



**HAL**  
open science

## Plateforme Ouverte de Supervision et de Traçabilité pour les Environnements Confinés

Anthony Gelibert, Sébastien Jean, Denis Genon-Catalot

► **To cite this version:**

Anthony Gelibert, Sébastien Jean, Denis Genon-Catalot. Plateforme Ouverte de Supervision et de Traçabilité pour les Environnements Confinés. 9ème édition de la conférence MANifestation des JEunes Chercheurs en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication - MajecSTIC 2012 (2012), Oct 2012, Villeneuve d'Ascq, France. 8 p. hal-00733036

**HAL Id: hal-00733036**

**<https://hal.science/hal-00733036v1>**

Submitted on 17 Sep 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Plateforme Ouverte de Supervision et de Traçabilité pour les Environnements Confinés

Anthony GELIBERT<sup>1,2</sup>, Sébastien JEAN<sup>1</sup> et Denis GENON-CATALOT<sup>1</sup>

1 : LCIS — 50, rue Barthélémy de Laffemas BP 54 — 26902 VALENCE Cedex 09 — France.

2 : Nocosium — Immeuble Copernic, 15 rue Jules Romains — 69120 Vaulx-en-Velin — France.

Contact : *prenom.nom@lcis.grenoble-inp.fr*

---

### Résumé

Les environnements confinés sont caractérisés par un ensemble de normes d'usage et de conception très strictes. Dans les environnements confinés médicaux, où il s'agit notamment de lutter contre les infections liées aux soins, il n'existe actuellement pas d'outil permettant d'en réaliser la qualification avant usage, la supervision pendant usage et l'audit après usage. Cette lacune tient à la difficulté de rassembler les différents éléments intriqués constituant le profil de l'environnement confiné médical (l'arrangement des locaux, les normes de conception et d'usage, l'instrumentation y étant déployée) en un seul modèle qu'il serait possible de valider statiquement et d'utiliser dynamiquement afin de le confronter à un flot d'évènements. Cette problématique constitue le cadre d'une thèse de doctorat, débutée récemment en partenariat avec un industriel de la santé, visant à définir une plateforme logicielle ouverte permettant de satisfaire les besoins de traçabilité avant, pendant et après usage. Cet article s'attachera à introduire le contexte, détailler les besoins et la problématique, et présenter les axes de recherche envisagés et les travaux en cours.

### Abstract

Confined environments are characterized by a set of very strict standards and rules that impact the way they are built and used. In medical confined environments, where those rules intend to fight against infections that may occur during therapeutic acts, there is currently no tool allowing for certification before use, supervision during use, and audit after use. This lack is due to the fact that it remains complex to gather all the different elements of the environment profile (building topology, standards and rules, instrumentation) in a single model which it would be possible to validate statically and to dynamically check against events. A PhD thesis has recently started, in partnership with an healthcare company, to investigate the definition of an open software platform fulfilling the need for traceability before, while and after use. This work is in a preliminary stage, this article will consequently focus on introducing the context and issue and presenting some directions and current work.

**Mots-clés :** Environnements confinés, Supervision, Traçabilité, Ingénierie des exigences

**Keywords:** Confined environment, Supervision, Traceability, Requirements Engineering

---

### 1. Introduction

Avant de présenter la problématique, il convient de préciser clairement le contexte dans lequel ce travail s'inscrit. La suite de cette section s'attache donc à présenter le domaine des environnements confinés et l'impact d'une rupture du confinement.

#### 1.1. Les environnements confinés

Le confinement se définit comme une zone de travail contrôlée, au volume limité par un moyen physique, dans laquelle on empêche tout transfert non maîtrisé entre l'environnement (dont les

intervenants font partie), et l'intérieur de la zone confinée (qui abrite un produit et/ou un process) [1].

Dans certains cas, il s'agit de protéger le process d'une contamination extérieure, par exemple pour lutter contre les infections nosocomiales lors d'une opération chirurgicale. Dans d'autres circonstances, il s'agit plutôt de protéger l'extérieur d'une contamination par le process, par exemple pour lutter contre la diffusion d'un virus dans un laboratoire de recherche.

La Figure 1 présente de manière simplifiée un exemple d'environnement confiné : une unité de préparation pharmacologique. Dans cet environnement, les utilisateurs souhaitent réaliser des préparations sous hottes dans une salle dédiée<sup>1</sup>. Le confinement doit ici protéger les produits d'une contamination extérieure, et cet objectif est réalisé au moyen de plusieurs paliers de surpression ainsi qu'une conformité au standard ISO 14164-1 [2] particulière des pièces. Cette norme classe les pièces en fonction de leur quantité de poussière par unité de volume. Ces poussières sont différenciées en fonction de leur taille et chaque classe ISO (entre 1 et 9, par ordre croissant du nombre de particules autorisées) impose un maximum par catégorie.

La première pièce est un dégagement, maintenu dans un premier niveau de surpression afin de ne pas faire entrer l'air de l'extérieur (dont la pression est utilisée comme référentiel). Un sas permet ensuite aux usagers de se changer et constitue un premier palier de décontamination. Les usagers accèdent enfin à la salle de préparation proprement dite dont la surpression est la plus forte et la classe ISO, la plus faible.

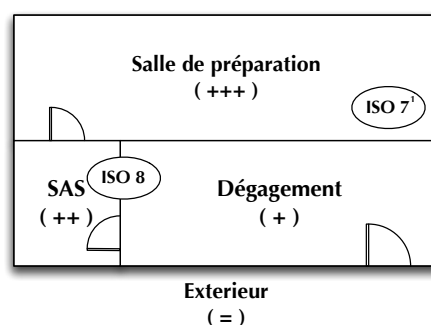


FIGURE 1 – Scénario d'illustration : préparation pharmacologique

Les caractéristiques des environnements confinés induisent de fortes contraintes et, pour répondre à ces impératifs, les autorités concernées ont normalisé les différentes méthodes de conception et les usages de chaque type d'environnement. Ces normes ne sont cependant pas toutes applicables ; certaines sont seulement des recommandations, des conseils ou encore des guides de bonnes pratiques. Les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en constituent un exemple [3]. Ainsi, l'ensemble des caractéristiques d'un environnement confiné (comme son utilisation, sa fabrication, sa fréquentation ou encore sa situation géographique) conduit à la définition d'un « arrangement normatif », c'est-à-dire à l'ensemble des normes à respecter pour un environnement particulier.

Les arrangements normatifs sont si volumineux que peu de personnes en connaissent la totalité, ce qui impacte directement le coût et la qualité de l'installation finale. Dans ces conditions, il n'est pas rare de voir des bâtiments partiellement reconstruits immédiatement après leur livraison afin de répondre à des contraintes légales qui n'avaient pas été prises en compte initialement.

## 1.2. Conséquences d'une rupture de confinement

Dans le domaine du soin à la personne, le concept élargi des **Infections Associées aux Soins (IAS)**, tel que défini dans [4], s'intéresse aux épisodes infectieux indépendamment du lieu de

1. Les contraintes « réelles » pour un tel environnement confiné sont décrites dans les Bonnes Pratiques de Fabrications (BPF).

soins : établissement de santé, soins ambulatoires, domicile, cabinet libéral... .

Le terme **Infection Nosocomiale (IN)** est réservé aux IAS contractées dans un établissement de santé. Celles-ci peuvent toucher les patients, la famille, les visiteurs, mais aussi le personnel soignant et les autres professionnels de santé de l'établissement.

Les maladies nosocomiales sont une des problématiques majeures du secteur de la santé aux conséquences lourdes, pour le patient comme pour la société.

D'après le rapport d'information du Sénat [5], et bien que la mesure précise du nombre de décès directement dûs à une infection nosocomiale reste un exercice délicat, on estime qu'en France 6,6 % des décès qui interviennent chaque année à l'hôpital ou à la suite d'une hospitalisation surviendraient en présence d'une infection nosocomiale. Au total, ces infections seraient donc la cause de 9.000 décès par an.

Pour la société, le surcoût financier est important, de l'ordre de plusieurs milliards d'Euros par an. Une diminution de 10 % du nombre d'infections nosocomiales conduirait à une économie représentant six fois l'effort de prévention consenti par les établissements hospitaliers. Il semble opportun de disposer d'une suite d'outils transversaux permettant d'aider efficacement les différents acteurs, de la conception de l'environnement jusqu'à son utilisation. Nous décrivons ce besoin dans la section qui suit.

## 2. Besoin

La Figure 2 (décrite tout au long de cette section) présente l'ensemble des outils informatiques dont il faudrait disposer, avec leur correspondance dans le cycle de vie d'un environnement confiné. Nous ne nous intéressons ici qu'aux phases de construction et d'utilisation.

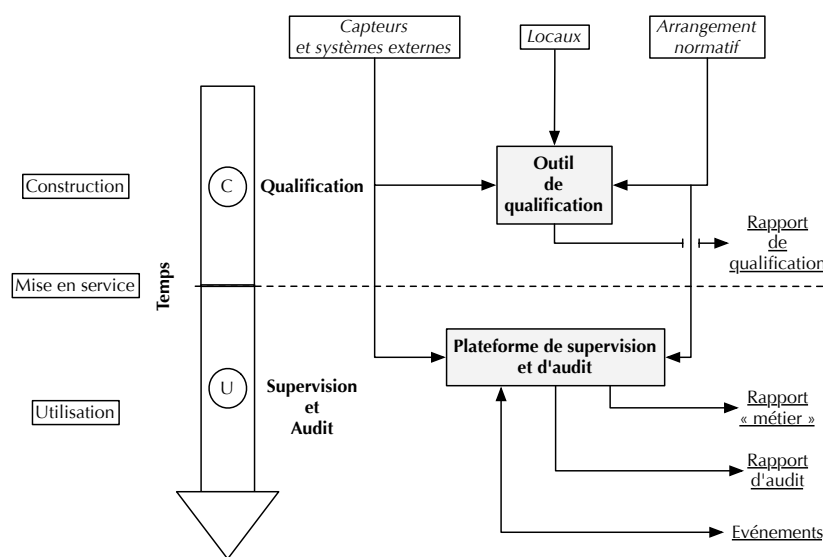


FIGURE 2 – Description globale des outils recherchés

Pour illustrer ce besoin, nous reprenons l'exemple de la salle de préparation pharmaceutique décrite en introduction (voir Fig. 1).

### 2.1. Qualification d'un environnement confiné

Durant la **construction (C)**, il s'agit de « qualifier » l'environnement confiné en se basant seulement sur les données techniques, afin de déterminer, *a priori*, la conformité de celui-ci avec l'utilisation souhaitée. L'utilisateur doit pouvoir décrire complètement son projet d'environnement confiné afin que l'outil puisse aider à en réaliser la qualification.

Cette analyse donnera lieu à la génération d'un **rapport de qualification**, document de synthèse décrivant l'adéquation entre les différentes composantes — **locaux, instrumentation (capteurs et systèmes externes) et normes applicables** — du **profil** de l'environnement confiné ciblé. Il est fortement souhaité que ce document contienne également des éléments pour aider l'utilisateur à déterminer les modifications nécessaires pour améliorer la couverture normative.

Dans notre cas, l'utilisateur devrait décrire l'utilisation prévue pour l'unité, les trois pièces (taille, volume, agencement, portes...) et l'instrumentation. Ici, la qualification permettrait de vérifier que l'on dispose bien d'un système de ventilation et de capteurs pour contrôler les cascades de pression ainsi que d'un système de contrôle d'accès pour les sas.

## 2.2. Traçabilité d'un environnement confiné

Durant l'**utilisation (U)**, il s'agit de « tracer » le fonctionnement, c'est-à-dire de suivre l'évolution de l'environnement confiné afin de conserver l'**historique d'utilisation**. Cet historique doit être le plus exhaustif possible pour pouvoir identifier la source d'une erreur *a posteriori* dans le cadre d'un **audit**.

Une **supervision** — réalisée en « temps réel » — doit également permettre aux usagers d'avoir un retour rapide sur le déroulement des opérations, les éléments pertinents devant être ajoutés au dossier de suivi afin de faire des « retours sur incidents » en cas de problème. Cette supervision ne se veut pas légale mais plutôt orientée « métier ». L'objectif n'est pas d'automatiser une analyse normative de l'utilisation mais d'apporter une vue claire et cohérente du déroulement de l'opération aux différents intervenants. Ainsi, la constitution d'un « tableau de bord » affichant les informations pertinentes, semble judicieuse.

Dans notre exemple, il faudrait enregistrer l'évolution de la pression dans les différentes pièces, les passages, les messages du système de ventilation... Le rapport « métier » dans un tel environnement confiné pourrait correspondre à un tableau de bord interactif affichant les différentes pressions, l'état du système de ventilation et du contrôle d'accès avec l'apparition d'alertes en cas d'anomalie.

## 3. Problématique

Le besoin identifié dans la section précédente n'a actuellement aucune solution industrielle et il n'existe pas de produit répondant à ces spécifications (même prises individuellement).

Cette absence peut s'expliquer par la présence de plusieurs verrous que nous avons identifiés et illustrés sur la Figure 3.

### 3.1. Qualification d'un environnement confiné médical

L'outil de qualification doit raisonner à partir de modèles de chacune des composantes du profil de l'environnement confiné : les capteurs et systèmes externes (« l'instrumentation »), les locaux (« le bâtiment ») et l'arrangement normatif (« les exigences »). Modéliser les capteurs et les locaux consiste à donner les caractéristiques techniques de l'environnement confiné à partir de ses plans, de son analyse fonctionnelle... Il s'agit d'un processus exclusivement descriptif visant à détailler au maximum la cible afin de maximiser les inférences. *A contrario*, modéliser l'arrangement normatif consiste à exprimer un ensemble de contraintes que doivent respecter les deux autres éléments (indépendamment ou conjointement).

Tout n'est cependant pas modélisable. L'expertise « métier », qui est également un facteur à prendre en compte, ne pourra par exemple pas être directement inférée. Cette connaissance des paramètres idéaux pour les différents équipements ou pour les différentes constantes environnementales (température, pression...) sera une source d'évolution et d'adaptation à prendre en compte.

La problématique de qualification s'inscrit dans le domaine de l'ingénierie des besoins et des exigences. Ce domaine peut être défini comme « la branche de l'Ingénierie des Systèmes qui concerne l'étude : des objectifs du monde réel dont les implications affectent des systèmes logiciels, des services que fournissent des systèmes logiciels, et des contraintes reposant sur des systèmes logiciels. Elle s'intéresse également à l'influence mutuelle entre ces facteurs et les spécifications du comportement des systèmes, ainsi qu'à leur évolution dans le temps à travers des familles de systèmes » [6].

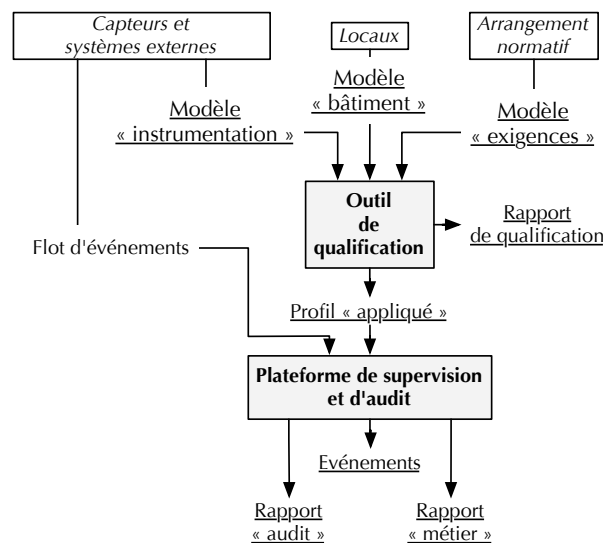


FIGURE 3 – Architecture logicielle envisagée

Il apparaît de manière évidente qu'un seul langage - et *a fortiori* un seul formalisme - ne permet pas de modéliser l'ensemble du profil. Le verrou consiste donc ici à intégrer de manière sémantiquement cohérente les différents langages nécessaires à la modélisation de chacune des composantes de ce dernier.

### 3.2. Profil « appliqué »

Le profil « appliqué » est le croisement entre l'arrangement normatif et l'instrumentation, appliqué à l'environnement confiné cible. L'objectif est ici d'obtenir des règles précises pour vérifier qu'une norme est bien respectée par les instruments correspondants.

Dans notre exemple (cf. Fig. 1), il pourrait s'agir d'explicitier les contraintes sous la forme : « le capteur de pression X doit fournir des données à la fréquence Y pour la pièce Z », « la valeur du capteur de pression X1 doit toujours être supérieure à celle du capteur de pression X2 », « les indicateurs d'ouverture des portes d'un sas ne peuvent être actifs simultanément »...

La génération de ce profil pose le problème de la réingénierie des exigences, consistant ici à extraire du profil les paramètres concrets sur lesquels puisse s'appuyer la supervision. La qualité de l'automatisation obtenue fait également partie de la problématique ; quel degré d'information peut-on obtenir du modèle et surtout comment intégrer la part d'expertise « métier » ? La forme concrète que peut prendre le profil « appliqué », discutée dans la section 4, sera fortement dépendante de l'approche retenue pour le traitement des données dans la plateforme de supervision et devra être déterminée en conséquence.

Les multiples formes que le profil « appliqué » peut prendre — moteur de règles ou chaîne de médiation selon l'approche retenue pour le traitement des données dans la plateforme de supervision — seront décrites dans la section 4.

### 3.3. Plateforme de traçabilité

La plateforme doit utiliser le profil « appliqué » pour retrouver les capteurs et les systèmes externes décrits, puis procéder en parallèle à l'archivage des données nécessaires aux audits futurs et à l'application des règles décrites dans le profil pour générer les alertes et le rapport d'exploitation final.

Parmi les contraintes d'exploitation qui pèsent sur la plateforme, on retiendra plusieurs points importants. La nécessité de faire **qualifier la solution comme « Dispositif Médical »** [7], qui imposera des contrôles particuliers en fonction de la classe de l'équipement. L'**utilisation des données dans un cadre légal** qui nécessitera de garantir l'intégrité des données relevées pour se prémunir d'éventuelles altérations qui pourraient compromettre la validité et la valeur de l'audit.

Le support de l'**importante quantité d'équipements tiers** déployés dans l'environnement confiné ciblé et sur lesquels le contrôle direct ne sera pas nécessairement possible. Enfin, une **extensibilité maximale** sera nécessaire pour supporter l'évolution de l'environnement confiné. Le terme « évolution » est à considérer le plus largement possible. Il pourra s'agir d'évolutions matérielles, logicielles voire même de changement dans les contraintes normatives.

Le nœud tient donc autant de la conception des outils eux-mêmes que dans leur réalisation et leur intégration dans les conditions nécessaires pour le domaine médical. Cela requiert des garanties strictes de fonctionnement, qu'il faudra pouvoir quantifier et qualifier.

#### 4. Approche et travaux en cours

Nous engageons le travail identifié dans la problématique précédente dans le cadre d'un doctorat en convention CIFRE débuté en octobre 2011 avec la société Nocosium.

##### 4.1. Travaux connexes à la qualification

Comme nous l'avons précisé précédemment, la qualification d'un environnement confiné fait partie des problèmes adressés par l'ingénierie des besoins et des exigences (RE).

En 2000, Axel van Lamsweerde a publié [8] une rétrospective des recherches effectuées et des perspectives futures de ce domaine. Notre problématique s'y inscrit totalement au regard des différentes activités composant la RE :

- Analyse du domaine : les normes.
- Élicitation des besoins : l'arrangement normatif à remplir.
- Négociations et accords : la sélection des éléments à conserver dans l'arrangement.
- Spécification : la modélisation de cet arrangement normatif.
- Analyse des spécifications : le processus de qualification lui-même.
- Documentation : la documentation des choix fait dans les différentes étapes.
- Évolution : le support de la variabilité dans les exigences.

La qualification aborde également plusieurs des pistes de recherche présentées :

- Synergies entre les exigences et l'architecture logicielle déployée.
- Extraction sémantique des paramètres depuis les exigences.
- Réingénierie des besoins et des exigences.
- Intégration sémantiquement cohérente de plusieurs langages pour modéliser les différentes facettes du système.

Plus récemment, la problématique soulevée par Nicolas Sannier *et al.* [9] s'avère connexe à celle posée par la qualification. Les auteurs proposent de changer de paradigme dans le traitement des spécifications et des exigences pour arriver à une approche dite « knowledge-centered ». Cette nouvelle approche vise à modéliser les exigences pour en explorer les différentes interprétations possibles, les conflits pouvant en découler, la traçabilité des choix et le support de la variabilité pour prévenir les problèmes pouvant survenir à l'apparition de nouvelles exigences sur un même produit.

La qualification est une variante de ce problème, où l'on s'attacherait plutôt à observer l'adéquation entre un ensemble d'exigences donné (l'arrangement normatif) et l'interprétation particulière (les locaux et l'instrumentation) qui en est faite. Les problématiques complémentaires comme la variabilité des exigences ou la traçabilité des « choix » d'interprétation s'appliquent également à notre problématique.

Actuellement, nous définissons précisément les caractéristiques requises pour les langages exprimant le profil, en tenant compte des objectifs fonctionnels décrits dans ce document. Parallèlement à cette démarche, nous réalisons un état de l'art des solutions et des approches existantes avec une attention plus particulière pour les solutions dirigées par les modèles.

##### 4.2. Traçabilité

Assurer la traçabilité décrite dans les sections précédentes nécessite la mise au point d'une plateforme de supervision capable de s'adapter aux circonstances. La Figure 4 présente les principaux blocs fonctionnels envisagés.

La couche d'acquisition des données effectuera le relevé des différents capteurs et systèmes externes pour ensuite les transmettre aux sous-systèmes de persistance et à celui de médiation.

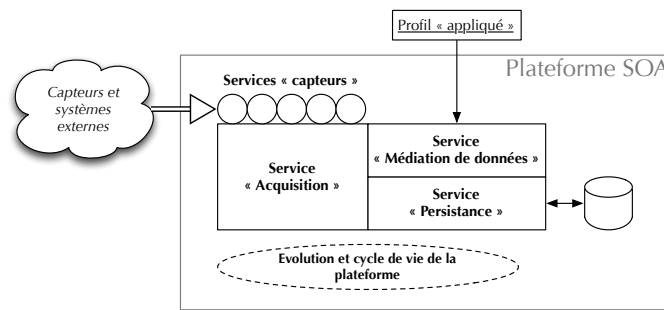


FIGURE 4 – Supervision et audit : architecture orientée services (SOA)

Ces différents composants ne sauraient fonctionner indépendamment, tout en supportant les contraintes de fonctionnement présentées précédemment. Pour cela, il faut que ces différents sous-systèmes reposent sur une architecture capable d'évoluer, de supporter le cycle de vie des différents éléments (par exemple la disparition temporaire d'un capteur pour maintenance ou remplacement), sans pour autant demander un redémarrage de la plateforme complète.

Pour réaliser une telle plateforme, nous nous orientons vers des approches de type « plateforme de services dynamiques » et plus particulièrement vers OSGi [10] qui est le standard *de facto* pour la modularisation et la dynamique d'applications Java. Il s'agit à la fois d'un modèle de programmation pour réaliser des modules en Java — nommés « bundle » dans les spécification — et une plateforme d'exécution pour contrôler leur cycle de vie. De cette manière, OSGi permet au développeur de manipuler les modules par ajout, démarrage, arrêt, mise à jour et suppression. Ces opérations sont dynamiques, effectuées durant l'exécution et sans avoir à redémarrer la plateforme. Enfin, des « architectures orientées services » (SOA [11]) peuvent être réalisées à l'aide d'un registre de services qui permet de publier, souscrire et utiliser des services. Les services sont le paradigme principal de communication inter-module.

La plateforme de supervision nécessitera un accès aux capteurs et aux systèmes externes mais également à un profil « appliqué » évoqué dans la section 3.

Pour rappel, le profil « appliqué » est l'élément généré par l'outil de qualification et qui doit permettre à la plateforme de supervision de pouvoir générer ses alertes, réaliser son rapport « métier » et ses audits sans devoir faire appel systématiquement à un objet aussi lourd et complexe que l'arrangement normatif complet d'un environnement confiné. L'objectif est donc de croiser les différents éléments du profil lors de la qualification, pour avoir des traitements directement réalisables par la plateforme de supervision.

La matérialisation du profil appliqué dépendra de la nature de la couche de médiation de données. Nous envisageons deux pistes :

**Moteur de règle :** cette approche, dont DROOLS [12] est une des incarnations dans le monde Java, consiste à définir les contraintes comme des règles que doivent appliquer ou vérifier les différents éléments. Le profil « appliqué » serait donc un simple fichier contenant un ensemble de règles.

**Chaîne de médiation :** cette approche, dont CILIA [13] est une des incarnations dans le monde Java, consiste à définir un enchaînement de blocs logiques. Chacun de ces blocs effectue une opération logique simple (sélection, agrégat...) et c'est l'enchaînement de ces éléments simples qui crée la fonction de haut niveau recherchée. Le profil serait donc dans ce cas une chaîne de médiateurs directement déployable dans la plateforme et qui réaliserait les opérations requises.

## 5. Conclusion

Dans cette publication, nous avons présenté le contexte des environnements confinés médicaux et les principales conséquences d'une rupture de confinement.



Actuellement, il n'existe pas d'outil capable de qualifier un projet d'environnement confiné médical durant sa conception, puis de réaliser un suivi de son fonctionnement pour permettre une analyse « métier » et un audit de maintien de conformité. Cette absence peut s'expliquer par la présence de plusieurs verrous : la difficulté de modéliser un environnement confiné, la complexité des outils à mettre en place et les contraintes d'exploitation qui pèseront sur les systèmes déployés.

Pour profiler un environnement confiné, nous proposons de croiser trois modèles : un pour les locaux physiques, un pour l'instrumentation disponible et un dernier pour l'arrangement normatif à respecter. Cette confrontation entre les exigences et l'interprétation qui en est faite constitue l'une des problématiques adressées par l'ingénierie des exigences. Nous analysons actuellement les langages disponibles qui permettrait d'obtenir une intégration sémantiquement cohérente des différentes facettes de profil.

Pour ces derniers, nous proposons un intergiciel à base de services OSGi, permettant de composer les trois principaux services : acquisition des données d'exploitation, persistance et médiation de données. Pour ce dernier, qui permettra de réaliser l'analyse « métier » et le suivi d'exploitation, nous explorons actuellement deux pistes : les chaînes de médiation et les moteurs de règles.

## Bibliographie

1. Association TEKH!N. Le travail en milieu confiné. <http://www.tekhin.fr/fr/travail-confine>.
2. Organisation internationale de normalisation. Salles propres et environnements maîtrisés apparentés — Partie 1 : Classification de la propreté de l'air. ISO 14644-1, 1999.
3. Intermittent Preventive Treatment in Infants. Recommandation générale de l'OMS sur le traitement préventif intermittent du nourrisson à la sulfadoxine-pyriméthamine pour lutter contre le paludisme à Plasmodium falciparum en Afrique. Rapport, Organisation Mondiale de la Santé, Mars 2010.
4. Comité Technique des Infections Nosocomiales et des Infections Liées aux Soins. Définition des infections associées aux soins. Rapport, Ministère de la santé, de la jeunesse et des sports, Mai 2007.
5. Alain Vasselle. Rapport sur la politique de lutte contre les infections nosocomiales. Santé publique, Office Parlementaire d'Evaluation des Politiques de Santé, Juin 2006.
6. Pamela Zave. Classification of research efforts in requirements engineering. *ACM Comput. Surv.*, 29(4) :315–321, December 1997.
7. Parlement Européen et du Conseil. Directive 2007/47/CE du Parlement européen et du Conseil. Directive 2007/47/CE, Union Européenne, Septembre 2007.
8. Axel van Lamsweerde. Requirements engineering in the year 00 : a research perspective. In *Proceedings of the 22nd international conference on Software engineering, ICSE '00*, pages 5–19, New York, NY, USA, 2000. ACM.
9. Nicolas Sannier, Benoit Baudry, and Thuy Nguyen. Formalizing standards and regulations variability in longlife projects. a challenge for model-driven engineering. In *Proceedings of the Model-Driven Requirements Engineering workshop (MoDRE'11) at RE'11*, Trento, Italy, August 2011.
10. OSGi Alliance. OSGi Service Platform. Core Specification Release 4, Version 4.3, OSGi Alliance, Avril 2011.
11. Michael P. Papazoglou, Paolo Traverso, Istituto Ricerca, and Scientifica Tecnologica. Service-oriented computing : State of the art and research challenges. *IEEE Computer*, 40 :2007, 2007.
12. JBoss Community. Drools - The Business Logic integration Platform. <http://www.jboss.org/drools>, 2012.
13. ObjectWeb 2. Cilia Mediation. <http://wiki.chameleon.ow2.org/xwiki/bin/view/Main/Cilia>, 2012.