



PROJET ANR McBIM - Matière Communicante au service du BIM

Intitulé document :	du	Rapport d'avancement °1, période du 01/01/2018 au 31/07/2018
Version :		1.0
Date de version :		27/07/2018
Rédacteurs :		William DERIGENT
N° WorkPackage :		0
N° Livrable :		D0.3.1

Validation faite par :		
LAAS	LE2I	360SC
Nom :	Nom :	Nom :
Date :	Date :	Date :
Signature :	Signature :	Signature :

Table des matières

1	Préambule	3
1.1	Rappels des objectifs du projet McBIM (version anglaise)	3
1.2	Planning initial du projet	4
1.3	Liste des partenaires du projet.....	5
2	Activités scientifiques.....	5
2.1	Cahier des charges du projet et cas d'études	5
2.2	Définition de l'architecture McBIM.....	6
2.3	Etats de l'art	9
2.4	Première phase d'expérimentation	9
2.5	Difficultés scientifiques soulevées.....	9
3	Activités de projet	10
3.1	Réunion (visioconférences + général Meeting).....	10
3.2	Accord de consortium & Plan Assurance Qualité (PAQ)	10
3.3	Plan Assurance Qualité (PAQ)	Erreur ! Signet non défini.
4	Bilan des livrables	10
5	Activités de dissémination.....	11
6	Planning du projet mis à jour	11

1 Préambule

Ce document présente l'état d'avancement du projet McBIM pour la période allant du 01/01/2018 (date de début scientifique) au 31/07/2018. L'objectif de ce document est de réaliser un bilan scientifique des activités du projet sur ces 7 derniers mois. Le bilan financier ne sera pas abordé dans ce document.

1.1 Rappels des objectifs du projet McBIM (version anglaise)

En 2009, Le CRAN a débuté l'étude du concept de "matières communicantes", qui sont des matériaux capable de communiquer avec leur environnement, capable de traiter, d'échanger de l'information et de stocker des données dans leur structure interne. De plus, ils ont aussi la capacité de capter des paramètres physiques de leur environnement ou de mesurer leurs propriétés internes. Ce concept a été appliqué au domaine de la construction et a conduit à un prototype basé sur un ensemble de tags RFID enfouis dans la structure du produit béton. Cependant, les tags RFID sont limités en mémoire et doivent être lus à courte distance. Parallèlement, les données et modèles issus du BIM (Building Information Modelling) sont très souvent cloisonnées dans les phases de conception du bâtiment, ne sont ni réutilisées ni accessibles pour les acteurs en aval de la conception. La proposition du projet McBIM (pour Matière Communicante au service du BIM) consiste en **1) concevoir un « béton communicant », fait de béton équipé avec un réseau de micro-nœuds de capteur enfoui, capable de générer et échanger des données avec des plateformes BIM et 2) de tester leur utilité sur deux phases du cycle de vie du bâtiment, qui sont la construction et l'exploitation (surtout pour faire de la surveillance de structures)**. La figure 1 présente une vision graphique du projet McBIM.

Construire ce béton impose de pouvoir lever les obstacles scientifiques sous-jacents qui sont a) la conception de communications sans-fil robustes, peu impactées par l'environnement béton, b) la définition de techniques innovantes de récupération d'énergie radiofréquence pour étendre la durée de vie des capteurs enfouis, c) la définition de nouvelles stratégies de gestion de données, permettant de contrôler comment les données (soit générées par les nœuds de capteurs, soit envoyées par les utilisateurs) sont disséminées dans le réseau de micro-nœuds de capteur, pour un enregistrement et une recherche des données rapides et fiables, d) la définition pour le béton communicant d'une interopérabilité BIM naturelle, basée sur le standard IFC, pour assurer une communication adéquate avec les plateformes BIM.

Le consortium McBIM est composé de 4 partenaires (CRAN, LE2I, LAAS, 360SC), qui regroupent à eux seuls toutes les compétences requises pour le succès du projet. McBIM se déroule sur 42 mois et est décomposé en 6 lots de travail, 2 dédiés à la gestion et aux spécifications du projet, 3 s'intéressant aux problématiques scientifiques énoncées précédemment, et un dernier concernant la fabrication de prototypes et les expérimentations sur sites.

Du fait de sa forte nature pluridisciplinaire, le projet McBIM espère avoir un large impact scientifique, en combinant les connaissances et techniques de ces disciplines pour trouver de nouvelles approches et créer des solutions innovantes pour des transmissions sans-fil robustes, des micro-nœuds adaptés aux environnements difficiles comme le béton, des nouvelles approches de gestion de données et une interopérabilité BIM dans un monde de bétons communicants. En accord avec le consortium, notre partenaire 360SC enrichira son offre de solutions avec les résultats exploitables du projet McBIM, afin d'offrir à ces clients de nouveaux services.

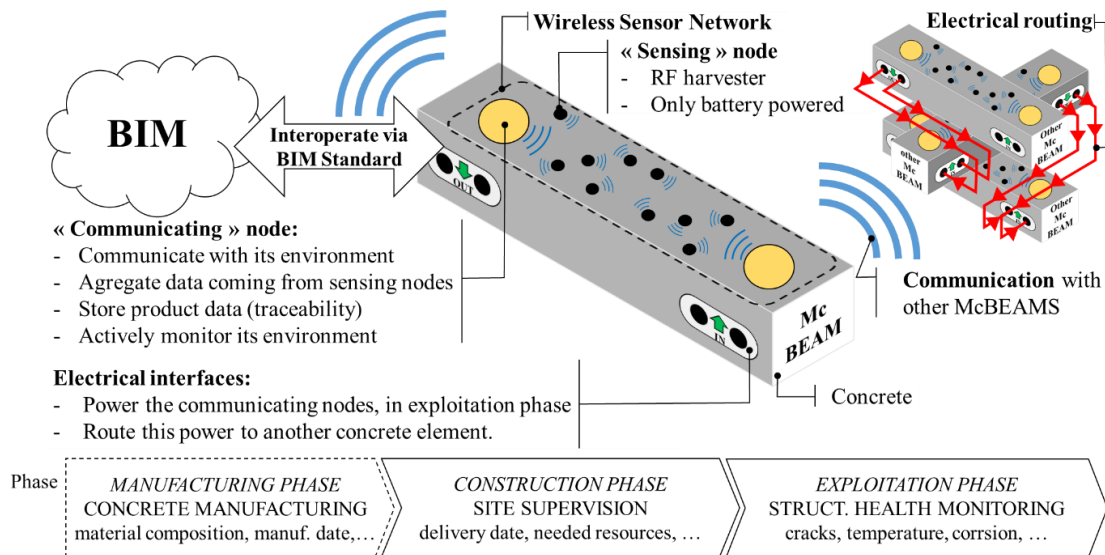


Figure 1. Synopsis du projet McBIM

1.2 Planning initial du projet

Le projet a débuté **administrativement le 01/10/2018** et **scientifiquement le 01/01/2018**. Le planning figure 2 correspond au planning initial envisagé en début de projet.

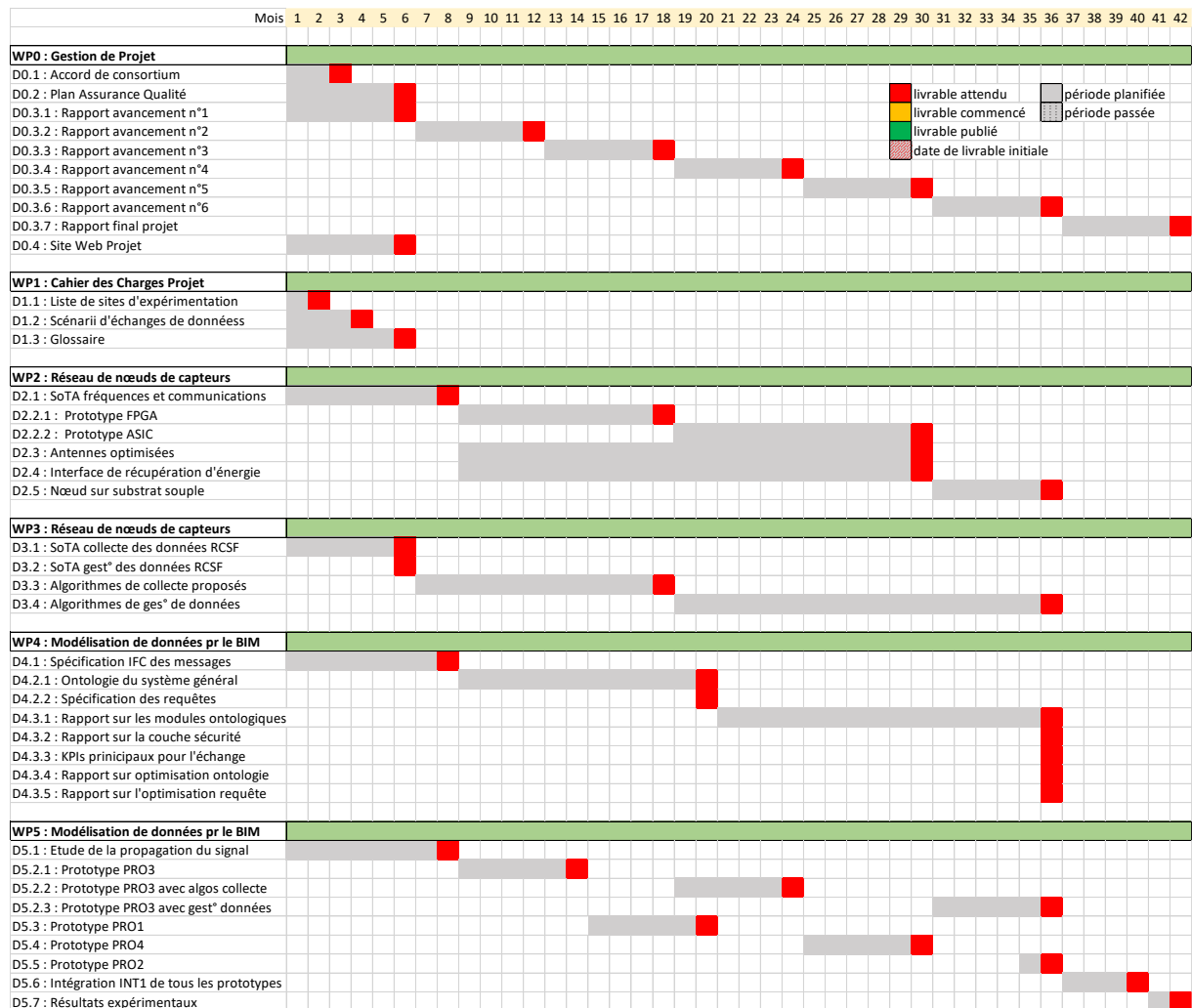


Figure 2. Planning initial M0

1.3 Liste des partenaires du projet en M7

Partner	Name	First name	Current position	Role & responsibilities in the project
CRAN	DERIGENT	William	Associate Professor	Scientific coordinator and technical leader of WP0/WP3
CRAN	DAVID	Michaël	Associate Professor	Expert in communicating materials & logistics
CRAN	EL-HAOUZI	Hind	Associate Professor	Expert in lean construction & logistics
CRAN	WAN	Hang	PhD	Data dissemination
LE2I	ROXIN	Ana-Maria	Associate Professor	Scientific and technical leader of WP4
LE2I	ABDOU	Wahabou	Associate Professor	Expert in wireless sensor networks
LE2I	GINHAC	Dominique	Professor	Expert in smart sensor
LAAS	DRAGOMIRESCU	Daniela	Professor	Scientific and technical leader of WP2
LAAS	TAKACS	Alexandru	Associate Professor	Expert in RF Energy Harvesting
LAAS	LOUBET	Gaël	PhD	Development of ultra-low power transceivers and antenna for communicating nodes
360SC	MONTEGUT	Laurent	Engineer	technical leader of WP1/WP5
360SC	MELLET	Rolland	Engineer	CEO of 360SC

2 Activités scientifiques

Au cours de ces 6 premiers mois, le consortium McBIM a travaillé sur les points suivants

2.1 Cahier des charges du projet et cas d'études

Le consortium a commencé à travailler sur le cahier des charges du projet et des différents cas d'études au travers de deux actions détaillées ci-après.

1 / Analyse fonctionnelle du « système » McBIM sur la phase d'exploitation

Cette action a permis d'identifier une liste de 16 fonctions de service potentielles pouvant être réalisées par le composant en préfabriqué de matière communicante (ou CPMC). La figure 3 est un extrait de l'analyse fonctionnelle réalisée (diagramme des éléments du milieu extérieur).

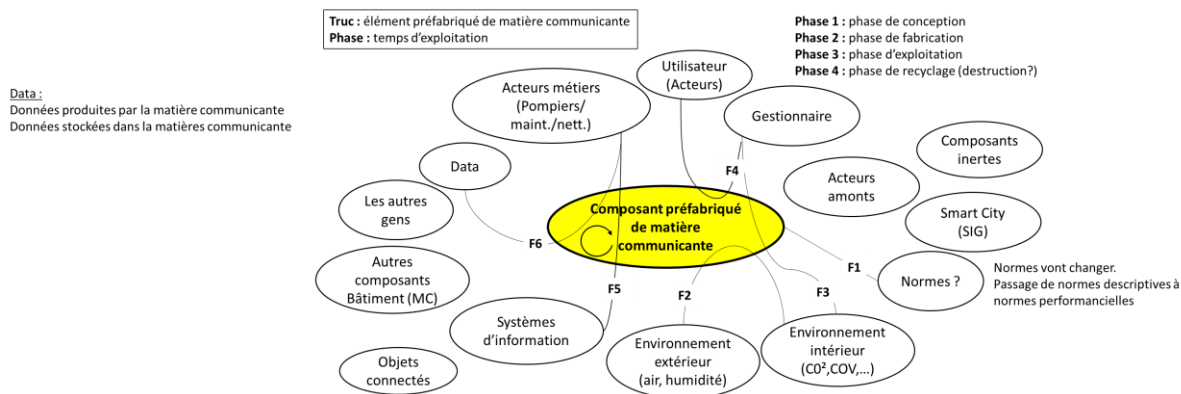


Figure 3. Extrait de l'analyse fonctionnelle

Cette liste peut être réduite à 5 fonctions techniques (FT1 à FT5) :

- FT1 : Echanger les informations sur le béton communicant et sur le réseau de bétons communicants (effet « mesh ») ;
- FT2 : Mesurer les constantes physiques du truc et du réseau de trucs / de l'environnement du truc ;
- FT3 : Collecter des données du réseau de bétons communicants (externes ou internes) ;
- FT4 : Sécuriser les échanges entre béton communicant et avec l'environnement extérieur ;
- FT5 : Mettre en relation les acteurs avec les systèmes d'information distants.

L'ensemble de cette analyse est disponible au sein du document [D1.2.1 – Analyse fonctionnelle système McBIM.pptx](#) stocké sur le site web.

2 / Analyse des processus d'échanges de données ayant lieu tout au long du cycle de vie du béton communicant

Cette analyse a permis de cartographier à l'aide du formalisme BPMN les processus dans lesquels le béton communicant est impliqué tout au long de son existence. Elle a aussi permis de préciser notre vision des cas d'études possibles pour la matière communicante. Elle est disponible dans le document [D1.2.2 - Processus complet BPMN – commentaires.pdf](#) présent sur le site web.

Ces deux derniers documents sont une première phase vers une expression plus claire des besoins du projet McBIM. Il reste cependant à réaliser la synthèse des deux documents. Elle sera finalisée courant des mois de septembre/octobre 2018 et constituera le livrable D1.2.

2.2 Définition de l'architecture McBIM

Cette première analyse fonctionnelle a été suivie de l'étude de l'architecture organique du système McBIM, sur laquelle ont été placées les différentes fonctions techniques identifiées précédemment. Actuellement, nous considérons que l'architecture McBIM se scinde en deux sous-parties reliées entre elles, une de ces parties étant dans le « monde réel » (physique) et l'autre dans le « monde digital » (numérique), comme représenté sur la figure 4.

Un élément en béton communicant est donc constitué d'une partie physique (l'élément de béton équipé d'éléments communicants) et d'une partie numérique (son avatar numérique). Ces deux parties sont liées entre elles au moyen d'un lien cyber-physique permettant d'associer un élément physique à son avatar numérique. Elle permet en outre de faire transiter des données depuis l'élément physique vers son double numérique (données collectées) ou à l'inverse depuis le double numérique vers la partie physique (données de configuration).

Le CPMC (ou « Truc McBIM » sur la figure) est composé de béton augmenté de nœuds de capteurs qui vont permettre de mesurer des propriétés physiques (capteurs), de stocker des données (identité du produit et données générées par le capteur à minima) et d'en faire une interprétation (règles et/ou calculs simples). Cet élément sera aussi équipé d'un ou plusieurs transmetteurs permettant au béton communicant de se connecter aux autres éléments de béton communicant, à un acteur intéressé par les mesures relevées ou au monde digital par le biais d'internet.

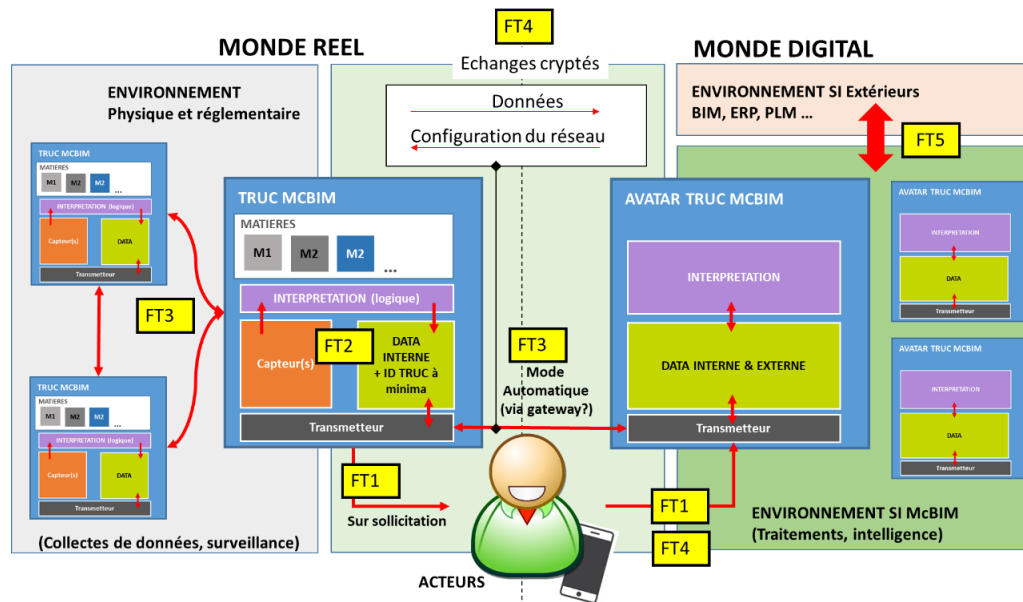


Figure 4. Architecture organique système McBIM

Cette analyse ainsi que les différentes visions proposées par les membres du consortium sont disponibles dans le document [D1.2.1 – Analyse fonctionnelle système McBIM.pdf](#).

Cette première architecture a alors été suivie d'une analyse plus fine de l'architecture matérielle de la partie physique, i.e du réseau de nœuds de capteurs à intégrer dans le béton. La structure envisagée est présentée figure 5.

Chaque élément de béton communicant est équipé de deux types de nœuds :

- Les nœuds *SN* (pour *Sensitive Node*) sont des nœuds permettant la mesure de constantes physiques dans le matériau. Les types de mesure envisagés pour l'instant étant la température, l'humidité, les contraintes mécaniques et la corrosion. Ces nœuds *SN* possèdent une communication unidirectionnelle qui ne permet que l'envoi et non la réception de données. Ils seront alimentés par WPT (Wireless Power Transfer). Du fait des limites du WPT, ils devront présenter une consommation d'énergie minimale. La structure d'un nœud *SN* est détaillée figure 6 ;
- Les nœuds *CN* (pour *Communicating Node*) sont des nœuds permettant de construire le réseau de nœuds, en intégrant deux interfaces de communication. La première permet aux nœuds de capteurs de dialoguer entre eux via un protocole de communication qui pourra être spécifique pour résoudre les problèmes liés à la pénétration des ondes électromagnétiques dans le béton (ces problèmes seront précisés plus tard dans le document, partie 2.5). L'utilisation de ce protocole spécifique aura en outre l'intérêt de sécuriser les communications entre les différents nœuds *SN* et *CN*. La deuxième interface permet aux nœuds *CN* de communiquer avec leur environnement via internet et de recevoir/envoyer des données depuis/vers leurs avatars numériques. La structure d'un nœud *CN* est présentée figure 7.

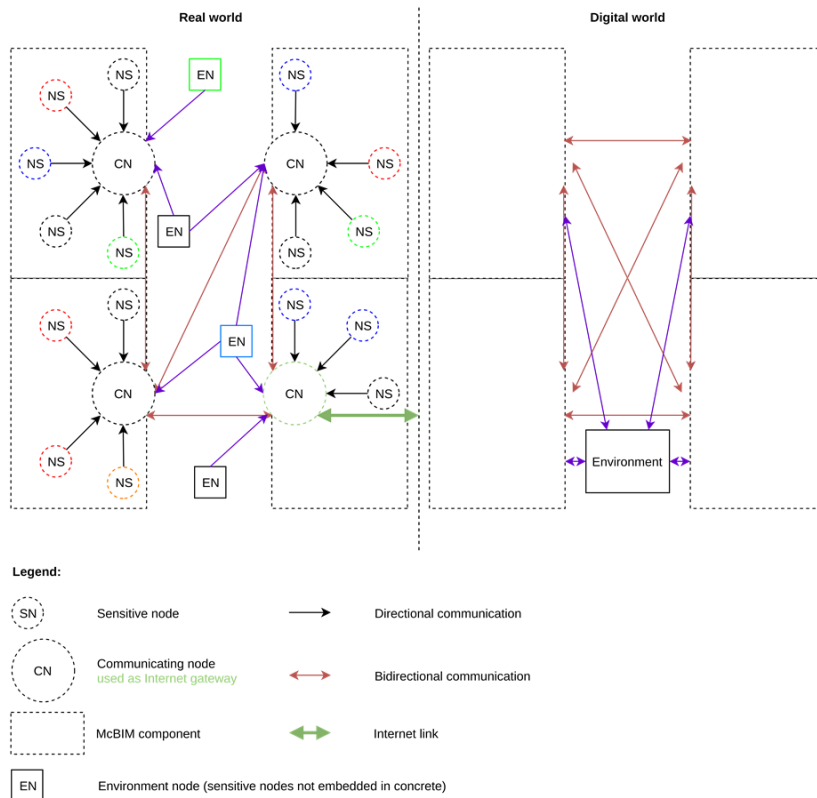


Figure 5. Architecture matérielle envisagée

Les distances de communication envisagées entre nœuds CN et SN sont de l'ordre de quelques mètres (maximum une dizaine de mètres) et dépendront très fortement des résultats des expériences qui seront mises en œuvre à la rentrée 2018.

L'ensemble des caractéristiques de cette architecture matérielle peut être retrouvé dans le document [D2.1 - McBIM - Architectures matérielles.pdf](#) présent sur le site web.

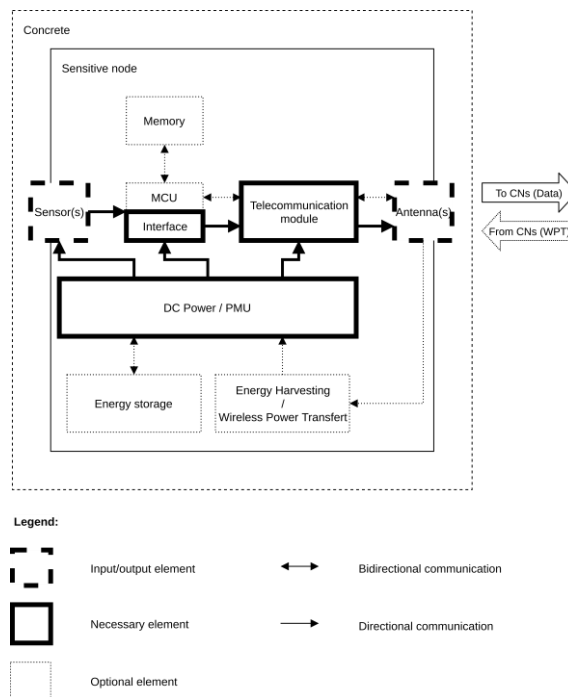


Figure 6. Sensitive node architecture

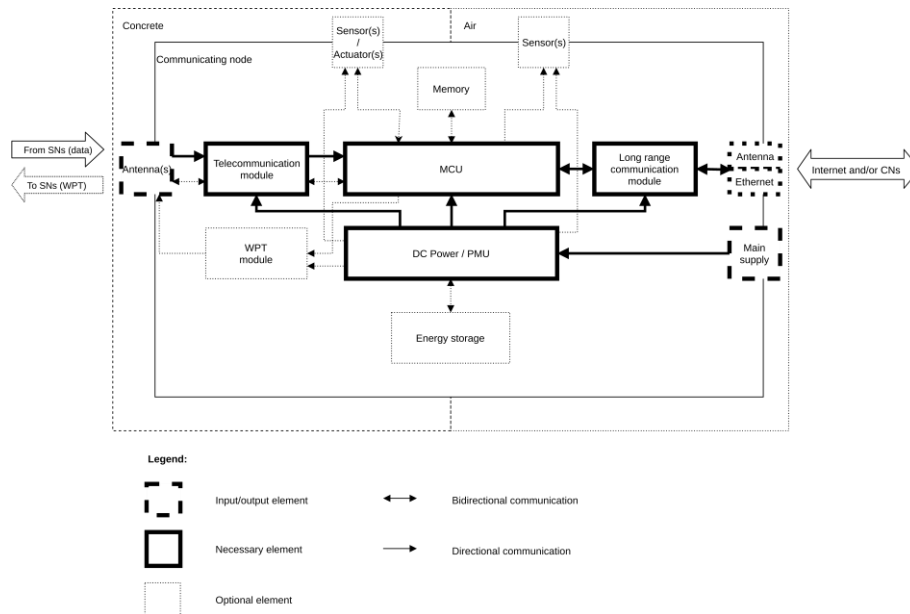


Figure 7. Communicating node architecture

2.3 Etats de l'art

Les Work Packages (WPs) scientifiques 2 et 3 respectivement dédiés à la conception du réseau de nœuds de capteurs sans fil et à la gestion de données du système McBIM ont débuté en janvier 2018. Ces deux WPs ont entamé des états de l'art sur les problématiques scientifiques associées au projet McBIM.

Le WP2 a produit un premier document sous la forme d'une présentation de l'état de l'art sur les réseaux de capteurs sans-fil dédiés à la surveillance de structures. Ce document intitulé [D2.1.1 - Etat de l'art - version initiale.pdf](#) est disponible sur le site web. Le livrable final est prévu pour fin août.

Le WP3 a produit un état de l'art intermédiaire traitant de deux sous-problèmes : 1) la collecte de données dans les réseaux de capteurs sans fil et 2) l'architecture du système d'information à mettre en œuvre dans le monde numérique. Cet état de l'art est disponible sur le site web dans le document [D.2.1-D2.2 - etats de l'art WP2.pdf](#) et constitue les livrables 2.1 et 2.2 du WP2.

2.4 Première phase d'expérimentation

La communication intra-béton envisagée dans le projet McBIM est ambitieuse. Il est nécessaire de faire des expérimentations pour tester la faisabilité de cette communication. Le LAAS et 360SC ont déjà eu des échanges sur ce point, et le LAAS a produit une première spécification des tests qui reste à être validé par 360SC. Ce document intitulé [D.5.1.1 - Caracterisation des echantillons.pdf](#) disponible sur le site web.

2.5 Difficultés scientifiques soulevées

Actuellement, des difficultés scientifiques importantes ont été identifiées dans la réalisation de l'architecture matérielle. En effet, la constante diélectrique du béton et l'angle de perte du béton mesurés dans les publications scientifiques tendent à plaider pour une distance de communication intra-béton faible et un WPT difficile à mettre en œuvre. Les expérimentations menées dans le cadre du WP5, prototype 1, permettront de confirmer ou d'infirmer ces faits, et aussi d'identifier les recettes de béton les plus compatibles avec nos dispositifs.

3 Activités de projet

3.1 Réunion (visioconférences + général Meeting)

Le consortium McBIM s'est réuni en présentiel ainsi qu'en visioconférence. Les dates sont les suivantes :

- 20 novembre 2017: Kick- Off Meeting, ENSAM Paris;
- 31 janvier 2018 : Réunion présentielle sur l'analyse fonctionnelle, ENSAM Paris ;
- 08 mars 2018 : Réunion en visioconférence sur les résultats de l'analyse fonctionnelle et sur l'architecture organique ;
- 9 mai 2018 : Réunion en visioconférence portant sur l'architecture matérielle ;
- 29 mai 2018 : Réunion en visioconférence entre 360SC, le LAAS et le CRAN sur des questions portant sur l'architecture matérielle ;
- 29 juin 2018 : Réunion en visioconférence pour fixer l'architecture matérielle et faire le bilan des avancées du projet à J+6.

Des compte-rendus sont disponibles pour chacune des réunions.

3.2 Accord de consortium

Depuis le 17/11/2018, le consortium McBIM a alerté ses différentes tutelles afin de les informer du besoin d'un accord de consortium pour le projet ANR McBIM. Malgré de nombreuses relances, nous avons des retours que récemment. Un premier projet a été envoyé aux partenaires par la cellule juridique de L'Université de Lorraine le 22 juin 2018, et elle estime qu'il devrait être possible de signer l'accord pour septembre.

4 Bilan des livrables dus à M7

Le tableau 1 présente l'état des livrables en M7. Les livrables en vert ont été réalisés, les livrables en orange sont en retard d'un mois, les livrables en rouge de plus d'un mois. Les livrables très en retard sont l'accord de consortium qui devrait être signé en M9, la liste des sites d'expérimentation que nous aurons en M9 et les scénarii d'échanges de données qui ont déjà été débutés mais pas encore finalisés (comme expliqué au point 2.1 – partie 2). Ils devraient être terminés pour M9.

Tableau 1. Bilan des livrables dus en M7

WP	Deliverable Title	Initial Date	New planned date	Resp.	Status
0	D0.1: Consortium Agreement plan	M3	M9	CRAN	Started
0	D0.2: Quality Assurance plan	M6	M9	CRAN	Not Started
0	D0.3x: Project reports (6-month and final reports)	M6-M42		CRAN	Done (M7)
0	D0.4: Project portal	M6		CRAN	Done (M3)
1	D1.1: List of project experimentation sites	M2	M9	360SC	Started
1	D1.2: Report on the different scenario of data exchanges	M4	M9	360SC	Started
1	D1.3: Data glossary	M6	M10	360SC	Not Started
3	D3.1: Report on data dissemination and retrieval techniques	M6		CRAN	Done
3	D3.2: Report on algorithms for sensor database management	M6		CRAN	Done

5 Activités de dissémination

Les acteurs du projet McBIM ont déjà commencé à faire connaître le projet par le biais de divers évènements :

Présentations :

- Ana Roxin, LE2I, Présentation pour l'ouverture du congrès Building Smart International 2018 (<https://www.slideshare.net/anaroxin/linked-data-applications-for-bim>)
- Gaël Loubet, LAAS, Organisation d'un poster à l'école d'été Summer School CPS 2018 (<https://cps2018.sciencesconf.org/>)
- William Derigent, CRAN, Présentation projet McBIM lors d'une conférence invitée à l'école d'été Summer School CPS 2018.

Des présentations du projet en fin d'année sont déjà prévues (GDR Macs et Build&Connect2018 en novembre 2018)

Articles :

- 360SC, « Le béton connecté n'est plus de la science-fiction », Batimag n°6, juin 2018

Planning du projet mis à jour

Le planning de projet mis à jour est le suivant :

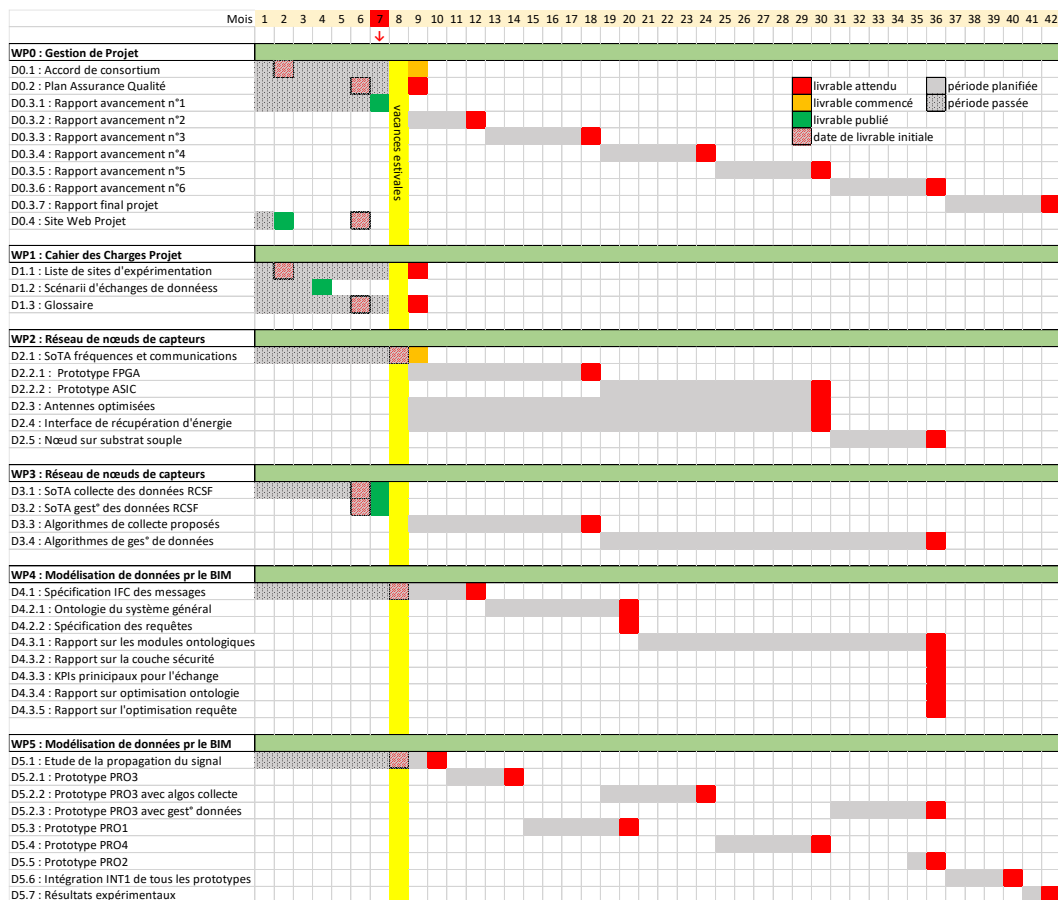


Figure 8. Planning mis à jour en M7