

Une nouvelle méthode pour l'évaluation de l'interopérabilité des systèmes

A novel method for measuring interoperability of systems

Aicha Koulou¹, Norelislam El Hami¹, Abir Elmir², Nabil Hmina¹

¹ Laboratoire Génie des Systèmes, ENSA de Kénitra, Maroc, aicha.k@univ-ibntofail.ac.ma, norelislam@outlook.com, hmina@univ-ibntofail.ac.ma

² ENSIAS, Université Mohamed V, Rabat, Maroc, elmir.abir@gmail.com

RÉSUMÉ. Développer la collaboration inter-organisationnelle implique que le degré d'interopérabilité est périodiquement évalué et amélioré. Ce document vise d'abord à présenter les concepts de base relatifs à la mesure du degré d'interopérabilité. Dans une deuxième étape, nous proposons une nouvelle approche pour l'évaluation de l'interopérabilité. Cette approche prend en compte tous les aspects importants tels que la potentialité, la compatibilité et la performance opérationnelle.

ABSTRACT. Developing inter organizational collaboration implies that the degree of interoperability is periodically evaluated and improved. This paper aims initially at presenting the basic concepts related to the measurement of interoperability degree. In a second stage, it proposes a novel approach for interoperability assessment. This approach takes into account all the significant aspects, namely potentiality, compatibility and operational performance.

MOTS-CLÉS. Evaluation de l'interopérabilité, méthode de mesure, métrique.

KEYWORDS. Interoperability assessment, measurement method, metric.

1. Introduction

Pour améliorer l'interopérabilité des entreprises, il est nécessaire d'analyser la situation actuelle et d'en faire le diagnostic afin de pouvoir identifier les obstacles éventuels ainsi que les possibilités d'amélioration.

Dans ce sens, différents métriques et approches d'évaluation ont été définis. Ces approches peuvent être considérées en deux catégories : les approches reposent sur des évaluations qualitatives mais subjectives (mesures de maturité) et les approches visant à explorer des mesures quantitatives pour décrire les relations d'interopérabilité, mais ils considèrent les systèmes participants comme des boîtes noires (mesures de compatibilité).

Seulement les auteurs de [CHEN 08] et [ELMI 10] considèrent la maturité et la compatibilité comme des aspects de mesure de l'interopérabilité et font valoir que la maturité est nécessaire mais insuffisante. Les auteurs de [6] suggèrent la combinaison de la maturité (à laquelle ils ont inventé le terme potentiel), la mesure de compatibilité d'interopérabilité et la mesure du rendement d'interopérabilité pour des résultats efficaces. En fait, aucune approche n'a traité l'interopérabilité en termes de ces aspects de la mesure auparavant, mais cette approche ne propose que le modèle et pas la façon de l'exécuter ou de le calculer.

Les auteurs de [ELMI 10] ont mis en œuvre le modèle ci-dessus et calculé le degré global d'interopérabilité en termes des trois types de mesure cités en [CHEN 08], à savoir la maturité / potentialité, la compatibilité et la performance, en résultant un ratio qui aide à une mesure métrique de l'interopérabilité.

Le problème principal est donc que les auteurs de [ELMI 10] sont fondés uniquement sur des indicateurs de qualité pour l'évaluation de la performance à l'aide des tableaux de bord des technologies de l'information BCN, tels que le degré de satisfaction quant à l'interopérabilité en fonction des attentes des principaux utilisateurs finaux.

Cependant, si la qualité est de satisfaire les besoins des partenaires interopérables en conformité avec les normes précédemment fixées, le résultat ne sera pas satisfaisant s'il ne respecte pas le délai prévu ou si le budget prévu est dépassé. Par conséquent, pour atteindre la performance opérationnelle,

les trois indicateurs : qualité, coût et délai deviennent indispensables et doivent être utilisés ensemble pour la mesure de la performance.

Le présent travail se concentre sur la mesure du degré d'interopérabilité en proposant une approche tridimensionnelle qui prend en compte les trois principaux aspects suivants :

- niveau de maturité de l'interopérabilité de l'environnement hébergeant les systèmes d'information étudiés ;
- degré de compatibilité des interfaces externes des systèmes d'information entre eux ;
- la performance opérationnelle de l'interopérabilité en tenant compte les trois critères suivants : qualité, coût et délai.

2. Concepts

2.1. Notion interopérabilité

Il existe plusieurs définitions de l'interopérabilité qui ont été donnés par des personnes différentes dans différents secteurs et domaines. Nous citons le plus significatif dans notre contexte « la capacité de deux ou plusieurs systèmes ou éléments à échanger des informations et d'utiliser l'information qui a été échangée » [IEEE 90]. De cette définition, nous pouvons déduire que l'objectif de l'interopérabilité est de construire des services cohérents pour les utilisateurs à partir des composants hétérogènes et gérés par différentes organisations.

2.2. Taxonomie de l'interopérabilité

L'interopérabilité est une qualité qui peut être perçue par diverses perspectives. On propose une classification illustrative de l'interopérabilité sur quatre axes représentés sur figure 2.1. :

- niveaux de l'interopérabilité : technologie, processus, service et le niveau de données ;
- barrières multiples pourraient handicaper l'interopérabilité : les barrières conceptuelles, organisationnelles et techniques ;
- domaines d'application : au sein de la même entreprise ou entre des entreprises indépendants ;
- types de mesure : le potentiel, la compatibilité et la performance.

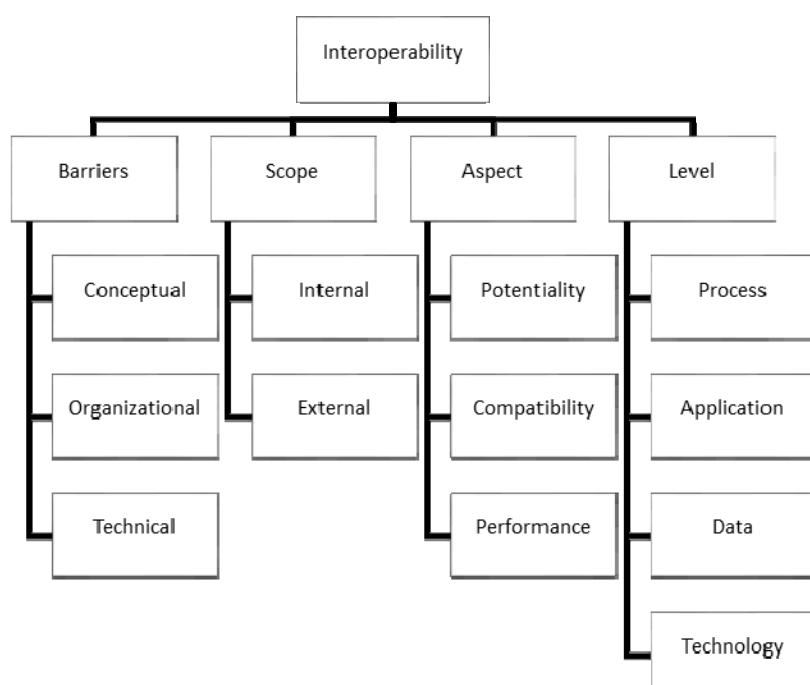


Figure 2.1. Classification de l'interopérabilité

3. Mesure de l'interopérabilité « L'approche IMA »

Parmi les différentes perspectives précédentes, notre approche proposée d'évaluation du degré de l'interopérabilité se concentre sur la mesure des trois **aspects** de l'interopérabilité cités ci-dessus tout en tenant compte les **niveaux** de l'interopérabilité afin d'éliminer le maximum de **barrières** qui empêchent l'interfonctionnement de l'interopérabilité.

Notre approche comprend les quatre étapes suivantes :

1. Quantification du potentiel de l'interopérabilité.
2. Calcule du degré de compatibilité.
3. Evaluation de la performance de l'interopérabilité.
4. Agrégation du degré global de l'interopérabilité.

3.1. Quantification du potentiel

Afin de calculer le potentiel d'interopérabilité **PI**, nous avons utilisé la métrique proposée dans [\[ELMI 10\]](#). Cette mesure nécessite l'adoption d'un modèle de maturité. L'organisation / système est classé dans l'un de ces cinq niveaux noté IMML (interoperation maturity model level). Pour identifier le degré du potentiel d'interopérabilité, il propose le mappage suivant (voir tableau 3.1.) :

| Maturity Level (IMML) | Potentiality quantification |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1 | 0.2 |
| 2 | 0.4 |
| 3 | 0.6 |
| 4 | 0.8 |
| 5 | 1 |

Tableau 3.1. Quantification du potentiel d'interopérabilité

Le potentiel est calculé en utilisant la formule suivante (voir [1]) :

$$PI = 0.2 * IMML \quad [1]$$

3.2. Calculer le degré de compatibilité

Pour évaluer le degré de compatibilité **DC**, nous pouvons utiliser une version modifiée de la matrice de [\[DAC 06\]](#). Voir tableau 3.2. Il se compose d'une combinaison des "niveaux" et des "barrières" de l'interopérabilité vus dans la section 2.

| | Conceptual | | Organizational | | Technology | |
|-----------------|------------------|------------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| | syntactic | semantic | authorities responsibilities | Organization | platform | Communication |
| Business | dc ₁₁ | dc ₁₂ | dc ₁₃ | dc ₁₄ | dc ₁₅ | dc ₁₆ |
| Process | dc ₂₁ | dc ₂₂ | dc ₂₃ | dc ₂₄ | dc ₂₅ | dc ₂₆ |
| Service | dc ₃₁ | dc ₃₂ | dc ₃₃ | dc ₃₄ | dc ₃₅ | dc ₃₆ |
| Data | dc ₄₁ | dc ₄₂ | dc ₄₃ | dc ₄₄ | dc ₄₅ | dc ₄₆ |

Tableau 3.2. compatibilité de l'interopérabilité

Si les critères dans une zone marquent satisfaction la valeur 1 est affectée; par ailleurs, la valeur 0 est attribuée si un grand nombre d'incompatibilités sont remplies. En notant le degré élémentaire de la

compatibilité « dc_{ij} », i prend des valeurs de 1..4, et j prend des valeurs de 1..6). Le degré de compatibilité DC est donnée comme suit (voir la formule [2]) :

$$DC = \sum_i \sum_j \frac{dc_{ij}}{24} \quad [2]$$

3.3. Evaluation de la performance

L'évaluation de la performance opérationnelle PO s'effectue par le calcul du degré de chaque type de performance opérationnelle :

- la qualité des informations échangées ;
- Le coût induit par la modification des systèmes pour obtenir un temps satisfaisant et une qualité d'interopérabilité ;
- Le délai (ou temps) d'interopérabilité.

3.3.1. Temps de l'interopérabilité

Le temps de l'interopérabilité correspond à la durée entre la date à laquelle l'information est demandée et la date à laquelle l'information demandée est utilisée. Il peut être décomposé en plusieurs périodes de temps [KAS 04] :

Request time représente la durée entre la date où une demande est envoyée et la date à laquelle la demande est reçue par le partenaire.

Treatment time correspond au temps nécessaire pour traiter la demande.

Return time correspond à la durée entre la date à laquelle l'information demandée est renvoyée et la date à laquelle l'information renvoyée est reçue.

Time to use représente la durée entre la date à laquelle l'information est reçue et la date à laquelle l'information est exploitée.

La valeur de chaque période est calculée en comparant le temps réel avec celui fourni par SLA (Service-Level Agreement). Si le temps mesuré est plus long que le temps prévu, alors il y a une carence et on calcule le temps de chaque période par la formule suivante :

$$t_{real} > t_{ref} \Rightarrow t = \frac{t_{ref}}{t_{real}} \quad [3]$$

Sinon, si le temps prévu est respecté, on affecte 1 à la valeur du temps (voir formule [4]) :

$$t_{real} \leq t_{ref} \Rightarrow t = 1 \quad [4]$$

Et la valeur du temps d'interopérabilité peut être définie par la moyenne géométrique de toutes les périodes de temps qui composent celui-ci. Cette valeur peut être notée comme suit :

$$TI = \sqrt[4]{(t_{req} \times t_{treat} \times t_{ret} \times t_{use})} \quad [5]$$

3.3.2. Cout de l'interopérabilité

Le coût de l'interopérabilité est défini par le coût de l'échange c_{ex} et le coût nécessaire pour rendre les informations échangées utilisable c_{use} . L'évaluation du coût de l'interopérabilité correspond à la comparaison entre la valeur réelle du coût de l'interopérabilité et le coût de référence (coûts fournis par SLA).

De ce fait, le cout de l'interopérabilité est définit comme suit :

$$CI = \sqrt{(c_{ex} \times c_{use})} \quad [6]$$

3.3.3. Qualité de l'interopérabilité

La qualité de l'interopérabilité prend en considération trois types de qualité :

- La qualité d'échange ;
- la qualité de conformité ;
- la qualité d'utilisation.

La qualité de l'échange établit si l'échange est correctement effectué :

$$q_{ex} = \frac{n_{succ}}{n_{tot}} \quad [7]$$

La qualité de conformité représente le nombre d'informations reçues par un partenaire en comparaison avec le nombre d'informations qui sont conformes :

$$q_{conf} = \frac{n_{conf}}{n_{tot}} \quad [8]$$

La qualité d'utilisation correspond à l'exploitation de l'information, par exemple si l'information reçue est utilisée ou non :

$$q_{use} = \frac{n_{use}}{n_{rec}} \quad [9]$$

La *qualité de l'interopérabilité* peut être définie par la moyenne géométrique de ces trois taux. Cette qualité peut être notée comme suit :

$$QI = \sqrt{(q_{ex} \times q_{conf} \times q_{use})} \quad [10]$$

3.4. Agrégation du degré global de l'interopérabilité

Compte tenu de la nature indépendante de ces trois indicateurs, nous optons pour l'utilisation de la moyenne arithmétique comme fonction d'agrégation.

$$IMA = \frac{(PI + DC + PO)}{3} \quad [11]$$

Dans le cas où le département informatique a des éléments pour pondérer chacun de ces trois indicateurs avec des poids différents (n_1, n_2, n_3); nous choisissons la moyenne arithmétique pondérée. (Voir formule [12])

$$IMA = \frac{(n_1 * PI + n_2 * DC + n_3 * PO)}{(n_1 + n_2 + n_3)} \quad [12]$$

4. Cas illustratif

L'interopérabilité dans le secteur de la santé est devenue une préoccupation essentielle qui a encouragé de nombreux chercheurs à investiguer davantage pour réaliser et développer cette interopérabilité. La majorité des recherches sont axées sur l'hétérogénéité sémantique et le développement de normes, c'est-à-dire elles ne couvrent qu'une petite échelle.

Dans notre étude de cas, nous appliquons l'approche IMA pour évaluer chaque niveau indépendamment et détecter où se trouvent les obstacles (barrières) exactement en précisant le type de chaque barrière dans le processus e-santé «diagnostique et aide à la décision médicale».

Ce processus implique quatre entités (hôpital public, département de santé, laboratoire accrédité et centre de radiologie) et comprend les sept sous-activités suivantes (voir la figure 4.1.) :

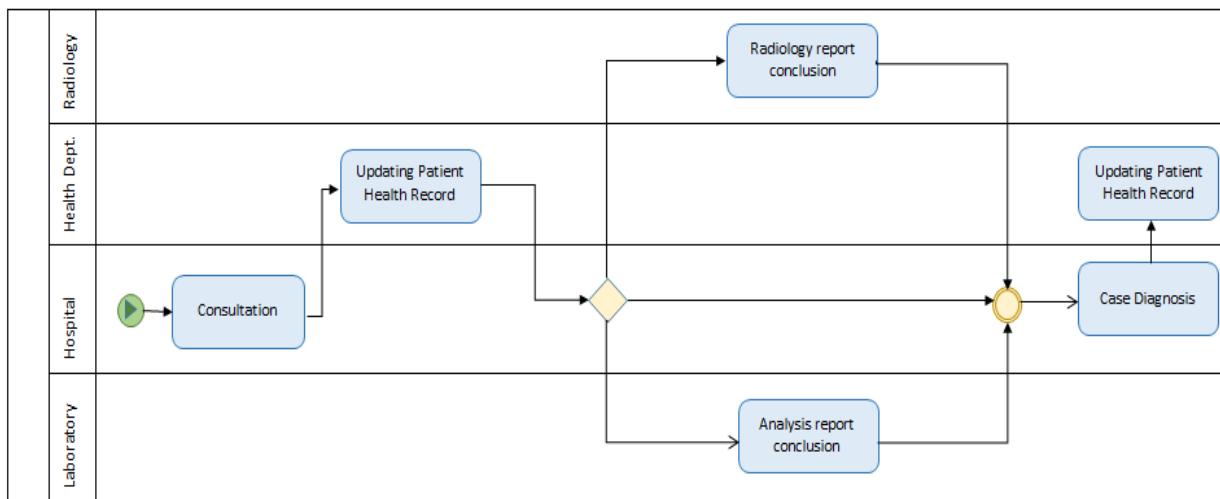


Figure 4.1. Processus de diagnostic médical collaboratif

- Consultation : Il s'agit de l'enregistrement des données du patient pour une consultation ;
- Updating patient health record : Cette opération est assurée par la coopération avec le département de santé pour la gestion des dossiers de santé des citoyens ;
- Analysis report conclusion : Si le cas du patient nécessite des analyses, le système hospitalier est référé à la conclusion des analyses demandées en accédant aux données du laboratoire ;
- La même procédure pour le rapport radiologie ;
- Diagnostic : Il se fait à l'hôpital sur la base d'informations fournies par les autres entités ;
- Après diagnostique, il est prévu l'interaction avec le système du département de santé pour mettre à jour le dossier de santé du patient.

5. Conclusion

Dans cet article, nous vous proposons un ratio métrique pour mesurer l'interopérabilité en prenant en compte les trois principaux aspects opérationnels : le potentiel, la compatibilité et le suivi de la performance. Ce travail définit une approche pratique pour l'évaluation de l'interopérabilité nommé IMA (Interoperability Measurement Approach). Cet article présente une étude appliquée à la collaboration dans le domaine de la santé, à savoir le processus de «diagnostic and medical decision aid». Il évalue l'interopérabilité en utilisant IMA entre le réseau et décrit comment les degrés d'interopérabilité sont obtenus dans chaque entité.

La bibliographie

- [CHEN 08] CHEN D., VALLESPIR B., DACLIN N., “An Approach for Enterprise Interoperability Measurement.,” in *MoDISE-EUS*, pp. 1-12, 2008.
- [DAC 06] DACLIN N., CHEN D., VALLESPIR B., “Enterprise interoperability measurement-Basic concepts.,” in *EMOI-INTEROP*, 2006.
- [ELMI 10] ELMIR B., BOUNABAT B., “E-Service Interoperability Measurement within Business Collaboration Networks,” *Proceedings of MICS*, 2010.
- [IEEE 90] Standard Computer Dictionary - A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries, 1990.
- [KAS 04] KASUNIC M., ANDERSON W., “Measuring Systems Interoperability : Challenges and Opportunities.” *Technical Note CMU/SEI-2004-TN-003.Carnegie Mellon University*, Pittsburgh, 2004.