



HAL
open science

Vers une approche holistique pour l'amélioration de l'expérience des parties prenantes dans l'Hôpital 4.0

Wilson Goudalo, Christophe Kolski, Frédéric Vanderhaegen

► To cite this version:

Wilson Goudalo, Christophe Kolski, Frédéric Vanderhaegen. Vers une approche holistique pour l'amélioration de l'expérience des parties prenantes dans l'Hôpital 4.0. 10ème conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH2020, Oct 2020, Valenciennes, France. hal-03229595

HAL Id: hal-03229595

<https://hal.science/hal-03229595>

Submitted on 19 May 2021

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.

Vers une approche holistique pour l'amélioration de l'expérience des parties prenantes dans l'Hôpital 4.0

Wilson E. Goudalo ^{1,2}, Christophe Kolski ², Frédéric Vanderhaegen ²

¹ ABERDI Inc., 4998 boulevard de Maisonneuve Ouest, Westmount, Canada, +1 514 978 8877, wilson.goudalo@abe-engineering.net

² LAMIH-UMR CNRS 8201, Univ-Polytechnique Hauts-de-France (UPHF), Valenciennes, France, christophe.kolski@uphf.fr ; frederic.vanderhaegen@uphf.fr

Résumé. L'hôpital 4.0 (aussi appelé l'Hôpital du Futur ou Hôpital Intelligent – "Smart Hospital") se dote de plus en plus de composantes intelligentes et connectées dans différents aspects de sa chaîne de valeur, d'une part pour améliorer la qualité des soins à coûts optimisés, et d'autre part pour satisfaire les attentes et les objectifs de ces différentes parties prenantes. Ces pratiques présentent des risques et objectifs différents en fonction des parties prenantes de l'Hôpital 4.0 ; chercher à satisfaire certains critères peut engendrer des impacts importants sur d'autres critères. Nous nous proposons de mettre en exergue une approche holistique pour traiter harmonieusement les risques et objectifs des différentes parties prenantes, de façon conjointe, sur les axes de la Sécurité, de l'Utilisabilité, de la Résilience et de la Performance. Nous nous inspirons des systèmes sociotechniques et de la transformation numériques appliqués aux réalités de l'Hôpital 4.0.

Mots clés : Hôpital du Futur, Transformation numérique, Système sociotechnique, Système intelligent, Sécurité, Utilisabilité, Résilience, Performance, Expérience des parties prenantes.

Introduction

Nous assistons actuellement à l'avènement des technologies numériques de l'Internet nouveau, caractérisées par le Cloud, Block Chain, Big Data, Intelligence Artificielle, Machine Learning aussi bien dans les activités de divertissement que dans les services essentiels et Opérations d'Importance Vitale. Ainsi, les progrès de l'Intelligence Artificielle et des systèmes auto-apprenants (exploitant des méthodes de Machine Learning) sont progressivement encapsulés dans des composantes de types applications, logiciels, appareils, infrastructures ou bien des "appliances". Ces composantes sont souvent désignées sous le vocable "composantes intelligentes" et s'intègrent de plus en plus dans toutes les sphères d'activités, grâce aux nouveaux contextes de facilité de connexion, forte puissance de calcul, traitement à la demande, capacité à traiter et tirer profits de très grandes volumétries de données hétérogènes.

L'hôpital 4.0 (aussi appelé l'Hôpital du Futur ou Hôpital Intelligent – "Smart Hospital") se dote de plus en plus de ces composantes intelligentes et connectées dans différents aspects de sa chaîne de valeur, en particulier relativement à l'approvisionnement, à la production et à la distribution. L'Hôpital 4.0 est centré Patient et s'évertue à mettre le patient au cœur de toutes ses activités et de toutes ses préoccupations [Anhang Price et al., 2014] et [MP, 2019]. Mais aussi, l'Hôpital 4.0 doit se conformer aux exigences légales et réglementaires, respecter ses engagements vis-à-vis de ses parties prenantes et satisfaire leurs objectifs respectifs [Health Quality Ontario, 2019]. Certains de ces divers objectifs pourraient paraître plus difficiles à concilier que d'autres. Cet article court a pour objectif de souligner les points essentiels de notre approche holistique pour traiter l'Hôpital 4.0, conjointement sur les axes de la Sécurité, de l'Utilisabilité, de la Résilience et de la Performance. Dans un premier temps, nous présentons le contexte de transformation numérique en nous inspirant des systèmes sociotechniques, afin d'aboutir sur les objectifs des parties prenantes de l'Hôpital 4.0. Ensuite, nous proposons les grandes lignes de la démarche holistique et son modèle conceptuel pour traiter conjointement la

Sécurité, l'Utilisabilité, la Résilience et la Performance. Nous concluons cet article en indiquant les perspectives de nos travaux relatifs à la transformation numérique et à la sécurité de l'Hôpital 4.0.

1 Transformation numérique de l'Hôpital 4.0

Du Web 1.0 (1993-2000) au Web 4.0 (2012-2020), nous sommes passés de l'Internet des contenus, l'Internet des communications, l'Internet des contextes, pour parvenir à l'Internet des objets [Lampropoulos et al., 2019]. Les objets sont de plus en plus dotés d'intelligence (au sens de l'Intelligence Artificielle - IA), communiquent entre eux, communiquent avec les systèmes d'information classiques, communiquent de façon ciblée (personnalisée) avec des individus ou groupes de personnes [Bozic, 2019]. Dans le contexte sociotechnique l'Hôpital 4.0 (cf. Figure 1), les systèmes physiques et cybernétiques (CPS – Cyber Physical Systems) interagissent avec les humains sur des aspects de la santé et sur des interventions vitales [ANSSI, 2016]. La transformation numérique de l'Hôpital 4.0 présente des défis très importants [Circle Square, 2019].

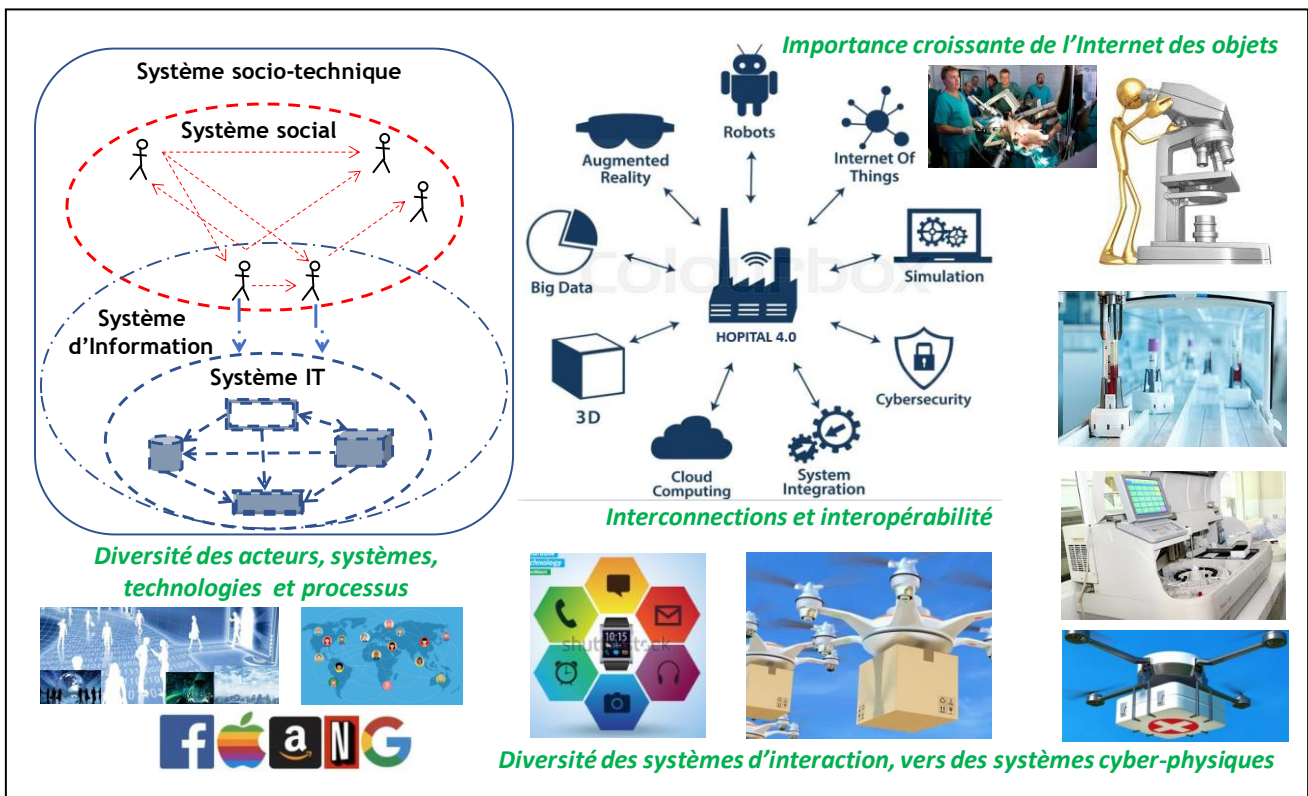


Figure 1 : Le contexte numérique actuel de l'Hôpital 4.0

En plus du contexte de systèmes sociotechniques, l'Hôpital 4.0 est composé d'une grande diversité d'objets connectés et d'un grand nombre de plateformes hétérogènes qui doivent interagir pour un service de santé de haute qualité. Les défis auxquels est confronté l'Hôpital 4.0 sont relatifs à : l'interopérabilité entre appareils, technologies et écosystèmes hétérogènes, la qualité des données traitées et restituées qui doivent être précises et fiable, la fiabilité des services d'importance vitale, la continuité des opérations et des services dignes de confiance, la garantie de la sécurité des données et des traitements, les exigences du respect de la vie privée et de la protection des renseignements personnels et des données de santé, la conformité aux exigences légales et réglementaires, la facilité de la collaboration entre plusieurs parties prenantes, l'analyse avancée et intelligente sur les données et services (Big Data Analytics), la garantie de services de santé

engageant, optimisés et personnalisés tenant compte du contexte socioéconomique et culturel. Ces défis, innombrables et pertinents, peuvent être classifiés et priorisés suivant différentes optiques et objectifs. Ils présentent des verrous aussi bien scientifiques (dus à leurs intercorrélations exigeant de forts arbitrages) que techniques (impliquant des innovations technologiques très dynamiques). Comme évoqué dans les perspectives, nous planifions d'en effectuer la classification suivant les approches de systèmes business et de gestion de l'investissement. Cette classification devra donc tenir compte, entre autres, des critères technologiques, des critères de conformité réglementaire et légale, des critères de valeurs humaines et sociétales, des critères de durabilité ("*sustainability*") et économiques.

2 Qualités essentielles de l'ensemble des Systèmes d'Information de l'Hôpital 4.0

La réussite de l'interopérabilité devrait permettre de fluidifier les interactions et faciliter la collaboration et la coopération entre acteurs de santé, spécialistes de soins et patients, afin de poser les diagnostics les plus justes et fournir les meilleurs soins, les plus adaptés à chaque patient et à coûts optimisés, dans le respect des contraintes réglementaires et légales. Grâce à l'intelligence artificielle, aux systèmes auto-apprenants et objets connectés, le patient peut progressivement jouer un rôle plus prépondérant dans l'Hôpital 4.0, son retour d'information, son expérience et son ressenti devant y être considérés autrement. Il s'agit à terme que les diagnostics soient posés plus tôt, avec une meilleure précision et une meilleure anticipation. Les prescriptions et les interventions pourraient à terme être plus perspicaces et plus adaptées à chaque patient dans son contexte sociotechnique.

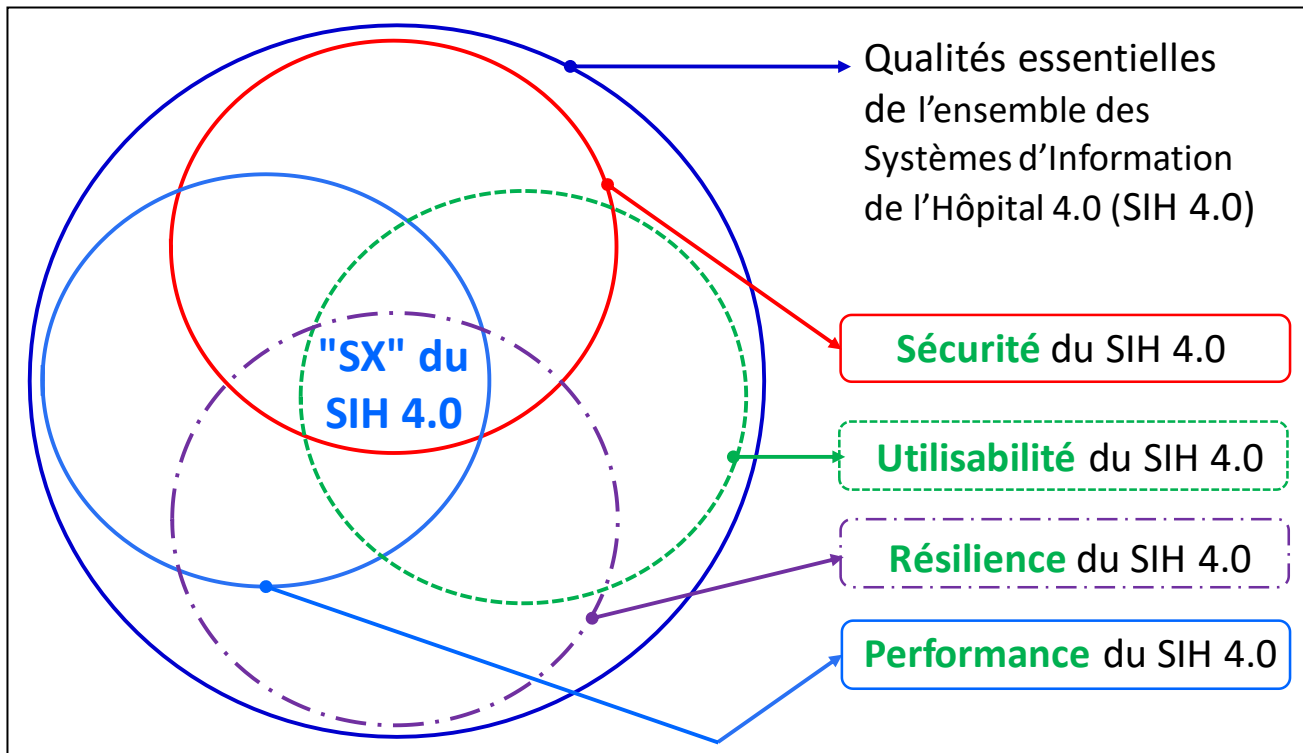


Figure 2 : Le SIH 4.0 et ses qualités essentielles

L'ensemble des Systèmes d'information de l'Hôpital 4.0 (SIH 4.0) exige des qualités appropriées, caractérisées par des critères qualitatifs et quantitatifs qui doivent être définis et gérés de façon harmonieuse à tous les

niveaux. Traitant des données sensibles et fournissant des services d'importance vitale, le SIH 4.0 exige une sécurité de l'information accrue [ANSSI, 2016]. Fournissant des services et produits utilisés et consommés par des humains aussi, le SIH 4.0 exige des Interactions Homme-Machine (IHM) de qualité, ainsi, en particulier, qu'une bonne Utilisabilité. Contribuant essentiellement à des opérations et interventions d'importance vitale, le SIH 4.0 exige une bonne résilience, particulièrement dans les cas d'incidents, d'accidents ou dans les situations de crise.

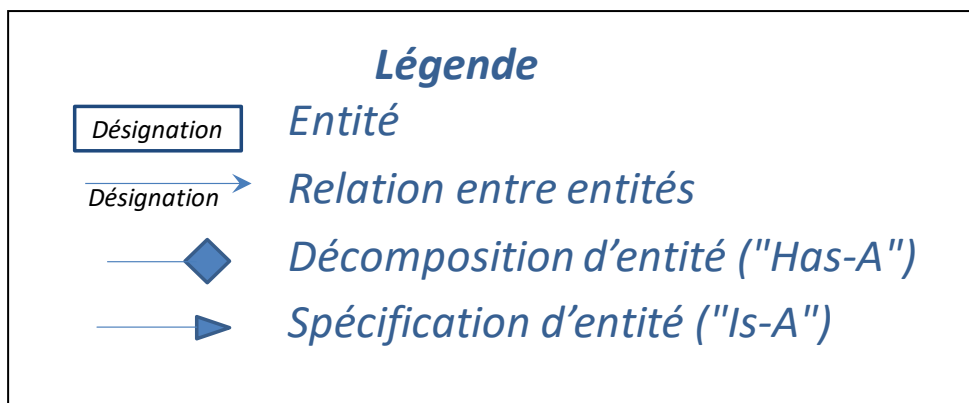
Opéré par plusieurs parties prenantes et acteurs de la vie socio-économique et culturelle, le SIH 4.0 exige aussi une bonne performance [Health Quality Ontario, 2019]. Nous suggérons de traiter les qualités essentielles du SIH 4.0 suivant les axes de la sécurité [Goudalo et al., 2017a], de l'utilisabilité [ISO, 2018], de la résilience [Vanderhaegen, 2017] et de la performance, de façon conjointe. La Figure 2 illustre le positionnement de l'expérience des parties prenantes (Stakeholder eXperience - SX) impliquées, à travers la gestion conjointe et harmonieuse des quatre axes définissant les qualités essentielles du SIH 4.0 ("SX" du SIH 4.0).

3 Vers une initiative d'Ingénierie Conjointe de la Sécurité, Sûreté, Utilisabilité, Résilience et Performance (ICSSURP)

La Figure 3 présente le modèle conceptuel avancé de l'initiative ICSSURP (inspirée de [Goudalo et al., 2017b]). L'initiative ICSSURP définit une approche holistique d'élaboration d'une Ingénierie Conjointe de la Sécurité, Sûreté, Utilisabilité, Résilience et Performance. Les critères relatifs à la Performance, la Résilience, la Sécurité et l'Utilisabilité, avec leurs valeurs respectives, caractérisent les actifs du SIH 4.0 qui sont menacés par des risques caractéristiques du SIH 4.0. Des solutions appropriées, composées de contrôles et de contraintes, avec amélioration de l'expérience pour l'ensemble des parties prenantes, traiteront les risques et protégeront les actifs du SIH 4.0 dans leurs contextes d'utilisation.

La Sûreté nous amène à considérer autrement le personnel de santé, incluant en particulier les Médecins, Chirurgiens, Anesthésistes, Soignants et les patients aussi dans certains cas. Ils devraient manipuler, outre les appareils médicaux, de plus en plus d'appareils connectés du SIH 4.0. Les décès ou les risques d'aggravation de l'état de santé, d'infection grave ou de soins inappropriés, dus à l'erreur humaine pourraient être considérés dans le cadre d'une meilleure fiabilité qu'apportera l'Hôpital 4.0. A ce titre nous pourrions nous recentrer sur l'initiative ICSSURP qui aura pour objectif de faciliter la mise en place et l'adoption de l'Hôpital 4.0 en garantissant ses promesses, d'améliorer la situation du personnel et apporter un meilleur soin aux patients à coûts optimisés.

La Figure 3 et sa légende sont représentées, ci-dessous.



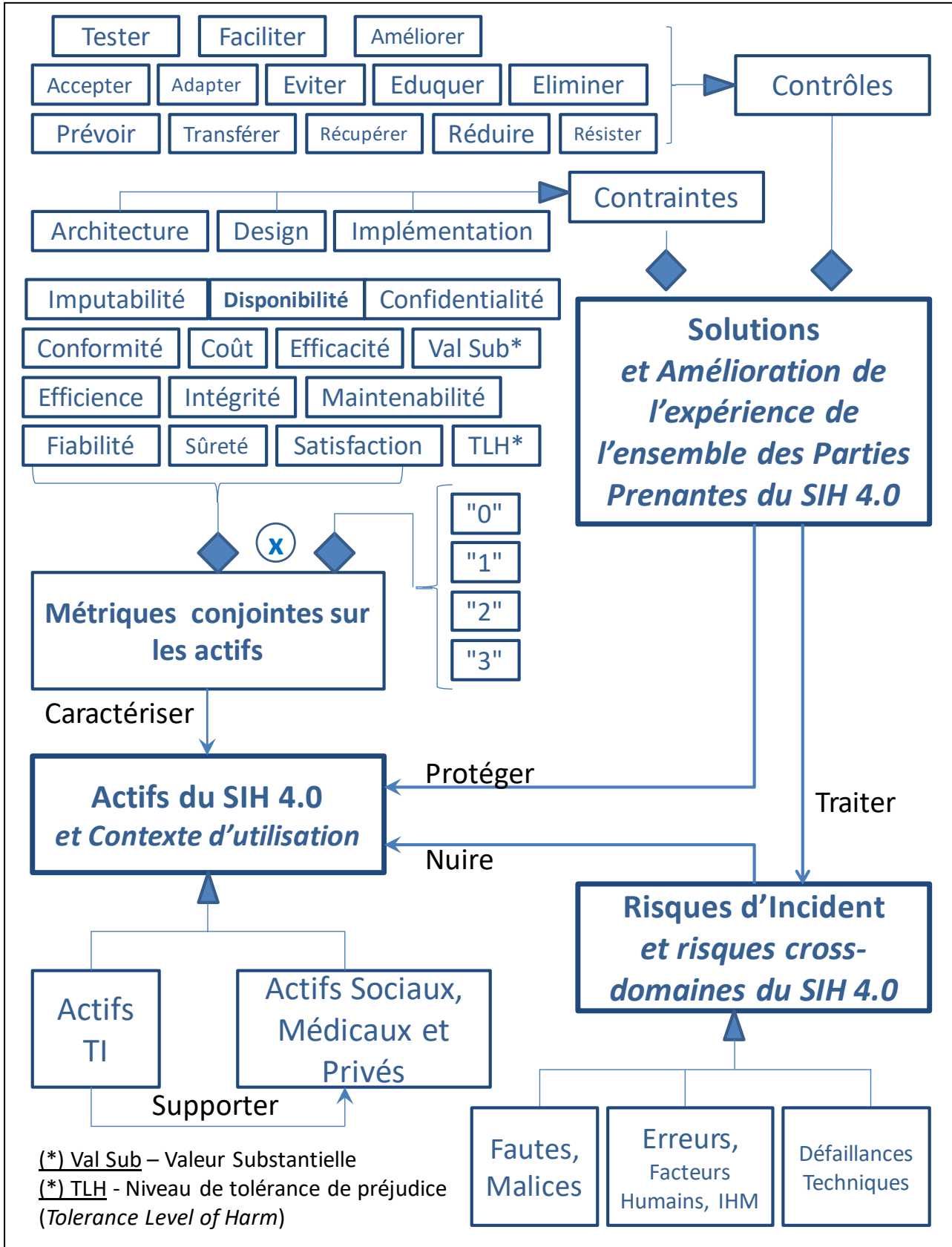


Figure 3 : Le SIH 4.0 et son modèle conceptuel avancé de l'initiative ICSSURP

Conclusion et perspectives

Dans une prochaine itération, il s'agira de travailler de plus près avec les chercheurs et les spécialistes du domaine de l'hôpital et de la santé afin de proposer, d'une part une architecture d'entreprise qui devra accompagner la transformation numérique de l'Hôpital 4.0, et d'autre part une formalisation dans le vocabulaire des diagrammes de notation, telle une extension d'UML ou de SysML. Ces deux nouveaux apports conduiront à élaborer de façon substantielle l'initiative ICSSURP, ce qui tracera le canevas pour les trois prochains volets que nous envisageons. Compte tenu de la criticité de l'hôpital en tant qu'opérateur d'importance vitale, une criticité plus accrue avec l'Hôpital 4.0, nous nous organisons à recentrer le premier volet de nos travaux sur les approches avancées d'ingénierie de la résilience considérant qu'un SIH 4.0 Résilient, premièrement devra prévenir, absorber, récupérer ou atténuer tout trouble, deuxièmement devra contrôler avec succès des situations sans précédent, troisièmement devra autoorganiser avec succès les composants du système interconnecté pour réagir à toute panne, quatrièmement devra également intégrer le principe d'inclusion homme-systèmes pour optimiser les processus d'apprentissage en ligne et hors-ligne, impliquant des systèmes techniques et humains. Le deuxième volet de nos travaux, quant à lui, visera à classer les défis pléthoriques du SIH 4.0 suivant les approches de systèmes business et de gestion de l'investissement. Enfin, le troisième volet, déjà planifié, se recentrera sur les approches d'optimisation des initiatives et activités au sens BPM (Business Process Management – Management des Processus d'Entreprise), conférant au SIH 4.0 la capacité à contribuer suffisamment au respect des nouvelles exigences de performance sur l'hôpital et de surcroît sur l'Hôpital 4.0.

Cet article a présenté le contexte numérique de l'Hôpital 4.0 avec ses défis et ses enjeux. Les intérêts et la faisabilité d'une approche conjointe et harmonieuse y ont été présentés non seulement pour une meilleure prise en charge des patients, mais aussi pour une meilleure santé de nos peuples et un mieux-être de nos populations. Les conférences GISEH pourraient constituer une opportunité scientifique pour développer progressivement l'initiative ICSSURP. Plusieurs axes et volets de développement de l'initiative ICSSURP sont présentés, ci-dessus. Sûrement, plusieurs autres orientations enrichissantes seront identifiées au contact des experts et professionnels du domaine, de même au contact des patients et des autres parties prenantes.

Références

- Anhang Price R., M.N. Elliott, A.M. Zaslavsky, R.D. Hays, W.G. Lehrman, L. Rybowski, S. Edgman-Levitan et P.D. Cleary (2014). Examining the Role of Patient Experience Surveys in Measuring Health Care Quality. *Medical Care Research and Review*, 71(5), pp. 522–54.
- ANSSI. (2016). Protection des OIV (Opérateurs d'Importance Vitale) en France. <https://www.ssi.gouv.fr/> [dernier accès en janvier 2020].
- Bozic V. (2019). Smart hospital – our experience. *Smart Cities and Regional Development (SCRD) Journal*, vol. 3(2), pages 95-99.
- Circle Square Inc. (2019). Digital Health Trends (December 2019) Year in Review, <https://www.circlesquareinc.com/trends> [dernier accès en janvier 2020].
- Goudalo W., C. Kolski et F. Vanderhaegen (2017a). Towards Advanced Security Engineering for Enterprise Information Systems: Solving Security, Resilience and Usability Issues Together Within Improvement of User Experience. In *Enterprise Information Systems, ICEIS 2016*, 291, LNCS, Springer, pp. 436-459.
- Goudalo W., Kolski C., Vanderhaegen F. (2017b). Vers une Ingénierie Avancée de la Sécurité des SI d'entreprise : une approche conjointe de la sécurité, de l'utilisabilité et de la résilience dans les systèmes sociotechniques. *Ingénierie des Systèmes d'Information*, 22 (1), pp. 65-107.

Health Quality Ontario. (2019). The performance of Ontario's health system: Measuring Up 2019 Key Findings. <https://www.hqontario.ca>

Health Quality Ontario. (2016) Under Pressure: Emergency department performance in Ontario [dernier accès en janvier 2020].

ISO (2018). ISO 9241-11: 2018, Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 11: Utilisabilité — Définitions et concepts.

Lampropoulos G., Siakas K., Anastasiadis T. (2019). Internet of Things in the Context of Industry 4.0: An Overview. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 7(1), pp. 4-19.

MP S. (2019). Smart Hospitals: Challenges and Opportunities. No 315, Working papers from Indian Institute of Management Kozhikode.

Vanderhaegen F. (2017). Towards increased systems resilience: New challenges based on dissonance control for human reliability in Cyber-Physical & Human Systems. *Annual Reviews in Control*, 44, pp. 316-322.