Etc.	
Gestion du personnel et planning	Activités.	Cette fonction est importante quand il s'agit du réseau routier. Il est crucial de pouvoir gérer les patrouilles, et répartir les patrouilleurs suivant des points stratégiques et à des périodes opportunes. Aussi, on peut noter qu'il est indispensable de pouvoir dépêcher à tout instant des agents de maintenance/réparation en cas d'incidents routiers.
	Métiers.	
	Planning de charge.	
	Prévisionnel.	
	Pointage des heures.	
Etc.		
Gestion des coûts et budget	Main-d'œuvre.	--
	Stocks.	
	Achat.	
	Location de matériel.	
	Préparation des budgets.	
	Suivi périodique.	
	Rapports d'écart.	
	Etc.	
Indicateurs clés de performance (Key Performance Indicators, KPI)	Cockpit de pilotage ou tableau de bord pour tous les acteurs de la maintenance (requêtes de base de données concernant des statistiques, des alertes, etc.).	<p>Les responsables de maintenances courantes peuvent connaître :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'efficacité des équipes de maintenance des agents,</li> <li>• les durées de patrouilles,</li> <li>• la durée des actes d'intervention,</li> <li>• etc.,</li> </ul> <p>dans le but de suivre la performance de leur activité.</p> <p>Le gestionnaire du patrimoine et les décideurs peuvent suivre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la performance du réseau,</li> <li>• le planning des investissements,</li> <li>• l'avancement des travaux et inspections périodiques par rapport au planning et au budget prévus.</li> </ul> <p>Ils peuvent ainsi mieux se préparer à l'avenir.</p>

#### Autres fonctionnalités d'une GMAO

Les autres fonctionnalités d'une GMAO sont les suivantes :

- Gestion de l'inspection.
- Métrologie.
- Normes.
- Code-barres.
- Lien avec un SIG.
- Matériel mobile (PDA, Pocket PC, etc.).
- Télésurveillance (analyse vibratoire, infrarouge, etc.).

## 6.1 Annexe I — GMAO | Fonctionnalités d'une GMAO

**Solutions  
GMAO « maison »**

Un simple modèle informatique de bon de travail est déjà un embryon de solution de GMAO. Aussi trouve-t-on souvent parmi les solutions GMAO « maison » des tableaux de maintenance gérés depuis un logiciel de tableur comme Microsoft Excel ou OpenOffice.org Calc.

**Développement  
de fonctionnalités  
sortant du cadre  
de la maintenance...**

La GMAO est généralement la seule application de l'entreprise avec une description complète et technique de l'ensemble des équipements.

Ce constat a amené certaines GMAO à proposer des fonctionnalités s'appuyant sur cette connaissance du réseau y compris des équipements. Ces fonctionnalités sortent du cadre de la maintenance au sens strict.

**Exemples**

Suivi de certaines réglementations (ATEX — Atmosphère Explosible — dans l'industrie, contrôle technique de véhicule, matériovigilance dans les hôpitaux, etc.).

Gestion de certains processus métier liés aux équipements (suivi des consommations dans les transports, gestion des plans dans le bâtiment, etc.).

L'ajout de ces fonctionnalités amène les éditeurs à parler de plus en plus de logiciels de gestion des biens d'équipement (asset management) ? Cela afin de souligner que leurs applications ont vocation à être utilisées bien au-delà du service de maintenance.

**... et qui confèrent  
aux logiciels GMAO  
le statut de progiciel**

Cette diversité de fonctions/modules confère aux logiciels GMAO le statut de progiciel.

Un progiciel est un ensemble complet et documenté de programmes conçu pour être fourni à plusieurs utilisateurs, en vue :

- d'une même application,
- ou d'une même fonction (« *package* » en anglais).

**GMAO dans son SI et  
ses bénéfices**
**Une GMAO composée  
de trois modules  
fonctionnels interfacés**

Une GMAO est composée de trois modules fonctionnels interfacés. Ces modules sont les suivants :

<b>Module gestion du patrimoine</b>	Gestion des investissements de GER
<b>Module RMMS équipements</b>	Gestion de la maintenance courante des équipements
<b>Module RMMS infra</b>	Gestion de la maintenance courante de l'infrastructure

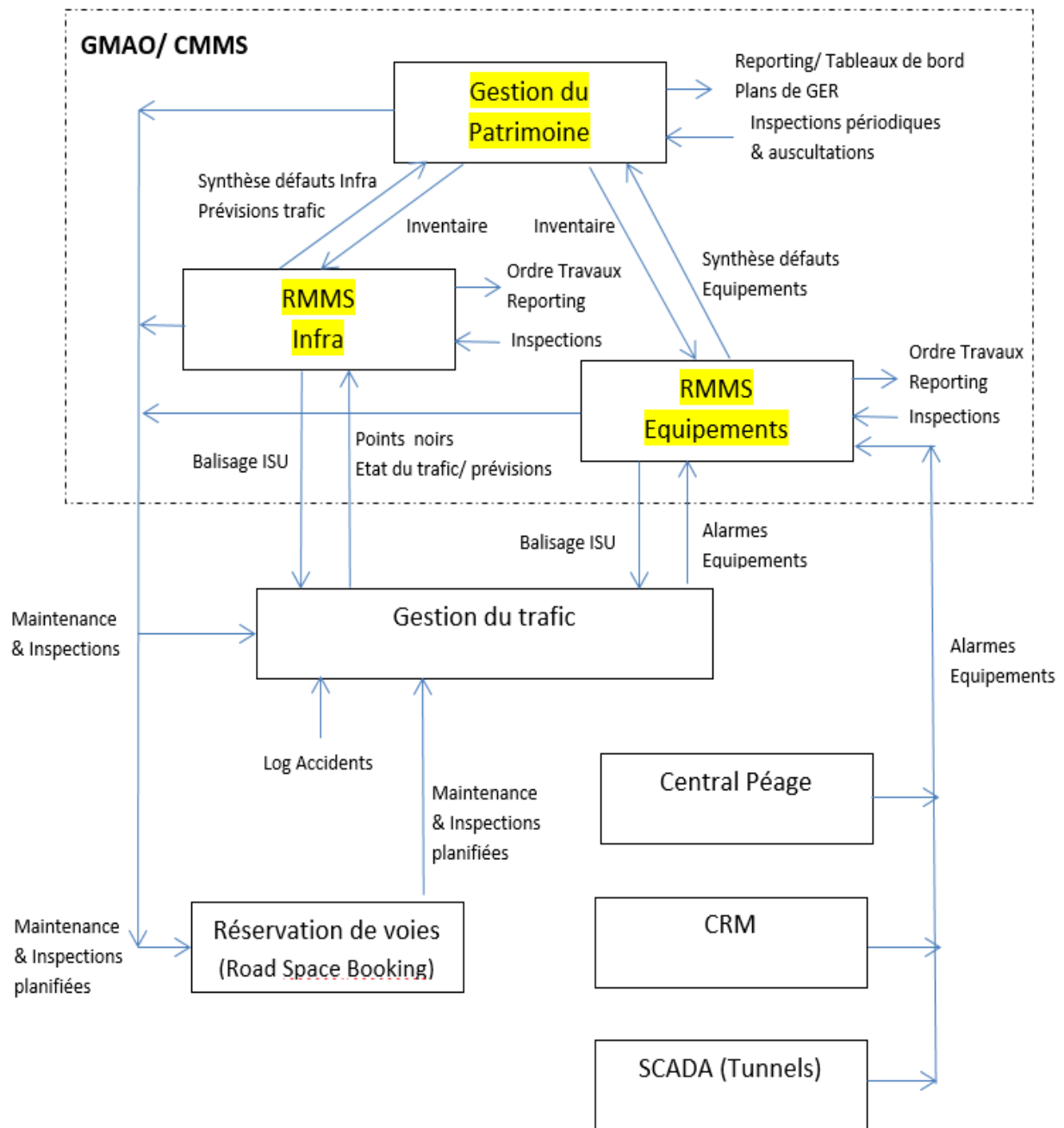
**Choix de la GMAO**

Le choix de l'outil de GMAO est réalisé en fonction de la séparation des éléments suivants :

- Les fonctions gestions du patrimoine (investissements à moyen et long terme, montants sculptés) sont séparées de la maintenance courante (activités récurrentes sur budget annuel)
- La maintenance courante des équipements (avec gestion du stock de pièces détachées et indicateurs clés spécifiques) est séparée de la maintenance courante de l'infrastructure. Cette dernière est gérée par des départements différents avec des problématiques différentes.

6.1 Annexe I — GMAO | GMAO dans son SI et ses bénéfices

*Choix de la GMAO* Ci-dessous la structure des 3 modules de la GMAO :



## 6.1 Annexe I — GMAO | GMAO dans son SI et ses bénéfices

**Bénéfices d'un SI  
 autour d'une GMAO**

Les bénéfices d'un SI autour d'une GMAO sont classés selon les 2 axes suivants :

- La disponibilité du réseau.
- Le coût de leur l'entretien.

Les bénéfices d'un SI sont les suivants :

Bénéfices d'un SI autour d'une GMAO
Optimisation de la disponibilité du réseau et des équipements.
Amélioration des rendements de production.
Amélioration de la planification des interventions.
Amélioration de la traçabilité et de l'aide au diagnostic.
Améliorer les performances de l'équipe de maintenance.
Réduction des coûts de maintenance (interventions mieux ciblées).
Réduction des coûts de stocks de pièces détachées (moins de doublons et maîtrise des flux).
Réduction des effectifs par une meilleure gestion.
Base de données complète (inventaire, état actuel et historiques) du réseau classé par famille, typiquement :
<ul style="list-style-type: none"> <li>• chaussées,</li> <li>• assainissement,</li> <li>• équipements de la route,</li> <li>• ouvrages,</li> <li>• géotechnique (talus, terrassements),</li> <li>• équipements énergisés.</li> </ul>
Simulations et planification des investissements.
Suivi des travaux de GER.



## 6.1 Annexe I — GMAO

**GMAO pour les infrastructures de transport**

Des gammes de solutions GMAO sont conçues spécifiquement pour répondre aux besoins de gestion des infrastructures de transport suivantes :

- Aéroport.
- Route.
- Tunnel.
- Port.
- Autoroute.
- Etc.

**Enjeux pour la gestion des infrastructures de transport**

Les enjeux de la GMAO pour les infrastructures de transport sont les suivants :

Enjeu	Description
Planifier les interventions/travaux de GER	<p>Pour éviter que des travaux non planifiés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interfèrent avec le trafic (ce qui augmentera leur coût) ;</li> <li>• ne soient repoussé par manque de fonds ;</li> <li>• conduisent à faire de la maintenance courante additionnelle ;</li> <li>• conduisent à des travaux de GER à des coûts bien plus élevés.</li> </ul>
Conserver la mémoire des interventions de GER sur le temps long	Pour capitaliser l'intelligence et en tirer des leçons.
Réduire les impacts environnementaux et augmenter les performances des infrastructures	Qualité de l'environnement, respect des normes et de la réglementation.
Augmenter la fiabilité des infrastructures y compris des équipements	<p>Tout en maintenant un niveau de sécurité optimal, assurer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la sécurité des usagers,</li> <li>• la qualité de service,</li> </ul> <p>tout en permettant un suivi rigoureux des équipements (multisites).</p>
Garantir la continuité de service	Faciliter l'écoulement du trafic lors des incidents par une intervention rapide des agents de terrain.
Maîtriser les coûts et assurer la rentabilité de l'activité	Suivre de manière précise les budgets et l'entretien des infrastructures.

**Maintenance des infrastructures de transport**

Dans le cadre de la maintenance des infrastructures de transport, la GMAO permet de :

- **Gérer** le patrimoine routier/autoroutier en augmentant ses performances tout en maintenant un niveau opérationnel optimal.
- **Recenser** et localiser les éléments du patrimoine sous forme d'arborescence.
- **Gérer** la maintenance corrective.
- **Assurer** la maintenance préventive et le suivi des interventions réglementaires.
- **Optimiser** la coordination des ressources matérielles et humaines.
- **Tracer** les interventions et les travaux en cours ou réalisés.
- Extraire des statistiques extrêmement précises : les défauts/pannes les plus fréquents, les temps passés par technicien et par type d'intervention/ d'équipement, le nombre d'interventions, etc.

## 6.1 Annexe I — GMAO | GMAO pour les infrastructures de transport

Préservation  
du patrimoine routier

### Statistiques concernant le réseau national routier non concédé

Le réseau routier national non concédé :

- représente 1,2 % de l'ensemble des réseaux routiers,
- supporte environ 20 % du trafic.

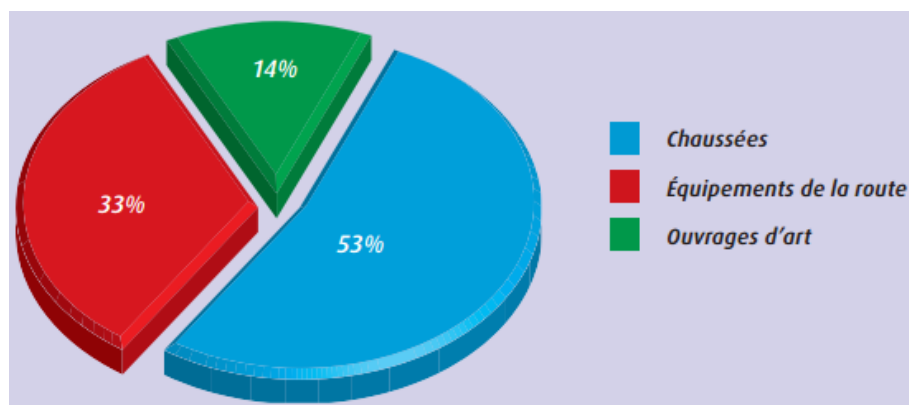
### La préservation du patrimoine routier : un enjeu économique majeur

Son importance économique est considérable et doit supporter encore longtemps un trafic en croissance, notamment de marchandises. L'entretenir est donc une impérieuse nécessité. Les chaussées, les ouvrages d'art et tous les équipements de la route ont fait l'objet de cette analyse à partir :

- de leur inventaire,
- de leur état,
- ou de leur durée de vie.

### Répartition théorique du budget d'entretien du patrimoine routier

La répartition théorique du budget d'entretien du patrimoine routier est la suivante :



Répartition théorique du budget d'entretien du patrimoine routier

Source : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_RRN2012\\_web\\_light.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_RRN2012_web_light.pdf)

## 6.1 Annexe I — GMAO | GMAO pour les infrastructures de transport

Préservation  
du patrimoine routier

### Description des entretiens du patrimoine routier

Les entretiens du patrimoine routier sont les suivants :

Patrimoine routier	Entretiens
Chaussées	Réparations de nids de poule (maintenance courante).
	Grosses opérations de réhabilitation.
	Définition d'une politique d'entretien appropriée au trafic et à l'environnement. Cette politique optimise les moyens mis à disposition et met en œuvre des techniques adaptées.
Ouvrages d'art	Les ponts et les murs de soutènement doivent être visités, inspectés, entretenus ou réparés.
Tunnels	En application des nouvelles réglementations, la sécurité des tunnels du réseau routier national doit être améliorée. Ce programme permet : <ul style="list-style-type: none"> <li>le renforcement de la ventilation d'extraction des fumées,</li> <li>la construction d'issues de secours supplémentaires,</li> <li>la création de parois de protection au feu,</li> <li>la mise en place d'une gestion technique centralisée,</li> <li>etc.</li> </ul>
Équipements de la route	Équipements de la route statiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Dispositifs de retenue,</li> <li>Signalisation horizontale,</li> <li>Signalisation verticale,</li> <li>Candélabres,</li> <li>Clôtures,</li> <li>Etc.</li> </ul>
	Équipements dynamiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>Stations de comptage,</li> <li>Stations météo,</li> <li>Caméras CCTV,</li> <li>Panneaux à messages variables,</li> <li>Équipements des tunnels,</li> <li>Etc.</li> </ul>
	Les équipements peuvent représenter une part importante des dépenses liées à l'entretien du patrimoine routier en tunnel ou milieu urbain où la concentration d'équipements est forte.

Service aux usagers

Les services aux usagers sont décrits ci-après.

Service	Détail
<b>Amélioration de la distribution et de la transmission information routière</b>	
<b>Amélioration gestion de trafic</b>	
<b>Sécurité des infrastructures</b>	En contribution à la réduction de l'accidentalité, divers aménagements ont été réalisés sur les infrastructures existantes.
<b>Viabilité</b>	Tous les jours, des travaux sont réalisés pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>maintenir en bon état la chaussée,</li> <li>entretenir les équipements et les dépendances,</li> <li>réparer les ouvrages d'art (ponts, viaducs, tunnels, etc.).</li> </ul>
	Les chantiers doivent maintenir un haut niveau de sécurité pour les automobilistes et pour les agents qui les réalisent. Et ce, du plus petit (quelques heures) au plus important (quelques semaines, voire quelques mois),
	Les mesures d'exploitation (signalisation, limitation de vitesse, aménagements provisoires, alternat, déviations, basculements de chaussées, etc.) sont étudiées avec soin. Leur mise en œuvre est régulièrement contrôlée par les agents sur le terrain.

Service	Détail
Viabilité (suite)	Des interventions aléatoires peuvent être réalisées à toute heure du jour et de la nuit, 365 jours/an.
	<p>Les agents peuvent intervenir pour rétablir les conditions de circulation en cas d'incident ou d'événements météorologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des équipes d'intervention en permanence disponible ou en astreinte.</li> <li>• Des patrouilles de surveillance des conditions de circulation. Circuits prédéfinis, avec une périodicité adaptée au contexte d'exploitation (fréquence des incidents, niveaux de trafic, etc.).</li> <li>• Un centre de gestion de trafic, au cœur du dispositif d'alerte et de suivi des événements (accident, neige, etc.).</li> </ul>
Viabilité hivernale	<p>Ces interventions concernent par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le balisage ou la neutralisation de voies pour la réalisation de travaux et/ou la mise en protection des services d'urgence (forces de l'ordre, pompiers, etc.) et des véhicules en arrêt.</li> <li>• le nettoyage de la chaussée (produits glissants, dangereux, agressifs pour la chaussée), l'enlèvement d'obstacles.</li> </ul>
	<p>Les conditions météorologiques particulières de l'hiver (période du 1er novembre au 31 mars) entraînent la mise en place d'un dispositif pour assurer le maintien de la circulation. Ce dispositif est appelé « viabilité hivernale » (VH) : agents mobilisables 24 h/24 pour la gestion du personnel, camions équipés, engins spéciaux.</p> <p>La période de viabilité hivernale donne l'occasion à nos équipes de démontrer leur implication et leur professionnalisme. Et ce, lors de phénomènes météorologiques de forte intensité ou dans le traitement plus quotidien.</p>

## Gestion du patrimoine à partir de SIG

### Définition du SIG

#### Un système d'information géographique...

Un SIG est un système d'information géographique. Un SIG recueille, stocke, traite, analyse, gère et présente tous les types de données spatiales et géographiques.

Les SIG concernent carrières ou aux métiers qui travaillent avec des systèmes d'information géographique et plus largement avec les disciplines de la géo-informatique ou géomatiques. Le concept de SIG concerne également les données de l'infrastructure spatiale.

#### ... qui se réfère à des technologies, des processus et des méthodes

Le SIG est un terme général. Il se réfère à des technologies, des processus et des méthodes. Ces dernières sont liées à :

- l'aménagement du territoire,
- la gestion des infrastructures et réseaux,
- le transport et la logistique,
- l'assurance,
- les télécommunications,
- l'ingénierie,
- la planification,
- l'éducation et la recherche,
- etc.

Les SIG sont donc à l'origine de nombreux services de géolocalisation basés sur l'analyse des données et leur visualisation.

#### Exemples de logiciels SIG

Parmi les logiciels SIG les plus connus, nous pouvons citer :

- ArcGIS développé par société américaine ESRI ([Environmental Systems Research Institute, Inc.](http://www.esri.com)).
- Geomap GIS par GEOMAP.

Le lien ci-dessous vous indique une liste détaillée des outils SIG :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste\\_des\\_logiciels\\_SIG](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_des_logiciels_SIG)

## 6.1 Annexe I — GMAO | Gestion du patrimoine à partir de SIG

**Association  
GMAO/SIG/BIM pour  
la gestion du patrimoine**
**Des problématiques communes pour le BIM et le SIG**

Un BIM et un SIG (système d'information géographique) ont des problématiques communes. Les 2 outils proposent une modélisation des objets et une analyse de l'environnement spatial, comme décrit dans le tableau ci-après :

Modélisation des objets et analyse de l'environnement spatial	
Pour le BIM	Pour le SIG
À l'échelle des bâtiments et des infrastructures, avec de plus en plus de possibilités d'analyses pour garantir la qualité de construction.	Au niveau des cartes géographiques étendues.
Facilite la gestion tout au long du cycle de vie de l'ouvrage et gains de temps.	Représente et analyse l'ensemble des éléments géométriques existants, sans entrer dans les détails techniques des bâtiments comme c'est le cas avec le BIM.

**Association possible du SIG avec une GMAO pour la gestion d'un patrimoine...**

La gestion d'un patrimoine est donc du domaine du SIG. Une GMAO peut être associée à un SIG. Le SIG centralise les informations. La GMAO gère la maintenance, les ressources physiques et humaines.

**... permettant une GTPAO**

L'association de ces logiciels doit permettre une GTPAO (Gestion technique du patrimoine assistée par ordinateur). La GTPAO aide à la gestion technique du patrimoine mobilier et immobilier.

**Des systèmes GMAO et SIG très différents...**

Les systèmes GMAO et SIG sont très différents. La gestion du patrimoine ne consiste pas à une association proprement dite de GMAO et de SIG. Il consiste à mettre en place un module de visualisation géographique du patrimoine au sein de l'outil GMAO. Ce module s'appuie sur des informations et données techniques issues du SIG. Il est donc nécessaire de définir les procédures d'échanges et de transfert de données entre ces deux systèmes.

**... mais des systèmes BIM et SIG interdépendants !**

BIM et SIG permettent de réunir et de croiser des informations de domaines éloignés dans un même référentiel de modélisation informatisée. La complémentarité de ces 2 outils est leur caractéristique la plus intéressante :

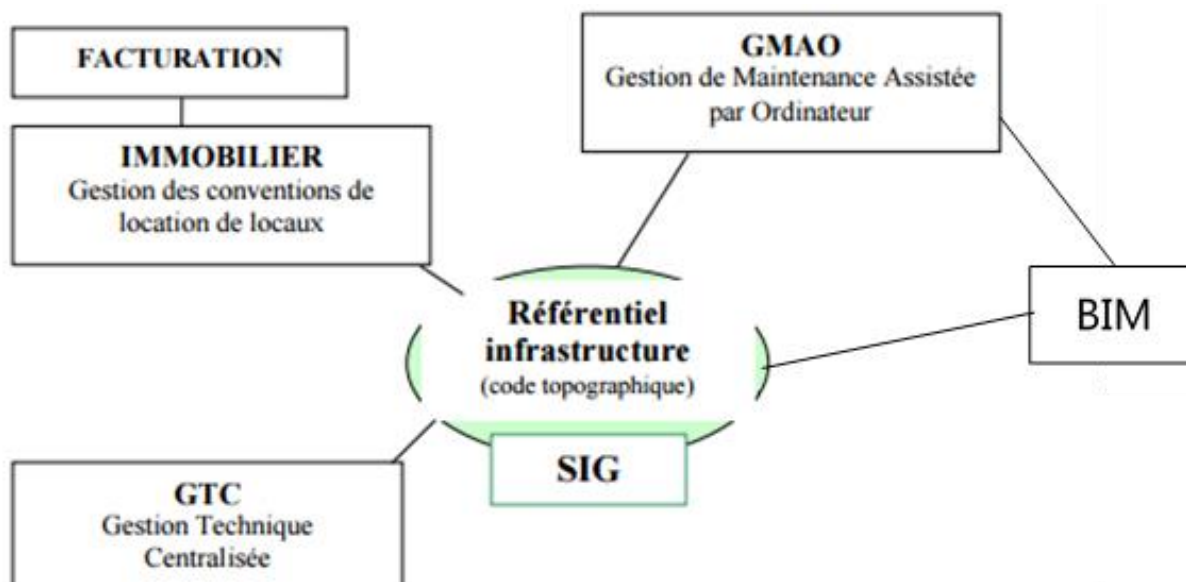
- Le BIM s'intéresse à l'échelle du bâtiment.
- Les SIG ont pour objet tout l'environnement des objets construits. Ils sont interdépendants.

**Une association permettant de mieux gérer la complexité de toutes les activités de maintenance**

L'association des 2 forme la ville. Cette association permet d'appréhender et de mieux gérer la complexité de toutes les activités de maintenance, donc de GMAO, qui peuvent se dérouler sur des infrastructures routières.

## 6.1 Annexe I — GMAO | Gestion du patrimoine à partir de SIG

Ci-dessous un graphique présentant l'association GMAO/BIM pour la gestion du patrimoine :



## 6.2. Annexe 2 — outils GMAO et EAM

### GMAO et EAM

Les outils GMAO/Gestion du patrimoine sont listés dans le tableau ci-dessous :

#### Outils GMAO/ Gestion du patrimoine

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

## 6.2 Annexe 2 — outils GMAO et EAM

## EAM

## ▼ Définition

Le terme EAM (*Enterprise Asset Management*) signifie la gestion optimale du cycle de vie des actifs physiques d'une organisation. La traduction française est « gestion des actifs ».

## ▼ Une traduction pouvant amener une confusion

Cette traduction peut amener une confusion, car le terme français « actifs » a une connotation financière très marquée. Les outils d'EAM s'intéressent uniquement aux « actifs physiques ».

Les actifs physiques sont les équipements et les biens physiques gérés par l'entreprise.

## ▼ Sujets couverts par l'EAM

L'EAM couvre les sujets suivants :

- La conception.
- La construction.
- La mise en service.
- L'exploitation.
- L'entretien.
- Le démantèlement ou le remplacement des installations, équipements et installations.

▼ Éléments couverts par le terme « *entreprise* »

« Entreprise » désigne la portée des actifs entre les éléments suivants :

- Les départements.
- Les emplacements.
- Les installations.
- Potentiellement les unités d'affaires.



## 6.3. Annexe 3 — Big Data

<p><b>Contexte et origine du Big Data</b></p> <p>Un basculement progressif dans le numérique</p> <p>Définition de numérisation</p> <p>Supports concernés par la numérisation</p> <p>Une explosion de la donnée informatique...</p> <p>... qui pose un problème de stockage et d'analyse...</p> <p>... amenant des chercheurs à trouver de nouvelles manières de voir et d'analyser le monde...</p> <p>... et menant à la naissance du Big Data</p>	<p>Au début, notre communication était analogique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• voix humaine,</li> <li>• courrier postal,</li> <li>• photographie argentique,</li> <li>• etc.</li> </ul> <p>L'arrivée de l'électronique et de l'informatique nous a fait basculer progressivement dans le monde du numérique.</p> <p>Le terme « numérisation » signifie le moyen technique permettant de transformer l'information et de passer d'un signal analogique (son, image, etc.) à un signal numérique (information codée).</p> <p>Ce dernier est exploitable par l'informatique. La numérisation est à la base de la création et de la croissance continue de la donnée informatique.</p> <p>Au fil du temps, la numérisation a concerné l'ensemble des supports suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Papier (photo, fax, etc.).</li> <li>• Vidéo.</li> <li>• Voix (musique, voix téléphonique, etc.).</li> </ul> <p>L'explosion de la donnée informatique est arrivée aux alentours de l'an 2000. Cette dernière est arrivée avec la généralisation de l'usage d'Internet et des nouveaux usages suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les réseaux sociaux.</li> <li>• Les plateformes de services, mobilités et produits connectés.</li> </ul> <p>Cette explosion exponentielle des données numériques pose un problème de stockage et d'analyse.</p> <p>En effet, les bases de données classiques sont incapables de gérer une grande volumétrie de données.</p> <p>Ce problème de stockage et d'analyse amène des chercheurs à trouver de nouvelles manières de voir et d'analyser le monde. Ils découvrent de <b>nouveaux ordres de grandeur</b> pour les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La capture.</li> <li>• Le stockage.</li> <li>• La recherche.</li> <li>• L'analyse et la présentation des données.</li> <li>• Le partage.</li> </ul> <p>Ainsi est né le « Big Data » ou littéralement grosses données. Il s'agit d'un concept permettant de stocker un nombre indicible d'informations sur une base numérique. Cette appellation est apparue la première fois en octobre 1997.</p>
<p><b>Qu'est-ce que le Big Data ?</b></p>	<p>Le « terme » Big Data a commencé sa vulgarisation. Beaucoup d'entités utilisent ce terme sans réellement savoir de quoi il s'agit. Nous vous proposons ainsi dans la suite de cette annexe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de définir cet anglicisme,</li> <li>• de présenter ses enjeux,</li> <li>• de définir ses différents principes,</li> <li>• de le différencier de l'Open Data. En effet, l'Open Data concerne les données accessibles par tous et pour tous.</li> </ul>

## 6.3 Annexe 3 — Big Data

**Définition du Big Data****Un choix sémantique intéressant**

Le choix de l'appellation de ce phénomène est intéressant :

- Le terme « Big » se réfère au volume de plus en plus important des données.
- Le terme « Data » signifie la valeur de toutes les données.

Aucune définition ne s'est vraiment imposée. Chaque acteur possède la sienne en fonction de ses intérêts.

**Définition Wikipédia**

Pour Wikipédia, le Big Data signifie littéralement « *grosses données* », ou « *mégadonnées* », parfois appelées « *données massives* ». Le Big Data désigne ainsi des ensembles de données qui deviennent tellement volumineux qu'il devient difficile :

- De les travailler avec des outils classiques de gestion de base de données ou de gestion de l'information.
- D'en faire un usage profitable.

**Le Big Data : la 3<sup>e</sup> révolution industrielle ?**

Le Big Data est considéré comme la 3<sup>e</sup> révolution industrielle. Cette dernière est la révolution de l'information. Elle permet aux entreprises de développer leur stratégie commerciale.

**Enjeux du Big Data****Nécessité de se démarquer dans le traitement et l'analyse des informations et données...**

Le monde industriel et commercial est fortement concurrentiel. Les anciennes méthodes de traitement et d'analyse d'informations et de données relativement petites (comparées au Big Data) se sont vulgarisées.

Il est du « devoir » de chaque entreprise de trouver des moyens de se démarquer pour faire face à cette concurrence. Les entreprises commencent donc à s'orienter vers le Big Data.

Face à cette pléthore de données se démarqueront ceux capables :

- de gérer le fort taux d'accroissement des données disponibles,
- de les exploiter,
- d'en tirer des informations que n'auront pas les concurrents.

**... qui concerne l'ensemble des métiers de l'entreprise**

Le Big Data impacte en profondeur les modèles économiques des entreprises. C'est donc l'ensemble des métiers de l'entreprise qui est concerné. En effet, les initiateurs (pionniers) des projets Big Data au sein des entreprises utilisatrices sont rarement les DSI (même si celles-ci peuvent être associées). Les initiateurs des projets Big Data sont les suivants :

Initiateur	Description
Les directions commerciales et marketing	Elles ont sans doute été les premières à s'intéresser en profondeur au Big Data et à chercher à capter, exploiter et valoriser la donnée dans une optique de création de valeur.
La direction générale	Au sein des entreprises les plus avancées en la matière, la direction générale est pleinement impliquée dans ces projets. Le cœur du Big Data est justement, non pas la data, mais la prise de décision grâce aux data éparpillées dans plusieurs systèmes. Cela doit permettre aux entreprises de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gagner des parts de marché.</li> <li>• Réduire les coûts.</li> <li>• Améliorer l'image de marque.</li> </ul>

## 6.3 Annexe 3 — Big Data

**Principes du Big Data**

Les principes du Big Data sont les suivants :

- Les « V » .
- Les sources.
- Les prérequis.
- Les contraintes.

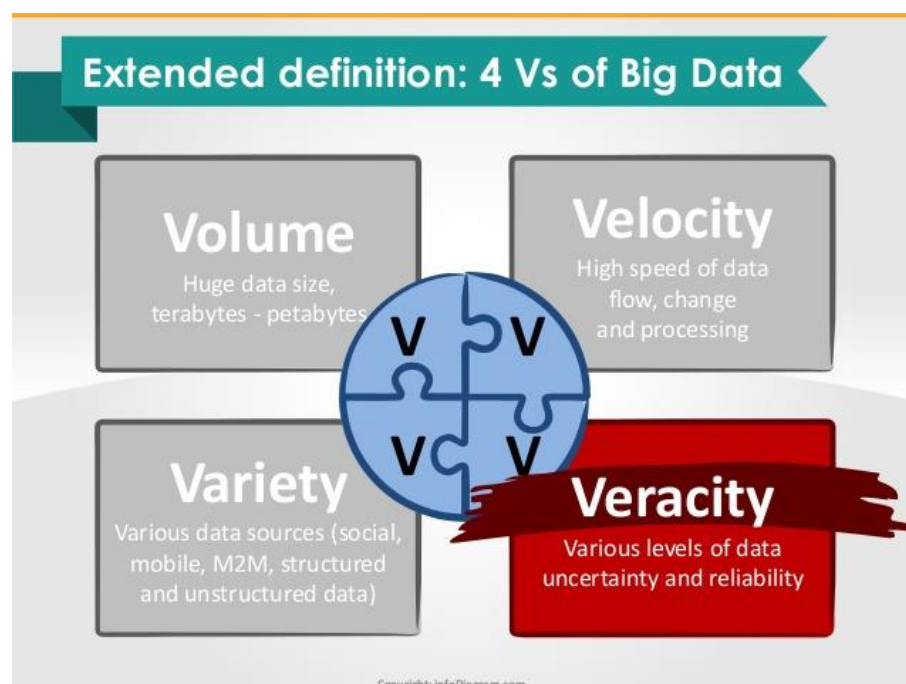
**Les « V » du Big Data**

▼ **Définition des dimensions du Big Data**

Dans son analyse en masse de données, le concept de Big Data recouvre trois dimensions : **volume**, **vélocité** et **variété**.

IBM, qui a fait du Big Data une priorité majeure, ajoute un 4<sup>e</sup> « V » : la **véracité**.

Avec la visibilité et la valeur, un 5<sup>e</sup> et un 6<sup>e</sup>, « V » sont de plus en plus pris en compte pour expliquer le Big Data.



Les « V » du Big Data

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Principes du Big Data

Les « V » du Big Data

### Volume

Le volume est la première caractéristique qui vient à l'esprit quand on parle de Big Data. Suivant une courbe exponentielle, ce volume concerne :

- les données produites chaque jour,
- les capacités de stockage des supports informatiques.

Il tend aujourd'hui vers l'infini. Il nécessite des unités de mesure vertigineuses comme le **yottabyte**. Ce dernier équivaut à 1032 de bytes, soit un trillion de tera-bytes. Les bases des données et outils de gestion traditionnels ne sont pas capables de gérer de telles quantités de données.

#### Exemple de quantité de données

Par minute, nous échangeons dans le monde :

- 350 000 tweets.
- 15 millions de SMS.
- 200 millions de courriels.

Par jour cela représente :

- 24 Po traités par Google.
- 10 To générés sur Facebook (300 millions de photos, etc.).
- 7 To sur Twitter.

À cela, nous pouvons ajouter toutes les données récoltées à travers tout type de capteur. 90 % des données numériques existantes aujourd'hui sont créées depuis 2014. Seulement 5 % sont réellement utilisées (source : les échos - décembre 2015).

### Vitesse

La vitesse du Big Data représente le temps nécessaire pour que les données soient collectées, traitées et activées par l'entreprise.

Le monde digital est désormais « plus rapide que le temps réel » et les données n'échappent à cette tendance. Elles sont produites, capturées, traitées, et partagées à une vitesse inédite.

Comme l'a justement remarqué Rupert Murdoch : « *The world is changing very fast. Big will not beat small anymore. It will be the fast beating the slow* ».

### Variété

La montée en puissance des données non structurées va de pair avec une diversification des formats et des types de données. De formats multiples, ces données ont des origines diverses.

### Véracité

La qualité et la fiabilité des données sont des paramètres essentiels. En effet, les sources de données sont désormais majoritairement hors du périmètre de contrôle des organisations. Le concept de véracité traduit donc le besoin stratégique de disposer de données de qualité.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Principes du Big Data

Les « V » du Big Data

#### ▼ Visibilité

Les données sont inutiles si elles ne sont pas visibles et accessibles pour ceux qui en ont besoin. Ce besoin de visibilité est souvent évoqué par les marketeurs. Ces derniers souhaitent disposer de tableaux (dashboard) et visualisations intelligents :

- accessibles à la volée,
- facilement interprétables.

#### ▼ Valeur

En bout de course, la valeur du Big Data pour une entreprise se mesure à l'avantage compétitif qu'elle en dégage. La valeur dépend :

- de la qualité des analytics,
- de la compétence des « *data scientists* » chargés de leur donner du sens.

Créer des données pour le plaisir de la performance technique n'est pas viable sur le long terme. Cela implique donc également des outils de mesure du retour sur investissement.

#### Prérequis

Le terme « Big Data » est à utiliser avec prudence. On peut parler de données lourdes si les données ne peuvent pas être stockées sur un seul ordinateur. Aucun minimum n'est toutefois défini.

Des méthodes classiques d'exploration de données et d'apprentissage machine peuvent être appliquées.

#### Contraintes

La principale contrainte du Big Data est **la qualité des données**. Selon l'objectif d'un projet, la qualité des données a un impact important sur l'efficacité de leur interprétation. Des informations incomplètes ou incohérentes peuvent affecter le traitement de manière exponentielle.

Au fur et à mesure que l'analyse basée sur le Big Data se répand s'amplifie la nécessité de maîtriser :

- la validation,
- l'enrichissement,
- la standardisation,
- la résolution des données.

C'est l'essence du « V » véricité.

### Big Data : la donnée

#### Définition d'une donnée

Une donnée est une **description élémentaire d'une réalité**. C'est par exemple une observation ou une mesure. La donnée est dépourvue de :

- raisonnement,
- constatation,
- supposition,
- probabilité.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Big Data : la donnée

## Sources de production des données

Pour comprendre le phénomène du Big Data, il est intéressant d'identifier les **sources de production des données**.

## Sources de production des données

## Les applications et services professionnels

Il s'agit des logiciels de gestion tels que les ERP, CRM, SCM, les outils de production de contenu et de bureautique ou les intranets, etc. Ce phénomène a connu un nouveau rebond avec l'irruption du courrier électronique. 200 millions de mails sont envoyés chaque minute.

## Le Web

En investissant le Web, les entreprises et organisations ont créé un volume considérable d'informations et suscité des interactions toujours plus nombreuses. Ces derniers ont rendu nécessaire le développement des annuaires et moteurs de recherche. Ces derniers créent d'innombrables données issues des requêtes des internautes.

## Les médias sociaux

Chaque minute :

- plus de 30 heures de vidéo sont uploadées sur YouTube,
- 2 millions de posts sont publiés sur Facebook,
- 100 000 tweets diffusés sur Twitter.

## Le mobile

Il s'agit de la source des données. Il y a aujourd'hui 4 fois plus de téléphones mobiles en usage que de PC et tablettes. Un utilisateur mobile « standard » a 150 interactions quotidiennes avec son smartphone, notamment pour les messages et les interactions sociales. Combiné aux médias sociaux et aux services de Cloud Computing, le mobile s'est imposé comme le premier média personnel de masse (crowdsourcing).

## Les objets

Le mobile ouvre la voie à l'Internet des objets (IOT). Chaque objet du quotidien, équipé de capteurs, dans nos maisons ou dans l'industrie, est un terminal digital potentiel. Il capture et émet des données en permanence. Les données opérationnelles recueillies sont analysées pour permettre d'améliorer les services, d'en développer de nouveaux ou de minimiser les temps d'arrêt. Grâce aux analytiques, le fonctionnement des machines fait l'objet d'adaptations en temps réel. Le Big Data ouvre ainsi les portes de l'Internet de l'industrie.

## Catégories de données

On peut envisager de trier les données selon les 2 catégories suivantes :

Les données structurées	Ce sont les données que l'on peut facilement organiser par rangées et colonnes.
	Elles sont gérées dans des bases de données.
Les données non structurées	Ce sont des données liées au fonctionnement habituel des entreprises et organisations :
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stocks,</li> <li>• comptabilité,</li> <li>• finances,</li> <li>• ressources humaines,</li> <li>• statistiques,</li> <li>• études scientifiques,</li> <li>• etc.</li> </ul>
	Ces données sont présentes sous la forme de la production bureautique non organisée.
	Elles données multiplient de manière exponentielle et incontrôlable avec les plateformes de crowdsourcing, le mobile et l'Internet des objets. Par leur volume, leur vitesse d'acquisition et la variété de leurs formats, elles nécessitent de nouveaux outils pour leur stockage, leur traitement et leur analyse. C'est à leur développement que correspond la naissance du Big Data.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Big Data : la donnée

**Modèles de prise de décisions**

Selon le degré de détail de l'information, le Big Data est divisé en quatre modèles de prise de décisions. Ces modèles sont les suivants :

**Modèles de prise de décision**
**Modèle simple**

Tout est connu. Les données sont majoritairement internes à l'entité. Ce modèle correspond à un contexte stable où les changements sont lents et les problèmes prévisibles. Les relations sont bien définies, les faits sont clairs, les décisions apportent les résultats attendus.

**Modèle compliqué**

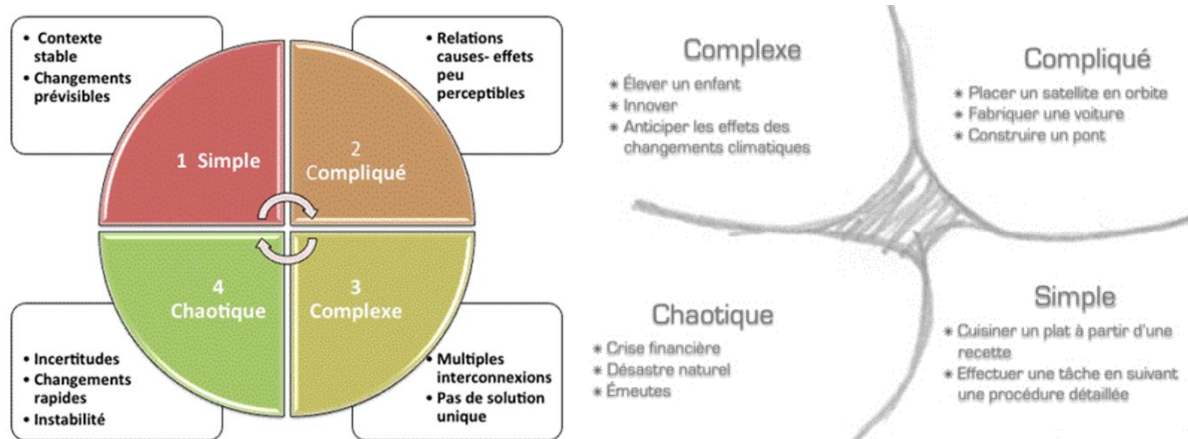
Il y a plus de connus que d'inconnus. Les liens sont un peu embrouillés, les relations de cause à effet ne sont pas évidentes au premier regard. Avec suffisamment de recherche, d'expertise et d'expérimentation, il est possible de prévoir l'issue d'une suite d'étapes. On peut trouver une solution rationnelle aux problèmes. L'objectif est de simplifier le modèle afin d'arriver au modèle simple. C'est un travail de spécialiste, et c'est la finalité des méthodes de management.

**Modèle complexe**

Il y a plus d'inconnus que de connus. Les liaisons entre données sont multiples et les interprétations sont variées. Les experts ne peuvent pas prévoir avec exactitude l'évolution du système. Les plans fonctionnent rarement comme prévu. Les méthodes de résolution de problèmes ne suffisent pas. Aucune réponse claire n'émerge naturellement. De toute façon, il n'y a pas de réponse unique. La prise de décision nécessite une analyse supplémentaire (expertise) et un arbitrage sur la base de critères à définir (décideur).

**Modèle chaotique**

Très peu d'éléments sont connus. À l'incertitude s'ajoute la rapidité du changement. Peu de temps pour analyser les informations, impossibilité d'envisager tous les risques avant de prendre la décision. Les relations de cause à effet sont quasiment impossibles à identifier exhaustivement. L'environnement est instable et le contexte est chaotique.



Les systèmes de décisions liés au Big Data

## 6.3 Annexe 3 — Big Data

**Différenciation du Big Data et de l'Open Data**
**Open Data**

Hormis lorsque l'on parle de data dans le Big Data et l'Open Data, il n'y a pas de corrélation ni de similarité entre les deux notions.

**Une tendance de fonds dans l'accès à la donnée...**

L'Open Data, ou donnée ouverte, est une tendance de fonds dans l'accès à la donnée.

**... mise à disposition du public ou des professionnels...**

À la différence de la plupart des informations sous forme numérique, elle est mise à la disposition du public ou des professionnels. Cette mise à disposition est effectuée par les structures publiques conçues pour servir :

- Les gouvernements.
- Les organisations non gouvernementales.
- Les mairies.
- Les services publics.
- Les universités.
- Les principaux acteurs des réseaux sociaux.
- Les institutions politiques.

**... qui considère l'information publique comme un bien...**

L'ouverture des données représente :

- un mouvement,
- une philosophie d'accès à l'information
- une pratique de publication de données librement accessibles et exploitables.

Elle s'inscrit dans une tendance qui considère l'information publique comme un bien dont la diffusion est d'intérêt public et général.

**... et qui n'induit pas forcément la présence du Big Data**

L'Open Data est un mode d'accès à l'information. Vous pouvez être un gros consommateur d'Open Data sans avoir les problématiques du Big Data. Tout dépend de la façon dont vous consommez l'Open Data.

**Big Data**
**Définition**

Le Big Data concerne les méthodes de collecte et de traitement d'un grand volume de données, en temps réel et d'une grande richesse.

**Cas où le Big Data ne vous concerne pas**

Le Big Data ne vous concerne pas si vous accédez en temps réel à des banques de données ouvertes que vous affichez sur vos sites Web ou un intranet sans les stocker.

**Exemple**

Les points d'intérêt de Google Maps

**Cas où le Big Data vous concerne**

Si vous préférez récupérer l'information dans votre système d'information, pour l'enrichir ou la retraiter avant de la diffuser, il se peut que votre utilisation de l'Open Data engendre le besoin d'être expert en Big Data.

Cela dépend :

- du volume de données que vous récupérez,
- à quelle fréquence.





## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Présentation d'usages

## Reporting

### Types de reportings

Nous vous présentons ci-dessous les différents types de reportings :

<b>Suivi d'activité</b>	Le modèle classique de contrôle périodique de l'activité d'une entité placée sous une autorité.
<b>Financier</b>	Suivi des budgets et autres éléments de l'analyse financière.
<b>Projet</b>	Suivi d'avancement et communication autour d'un projet relativement conséquent.
<b>Social</b>	Dans le cadre de la responsabilité sociale des entreprises.
<b>Développement durable</b>	Le bilan carbone et le tableau de bord du développement durable et notamment le global reporting initiative et les indicateurs du développement durable.

## KPI

### Domaines d'utilisation

Les KPI ou ICP (indicateurs clés de performance) peuvent être utilisés dans les domaines suivants :

- Management au sens large.
- Marketing et de la publicité.
- Analyse d'audience d'un site Web.

### Utilisation dans un contexte marketing

Dans un contexte marketing, les KPI sont utilisés **pour déterminer les facteurs pris en compte pour mesurer l'efficacité globale** :

- de l'ensemble des actions marketing,
- d'une campagne ou action particulière.

Pour une action de marketing direct, les KPI retenus peuvent être les suivants :

- Le nombre de catalogues demandés.
- Le nombre de commandes effectuées.
- Le C.A. généré.

### Utilisation dans un BIM

Concernant le BIM, les KPI sont utiles **pour suivre l'efficacité de la construction en fonction des objectifs et budget**. Cela permet de développer :

- un modèle de maturité,
- un outil d'évaluation des capacités.

### Des données essentielles pour les potentiels investisseurs/exploitants

De plus, les KPI sont des données essentielles pour les potentiels investisseurs/exploitants. Elles renseignent clairement sur la situation de la construction. Bien présentées, elles montrent le sérieux, la rigueur et la capacité d'auto-analyse de la construction. Ces éléments sont très rassurants.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Présentation d'usages

### Optimisation des SI pour l'utilité des analyses du Big Data

#### ▼ *Process mining*

Le *Process mining* découle du Big Data. Cette discipline cherche à optimiser les processus au sein d'une entreprise pour en améliorer la performance.

Le *Process mining* se base sur les traces d'activités du système d'information pour effectuer les tâches suivantes :

- Modéliser et maîtriser les processus tels qu'ils sont.
- Détecter les moyens pour améliorer leur performance.

#### Exemple

Le *process mining* peut intervenir dans une banque pour améliorer le processus de délivrance d'une carte bancaire. Il intervient dans les étapes suivantes :

- Le client en fait la demande sur Internet.
- L'agent traite la demande.
- Le responsable valide la demande après vérification.

En résumé, le *Process mining* est **une alternative plus rapide et plus objective qu'un simple audit.**

#### ▼ Data Lake

Les Data Lake sont des systèmes de stockage de données de grand volume. Ils ne suivent pas un schéma précis. Les données sont intégrées dans le système à l'état brut et ne sont pas structurées. Ces réservoirs sont donc utilisés pour le recueil d'importants volumes de données qui ne sont pas utiles dans l'immédiat. Elles peuvent servir plus tard.

#### Exemple caractéristique du Data Lake

La conservation d'informations sur :

- les statuts sociaux,
- les commentaires laissés sur les réseaux sociaux.

Ces informations ne sont pas utiles pour l'instant, mais peuvent ultérieurement être croisées entre elles et exploitées.

#### ▼ Optimisation du Cloud BDaaS

Avec l'avènement du Big Data, un nouveau type de service Cloud s'est instauré : le *Big Data as a Service*. Il s'agit de proposer aux entreprises des offres « tout » inclus de services de stockage de données en nuage, voire d'analyses de ces données.

#### Exemple

Une entreprise peut utiliser ce service pour surveiller une campagne de référencement ou de contenu Web adressés à un large public.

L'outil convient aux entreprises :

- sans maîtrise des dernières techniques de Big Data,
- à la recherche d'une solution clé en main.

Cependant, ces entreprises ne pourront pas garder le contrôle des espaces sur lesquels leurs données transitent.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Présentation d'usages

**Big Data au service de l'homme**

Selon le domaine, le Big Data permet à des entreprises de mieux comprendre les hommes et leur fonctionnement afin :

- de mieux réagir,
- de les fidéliser,
- d'anticiper les actions futures.

Nous vous présentons des cas concrets ci-dessous :

**Cas concrets**
**Comprendre le client et personnaliser les services**

**C'est l'une des applications évidentes du Big Data.** L'entreprise capte et analyse un maximum de flux de données sur ses clients. Ces flux de données permettent à l'entreprise de réaliser les actions suivantes :

- Dégager des profils génériques.
- Concevoir des services spécifiques.
- Personnaliser les services et les actions marketing associés.

Ces flux intègrent les données suivantes :

- Les données « classiques » déjà organisées via des systèmes de CRM.
- Les données non structurées issues des médias sociaux ou de capteurs intelligents capables d'analyser le comportement des clients sur le lieu d'achat.

L'objectif est de dégager des modèles susceptibles de prévoir les besoins des clients pour leur fournir des services personnalisés en temps réel.

**Optimiser les processus business**

**Le Big Data impacte fortement les processus business.** Des processus complexes tels que la Supply Chain Management (SCM) sont optimisés en temps réel en fonction de prévisions issues de l'analyse :

- des données des médias sociaux,
- de la circulation routière,
- des tendances d'achats,
- des stations météorologiques.

**Rendre les machines intelligentes**

**Le Big Data rend les diverses machines et terminaux plus intelligents et plus autonomes.** Avec la multiplication à l'infini des capteurs sur les équipements domestiques, professionnels et industriels, le Big Data appliqué au M2M (Machine To Machine) offre de multiples opportunités pour les entreprises qui investissent ce marché.

Les voitures intelligentes illustrent ce phénomène. Elles génèrent d'énormes quantités de données. Ces données peuvent être exploitées pour optimiser l'expérience de conduite ou les modèles de taxation. Les voitures intelligentes échangent entre elles des informations en temps réel et optimisent leur utilisation en fonction d'algorithmes spécifiques.

**Développer les smartcities**

Une *smart city* désigne une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour « améliorer » la qualité des services urbains ou réduire ses coûts. Ce concept émergent désigne un type de développement urbain apte à répondre à l'évolution ou à l'émergence des besoins :

- des institutions,
- des entreprises
- et des citoyens.

Et ce, sur les plans économique, social et environnemental.

**Le Big (Open) Data est indissociable du développement des villes et territoires intelligents.** Ici, le Big Data s'appuie principalement sur l'Internet des objets (cf. document Internet des objets). Les données sont récupérées des capteurs des objets connectés. Ces objets sont répartis dans la ville. Les 5 usages pouvant découler de la multitude de données urbaines d'une smart city sont les suivants :

- **Mobilité urbaine** : Mobilité des citoyens, trajet multimode, mobilité durable, parking intelligent.
- **Services intelligents** : Gestion intelligente de l'eau et des déchets.
- **Énergie intelligente** : Efficacité énergétique de la ville, intégration des énergies renouvelables, réduction de l'empreinte carbone.
- **Commerce de ville** : Offres de géo repérage, tourisme & hébergement, localisation commerces/entreprises.
- **Gouvernance ouverte** : Portail de données ouvert, interactions sociales numériques, portail & applis MyCity, Planification urbaine. Cet usage nous renvoie à la notion d'Open Data.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data

### Solutions techniques pour mettre en œuvre le Big Data

Un besoin de gestion des volumes de données du Big Data...

... satisfait par l'architecture Hadoop

Caractéristiques et principes du HDFS

Les acteurs du Big Data sont :

- Les **éditeurs de logiciels**. Ils développent les technologies Big Data.
- Les **acteurs du Web** (Google, Amazon, Facebook, LinkedIn, etc.). Ils mettent déjà en œuvre ces technologies.
- Les **opérateurs télécoms et hébergeurs**. Ils transportent et stockent ces données.

Les bases de données relationnelles classiques ne permettent pas de gérer les volumes de données du Big Data. De nouveaux modèles de représentation garantissent les performances sur les volumétries en jeu. Ils gèrent des bases de données en parallèle.

Certaines architectures sont proposées. Elles améliorent la capacité de stockage et le temps de lecture. Prenons le cas de la plus répandue aujourd'hui : **Hadoop** (*High-availability distributed object-oriented platform*) développé par Apache. Elle propose :

- Un système de stockage distribué via son système de fichier **HDFS** (*Hadoop Distributed File System*). Il offre la possibilité de stocker la donnée en la dupliquant.
- Un système d'analyse des données, **MapReduce** (de Google). Il officie sur le HDFS pour réaliser des traitements de gros volumes de données.

#### ▼ Un système distribué...

HDFS est un système distribué. Sur un système classique, la taille du disque est généralement considérée comme la limite globale d'utilisation. Dans un système distribué comme HDFS, chaque nœud d'un cluster correspond à un sous-ensemble du volume global de données du cluster. Pour augmenter ce volume global, il suffira d'ajouter de nouveaux nœuds.

#### ▼ ... indépendant du noyau du système d'exploitation...

HDFS est indépendant du noyau du système d'exploitation.

#### ▼ ... utilisant des tailles de blocs largement supérieures...

HDFS utilise des tailles de blocs largement supérieures à ceux des systèmes classiques. Par défaut, la taille est fixée à 64 Mo. Il est toutefois possible de monter à 128 Mo, 256 Mo, 512 Mo voire 1 Go. Sur des systèmes classiques, la taille est généralement de 4 Ko/ L'intérêt de fournir des tailles plus grandes permet de réduire le temps d'accès à un bloc.

#### ▼ ... et qui fournit un système de réplication des blocs

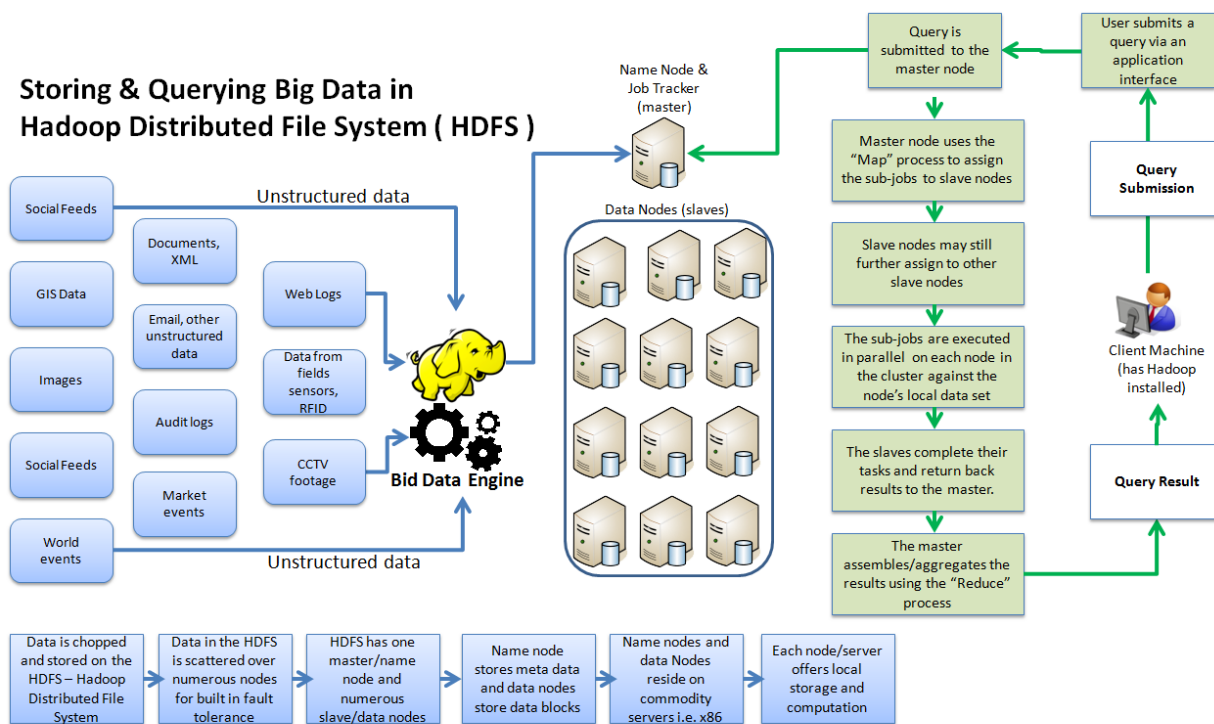
HDFS fournit un système de réplication des blocs dont le nombre de réplications est configurable. Pendant la phase d'écriture, chaque bloc correspondant au fichier est répliqué sur plusieurs nœuds. Pour la phase de lecture, si un bloc est indisponible sur un nœud, des copies de ce bloc sont disponibles sur d'autres nœuds.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Solutions techniques pour mettre en œuvre le Big Data

Caractéristiques  
et principes du HDFS

### ► Fonctionnement de HDFS

Le fonctionnement de HDFS est le suivant :



### Fonctionnement de HDFS

#### ► Présentation des nœuds

Nous vous présentons ci-dessous les différents types de nœuds.

##### NameNode

NameNode signifie nœud de noms. Ce composant gère :

- l'arborescence du système de fichiers,
- les métadonnées des fichiers et des répertoires.

Il centralise la localisation des blocs de données répartis dans le cluster. Il est unique, mais dispose d'une instance secondaire qui

- gère l'historique des modifications dans le système de fichiers (rôle de backup),
- se lance en cas de panne du premier.

##### DataNode

DataNode signifie nœud de données. Ce composant stocke et restitue les blocs de données. Lors du processus de lecture d'un fichier, le NameNode est interrogé pour localiser l'ensemble des blocs de données. Pour chacun d'entre eux, le NameNode renvoie l'adresse du DataNode le plus accessible. C'est-à-dire le DataNode qui dispose de la plus grande bande passante. Les DataNodes communiquent au NameNode la liste des blocs de données qu'ils hébergent, de manière périodique.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Solutions techniques pour mettre en œuvre le Big Data

## MapReduce

## ▼ Vue d'ensemble

MapReduce est un système HDFS avec lequel :

1. Les requêtes sont séparées et distribuées à des nœuds parallélisés, puis exécutées en parallèle (**Map**).
2. Les résultats sont rassemblés et récupérés (**Reduce**).

Ces fonctions sont utilisées pour implémenter des opérations de base sur les données comme :

- le tri,
- le filtrage,
- la projection,
- l'agrégation,
- le regroupement.

La première étape concerne le découpage (*split*) des données. Cette étape est à la charge du framework qui se base sur le format des données. La taille de chaque découpage est fixe et généralement identique à la taille d'un bloc HDFS (64 Mo par défaut).

## ▼ Map

Dans l'étape Map, le nœud :

1. analyse un problème,
2. découpe le problème en sous-problèmes,
3. délègue les sous-problèmes à d'autres nœuds (qui peuvent en faire de même récursivement).

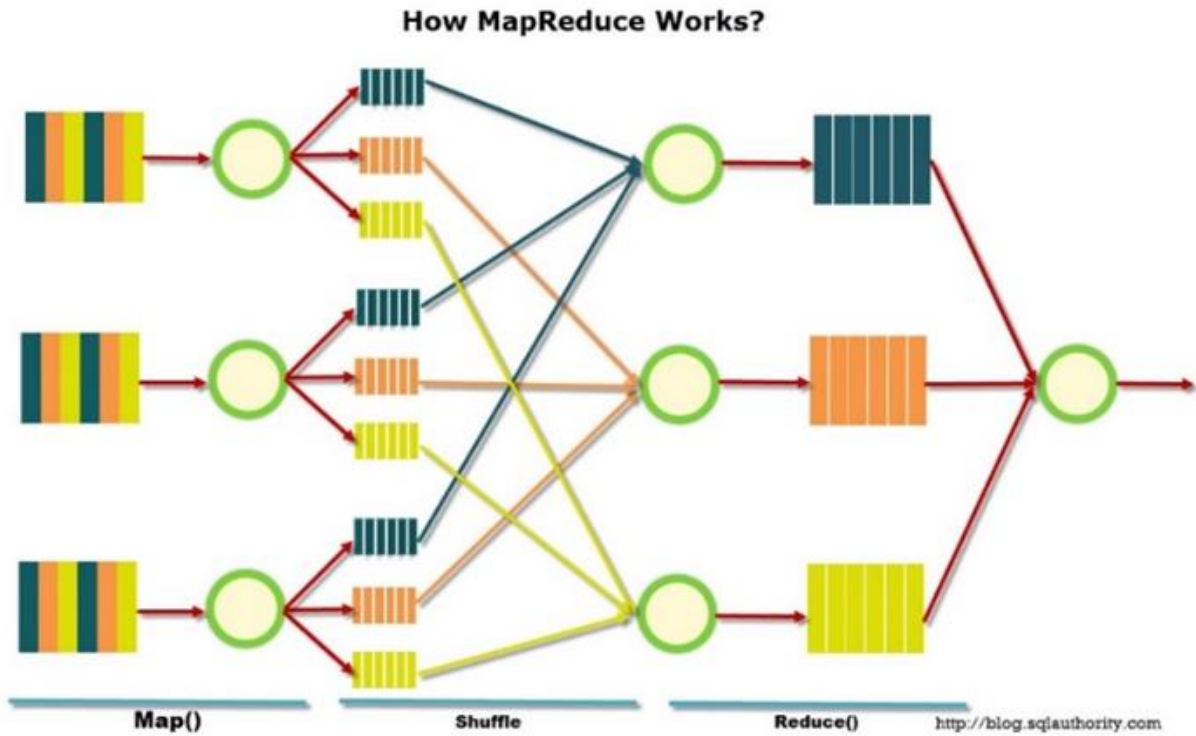
Une fois la tâche Map terminée, le résultat de la fonction est stocké sur le système de fichier local du nœud. Il n'est pas stocké sur le système HDFS. En effet, il s'agit d'un résultat intermédiaire. Il n'a pas besoin d'être stocké de manière sécurisée via la réplication des blocs HDFS.

## ▼ Reduce

Les sous-problèmes sont ensuite traités par les différents nœuds à l'aide de la fonction Reduce. Cette fonction associe à un couple (clé, valeur) un ensemble de nouveaux couples (clé, valeur). Dans l'étape Reduce :

1. Les nœuds les plus bas remontent leurs résultats au nœud parent qui les a sollicités.
2. Le nœud parent calcule un résultat partiel à l'aide de la fonction Reduce (réduction). Cette fonction associe toutes les valeurs correspondantes à la même clé à une unique paire (clé, valeur).
3. Le nœud parent remonte à son tour l'information.
4. À la fin du processus, le nœud d'origine peut recomposer une réponse au problème qui lui avait été soumis : **reduce (key2, list (valeur2) ) → valeur2**.

6.3 Annexe 3 — Big Data | Solutions techniques pour mettre en œuvre le Big Data



Principe de MapReduce

## HADOOP MASTER/SLAVE ARCHITECTURE



Architecture simplifiée de HADOOP

L'emplacement de cette image est constestable. En effet, nous l'aurions plutôt mis après le sous-fragment « ... satisfait par l'architecture Haddop ».



## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Solutions techniques pour mettre en œuvre le Big Data

### Cloud Computing

Pour répondre aux problématiques Big Data :

- l'architecture de stockage des systèmes doit être repensée,
- les modèles de stockage se multiplient en conséquence.

On utilise aujourd'hui Cloud Computing : l'accès se fait via le réseau. Les services sont accessibles à la demande et en libre-service sur des ressources informatiques partagées et configurables.

### Requête sur plusieurs bases

Lors de l'accès aux données à partir de plusieurs sources de données simultanément dans une même requête, vous souhaitez probablement utiliser la méthode plus rapide et la plus générale. C'est le cas du NameNode qui envoie sa requête à tous ses slaves.

À ce stade, les requêtes couvrent deux bases de données. Elles peuvent être construites comme si toutes les tables, joints ou locales, étaient locales dans la base NameNode, comme une simple requête. On revient au principe de jointures de tables d'une même base de données.

On peut également répartir les tâches base après base comme le montre la figure suivante. Cependant il est lourd au niveau du traitement.

```

1 // Connexion à la base de donnée
2 mysql_select_db('mabase1');
3 /* Opérations sur la base 1 */
4 mysql_select_db('mabase2');
5 /* Opérations sur la base 2 */
6 mysql_select_db('mabase1');
7 /* Opérations sur la base 1 */
8 mysql_select_db('mabase3');
9 /* Opérations sur la base 3 */

```

#### Répartition les tâches base après base

La méthode « la plus simple » est :

- De ne pas joindre les bases de données.
- D'appeler individuellement les tables de chaque base utile dans la requête.

#### Méthode

```
SELECT t1.champ1, t2.champ1, t3.champ4 FROM `base-1`.`table1` as t1, `base-2`.`table1`
as t2, `base-1`.`table4` as t3 WHERE..
```

Pour utiliser cette méthode, l'utilisateur avec lequel vous êtes connecté doit avoir des droits sur toutes les bases et tables utilisées dans la requête.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data

### Alimentation du BIM par le Big Data

#### Une dématérialisation des plans et documents...

Comment le Big Data peut-il alimenter la Maquette numérique BIM d'informations consolidées à partir de sources multiples ?

L'information liée aux sites de construction se multiplie et se complexifie. La dématérialisation des plans et des documents papiers liés aux installations est un impératif. Il faut stocker les données dans la durée pour les retrouver à tout instant :

- construction,
- exploitation,
- nouveau projet,
- etc.

#### ... entraînant une forte augmentation des flux de données...

Mais l'information liée aux infrastructures industrielles va maintenant bien au-delà des plans et des documents. En effet, cette digitalisation des constructions augmente de manière exponentielle le flux de données liées aux équipements et aux installations.

#### ... et bouleversant le cadre de l'information dans l'usine

La dématérialisation massive d'activités et l'interconnexion généralisée (objets, machines, hommes) bouleversent le cadre de l'information dans l'usine.

Ce cadre était auparavant assez statique et segmenté. Le déploiement croissant de réseaux de capteurs et d'objets connectés généralise les interconnexions. **Ce déploiement donne naissance à des ensembles de systèmes de plus en plus complexes.**

#### Décloisonnement des visions

Les visions doivent se decloisonner en silos d'information propres :

- à chaque service,
- à chaque partie du site.

En effet, si chaque acteur au sein de l'usine dispose de sa propre vision de ce Big Data, c'est-à-dire s'il n'est intéressé que par une partie restreinte des informations, ces données deviennent de plus en plus interconnectées avec celles des autres métiers.

## 6.3 Annexe 3 — Big Data | Alimentation du BIM par le Big Data

**Exemples  
de besoins métier**

Pour illustrer l'importance de cette connexion, voici des exemples de besoins métier, et pourtant liés au même référentiel d'informations du site industriel :

**Exemples de besoins métier**

Accéder aux informations selon leur contexte (métadonnées, hiérarchie, thésaurus, etc.). Exemple : « Dans le bâtiment A, quels sont les plans validés des robots de plus de 50 k€ et qui ont été audités dans les 3 derniers mois ? ».

Accéder depuis le système d'information géographique (SIG) ou depuis une maquette numérique BIM à l'historique d'un élément puis à ses cas d'utilisation dans l'usine. La maquette numérique BIM représente l'état du site à un instant T. Elle gagne en valeur si on peut la lier aux informations et à l'historique de chaque élément qui la compose.

Fournir dans le cadre des audits l'ensemble de la documentation applicable ou comparer un dossier de livrable avec les exigences initiales. La documentation applicable regroupe des informations provenant de plusieurs services. Il faut pouvoir, pour un équipement donné, choisir la vue documentaire à extraire en fonction du besoin.

Réutiliser lors du lancement d'un nouveau projet les informations d'un projet similaire :

- vision financière,
- installation,
- logistique,
- etc.
- technique,

Capitaliser lors d'un appel d'offres les informations reçues des prestataires pour le projet concerné, mais aussi pour de prochains appels d'offres.

Conserver lors de certifications ou d'études par un cabinet extérieur l'agrément du cabinet et cela en lien avec les éléments concernés. Le responsable peut :

- identifier tous les équipements qui ne sont pas certifiés
- recevoir une alerte sur les certifications à renouveler.

Suivre les caractéristiques précises de chaque équipement, qui dépendent d'acteurs différents, pour interagir en toute sécurité avec l'ensemble du système industriel.

Reconfigurer un atelier en fonction du produit fabriqué le plus rapidement possible. Il faut pouvoir identifier l'ensemble des impacts avant toute modification (« Que se passe-t-il si... ? ») :

- sur les éléments liés au projet,
- sur les autres services du site industriel.

Accéder directement au manuel d'utilisation et aux informations d'un équipement en « flashant » son QR code sur le terrain.

Suivre les cycles contractuels et les exigences en lien avec les données techniques et les informations légales des installations physiques.

Calculer les retards des émetteurs par rapport à leurs engagements et être alerté pour surveiller les processus en temps réel.

**Un besoin en  
stockage, structuration  
et corrélation des données**
**Nous entrons dans  
l'ère du Big Data  
des sites industriels**

Il faut donc stocker et structurer ces données et les corréler **pour en tirer des analyses et les consolider.**

En effet, si les données portent intrinsèquement des informations, ce sont les interconnexions qui les rendent intelligentes et vivantes.

Du plan numérisé, nous entrons dans l'ère du Big Data des sites industriels. Un des enjeux majeurs de l'industrie du futur est le suivant : comment exploiter cette masse d'information complexe, interconnectée et hétérogène qui doit évoluer dynamiquement ?

Ainsi, en passant des automatismes simples à l'ère informatique, puis au pilotage à distance des installations, le monde des bâtiments est en pleine mutation.

Conçu et réalisé au moyen de la maquette numérique, puis exploité grâce à des données recueillies tout au long de son cycle de vie, l'immeuble est source d'informations. Et c'est cette source d'informations qui alimente la maquette numérique BIM depuis la conception jusqu'à l'exploitation maintenance.

## 6.4. Annexe 4 — Internet des objets

<p><b>Préambule</b></p> <p><b>Naissance des premiers objets connectés</b></p> <p><b>Une sémiologie floue, voire imprécise</b></p> <p><b>Plan de la présente Annexe</b></p>	<p>▼ <b>Un souhait de mémoriser la connaissance et de traiter l'information...</b></p> <p>Le philosophe anglais Francis Bacon disait : « <i>La connaissance, c'est le pouvoir</i> ». L'homme cherche depuis toujours à mémoriser la connaissance et à traiter l'information :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• au début de façon manuscrite,</li> <li>• puis de façon numérique avec l'avènement des ordinateurs.</li> </ul> <p>▼ <b>... puis de communiquer ces informations à distance</b></p> <p>L'homme a été capable plus tard de communiquer ces informations à distance avec la télégraphie et ensuite Internet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• d'abord à des postes fixes,</li> <li>• puis aux premiers appareils mobiles communicants : téléphone et ordinateur portable.</li> </ul> <p>Ce sont les premiers objets connectés.</p> <p>Internet des objets, IoT (<i>Internet of Things</i>), objets connectés, etc. Autant de termes évoqués aujourd'hui et qui peuvent paraître flous pour les moins technophiles, imprécis pour les autres.</p> <p>À l'heure où les objets connectés se répandent un peu plus chaque jour, revenons sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leur histoire,</li> <li>• l'origine de ce nous appelons IoT,</li> <li>• son impact sur notre société.</li> </ul>
--	--

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets

**Définition et origine de l'Internet des objets**

Nous vous proposons ci-après une définition de plusieurs concepts clés de la présente Annexe.

**Définition des concepts****Objet connecté**

Un objet connecté est tout objet identifiable et capable de transmettre à un système de traitement d'information des informations sur son environnement.

C'est un objet muni de capteurs qui communique à distance avec un hub, par exemple un smartphone, capable de traiter les données qui lui sont envoyées. L'aspect essentiel d'un objet connecté est la faculté :

- à transmettre les données captées à un système informatique capable,
- de les traiter,
- de les interpréter afin d'en dégager une information utile pour l'utilisateur/le destinataire.

**Capteur**

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable, comme :

- une tension électrique,
- une intensité,
- etc.

Il constitue une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition des données en temps réel.

**Internet des objets**

L'Internet des objets représente l'écosystème des objets connectés. C'est une extension de l'Internet par la création d'un réseau omniprésent et auto-organisé d'objets physiques connectés, identifiables et adressables. Cela permet le développement d'applications au sein de secteurs verticaux clés et entre ces secteurs par le biais de puces intégrées (IUT).

Alors qu'Internet ne se prolonge habituellement pas au-delà du monde électronique, l'Internet des objets connectés représente les échanges de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel vers le réseau Internet. L'Internet des objets est « un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et sans fil, d'identifier et de communiquer numériquement avec des objets physiques afin de pouvoir mesurer et échanger des données entre les mondes physiques et virtuels ».

L'Internet des objets est considéré comme la troisième évolution de l'Internet, baptisée Web 3.0 (parfois perçu comme la généralisation du Web des objets, mais aussi comme celle du Web sémantique) qui fait suite à l'ère du Web social. Il revêt un caractère universel pour désigner des objets connectés aux usages variés, dans tous les domaines, en particulier ceux :

- de la e santé,
- de la domotique,
- du *Quantified-Self* (mesure, analyse et partage de données personnelles).

L'Internet des objets est en partie responsable d'un accroissement exponentiel du volume de données générées sur le réseau, à l'origine du Big Data.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Définition et origine de l'Internet des objets

## Histoire de l'IoT

### Une apparition dans le cadre de la mécanisation et standardisation

L'Internet des objets est apparu dans le cadre d'une tendance lourde. Cette tendance est issue de la mécanisation et standardisation. Elle est appliquée à l'automatisation du traitement du document et de l'information sur support matériel puis numérique. Elle est donc au service de la production et de la recherche documentaire.

### Une diffusion rapide grâce à la mondialisation

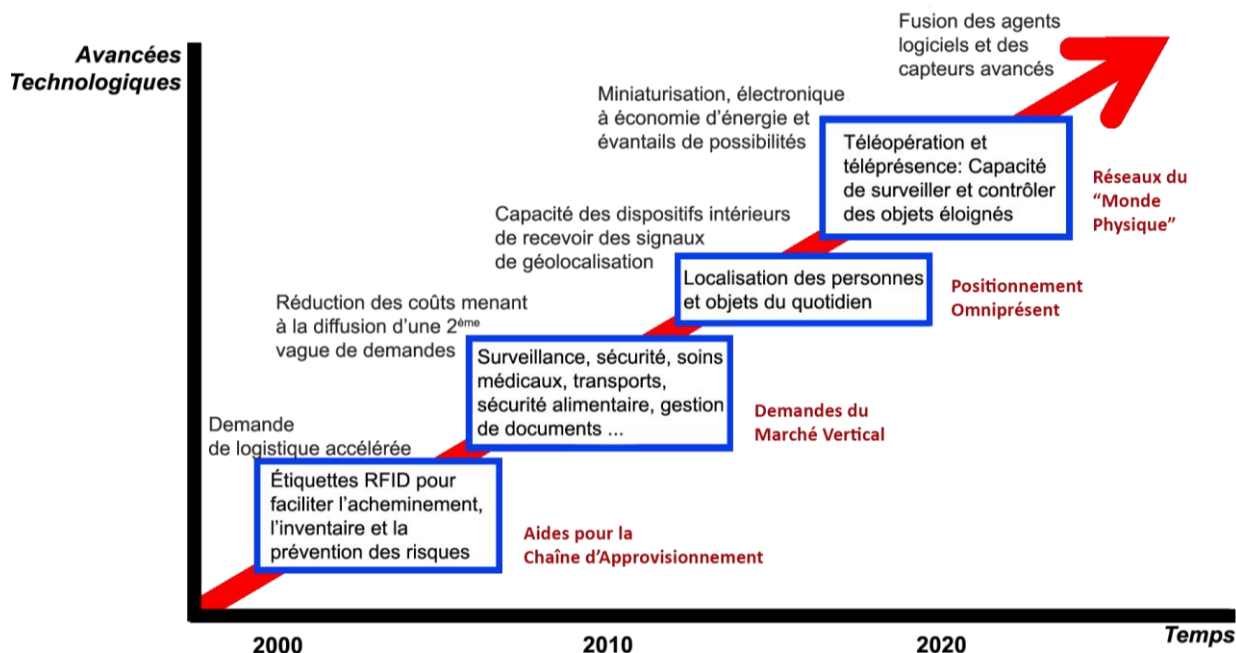
L'Internet des objets est apparu aux États-Unis. Il s'est rapidement diffusé avec la mondialisation. Il connecte des machines à des serveurs capables de les superviser. Ces machines sont notamment des ordinateurs mis en réseau dans ce que certains ont nommé l'Internet des machines. Peu à peu des objets ont été modifiés, par exemple avec des puces RFID. Des objets sont conçus pour « parler le protocole IP ». Ils deviennent ainsi des « objets connectés » reliés à des serveurs centralisés ou capables de communiquer entre eux ou avec des réseaux de serveurs et divers acteurs, d'une manière de moins en moins centralisée.

### Évolution possible de l'objet connecté

Il est parfois suggéré que l'objet deviendra un acteur autonome de l'Internet, capable de percevoir, analyser et agir de lui-même selon les contextes ou processus dans lesquels il sera engagé.

Dans ce cas de figure, l'avènement de l'Internet des objets s'associe à celui :

- des technologies ou méthodes de conception logicielle liées à l'intelligence artificielle,
- des sciences de la complexité.



Source: SRI Consulting Business Intelligence

Historique de la technologie : la connectivité des choses

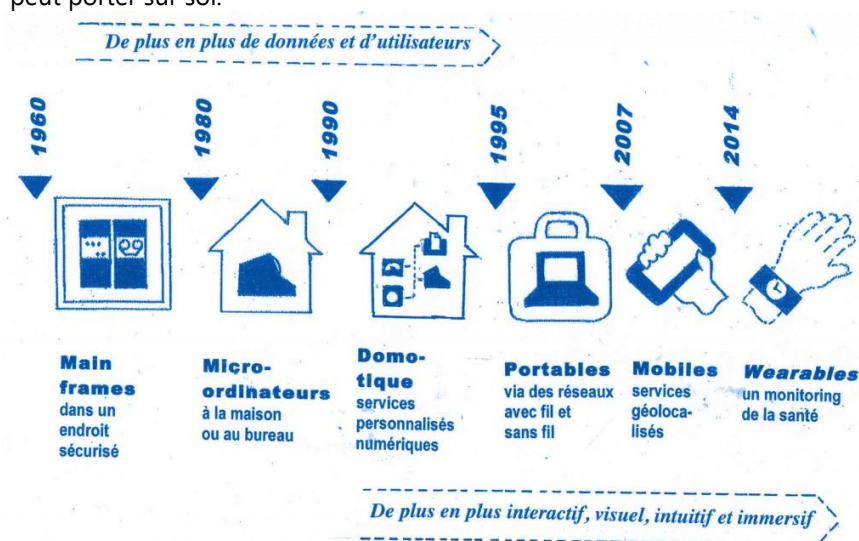
## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets

**Systèmes d'objets connectés**
**Développement d'Internet et types d'appareils connectés**

Actuellement, l'Internet est un réseau de plus de 30 000 réseaux de toutes sortes (militaires, commerciaux, sociaux, etc.) qui s'est développé en ajoutant à chaque étape de nouveaux types d'appareils :

- Les ordinateurs centraux à partir d'ARPANET.
- Les micro-ordinateurs, en particulier les postes de travail de la première génération d'intégration numérique des systèmes bancaires (la bureautique et le B2B).
- Les appareils domestiques lors de l'émergence de la domotique de première génération.
- Les tablettes et smartphones mobiles.
- Les appareils portables.

Les appareils portables sont la dernière innovation. Ce sont des objets que l'on peut porter sur soi.


**Évolution des appareils connectés**
**Autres types d'appareils connectés**

Nous pouvons ajouter à ces types d'appareils d'autres objets connectés/capteurs installés dans notre écosystème :

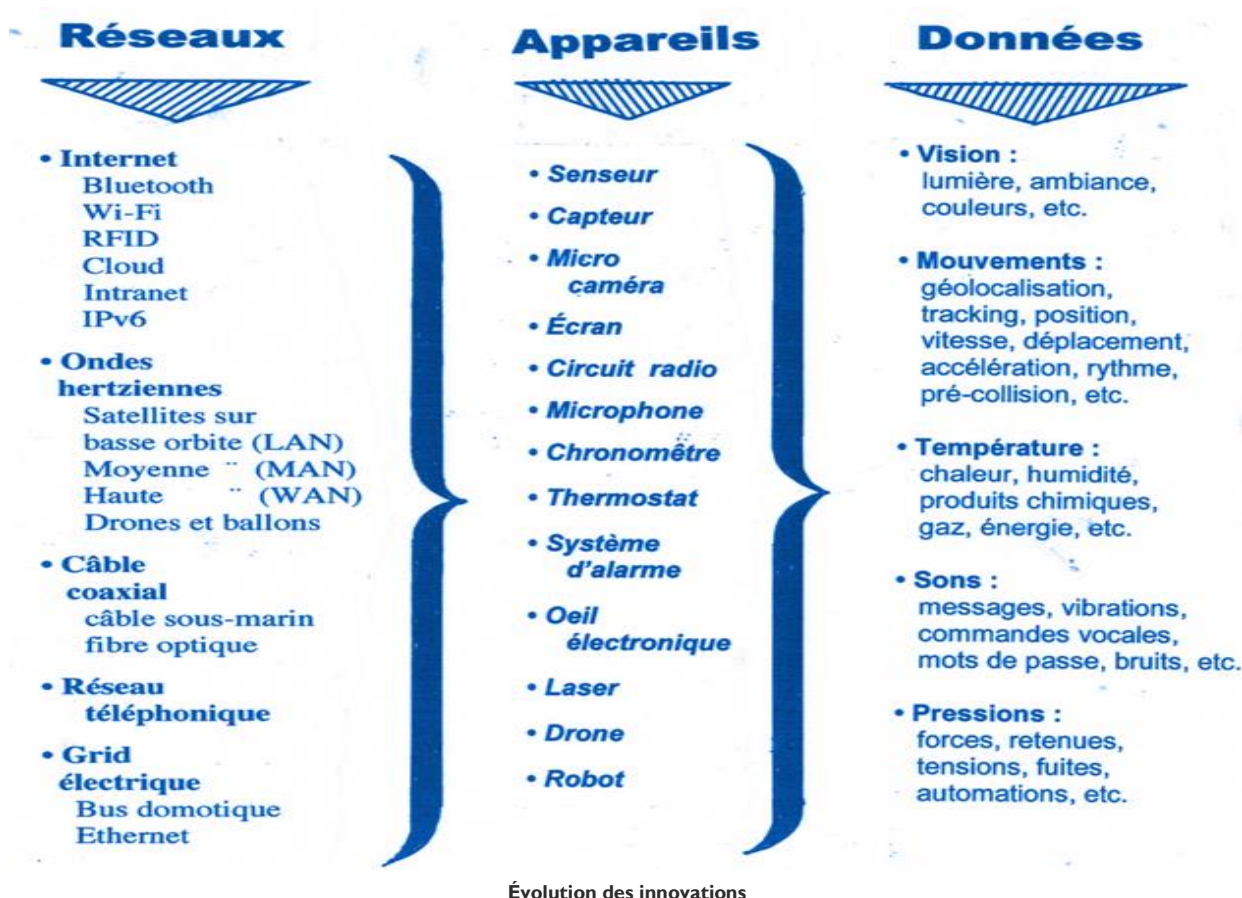
- Radar.
- Feux de circulation.
- Panneaux solaires.
- Etc.
- Capteurs routiers.



## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Systèmes d'objets connectés

## Évolution des innovations

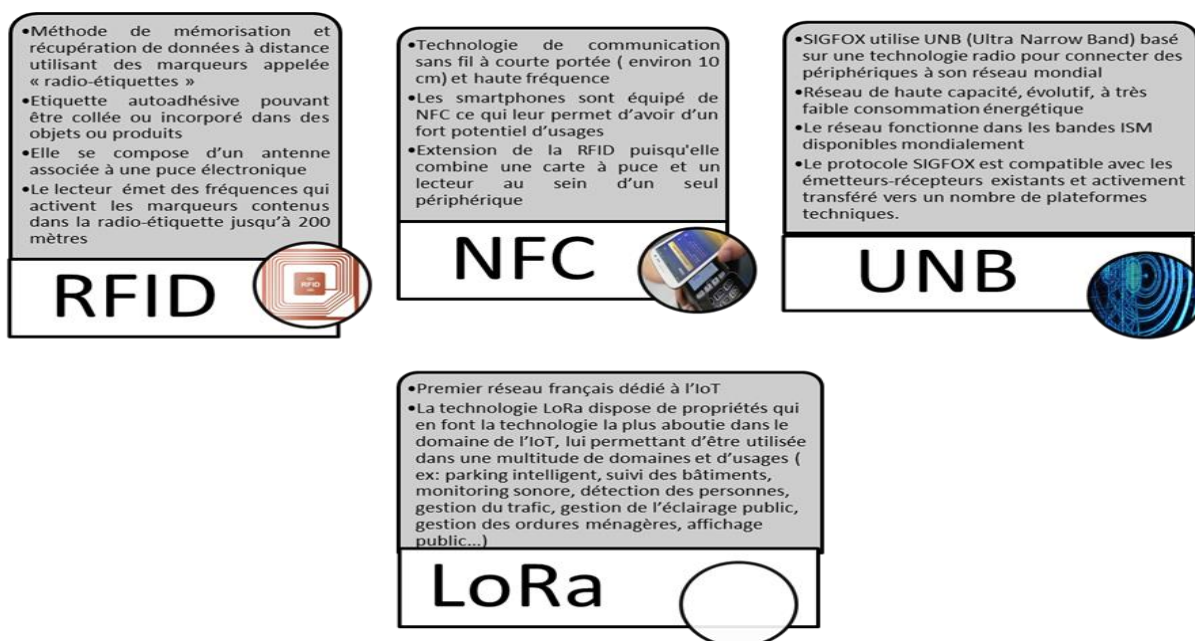
Le schéma ci-dessous résume l'évolution des innovations :



Évolution des innovations

## Technologies de l'IoT

Le schéma ci-dessous présente quelques technologies de l'IoT.



Quelques technologies des IoT



## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Systèmes d'objets connectés

**Principaux systèmes technologiques nécessaires**

Nous vous présentons ci-dessous les principaux systèmes technologiques nécessaires au fonctionnement de l'IdO.

Type de systèmes	Identification (y compris lecteurs)	Capteurs	Connexion	Intégration	Traitement de données	Réseaux
<b>Enjeux</b>	Reconnaitre chaque objet de façon unique et recueillir les données stockées au niveau de l'objet.	Recueillir des informations présentes dans l'environnement pour enrichir les fonctionnalités du dispositif.	Connecter les systèmes entre eux.	Intégrer les systèmes pour que les données soient transmises d'une couche à l'autre.	Stocker et analyser les données pour lancer des actions ou pour aider à la prise de décisions.	Transférer les données dans les mondes physiques et virtuels.
<b>Technologies anciennes (exemples)</b>	Codes barres, solutions RFID simples	Thermomètre, hydromètre...	Câbles...	<i>Middlewares...</i>	Excel, ERP, CRM...	Internet, Ethernet...
<b>Technologies récentes (exemples)</b>	Solutions RFID complexes, Surface Acoustic Waves, puces optiques, ADN	Capteurs miniaturisés nanotechnologies	Bluetooth, Near Field Communication (NFC), WiFi...	<i>Middlewares évolués</i>	Datawarehouse 3D (compatible avec les puces RFID), Web sémantique...	Réseau EPCglobal...

**Principaux systèmes technologiques nécessaires au fonctionnement de l'IdO**
**Composants exigés par l'IoT**

Lier un objet ou un lieu à Internet est un processus plus complexe que la liaison de deux pages Web. L'Internet des objets exige les 7 composants suivants :

**Composants exigés par l'Internet des objets**

1.	Une étiquette physique ou virtuelle pour identifier les objets et les lieux. Pour permettre aux étiquettes physiques plus petites d'être localisées, elles doivent être embarquées dans des marqueurs visuels.
2.	Un moyen de lire les étiquettes physiques, ou de localiser les étiquettes virtuelles.
3.	Un dispositif mobile tel qu'un téléphone cellulaire, un organizer ou un ordinateur portable.
4.	Un logiciel additionnel pour le dispositif mobile.
5.	Un réseau sans fil de type 2G, 3G ou 4G pour permettre la communication entre le dispositif portable et le serveur contenant l'information liée à l'objet étiqueté.
6.	Une information sur chaque objet lié. Cette information peut être contenue dans les pages existantes du Web. Les bases de données comportent des informations de type prix, etc.
7.	Un affichage pour regarder l'information sur l'objet lié. À l'heure actuelle, il est probable que ce soit l'écran d'un téléphone mobile.

**Marché de l'IOT et ses applications**
**Un marché nouveau aux opportunités quasi infinies**

L'explosion du nombre de smartphones et de connexions a créé un marché nouveau aux opportunités quasi infinies.

Dans les années 2010, de nombreux rapports comme celui du cabinet McKinsey désignent ce marché comme l'une des principales sources de croissance.

En 2016, 5,5 millions d'objets sont connectés chaque jour dans le monde.

D'ici 2020, ce nombre peut dépasser rapidement la barre des milliards. On prévoit en effet que 26 milliards d'objets seront installés en 2020. Cela constituerait une augmentation importante par rapport aux 0,9 milliard d'unités de 2009.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Marché de l'IOT et ses applications

Commercialisation  
et marché

#### ▼ Géants du Web : Intel, Samsung, IBM, Google

Les grandes firmes du Web visent à vendre des objets connectés et des services liés à ceux-ci. Les grandes firmes sont attirées par les prévisions de revenus. Ces dernières peuvent excéder les 300 milliards grâce aux services en 2020.

Ces services découlent directement de l'énorme quantité de données produites par les objets connectés. Ces derniers requièrent les éléments suivants :

- Espace de stockage.
- Vitesse de traitement.
- Bande passante pour le streaming de data, audio et/ou vidéo.

Pour certains, la solution idéale à ces problèmes est le **Cloud Computing**.

#### ▼ Fournisseurs réseau : L'exemple français avec Bouygues, Orange et SFR

Contrairement aux grandes entreprises américaines, les grandes entreprises de télécommunication développent l'IdO sur le territoire français. Ces entreprises peuvent exploiter leur réseau, leurs partenaires et leur savoir-faire pour gagner cette partie du marché.

## Applications

#### ▼ Domaines d'application de l'IoT

Les domaines d'applications de l'IoT sont par exemple :

- La gestion des déchets.
- La planification urbaine.
- La détection environnementale.
- Les gadgets d'interaction sociale.
- L'environnement urbain durable.
- Les services d'urgence.
- L'achat mobile.
- Les compteurs intelligents.
- La domotique.

#### ▼ Catégories d'applications de l'IoT

Nous pouvons distinguer différentes catégories d'applications. Limitons-nous aux cas qui nous concernent : le transport routier et sa logistique, le bâtiment et l'industrie en général.

#### ▼ Le transport et sa logistique

Le transport et logistique concerne notamment la gestion du trafic, la sécurité routière, le partage de véhicules, etc. L'IoT révolutionne les transports.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Marché de l'IOT et ses applications

*Applications*

Cette révolution passe par le développement des éléments suivants :

Éléments développés grâce à l'IoT	
Les capteurs :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>pression,</li> <li>sons,</li> <li>chocs,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>indicateurs de charge des batteries,</li> <li>etc.</li> </ul>
Les systèmes de management de l'énergie des véhicules.	
Les moyens de communication pour transmettre ces données.	
Les systèmes d'analyse et de traitement du signal en temps réel :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>positionnement,</li> <li>gestion des flux,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>anticipation sur les congestions,</li> <li>etc.</li> </ul>
La sécurité par la protection d'utilisateur de cyberattaques potentielles. Il sécurise les systèmes intelligents coopératifs. Ces derniers permettent aux véhicules de communiquer entre eux et avec leur environnement (voitures autonomes).	






Nous pouvons citer l'instrumentation des ouvrages (en particulier les tunnels, grands ponts et haut de talus) pour recueillir de la donnée sur les mouvements éventuels ou sur les contraintes subies (vent, fatigue, température, etc.). Ces données sont transformées en information pour déduire des courbes de dégradation.

Les voitures, trains, bus et vélos sont de plus en plus dotés de capteurs, actionneurs et logique de traitement d'informations. Les routes aussi peuvent être munies de capteurs et tags. Ces derniers envoient des informations sur la circulation aux stations de contrôles et directement aux voyageurs. L'envoi de ces informations permet :

- D'améliorer la gestion du trafic.
- D'améliorer la sécurité routière.
- De guider les touristes.

La très large diffusion du téléphone mobile ouvre le champ des possibles. Tous les téléphones mobiles ont une fonction de géolocalisation. Cette fonction fournit des données sur les déplacements des usagers et sur l'état de la route grâce à leur accéléromètre intégré.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Marché de l'IOT et ses applications

*Applications*

### ▼ Le bâtiment : objets connectés et BIM

Les *smart cities* ou villes intelligentes sont des villes connectées. Elles utilisent les technologies des télécommunications et des systèmes d'information pour améliorer la vie des habitants.

Dans un contexte d'urbanisation croissante, les agglomérations dans le monde cherchent à améliorer et optimiser leur fonctionnement tout en réduisant leurs coûts. Les objets connectés ont un rôle important à jouer au sein de cet écosystème. Ils rendent plus mesurables et plus prévisibles des services/fonctions.

La mise en place d'un réseau de réseaux est nécessaire. Ces derniers identifient et communiquent numériquement avec les objets physiques. Cette communication est réalisée via des systèmes d'identification électronique normalisés et sans fil. Cette démarche permet la mesure et l'échange de données entre les mondes physiques et virtuels.

Tout comme la maison « connectée », l'objectif est la réduction :

- Des coûts de consommation (eau, gaz, électricité, etc.).
- Des coûts de fonctionnement.
- Des coûts de maintenance.

En particulier pour les sites suivants :

- Les zones industrielles.
- Les centres commerciaux.
- Les parkings.
- Les aéroports.

L'enjeu est également la réduction de l'impact de nos activités sur l'environnement (pollution, nuisance sonore, GES, CO<sub>2</sub>, etc.). Pour un bâtiment, l'habitat intelligent propose aux occupants de piloter l'ensemble des équipements du logement dans un souci de performance. On retrouve la notion de « carte vitale numérique du bâtiment ». Cette notion replace l'utilisateur au cœur de la vie du bâtiment.

### ▼ L'Industrie se tourne vers l'usine intelligente

L'industrie est un secteur déjà hautement mécanisé. Elle pourrait encore rationaliser une partie de ses ressources. Les objets connectés commencent à s'introduire dans les chaînes de production. L'objectif pour ce secteur est d'optimiser la logistique :

- Des flottes de camions.
- Des conteneurs.
- Des autres wagons.

Les éditeurs SAP et Cisco montrent comment certaines zones industrielles comme le port d'Hambourg sont équipées en puces et autres objets connectés. L'idée est de mieux anticiper les flux de marchandises pour faciliter l'acheminement.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets

**Utilité, opportunités, enjeux et freins****Utilités**

L'IoT contribue à l'essor du Big Data. On peut trouver en l'IoT une utilité issue des bienfaits du Big Data :

- le reporting,
- les indicateurs clés de performance,
- la traduction homme-machine.

D'un point de vue CRM, le potentiel de l'IoT est quasi illimité.

**Exemple**

Grâce à l'Internet des objets, vos produits peuvent automatiquement fournir des rapports de maintenance et s'auto diagnostiquer.

Les appareils connectés à l'Internet des objets :

- identifient leurs défaillances potentielles,
- détectent lorsqu'ils approchent de leur fin de vie.

Ils peuvent envoyer un rapport directement vers un système de CRM. Au lieu de simplement tomber en panne, les produits intelligents identifient leurs défaillances, les envoient au support technique et démarrent le processus de résolution (commande d'une pièce de rechange, remplacement de l'objet, etc.). Avant que le client s'aperçoive du problème.

**Exemples d'appareils connectés**

Disques durs, voitures, avions, etc.

**Opportunités**

Les opportunités sont les suivantes :

**Opportunités****Créer de la valeur globale dans le B2B**

Pour rendre l'IoT plus compréhensible pour le grand public, les médias s'enthousiasment à la sortie des « wearables » et d'équipements pour la maison connectée. Les *wearables* sont :

- des trackers d'activité,
- des montres connectées,
- etc.

Ces domaines ont une grande valeur. Le marché mondial du wearable devrait « plus que doubler » en 2015. Cependant, il ne faut pas oublier l'essentiel : dans les dix prochaines années, 70 % de la valeur viendra des applications dans le B2B.

Le potentiel de l'IoT est donc global et large. Les marchés émergents avec leur production manufacturière intensive sont les premiers à l'adopter. 38 % de la valeur estimée mondiale est générée dans des économies en développement. Ces pays ont moins de technologies héritées. Leurs économies sautent des étapes. Quantitativement, le déploiement de l'IoT (usines, extraction, pétrole et gaz, construction) peut dépasser celui des économies post-industrielles.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Utilité, opportunités, enjeux et freins

Opportunités
<b>Optimiser les opérations</b>
<p>L'investissement dans le hardware de l'IoT est un point de départ dans la chaîne de la création de la valeur. L'essentiel des gains de compétitivité se réalise ailleurs. L'IoT fournit un flux constant de données essentielles dans la prise des décisions. Ces dernières permettent d'optimiser :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• les opérations,</li> <li>• l'organisation du travail,</li> <li>• l'affectation du personnel.</li> </ul> <p>Ces données aident à anticiper l'usure des équipements. Les coûts de maintenance et de remplacement sont réduits de 40 %. Les temps d'arrêt planifiés sont divisés par deux.</p> <p>L'utilisation de véhicules sans conducteur augmente la productivité de 25 % (exemple : dans les mines). La réduction du nombre d'accidents de travail entraîne une baisse des frais médicaux et des primes d'assurances de 20 %.</p> <p>Les systèmes de l'IoT centralisent toutes les données concernant le fonctionnement et l'utilisation réelle des équipements. Ces données sont plus précises que les informations recueillies auprès de consommateurs ou lors des études. Les industriels comprennent quelles sont les fonctions de leur produit plus ou moins fréquemment utilisées. Ils peuvent alors modifier leur design pour les rendre plus fonctionnels.</p> <p>De plus, l'amélioration de la boucle itérative (exemple : la mise à jour en ligne des produits connectés) rend l'ensemble plus robuste et plus pertinent. Ainsi, au lieu de se déprécier, l'objet prend de la valeur.</p> <p>Actuellement, la plupart des données générées par les capteurs IoT ne sont pas exploitées. Habituellement, sur un site de forage pétrolier, un domaine traditionnellement « <i>early adopter</i> », 30 000 détecteurs sont installés. Seul 1 % des données sont exploitées. Ces données sont pourtant une source de valeur supplémentaire importante.</p>
<b>Créer des modèles économiques innovants</b>
<p>L'IoT peut amener à la création de nouveaux modèles économiques. Ces derniers changent la donne dans les secteurs de l'industrie. À titre d'exemple, l'utilisation de la connectivité et des données IoT peut transformer la vente des biens d'équipements industriels en un service.</p> <p>Les voies de la création de nouveaux modèles économiques sont multiples. Premièrement, savoir quand et comment les équipements sont utilisés permet aux manufacturiers d'optimiser et monétiser une nouvelle utilisation-consommation. Deuxièmement, l'ensemble de données obtenues grâce à tous ces objets aide le fournisseur à gagner en performance dans la gestion et l'usage de ses équipements. Par exemple, l'analyse des données de l'IoT aiderait :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• à améliorer les prévisions de maintenance,</li> <li>• à réduire les temps d'arrêt,</li> <li>• à anticiper les pics d'utilisation.</li> </ul>

**Enjeux**

Les enjeux sont les suivants :

**Enjeux**

Standardisation des normes applicables aux objets connectés.

Neutralité du net : les objets connectés entraînent une très forte consommation de bande passante. Elle relance le débat de la neutralité du net et de la participation des plus gros consommateurs en bande passante aux investissements réseau.

Gestion de ressources : les adresses IP, identification cartes SIM, fréquences hertziennes ne sont pas infinies et leur utilisation doit être économisée.

Développement d'un nouveau protocole IP (IPv6) pour permettre la création de très nombreuses adresses IP.

Révisions des modalités d'attribution et d'utilisation des cartes SIM dans le domaine du M2M pour :

- qu'elles ne soient plus attachées à un seul opérateur,
- rendre possibles les migrations.

Révision du mode d'utilisation des fréquences hertziennes.

## 6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Utilité, opportunités, enjeux et freins

## Freins

L'Internet des objets se heurte à certains freins susceptibles d'être levés peu à peu. Ces freins sont les suivants :

## Freins

Coût de certaines technologies.
Saturation des réseaux de communication.
Incertitudes sur les stratégies des acteurs.
Absence de standards universels (Exemple : chaque SI sur un standard différent).
Problématique d'interopérabilité.
Problématiques de sécurité (Exemple : objets peu sécurisés).
Problématiques de responsabilité.
Perception par les utilisateurs, risque d'atteintes à la vie privée. L'appropriation ou l'utilisation par des tiers mal intentionnés de certaines données stockées par les objets connectés et le contrôle des objets connectés par les pirates.

## Quelques rappels...

## Qu'est-ce qu'un objet connecté ?

Un objet connecté est un objet :

- Identifiable.
- Capable de transmettre à un système de traitement d'information des données captées de son environnement.
- Muni de capteurs. Ces capteurs communiquent à distance avec un hub. Ce dernier est capable de traiter les données reçues, et d'en dégager une information utile.

## Exemples

Smartphone, montre connectée, haut-parleurs sans fil, balance connectée, etc.

## Qu'est-ce qu'un capteur ?

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable.

## Exemples

Une tension électrique, une intensité, etc.

Il constitue une simple interface entre un processus physique et une information manipulable. Les capteurs sont les éléments de base des systèmes d'acquisition des données en temps réel.

## Exemples

Radars, capteurs d'humidité, détecteurs de fumée, cellules photoélectriques, etc.

## Qu'est-ce que l'Internet des objets ?

L'Internet des objets (ou IdO, en anglais *Internet of Things* ou IoT) représente l'extension d'Internet à des choses. C'est l'écosystème des objets connectés. L'IoT regroupe les éléments suivants :

- Les objets connectés directement à l'Internet.
- Le M2M (communication entre machines et accès au système d'information sans intervention humaine via Bluetooth, RFID, Sigfox, NFC, etc.).
- Les terminaux communicants (smartphones, tablettes).

**6.4 Annexe 4 — Internet des objets | Quelques rappels...****Contribution  
de l'IoT au Big Data**

Du fait du gros volume de données échangées entre les capteurs et les objets, l'IoT contribue au Big Data.

L'IoT via ses domaines d'applications améliore la vie de l'homme. L'IoT est présent dans les domaines d'application suivants :

- Transport et logistique.
- BTP.
- Soins de santé.
- Environnements intelligents.
- Sports.
- Vie sociale.
- Etc.

L'utilité et les enjeux de l'IoT ne sont plus à démontrer. Ils sont identiques d'une certaine façon à ceux du Big Data. Le développement de l'IoT se heurte à de nombreux freins. Ces freins sont les suivants :

- La saturation des réseaux de communication.
- La sécurisation des données échangées.