

PROGRAMME E3S – FEUILLE DE ROUTE

ATELIER – 5 – LE CHANTIER DANS LA VILLE

Présentation de l'atelier	
Mots clés	Flux – mobilité – capteurs - instrumentation - Chorégraphie de service
Contexte	<p>Cet atelier a pour objectif la prise en compte des enjeux et impacts d'un chantier dans la ville. Il vise à proposer des solutions pour la questions des flux du chantier de personnes et de matériel, mais s'intéresse aussi au problème d'intégration du chantier dans la ville et de la demande de maîtriser les impacts sur les populations riveraines. Il s'agit donc de pouvoir proposer des solutions sur les aspects « trajets » (des personnes, des véhicules) avec instrumentation et capteurs, mais aussi de prendre en compte les aspects sanitaires (pollution) et les nuisances du chantier (bruit, poussières). Il est important en effet de rappeler les enjeux sur la déconstruction sur site : 85000m3 de béton concassé sur place, issu de la déconstruction du site.</p> <p>En terme d'optimisation des itinéraires chantiers, il est rappelé que les chantiers glissants des trois phases prévues vont aussi devoir s'articuler avec les déplacement des habitants et prendre en compte l'articulation avec les chantiers du tramway adjacents.</p>
Description du projet	<p>L'atelier "Chantier dans la ville " est composé de trois actions. Les deux premières actions concernent la mise en oeuvre d'un réseau de capteurs et d'outils de mesure de flux pour la récupération de données liées à l'activité du chantier. La seconde action s'intéresse au traitement des données hétérogènes collectées sur le site du chantier, dans le but de cartographier les corrélations entre les données (par exemple entre le bruit et la pollution), de mesurer l'impact du chantier et de proposer de nouveaux services pour l'optimisation du chantier basés par exemple sur une chorégraphie de service permettant d'adapter dynamiquement la configuration du chantier en fonction des situations. La troisième action porte sur la mesure et la prise en compte de la poussière générée par le chantier et son impact sur la santé.</p> <p>Nous précisons les verrous scientifiques associés à ces trois actions:</p> <p>verrous 1: Concevoir une approche générique de conception, de dimensionnement et de maintenance d'un réseau de capteurs hétérogènes.</p> <p>verrous 2: Mettre en place une chorégraphie de services cohérente à partir de données issues de capteurs hétérogènes.</p> <p>verrous 3: Traitement de données hétérogènes pour l'optimisation des flux de personnes et de matériaux sur un chantier.</p> <p>verrous 4: Quantification de la qualité des nettoyages réalisés sur les surfaces concernées pour la préconisation de méthodes de protection individuelle relative aux méthodes sélectionnées.</p> <p>Méthodologie employée: méthodologie type scrum</p>
Résultats, livrables	<p>L'action 1 composée de 4 livrables, permettra d'avoir un réseau de collecte des données du chantier opérationnel ainsi que des outils de mesure de flux du chantier (solution Altaroad +TI)</p> <p>L'action 2 composée de 4 livrables, permettra de proposer des stratégies de traitements des données hétérogènes utiles à la mise en oeuvre de chorégraphies de services pour gestion des flux du chantier et le déplacement de personnes (guidage contextuel).</p>

	L'action 3 composée d'un livrable, permettra de définir les bonnes pratiques pour la caractérisation, quantification et l'évacuation des poussières émises lors du chantier. Un guide de bonnes pratiques sera réalisé dans le cadre de cette action.

Coordinateur scientifique	
NOM	GEORGE
Prénom	Laurent
Laboratoire	LIGM
Structure	ESIEE
Téléphone	0145926568
e-mail	Laurent.George@esiee.fr

DETAIL DU PROJET SCIENTIFIQUE**ACTION 1 – (PORTEUR: REMI KOCIK, NAWEL ZANGAR) RESEAUX DE CAPTEURS ET OUTILS DE MESURE - CONTRIBUTEURS: ESIEE, UPEM, ALTAROAD****CONTEXTE**

Il va falloir mettre en place des capteurs hétérogènes et complexes. Hétérogène car les capteurs seront dans des espaces publics, privés, dans l'espace extérieur ou attaché à des bâtiments, à maîtrises d'ouvrage différentes, pour des besoins en terme de fiabilité et de communication différents.

Comment dimensionner un réseau de capteurs, prédire sa durée de vie et son coût associé ?

Il s'agit donc de proposer une modélisation du système pour :

- un dimensionnement du réseau de capteurs
- le choix des capteurs fournis (même par des équipementiers différents) en fonction des données à remonter
- le choix des protocoles de communication pour la remontée d'information (4G, 5G, Lora, 802.15.4, ...)
- proposition d'une centralisation avec inter-opérabilité fourni par des interlocuteurs différents
- génération des logiciels (approche génie logiciel)
- la question budgétaire et les financements.

Les CAPTEURS doivent être abordés dans leur double nature :

- Outils de captation,
- Outils de communication

Et en parallèle, le réseau doit être organisé selon :

- Une Couche acquisition,
- Une couche communication.

En termes de communication, on s'intéresse ici aux différentes solutions envisageables: Lora, SigFox, 802.15.4, et les évolutions des réseaux d'opérateurs: 4G et 5G en fonction du type de données à partager et de la qualité de service requise. Les choix des technologies (avec des prix différents) devront se faire selon les caractéristiques des données et selon une classification des services à prioriser en termes de délai de transmission. Il faudrait pouvoir expliquer la chaîne [Capteurs => données => support => délai de transmission / d'exploitation]. Un choix de priorisation des données communication et de routage sera proposé.

Concernant les solutions de comptage, nous souhaitons étudier dans cette action deux solutions:

La première solution développée par ALTAROAD consistera à utiliser des nano-capteurs pour la mesure de la déformation des matériaux pour caractériser les quantités de produits livrés. ALTAROAD fournira des informations en temps réel sur les entrées sorties des véhicules (type de véhicule, nb d'essieux, poids, trajectoire) pendant la durée du chantier. La solution ALTAROAD fournira des données sur les poids lourds du chantier grâce à un système intégré (capteurs + plateforme avec les algorithmes de reconnaissance et mesure du poids).

La seconde solution consistera à un développer un système de comptage non pas par capteurs mais avec des ondes (solution développée par TI: Texas Instrument). L'objectif sera de pouvoir différencier les types de véhicules et d'associer la captation de bruit et de pollution résultant du déplacement de ces véhicules. Le comptage des personnes permet de mesurer le nombre de personnes exposées aux polluants et aux nuisances dans le temps.

Plusieurs sujets abordés :

- Sujet sur la pollution de l'air intérieur des bâtiments à proximité des chantiers ?
- Sujet sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments en phase exploitation ? la question du confort, corrélation entre qualité de l'air, confort thermique et optimisation de la facture énergétique et des équipements notamment de ventilation
- Sur les (nouveaux) usages liés aux données ? cf expérience d'Efficacy sur la Défense.

DESCRIPTION DE L'ACTION

Le système doit être pensé comme une architecture ouverte qui permet de reconfigurer les capteurs.

En amont, les utilisateurs doivent se poser les questions suivantes :

- **Le diagnostic des éléments collectables** : quelles éléments (bruit ? pollution activité ? ce qu'on dégage ?) ? Quelles méthodologies de mesures ?
- **Les capteurs à mettre en place** : Identifier l'ensemble des capteurs et des relevés
- **Les technologies réseau adaptées pour la collecte** : Les protocoles, les modes de routage et d'exploitation (quelles technologies réseau) ?
- **L'exploitation** : L'utilisation des données quel types d'information, quelles services, quelles réactions attendues ? jusqu'où on va : uniquement en phase en chantier ? en phase exploitation ?

verrous 1: Concevoir une approche générique de conception, de dimensionnement et de maintenance d'un réseau de capteurs hétérogènes.

La réalisation d'un noeud de Réseau de Capteurs sans fil (WSN Wireless Sensor Network) consiste à concevoir une architecture matérielle électronique programmable communicante et à implanter sur celle-ci des algorithmes de calcul, de mesure et de communication et éventuellement de localisation. Ces nœuds sont ensuite associés pour constituer le réseau. Les capteurs et le logiciel sur chaque élément du réseau doivent être configurés et souvent particularisés. La recherche de performances à moindre coût (financier, énergétique,...) conduit à définir des WSN de plus en plus complexes et optimisés. Leurs cycles de développement, de déploiement et d'exploitation nécessitent différentes étapes : conception matérielle, développement logiciel, configuration, déploiement, tests et exploitation des données, maintenance et reconfiguration. Dès que le nombre de capteurs qui compose le réseau dépasse quelques unités (échelle d'un habitat, d'une ville...), il devient nécessaire de disposer d'outils permettant d'automatiser le plus possible ces étapes en assurant la cohérence des développements. Ces outils doivent aussi permettre d'effectuer des choix de conception pertinents en termes d'optimisation.

Méthodologie appliquée:

Une méthodologie et des outils basés sur une démarche de conception dirigée par les modèles (model-driven development) peut être envisagée afin d'obtenir automatiquement un code exécutable pour chaque capteur à partir d'une description haut niveau de l'architecture matérielle (interfaces, protocole de communication, topologie du réseau,...), des algorithmes, et des contraintes (temps réel, consommation d'énergie,...).

Cette méthodologie vise à réunir les étapes de conception dans un même environnement multivues (multi-facettes) autorisant la conception conjointe du logiciel embarqué (calcul), de la configuration matérielle et des communications (média et protocole), ceci afin d'assurer la cohérence des choix de conception et éventuellement mesurer/simuler leur impact sur les performances/QoS du WSN le plus tôt possible dans le cycle de développement. Ainsi, par exemple, on pourra montrer l'impact d'une modification du protocole de communication sur les caractéristiques globales du WSN telles que le coût, la consommation énergétique, l'autonomie, la charge du réseau...

CALENDRIER ET LIVRABLES

Durée de l'action 1: 18 mois (T0- T0+18)

Livrables pour l'action 1:

- T0+3: Livrable L1.1: Recensement des types de données mesurées sur le chantier (nature, priorité, fréquence de remontée)
- T0+9: Livrable L1.2: Spécification technique et fonctionnelle des capteurs déployés sur le site et des outils de mesure (Altroad et TI)
- T0+14: Livrable 1.3: Approche génie logiciel pour la synthèse des applications des capteurs
- T0+18: Spécification des passerelles réseaux multi-protocoles (Lora/802.15.4/WiFi) pour la remontée des données mesurées

CONTEXTE

Un chantier comporte différentes phases dont les impacts sur l'environnement, les personnels impliqués dans le chantier et les personnes circulant dans la zone du chantier doivent être maîtrisés. L'objectif de cette action est de proposer de nouveaux services d'analyse des données générées par l'action 1 pour la mobilité des personnes et de véhicules présents sur le chantier. Ces nouveaux services seront basés sur les traitements de données remontées par les capteurs (objets connectés) et les instruments de mesure déployés dans l'action 1 sur le chantier.

Le passage de véhicule en entrée et sortie peuvent générer un ensemble de données liées à la cartographie avec une corrélation entre le bruit et la pollution. L'objectif sera de comprendre les impacts des flux du chantier pour anticiper les mesures à prendre dans l'intérêt des habitants et des travailleurs. Une mesure de l'impact carbone pour les différents types de produits délivrés est également envisagée.

La chorégraphie de service devra permettre d'adapter la configuration du chantier en fonction de ses différentes phases. Cette chorégraphie de services mettra à disposition:

- Une signalétique programmable : installée sur le chantier (feu rouge, sens interdit, ...) dont la configuration pourra évoluer en fonction de l'activité du chantier. La signalétique permettant de définir les trajets à suivre par les différentes personnes impactées par le chantier en fonction des situations (pollution, poussières importantes dans la zone, ...) et des besoins (livraisons de matériaux prioritaire, ...)
- Des services d'Information en temps réel à destination des ouvriers et du grand public (phases en cours, pollution générées, zones à éviter, ...)
- Une gestion de l'activité sur le chantier: accès facilité (ouvriers, camions) au chantier (guidage), contrôle d'accès (gestion des niveaux d'accès: tout public, personnels du chantier uniquement)

La chorégraphie de service s'appuiera sur des services de géolocalisation des personnel et des véhicules dans la zone du chantier:

- Développement d'un système embarqué communicant en interaction avec le réseau ADHOC, mis à disposition des personnels ayant accès au chantier.
- Déploiement de solutions de guidage sur le chantier à destination des ouvriers.

DESCRIPTION DE L'ACTION

verrous 2: Mettre en place une chorégraphie de services cohérente à partir de données issues de capteurs hétérogènes.

L'objectif de cette action est d'expérimenter différentes stratégies de traitement des données hétérogènes collectées issues de l'action 1 (travaux de l'Ifsttar) et de mettre en oeuvre la chorégraphie de services à partir de données consolidées. Nous souhaitons proposer une extension du projet BEC3 initié dans l'équipe LRT du LIGM dont la preuve de concept a été financée par la SATT.

Méthodologie appliquée:

Nous commencerons par la réalisation d'une ontologie pour la représentation de données hétérogènes. Nous étudierons le traitement de ces données hétérogènes pour extraire de l'information utile. Nous développerons ensuite un outil permettant de définir un scénario de chorégraphie basée sur ces données utiles en garantissant la cohérence de celle-ci (absence d'inter-blocage, précise de décision cohérente et sûre). Par exemple, la signalisation d'un croisement de deux routes doit rester cohérente (si le feu est au vert pour l'une, le feu doit être au rouge pour l'autre route). Nous proposerons finalement un intégration de cet outil dans la plateforme BEC3 du LIGM.

CALENDRIER ET LIVRABLES

Durée de l'action 2: 24 mois (T0+12 - T0+36)

T0+12 - T0+16: Livrable L2.1: Ontologie pour la chorégraphie de service

T0+16 - T0+26: Livrable L2.2: Outil de validation de la cohérence d'une chorégraphie de service

T0+16 - T0+30: Livrable L2.3: Spécification d'une solution de chorégraphie de service sur le chantier intégrée à BEC3

T0+18 - T0+36: Livrable L2.4: Spécification d'une solution de guidage adaptée à la situation du chantier

CONTEXTE

Il s'agit de partir d'une compétence actuelle sur le patrimoine et la gestion des poussières générées par la rénovation avec impact sur la santé des travailleurs pour l'adapter au sujet de la déconstruction.

Actuellement une méthodologie existe permettant de recouper les surfaces de nettoyage des bâtiments avec le dégagement généré (lors du nettoyage... ou de la déconstruction) : les poussières respirées, inhalées. L'acquisition des données à l'échelle du nettoyage associé au développement de capteur qualifiant et quantifiant ces dégagements de poussières permettrait une extrapolation plus large à l'échelle du chantier; Il s'agit de dégager de cette méthodologie une trame pour contribuer à la normalisation sur d'autres paramètres liés à la déconstruction. La méthode actuelle a cerné les questions des poussières de plomb (liées à l'essence + industrie + élément de bâtiment) + fumée (indicateurs CRAMIF).

- ALTAROAD fournira l'horodatage, la catégorisation ainsi que le poids des véhicules entrants et sortants (toupis béton, évacuation des déblais, véhicules légers) sur le chantier pour permettre une corrélation précise avec les mesures de pollution et déterminer l'impact des flux sur les poussières générées.

Pour quels besoins ? C'est une question de lien avec le pôle Santé et de lien avec la biodiversité pour le projet.

DESCRIPTION DE L'ACTION

Nous proposons donc de déterminer des chantiers tests où le diagnostic des poussières susceptibles d'être émises lors d'un chantier de nettoyage ou de déconstruction pourrait être réalisé. Cette phase de diagnostic devra comparer différentes méthodes de mesures des éléments chimiques déposés sur les façades (fluorescence X, lingette, prélèvements solides). Puis il s'agira de comparer l'ensemble des méthodes de nettoyage existantes sur le marché du BTP et de la restauration des monuments historiques. Au cours des essais nous qualifierons et quantifierons les poussières émises au cours des nettoyages en fonction du temps d'exposition avec l'aide d'un laboratoire de contrôle certifié (CRAMIF). Nous estimerons les méthodes susceptibles de dépolluer une surface en amont d'un nettoyage plus invasif. Nous évaluerons enfin la qualité des nettoyages réalisés sur les surfaces concernées et nous préconiserons les méthodes de protection individuelle relative aux méthodes sélectionnées. Cette recherche doit se réaliser en collaboration avec des experts de l'environnement (laboratoire lisa upec) et de la santé via L'INSERM.

CALENDRIER

12 mois de contrat d'un ingénieur de recherche (T0+18 - T0+30)

LIVRABLES

Ce volet de recherche vient nourrir celui à plus grande échelle, du chantier moderne. Les résultats délivrés sous forme de recommandations ou guide pratique pour les maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage (adaptation des méthodes de travail, protection des travailleurs) seront un outil précieux d'aide à la décision., mise au point de nouveaux capteurs pouvant mesurer en temps réel ces émissions de poussières toxiques, mise au point de nouvelles méthodes de rénovation limitant le dégagement de poussières toxiques.

T0+30 - L3.1: Guide pratique pour les maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage

