

	<h1>Compte-rendu de fin de projet</h1>	

Projet ANR- 11-SECU-006

SMaRT-Online^{WDN}

Programme CSOSG 2011

A	IDENTIFICATION	2
B	RESUME CONSOLIDE PUBLIC	2
B.1	Instructions pour les résumés consolidés publics	2
B.2	Résumé consolidé public en français	3
B.3	Résumé consolidé public en anglais	6
C	MEMOIRE SCIENTIFIQUE	9
C.1	Résumé du mémoire.....	10
C.2	Enjeux et problématique	10
C.3	Approche scientifique et technique	11
C.4	Résultats obtenus	11
C.4.1	Génération d'alarme	11
C.4.2	Placement optimal de capteurs pour de grands réseaux	12
C.4.3	Modèle de transport	12
C.4.4	Simulation en temps réel	13
C.4.5	Identification des sources	13
C.4.6	Evaluations des risques	14
C.4.7	Réseau pilote et application	14
C.5	Exploitation des résultats	15
C.6	Discussion.....	15
C.7	Conclusions.....	16
C.8	Références	16
D	LISTE DES LIVRABLES	18
E	IMPACT DU PROJET.....	21
E.1	Indicateurs d'impact	21
E.2	Liste des publications et communications.....	22
E.3	Liste des éléments de valorisation	24
E.4	Bilan et suivi des personnels recrutés en CDD (hors stagiaires) ..	26

Ce document est à remplir par le coordinateur en collaboration avec les partenaires du projet. L'ensemble des partenaires doit avoir une copie de la version transmise à l'ANR.

Ce modèle doit être utilisé uniquement pour le compte-rendu de fin de projet.

A IDENTIFICATION

Acronyme du projet	SMaRT-Online ^{WDN}
Titre du projet	Boîte à outils pour la gestion en temps réel de la sécurité et pour la fiabilité des réseaux de distribution d'eau
Coordinateur du projet (société/organisme)	Olivier Piller (Irstea)
Période du projet (date de début – date de fin)	01 avril 2012 31 mars 2015
Site web du projet, le cas échéant	http://www.smart-onlinewdn.eu/

Rédacteur de ce rapport	
Civilité, prénom, nom	M. Olivier PILLER
Téléphone	+33 5 57 89 08 27 / +33 6 89 48 48 35
Adresse électronique	olivier.piller@irstea.fr
Date de rédaction	15 mai 2015

Si différent du rédacteur, indiquer un contact pour le projet	
Civilité, prénom, nom	
Téléphone	
Adresse électronique	

Liste des partenaires présents à la fin du projet (société/organisme et responsable scientifique)	Partenaires français : Irstea (Olivier PILLER) CUS (Jean-Marc WEBER) ENGEES (Caty WEYREY) VEDIF (Cédric FELIERS) Partenaires allemands : BWB (Fereshte SEDEHIZADE) IOSB (Thomas BERNARD) TZW (Andreas KORTH) 3S Consult (Jochen DEUERLEIN)
---	---

B RESUME CONSOLIDE PUBLIC

Ce résumé est destiné à être diffusé auprès d'un large public pour promouvoir les résultats du projet, il ne fera donc pas mention de résultats confidentiels et utilisera un vocabulaire adapté mais n'excluant pas les termes techniques. Il en sera fourni une version française et une version en anglais. Il est nécessaire de respecter les instructions ci-dessous.

B.1 INSTRUCTIONS POUR LES RESUMES CONSOLIDES PUBLICS

Les résumés publics en français et en anglais doivent être structurés de la façon suivante.

Titre d'accroche du projet (environ 80 caractères espaces compris)

Titre d'accroche, si possible percutant et concis, qui résume et explicite votre projet selon une logique grand public : il n'est pas nécessaire de présenter exhaustivement le projet mais il faut plutôt s'appuyer sur son aspect le plus marquant.

Les deux premiers paragraphes sont précédés d'un titre spécifique au projet rédigé par vos soins.

Titre 1 : situe l'objectif général du projet et sa problématique (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 1 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 1 précise les enjeux et objectifs du projet : indiquez le contexte, l'objectif général, les problèmes traités, les solutions recherchées, les perspectives et les retombées au niveau technique ou/et sociétal

Titre 2 : précise les méthodes ou technologies utilisées (150 caractères max espaces compris)

Paragraphe 2 : (environ 1200 caractères espaces compris)

Le paragraphe 2 indique comment les résultats attendus sont obtenus grâce à certaines méthodes ou/et technologies. Les technologies utilisées ou/et les méthodes permettant de surmonter les verrous sont explicitées (il faut éviter le jargon scientifique, les acronymes ou les abréviations).

Résultats majeurs du projet (environ 600 caractères espaces compris)

Faits marquants diffusables en direction du grand public, expliciter les applications ou/et les usages rendus possibles, quelles sont les pistes de recherche ou/et de développement originales, éventuellement non prévues au départ.

Préciser aussi toute autre retombée= partenariats internationaux, nouveaux débouchés, nouveaux contrats, start-up, synergies de recherche, pôles de compétitivités, etc.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.

Informations factuelles

Rédiger une phrase précisant le type de projet (recherche industrielle, recherche fondamentale, développement expérimental, exploratoire, innovation, etc.), le coordonnateur, les partenaires, la date de démarrage effectif, la durée du projet, l'aide ANR et le coût global du projet, par exemple « Le projet XXX est un projet de recherche fondamentale coordonné par xxx. Il associe aussi xxx, ainsi que des laboratoires xxx et xxx). Le projet a commencé en juin 2006 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de xxx € pour un coût global de l'ordre de xxx € »

B.2 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN FRANÇAIS

Titre d'accroche du projet

Modélisation en temps réel et réseau de capteurs pour l'identification de source de contamination et la gestion des risques des réseaux de distribution d'eau.

Mots-clefs : Réseaux, Sécurité, Temps réel, Réseau de capteurs, Modèle, Analyse des risques.

Objectif général du projet et sa problématique

SMaRT-Online^{WDN} un projet de recherche industrielle pour gérer la sécurité en temps réel des réseaux de distribution d'eau potable.

Les réseaux de distribution d'eau potable sont des infrastructures à risques exposées aux contaminations délibérées ou accidentelles. Jusqu'à présent, aucun système de surveillance n'est capable de protéger un réseau avec une rapidité suffisante. Dans un avenir proche, les services d'eau potable vont installer sur leurs réseaux des capteurs de la qualité de l'eau produisant un flux continu et considérable de données à traiter. L'objectif principal du projet de consortium SMaRT-Online^{WDN} est le développement d'une boîte à outils de gestion de la sécurité en temps réel pour les réseaux de distribution d'eau qui soit fondée sur des mesures tant de la qualité de l'eau que de la quantité. Pour prendre les décisions appropriées et des

contre-mesures, les opérateurs auront besoin de disposer de modèles fiables en ligne pour prédire à la fois l'hydraulique et la qualité de l'eau, et de méthodes d'identification des sources de contamination se fondant sur l'historique des données. L'acquisition de cet énorme flux de données et son traitement sont de réels challenges.

Méthodes ou technologies utilisées

Titre 2 : Surveillance de paramètres physico-chimiques et modélisation temps réel des écoulements pour identifier les sources de contamination dans le réseau de distribution.

Les quatre objectifs de travail suivants ont été définis : 1) Obtenir un modèle de simulation en temps réel de l'état hydraulique et de la qualité de l'eau ; 2) Déterminer un choix optimal de l'emplacement des capteurs pour un système d'alerte précoce et pour caler le modèle de simulation ; 3) Identifier en temps réel des sources de contamination ; 4) Analyser les risques, identifier et évaluer les impacts (réels et ressentis). Huit tâches ont été nécessaires pour réaliser la boîte à outils.

Tâche 1 : Spécification pour la boîte à outils de gestion de la sécurité ;

Tâche 2 : Capteurs intelligents et génération d'alarmes dans des réseaux de distribution d'eau potable ;

Tâche 3 : Emplacement optimal de capteurs pour l'hydraulique et la qualité de l'eau ;

Tâche 4 : Modèle de transport d'un contaminant dans un réseau d'eau. Des simulations CFD sont confrontées à des tests au laboratoire pour étudier le phénomène de dispersion hydrodynamique, et la loi de mélange au niveau des embranchements en T et en croix. Un code unidimensionnel qui est abordable pour un calcul sur des réseaux de grande échelle est déduit des résultats CFD.

Tâche 5 : Implémentation d'un modèle de simulation en ligne ce qui inclut la mise à jour des conditions aux limites et des états des équipements ou paramétrisation, l'agrégation automatique du réseau pour simplifier les calculs et le calage temps réel de la demande avec un focus sur la sécurité du réseau de distribution d'eau ;

Tâche 6 : Identification des sources de contamination, contre-mesures et gestion des risques ;

Tâche 7 : Analyse des risques, évaluation des impacts et perception ;

Tâche 8 : Tests d'application à l'échelle technique et en situation réelle.

Résultats majeurs du projet

Les faits marquants et principales avancées sont les suivants :

- Placement optimal de capteurs multisondes pour un système d'alerte précoce ;
- Génération d'alarme en temps réel ;
- Modélisation en temps réel (avec mise à jour toutes les 10 minutes) rendue possible par simplification de graphe et calage de la demande ;
- Identification de sources de contamination par énumération des emplacements potentiels ;
- Modélisation du Transport dans un réseau avec loi de mélange imparfait pour les embranchements en double T, en N et en croix ;
- Analyse des risques adaptés aux contaminations intentionnelles (chimiques ou biologiques) d'un réseau d'alimentation en eau potable.

Les résultats de SMaRT-Online^{WDN} peuvent de plus être étendus pour un fonctionnement optimal des réseaux. Des économies d'énergie et baisses des émissions de CO₂ sont des tâches hautement prioritaires pour les prochaines générations. L'optimisation du

fonctionnement des pompes en temps réel peut être également réalisée par l'application de techniques temps réel.

L'implémentation de très larges réseaux de capteurs autorisera la traçabilité de l'eau, mais en contrepartie demandera un très fort investissement des opérateurs et des collectivités. Même si des capteurs sans fil sont maintenant disponibles, plusieurs questions stratégiques restent à résoudre, plus spécifiquement : Combien de capteurs doivent être installés pour atteindre un niveau de traçabilité donné, de l'usine de traitement d'eau potable, au robinet du consommateur ? Où sont les meilleurs emplacements ? Peut-on faire fonctionner un tel système en temps réel pour une détection d'événement ? Ce projet fournit des réponses à ces questions et contribue à développer les concepts temps réels et à créer de nouveaux services autour des réseaux de capteur pour la qualité de l'eau et la traçabilité de l'eau.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

Ne pas mettre une simple liste mais faire quelques commentaires. Vous pouvez aussi indiquer les actions de normalisation

Ce projet de recherche industriel a donné lieu à la production de près de 15 articles dans des journaux internationaux et nationaux à comité de lecture et plus de 30 présentations à des conférences internationales.

Les outils logiciels des partenaires Irstea et 3S Consult ont été complétés pour une utilisation en temps réel pour la sécurité des réseaux. Le module de transport de Porteau (©Irstea) a été étendu pour prendre en compte une loi de mélange imparfait au niveau des embranchements en croix et en double T. Il est également possible de réaliser un placement optimal de capteurs multisondes physico-chimiques et d'identifier les sources potentielles de pollution à partir du modèle de transport et des détections positives ou négatives au niveau des capteurs. Le logiciel Sir 3S complète la gestion temps réel par une solution utilisant la technique d'interopérabilité des systèmes industriels : OPC. Les trois opérateurs du consortium bénéficient des résultats et de la technologie de traçabilité, la CUS et VEDIF en France et BWB (Berlin) en Allemagne. A moyen terme, cette technologie pourra impacter l'ensemble des services des eaux.

Illustration

Une illustration avec un schéma, graphique ou photo et une brève légende. L'illustration doit être clairement lisible à une taille d'environ 6cm de large et 5cm de hauteur. Prévoir une résolution suffisante pour l'impression. Envoyer seulement des illustrations dont vous détenez les droits.

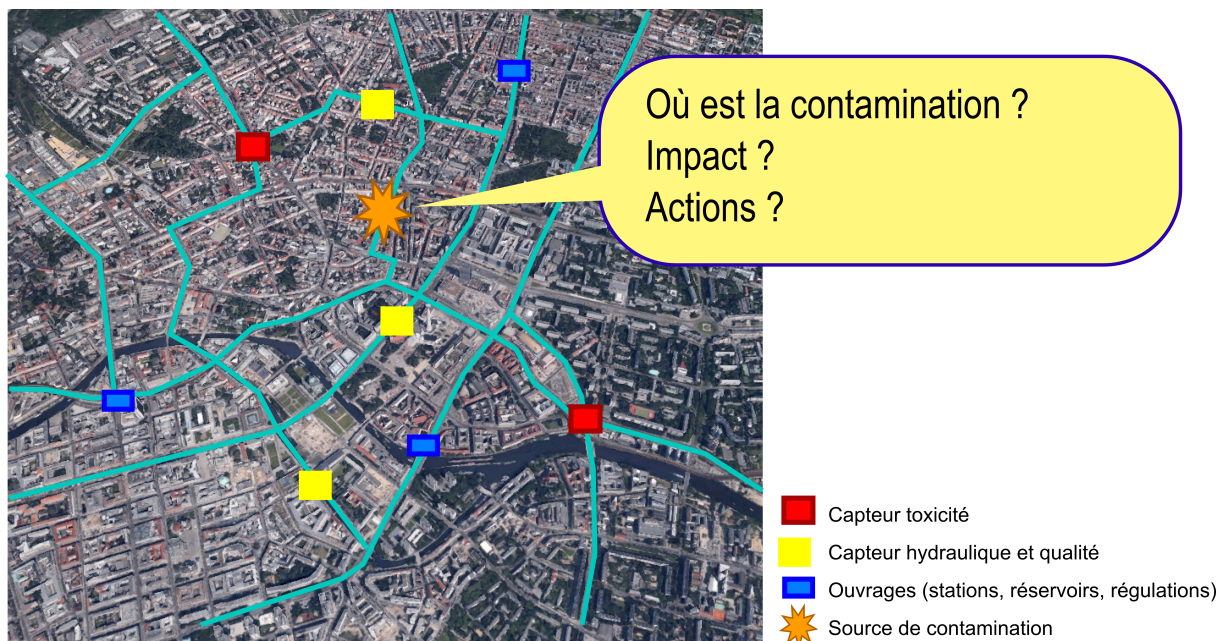


Fig. 1. En cas d'une contamination toxique à l'intérieur du réseau de distribution d'eau, le service d'eau potable sera assisté par la boîte à outils de gestion de la sécurité SMaRT-Online^{WDN}.

Informations factuelles

Le projet SMaRT-Online^{WDN} est un projet de recherche industriel coordonné par Irstea en France et par BWB en Allemagne. Il a été sélectionné par l'ANR et le BMBF pour une coopération franco-allemande sur la sécurité des réseaux. Il associe aussi en France le service des eaux de Strasbourg Eurométropole, Veolia Eau d'Ile de France (VEDIF) le délégataire du Syndicat des Eaux d'Ile de France (SEDIF), ainsi que les UMR ENGEES/GESTE et ENGEES/ICUBE. En Allemagne, les partenaires du projet bilatéral sont le service des eaux de Berlin, le bureau d'étude 3S Consult, le centre de recherche Fraunhofer IOSB et le centre technologique sur l'eau TZW/DVGW. Le projet a commencé en avril 2012 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 953 k€ pour un coût global de l'ordre de 2 281 k€.

B.3 RESUME CONSOLIDE PUBLIC EN ANGLAIS

Basis and Rationale of the project:

Real-time modelling and sensor network for contamination source identification and risk management of water distribution networks.

Keywords: Networks; Security; Real time; Sensor Network; Mathematical Model; Risk analysis.

Main issues raised and general objectives:

SMaRT-Online^{WDN} an Industrial Research Project for Real-time Security Management of Water Distribution Network.

Water distribution Networks (WDNs) are critical infrastructures that are exposed to deliberate or accidental contamination. Until now, no monitoring system is capable of protecting a WDN in real time. In the immediate future water service utilities that are installing water quantity and quality sensors in their networks will be producing a continuous and huge data stream for treating. The main objective of the proposed project SMaRT-Online^{WDN} is the development of an online security management toolkit for water

distribution networks that is based on sensor measurements of water quality as well as water quantity. Its field of application ranges from detection of deliberate contamination, including source identification and decision support for effective countermeasures, to improved operation and control of a WDN under normal and abnormal conditions (dual benefit).

Methods or technologies used

Monitoring of physical chemical parameters and real-time modelling of water flow to identify contamination sources in water distribution networks.

To this extent, four main research goals have been defined, 1) Online simulation model considering hydraulic state and water quality, 2) Optimal location of sensors based on the online simulation model, 3) Online source identification of contaminants and 4) Risk analysis, identification and evaluation of impacts (real impacts and perceived ones). Eight WPs were necessary to realize the SMaRT-Online^{WDN} toolbox:

Task 1: Specification of the Online Security Management Toolkit;

Task 2: Smart Sensor and Alarm Generation in Water Distribution Networks.

Task 3: Optimal Location of physical chemical multi-probe Sensors.

Task 4: Transport Model. 1) Specify what phenomena should be considered, 2) Take investigations at a laboratory scale about phenomena that are not well understood 3) Formulate equations mathematically and seek a solution method 4) Adapt CFD code to one-dimensional code that is affordable for large-scale network and finally 5) Test in the real world.

Task 5: Implementation of an online simulation model that includes boundary conditions and equipment state updates or parameterisation, graph aggregation and online demand calibration with focus on water network security;

Task 6: Online-Source Identification, counter-measures and Risk Management;

Task 7: Risk Analysis, Impact Assessment and perception;

Task 8: Application tests both at Technical scale and real word.

Main results

Highlights and primary achievements are:

- Optimal placement of multi-probe sensors for design of an early warning detection system;
- Real-time alarm generation;
- Real-time modelling (with boundary conditions and parameter calibration every 10 minutes) is made possible thanks to graph simplification and online demand calibration;
- Identification of contamination sources by enumeration of potential locations;
- Transport modelling through a network with imperfect mixing law for double T, N and cross-junction;
- Risk analysis designed for intentional and accidental contaminations (chemical or biological) in drinking water distribution network.

The results of SMaRT-Online^{WDN} can be further extended by applications for more efficient operations of water distribution networks. Energy savings and decreased CO₂-emissions are high priority task for the future generations. The optimization of pump operations in real time can be realized by application of online-simulation techniques as well.

Implementation of such a large sensor network will improve water traceability. This is a huge investment for operators and utilities. Even if online sensors fully wirelesses are now available, various strategic questions still remained to be answered especially: How many

probe should be installed to reach water traceability from the drinking water plant to the consumer? Where are the best locations? Could we operate such system in real time for event detection? This project provides answers to these topics and contributes to develop such concept and create new services around water quality sensors network and water traceability.

Production scientifique et brevets depuis le début du projet (environ 500 caractères espaces compris)

This industrial research project gave rise to the production of about 15 articles in international and national peer-reviewed journals and more than 30 Refereed Papers in international conferences.

Two simulation software tools were extended for online use and security: those of partners Irstea and 3S Consult. The transport module of Porteau (©Irstea) was updated and extended to take a law of imperfect mixing at cross and double T-junctions into account. It is also possible to realize optimal sensor placements of physical and chemical multiprobe sensors, and to identify the potential sources of pollution from the model of transport and the positive or negative contamination event detections. The Sir 3S software solution completes the real-time management by a solution using the industrial connectivity standard OPC. The three SMaRT-Online^{WDN} operators benefit from the outputs and data traceability technology. In the medium term, this technology can impact all the water utilities.

Illustration

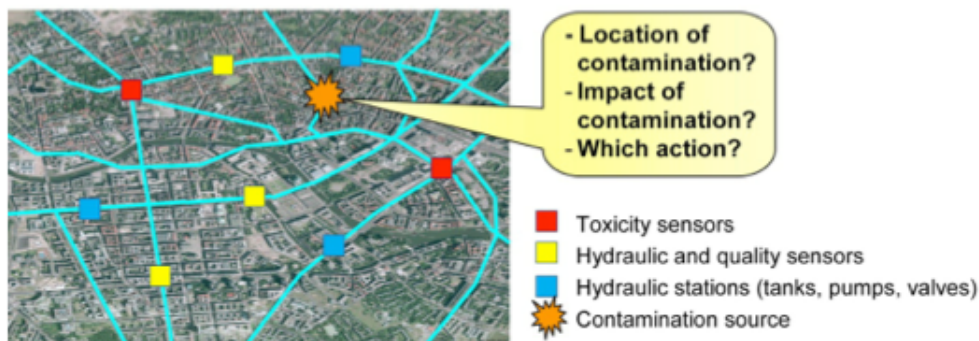


Fig. 2. In case of a toxic contamination of the water distribution network, the water utilities will be supported by the SMaRT-Online^{WDN} security management toolkit.

Factual information:

SMaRT-Online^{WDN} is an industrial research project coordinated by Irstea in France and Berliner Wasserbetriebe in Germany. It was selected by ANR and BMBF for international cooperation in civil security research under the call CSOSG 2011. The French-German cooperative research project consists of end users (BWB, Berlin in Germany; and Strasbourg Eurometropole and Veolia Eau d'Ile de France (VEDIF) in France); technical and socio-economic research institutions (Fraunhofer IOSB, TZW/DVGW, Irstea, ENGEES/GESTE and ENGEES/ICUBE); and industrial partners on both the French and the German side (VERI, 3S Consult). It began in April 2012 and lasted 36 months. It benefited from an ANR funding of 953 k€ for an overall cost of about 2 281 k€.

C MEMOIRE SCIENTIFIQUE

Maximum 5 pages. On donne ci-dessous des indications sur le contenu possible du mémoire. Ce mémoire peut être accompagné de rapports annexes plus détaillés.

Le mémoire scientifique couvre la totalité de la durée du projet. Il doit présenter une synthèse auto-suffisante rappelant les objectifs, le travail réalisé et les résultats obtenus mis en perspective avec les attentes initiales et l'état de l'art. C'est un document d'un format semblable à celui des articles scientifiques ou des monographies. Il doit refléter le caractère collectif de l'effort fait par les partenaires au cours du projet. Le coordinateur prépare ce rapport sur la base des contributions de tous les partenaires. Une version préliminaire en est soumise à l'ANR pour la revue de fin de projet.

Un mémoire scientifique signalé comme confidentiel ne sera pas diffusé. Justifier brièvement la raison de la confidentialité demandée. Les mémoires non confidentiels seront susceptibles d'être diffusés par l'ANR, notamment via les archives ouvertes <http://hal.archives-ouvertes.fr>.

Mémoire scientifique confidentiel : non

C.1 RESUME DU MEMOIRE

Le principal objectif du projet SMaRT-Online^{WDN} est de développer un système d'alerte précoce des contaminations et un logiciel d'aide à la décision pour la sécurité des réseaux de distribution d'eau. Il y a quatre parties dans ce projet. La première est de rechercher une disposition optimale de capteurs comme une combinaison de différents types, par ex. : des capteurs mesurant l'état hydraulique, ou encore la qualité de l'eau, le tout avec un emplacement optimal de ces capteurs. Une autre est de développer un modèle de simulation en temps réel, lequel est automatiquement calé sur les mesures des capteurs et, par là, reproduit l'état hydraulique réel du réseau. La troisième partie est de développer un modèle de transport prenant mieux en compte les mécanismes de transport et de mélange. Une fois qu'un événement de contamination a été détecté, l'outil d'identification de sources remontera aux sources potentielles en utilisant un modèle de transport inverse. Pour prendre les contre-mesures appropriées, la propagation de contamination est d'abord déterminée à l'instant présent puis simulée sur un horizon court en utilisant un outil de prévision de la demande. Des expérimentations sont menées sur des sites tests pour valider les modèles, les méthodes et l'acquisition des données. La quatrième partie du projet consiste en l'analyse des risques laquelle étudie les impacts d'une contamination délibérée ou accidentelle, les actions à prendre et comment informer les consommateurs. L'outil d'aide à la décision revient à assembler ces différentes parties dans un tout cohérent. Il permet à l'utilisateur final de simuler des scénarii et d'évaluer ses décisions. Ce projet est un projet de recherche industriel CSOSG sélectionné par l'ANR et le BMBF pour une coopération franco-allemande sur la sécurité des réseaux. D'une durée de trois ans, il a commencé en avril 2012.

C.2 ENJEUX ET PROBLEMATIQUE

Les réseaux d'alimentation en eau potable (AEP) sont des infrastructures critiques exposées à des contaminations délibérées ou accidentelles. Il existe un risque non négligeable pour une attaque terroriste et les contaminations doivent être détectées le plus tôt possible. La ressource, l'usine de traitement ou le réseau de distribution peuvent être contaminés avec une injection de contaminant chimique, biologique ou encore radioactif. Des contaminations volontaires récentes sont reportées dans Gleik [1].

Jusqu'à présent, aucun système de surveillance ne peut protéger un réseau AEP en temps réel. Des systèmes de capteurs en ligne sont couramment développés et les prototypes sont capables de détecter un petit changement dans la qualité de l'eau. Prochainement, les services des eaux vont instrumenter leurs réseaux avec des capteurs physico-chimiques. Pour prendre les décisions appropriées et des contre-mesures, les gestionnaires AEP auront besoin de disposer de : 1) une détection rapide et fiable d'événements anormaux, 2) de modèles de prédiction précis et calés à la fois pour l'hydraulique et pour la qualité de l'eau, 3) de méthodes pour remonter à la source de contamination. En fait, aucun des points (1) à (3) n'est à ce jour disponible.

En conséquence, le principal objectif du projet SMaRT-Online^{WDN} est le développement, pour la gestion de la sécurité en temps réel d'un réseau AEP, d'une boîte à outils qui soit basée sur des mesures hydrauliques comme d'indicateurs de la qualité de l'eau. Ses principales

innovations sont la détection d'événements anormaux à partir d'un classificateur binaire et la génération en temps réel de prédictions fiables de i) valeurs de débit et de pression, et ii) valeurs de la qualité de l'eau pour l'ensemble du réseau. Une information détaillée concernant la source de contamination (emplacement et heure) est obtenue en utilisant le modèle de transport à rebours en partant des informations des capteurs, les vitesses étant automatiquement calées au préalable dans le passé. Son champs d'application s'étend de la détection de contaminations délibérées, en incluant l'identification de la source, l'aide à la décision pour des contre-mesures efficaces, au fonctionnement amélioré du réseau et son contrôle sous des conditions normales ou anormales (bénéfice dual).

C.3 APPROCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Les tâches principales du projet SMaRT-Online^{WDN} peuvent être résumées comme suit :

1. Détection d'événement et génération d'alarme. Pour permettre une détection robuste des changements dans la qualité de l'eau, un module de fusion de données des capteurs évalue les données de capteurs intelligents. Un modèle de simulation temps réel est utilisé pour contrôle de plausibilité.
2. Placement optimal de capteurs. Un concept pour le placement optimal de capteurs multisondes physico-chimiques a été développé et implémenté comme un outil logiciel. Il permet à son utilisateur de trouver les placements optimaux pour un système de détection d'alertes précoces [2,3] et pour l'estimation de paramètres du modèle [4,5].
3. Simulation temps réel. Génération de valeurs fiables et en ligne (i) de débits et de pressions, et (ii) de paramètres de la qualité de l'eau pour l'ensemble du réseau d'eau.
4. Modèle de transport. Le transport de substances conservatives dans des réseaux de distribution a été étudié pour des réseaux réels de distribution d'eau potable. Plus particulièrement, l'étude a porté sur la loi de mélange à travers des embranchements en croix et en double T, pour compléter les outils actuels disponibles qui comme le logiciel Porteau supposent un mélange parfait et complet. Ces phénomènes ont été examinés par des modélisations 3D détaillées de mécanique des fluides numérique (CFD), le tout validé par l'expérimentation. A partir des résultats, un modèle 1D simplifié a été conçu pour un besoin de temps de calcul court dans un logiciel de gestion temps réel.
5. Identification des sources de contamination en temps réel et contre-mesures. Un nouvel algorithme de retour en arrière (backtracking) a été implémenté lequel utilise l'historique de données. La solution temps réel a été comparée à des méthodes hors-lignes (e.g.: [6]) et pseudo temps réel [7] pour en déterminer les mérites. La solution en premier lieu énumère les sources potentielles puis les classent en fonction de leur vraisemblance.
6. Analyse des risques, estimation des impacts et perception. L'analyse des risques et l'estimation des impacts (impacts réels et perçus) sont effectuées pour les trois aspects : environnementaux, sociaux et économiques, combinés aux innovations technologiques.

Par la suite, nous allons nous focaliser sur les résultats principaux du projet.

C.4 RESULTATS OBTENUS

C.4.1 GENERATION D'ALARME

L'architecture du système et du processus du module de génération d'alarme a été conçue pour couvrir les trois étapes distinctes, du prétraitement des données, de la détection

d'évènements nouveaux et du contrôle de plausibilité. L'algorithme piloté par les données du module de génération d'alarme (D2.2) est constitué d'un prétraitement de données, d'un calcul d'analyse en composantes principales, de la génération dynamique de seuils d'alarme, et du calcul d'un index d'alarme [8]. Une interface utilisateur écrite en C# a été écrite, qui peut être utilisée pour visualiser les données mesurées en temps réel (D2.3). Le module de génération d'alarme a été testé sur des données hors ligne de Berlin, de Strasbourg et sur le réseau pilote de TZW (D2.4). Pour réduire les fausses alarmes, une base de données de jeux de données tests a été réalisée. Le module de génération d'alarme a été interconnecté, avec succès, avec le serveur OPC Sir 3S pour la modélisation en temps réel du réseau pilote à TZW. Cela a contribué à améliorer la performance du module. L'algorithme du module d'alarme a été étendu pour pouvoir distinguer les dérives des changements progressifs. Par conséquent, il est en mesure de réduire la quantité de fausses alarmes.

C.4.2 PLACEMENT OPTIMAL DE CAPTEURS POUR DE GRANDS RESEAUX

Dans le D3.1, huit critères à optimiser ont été définis pour la détection précoce, plus un supplémentaire pour le calage de la demande en temps réel. Dans cette formulation, il est possible d'incorporer des capteurs et leur performance quant à la détection (D3.2). En outre, pour que la méthode soit plus optimale pour les grands réseaux, il est suggéré de se concentrer sur les événements ayant le plus grand impact. L'analyse de sensibilité et la connaissance d'experts, opérateurs du système, sont proposées pour trouver les meilleurs emplacements pour l'auto-apprentissage de l'état du système hydraulique. Enfin, la décomposition du graphe est utilisée pour simplifier le réseau en gardant les ressources, les réservoirs et les supernœuds (nœuds carrefour). Les supernœuds sont des nœuds «critiques» de degré supérieur à 2 obtenus après élimination de la forêt (partie ramifié).

Environ 200 capteurs ont été déployés sur l'ensemble du réseau du SEDIF : environ 100 sondes placées suivant les connaissances d'experts et les 100 restantes en utilisant la méthodologie proposée. Dans ce travail, VEDIF a utilisé l'algorithme glouton conçu par Irstea afin de minimiser la fraction attendue de la population exposée à des contaminations, mais aussi le temps moyen de détection, et de maximiser la probabilité de détection. En outre, les connaissances d'experts ont été utilisées pour limiter le choix des emplacements pour les deux objectifs, suivre les recommandations techniques du fournisseur de capteurs et accélérer l'optimisation en sélectionnant les nœuds carrefour importants et correspondant aux sites possibles seulement. Le placement optimal de capteurs a également été fourni aux services d'eaux de la CUS et à la BWB [9, 10].

C.4.3 MODELE DE TRANSPORT

Les modèles de transport existants ne sont pas adaptés pour la modélisation en temps réel et ignorent des phénomènes importants qui peuvent être dominants quand on regarde le réseau en détail sur un temps d'observation de plusieurs minutes. Ces phénomènes sont abordés dans SMarT-Online^{WDN}. En résumé, il est important de considérer (D4.1) : 1) les termes d'inertie pour prendre en compte le régime transitoire lent de l'état hydraulique ; 2) la dispersion hydrodynamique et éventuellement la diffusion moléculaire pour améliorer le transport le long d'un tuyau et aux carrefours ; 3) le mélange imparfait au niveau des doubles T et des croix selon les vitesses d'entrées et de sorties ; 4) la réduction du diamètre et la rugosité des tuyaux.

Dans une première phase du projet (D4.2), ces phénomènes ont été étudiés au moyen de simulation CFD en 2D et 3D ainsi que dans les études expérimentales [11, 12]. Les configurations ont été choisies pour être compatibles avec des statistiques sur les réseaux réels du projet. Pour la mise en œuvre d'une loi 1D pour un mélange imparfait, une table de correspondance (lookup table) a été construite sur la base des simulations CFD, un krigeage interpolant les entrées manquantes est utilisé (D4.3 & 4). Enfin, une solution logicielle traduisant le nouveau modèle de transport a été réalisée et interfacée avec les deux solutions logicielles hydrauliques des partenaires Irstea et 3S Consult.

C.4.4 SIMULATION EN TEMPS REEL

Toutes les communications passent par l'utilisation de la technologie OPC (D5.1). Le client OPC (D5.2) peut fonctionner dans un environnement en temps réel et il gère la communication entre les différents composants logiciels et le SCADA ; il peut aussi être utilisé pour « rejouer » des situations passées. L'architecture du système a été conçue pour faciliter l'intégration de nouveaux composants sans faire de changements dans le noyau, ni dans les logiciels et composants existants. En outre, l'outil de simulation temps réel est utilisé pour visualiser l'état actuel du système, mais aussi pour la gestion des contres mesures en cas d'incident. A cette fin, les trois modes de simulation supplémentaires (look-ahead /état futur, what-if/Que faire si ? et reconstruction) ont été implémentés par 3S Consult aidant à la remise en service.

Des techniques pour l'acquisition de données, la maintenance et la mise à jour des paramètres du modèle ont été décrites dans le rapport D5.3. Les mesures et les états des équipements et actionneurs (hydrauliques) ont été subdivisés en trois groupes [13]. Les premier et deuxième groupes comprennent les états des équipements et des dispositifs et de mesures qui peuvent être directement transférés comme paramètres du modèle hydraulique. Le troisième groupe comprend des mesures qui sont utilisées indirectement pour le calage en temps réel. Les concepts de calage suivants (D5.4) ont été développés pour estimer la répartition spatiale des demandes en eau en minimisant une fonction aux moindres carrés comme dans [14, 15] ou en utilisant des outils de la théorie du contrôle [16].

Afin d'exécuter le cycle de simulation au moins tous les dix minutes, une méthode de simplification des grands réseaux de distribution a été développée ; elle est fondée sur la décomposition du graphe en une forêt et un 2_core [3, 17]. En outre, une nouvelle méthode de résolution hydraulique qui tire avantage de cette décomposition du graphe a été publiée récemment [18].

C.4.5 IDENTIFICATION DES SOURCES

Pour l'identification des sources de contamination, un procédé en deux étapes a été conçu tout en étant adapté au contexte temps réel (D6.1). Tout d'abord, une étape de recensement de tous les emplacements candidats est effectuée. Les cinétiques de réactions de substances particulières ne sont pas prises en compte (conservatif). Ensuite, un algorithme d'exploration calcule des probabilités d'occurrence permettant le classement des solutions candidates.

Le D6.2 détaille l'adaptation au contexte en temps réel. Il se compose d'une accélération de l'étape de dénombrement par une méthode adjointe et d'une réutilisation des solutions des pas de temps précédents [19]. Puis, pour explorer les solutions et accélérer le processus

d'identification, une simplification de graphe, à la fois spatiale et temporelle, est proposée. La simplification en temps agrège tous les temps des mesures des candidats potentiels. La simplification de graphe consiste à utiliser la décomposition forêt / 2-core pour sélectionner les meilleurs emplacements représentant une dissémination de la contamination. Enfin, une analyse de sensibilité est proposée pour étudier l'impact de la distribution de la demande sur la solution.

Pouvoir prendre des contres mesures pour limiter la propagation future de la contamination et en atténuer les effets est l'une des informations les plus importantes pour le décideur ; c'est par conséquent la base de toutes les actions de réponse. A cet effet, des simulations de l'état futur (D6.4) sont effectuées. Elles sont calculées à partir de l'emplacement des sources ainsi que des vitesses d'écoulement calculées à partir des demandes en eau prédites. Avec le panache de contamination ainsi calculé, il est possible de sélectionner la population qui doit être informée en premier ou les vannes qui doivent être fermées afin d'isoler le contaminant et d'interdire sa propagation à travers le réseau.

C.4.6 EVALUATIONS DES RISQUES

La méthodologie d'analyse des risques développée dans ce projet correspond à une contamination intentionnelle (chimique ou biologique) d'un réseau de distribution d'eau potable. Elle est fondée, d'une part, sur les étapes de l'analyse des risques et, d'autre part, sur la spécificité de construction d'un système d'eau délivrant un produit utilisé pour l'alimentation des consommateurs ou des industriels. L'analyse des risques est effectuée selon les quatre niveaux : les consommateurs et leurs sensibilités, la vulnérabilité du réseau, l'identification et l'évaluation des conséquences, et l'évaluation des risques. La méthodologie utilise la logique floue et l'agrégation multi-décision.

La deuxième partie présente une analyse sociologique sur les consommateurs d'eau, sur la question de la représentation de l'eau potable : de la perception à la mobilisation sociale. L'étude est fondée sur deux concepts principaux : le rôle de la confiance dans la gestion de l'eau et des risques et le concept de "lanceurs d'alerte". Le premier problème est d'identifier si les gens remettent en cause la qualité de l'eau en cas de problème sanitaire. Deuxièmement, quelle personne de l'autorité peuvent-ils alerter ? Ce travail a été conduit après élaboration d'un questionnaire téléphonique de 20 minutes. Les données d'enquête émises à partir des 200 appels réussis au sein des consommateurs de 3 utilisateurs finaux ont été traitées par analyses des correspondances multiples (ACM) et par classification ascendante hiérarchique (CAH).

C.4.7 RESEAU PILOTE ET APPLICATION

Au cours du projet SMaRT-Online^{WDN}, deux réseaux pilotes, chez les partenaires TZW (Dresde) et BWB (Berlin), étaient disponibles. Sur ces réseaux d'essai, les outils développés ont été étudiés et testés dans des conditions pratiquement réelles. Avec la plate-forme de test TZW équipée des outils en temps réel, et à partir des capteurs installés, la génération d'alarme a été validée ainsi que le modèle de transport (Figure 3).



Fig. 3. Le réseau pilote dans les locaux de TZW à Dresde.

C.5 EXPLOITATION DES RESULTATS

Les outils logiciels des partenaires Irstea et 3S Consult ont été complétés pour une utilisation en temps réel pour la sécurité des réseaux. Le module de transport de Porteau (©Irstea) a été étendu pour prendre en compte une loi de mélange imparfait au niveau des embranchements en croix et en double T. Il est également possible de réaliser un placement optimal de capteurs multisondes physico-chimiques et d'identifier les sources potentielles de pollution à partir du modèle de transport et des détections positives ou négatives au niveau des capteurs. Le logiciel Sir 3S complète la gestion temps réel par une solution utilisant le standard de télécommunication OPC. Les trois opérateurs du consortium bénéficient des résultats et de la technologie de traçabilité, la CUS et VEDIF en France et BWB (Berlin) en Allemagne. A moyen terme, cette technologie pourra impacter l'ensemble des services des eaux.

SMaRT-Online^{WDN} permettra d'améliorer l'observabilité de la quantité et de la qualité de l'eau dans le réseau de distribution en quasi temps réel. En cas de contaminations accidentelles ou intentionnelles, il agit comme un système d'alerte et un outil d'aide à la décision. En outre, il permet une meilleure compréhension des processus physiques et biochimiques dans les systèmes de canalisations. Par exemple, il sera possible de l'utiliser hors ligne pour la formation du personnel par simulation d'événements.

C.6 DISCUSSION

Discussion sur le degré de réalisation des objectifs initiaux, les verrous restant à franchir, les ruptures, les élargissements possibles, les perspectives ouvertes par le projet, l'impact scientifique, industriel ou sociétal des résultats.

Les résultats de SMaRT-Online^{WDN} peuvent de plus être étendus pour un fonctionnement optimal des réseaux. Des économies d'énergie et baisses des émissions de CO₂ sont des tâches hautement prioritaires pour les prochaines générations. L'optimisation du fonctionnement des pompes en temps réel peut être également réalisée par l'application de techniques temps réel.

L'utilité de SMaRT-Online^{WDN} pour un service d'eau potable ne fait pas de doute. Il est question d'améliorer l'observabilité de la qualité d'eau, comme des quantités (pression, débit) dans le réseau de distribution avec une approche quasi temps réelle. L'outil sert à déclencher une alerte précoce mais aussi à aider dans la prise de décision en cas d'événement

de contamination. De plus, cela permet une meilleure compréhension des procédés physiques et biochimiques dans les systèmes de conduites. L'outil peut également être utilisé hors-ligne (déconnecté) pour entraîner les équipes à l'aide de simulations. Trois opérateurs de réseaux d'eau bénéficieront des résultats et de la technologie de traçabilité, la CUS et VEDIF en France et BWB (Berlin) en Allemagne.

L'implémentation de très larges réseaux de capteurs autorisera la traçabilité de l'eau, mais en contrepartie demandera un très fort investissement des opérateurs et des collectivités. Même si des capteurs sans fil sont maintenant disponibles, plusieurs questions stratégiques restent à résoudre, plus spécifiquement : Combien de capteurs doivent être installés pour atteindre un niveau de traçabilité donné, de l'usine de traitement d'eau potable au robinet du consommateur ? Où sont les meilleurs emplacements ? Peut-on faire fonctionner un tel système en temps réel pour une détection d'événement ? Ce projet fournit des réponses à ces questions et contribue à développer les concepts temps réels et à créer de nouveaux services autour des réseaux de capteur pour la qualité de l'eau et la traçabilité de l'eau.

C.7 CONCLUSIONS

Le principal objectif du projet SMaRT-Online^{WDN} est le développement d'une boîte à outils pour la gestion temps réel de la sécurité des réseaux d'alimentation en eau potable qui soit basée sur des mesures de capteurs physico-chimiques et sur la maintenance d'un modèle hydraulique et de transport fiable et précis. Dans ce rapport, le concept et les résultats les plus importants sont présentés. Ils sont rappelés brièvement ci-dessus :

- Un mélange imparfait se produit dans certaines configurations au niveau des embranchements en croix et en double T.
- Une solution logicielle a été déployée pour la génération d'alarme en ligne laquelle repose sur une analyse en composantes principales. Le logiciel fonctionne en temps réel et a été validé sur le réseau pilote de TZW.
- La plateforme d'intégration temps réel SIR OPC a été développée laquelle interconnecte les différents processus et modules dans un environnement temps réel.
- Un module de calcul a été implémenté pour le mélange imparfait et le transport de contaminant qui utilise une table de correspondance et une interpolation par krigeage.
- Un réseau miniature pilote a été conçu à TZW à partir de statistiques sur des embranchements en T, en N et en croix sur des réseaux réels.
- Il a été trouvé que les noeuds carrefours, obtenus par simplification du graphe du réseau, sont des candidats idéals pour placer des capteurs pour un système d'alerte précoce.
- Le placement optimal de capteurs a été conduit pour le réseau géré par VEDIF avec 200 capteurs multisondes.
- Une solution logicielle permet d'identifier les sources de contamination. Cette solution par énumération des candidats, puis exploration, est complétée par la simulation de l'étendue de la contamination à travers le réseau sur un horizon court.
- Une méthodologie d'analyse des risques a été développée pour une contamination intentionnelle (chimique ou biologique) d'un réseau de distribution d'eau potable.

C.8 REFERENCES

- [1] Gleik, P. H. (2006): Water and terrorism, Water Policy, 8, 481-503, 2006.

- [2] Propato, M. and Piller, O. (2006): Battle of the Water Sensor Networks. 8th annual Water Distribution System Analysis Symposium, University of Cincinnati, Cincinnati, Ohio USA, August 27-30 2006, printed by ASCE, 8, 2006.
- [3] Deuerlein, J.; Wolters, A; Meyer-Harries, L. and Simpson, A. R. (2010): Graph Decomposition in Risk Analysis and Sensor Placement for Water Distribution Network Security. Water Distribution Systems Analysis WDSA 2010, ASCE, Tucson, 394-411, September 2010.
- [4] Piller, O. (1995): Modeling the behavior of a network - Hydraulic analysis and sampling procedures for parameter estimation. Applied Mathematics thesis from the University of Bordeaux (PRES), 288 pages, Talence, France, defended on the 3rd February 1995.
- [5] Fabrie, P.; Gancel, G.; Mortazavi, I. and Piller, O. (2010): Quality Modeling of Water Distribution Systems using Sensitivity Equations. Journal of Hydraulic Engineering, 136(1), 34-44, 2010.
- [6] Propato, M.; Tryby, M. E. and Piller, O. (2007): Linear algebra analysis for contaminant source identification in water distribution systems. World Environmental and Water Resources Congress 2007, Tampa, Florida, USA, 15-19 May 2007, 10, 2007.
- [7] Preis A. and A. Ostfeld (2011): Hydraulic uncertainty inclusion in water distribution systems contamination source identification. Urban Water Journal, 8(5), 267-277, 2011.
- [8] Kühnert C., Bernard T., Arango, I. M., and Nitsche, R. (2014). "Water Quality Supervision of Distribution Networks Based on Machine Learning Algorithms and Operator Feedback." Procedia Engineering, 89(0), 189-196.
- [9] Piller O., Deuerlein J., Gilbert D. and Weber J.M. (2015). " Installing Fixed Sensors for Double Calibration and Early-warning Detection Purposes." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 10 pages.
- [10] Cheifetz N., Sandraz A.C., Féliers C., Gilbert D., Piller O., Lang A. (2015). " An Incremental Sensor Placement Optimization in a Large Real-World Water System." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 6 pages.
- [11] Ung, H., Piller, O., Gilbert, D., Deuerlein, J., and Montalvo, I. (2014). Lessons Learned In Solving The Contaminant Source Identification Problem In An Online Context. 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC2014, At New York, USA, 17-21 August 2014, 5.
- [12] Braun M., Bernard T., Ung H., Piller O. and Gilbert D. (2015). CFD Modeling of Contaminant Mixing at Junctions for an online Security Management Toolkit in Water Distribution Networks, Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA (IWA), special issue, 20 pages (accepted).
- [13] Deuerlein J., Piller O., Montalvo Arango I., Braun M. (2015). " Parameterization of Offline and Online Hydraulic Simulation Models." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 9 pages.
- [14] Montalvo I., Deuerlein J., Piller O., Kühnert C. and Braun M., "Meta-Heuristic Versus Gradient-Type Methods for Real-Time Demand Calibration in Water Distribution Systems.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 3 pages.
- [15] Piller O., Montalvo I., Deuerlein J., Gilbert D., Braun M. and Ung H., "A Gradient-Type Method for Real-Time State Estimation of Water Distribution Networks.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 3 pages.
- [16] Braun M., Bernard T., Piller O., Montalvo I., Deuerlein J. (2015). " A Control Simulation Tool for Online Demand Calibration." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 6 pages.
- [17] Deuerlein, J. (2008): Decomposition model of a general water supply network graph. ASCE Journal of Hydraulic Engineering, 134, 6, 2008, 822 – 832.

- [18] Deuerlein, J., Elhay, S., and Simpson, A. (2015). "Fast Graph Matrix Partitioning Algorithm for Solving the Water Distribution System Equations." J. Water Resour. Plann. Manage. , 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000561 , 04015037, 11 pages.
- [19] Ung H., Piller O., Gilbert D., Deuerlein J. and Montalvo I., "Lessons Learned in Solving the Contaminant Source Identification Problem in an Online Context.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 5 pages.

D LISTE DES LIVRABLES

Quand le projet en comporte, reproduire ici le tableau des livrables fourni au début du projet. Mentionner l'ensemble des livrables, y compris les éventuels livrables abandonnés, et ceux non prévus dans la liste initiale.

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
31/12/2012	D1.1	Specifications of the modular software architecture based on the end-user demand	Rapport Restricted level	<u>VERI</u> BWB CUS 3S Consult IOSB ENGES Irstea	Remplace les rapports livrables originalement prévus.
15/11/2012	D2.1	Fine specification of smart sensors and alarm generation concept	Rapport public	<u>IOSB</u> TZW BWB CUS	
01/03/2013	D2.2.1	Development of machine learning-based sensor fusion functionality	Logiciel Restricted level	<u>IOSB</u>	est Intégré à la solution logicielle de 3S Consult
26/03/2013	D2.2.2	Development of smart sensor and sensor fusion module	Rapport public	<u>IOSB</u>	
15/09/2013	D2.3.1	Development of alarm generation module	Logiciel Restricted level	<u>IOSB</u>	Une version améliorée du D2.2.1
26/03/2014	D2.3.2	Development of alarm generation module	Rapport Restricted level	<u>IOSB</u>	
27/03/2014	D2.4	Integration and test of alarm generation module	Rapport Restricted level	<u>IOSB</u>	
25/02/2015	D2.5	Implementation of a database and plotting tool	Rapport Restricted level	<u>IOSB</u>	
15/11/2013	D3.1	Detailed specification of the performance criteria and application of sensor placement	Rapport public	<u>Irstea</u> 3S Consult IOSB BWB	Tous les concepts identifiés et revue biblio faite.
29/10/2014	D3.2	Optimal placement of sensors for contaminant source identification of large networks	Rapport Restricted level	<u>Irstea</u> 3S Consult IOSB	Quatre nouvelles améliorations ont été proposées pour pouvoir traiter les réseaux de taille importante.
15/09/2013	D3.3	Software for optimal early-warning sensor placement	Logiciel Restricted level	<u>Irstea</u>	La solution à trois étapes d'Irstea est intégrée dans la solution logicielle Porteau.

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
03/10/2014	D3.4	Sensor placement software upgrade for demand calibration	Logiciel Restricted level	<u>Irstea</u>	Une solution à deux étapes a été élaborée par Irstea. En premier, la matrice de sensibilité est stockée. Puis un problème inverse est résolu par algorithme glouton.
15/04/2015	D3.5	Investigation for hydraulic and water quality sensor placement	Rapport Restricted level	<u>Irstea</u> , VEDIF 3S Consult BWB, CUS TZW, IOSB, ENGEES	Fait pour les trois réseaux du projet (SEDIF, CUS et Berlin)
15/11/2012	D4.1	Specification of the phenomena that shall be modelled	Rapport public	<u>Irstea</u> IOSB TZW BWB	
15/01/2014	D4.2	Investigation about the processes of the specified phenomena	Rapport public	<u>Irstea</u> IOSB TZW BWB	
15/07/2014	D4.3	Adaptation of transport equations	Logiciel public	<u>Irstea</u> IOSB	Le module de transport du logiciel Porteau a été mis à jour pour inclure le mélange imparfait aux embranchements. Il est appelé par API par le logiciel Sir 3S de 3S Consult.
03/04/2015	D4.3&4	D4.3 Adaptation of transport equations D4.4 CFD Simulation of the transport phenomena and comparison with measured data	Rapport Restricted level	<u>Irstea</u> IOSB TZW BWB	Les deux rapports livrables ont été fusionnés en un seul.
15/04/2013	D5.1	Detailed specification of the setup and use of an online hydraulic simulation model of water distribution networks	Rapport Restricted level	<u>3S Consult</u> <u>Irstea</u> IOSB	
15/07/2013	D5.2.1	Implementation of interfaces to existing SCADA systems	Logiciel Restricted level	<u>3S Consult</u>	Le logiciel temps réel SIR OPC Drive a été développé par 3S.
15/07/2013	D5.2.2	Implementation of interfaces to existing SCADA systems	Rapport Restricted level	<u>3S Consult</u> <u>Irstea</u> IOSB	
15/10/2014	D5.3	Concept for basic parameterisation of the online simulation model	Rapport Restricted level	<u>3S Consult</u> <u>Irstea</u> IOSB	
23/04/2015	D5.4	Development of a concept for online model calibration	Rapport Restricted level	<u>Irstea</u> IOSB 3S Consult	
15/09/2013	D5.5.1	Development of demand forecast software	Logiciel Restricted level	IOSB <u>3S Consult</u>	Prototype en Matlab et une DLL C# (PlugIn). Pas intégré dans le

Date de livraison	N°	Titre	Nature (rapport, logiciel, prototype, données, ...)	Partenaires (souligner le responsable)	Commentaires
					logiciel temps réel Sir 3S car inutile à la démonstration sur la sécurité.
27/05/2014	D5.5.2	Development of demand forecast software	Rapport Public	IOSB <u>3S Consult</u> Irstea	
30/04/2015	D5.6	Testing and optimisation of online simulation model for a miniaturised distribution network	Rapport Public	<u>3S Consult</u> Irstea IOSB TZW	
05/06/2013	D6.1	Evaluation of existing source identification approaches	Rapport Public	<u>3S Consult</u> Irstea	
26/03/2014	D6.2	Adaption, integration and extension of existing concepts for online source identification	Rapport Public	<u>3S Consult</u> Irstea	
05/12/2015	D6.3	Implementation as a real-time software	Logiciel Restricted level	<u>3S Consult</u> Irstea	Trois méthodes existent. Une à l'intérieur de Sir 3S solution (3S Consult, remontée de graphe) ; la seconde avec Porteau (Irstea, Backtracking); et la dernière en utilisant Matlab (Irstea, méthode adjointe)
31/03/2015	D6.4	Identification of automatic countermeasures	Rapport Restricted level	<u>3S Consult</u> Irstea IOSB	
09/03/2015	D7.1 &2	Risk analysis, impacts assessment, perception – Methodology-	Rapport public	<u>ENGEES</u> Irstea	Les deux rapports livrables ont été fusionnés en un seul.
13/03/2015	D7.3 &4	Risk analysis, impact assessment, perception – Application on the end- users-	Rapport Restricted level	<u>ENGEES</u> BWB CUS VEDIF Irstea	Les deux rapports livrables ont été fusionnés en un seul.
31/03/2015	D8.1	Application tests at TZW (Dresden)	Rapport Confidential level	<u>TZW</u> IOSB <u>3S Consult</u> Irstea	
15/04/2015	D8.2	Application tests at BWB (Berlin)	Rapport Confidential level	<u>BWB</u> TZW <u>3S Consult</u> Irstea	
15/04/2015	D8.3	Tool development and application tests on Strasbourg water distribution network	Rapport Confidential level	<u>CUS</u> <u>ENGEES</u> Irstea	
08/04/2015	D8.4	Application tests at Veolia Eau d'Ile de France	Rapport Restricted level	<u>VEDIF</u>	

E IMPACT DU PROJET

Ce rapport rassemble des éléments nécessaires au bilan du projet et plus globalement permettant d'apprécier l'impact du programme à différents niveaux.

E.1 INDICATEURS D'IMPACT

Nombre de publications et de communications (à détailler en E.2)

Comptabiliser séparément les actions monoparttenaires, impliquant un seul partenaire, et les actions multiparttenaires résultant d'un travail en commun.

Attention : éviter une inflation artificielle des publications, mentionner uniquement celles qui résultent directement du projet (postérieures à son démarrage, et qui citent le soutien de l'ANR et la référence du projet).

		Publications multiparttenaires	Publications monoparttenaires
International	Revue à comité de lecture	6	5
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	20	8
France	Revue à comité de lecture	3	
	Ouvrages ou chapitres d'ouvrage		
	Communications (conférence)	2	
Actions de diffusion	Articles vulgarisation		
	Conférences vulgarisation		
	Autres		

Autres valorisations scientifiques (à détailler en E.3)

Ce tableau dénombre et liste les brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet, du savoir faire, des retombées diverses en précisant les partenariats éventuels. Voir en particulier celles annoncées dans l'annexe technique).

	Nombre, années et commentaires (valorisations avérées ou probables)
Brevets internationaux obtenus	
Brevet internationaux en cours d'obtention	
Brevets nationaux obtenus	
Brevet nationaux en cours d'obtention	
Licences d'exploitation (obtention / cession)	
Computer Program copyright and protection	3 dépôts APP (en France, Irstea) 3 Protections par copyright (3S Consult, Allemagne)
Créations d'entreprises ou essaimage	
Nouveaux projets collaboratifs	3 (1 convention de recherche, 1 nouveau projet collaboratif sur l'appel PICS, 1 projet UE)
Colloques scientifiques	1

Savoir faire	20
Autres (préciser)	1 (logiciel IOSB en interne)

E.2 LISTE DES PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

*Répertorier les publications résultant des travaux effectués dans le cadre du projet. On suivra les catégories du premier tableau de la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** en suivant les normes éditoriales habituelles. En ce qui concerne les conférences, on spécifiera les conférences invitées.*

Liste de publications multipartenaires

Revue Internationale à comité de lecture

1. Braun M., Bernard T., Ung H., Piller O. and Gilbert D. (2015). "CFD Modeling of Contaminant Mixing at Junctions for an online Security Management Toolkit in Water Distribution Networks.", Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA, IWA, In Press, 12 pages (accepted).
2. Deuerlein, J., Piller, O., and Montalvo, I. (2014). "Improved Real-time Monitoring and Control of Water Supply Networks by Use of Graph Decomposition." Procedia Engineering, 89(0), pp. 1276-1281. Open access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.436>.
3. Braun, M., Bernard, T., Piller, O., and Sedehizade, F. (2014). "24-Hours Demand Forecasting Based on SARIMA and Support Vector Machines." Procedia Engineering, 89(0), pp. 926-933. Open access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.526>.
4. Kühnert, C., Bernard, T., Arango, I. M., and Nitsche, R. (2014). "Water Quality Supervision of Distribution Networks Based on Machine Learning Algorithms and Operator Feedback." Procedia Engineering, 89(0), 189-196. Open access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.176>.
5. Braun, M., Bernard, T., Ung, H., Piller, O., and Gilbert, D. (2014). "Model based Investigation of Transport Phenomena in Water Distribution Networks for Contamination Scenarios." Procedia Engineering, 70(0), 191-200. Open access <http://authors.elsevier.com/sd/article/S1877705814000241>
6. Deuerlein, J., Simpson, A. R., and Korth, A. (2014). "Flushing Planner: A Tool for Planning and Optimization of Unidirectional Flushing." Procedia Engineering, 70(0), 497-506. Open access <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.055>

D'autres articles sont en préparation

Communications internationales avec comité de lecture - Refereed Papers in international conferences

1. Olivier Piller, Jochen Deuerlein, Denis Gilbert and Jean-Marc Weber (2015). "Installing Fixed Sensors for Double Calibration and Early-warning Detection Purposes." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 10 pages.
2. Jochen Deuerlein, Olivier Piller, Idel Montalvo Arango, Mathias Braun (2015). "Parameterization of Offline and Online Hydraulic Simulation Models." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 9 pages.
3. Mathias Braun, Thomas Bernard, Olivier Piller, Idel Montalvo, Jochen Deuerlein (2015). "A Control Simulation Tool for Online Demand Calibration." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 6 pages.
4. Nicolas Cheifetz, Anne-Claire Sandraz, Cédric Féliers, Denis Gilbert, Olivier Piller, Anne Lang (2015). "An Incremental Sensor Placement Optimization in a Large Real-World Water System." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 6 pages.
5. Christian Kühnert, Marc Baruthio, Thomas Bernard, Claude Steinmetz, Jean-Marc Weber (2015). "Cloud-based event detection platform for water distribution networks using machine-learning algorithms." 13th Computer Control for Water Industry Conference, Leicester UK, 7 pages.
6. Olivier Piller, Denis Gilbert, Fereshte Sedehizade, Pierre Mandel, Anne-Claire Sandraz, Caty Wery, Jean-Marc Weber, Jochen Deuerlein, Andreas Korth, Thomas Bernard (2015) "SMaRT-Online^{WDN}: Online Security Management and Reliability Toolkit for Water Distribution Networks.", WISG15, Global Security Interdisciplinary Workshop – 3 & 4 February 2015, Technological University of Troyes, 7 pages.
7. Sedehizade F., Bernard T., Piller O., Gilbert D., Braun M., Kühnert C., Deuerlein J., Korth A., Nitsche R., Weber J.M., Maurel M., Sandraz A.C. and Wery C., "SMaRT-Online^{WDN}: A Franco-German Project for the Online Security Management of Water Distribution Networks", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 8 pages.
8. Kühnert C., Bernard T., Montalvo I. and Nitsche R., "A New Alarm Generation Concept for Water Distribution Networks Based on Machine Learning Algorithms.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 9 pages.
9. Deuerlein J., Montalvo I., Piller O., Ung H. and Gilbert d., "Adaptive Modelling of Water Supply Networks for Improved Practical Applicability of Hydraulic Online-Simulation.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 5 pages.
10. Montalvo I., Deuerlein J., Piller O., Kühnert C. and Braun M., "Meta-Heuristic Versus Gradient-Type Methods for Real-Time Demand Calibration in Water Distribution Systems.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 3 pages.

11. Piller O., Montalvo I., Deuerlein J., Gilbert D., Braun M. and Ung H., "A Gradient-Type Method for Real-Time State Estimation of Water Distribution Networks.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 3 pages.
12. Ung H., Piller O., Gilbert D., Deuerlein J. and Montalvo I., "Lessons Learned in Solving the Contaminant Source Identification Problem in an Online Context.", 11th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2014, August 17 – 21, 2014, New York City, USA, 5 pages.
13. Kühnert C., Bernard T., Montalvo Arango I. and Nitsche R.. "Water Quality Supervision of Distribution Networks based on Machine Learning Algorithms and Operator Feedback", 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, 14-17 July 2014, Bari Italia, 8 pages.
14. Deuerlein J., Piller O., and Montalvo Arango I. "Improved real-time monitoring and control of water supply networks by use of graph decomposition", 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, 14-17 July 2014, Bari Italia, 6 pages.
15. Braun M., Bernard B., Piller O. and Sedehizade F. "24-hours demand forecasting based on SARIMA and support vector machines", 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, 14-17 July 2014, Bari Italia, 9 pages.
16. Piller O., Gilbert D., Sedehizade F., Maurel M., Sandraz A.C., Bardiaux J.B., Weber J.M., Deuerlein J., Korth A. and Bernard T. (2014) "SMaRT-Online^{WDN}: Online Security Management and Reliability Toolkit for Water Distribution Networks." ", WISG'14, Global Security Interdisciplinary Workshop – 30 & 31 January 2014, Technological University of Troyes, 7 pages.
17. Deuerlein J., Simpson A.R. and Korth A., "Flushing Planner: A Tool for Planning and Optimization of Unidirectional Flushing", In: 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI 2013, Perugia, IT, September 2-4 2013. 10 pages.
18. Bernard T., Braun M., Piller O., Gilbert D., Deuerlein J., Korth A., Nitsche R., Maurel M., Sandraz A.C., Sedehizade F., Weber J.M. and Wery C. (2013), "SMaRT-Online^{WDN}: Online Security Management and Reliability Toolkit for Water Distribution Networks.", Proceedings of the 10th International ISCRAM Conference Baden-Baden, Germany, May 2013, [On-line], T. Comes, F. Fiedrich, S. Fortier, J. Geldermann and T. Müller, eds., pp.171-176. Available from Internet: <http://www.iscramlive.org/ISCRAM2013/files/293.pdf> .
19. Piller O., Gilbert D., Sedehizade F., Lemoine C., Sandraz A.C., Wery C., Weber JM, Deuerlein J., Korth A., and Bernard T. (2013) "SMaRT-Online^{WDN}: Online Security Management and Reliability Toolkit for Water Distribution Networks." ", WISG'13, Global Security Interdisciplinary Workshop – 22 & 23 janvier 2013, Université de Technologie de Troyes, 5 pages.
20. Piller, O. and Gilbert D. (2012) "SMaRT-Online^{WDN} : une Boîte à outils pour la Gestion en Temps Réel de la Sécurité et pour la Fiabilité des Réseaux de Distribution d'Eau", WISG'12 – 24 & 25 janvier 2012, Université de Technologie de Troyes, 4 pages in French.

Revues Nationales à comité de lecture

1. D. Gilbert, O Piller, F Sedehizade, P Mandel, AC Sandraz, JB Bardiaux, JM Weber, J Deuerlein, A Korth, T Bernard (2015). " SMaRT-OnlineWDN: Un projet franco-allemand pour la gestion temps réel de la sécurité des réseaux d'eau. ", revue TSM Techniques Sciences Méthodes, 12 pages (à paraître).
2. N. Cheifetz, A. C. Sandraz, C. Féliers, D. Gilbert, O. Piller, A. Lang (2015) . " Une approche gloutonne pour le positionnement de capteurs sur le réseau de distribution du SEDIF." revue TSM Techniques Sciences Méthodes, 9 pages (à paraître).
3. Fereshte Sedehizade, Dr. Jochen Deuerlein, Dr. Andreas Korth and Dr.Thomas Bernard (2015)."SMaRT-Online^{WDN}: Ein Forschungsvorhaben zur noch höheren Sicherheit gegen Risiken von Kontaminationen in Trinkwasserverteilungssystemen". bbr Leitungsbau|Brunnenbau| Geothermie (submitted).

Liste de publications mono-partenaires

Revues Internationales à comité de lecture

1. Deuerlein, J., Elhay, S., and Simpson, A. (2015). "Fast Graph Matrix Partitioning Algorithm for Solving the Water Distribution System Equations." J. Water Resour. Plann. Manage. , 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000561 , 04015037, 11 pages.
2. Ung, H., Gilbert, D., Piller, O., Mortazavi, I., and Iollo, A. (2014). "LES and DNS Simulations of Imperfect Mixing for Double-tee Junctions." Procedia Engineering, 89(0), pp. 1268-1275. Open access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.434>.
3. Arango, I. M., Izquierdo, J. S., Campbell, E. O. G., and Pérez-García, R. (2014). "Cloud-based Decision Making in Water Distribution Systems." Procedia Engineering, 89(0), 488-494. Open access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.11.241>.
4. Hervé, U., Piller, O., and Denis, G. (2014). "Quasi-real Time Modeling for Security of a Drinking Water Distribution Network." Procedia Engineering, 70(0), 800-809. Open access <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.087>.
5. Arango, I. M., and Deuerlein, J. (2014). "Driving Online Simulations in Water Distribution Systems." Procedia Engineering, 70(0), 1183-1191. Open access <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.02.131>.

Communications internationales avec comité de lecture - Refereed Papers in international conferences

1. Paul Ward-Perkins, Carine Heitz (2015). "Vigilance of tap water quality: what potential for relying on consumers as alarm raisers?" 3rd International Conference on Water and Society 15-17 July 2015, Coruña, Spain.
2. Ung H., Gilbert D., Piller O., Mortazavi I. and Iollo A. "LES and DNS simulations of imperfect mixing for Double-Tee junctions.", 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, 14-17 July 2014, Bari Italia, 8 pages.
3. Montalvo Arango I., Izquierdo S. J., Campbell Gonzalez E. O. and Pérez-Garcia R., " Cloud-Based decision making in water distribution systems", 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WDSA 2014, 14-17 July 2014, Bari Italia, 7 pages.
4. Montalvo Arango Idel, Deuerlein Jochen, "Driving online simulations in water distribution systems", In: 12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry, CCWI 2013, Perugia, IT, September 2-4 2013. 8 pages.

Communications internationales sans comité de lecture - Other Papers in international conferences

5. Piller O., "SMaRT-Online^{WDN}: A Cooperative Research Project for Reliability and Security of Water Distribution Networks", 6th Cost IntelliCIS, Bucharest, 8 May 2012
6. Deuerlein J., "Topological Analysis of Supply Networks with Special Consideration of Security Aspects", 7th Cost IntelliCIS, Riga, 10 September 2012
7. Ung H., "Quasi-real time Modeling for security of Drinking Water Distribution Network", 8th Cost IntelliCIS, Aachen, 5 March 2013
8. Bernard T. and Braun M., "SmartOnline^{WDN}: Online Security Management and Reliability Toolkit for Water Distribution Networks", poster, 8th Cost IntelliCIS, Aachen, 5 March 2013

E.3 LISTE DES ELEMENTS DE VALORISATION

*La liste des éléments de valorisation inventorie les retombées (autres que les publications) décomptées dans le deuxième tableau de la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** On détaillera notamment :*

- brevets nationaux et internationaux, licences, et autres éléments de propriété intellectuelle consécutifs au projet.
- logiciels et tout autre prototype
- actions de normalisation
- lancement de produit ou service, nouveau projet, contrat,...
- le développement d'un nouveau partenariat,
- la création d'une plate-forme à la disposition d'une communauté
- création d'entreprise, essaimage, levées de fonds
- autres (ouverture internationale,...)

Elle en précise les partenariats éventuels. Dans le cas où des livrables ont été spécifiés dans l'annexe technique, on présentera ici un bilan de leur fourniture.

Liste des éléments	
Brevets internationaux obtenus	1. 2.
Brevet internationaux en cours d'obtention	1. 2.
Brevets nationaux obtenus	1. 2.
Brevet nationaux en cours d'obtention	1. 2.
Licences d'exploitation (obtention / cession)	1. 2.
Logiciels copyright et protection	1. Pour Irstea, sur le point d'obtenir une protection logicielle pour Porteau v4 avec son module de transport (Dépôt APP- archivage). Protection dans la CE. 2. Pour Irstea, sur le point d'obtenir une protection logicielle pour son module d'identification de source de contamination (Dépôt APP- archivage). Protection dans la CE. 3. Pour Irstea, sur le point d'obtenir une protection logicielle pour son logiciel de placement optimal de capteurs pour un système d'alerte précoce (Dépôt APP- archivage). Protection dans la CE. 4. 3S Copyright for SIR OPC 9 with its data adapters, process adapters and Petri network (custom commands). 5. 3S Copyright for contamination source Identification prototype including

	<p>GUI and online adapter.</p> <p>6. 3S Copyright for graph simplification module with enhanced hydraulic simulation based on graph matrix partitioning.</p>
Créations d'entreprises ou essaimage	<p>1.</p> <p>2.</p>
Nouveaux projets collaboratifs	<p>1. Ce projet a été le point de départ pour un nouvel partenariat entre Irstea, VERI and VEDIF se concentrant sur des tests de performances et sur l'évaluation de plusieurs solutions optimales pour le placement de capteurs sur le réseau d'eau.</p> <p>2. ResiWater « Outils, modèles et réseaux sécurisés et innovants de capteurs pour une résilience augmentée des infrastructures liées à l'eau. » (programme ANR et BMBF PICS 2014 : appel franco-allemand sur la protection des infrastructures critiques).</p> <p>3. IOSB & 3S Consult: EU project SAFEWATER.</p>
Colloques scientifiques	<p>1. Organisation d'une journée de démonstration à TZW le 18 mars 2015 avec une quinzaine d'invités extérieurs (Collectivité, bureaux d'études, Université) français, suisses, allemands et tchèques.</p>
Savoir faire	<p>1. For 3S, Online source identification methods;</p> <p>2. For 3S, software design and architecture for online simulation and online adaption of customized client modules;</p> <p>3. For BWB, online transport behavior of substances in the pipes;</p> <p>4. For BWB, optimal sensor placement for early warning;</p> <p>5. Pour CUS, développement d'un outil d'acquisition de données temps réel pour des composants hydrauliques, tels que, débits et pressions, mais aussi les indicateurs de la qualité de l'eau, tels que pH, chlore libre, conductivité, température, etc.</p> <p>6. Pour CUS, prise en main de l'outil logiciel Porteau et utilisation de Porteau dans le système de gestion du réseau ;</p> <p>7. Pour CUS, création de passerelles entre les différents outils, SCADA, Porteau, et génération d'alarme;</p> <p>8. Pour CUS, nouvelle connaissance sur la fiabilité des données obtenue par des tests sur les différents capteurs pour valider la;</p> <p>9. Pour CUS, très bons résultats pour le traitement d'alarme et la détection;</p> <p>10. Pour ENGEES, modélisation hydraulique sur la caractérisation de la demande;</p> <p>11. For ENGEES, analyse de perception et aptitude des consommateurs des server comme "déclencheur d'alarme" grâce à une enquête;</p> <p>12. Pour ENGEES, analyse des risques suite à des événements de contamination 1) analyse de sensibilité des usagers, 2) analyse de vulnérabilité du réseau, 3) analyse des conséquences, et 4) évaluation des risques et mesure d'indicateurs dédiés;</p> <p>13. For IOSB, Application of real-time machine learning algorithms for event detection in WDNs (knowhow);</p> <p>14. For IOSB, Real-time demand prediction in water distribution networks (knowhow);</p> <p>15. For IOSB, Design of finite-element transport models of water quantity and quality;</p> <p>16. Pour Irstea, calage temps réel de la demande par résolution d'un problème des moindres carrés (connaissance);</p> <p>17. For TZW, Effect of sensor position in the pipe for detection of contaminants with other density than water ;</p> <p>18. For TZW, Mixing, spreading and transport processes in the distribution network;</p> <p>19. Pour VEDIF, application de méthodes d'optimisation aux outils de modélisation hydraulique;</p> <p>20. Pour VEDIF: méthode d'évaluation des risques et identification de vulnérabilité sur le système de distribution.</p>
Autres (préciser)	<p>1. For IOSB, Software library for real-time time series analysis containing modules for event-detection and demand prediction.</p>

E.4 BILAN ET SUIVI DES PERSONNELS RECRUTES EN CDD (HORS STAGIAIRES)

Ce tableau dresse le bilan du projet en termes de recrutement de personnels non permanents sur CDD ou assimilé. Renseigner une ligne par personne embauchée sur le projet quand l'embauche a été financée partiellement ou en totalité par l'aide de l'ANR et quand la contribution au projet a été d'une durée au moins égale à 3 mois, tous contrats confondus, l'aide de l'ANR pouvant ne représenter qu'une partie de la rémunération de la personne sur la durée de sa participation au projet.

Les stagiaires bénéficiant d'une convention de stage avec un établissement d'enseignement ne doivent pas être mentionnés.

Les données recueillies pourront faire l'objet d'une demande de mise à jour par l'ANR jusqu'à 5 ans après la fin du projet.

Identification				Avant le recrutement sur le projet			Recrutement sur le projet				Après le projet				
Nom et prénom	Sexe H/F	Adresse email (1)	Date des dernières nouvelles	Dernier diplôme obtenu au moment du recrutement	Lieu d'études (France, UE, hors UE)	Expérience prof. Antérieure, y compris post-docs (ans)	Partenaire ayant embauché la personne	Poste dans le projet (2)	Durée missions (mois) (3)	Date de fin de mission sur le projet	Devenir professionnel (4)	Type d'employeur (5)	Type d'emploi (6)	Lien au projet ANR (7)	Valorisation expérience (8)
UNG Hervé	H	Herve.ung@irstea.fr	Encore à Irstea	Ingénieur ENSEIRB-MATMECA	France		Irstea	Stage Master + Doctorant en Math. Appli.	36 (4 mois en Master + 32 PhD)	30 avril 2015	Continu sa thèse Soutenance prévue en janvier 2016				
Eric Crastes	H	crastes.eric@gmail.com	27/02/2015	Mastère spécialisé ENGEES (MS) en eau potable et assainissement (post engineer formation) 2013	France	8 years Trainee at CUS on hydraulic modelling 2013	ENGEES-GESTE	Ingénieur d'étude	12 + 2 + 1 mois (dont 1 mois a été auto-financé)	27/02/2015	Recherche d'emploi				
Paul Ward-Perkins	H	paul.ward-perkins@engees-unistra.fr	Encore en lien avec ENGEES-GESTE	Université de Strasbourg Master de sociologie urbanisme 2012	France and UK	2 années	ENGEES-GESTE	Ingénieur d'étude	5 + 5.5 mois	31/12/2014	Chercheur indépendant, Traducteur et correcteur à Ward-Perkins Language and Research Consultancy				

Aide pour le remplissage

- (1) **Adresse email** : indiquer une adresse email la plus pérenne possible
- (2) **Poste dans le projet** : post-doc, doctorant, ingénieur ou niveau ingénieur, technicien, vacataire, autre (préciser)
- (3) **Durée missions** : indiquer en mois la durée totale des missions (y compris celles non financées par l'ANR) effectuées sur le projet
- (4) **Devenir professionnel** : CDI, CDD, chef d'entreprise, encore sur le projet, post-doc France, post-doc étranger, étudiant, recherche d'emploi, sans nouvelles
- (5) **Type d'employeur** : enseignement et recherche publique, EPIC de recherche, grande entreprise, PME/TPE, création d'entreprise, autre public, autre privé, libéral, autre (préciser)
- (6) **Type d'emploi** : ingénieur, chercheur, enseignant-chercheur, cadre, technicien, autre (préciser)
- (7) **Lien au projet ANR** : préciser si l'employeur est ou non un partenaire du projet
- (8) **Valorisation expérience** : préciser si le poste occupé valorise l'expérience acquise pendant le projet.

Les informations personnelles recueillies feront l'objet d'un traitement de données informatisées pour les seuls besoins de l'étude anonymisée sur le devenir professionnel des personnes recrutées sur les projets ANR. Elles ne feront l'objet d'aucune cession et seront conservées par l'ANR pendant une durée maximale de 5 ans après la fin du projet concerné. Conformément à la loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'Informatique, aux Fichiers et aux Libertés, les personnes concernées disposent d'un droit d'accès, de rectification et de suppression des données personnelles les concernant. Les personnes concernées seront informées directement de ce droit lorsque leurs coordonnées sont renseignées. Elles peuvent exercer ce droit en s'adressant l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/Contact>).