



HAL
open science

Modèle de système d'information pour le pilotage, les statistiques et la veille sanitaire au Gabon

Aimé Koumamba

► **To cite this version:**

Aimé Koumamba. Modèle de système d'information pour le pilotage, les statistiques et la veille sanitaire au Gabon. Médecine humaine et pathologie. Université de Bordeaux; Université des sciences de la santé (Libreville-Owendo), 2021. Français. NNT : 2021BORD0232 . tel-03476772

HAL Id: tel-03476772

<https://theses.hal.science/tel-03476772v1>

Submitted on 13 Dec 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.

**THÈSE EN COTUTELLE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE**

DOCTEUR DE

L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ET

L'UNIVERSITÉ DES SCIENCES DE LA SANTE DE LIBREVILLE

ÉCOLE DOCTORALE SOCIÉTÉS, POLITIQUE, SANTÉ PUBLIQUE

ÉCOLE DOCTORALE RÉGIONALE D'AFRIQUE CENTRALE EN INFECTIOLOGIE
TROPICALE

SPECIALITÉ: SANTÉ PUBLIQUE

OPTION: INFORMATIQUE ET SANTÉ

Soutenue à Bordeaux, le 08 octobre 2021

Par

Aimé Patrice KOUMAMBA

**Modèle de système d'information pour le pilotage,
les statistiques et la veille sanitaire au Gabon**

Membres du jury :

M. Pierre-Marie PREUX, Pr, Université de Limoges.....Président/ Rapporteur

M. Georges Wylfred BEDIANG, Pr (MCA- CAMES), Université de Yaoundé I.....Rapporteur

Mme. Fati KIRAKOYA, Pr en Biostatistique, Université Libre de Bruxelles.....Examinatrice

M. Frantz THIESSARD, MCU-PH, Université de Bordeaux.....Examineur

M. Jean Bernard LEKANA-DOUKI, Pr (MC- CAMES), CIRMF/EDR GabonExamineur

M. Gayo DIALLO, MC en Informatique, HDR, Université de Bordeaux.....Directeur

**M. Edgard Brice NGOUNGOU, Pr (MC- CAMES), Université des Sciences de la Santé,
Libreville.....Co-Directeur**

Remerciements

Au Professeur Gayo DIALLO

Cher Maître, en décidant de m'accompagner comme directeur de thèse sur ce chemin, vous m'avez permis de comprendre l'intérêt d'appliquer l'informatique à la santé. Votre attention et votre implication tout au long de ces trois années de recherche, m'ont été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail. Je crois que mon épanouissement en ce jour est la preuve certaine de votre satisfaction cher Maître. Que cette Thèse soit le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Au Professeur Brice Edgard NGOUGOU

Auprès de vous, j'ai beaucoup appris sur la santé publique. En intégrant votre équipe du DEBIMTL de l'Université des Sciences de la Santé de Libreville au Gabon, j'ai également appris sur les relations humaines dans le monde de la recherche. Ce travail est le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Au Professeur Pierre-Marie PREUX

Je souhaite très vivement vous remercier pour l'honneur que vous me faites en acceptant de juger mon travail de thèse et d'en être un des rapporteurs. Merci encore, j'espère que vous jugerez ce travail digne de la rigueur scientifique. Votre expérience en santé publique contribuera assurément à améliorer ma réflexion sur le sujet.

Au Professeur Georges Wylfred BEDIANG

Je vous prie de recevoir mes sincères remerciements pour avoir accepté de juger mon travail de thèse et d'en être un des rapporteurs. Soyez assuré de ma gratitude pour l'intérêt que vous portez à mon sujet de thèse. Votre expérience dans le domaine de l'informatique médicale contribuera assurément à améliorer ma réflexion sur le sujet.

Au Professeure Fati KIRAKOYA

Je vous remercie infiniment d'avoir accepté de participer à mon jury de thèse. C'est pour moi un plaisir de vous avoir parmi les examinateurs de mon travail de recherche. Merci pour votre disponibilité.

Professeur Jean Bernard LEKANA-DOUKI

Je vous remercie très vivement Professeur, car vos précieux conseils et votre suivi individuel sur l'avancement de mon travail m'ont considérablement aidé. Je tiens également à vous remercier pour avoir facilité toutes mes démarches administratives au niveau de l'EDR.

Au Docteur Frantz THIESSARD

Comme dit un dicton, « seules les montagnes ne se rencontrent pas », en m'inscrivant au DU Méthodes de gestion des bases de données en santé à l'ISPED en 2011, seuls, votre nom et votre prénom m'étaient familiers tout au long de cette formation immersive en informatique médicale. Comme le hasard peut provoquer des rencontres inattendues, voici que pour mon doctorat en informatique médicale, vous vous retrouvez membre de mon comité de suivi individuel. Merci pour le suivi, merci infiniment pour avoir terminé en 2021 ce que vous avez commencé en 2011.

Au Professeur Cheick Oumar BAGAYOKO

Je vous remercie très vivement pour m'avoir motivé et conseillé à poursuivre une thèse en santé publique, dans la spécialité de l'informatique médicale.

À l'équipe ERIAS

Je remercie très vivement toute l'équipe ERIAS pour m'avoir accepté tout au long de mes séjours à Bordeaux. Travailler et échanger au sein d'une telle équipe a été très passionnant.

À l'équipe DEBIMTL

Merci à tous pour tous ces échanges constructifs tout au long de la réalisation de ce travail. La pertinence des différents échanges au sein de l'équipe m'a considérablement aidé à mieux structurer cette thèse.

Au Projet eGabon SIS et la Banque Mondiale

Je tiens tout d'abord à remercier infiniment le Projet e-Gabon SIS et la Banque Mondiale pour avoir financé ce travail. Mes remerciements vont également à l'endroit des membres de l'équipe Projet e-Gabon SIS et de la Société Gabonaise d'Informatique Médicale (SOGIM) pour leur collaboration.

Je tiens à remercier particulièrement ma famille pour son soutien, ses encouragements et sa patience durant mes longs séjours à Bordeaux loin d'elle. Egalement ces remerciements vont à l'endroit de mes adorables enfants pour leur patience, merci désormais papa sera là !

Je remercie enfin tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réussite de ce travail.

Citations

“Si tu ne peux pas voler, alors cours. Si tu ne peux pas courir, alors marche. Si tu ne peux pas marcher, alors rampe, mais quoi que tu fasses, tu dois continuer à avancer”.

Martin Luther King Jr.

"Ne me jugez pas sur mes succès. Jugez-moi sur le nombre de fois où je suis tombé et où je me suis relevé à nouveau."

Nelson Mandela

"Je ne perds jamais : soit je gagne, soit j'apprends"

Nelson Mandela

Résumé

L'environnement de santé de plus en plus complexe, évolutif et contraignant, justifie la nécessité pour tout système de santé de disposer d'un système d'information sanitaire (SIS) performant, capable de collecter, traiter, analyser les données de qualité (complètes, exactes, promptes, etc.), et de diffuser l'information pour l'aide au pilotage stratégique et opérationnel. Ce qui permet, au système de santé de suivre, évaluer, planifier, etc., de façon efficace les interventions en santé et atteindre les objectifs définis. Malheureusement, faute des SIS performants, bon nombre de systèmes de santé ont du mal à disposer des données de qualité. Selon, l'observatoire mondial de la santé, 81 pays (42%) collectent des données de très faible qualité, ce qui est un frein pour un meilleur pilotage des services de santé. Dans les pays d'Afrique subsaharienne, ce problème est encore plus important et met en mal la qualité des choix sur les interventions en santé. Or la performance d'un système de santé, est évaluée entre autres, à partir de sa capacité à faire des choix pertinents sur les interventions en santé, pour atteindre ses objectifs. Dans ce contexte, la performance du SIS est incontournable pour aider les décideurs des systèmes de santé à atteindre leurs objectifs. Le Gabon à l'instar d'autres pays du Sud, peine à disposer des données de qualité, utiles pour le pilotage, la production des statistiques et la veille sanitaire. Pour améliorer cette situation, nous avons développé et proposé au Gabon, un modèle de système d'information décisionnel en santé adapté au contexte des pays limités en infrastructure numérique au niveau opérationnel (*système d'information hospitalier insuffisamment informatisé, connexion Internet insuffisante, utilisation des référentiels terminologiques insuffisante, etc.*).

Dans un premier temps, nous avons étudié la gouvernance du système d'information existant au Gabon. Nos résultats ont montré une gouvernance insuffisante du SIS, notamment une faible prise en compte des aspects de SIS dans la politique de santé au Gabon, l'absence de cadre juridique définissant les rôles et les responsabilités des différents acteurs du système, une faible pratique de la gestion des données, un système d'information fragmenté avec plusieurs applications informatiques non interopérables, une faible informatisation des structures de soins qui sont les principales sources des données. Seulement 31,5% des structures sont informatisées et connectées à Internet. Aussi, 70% des utilisateurs ne se retrouvent pas dans ce SIS et souhaitent la mise en place d'un nouveau système d'information.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'étude de la qualité des données produites par le SIS existant dans ce contexte. Nos résultats ont montré que les données produites dans ce contexte étaient de faible qualité avec une complétude estimée à 39%. On notait 58% des structures de soins qui n'enregistrent pas et ne stockent pas leurs données, 82% qui ne vérifient pas l'exactitude de leurs données et 56% des structures qui n'analysent pas leurs données.

Enfin, à la lumière des forces et faiblesses identifiées au niveau du SIS, nous avons développé et implémenté un outil qui joue un rôle double, à savoir un rôle d'entrepôt des données et un rôle de base de données, transactionnelle permettant l'intégration des données dans d'autres plateformes, par exemple DHIS2. L'outil proposé permet de collecter, traiter, analyser les données et de diffuser les informations au niveau du SID au Gabon. Une étude permettant d'évaluer cet outil a montré que l'utilisation de celui-ci permettait d'améliorer de façon significative, la qualité des données en termes de complétude, promptitude et d'exactitude des données comparativement à l'ancien système.

Mots clés : Système d'information sanitaire, Système d'information décisionnel, aide à la décision, donnée de qualité, veille sanitaire

Abstract

The increasingly complex, evolving and constraining health environment justifies the need for any health system to have a high-performance health information system (HIS) capable of collecting, processing and analysing quality data (complete, accurate, prompt, etc.) and disseminating the information to assist in strategic and operational management. This enables the health system to monitor, evaluate, plan, etc., in an effective manner the health interventions and achieve the defined objectives. Unfortunately, due to the lack of efficient HIS, many health systems have difficulty in obtaining quality data. According to the Global Health Observatory, 81 countries (42%) collect data of very low quality, which is an obstacle to better management of health services. In sub-Saharan African countries, this problem is even more important and undermines the quality of choices on health interventions, yet the performance of a health system is evaluated, among other things, on the basis of its capacity to make relevant choices on health interventions to achieve its objectives. In this context, the performance of the HIS is essential to help health system decision-makers achieve their objectives. Gabon, like the countries of the South, is struggling to have quality data, useful for steering, producing statistics and health monitoring. To improve this situation, we proposed and developed a decision-making information system model in Gabon, adapted to the context of countries with limited digital infrastructure at the operational level (insufficiently computerised hospital information system, insufficient Internet connection, insufficient use of terminological reference systems, etc.).

First, we studied the governance of the existing information system in Gabon. Our results showed insufficient governance of the HIS, in particular a lack of consideration of HIS aspects in Gabon's health policy, the absence of a legal framework defining the roles and responsibilities of the various actors in the system, poor data management practices, a fragmented information system with several non-interoperable computer applications, poor computerisation of health care structures, the main sources of data, with only 31.5% of the structures computerised and connected to the Internet. Also, 70% of users do not find themselves in this SIS and would like to see a new information system put in place.

We then studied the quality of the data produced by the existing SIS in this context. Our results showed that the data produced in this context was of low quality with a completeness of 39%. It was noted that 58% of the facilities do not record and store the data they produce, 82% do not check the accuracy of their data and 56% of the facilities do not analyse their data.

Finally, in the light of the strengths and weaknesses identified in the SIS, we developed and implemented a tool that plays a dual role, namely a data warehouse role and a transactional database role allowing the integration of data into other platforms, for example DHIS2. The proposed tool allows for the collection, processing, analysis and dissemination of data at the level of the DRS in Gabon. A study to evaluate this tool showed that the use of this tool significantly improved the quality of data in terms of completeness, timeliness and accuracy of data compared to the old system.

Keywords : Health Information system, Decision-making information system, Decision-making support, quality data, health monitoring

Unité de recherche

Laboratoire d'accueil Equipe de Recherche en Informatique Appliquée à la Santé, INSERM U1219, Université de Bordeaux, rue Léo Saignat 33076 Bordeaux Cedex, France

TABLE DES MATIERES

Remerciements	1
Citations	3
Résumé	4
PREMIERE PARTIE : ETUDE DU CONTEXTE	10
CHAPITRE 1 : Introduction générale	11
1.1 Contexte	11
1.2 Problématique	12
1.2.1 Définition d'un système d'information.....	12
1.2.2 Rapport système de santé et système d'information sanitaire.....	13
1.2.3 Gouvernance insuffisante des systèmes d'information sanitaire.....	14
1.2.4 Limites dans le processus de traitement des données	15
1.3 Hypothèses de recherche	16
1.3.1 Questions de recherche	17
1.4 Objectifs.....	17
1.4.1 Objectif général	17
1.4.2 Objectifs spécifiques	17
1.5 Cadre de l'étude	18
1.5.1 Présentation du Gabon	18
1.5.2 Organisation du Système de santé du Gabon.....	18
1.5.3 Organisation du système d'information sanitaire du Gabon	21
1.6 Organisation de la thèse	21
CHAPITRE 2 : État de l'art des Systèmes l'information décisionnel	24
1.7 Contexte	24
1.8 Supports des systèmes d'information décisionnel : OLAP.....	25
1.8.1 Approche MOLAP.....	26
1.8.2 Approche ROLAP	27
1.8.3 Approche HOLAP.....	27
1.9 L'architecture d'un Système d'Information Décisionnel.....	27
1.10 Organisation des systèmes opérants.....	28
1.10.1 Systèmes juxtaposés	28
1.10.2 Systèmes monolithiques.....	28
1.10.3 Systèmes intégrés par transcodage.....	28
1.10.4 Systèmes intégrés par référentiels commun et composants.....	29
1.11 Interopérabilité dans les systèmes d'information décisionnels.....	31
1.12 Etat de l'art des travaux de conception des entrepôts des données médicales	31

CHAPITRE 3 : Résultats de l'analyse sur les systèmes d'information sanitaire dans les pays en développement : Cas des pays africains	35
1.13 <i>Introduction.....</i>	35
1.14 <i>Synthèse du chapitre 3.....</i>	51
DEUXIEME PARTIE : NOS CONTRIBUTIONS ET APPORTS	52
CHAPITRE 4 : Résultats de l'étude d'état des lieux du système d'information sanitaire du Gabon.....	53
1.15 <i>Introduction.....</i>	53
1.16 <i>Synthèse du chapitre 4.....</i>	68
CHAPITRE 5 : Résultats de l'évaluation de la qualité des données dans un système d'information sanitaire fragmenté: une étude de cas dans deux régions sanitaires au Gabon	69
1.17 <i>Introduction.....</i>	69
1.18 <i>Synthèse du chapitre 5.....</i>	80
CHAPITRE 6 : Résultats des travaux de mise en correspondance entre les terminologies médicales standards et locales : le cas du Gabon	81
1.19 <i>Introduction.....</i>	81
1.20 <i>Synthèse du chapitre 6.....</i>	90
CHAPITRE 7 : Résultats des travaux de conception et mise en oeuvre d'un outil de collecte des données à la génération d'indicateurs de santé nationaux : une étude pilote au Gabon.....	91
1.21 <i>Introduction.....</i>	91
1.22 <i>Synthèse du chapitre 7.....</i>	91
DISCUSSION ET CONCLUSION GENERALE DE LA THESE	121
BIBLIOGRAPHIE.....	116

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Cycle des données pour l'action</i>	<i>11</i>
<i>Figure 2: Cartographie des processus d'un SIS prenant en compte tous les niveaux de la pyramide sanitaire</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3: Positionnement géographique du Gabon sur le globe terrestre (source : wikinews)</i>	<i>18</i>
<i>Figure 4: Organisation du système de santé Gabonais</i>	<i>20</i>
<i>Figure 5: Organisation des systèmes d'information décisionnel</i>	<i>25</i>
<i>Figure 6: Architecture du SID.....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 7: Architecture d'un système d'information où l'interopérabilité est assurée par des interfaces spécifiques entre logiciels : duplication de certaines informations inévitables</i>	<i>29</i>
<i>Figure 8: Architecture d'un système d'information où l'interopérabilité est assurée par un bus logiciel</i>	<i>30</i>
<i>Figure 9: Modèle étoile de I2b2 (source : Jeffrey G Klann 2016).</i>	<i>32</i>

SIGLES ET ABREVIATIONS

ATC :	Anatomical Therapeutic Chemical
CCAM :	Classification Commune des Actes Médicaux
CDM :	Common Data Model
CHR :	Centre Hospitalier Régional
CHU :	Centre Hospitalier Universitaire
CIM-10 :	Classification Internationale des Maladies, 10 ^{eme} révision
CISP-2 :	Classification Internationale des Soins Primaires, 2 ^{eme} édition
CNAMGS :	Caisse nationale d'assurance maladie et de garantie sociale
COSP :	Cellule d'Observation de la Santé Publique
DHIS 2 :	District Health Information Software 2 ^{eme} révision
DIS :	Direction de l'Informatique et de la Statistique
DW :	Data warehouse
EHOP :	Entrepôt HÔpital
ERP :	Enterprise Resource Planning
ETL :	Extract, Transform and Load
FFOM :	Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces
HMN :	Health Metrics Network
HOLAP :	Hybrid On-Line Analytical Processing
IELE :	Institut d'Epidémiologie et de Lutte contre les Endémies
i2b2 :	Informatics for Integrating Biology and the Bedside
MCD :	Modèle Conceptuel des Données
MOLAP :	Multidimensional On-Line Analytical Processing
ODD :	Objectifs de Développement Durable
OLAP :	On Line Analytical Processing
OMOP :	Observational medical outcomes partnership
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
PARIS21 :	Partnership in Statistics for Development in the 21st Century
PCORnet :	Patient-Centered Clinical Research Network
PGI :	Progiciel de Gestion Intégré
PNDS :	Plan National de Développement Sanitaire
PRISM :	Performance of Routine Information System Management
PRISMA :	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
ROLAP :	Relational On-Line Analytical Processing
ROMEDI :	Référentiel Ouvert du Médicament
SCS :	Service de la Carte Sanitaire
SGBD :	Système de Gestion des Bases des Données
SID :	Système d'Information Décisionnel
SIH :	Système d'Information Hospitalier
SNIS :	Système National d'Information Sanitaire
TBGS :	Tableau de Bord Général de Santé
TIC :	Technologie de l'Information et de la Communication
USAID :	United States Agency for International Development
WHO :	World Health Organization

PREMIERE PARTIE : ETUDE DU CONTEXTE

CHAPITRE 1 : Introduction générale

1.1 Contexte

Parmi les nombreux défis dont font face les systèmes de santé, celui lié à la nécessité de disposer des données de qualité pour la prise de décision est de plus en plus accentué. La notion des données de qualité souvent perçue de façon multidimensionnelle, sans définition standard [1], peut toutefois être appréhendée comme étant cette capacité pour une donnée de convenir à l'usage que l'on souhaite en faire [2]. Elle est de ce fait caractérisée par un certain nombre de critères parmi lesquels :

- La promptitude : *délais entre la date durant laquelle la donnée a été générée et la date à partir de laquelle celle-ci est disponible ;*
- La complétude : *mesurant la disponibilité de toutes les données générées ;*
- L'exactitude : *permettant de mesurer si les données disponibles reflètent-elles les données réellement générées ;*
- L'intégrité : *permettant de mesurer si les données disponibles sont-elles cohérentes les unes par rapports aux autres.*

Dès lors, il est clair que sans données fiables, il est difficile pour un système de santé de planifier et/ou de prendre des décisions [3]. Les systèmes de santé ont donc nécessairement besoin de disposer des données de qualité pour le calcul des indicateurs utiles à la planification des ressources, au suivi-évaluation des actions entreprises, à la surveillance épidémiologique, etc. (figure 1).

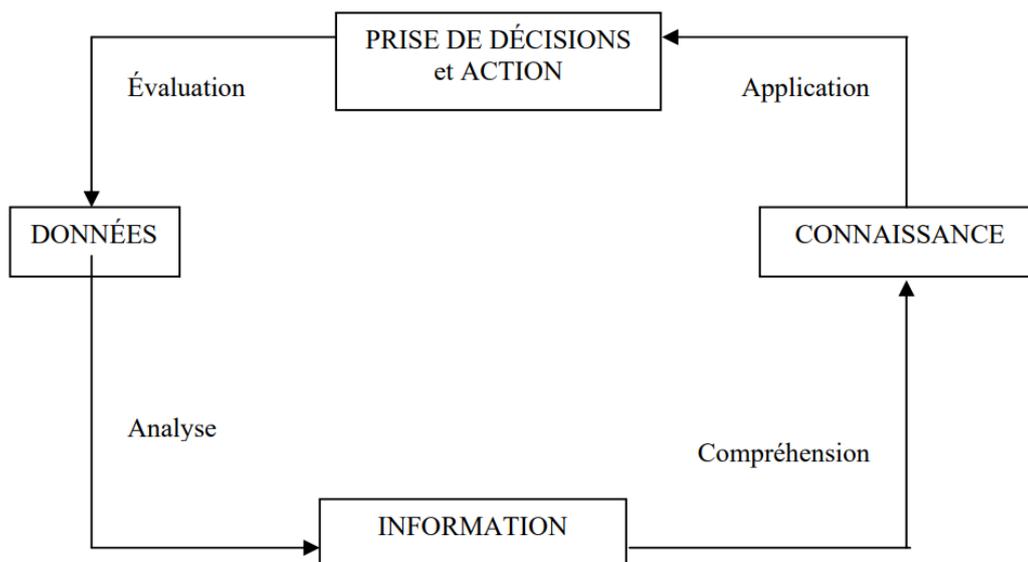


Figure 1: Cycle des données pour la décision et l'action

Malheureusement, l'absence des systèmes d'information sanitaire (SIS) performants, qui collectent, traitent, analysent et diffusent les données, rend difficile la possibilité de disposer

des données de qualité. Selon, l'observatoire mondial de la santé, 81 pays (42 %) collectent des données de très faible qualité [4]. Ce problème constitue un frein pour un meilleur pilotage des services de santé.

Dans les pays d'Afrique subsaharienne, ce problème est encore plus important et met en mal la qualité des choix sur les interventions en santé [5]. Or, la performance d'un système de santé, est évaluée entre autres à partir de sa capacité à faire des choix pertinents sur les interventions en santé, pour atteindre ses objectifs, parmi lesquels ceux liés au développement durable (ODD). Dans ce contexte, l'amélioration de la performance des SIS doit constituer un mécanisme incontournable à prendre en compte pour aider les décideurs des systèmes de santé [6]. C'est sans aucun doute la raison pour laquelle nous assistons depuis quelques décennies, à la mise en place dans bon nombre de pays en développement, des projets visant à renforcer les performances de leurs SIS avec l'implémentation des entrepôts des données, à l'exemple de la plateforme DHIS2 [7]. L'objectif étant de rendre ces SIS performants, afin d'impacter positivement le processus de collecte, traitement et diffusion des données pour permettre ainsi aux systèmes de santé de disposer des données de qualité. Le Gabon à l'instar d'autres pays d'Afrique subsaharienne, a aussi des difficultés à disposer des données fiables pour l'aide à la décision.

1.2 Problématique

Malgré les différentes initiatives entreprises dans le but d'améliorer les performances des systèmes d'information sanitaire, force est de constater que la problématique concernant la qualité des données est toujours d'actualité. La capacité pour les systèmes de santé à prendre des bonnes décisions étant tributaire des données de qualité, les SIS se doivent d'être efficaces et pleinement intégrés dans l'organisation des systèmes de santé [8]. Malheureusement, les SIS sont insuffisamment pris en compte dans les politiques de santé dans certains pays. Par conséquent, on observe une structuration insuffisante, laissant place à des SIS fragmentés. Dans ce contexte, il est difficile malgré les nombreuses initiatives visant leur amélioration, de disposer sur le long terme des données de qualité pour l'aide à la décision. Une définition d'un système d'information et de sa place dans un système de santé est nécessaire pour mieux positionner cette problématique dans le cadre de cette thèse.

1.2.1 Définition d'un système d'information

De façon générale, un système d'information peut être défini comme étant un *ensemble organisé de ressources (individus, matériel, logiciel, progiciel, bases de données, procédures) qui permettent d'acquérir, de traiter, de stocker, et de communiquer*

l'information sous différentes formes au sein d'une organisation [9]. Concernant le domaine spécifique de la santé, l'organisation mondiale de la santé (OMS) le définit comme un système organisé qui intègre la collecte, le traitement, la communication et l'utilisation des données nécessaires à l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience des services de santé grâce à une meilleure gestion à tous les niveaux des services de santé. Ces définitions montrent bien le caractère transversal d'un système d'information qui doit intégrer toutes les dimensions de l'organisation qui fonctionnent en vue d'atteindre un objectif commun. L'objectif d'un système d'information étant de fournir à temps opportun des informations sanitaires fiables et pertinentes à tous les acteurs du système de santé pour améliorer la santé des populations. Et la prise des décisions étant un processus complexe, le SIS doit pouvoir produire des informations fiables pour impacter positivement la prise de décision à l'aide des outils pertinents et adaptés (tableaux de bord), à rendre ces informations synthétiques, dynamiques et opportunes. Pour y arriver, le SIS doit s'appuyer (de la production des données à la diffusion des informations), sur un ensemble de processus bien définis, bien structurés et qui intègrent tous les niveaux de la pyramide sanitaire. Ce, partant d'abord de la structure de prise en charge médicale (niveau opérationnel) vers les différents niveaux décisionnels, c'est-à-dire, les départements sanitaires, les régions sanitaires et le niveau pays (figure 2).

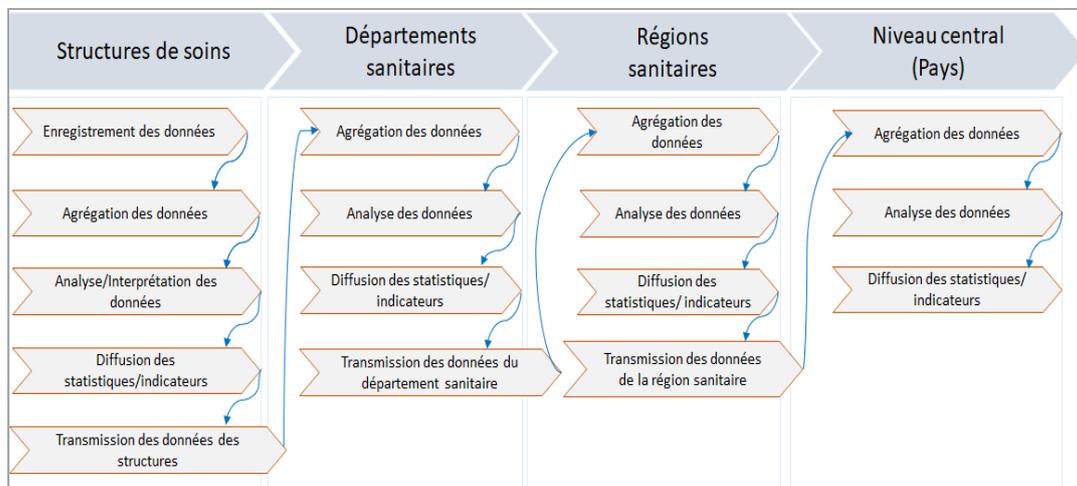


Figure 2: Cartographie des processus d'un SIS prenant en compte tous les niveaux de la pyramide sanitaire

1.2.2 Système d'information sanitaire et système de santé

Pour établir ce rapport, il convenait pour nous de tout d'abord définir ce qu'est un système de santé. L'organisation mondiale de la santé (OMS) définit un système de santé comme un "ensemble de toutes les organisations, personnes et actions dont l'intention première est de promouvoir, restaurer ou maintenir la santé". Pour atteindre cet objectif, le système de santé s'appuie sur un cadre conceptuel avec six piliers [10].

- Leadership et gouvernance : ce pilier implique la définition des politiques nationales en matière de santé, des rôles et responsabilités des acteurs impliqués, etc. ;
- Financement de la santé : ce pilier implique de disposer des fonds nécessaires pour financer les dépenses liées aux besoins en santé des populations en leur permettant de bénéficier des services assurant efficacement des prestations ;
- Personnels de santé : ce pilier implique que le système de santé doit disposer d'une ressource humaine en santé en quantité et de qualité pour soutenir sa performance ;
- Médicaments, vaccins et technologies essentielles : ce pilier implique un meilleur fonctionnement du système de santé, nécessite une disponibilité adéquate des produits médicaux et des technologies ;
- Prestation de services : ce pilier implique une organisation de l'offre de services de santé qui correspond et répond avec efficacité aux besoins spatiaux temporels en santé des populations ;
- Information sanitaire : ce pilier implique de mettre à la disposition du système de santé, toutes les informations sanitaires nécessaires pour prendre des décisions utiles pour planifier, suivre et évaluer des actions entreprises ou à entreprendre dans le but d'atteindre les objectifs de santé définis dans les politiques de santé.

Ce cadre conceptuel montre bien que l'organisation du système de santé doit être perçue dans une approche systémique en prenant en compte toutes ses composantes y compris son système d'information. L'information sanitaire joue alors un rôle essentiel pour la capacité d'un système de santé à garantir avec efficacité et efficacité une amélioration de la santé des populations qu'il dessert. L'absence d'informations sanitaires fiables rend la planification et la prise de décision difficile. Investir dans la mise en place ou l'amélioration des SIS devient dès lors, un challenge pour tout système de santé voulant être performant [11].

1.2.3 Gouvernance insuffisante des systèmes d'information sanitaire

Il est clair que la performance du SIS est tributaire d'une organisation à tous les niveaux de la pyramide sanitaire, des différents acteurs du système de santé, de la prise en compte des besoins ressentis en information sanitaire et des valeurs que chacun y attache. D'où le fonctionnement du SIS doit être en phase avec celui du système de santé dans sa globalité, en ce sens que la performance du SIS doit impacter celles de tous les piliers du système de santé qui se doivent d'être performants, eux aussi pour apporter de façon coordonnée une réponse globale aux besoins en santé. Si la nécessité de disposer d'un SIS est une question qui fait

désormais l'unanimité, parce que la demande d'utilisation et de réutilisation des données de santé, à des fins de pilotage, de recherche clinique et épidémiologique est de plus en plus grandissante [12], nous notons cependant que nombreux sont encore ces pays où les systèmes de santé ont encore du mal à disposer des données fiables pour le calcul des indicateurs de santé. En effet, la complexité des données (nature et type), due aux différents domaines de production (spécialités médicales) et l'hétérogénéité des systèmes d'information sources (diversité d'acteurs), limitent leur capacité de stockage et de traitement des données.

Le système d'information doit être intégré, avec des sous-systèmes capables d'échanger les données entre eux pour faciliter l'agrégation et l'exploitation des données à des fins décisionnelles. Cela nécessite, que les politiques de santé mises en place instituent l'utilisation des certaines terminologies sémantiques comme étant des référentiels afin de permettre l'interopérabilité entre ces différents sous-systèmes. Cela est bien loin d'être le cas dans plusieurs organisations sanitaires à cause d'une gouvernance insuffisante, matérialisée par exemple par, la non-adhésion des professionnels médicaux, la fragmentation des systèmes d'information, le manque des ressources humaines, une infrastructure numérique insuffisante, l'absence de coordination, l'insuffisance de stratégie nationale, etc. Tous ces obstacles, empêchent le développement des SIS intégrés avec des référentiels utilisables par tous [13].

Ces obstacles sont encore nombreux, dans les pays en développement où certains bailleurs de fonds internationaux privilégieraient de financer des systèmes d'information parallèles au détriment des systèmes d'information nationaux. En l'absence d'un leadership et d'une gouvernance affirmée des pays, plusieurs sous-systèmes cohabitent sans un cadre d'interopérabilité pour faciliter l'échange des données [14]. Plusieurs de leurs projets de mise en place des SIS sont généralement orientés vers les aspects techniques, notamment le développement ou l'achat des applications bien spécifiques à certains problèmes de santé publique tels VIH, la tuberculose, le paludisme, etc. [15]. Ces applications, très souvent implémentées au niveau des Programmes de santé fonctionnent sans aucune coordination et sans prendre en compte les processus de traitement des données dans les structures de prise en charge.

1.2.4 Limites dans le processus de traitement des données

Nous entendons par traitement des données cet enchaînement des activités (processus) qui partent de l'enregistrement des données à la production de l'information. A ce niveau, les structures de prise en charge médicale (hôpital, cabinet de soins, etc.) occupent une place capitale pour un fonctionnement optimal des systèmes d'information sanitaire. En effet, même si la donnée doit être perçue dans une approche systémique, on gardera néanmoins à

l'esprit que les processus qui concourent à sa production et/ou sa mise à jour ne sont rendus possibles que grâce aux systèmes d'information opérants (par exemple les systèmes d'information clinique). Les systèmes d'information opérants constituent les principales sources des données pour les SIS intégrés ou décisionnels. Pour cela, faudrait-il que ces systèmes d'information opérants soient numérisés en ayant des fonctionnalités nécessaires pour produire des données structurées en amont de leur intégration dans le SIS [16]. Les systèmes d'information opérants bien structurés, tels que les systèmes d'information cliniques, ont l'avantage d'intégrer des dossiers des patients informatisés, des référentiels terminologiques, tels que :

- *La CIM 10 (classification internationale des maladies, 10^{ème} version), pour coder et structurer les diagnostics ;*
- *La CISP2 (classification internationale des soins primaires, 2^{ème} version) pour coder et structurer les symptômes ;*
- *La CCAM (classification commune des actes médicaux) pour coder et structurer les actes médicaux ;*
- *etc.*

Cette structuration faite en amont constitue, un élément positif pour le traitement des données. En Afrique sub-saharienne l'utilisation du dossier patient informatisé est encore insuffisante. En Afrique de l'Ouest, par exemple, seulement 6,6% des pays disposent d'un dossier patient informatisé [17]. Dans ce contexte, au niveau des systèmes d'information cliniques, les prestataires des soins ont généralement recours aux dossiers patients au format papier, avec des données renseignées dans un langage naturel, non structurées et souvent en texte libre. Ce qui limite le traitement des données qui dès lors se fait manuellement et impacte la qualité des données.

1.3 Hypothèses de recherche

L'hypothèse principale sur laquelle repose ce travail de thèse est la suivante : concevoir et mettre en oeuvre un framework et une base des données qui s'appuie sur une organisation des données liées entre elles par des relations entre différents niveaux décisionnels (service, structure de soins, département sanitaire, région sanitaire et pays), pourrait aider à traiter de manière automatique les données de santé et améliorer la qualité de celles-ci.

De façon spécifique, il s'agit de proposer un modèle de système d'information décisionnel qui repose sur une base des données relationnelle intégrant :

- *Tous les processus de production des données du niveau opérant (service de santé, structures de soins) ;*
- *Tous les répertoires terminologiques nécessaires prenant en compte les concepts médicaux sémantiquement normalisés pour réaliser des appariements automatiques entre les concepts locaux et leurs correspondants des terminologies standards. Ce qui permet de disposer des données structurées, nécessaires pour un traitement automatique. Ainsi, par exemple, les concepts locaux, «mal de tête», "maux de tête", "mal à la tête" seront appariés à "céphalée", qui est leur correspondant sémantique dans la CIM10.*

1.3.1 Questions de recherche

Au regard de nos hypothèses de recherche, nous nous sommes posé les questions de recherche suivantes :

- *Comment concevoir et implémenter un système d'information décisionnel prenant en compte tous les processus de production des données et de traitement des données à différents niveaux de pilotage dans un système de santé ?*
- *Comment peut-on améliorer le traitement des données, en intégrant dans un système d'information décisionnel la possibilité d'apparier sémantiquement les concepts locaux non structurés et les concepts standards des terminologies médicales validées ?*

1.4 Objectifs

1.4.1 Objectif général

L'objectif général de ce travail de recherche est de proposer un modèle de système d'information décisionnel qui facilite le pilotage, la production des statistiques et la veille sanitaire à tous les niveaux de décision dans le système de santé du Gabon.

1.4.2 Objectifs spécifiques

- *Faire un état des lieux sur plan organisationnel et technique du système d'information existant ;*
- *Concevoir et développer une base des données permettant au système d'information décisionnel mis en place, de prendre en compte tous les processus de production des données et de traitement des données à différents niveaux de pilotage dans un système de santé ;*

- Développer un outil d'aide à l'appariement sémantique permettant au système d'information décisionnel d'apparier automatiquement les concepts locaux non structurés et les concepts standards des terminologies médicales validées, cela pour faciliter le traitement des données à différents niveaux de pilotage dans un système de santé ;
- Implémenter et évaluer le système d'information décisionnel mis en place en situation réelle d'utilisation.

1.5 Cadre de l'étude

Les travaux de thèse ont été réalisés au Gabon, un pays d'Afrique subsaharienne.

1.5.1 Présentation du Gabon

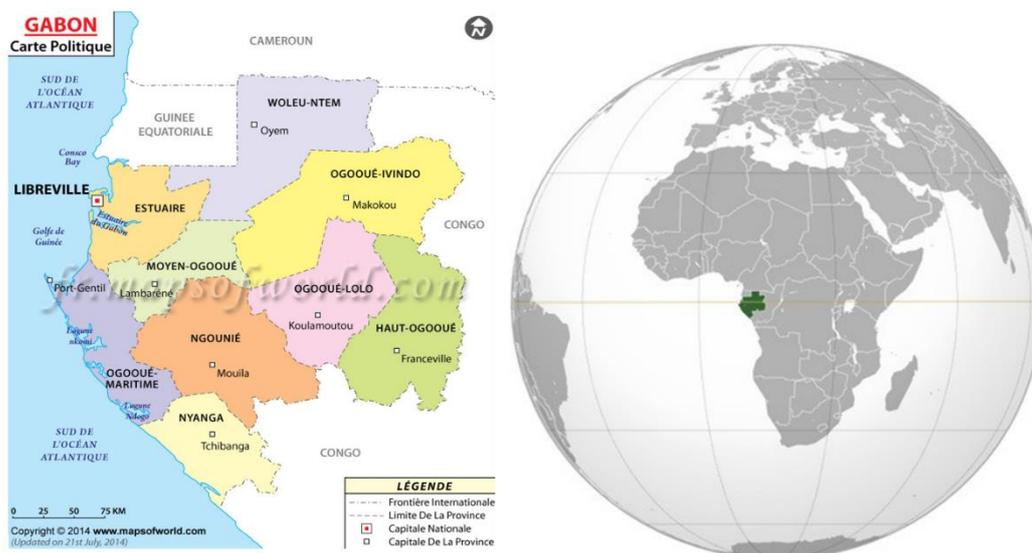


Figure 3: Positionnement géographique du Gabon sur le globe terrestre (source : wikinews)

Le Gabon est un pays d'Afrique Centrale de 267.667 km² de superficie, traversé par l'équateur avec une population estimée à 1 811 079 habitants. Le Gabon est limité par la Guinée Équatoriale au nord-ouest, par le Cameroun au nord, par le Congo Brazzaville à l'est et au sud et par l'Océan Atlantique à l'ouest, sur 800 km (figure 3). Pays avec un climat de type tropical (climat chaud et humide) avec deux saisons de pluies (140 jours de pluie en moyenne par an) et deux saisons sèches (26°C de température moyenne annuelle).

1.5.2 Organisation du Système de santé du Gabon

A l'instar, de nombreux pays, le système de santé gabonais est organisé de façon pyramidale avec trois niveaux. A la base, un niveau périphérique (départemental), un niveau intermédiaire (régional) et un niveau central (figure 4).

Calqué sur l'organisation de l'administration territoriale du Gabon, le système de santé gabonais repose sur trois secteurs que sont, le secteur public (civil et militaire), le secteur parapublic et le secteur privé, y compris la médecine traditionnelle.

Le secteur public civil est au niveau de la pyramide de santé du Gabon organisé de la façon suivante :

- Au niveau central ou tertiaire : d'un ensemble de directions centrales y compris les programmes, les instituts et les structures de soins et de diagnostics de référence, notamment trois (03) centres hospitaliers universitaires (CHU).
- Au niveau intermédiaire ou régional : essentiellement composé de dix (10) directions régionales de santé, dix (10) inspections régionales de santé et de dix (10) centres hospitaliers régionaux (CHR) qui sont les structures de soins et de diagnostics de référence.
- Au niveau périphérique ou départemental : composé de 47 médecins chefs de département, 34 centres de santé, 413 dispensaires, 157 cases de santé et de 47 centres médicaux qui servent de structures de soins et de diagnostics de référence à ce niveau.

Le secteur public militaire dépend directement du ministère de la Défense. Il se compose de deux grands hôpitaux modernes disposant d'un plateau technique performant, des Centres de santé militaires, d'un vaste réseau d'infirmes, et d'une école de formation du Service de Santé Militaire.

Le secteur parapublic dispose de six centres médico-sociaux repartis sur l'ensemble du territoire.

Le secteur privé comprend les structures de soins et de diagnostics à but lucratif et non lucratif y compris la médecine traditionnelle, en cours d'organisation.

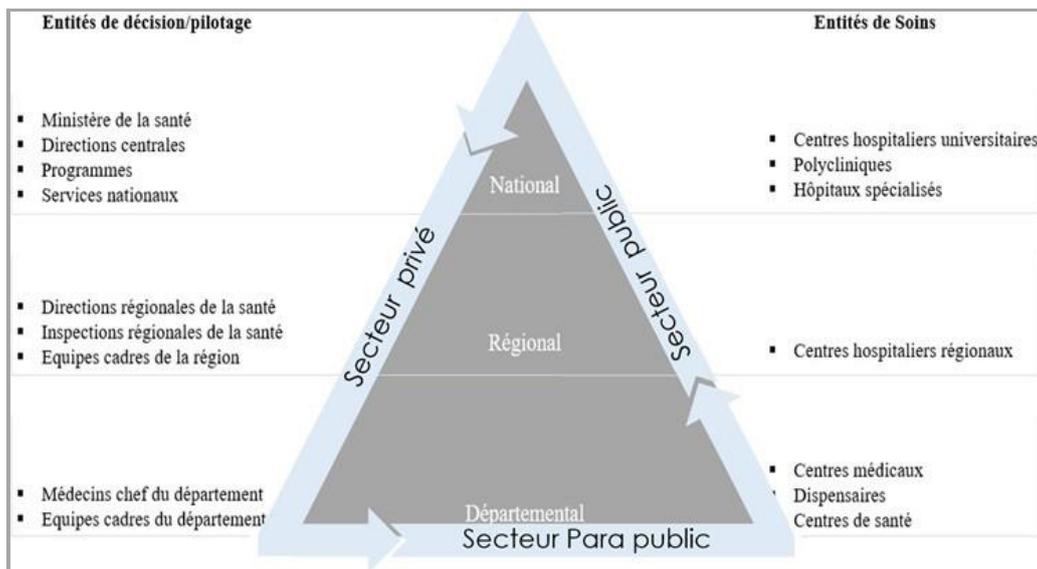


Figure 4: Organisation du système de santé Gabonais

En termes de densité, personnel médical par habitants, le tableau de bord général de la santé de 2017 montre que le Gabon dispose des chiffres relativement satisfaisants par rapport aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). On y enregistre 02 médecins pour 10.000 habitants, 22 infirmiers pour 10.000 habitants, une sage-femme pour 21.440 habitants. Toutefois, malgré ces statistiques globalement attrayantes, leur répartition sur l'ensemble du territoire reste inégale. Par exemple, la seule province de l'Estuaire comprend 90 % des médecins, 80 % des sages-femmes, 70 % des infirmiers alors que les neuf autres provinces se partagent les 10 % des médecins, 20 % des sages-femmes et les 30 % des infirmiers restant [10]. Aussi, comparés aux chiffres moyens dans les pays à revenu intermédiaire tranche supérieure (PRIS), le Gabon enregistre des faibles résultats sanitaires, notamment l'espérance de vie à la naissance qui est de 66 ans contre 74 ans, le taux de mortalité infantile 33 pour 1 000 naissances vivantes contre 20 pour 1 000 naissances et la mortalité maternelle 219 décès pour 100 000 naissances vivantes contre 54 pour 100 000 [18].

Concernant les dépenses en santé, elles représentent 10,3 % du budget national. Ces dépenses sont en majorité supportées par le Ministère en charge de la Santé, les ménages et la caisse nationale d'assurance maladie et de garantie sociale (CNAMGS), respectivement, 28,7 % à 25,9 % et 23,1 %. Le reste est supporté par des sociétés d'assurances privées [19].

Sur le plan infrastructurel, d'importants investissements ont été réalisés dans le secteur public avec la construction d'hôpitaux plus modernes et l'achat d'équipements médicaux plus performants. Le Gabon dispose de trois centres hospitaliers universitaires (CHU) au niveau central, neuf centres hospitaliers régionaux (CHR) dans neuf des dix régions sanitaires du Gabon et deux grands hôpitaux dans le secteur de la santé militaire. À ce jour, le rapport

lits/population a considérablement augmenté, passant de 2,5 lits pour 1 000 habitants en 2008, à 6,3 lits pour 1 000 habitants en 2017 [19].

1.5.3 Organisation du système d'information sanitaire du Gabon

Le système d'information sanitaire du Gabon, communément appelé système national d'information sanitaire (SNIS), existe officiellement depuis 1988 et est organisé autour de trois composantes :

- Le système de surveillance épidémiologique et de suivi des activités des programmes, chapeauté par l'Institut d'Épidémiologie et de Lutte contre les Endémies (IELE) ;
- Le système de routine, supervisé par l'ancienne Direction de l'Informatique et de la Statistique (DIS) ;
- Le système d'information de gestion des ressources (finances, personnel, infrastructures, équipements), sous la responsabilité du Service de la Carte Sanitaire (SCS).

La coordination de cette organisation est assurée par la Cellule d'observation en santé publique (COSP). Cette organisation permet de gérer la remontée des données collectées de la périphérie vers le niveau central dans le but de connaître la situation sanitaire et de fournir les éléments pour orienter la politique de santé d'une part, et d'autre part de donner les éléments d'évaluation des actions de santé publique développées par les pouvoirs publics.

1.6 Organisation de la thèse

Ce manuscrit de thèse est subdivisé en deux parties.

Première partie: Contexte de l'étude

Dans cette partie, nous avons d'abord, présenté les enjeux de performance des systèmes d'information décisionnels dans une organisation de santé, notamment la qualité des données indispensables pour contribuer à l'atteinte des objectifs de santé. Ensuite, nous avons traité de la problématique de gouvernance technique et organisationnelle des systèmes d'information décisionnel en santé dans les pays en développement. Enfin, réaliser un état de l'art, en analysant à partir de la littérature les méthodes utilisées pour améliorer la performance des systèmes d'information décisionnel de façon générale, et dans le domaine de la santé de façon particulière.

Cette première partie est organisée autour des trois chapitres suivants :

- **Chapitre 1 :** Ce chapitre concerne l'introduction générale dans laquelle, nous présentons, le contexte, le cadre de l'étude, la problématique, les hypothèses de recherche et les objectifs poursuivis par ce travail de thèse.
- **Chapitre 2 :** Ce chapitre, présente l'état de l'art sur les savoirs et le savoir-faire existants en matière de conception et modélisation des systèmes d'information décisionnels, notamment la construction des d'entrepôts des données de façon générale et plus spécifiquement appliquée au domaine de la santé
- **Chapitre 3 :** Ce chapitre, présente les résultats d'une étude de revue systématique de la littérature publiée sous forme d'article au journal BMC Medical Informatics and Decision Making, évalué par les pairs. Dans cette étude de revue, nous analysons les aspects à prendre en compte dans des projets visant à améliorer les performances des SID en santé. Nous avons donc étudié comment les aspects techniques et organisationnels ont été pris en compte dans les différentes expériences de mise en œuvre des SID dans les pays en développement.
 - o **Health information systems in developing countries : Case of African countries.** *BMC Med Inform Decis Mak* (2021) 21:232
<https://doi.org/10.1186/s12911-021-01597-5>
 Aimé Patrice Koumamba, Ulrick Jolhy Bisvigou, Edgard Brice Ngoungou, Gayo Diallo

Deuxième partie : Nos contributions et apports

Dans la seconde partie du document nous présentons nos principaux travaux réalisés dans le but de contribuer à l'amélioration de la performance d'un SID en santé, notamment en proposant un modèle de SID au Gabon. Elle est organisée autour de quatre chapitres présentant chacun les résultats de nos études, publiées, en cours de publication ou soumises pour publication.

- **Chapitre 4 :** Ce chapitre, présente les résultats d'une étude ayant d'une part, analysé l'existant en termes de gouvernance (technique et organisationnelle) du système d'information en santé du Gabon et d'autre part, apprécié les besoins des utilisateurs en matière de gestion de l'information sanitaire.
 - o Koumamba, Aimé Patrice, et al. « État des lieux du système d'information sanitaire du Gabon », *Santé Publique*, vol. 32, no. 4, 2020, pp. 407-417. <https://doi.org/10.3917/spub.204.0407>

- **Chapitre 5 :** Ce chapitre, présente les résultats d'une étude ayant évalué la qualité des données, qui est une des caractéristiques déterminant la performance d'un système d'information.
 - o **Evaluation de la qualité des données dans un système d'information sanitaire fragmenté :** *une étude de cas dans deux régions sanitaires au Gabon*, soumis dans la Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique
- **Chapitre 6 :** Sous la forme d'un article, ce chapitre, présente un travail de construction d'une terminologie d'interface pour aider à la structuration des données dans un système d'information en santé. Ce travail, a été réalisé en amont du développement d'un SIS amélioré avec des données bien structurées sémantiquement pour faciliter le traitement et l'analyse des données.
 - o **Correspondance entre les terminologies médicales standards et locales :** *le cas du Gabon*, travaux ayant fait l'objet d'une communication orale à la journée Francophone Santé & IA <https://pfia2021.fr/journees/sante/>
- **Chapitre 7 :** Ce chapitre, aborde notre positionnement par rapport à la question liée à la performance des systèmes d'information en santé dans les pays limités en infrastructure numérique. Sous la forme d'un article, nous présentons ainsi donc, les travaux réalisés pour développer et proposer au Gabon, un modèle de système d'information en santé supporté par une base des données relationnelle. Cela dans le but de faciliter la collecte et l'analyse multidimensionnelle des données à tous les niveaux d'une pyramide sanitaire.
 - o **From real-world individual data to generating of national health indicators :** *a pilot study in Gabon*

CHAPITRE 2 : État de l'art des Systèmes l'information décisionnel

1.7 Contexte

Historiquement, les organisations pour des besoins de prise de décisions stratégiques, se sont généralement appuyées sur des systèmes constitués d'un ensemble des outils informatiques (matériels et logiciels) permettant l'analyse des données opérationnelles issues de leurs systèmes d'information. Ces systèmes, appelés, systèmes d'information décisionnels (SID), ont à partir de leurs entrepôts des données, la capacité de stocker des masses de données, qui sont :

- **Intégrées** : Les données standardisées et centralisées dans l'entrepôt sont extraites d'un ensemble de sources de données variées ;
- **Historiées** : Des valeurs temporelles spécifiques sont associées aux données standardisées et centralisées dans l'entrepôt pour leurs identifications distinctes ;
- **Orientées sujet** : les données dans l'entrepôt sont structurées par thèmes majeurs de l'organisation et non suivant les processus fonctionnels ;
- **Non volatiles** : Les données standardisées et centralisées dans l'entrepôt ne peuvent être modifiées ou supprimées. On peut cependant ajouter des nouvelles données ;

Les systèmes de santé en tant qu'organisations, s'inscrivent également dans cette logique en utilisant des SID qui intègrent toutes les données issues de toutes leurs composantes.

Les SID sont organisés autour de trois systèmes [20] :

- **Le système opérant** : Il se trouve à la base de l'organisation, c'est lui qui en réalisant les activités de l'organisation, génère les données. Par exemple la réalisation des activités liées à la prise en charge d'un patient, génère des données médicales dans une structure de soins.
- **Le système de pilotage** : Correspond au niveau décisionnel de l'organisation représenté par des responsables chargés de prendre des décisions stratégiques pour maintenir ou améliorer les performances de l'organisation en termes de réponses adaptées aux besoins des clients ou usagers.
- **Le système d'information** : Intermédiaire entre le système opérant et système de pilotage. Il collecte, traite et analyse les données produites par le système opérant, puis diffuse les informations pertinentes au niveau du système de pilotage pour soutenir les décisions stratégiques.

La figure 5, ci-dessous permet d'illustrer cette organisation

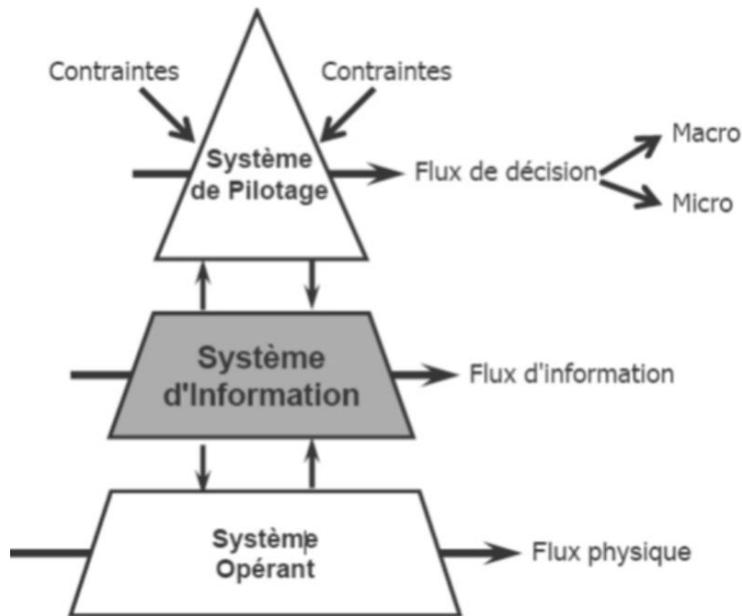


Figure 5: Organisation des systèmes d'information décisionnel

1.8 Supports des systèmes d'information décisionnel : OLAP

L'objectif de notre étude étant orienté vers les SID, nous limiterons cet état de l'art à l'analyse conceptuelle des approches existantes. Ainsi, nous analysons et décrivons les différents processus qui concourent à organiser les données dans les SID. Les données, étant issues des sources différentes, le modèle multidimensionnel est le mieux adapté pour l'intégrations de celle-ci dans les SID et aider à la prise des décisions stratégiques [21]. En effet, en s'appuyant sur un ensemble de méthodes et d'outils appelés systèmes OLAP (On-Line Analytical Processing), les SID donnent la possibilité aux décideurs d'une organisation de réaliser des traitements semi-automatiques, notamment, interroger, synthétiser et visualiser les données de façon multidimensionnelle [22]. Ces systèmes OLAP, ont donc la capacité de modéliser et représenter les données du SID en données stratégiques permettant aux responsables des organisations d'améliorer leurs performances décisionnelles [23].

Pour modéliser et mettre en place un SID, il est important de prendre en compte un certain nombre de concepts dont quelques-uns cités ci-dessous :

- **Fait** : Valeur faisant référence à l'objet d'analyse et relevant du processus décisionnel. Il peut être associé à différentes mesures possibles.
- **Dimension** : Désigne un axe d'analyse sur laquelle on peut exécuter une ou plusieurs requêtes afin d'obtenir les différentes vues possibles sur les données stockées.

Les dimensions d'un modèle dimensionnel sont à définir et à fixer au moment de la conception du modèle.

- **Hiérarchies** : à un niveau logique, on les retrouve généralement sous forme de schéma flocon de neige. Vu que la prise de décision part parfois d'une vue générale vers une vue de plus en plus détaillée, il est important dans un tel schéma de bien décrire les différents niveaux de granularité (hiérarchies) entre les paramètres dans un SID. On peut ainsi observer, une « hiérarchie symétrique » où toutes les instances de la dimension ont des valeurs non nulles, une « hiérarchie asymétrique » où certaines branches de l'arbre sont plus longues que d'autres ou une « hiérarchie non couvrante » qui est une hiérarchie avec différentes longueurs.
- **Cube multidimensionnel** : Le cube multidimensionnel, représente les mesures détaillées et agrégées dans un modèle multidimensionnel. Il facilite l'analyse des données après que les différents niveaux de granularité (hiérarchies) entre les paramètres aient été décrits.
- **Mesures** : La mesure est la donnée contenue dans la cellule du cube, elle est prédéfinie et personnalisée pour le traitement analytique en ligne.

La modélisation des systèmes OLAP permet donc d'organiser les données suivant plusieurs dimensions de manière à optimiser leur consultation et leur analyse de façon rapide. Les systèmes OLAP, sont généralement représentés par plusieurs alternatives dont les trois principales sont, les approches MOLAP (multi-dimensional online analytical processing), ROLAP (Relational online analytical processing) et HOLAP (Hybrid online analytical processing).

1.8.1 Approche MOLAP

C'est une approche du modèle OLAP qui permet de réaliser des analyses sur des données stockées dans des bases de données multidimensionnelles. Partant des bases des données multidimensionnelles avec des jointures qui sont déjà faites, l'approche MOLAP est mieux adaptée pour donner des réponses plus rapides sur la représentation agrégée des données. Toutefois, à cause de sa taille et son évolution limitée, cette approche pose quand même un problème pour gérer des volumes de données très importants.

1.8.2 Approche ROLAP

C'est une approche du modèle OLAP qui permet de réaliser des analyses multidimensionnelles sur des données stockées dans des bases de données relationnelles. Bien qu'ayant des temps de traitements élevés parce que les jointures entre les tables de dimension et la (les) table (s) de fait sont effectuées au moment de(s) la requête(s), ce modèle sans limites de taille, a cependant l'avantage d'effectuer des analyses sur des volumes de données très importants et permet la réutilisation des données après plusieurs décennies de stockage.

1.8.3 Approche HOLAP

C'est une approche du modèle OLAP (aussi appelée approche mixtes) qui combine dans une seule architecture les avantages des approches MOLAP et ROLAP (stocker des volumes importants des données, capable d'évoluer et de traiter rapidement les données, etc.), en réalisant des analyses simultanément sur des données dans des bases des données relationnelles et multidimensionnelles.

1.9 L'architecture d'un Système d'Information Décisionnel

Les SID intègrent des données collectées à partir des sources hétérogènes dans le but de faciliter la réalisation des analyses multidimensionnelles utiles pour aider à la prise des décisions stratégiques. Dans ce contexte, l'architecture d'un SID est organisée autour de quatre couches logicielles (figure 6) permettant l'extraction des données des systèmes opérant (ETL), l'intégration des données (entrepôt des données), la diffusion des données (magasins des données) et la présentation des données (tableaux de bord de visualisation).

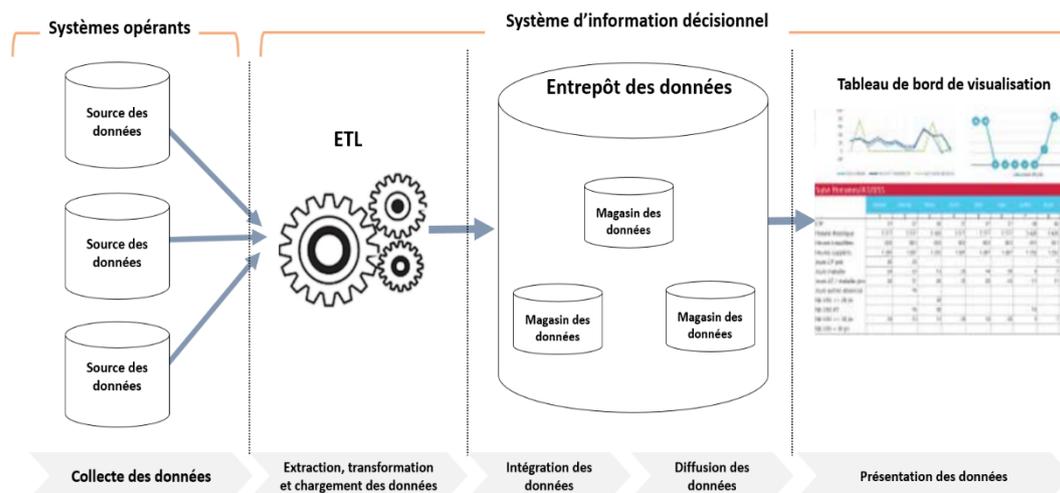


Figure 6: Architecture du SID

1.10 Organisation des systèmes opérants

C'est le niveau support de l'organisation, constitué d'un ensemble d'éléments matériels ou immatériels interagissant entre eux et chargés de réaliser des activités consécutives qui transforment des éléments d'entrées (matière première) en d'autres éléments de sortie (produits finaux). Ces systèmes connaissent des organisations qui peuvent varier selon le contexte conceptuel de leur mise en oeuvre.

1.10.1 Systèmes juxtaposés

L'existence des systèmes juxtaposés est justifiée par le fait consistant à réaliser successivement des systèmes qui reposent sur des simples applications mises en place indépendamment les unes des autres et sans cadre d'interopérabilité envisagé. Cette situation qui ne permet pas l'intégration des données, rend difficile le partage et l'échange éventuel de celles-ci par les différentes applications. Ce qui favorise, un traitement des données, qui est externe aux systèmes, à l'exemple de l'intervention humaine qui formate les données en fonction des besoins des différents logiciels.

1.10.2 Systèmes monolithiques

Aussi appelés "systèmes intégrés", ces systèmes sont caractérisés par des applications étroitement liées à la base de données développée en utilisant un environnement commun. C'est-à-dire, les mêmes outils de développement, les mêmes définitions de bases de données, les mêmes processus de requêtes, les mêmes présentations des interfaces utilisateurs. Cette approche est souvent mise en oeuvre par des éditeurs de logiciels commerciaux dont les développements ont été réalisés sur plusieurs années. Dans ce cas, toute évolution de la structuration de la base de données ou dans la présentation, conduit à des changements dans les programmes d'application. Il est extrêmement difficile de faire évoluer ces systèmes en dehors de stratégies dites de "big bang". Conçu pour fonctionner en une seule unité avec une répartition bien définie des fonctions qui sont liées à une base des données. Moins coûteux et moins risqué sur le court terme, l'inconvénient du système monolithique peut résider dans le choix d'un seul vendeur, ce qui nécessite une grande attention aux problèmes d'évolutivité. Cette vision correspond à des ERP (Enterprise Resource Planning) ou PGI (Progiciels de gestion intégrés).

1.10.3 Systèmes intégrés par transcodage

Du fait de la représentation hétérogène des données dans les différentes applications, le partage et l'échange de celles-ci est réalisé par l'intermédiaire des programmes et des tables

de transcodage qui assurent leur passage dans les deux sens d'une donnée représentée et codifiée de façons différentes dans chaque application. Cette méthode largement utilisée par le passé, permet de relier des applications deux à deux et conduit à des interfaces complexes difficiles à maintenir et très coûteuses. De plus, son architecture implique de nombreuses redondances (par exemple les référentiels sémantiques ou les traits d'identification des patients sont dupliqués dans chacune des applications), ce qui n'assure pas toujours l'intégrité des données gérées par le système. D'une façon générale, les architectures de ce type sont telles que toute évolution de nomenclature entraîne une charge importante et demande beaucoup de temps pour être disponible dans tout le système d'information hospitalier (SIH) ou le système d'information de santé (SIS). Le schéma représentant la communication entre applicatifs dans cette architecture est donné par la figure 7.

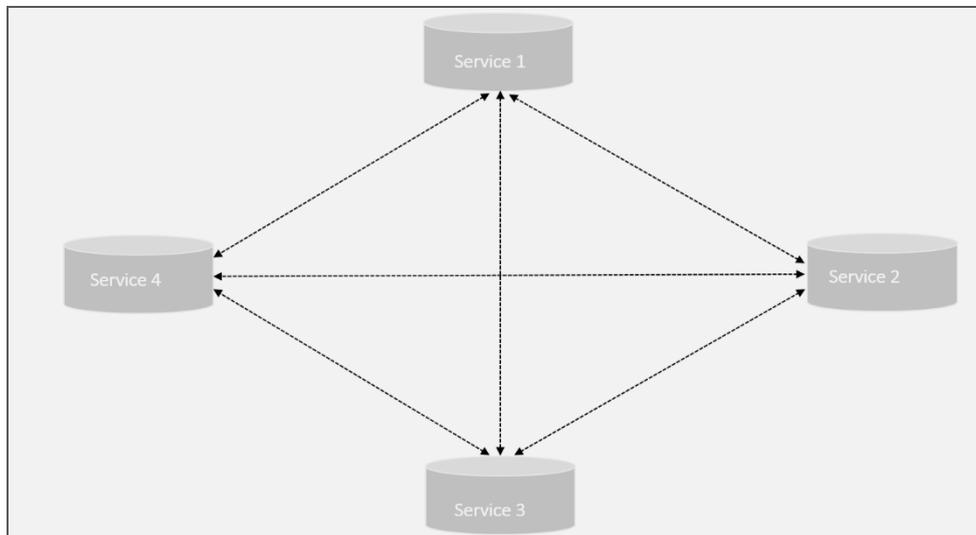


Figure 7: Architecture d'un système d'information où l'interopérabilité est assurée par des interfaces spécifiques entre logiciels : duplication de certaines informations inévitables

Si cette méthode peut être utilisée dans certains sous-systèmes, elle présente des limites de façon générale en termes d'agilité et de coût. Les systèmes existants sous cette architecture doivent migrer vers une architecture plus modulaire et plus évolutive, on parle d'*open architecture*.

1.10.4 Systèmes intégrés par référentiels commun et composants

C'est la méthode de référence aujourd'hui. Elle met en pratique les concepts méthodologiques actuels du traitement de l'information dans l'architecture des systèmes. Ces principes préconisent le développement de composants logiciels assurant les différentes fonctions et processus "métiers". Les services proposés par cette architecture permettent notamment de partager des services communs de référentiels, notamment le référentiel de structure, le référentiel d'identification des patients, les référentiels des actes, des diagnostics, des

médicaments, etc. Toute mise à jour ou évolution d'un service dans cette architecture est disponible pour tout le système. Cette urbanisation présentée dans la figure 6 montre que tous les composants "métier", ont accès au même service pour assurer une même fonction, par exemple : tous font appel au service des référentiels des identités, pour identifier les patients. La mise à jour ou la rectification d'une identité dans le service d'identification se fait dans ce seul service et est disponible pour tous les autres. Cette urbanisation parce qu'elle permet l'agilité des SI constitue un critère important qu'il faut prendre en compte pour le développement des systèmes d'information complexe dont périmètre est susceptible d'évoluer à tout moment. Ainsi, par exemple, dans la mise en œuvre d'un SIS, les nombreux acteurs concernés par cette mise en œuvre peuvent être intégrés progressivement sans remettre en cause les fonctionnalités déjà disponibles mais en les étendant à de nouveaux acteurs selon leurs droits. Ce qui permet à tous les composants du système d'être interopérables.

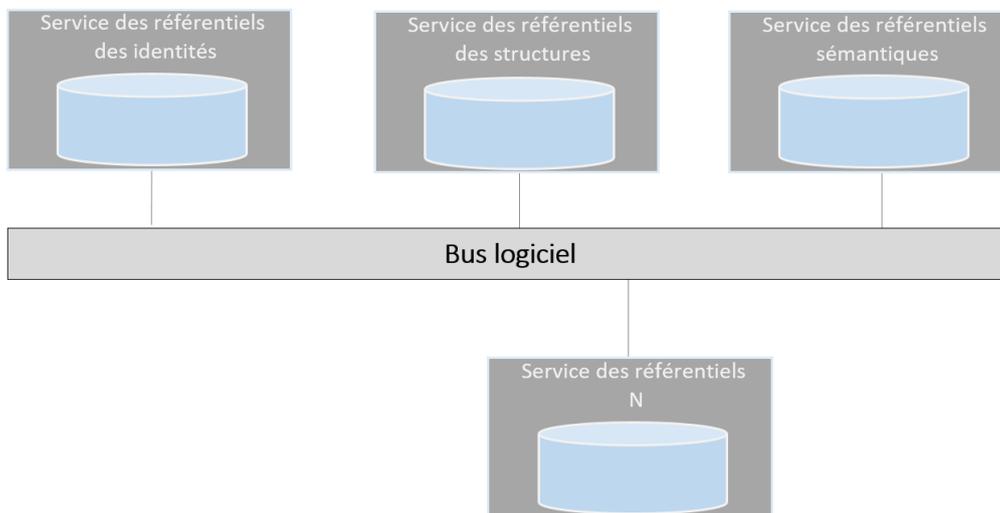


Figure 8: Architecture d'un système d'information où l'interopérabilité est assurée par un bus logiciel
 Dans une vision idéale de construction d'un système d'information qui doit évoluer continuellement, les composants d'un système doivent être interopérables mais aussi substituables, à l'exemple de l'iPhone qui permet d'utiliser une plateforme logicielle permettant aux développeurs externes de créer des applications. Ainsi, on peut installer et utiliser plusieurs applications avec une interface commune [24]. La plateforme sépare le système des fonctionnalités fournies par les applications qui sont substituables. L'utilisateur peut charger un outil de gestion d'agenda, le rejeter et en charger un autre, etc. Le consommateur est lié à la plateforme mais les applications sont en concurrence pour leur valeur ajoutée et leur coût.

1.11 Interopérabilité dans les systèmes d'information décisionnels

Les systèmes d'information décisionnels conçus pour aider les responsables des organisations dans leurs processus de prise de décisions, impose donc la prise en compte de plusieurs facteurs de décision (processus liés aux pratiques des professionnels, aux relations entre les acteurs, aux référentiels métiers, etc.), pour répondre aux besoins de toutes les parties prenantes de l'organisation. Dans le domaine de la santé, plusieurs solutions fournies par les industriels n'intègrent pas toujours tous ces facteurs de décision, ce qui rend leur interopérabilité pour l'intégration des données difficile [25]. Or, pour un fonctionnement optimum, les systèmes d'information ont besoin de communiquer entre eux pour partager et échanger des données. Parce qu'elle joue un rôle essentiel, l'interopérabilité entre les différents sous-systèmes fournisseurs des données doit toujours être un des éléments centraux à prendre en compte dans la mise en place des SID. C'est pourquoi dans la phase de développement des systèmes d'information, il est important de s'appuyer sur une bonne analyse organisationnelle en amont. Parmi ces éléments organisationnels, il y a la structuration des données au niveau sémantique (sens) et au niveau syntaxique (format), car pour le traitement et l'exploitation des données, il est indispensable que celles-ci aient une cohérence malgré l'hétérogénéité de leurs sources. Plusieurs approches méthodologiques ont été développées dans la conception des systèmes d'information, pour faire face à ce problème d'hétérogénéité des données qui peut empêcher l'interopérabilité des systèmes. Sur le plan technique, plusieurs systèmes et architectures suivant la conception des logiciels à intégrer ont souvent été mis en place pour prendre en compte ce problème d'interopérabilité entre les systèmes.

1.12 Etat de l'art des travaux de conception des entrepôts des données médicales

Face à la nécessité d'intégrer et exploiter des données complexes et volumineuses, les technologies de l'Information et de la Communication (TIC) ont souvent été perçues comme une solution pour favoriser cette intégration et optimiser le processus d'exploitation des données. C'est dans cette optique que nous avons assisté vers les années 1990 à la mise en place des nombreux projets d'entrepôts de données [26]. En 2014, le site data.gouv.fr dénombrait environ 260 bases de données médicales publiques qui facilitent les besoins d'intégration des données à des fins d'aide à la décision et/ou de recherche en santé en France. Les entrepôts de données de santé étant des serveurs informatiques permettant de centraliser des volumes de données de santé provenant de plusieurs sources. Les plateformes eHOP, i2b2 (Informatics for Integrating Biology and the Bedside), l'entrepôt des données de Hanovre

Medical School (MHH), pour ne citer que ces quelques exemples, sont des outils construits et développés pour intégrer, centraliser, traiter et exploiter des gisements de données médicales issues des sources hétérogènes.

Aux États-Unis, pour intégrer, centraliser, traiter et exploiter des gisements des données médicales issues des sources hétérogènes, le projet SCILHS qui est un réseau de recherche de données cliniques réparti sur 12 sites, a mis en place une solution fédératrice avec un modèle commun des données à partir de la plateforme i2b2 [27]. Ce modèle, nommé PCORnet-CDM est développé dans un schéma en étoile i2b2, avec une seule table de faits (observation_fact) qui est la seule table à être interrogée (figure 7).

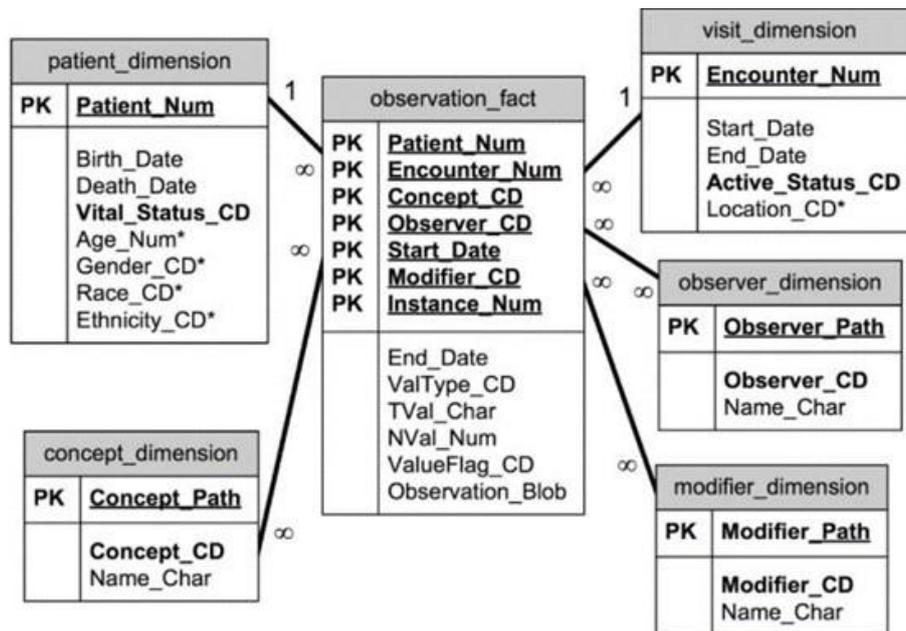


Figure 9: Modèle étoile de I2b2 (source : Jeffrey G Klann 2016).

PCORnet-CDM propose une possibilité de copier les données transactionnelles dans une seule table en utilisant l'ontologie de la plateforme i2b2 pour permettre l'échange des données entre les différentes sources (réseaux de recherche des données). Cette démarche exclut la programmation d'un nouveau processus ETL pour chaque réseau de recherche des données, ce qui minimise le temps et les coûts liés au processus d'échange des données entre sites différents. Pour ce faire, ils ont adapté le modèle d'i2b2 en réorganisant ses données et créer de nouvelles tables pour des nouveaux modèles analytiques. Puis de lier les concepts d'i2b2 aux colonnes des tables des nouveaux modèles analytiques. Cela a permis de prendre en compte toutes les requêtes analytiques. Le modèle PCORnet-CDM a été testée sur 8 des 12 sites du réseau PCORnet. L'utilisation croissante d'i2b2 dans certains projets d'intégration des données médicales est soutenue par, d'une part, une documentation et des didacticiels présentés sur Internet. D'autre part, par l'existence de package d'installation automatique

nommé "i2b2-quickstart", qui facilite son installation [28]. La plateforme i2b2 a pour objectif de fournir des outils nécessaires à la collecte, à la gestion et à l'analyse de données de recherche clinique. Elle est composée de plusieurs modules fournissant chacun un service unique. Extensible, la plateforme i2b2 permet l'ajout des nouvelles fonctionnalités et facilite la gestion et plusieurs autres fonctionnalités (stockage de données, les requêtes et les interactions utilisateur).

D'autres projets pour des besoins d'intégration des données ont mis en exergue l'utilisation de plus d'une table de fait. Dans le cas de la plateforme EHOP, développé par l'Université de Rennes et utilisé par plusieurs CHU en France, la gestion de la complexité des données des médicaments (nom de marque, dose, ingrédients, etc.) est assurée par le standard PN13 pour les échanges des données sur les médicaments et le référentiel CIOsp (devenu CIOdc en 2017) comme support d'un vocabulaire commun. Pour extraire les données des médicaments de DxCare[®] afin de les transformer et charger dans l'entrepôt de données EHOP, le logiciel Talend Studio, est utilisé comme ETL construit sous un modèle en étoile (tables des dimensions et tables des faits). Mais à la différence de l'entrepôt des données i2b2, EHOP a deux tables de faits spécifiques à savoir EHOP_DOCUMENT pour le stockage des documents (exemple une ordonnance) et EHOP_STRUCTURED (avec toutes entités, attributs et valeurs liées aux documents) pour le stockage de toutes les données contenues dans les documents. Ces deux tables de faits permettent de stocker les documents ainsi que les données qui s'y trouvent. Les tables de dimension par contre sont destinées à décrire la signification des données qui sont dans les tables des faits [29]. La structure de l'entrepôt EHOP permet donc aux utilisateurs de retrouver des informations les plus spécifiques sur les médicaments en faisant des requêtes en texte libre ou des requêtes structurées. Pour agréger sémantiquement les données sur les prescriptions, les différents codes (UCD, ATC, DCI, etc.) contenus dans la base des données des médicaments Thériaque[®], ont été insérés dans les tables de dimensions de l'entrepôt de données EHOP pour permettre un alignement sémantique avec des données des prescriptions contenues dans les tables des faits. Ce modèle d'intégration sémantique des données, permet de faire des requêtes à partir du nom de marque du médicament, du principe actif y compris sur des données non structurées telles que du texte libre [30].

L'utilisation de plus d'une table de fait a également été mis en exergue dans le système de soin autrichien, dans cadre d'un projet dénommé imProve2. Soutenu par le Programme OHDSI, le projet imProve2 a développé un modèle commun des données OMOP sur i2b2 pour faire évoluer le modèle commun des données PCORnet-CDM. Le modèle commun des

données OMOP sur i2b2 est créée à partir de plusieurs tables de faits (tables multi-fait), spécifique chacune à un domaine faisant que les requêtes soient exécutées sur plusieurs tables de faits [31]. Bien que structurés de façon différente et en fonction des objectifs des projets qui développement ces entrepôts de données, nous avons pu noter que le développement des entrepôts de données sur la base d'un modèle commun des données est effectif dans la plupart des projets mise en œuvre dans les pays du Nord. Ces entrepôts de données de plus en plus standards et robustes, constituent un atout en termes de représentation et d'analyse des données. Aussi, cela permet d'éviter la maintenance de plusieurs processus complexes d'extraction, de transformation et de chargement (ETL) propre à chaque source de données dans lesquelles les données sont d'une part transformée en un format commun (modèle de données), d'autre part représenter sémantiquement et syntaxiquement (terminologies, vocabulaires, schémas de codage) d'une même façon. Ce qui permet d'interroger une ou plusieurs tables à la fois et de faire une analyse systématique des données disparates.

CHAPITRE 3 : Résultats de l'analyse sur les systèmes d'information sanitaire dans les pays en développement : Cas des pays africains

1.13 Introduction

Les SID constituent un enjeu incontournable de performance des systèmes de santé pour les pays qui éprouvent des difficultés à disposer des données fiables, nécessaires pour la décision stratégique, à l'instar des pays en développement [5]. Face donc au nombre de plus en plus croissant des données sanitaires générées et des informations à traiter dans des organisations de santé [32], la problématique de gestion de flux massifs de données par les SID devient un défi pour les pays en développement. Dans l'optique de comprendre comment cette problématique a été abordée dans ces pays, nous avons donc entrepris de réaliser une étude de revue systématique de la littérature, en y analysant les aspects techniques et organisationnels ayant soutenu la performance des SID en santé dans les différentes expériences de mise en œuvre des SID.

Les résultats de cette revue systématique ont été publiés dans la revue *BMC Med Inform Decis Mak* (2021) 21:232 <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01597-5>, reproduit ci-dessous.

Health information systems in developing countries : Case of African countries

Aimé Patrice KOUMAMBA^{1,2}, Ulrick Jolhy BISVIGOU², Edgard Brice NGOUNGOU^{2,3}, Gayo DIALLO¹

¹ *Bordeaux Population Health (BPH), UMR1219, Applied Health Informatics Research Team (ERIAS), Univ. Bordeaux, 33000 Bordeaux, France*

² *Research Unit in Epidemiology of Chronic Diseases and Environmental Health, University of Health Sciences, BP 11587, Libreville, Gabon*

³ *University of Health Sciences, BP 11587, Libreville, Gabon. 3 UMR 1094 Inserm parter IRD-Tropical Neuroepidemiology (NET), Faculty of Medicine of the University of Limoges, 87025 Limoges, France*

Corresponding Author:

Aimé Patrice KOUMAMBA

e-mail: aime-patrice.koumamba@u-bordeaux.fr

Abstract

Background: In developing countries, health information system (HIS) is experiencing more and more difficulties to produce quality data. The lack of reliable health related information makes it difficult to develop effective health policies. In order to understand the organization of HIS in African countries, we undertook a literature review.

Methods: Our study was conducted using the PubMed and Scopus bibliographic search engines. The inclusion criteria were: (i) all articles published between 2005 and 2019, (ii) articles including in their title the keywords "health", "information", "systems", "system", "africa", "developing countries", "santé", "pays en développement", "Afrique", (iii) articles that are written in English or French, (iv) which deals with organizational and technical issues about HIS in African countries.

Results: Fourteen retrieved articles out of 2492 were included in the study, of which 13 (92.9%) were qualitative. All of them dealt with issues related to HIS in 12 African countries. All 12 countries (100.0%) had opted for a data warehouse approach to improve their HIS. This approach, supported by the DHIS2 system, has enabled providing reliable data. However, 11 out of the 12 countries (92.0%) frameworks were aligned with funding donors' strategies and lacked any national strategy.

Conclusion: This study suggests that the lack of a national health information management strategy will always be a threat to HIS performance in African countries. Ideally, rigorous upstream thinking to strengthen HIS governance should be undertaken by defining and proposing a coherent conceptual framework to analyze and guide the development and integration of digital applications into HIS over the long term.

Keywords: Health Information Systems, Governance, health data, developing countries, performance.

1. Background

The performance of a health system is strongly related to the quality of produced health information. Quality health information (credible, coherent, up to date, etc.) allows the health system to be effective and efficient in terms of decision-making by the health managers in terms of resource planning, monitoring and evaluation of actions undertaken for health, epidemiological surveillance [33] . It is for instance on the basis of quality health information that decision-makers not only have visibility on the performance of their health system, but also have the capacity to react earlier to health needs.

Every year, for example, the World Health Organization (WHO) publishes figures on the world's health situation in order to measure member countries' health outcomes. That shows the importance of well-structured Health Information Systems (HIS). The latter properly produces, analyses, stores and shares reliable and accurate information for decision support at all levels of the healthcare system pyramid. Consequently, investing in the implementation of HIS has become a great challenge for health care systems in developing countries. Faced with these major health issues, coupled with the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs), and focusing on its third goal, related to healthcare entitled "Healthcare and well-being", a highly-performed health information system could play a major role to enhance monitoring of indicators.

1.1. Relationship between a health system and a health information system

To better establish the relationship between a health system and a health information system, it was necessary for us to first of all understand what a health system is, just as defined by the WHO. According to the WHO's definition, a health system is defined as "all organizations, individuals and actions whose primary purpose is to promote, restore or maintain health" [34]. To achieve this objective, the health system is founded on a conceptual framework with six pillars outlined as follows.

- **Leadership and governance:** involves the definition of national health policies, roles and responsibilities of all the stakeholders;
- **Health finance:** implies having the necessary funds to finance expenditures related to the health needs of the people thereby enabling them to benefit from services that effectively deliver needed services;
- **Health staff:** implies that the health system must have a sufficient and qualified human resource in the healthcare domain, in order to sustain its performance;
- **Essential medication and technologies:** implies a more efficient health system, which requires proper availability of medication and technologies;
- **Service delivery:** implies an organization of health service delivery that efficiently corresponds and responds to the spatio-temporal health needs of populations;
- **Health information:** implies ensuring the availability of health information necessary for decision making. The necessity of reliable and accurate information in order to plan, monitor and evaluate undertaken activities or to take action so as to achieve the objectives as defined in health policies.

The conceptual framework defined by the WHO clearly demonstrates that the organization of any health system must be perceived in a systemic approach by taking into consideration all

its different stakeholders, including those related to its information system. It is also defined by the WHO as "an organized system that integrates the collection, processing, communication and use of data necessary to improve the effectiveness and efficiency of health services through better management at all of their levels". The latter definition highlights the transversal nature of a HIS, in that it integrates the entire structural dimension of a health organization.

Looking at the HIS topic from the above approach, it is clear that no health system aspiring to be effective can become effective without having a HIS capable of collecting, processing, analyzing and making available reliable and timely information for the purpose of planning, monitoring and evaluating health actions.

1.2. Problem statement

Although having a HIS is a necessity for any health systems, many developing countries still have nowadays difficulties in obtaining reliable and accurate health related information. Due to that issue, they are unable to obtain good health results. Consequently, their performance is far from meeting the needs of the population [34].

This literature review aims to provide an overview of the factors that influence the optimal functioning of HIS in limited settings and resources countries.

1.3. Methods of operation

The study was carried out from February to July 2019 in three stages: (i) relevant articles research, (ii) articles selection, performed by carrying out a complete analysis of each article according to the publication dates and (iii) proceeding to the global analysis of all articles in a general synthesis.

1.4. Research strategy

For articles look-up, we used the Scopus and PubMed databases and their research systems to conduct our bibliographic search. To do so, we searched for relevant articles dealing with national HIS performance (performance is understood here as organizational, technical and behavioral determinants). In the bibliographic research system of these databases, we used the following keywords: "health", "information", "systems", "system", "africa", "developing countries", "Africa".

Using the filters provided by the search engines (for example the publication date), relevant articles were selected on the basis of the criteria described in Table 1.

Table 1: Inclusion criteria.

Inclusion criteria

- Original articles written in English or French, peer-reviewed, published between 2005 and 2019;
- Research articles which addresses the performance factors of national HIS in developing countries.

To lookup the databases, we exclusively relied on the logical operator "OR", because the use of the logical operator "AND" or the combination of both logical operators "OR" and "AND" enabled us to obtain a reduced number of articles, which were unfortunately not relevant for our study. As a matter of fact, we found a limited set of articles dealing with information systems issues related to specific diseases, such as malaria or cancer. As these articles do not comply with the initial objective of our study, which was to examine articles dealing with the HIS at large, in a systemic approach.

By choosing to use only the logical operator "OR" in our bibliographic search equation, our aim was to obtain the maximum number of articles and later on select the most relevant one. This strategy allowed to obtain few relevant articles that perfectly met the objective of the study, despite some false positives (many articles not related to the study topic). The two search algorithm that allowed us to select our articles is depicted respectively in Figures 1 and 2.

Title contains (health information systems)
OR **Title contains (système d'information en santé)**
OR **Title contains (health information system)**
OR **Title contains (pays en développement)**
OR **Title contains (developing countries)**

Figure 1: Bibliographic research equation on the Scopus database

**(((((health[Title]) OR information[Title]) OR systems[Title]) OR Africa[Title])
OR developing countries[Title])**

Figure 2: Bibliographic search equation on the PubMed database

1.5. Selection of relevant articles

All articles meeting the above inclusion criteria were eligible for inclusion in the study. Firstly, on the basis of these criteria, we carefully reviewed each article title in order to reject articles whose title, although incorporating some of the defined keywords, did not correspond

to the objective of the literature review. In other words, not all the articles that focused on information systems specific to certain health issues rather than the problems of national HIS were eligible for our review.

Secondly, we used the Performance of Routine Information System Management (PRISM) approach from the United States Agency for International Development (USAID) to review the 14 articles selected for the study. The choice of PRISM was motivated, on one hand, by the fact that all reviewers had been previously trained in this approach, on the other hand, it makes it possible to evaluate the performance of a HIS on the basis of each of its three determinants, i.e., technical, organizational and behavioral for the analysis of the 14 articles selected in our study, we opted to examine only the organizational and technical determinants. The behavioral determinants were not examined, as they required the administration of a questionnaire to the various actors involved in the HIS. This was not adapted to our study, whose approach was to review the literature.

The selected articles were examined using a grid validated by all the reviewers. On that grid, the two selected determinants for the study were evaluated on the specific aspects dealt with these articles, namely HIS governance (HIS legal framework, national HIS strategies, etc.), data quality (data completeness, data reliability, data relevance, data accuracy, data timeliness, etc.), information technology (IT), data warehouses, HIS evaluation and DHIS digital solution.

The analysis of these aspects related to the organizational and technical context of HIS, allowed to identify the strengths and weaknesses regarding the implementation of HIS in developing countries at the organizational and technical level, (Table 2).

Table 2: Some strengths and weaknesses of HIS in developing countries

Organizational Issue	Technical Issue
<p><u>Strengths:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition and validation of the data to be collected by all stakeholders; • Review and harmonization of data collection tools to avoid data overlap and duplication; • Definition of harmonized national indicators; • Validation of a national data warehouse, sometimes cohabiting with existing subsystems; • Consensual choice of essential indicators by theme; • Creation of a HIS coordination unit housed at the level of the Ministry of Health in some cases. 	<p><u>Strengths:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibility to contextualize and adapt DHIS to nationally validated models; • Consensus approach to a system; • Removal of redundant data and improvement of data quality at the central level; • Possibility to enter DHIS information from a mobile phone or a paper data collection medium; • Storage and centralization of data in a single database.
<p><u>Weaknesses :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • HIS not sufficiently taken into account in national health policies, making it difficult to ensure the sustainability of HIS at the end of projects; • Inadequate institutional management of HIS; • Coherent conceptual frameworks insufficiently defined ; • Dependency on external donors for HIS funding. 	<p><u>Weaknesses :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Design (of DHIS) taking insufficient account of the needs of data-producing structures because the collection and transmission of aggregated data more helps decision-making at the central level and not the local one; • Unable to collect primary data in DHIS (individual patient data); • DHIS does not allow the linking of care data with those of other systems such as health insurance.

2. Results

Based on the keywords selected to constitute the basis of our bibliographic research, we identified a total of 2492 articles: 624 identified in PubMed and 1868 identified in Scopus. Among these articles, 2460 articles dealing with information systems specific only to certain health issues were excluded from the study. Thirty-two (32) articles were relevant according to the selection criteria (full articles, written in English or French, peer reviewed and

published between 2005 and 2019). Then, we carefully reviewed the titles and abstracts of the 32 articles to check whether the technical and organizational aspects of the HIS on which our articles should be examined were taken into consideration. This step selected 14 articles corresponding to the objectives of our study (Figure 3).

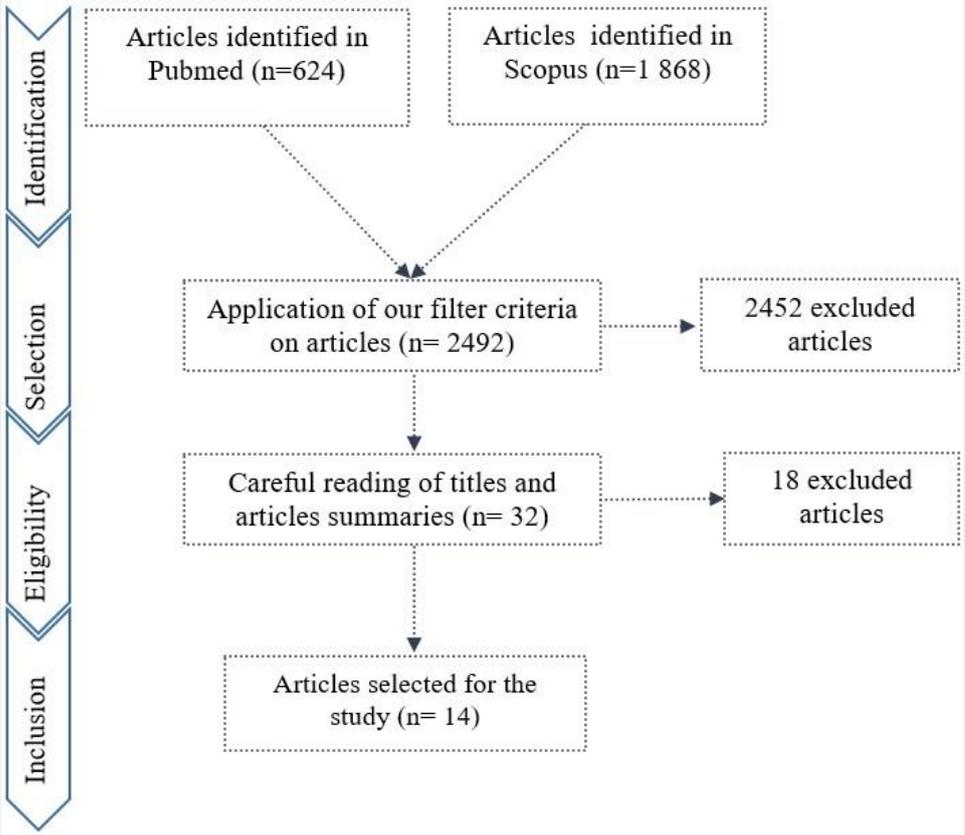


Figure 3: PRISMA process diagram

Faced with public health challenges, such as SDGs (e.g., by 2030, to reduce the global maternal mortality ratio to less than 70 per 100,000 live births), the essential role of information in a health system is increasingly highlighted in all target countries [35]. Indeed, reliable and solid health information facilitates, on one hand better monitoring of SDGs indicators and on the other hand, the development of health policies based on established facts. Nowadays, unfortunately, due to a lack of reliable data (i.e., updated, consistent, etc.), HIS in many countries are struggling to meet information needs in order to monitor their health indicators, such as the main reasons for hospital visits or the main causes of death [3]. A systematic review of the 14 resulted scientific articles enabled us to understand the state of health information management in some African countries in which such information had been subjected to peer reviewed scientific publications (figure 4).

Articles	General HIS issues in Africa	South Africa	Benin	Botswana	Ghana	Malawi	Mozambique	Rwanda	Sierra Leone	Tanzania	Zambia	Zanzibar	Zimbabwe
First author, year [reference]													
Karuri J et al., 2014 [1]						X							
Chaulagai CN et al., 2005 [5]						X							
Abou Zahr C et al., 2005 [8]	X												
Glèlè Ahanhanzo Y et al., 2014 [9]			X										
Alwan A et al., 2016 [10]						X							
Amidou B-M et al., 2012 [12]	X												
Cline GB et al., 2013 [13]		X											
Sæbø J et al., 2011 [14]		X		X					X			X	
Seitio-Kgokgwe O et al., 2015 [15]				X	X								X
Aqil A et al., 2009 [16]	X												
Bakar A et al., 2012 [17]												X	
Braa J et al., 2010 [18]							X	X	X				
Mutale W et al., 2013 [19]										X	X		
Ly O et al., 2018 [20]	X												

Figure 4: Places concerned by the information systems studied in our study

These selected articles dealt with issues related to the evaluation, organization, data quality, improvement or development of integrated information systems or data warehouse ([figure 5](#)).

Articles	Themes covered						Type	
	HIS Governance (6/14)	Quality of data	IT (3/14)	HIS Evaluation (2/14)	DHIS (8/14)	Data Warehouse (10/14)		
First author, year								
Karuri J et al., 2014	X	X				X	X	Qualitative
Chaulagai CN et al., 2005							X	Qualitative
Abou Zahr C et al., 2005	X							Qualitative
Glèlè Ahanhanzo Y et al., 2014	X	X		X			X	Quantitative
Alwan A et al., 2016						X	X	Qualitative
Amidou B-M et al., 2012	X							Qualitative
Cline GB et al., 2013								Qualitative
Sæbø J et al., 2011	X		X			X	X	Qualitative
Seitio-Kgokgwe O et al., 2015		X				X	X	Qualitative
Aqil A et al., 2009				X				Qualitative
Bakar A et al., 2012						X	X	Qualitative
Braa J et al., 2010	X		X			X	X	Qualitative
Mutale W et al., 2013			X			X	X	Qualitative
Ly O et al., 2018	X	X				X	X	Qualitative

Figure 5: Themes covered in the 14 articles examined

Four articles which focus on general HIS issues in Africa and 10 others dealing with HIS-specific issues from 12 countries were identified: South Africa, Benin, Botswana, Ghana, Malaw, Mozambique, Rwanda, Sierra Leone, Tanzania, Zambia, Zanzibar, Zimbabwe. Although the literature on HIS in these countries has been limited, the analysis of the available literature enabled to identify the organizational and technical structure of each of these HIS.

From the 14 selected articles, 13 (92.9%) were qualitative in nature. All 10 articles dealing with HIS issues from 12 African countries address the topic of health data warehouses, 10/10 (100%).

2.1. Insufficient integration of stakeholders and coordination in the implementation of the HIS

A health system, in so far as it involves several actors to achieve its objectives, should also proceed by involving all these actors in the implementation of a reliable HIS strategy.

The review of the literature shows that taking into account the needs of all stakeholders in the health system is the common point between the countries identified in the study to set up HIS in Africa, although these systems have been implemented in different ways.

The structuring of health systems can be seen as follows:

- the sub-system that we can call the public sector which manages all the activities of the health structures that belong to the government;
- the sub-system that we can call the private sector which manages all the activities of the health structures that belong to private individuals who exercise their activities in a liberal way;
- the sub-system that could be referred as the para-public sector, which manages all the activities of health structures for which the government and private individuals are all managers at the same time.

It is by drawing on their national health plans and involving all stakeholders, such as these different health sectors (public, para-public and private), health insurance companies, etc., that some countries have identified the needs and defined all the aspects to be taken into account in the conceptual phase of their HIS [36]. Although the development of national HIS strategies has not been sufficiently highlighted, it has nevertheless been noted in the literature that some countries that have taken into account the needs of all stakeholders have put in place coherent strategies for the integrated management of their HIS. However, it should be noted that these strategies are generally short termed in nature, often after the project is implemented [37]. Insufficiently asserted coordination supported with well-defined roles and responsibilities also makes it more difficult to ensure the sustainability of these integrated HIS, making them less and less effective with doubtful information quality. This situation tends to promote the fragmentation of HIS within actors using specific information systems to collect the specific data they need. This fragmentation of the HIS is sometimes encouraged by some funding organizations that prioritize certain subsystem needs to the detriment of others and the global needs of the integrated HIS [38]. Health programs collecting more specific data

to meet the objectives of their donor agencies have little involvement in more comprehensive strategies for developing and managing more integrated HIS[39]. This explains the fact that many HIS projects have experienced governance problems as a whole [40] . This is why some countries such as Malawi have optimized the quality of their data by asserting their leadership, including by implementing a national strategy. It has also been observed that 11 of the 12 countries under study (92%) did not have a national strategy, but rather strategies implemented under a specific project. Malawi is the only one that has a national strategy to which all actors, including donors, must align. This strategy was accompanied by a procedural guide to facilitate the design of a HIS integrating all sub-systems [41].

Despite the implementation of coherent strategies such as national health plans that integrate the development and management of HIS, it is clear that insufficient integration of all stakeholders and coordination of HIS is not conducive to the production of comprehensive data. Indeed, collecting data from multiple non-harmonized tools makes it difficult for managers to fill out various paper or electronic forms at the same time for several programs [40]. As a consequence of the inadequacy and reliability of data in regular HIS, some countries are forced to conduct ad hoc survey based on already validated data collection methodologies in order to have health information for decision support such as Service Availability Readiness Assessment survey, demographic and health survey, etc. to estimate certain necessary indicators [42].

In 2007, the WHO, like many other partners working to improve HIS established some mechanisms to align their support with national strategies, policies and procédures developed by partner countries [43]. In this perspective, some countries have undertaken to assess and develop their national HIS management policies. The fact that all the initiatives should be aligned to these agendas and policies for the identification and harmonization of indicators is one of the first requirements of this approach [44], [45].

2.2. Organization of technical and infrastructural support for the implementation of HIS

To enable the considered countries to achieve better health outcomes, several funding agencies had advocated the integration of data into Data Warehouses. To materialize this recommendation requires the commitment of all actors to the plans and strategies implemented by the countries. In this regard, some mechanisms to align international efforts with national systems have been set up, including the International Health Partnership (IHP+) and the Partnership for Statistics for Development in the 21st Century (PARIS21). Some initiatives, in line with this logic, have been undertaken with the District Health Information

System (DHIS) software, among others, in South Africa, Sierra Leone, Zanzibar and Botswana [43].

In South Africa, the approach had been to validate a standard model on which to build a data warehouse (DW) based on the DHIS software. This DW operates in parallel with other existing subsystems. It is notified at all levels of the health pyramid and subsystems, regardless of their specific needs. At the level of three other countries, the approach was to integrate all subsystems into a single DW. In Botswana for instance, it was intended to integrate all the paper forms of the subsystems into the DHIS software without any prior standardization, resulting in data overlap and duplication. Zanzibar and Sierra Leone, for their part, opted for a consensual (with all stakeholders) sorting of data from the different sources before their integration into a unique DW. Although using the same approach in standardizing data to be pre-integrated, their recording into the data warehouses was different in the two countries. In Zanzibar, paper-based forms were used to collect data from health facilities and made available to health districts, which were then filled in the DW. To overcome the errors which may occur with a manual process associated with the use of paper forms, the Zanzibar Ministry of Health had undertaken a project to use the OpenMRS clinical management software at the health facility level for processing and recording data in the DHIS warehouse. However, this OpenMRS-based project is experiencing difficulties in its implementation due to limited local technical capacity [46].

Sierra Leone has had an approach that takes into account the context of unequal distribution of technical infrastructures throughout the country. The adapted and validated digital DHIS solution served as a repository for the national HIS at all levels of the health system. The adaptation of DHIS was done in such a way that in areas with a digital infrastructure, this repository exchanged data with a hospital management software (HMS), such as OpenMRS where the SDX-HD standard facilitates this data exchange. The DHIS solution also provides the ability to enter data from paper or mobile phones. It is therefore a model that allows data to be recorded at all levels and aggregated in one place [47]. This evolutionary approach, based on a collaborative architecture, has enabled Sierra Leone health system to have increasingly accurate health data that is accepted by several organizations that use it.

Six other countries (Ghana, Mozambique, Rwanda, Tanzania, Zambia and Mozambique) which received support from the International Health Partnership have used the DHIS software to implement their HIS. In Zambia, Rwanda and Tanzania for instance, the software has been adapted by standardizing and computerizing the various registers to collect data on care delivery from the health facilities. While Ghana and Mozambique have adapted the

software from the standardized tools collected. This, in order to record aggregated data at the facilities, district and regional levels [48]. For the majority of cases, initiatives to implement integrated HIS in the different targeted developing countries have been technically supported by the use of the DHIS solution. This digital solution, with open source code, has enabled several projects, even with various approaches, to digitize data management and analysis from the health district to the central level [49]. At the structural level, DHIS was either filled in from the paper-based supports which allowed the collection of care services, or by using an Extract, Transform & Load (ETL) process that extracts data from the given HIS to transform them and load them into a central DW.

2.2.1. Presentation of the common platform used in the HIS projects in Africa: DHIS

DHIS is an open source software platform for the integration, analysis and dissemination of routine health data developed by the Health Information Systems Program (HISP) with the support of the Department of Computer Science at the University of Oslo in Norway. Initially designed and developed for data collection at the level of basic health committees and community information systems in health districts, the platform evolved into a web-based version in 2006 with an adaptation at the national level, hence DHIS2 for version 2. It is oriented towards the capture of aggregate data from health programs. The application has a specific module, the "tracker" that can be configured to allow data to be recorded in the most granular way possible and facilitate automated compilation. This module, which is far from playing the role of an electronic patient record, is more oriented towards data specific to certain health programs and almost not towards care services with more complex data.

3. Discussion

3.1. Main lessons learned

The implementation of an HIS must take into account the process of data collection, analysis processing and transmission at all levels of the health pyramid. It must support decision-making in health planning, epidemiological monitoring and evaluation of health actions. This requires that the development of HIS be supported by sufficient governance with policies integrating HIS-related aspects, including harmonized indicators, forms (electronic or paper-based) for integrated data collection, and databases that are easy to use and accepted by users. From the conducted literature review, it mainly emerges that governance, a crucial element for an efficient HIS, has not been sufficiently taken into account in most of the projects to set HIS up in Developing Countries. The weak involvement of all stakeholders, together with weak leadership expressed by States and insufficient coordination of HIS actors are among

the main factors that have often threatened the sustainability of these HIS [40]. This is clearly highlighted by the results of some HIS evaluations following the WHO Health Metrics Network (HMN) framework and the US Agency for International Development (USAID) Performance of Routine Information System Management (PRISM) tool [39], [40]. It appears that for most cases, these HIS implementation projects are supported by external donors, with an involvement limited to a simple consensus between actors without a regulatory coordination framework at the country level [48]. Although stakeholders have often been involved in the phase of identifying information needs, harmonizing collection tools, defining data to be collected and indicators, it is unfortunately worth noting that the absence of a framework that is enforceable against all does not always guarantee establishing an integrated HIS in the long term [47]. The development of policies and strategies is an asset for the continuation of an integrated HIS after the withdrawal of the external donors, since the implementation of these HIS is based more on the policies of donor agencies often tailored to their own needs over national needs.

Some countries that have set HIS projects up on the basis of national strategies have sometimes had better data [46]. However, overall, it can be observed that despite these few successes, a number of weaknesses persist, including those related to inadequate policies and insufficient data centralization, resulting in often incomplete data. To maintain this momentum for improving data quality, it is appropriate for the ministries in charge of health to assert their leadership by developing national information management policies and strategies by defining the roles and responsibilities of the various actors with coordination structures.

The use of information and communication technologies as a support for the HIS to collect, process and disseminate health information is widely observed in DC. The implementation of the context-specific DHIS solution makes it easier than ever to collect and transmit information to central level to support decision-making . However, it is unfortunate that the non-systemic structure of this IT (Information technology) solution, which takes into account very little (if any) the health related data at the structure level, undermines the latter category of actors (local structures) who, in addition to producing the data, are their first users.

3.2. Limitations of the study

Our review, in addition to being less exhaustive in terms of representativeness of the countries whose HIS were analyzed in this study (12 out of 54 African countries), has a low number of articles retained. In addition, out of the 12 countries whose HIS issue were analyzed, 11 were English-speaking countries. However, the reality of HIS management in English-speaking

countries may not be the same as in French-speaking countries, even if the health problem remains similar. It is therefore relevant to deepen such an initiative at the level of French-speaking countries and establish differences if any.

4. Conclusion

The implementation of an efficient and effective information system implies in its design a systemic approach. This approach takes into account the global consideration of the needs of stakeholders at all levels of decision-making, including at the level of the health care structure. Although not sufficiently implemented in practice, because it is done in a consensual way without an enforceable framework with coordination, it has been observed that most projects initiated in Africa to set up or improve HIS have integrated this systemic approach by taking into account the needs of various actors. The main concern would be that this systemic approach is often not supported by strong leadership from department in charge of the health sector. Nevertheless, during the time of a project with a consensus between stakeholders, some countries have managed to obtain quality health data. This leaves an optimism that with a coherent and unified governance in terms of the management of state health information, better health indicators can be achieved. In such a case, IT solutions such as DHIS alone are not enough. It requires that during the development of any HIS, rigorous upstream reflections on strengthening its governance should be carried out by defining and proposing a coherent conceptual framework. The latter will make it possible to analyze and guide the development and integration of IT solutions into the HIS.

Abbreviations

WHO: World Health Organization

HIS: health information systems

HMS: hospital management software

NHIS: National Health Information System

IT: Information technology

SDGs: sustainable development objectives

DW: Data warehouse

DHIS: District Health Information System

USAID: US Agency for International Development

HMN: Health Metrics Network

PRISM: Performance of Routine Information System Management

IHP+: International Health Partnership

HISP: Health Information Systems Program

SOGIM : Société Gabonaise d'Informatique Médicale

Declarations

Ethics approval and consent to participate

Not applicable

Consent for publication

All authors consent to publication

Availability of data and material

Not applicable

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests

Funding

This work has been financially supported by the E-Gabon National Health Information System (NHIS) project and the World Bank. The main author, who is a doctoral student in public health, specialized in medical informatics, benefits from project funding to support his work. However, in the design of the study, data collection, analysis, interpretation of data and writing of the manuscript, the project played no role. However, the results of this study were validated by the experts of the E-Gabon NHIS project for use in its implementation.

Authors' contributions

APK designed the research project, GD and EBN validated the methodological approach and the research equations. APK proceeded with the bibliographical research, downloading the articles. APK, UJB, EBN and GD carried out the literature review by reading the 14 selected articles and synthesizing them. APK wrote the first draft of the manuscript. GD improved the manuscript in English. All authors participated in the final review of the manuscript, corrected and approved the manuscript for submission.

Acknowledgements

We would like to thank the World Bank, the E-Gabon SIS Project, the SOGIM, the Central African Regional Doctoral School in Tropical Infectiology, the Research team in Applied Health Informatics at the University of Bordeaux, and the documentation department of the University of Bordeaux for their assistance in this work.

1.14 Synthèse du chapitre 3

Le chapitre 3 présente les résultats d'une analyse systématique d'articles pertinents traitant des sujets d'amélioration ou de mise en place des systèmes d'information décisionnel en santé. Cette étude réalisée à partir des travaux publiés sur des expériences de 12 pays africains, a montré que les projets initiés dans la plupart de ces pays ont souvent été plus alignés aux stratégies des bailleurs des fonds qu'aux stratégies nationales, telles que les politiques de santé ou les plans nationaux des pays. On a donc constaté que les démarches d'amélioration ou de mise en place des SIS, non alignées aux stratégies nationales posaient dans la plus part des cas, des problèmes de gouvernance des SIS. Aussi, le choix des solutions informatiques telles que l'application DHIS2 implémentée dans presque tous les projets, ne suffisait pas pour apporter des améliorations à la performance des SIS. Il y avait donc nécessairement un besoin de prendre en compte tous les niveaux de décision y compris le niveau opérationnel. En effet, il ressort que l'application DHIS2 se situant au niveau du district sans prendre en compte le niveau structure de santé, ne permettait que de disposer des données agrégées (manuellement), cela semblait constituer un frein à la réalisation des analyses plus détaillées des données. Nous avons donc recommandé une prise en compte du niveau opérationnel dans l'amélioration ou la mise en place des SIS. Cela, en réalisant en amont des analyses rigoureuses en positionnant le SIS dans une organisation systémique d'un système de santé.

- 1- Définir et proposer un cadre conceptuel cohérent;*
- 2- Développer et intégrer les solutions informatiques dans un cadre conceptuel cohérent, défini et proposé.*

Ce qui d'une part, permettra d'éviter l'agrégation manuelle des données et d'autre part, faciliter des analyses plus détaillées pour l'aide à la décision à tous les niveaux de la pyramide sanitaire.

DEUXIEME PARTIE : NOS CONTRIBUTIONS ET APPORTS

CHAPITRE 4 : Résultats de l'étude d'état des lieux du système d'information sanitaire du Gabon

1.15 Introduction

La logique de pilotage, impose que tous les responsables des organisations soient investis des capacités nécessaires à prendre des décisions stratégiques et opérationnelles. Les gestionnaires du système de santé gabonais, n'échappent pas à cette logique. En effet, comme bien d'autres gestionnaires, ils ont plus que jamais besoin d'outils d'aide à la décision, tels que les tableaux de bord, présentant un ensemble d'indicateurs permettant d'améliorer leurs performances décisionnelles. Toutefois, nous noterons que l'existence d'un tableau de bord est indissociable à celle d'un système d'information décisionnel chargé de, recueillir, traiter, analyser les données sanitaires et diffuser les informations sanitaires. Les SID sont donc indispensables pour l'aide à la décision dans les systèmes de santé, encore faudrait-il mieux coordonner l'organisation autour du SID, pour espérer une efficacité dans le pilotage de ces systèmes de santé. [50]

Dès lors, un des enjeux majeurs liés à la mise en place d'un SID en santé au Gabon, était de nécessairement réaliser en amont un travail participatif qui fait d'une part, l'analyse du système existant sur le plan organisationnel et technique à tous les niveaux du système de santé et d'autre part identifie les besoins de ses utilisateurs.

Dans cette logique, une étude faisant l'état des lieux du système d'information existant dans le système de santé a été réalisé et publiée dans la revue Santé Publique (voir ci-dessous).

État des lieux du système d'information sanitaire du Gabon

Aimé Patrice Koumamba, Gaetan Moukoumbi Lipenguët, Raymond Ondzigue Mbenga, Ulrich Jolhy Bisvigou, Fidéline Ursule Andeme Assoum-Mve, Yvon Patrice Effame, Jean Donatien Tsokati, Emmanuel Assoumou Nka, Olive Léa Djali, Brice Edgard Ngoungou, Gayo Diallo, Cheick Oumar Bagayoko

Santé Publique, vol. 32, no. 4, 2020, pp. 407-417. <https://doi.org/10.3917/spub.204.0407>

Résumé

Objectif : Le besoin de disposer d'un système d'information sanitaire efficace et fiable a motivé le Gabon, avec l'appui de la Banque mondiale, pour qu'il finance un projet visant à renforcer son système d'information sanitaire. En amont, un audit de ce système s'imposait pour rendre compte de la réalité des dispositifs et des outils existants.

Méthode : Les informations ont été recueillies sur deux périodes allant respectivement de mai à septembre 2016 et d'avril à mai 2018 pour la seconde en utilisant des approches qualitative et quantitative. Dans ce cadre, ont été réalisés successivement des ateliers participatifs incluant des acteurs de santé au Gabon, une enquête menée auprès de professionnels de santé, une analyse des documents de référence relatifs à la politique de santé nationale et une analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces du système.

Résultats : Au total, 171 professionnels de santé ont participé aux différents ateliers, et 770 autres ont été interrogés parmi 150 structures de soins issues des 10 régions sanitaires du pays. Au terme de ce travail, des problèmes organisationnels et techniques ont été relevés au niveau du système d'information sanitaire du Gabon, notamment l'absence de cadre juridique définissant les rôles et responsabilités des différents acteurs du système, une faible pratique de la gestion des données, un système d'information en silo, plusieurs applications informatiques non interopérables et un taux de complétude faible, à 30 %. Parmi les 770 professionnels de santé enquêtés, 539 (70 %) étaient favorables à la mise en place d'un nouveau système d'information. Comme principaux acquis, nous avons noté l'existence d'un parc informatique et une couverture Internet, acceptables, 31,5 % des structures de soins étant connectées via le câble.

Conclusion : Ce travail apporte des éclaircissements sur le système d'information sanitaire existant et permet de mieux envisager la mise en œuvre du nouveau système.

Mots-clés : Gabon ; Système d'information sanitaire ; Santé ; Structures de soins

1. Introduction

L'organisation des systèmes de santé en Afrique impose de manière de plus en plus prégnante la mise en place d'une organisation particulière et adaptée intégrant des systèmes d'information sanitaire (SIS) [51]. En effet, aujourd'hui plus qu'avant, au regard du contexte sanitaire, la rapidité et la décentralisation de la prise de décision nécessitent que tout système de santé puisse disposer d'outils performants pour mieux maîtriser la complexité de ses données. Cela justifie le besoin sans cesse croissant de construire des systèmes d'information dans le domaine de la santé. Un des enjeux de la construction de ces systèmes est de faciliter un travail collectif à tous les niveaux de la pyramide sanitaire. Ainsi, une organisation des processus de production (collecte, traitement, analyse et diffusion) à plusieurs niveaux de l'information sanitaire est importante pour permettre d'apporter des réponses aux préoccupations des professionnels, des décideurs, des usagers et des chercheurs dans le domaine de la santé [52]. Certaines études nous montrent que cette nécessité est de plus en

plus fréquemment prise en compte dans les systèmes de santé des pays industrialisés, avec la construction de SIS intégrés ou d'entrepôts de données [53], [54]. Cependant, dans les pays à faibles ressources, les systèmes restent encore insuffisamment structurés malgré la multitude des projets de mise en place des SIS [55]. Ces systèmes, bien que permettant la collecte des données, posent un problème en termes de qualité de ces données. Dans une étude réalisée en République démocratique du Congo (RDC) en 2005 par Mapatano MA et al., les résultats mettent en exergue cette mauvaise qualité des données, par exemple des taux de complétude dépassant 100 % et des incidences égales à 0 % [56]. Ces problèmes se retrouvent également dans plusieurs autres pays en développement [55], [57].

Au Gabon, le système de santé connaît depuis plus de dix ans des avancées en matière d'infrastructures sanitaires avec la construction d'hôpitaux plus modernes et l'achat d'équipements médicaux plus performants. À ce jour, dans le secteur public (civil et militaire), le Gabon dispose de trois centres hospitaliers universitaires (CHU), neuf centres hospitaliers régionaux (CHR), 51 centres médicaux (CM) et de deux grands hôpitaux de capacité comparable à celle d'un CHU. Dans le secteur parapublic, le pays dispose de neuf structures de soins [58]. Malgré ces avancées, le Gabon connaît, à l'instar d'autres pays en développement, des problèmes de qualité des données. En effet, l'évaluation en 2012 de son SIS montrait que 70 % de ses structures de soins ne renseignaient pas celui-ci et que seulement 43,7 % des structures qui le renseignaient contrôlaient la qualité de leurs données [14]. Dans le but d'améliorer la qualité des données de son système de santé, le gouvernement gabonais a décidé de financer le projet e-SNIS pour renforcer les capacités de son SIS. C'est dans la perspective de la mise en place d'un SIS amélioré que nous avons entrepris de réaliser ce travail.

L'objectif général de ce travail est de réaliser un état des lieux du SIS existant, structuré autour de trois objectifs spécifiques :

- Apprécier les constituants organisationnels et techniques du SIS ;
- Relever les forces et les faiblesses du SIS ;
- Présenter des résultats à prendre en compte lors de la mise en place d'un SIS amélioré.

2. Matériels et méthodes

Ce travail de recherche a été réalisé sur deux périodes, la première période allant de mai à septembre 2016 et la seconde, d'avril à mai 2018. Les données ont été recueillies en utilisant des approches qualitative et quantitative.

Concernant l'approche qualitative, des ateliers ont été organisés avec les principaux professionnels de santé impliqués dans la gestion de l'information sanitaire au Gabon. Ces

ateliers reposaient sur des entretiens semi-directifs. Une analyse des documents de référence a ensuite été réalisée afin de rechercher des éléments de l'organisation de la politique de santé et de la gestion de l'information au Gabon. Enfin, une analyse des forces, des faiblesses, des opportunités et des menaces du SIS gabonais a été effectuée à partir du recueil des données sur l'organisation du système d'information à tous les niveaux de la pyramide sanitaire, le circuit de l'information sanitaire, l'utilisation de l'information et les systèmes d'information dans les structures de soins.

Pour l'approche quantitative, deux enquêtes de terrain ont été menées dans les dix régions sanitaires du Gabon :

- la première enquête, réalisée au niveau des structures de soins a consisté à dénombrer et cartographier les différentes structures de soins par secteur ;
- la seconde enquête a permis d'évaluer l'acceptabilité et les attentes des professionnels de santé par rapport à la création d'un nouveau SIS.

Pour ces deux enquêtes quantitatives, les données recueillies concernaient le nombre de structures de soins, l'infrastructure de communication, l'équipement, l'acceptabilité et les attentes des professionnels de santé quant à l'amélioration du système d'information.

Les données ont été saisies sur Excel® et analysées à l'aide du logiciel Epi Info™ (version 3.5). Les variables quantitatives ont été exprimées en pourcentage.

3. Résultats

Pour l'étude qualitative, un total de 171 professionnels de santé tous secteurs confondus a été interviewé. Ont été également analysés huit documents de référence sur l'organisation de la politique de santé et de la gestion de l'information au Gabon :

- Plan national de développement sanitaire (PNDS) ;
- 2017-2021 ;
- Politique de santé au Gabon (PSG) ;
- Carte sanitaire (CS) 2008 ;
- Tableau de bord général de la santé (TBGS) 2005 ;
- Annuaire statistique 2011 ;
- Enquête démographique et de santé (EDS) II ;
- Rapport d'évaluation du SNIS du Gabon 2012 ;
- Document avant-projet SNIS (PAD).

Concernant l'approche quantitative, les dix régions sanitaires du Gabon ont été parcourues avec pour objectifs :

- Dénombrer et cartographier toutes les structures de santé, tous secteurs confondus ;

- Évaluer, au niveau de 150 structures de soins, la disponibilité en infrastructures de communication, équipements, réseau Internet, etc. ;
 - Administrer un questionnaire à 770 professionnels de santé pour évaluer leur niveau d'acceptabilité et d'attente par rapport à la mise place d'un nouveau système d'information.
- Dans cet article, les résultats sont présentés selon les deux approches utilisées, qualitative et quantitative.

3.1. Résultats de l'étude qualitative

Depuis 1988, le Gabon dispose d'un système d'information sanitaire, appelé « Système national d'information sanitaire » (SNIS). Ce système a été mis en place afin de permettre aux acteurs de santé de disposer des informations utiles pour l'aide à la décision, pour un meilleur suivi des activités de santé réalisées et pour la recherche en santé [14]. Afin d'atteindre ces objectifs, le SNIS doit intégrer les données de santé produites par toutes les structures de soins, quel que soit leur secteur de rattachement. De nos entretiens semi-directifs avec les acteurs impliqués dans la gestion de l'information sanitaire au Gabon, il ressort malheureusement qu'à ce jour, ce système n'intègre que les données de santé du secteur public. Cela pourrait expliquer la mauvaise qualité des données, notamment les taux de complétude qui sont toujours inférieurs à 50 % depuis plusieurs années. Sur le terrain, il apparaît clairement qu'à tous les niveaux du système de santé, les structures de soins des secteurs, privé et parapublic, y compris des services de santé militaires produisent leurs informations sans tenir compte du processus de collecte et de transmission des données du SNIS (figure 1). Le cadre juridique qui organise le système de santé gabonais ne prend pas suffisamment en compte les aspects liés à la gestion de l'information sanitaire. L'absence d'une définition claire des rôles et responsabilités entre acteurs du SNIS rend difficile sa coordination et favorise l'existence de systèmes parallèles. Cette situation explique que le système de santé du Gabon a toujours du mal à disposer des données exhaustives et fiables_.

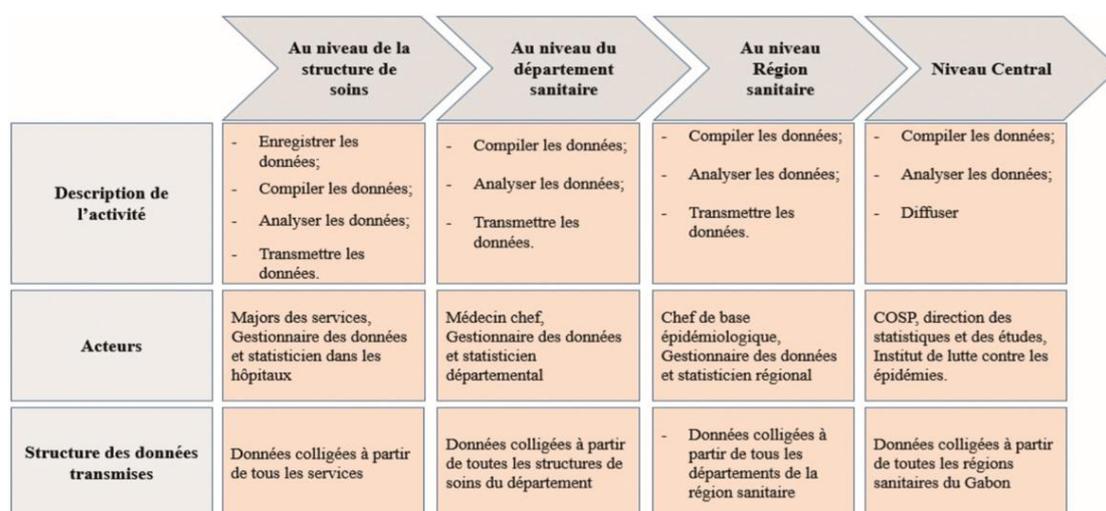


Figure 1 : Organisation du processus de collecte et de transmission des données du SNIS au Gabon (septembre 2016 - mai 2018)

3.1.1. La Cellule d'observation de la santé publique, organe de coordination du SNIS désormais non fonctionnelle

La Cellule d'observation de la santé publique (COSP), créée par décision ministérielle en 2002 avec pour principales missions d'organiser les activités du SNIS (en particulier, gérer les informations sanitaires, former les acteurs du SNIS, proposer des normes de gestion des données et harmoniser les outils de collecte des données selon leur nature et la périodicité de leur collecte) est considérée comme une entité de coordination du SNIS. Cependant, de façon opérationnelle, cette entité est non fonctionnelle à ce jour.

Les activités de collecte des données du SNIS étaient organisées autour de trois sous-systèmes :

- le sous-système de données de routine, de surveillance et d'évaluation des services de santé, géré par la Direction de l'informatique et des statistiques (DIS) ;
- le sous-système de données de surveillance épidémiologique et de suivi des activités des programmes, géré par l'Institut d'épidémiologie et de lutte contre les endémies (IELE) ;
- le sous-système des données des ressources (finances, personnels, infrastructures, équipements), géré par le service de la Carte sanitaire (CS).

Pour mener à bien ses missions, la COSP avait conçu et développé la plateforme InfoSaniWeb pour la remontée des données par Internet. Cette plateforme permettait l'enregistrement des données (depuis la structure de soins), leur agrégation automatique et la production dynamique des statistiques à chaque niveau de la pyramide sanitaire (figure 2) [59]. InfoSaniWeb prenait en compte les besoins des trois sous-systèmes (sous-système des données de routine, des données de surveillance et des données de ressources), en intégrant

les outils de collecte des données. La tâche d'enregistrement était confiée à un gestionnaire des données (statisticien, médecin-chef, major de service, etc.), préalablement formé et habilité à accéder aux différentes interfaces de saisie en utilisant un identifiant et un mot de passe fournis par la COSP. Bien que ces données (issues du seul secteur public) ne soient pas représentatives de tout le système de santé gabonais, elles permettaient néanmoins à ce système de santé de disposer des données pour l'aide à la décision. Aujourd'hui, la suppression de la DIS, associée à la non-fonctionnalité du service de la CS et de la COSP (tous deux dépourvus de financement pour leur fonctionnement) complexifie le problème de coordination du SNIS et rend la disponibilité des données de plus en plus incertaine.

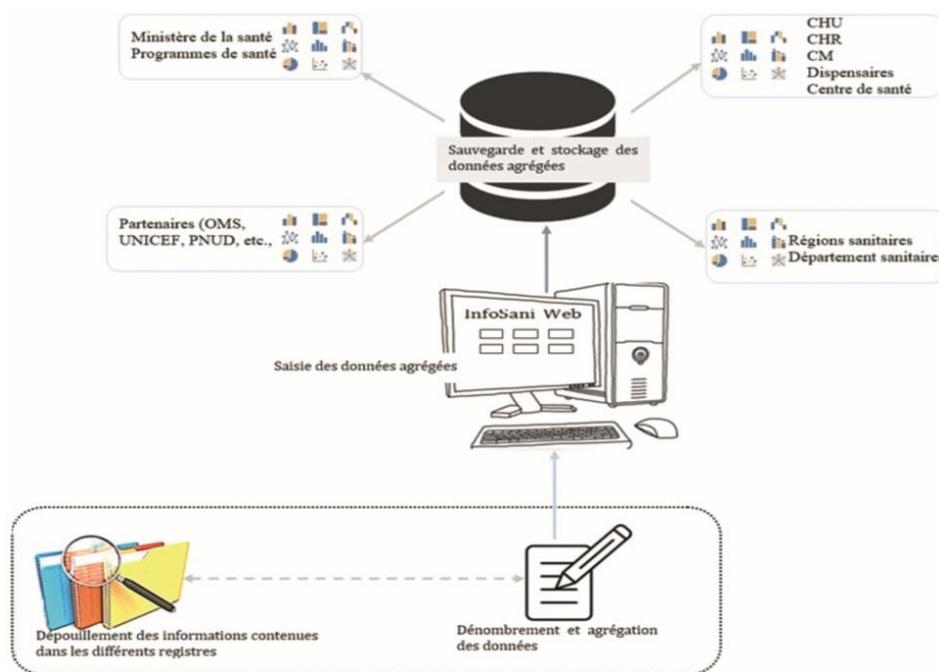


Figure 2 : Organisation du SNIS à partir de la plateforme InfoSaniWeb du Gabon (septembre 2016-mai 2018)

3.1.2. Limites techniques de coordination et de centralisation des données

Désormais dépourvu d'une entité de coordination qui fonctionne, le SNIS a du mal à mettre en œuvre sa plateforme InfoSaniWeb pour la collecte et la remontée des données par Internet. Le fait que, chaque structure, voire service utilise désormais ses propres applications pour collecter ses données rend techniquement difficile le partage et/ou la centralisation des données. À partir de ces applications hétérogènes utilisant des référentiels sémantiques différents, extraire des données pour les intégrer dans la plateforme et d'agrégation des données est réalisé de façon manuelle avant leur enregistrement dans InfoSaniWeb (Figure 2). Cette autre activité, chronophage pour le gestionnaire des données décrit non seulement la limite technique d'InfoSaniWeb, mais permet également de comprendre pourquoi

l'organisation du SNIS à partir de cette plateforme n'avait toujours pas permis l'intégration d'un maximum de données, d'où leur manque d'exhaustivité.

Cette analyse sommaire devrait aider le ministère en charge de la santé à revoir l'approche organisationnelle de son SIS en mettant en place un système plus intégré avec une centralisation des données en un seul endroit. Pour cela, une analyse plus minutieuse des processus et des référentiels sémantiques au niveau des systèmes d'information hospitaliers (SIH) est nécessaire [60].

3.1.3. Analyse des systèmes d'information des structures de soins des secteurs public et privé

Au sens strict des systèmes d'information hospitaliers, avec toutes les fonctionnalités qui s'y rapportent [13], il n'existe aucun système d'information hospitalier dans les structures de soins des secteurs public et privé au Gabon. Par contre, on peut observer plusieurs solutions numériques de gestion administrative et médicotechnique dans certaines grandes structures (CHR, polycliniques, cliniques, CHU ou hôpitaux généraux). Ces solutions, le plus souvent achetées pour une utilisation bien spécifique (gestion de la facturation, gestion des actes du laboratoire, gestion de la pharmacie, etc.) ne communiquent pas entre elles. Ce qui, par conséquent, ne permet pas de fournir des informations cohérentes qui puissent intégrer tous les processus de prise en charge dans la structure (suivi du patient de l'entrée à la sortie). En revanche, elles (ces solutions numériques) fournissent des informations isolées difficilement chaînables.

Concernant la gestion et la communication des données d'imagerie, on a observé que les modalités de mise en place des systèmes d'archivage numérique (picture archiving and communication systems, PACS) qui sont fournis par les industriels sont mal connues. Il en est de même pour les notions de « référentiels sémantiques partagés » qui sont également mal connues dans les structures de soins. Une faible pratique dans la gestion de l'information au niveau des structures de soins pourrait justifier ces insuffisances. En effet, au Gabon, 73,6 % des structures de soins n'utilisent pas l'information qu'elles produisent et seulement 19,4 % sauvegardent leurs données [14]. Dans tous les cas, cette situation constitue un frein pour la coordination et la production de statistiques consolidées. La nécessité d'avoir une culture de gestion de l'information doit interpeller tous les acteurs [61], y compris ceux de la médecine traditionnelle qui occupe une place non négligeable dans le système de santé gabonais avec un ratio d'un (1) tradipraticien pour 2 631 habitants [62].

3.1.4. SIH dans les structures de soins du secteur parapublic

Contrairement aux systèmes d'information observés dans les secteurs public et privé, le système d'information du secteur parapublic au Gabon est mieux structuré et plus complet. En effet, ses structures sont dotées des véritables SIH, supportés par la solution numérique « Medicare » qui intègre toutes les fonctionnalités d'un SIH (gestion du dossier patient, gestion des rendez-vous, gestion de la facturation, gestion de la pharmacie, etc.) [63]. Ces structures du secteur parapublic ont la possibilité d'échanger entre elles des données. La démarche méthodologique ayant guidé le développement de ce système d'information ne souffre d'aucune remise en cause en interne, car les questions d'interopérabilité des référentiels et normes d'échange ont été bien prises en compte. Toutefois, on constate que ce système, qui fonctionne normalement entre structures du secteur parapublic ne parvient pas à communiquer ou échanger des données avec les structures des deux autres secteurs (public et privé), ce qui constitue une difficulté pour un fonctionnement optimum du SNIS.

3.1.5. Analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces (FFOM) du SNIS

À la lumière des analyses ci-dessus, il est clair que repenser l'organisation du SNIS pour centraliser toutes les données devient un projet plus qu'urgent pour renforcer la performance du système de santé et la recherche en santé au Gabon. C'est pourquoi une analyse complémentaire à partir de huit documents de référence sur l'organisation de la politique de santé et de la gestion de l'information au Gabon a été réalisée, ce qui a permis de relever les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces du système actuel pour mieux éclairer le projet de mise en place d'un nouveau système. Les résultats de cet examen documentaire sont présentés dans la figure 3.



Figure 3 : Résultats de l'analyse FFOM du Gabon (septembre 2016 -mai 2018)

3.2. Résultats de l'étude quantitative

3.2.1. Situation des structures de soins au Gabon

Notre étude quantitative a débuté par une analyse de l'existant au niveau des structures de soins ouvertes au Gabon. Au cours de cette analyse, nous avons procédé au dénombrement de ces structures selon leur secteur d'appartenance. Au total, 1 043 structures ouvertes et fonctionnelles ont été comptabilisées au Gabon. Parmi ces structures, 51 % appartenaient au secteur privé, 45 % au secteur public civil, 3 % au secteur public militaire et 1 % au secteur parapublic (figure 4). Ces chiffres incluent les structures de soins et d'aide au diagnostic (cabinets médicaux, cliniques, polycliniques, laboratoires, centres de traitement ambulatoires, CHU, CHR, centres médicaux et centres de santé).

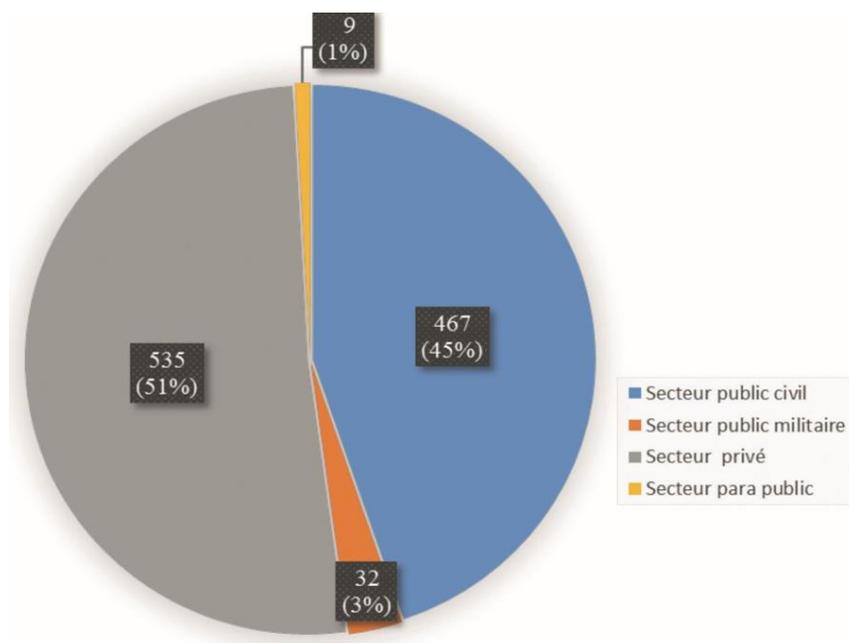


Figure 4 : Répartition des structures sanitaires par secteur d'appartenance au Gabon (septembre 2016- mai 2018)

3.2.2. État des infrastructures de communication au Gabon

La fourniture d'une infrastructure de communication est un élément essentiel pour soutenir la mise en place d'un système d'information intégré permettant la collecte et la diffusion des données de santé [64]. À ce niveau, la faisabilité d'un nouveau SIS a été évaluée à partir de deux éléments : l'état de la fibre optique dans les structures de soins ou dans leurs environs et du câblage réseau dans les structures de soins.

Concernant l'état de la fibre optique dans les structures de soins, sur un échantillon de 150 structures de soins, 148 responsables des structures avaient accepté de se prononcer sur la question. Parmi eux, 14 (9,5 %) avaient affirmé que leurs structures étaient couvertes entièrement par la fibre optique, 48 (32,4 %) avaient déclaré avoir la fibre optique à une distance comprise entre 10 et 50 km de leurs structures et 62 (41,9 %) avaient affirmé que la fibre optique n'était pas encore arrivée dans leurs villes (tableau I).

Tableau I : État de la fibre optique par rapport aux structures de soins au Gabon (septembre 2016- mai 2018)

Couverture en fibre optique	Structures de soins (n = 148)	%
Couvre entièrement notre structure	14	9,5
Est implantée entre 10 à 50 km de notre structure	48	32,4
Est implantée entre 50 à 100 km de notre structure	24	16,2
N'est pas encore installée dans ma ville	62	41,9

Concernant le câblage réseau dans les structures de soins, 127 responsables des structures avaient accepté de répondre à la question. Parmi eux, 40 (31,5 %) avaient affirmé que leurs structures avaient tous les bâtiments câblés y compris les bureaux et 18 (14,2 %) affirmaient avoir des structures câblées en partie seulement. Une structure sur cinq (21, 16,5 %) disposait d'un réseau local fonctionnel en Intranet et 48 n'en disposaient pas (tableau II).

Tableau II : État du câblage réseau dans les structures de soins au Gabon (septembre 2016- mai 2018)

Installation du câblage réseau	Structures de soins (n = 127)	%
Les bâtiments de notre structure sont câblés, y compris chaque bureau	40	31, 5
La structure est câblée en partie seulement	18	14, 2
Il existe un réseau local fonctionnel dans notre structure	21	16, 5
Il n'existe aucun réseau local dans notre structure	48	37, 8

3.2.3. Acceptabilité d'un nouveau SNIS et attentes des professionnels de santé

La mise en place d'un système sans tenir compte des attentes des utilisateurs peut conduire à une double peine : un gaspillage de ressources financières, d'une part, et des difficultés lors de sa mise en œuvre sur le terrain, d'autre part, mettant en cause le succès du projet [65]. Dans cette optique, il était nécessaire pour nous de tenir compte des aspects de conduite du changement en évaluant l'acceptabilité et les attentes des professionnels de santé par rapport à la mise en place d'un nouveau système. Ainsi, parmi les 770 professionnels de santé enquêtés, 539 (70,0 %) sont favorables à la mise en place d'un nouveau SIS. Parmi ces derniers, 388 (72,0 %) pensent que ce système permettra d'améliorer la gestion du SNIS et 151 (28,0 %) pensent que le nouveau système permettra de réduire la charge de travail. Il faut noter toutefois, que malgré un niveau d'acceptabilité satisfaisant, le projet de mise en place d'un nouveau SIS connaît tout de même quelques résistances qu'il faudra bien prendre en compte. En effet, 231 (30,0 %) professionnels de santé parmi les 770 interrogés ne sont pas favorables à un nouveau SNIS. Pour 165 (71,4 %) d'entre eux, un nouveau système viendra bouleverser leurs habitudes, 56 (24,2 %) autres le voient comme une charge supplémentaire de travail et 10 (4,3 %) sont sans opinion (tableau III).

Tableau III : Acceptabilité et perception d'un nouveau SNIS par les professionnels de santé enquêtés au Gabon (septembre 2016- mai 2018)

Acceptabilité	Perception	Personnel	%
Favorable au nouveau SNIS (n = 539)	Amélioration du système d'information sanitaire	388	72, 0
	Réduction de la charge de travail	151	28, 0
Pas favorable au nouveau SNIS (n = 231)	Bouleversement des habitudes	165	71, 4
	Charge supplémentaire de travail	56	24, 2
	Sans opinion	10	4, 3

4. Discussion

Les résultats de l'état des lieux du SNIS montrent que ce système présente de nombreuses insuffisances tant sur le plan organisationnel que sur le plan technique, ce qui ne permet pas au système de santé gabonais de disposer des informations fiables en temps opportun pour décider et faire de la recherche en santé.

4.1. Insuffisances d'ordre organisationnel

Sur le plan organisationnel, on relève une confusion entre l'organisation administrative du système de santé et l'organisation du SNIS. En effet, comme le montre le Schéma organisationnel des systèmes de santé africains décrit dans l'article de [51], les structures sont classées par niveau de référence, c'est-à-dire selon une logique qui repose sur une organisation pyramidale à trois niveaux. Cette organisation est loin d'être celle des SIS qui classe toutes les structures de soins au niveau périphérique, c'est-à-dire au niveau opérationnel.

La confusion qui règne aujourd'hui entre ces deux organisations fait que les structures placées à des niveaux supérieurs par rapport à l'organisation administrative s'aligne difficilement sur l'organisation du SNIS en créant d'autres circuits de transmission de l'information au détriment du circuit normal. Cette situation pourra durer aussi longtemps que les aspects organisationnels du SNIS ne seront pas suffisamment pris en compte dans le cadre juridique qui organise le système de santé au Gabon. Nous avons par exemple constaté que les rôles et responsabilités des différents acteurs du SNIS n'étaient pas clairement définis dans l'arrêté portant organisation du ministère de la Santé en République gabonaise, ce qui contribue à favoriser la confusion et la multiplication des systèmes qui fonctionnent en silo, avec des outils et des référentiels propres à chacun.

Un tel contexte n'est pas de nature à faciliter la coordination et la centralisation des données sanitaires au niveau du SNIS. Pour une gestion cohérente de l'information sanitaire, nous

pensons qu'il faut repenser l'organisation des processus du SNIS de façon globale en mettant en place une stratégie nationale sur laquelle doivent s'aligner tous ces processus. L'objectif d'une telle stratégie serait de décliner une méthodologie cohérente de gestion de l'information en prenant en compte tous les secteurs de santé, définissant clairement les processus et les procédures de façon systémique. Ce pilotage permettra au SNIS d'avoir un espace de partage et d'échange des données entre tous les secteurs, avec comme enjeu une compréhension sémantique commune au niveau des données partagées et échangées, quelle que soit leur source. Cet élément est essentiel pour des questions de compréhension de l'information qui doit être la même pour tous, comme l'a montré [52]. Dans cet article, elle explique l'importance de mieux définir les sources d'information, l'organisation des différents systèmes d'information et le développement des nouveaux outils de communication, dans le but de maintenir une même compréhension de l'information, et ce quel que soit l'acteur.

4.2. *Insuffisances d'ordre technique*

Sur le plan technique, les états des lieux ont permis de relever des carences telles que l'existence de solutions limitées à des tâches précises et l'absence d'un cadre d'interopérabilité imposable à tous les acteurs. Avec une pléthore de solutions numériques et une multitude d'acteurs, il est indispensable de disposer de normes nationales de communication qui prennent en compte la sécurité et la confidentialité des données et de tenir compte des aspects techniques pour envisager une mise en place d'un système intégré et performant. L'impact des aspects technologiques dans un système d'information est soutenu par [54]. Dans cet article, les auteurs montrent l'importance de prendre en compte les aspects d'interopérabilité et des normes de communication dans un environnement à plusieurs structures avec une multitude de solutions informatiques. Lorsque ce nombre de structures est réduit, comme c'est le cas au Gabon dans le secteur parapublic qui ne représente que 01 % des structures nationales, envisager l'utilisation des solutions numériques commerciales peut encore être soutenable. C'est probablement pour cela que le secteur parapublic, qui ne dispose que de neuf structures arrive à s'organiser et disposer d'un meilleur système d'information que les autres secteurs au Gabon. Pour les deux autres secteurs, qui représentent 99 % des structures, il sera peut-être préférable d'envisager l'utilisation des applications open source comme solutions techniques et technologiques. En effet, ce type d'applications, basées sur l'utilisation d'un code ouvert est doublement bénéfique pour le Gabon, voire pour d'autres pays à faibles ressources, dans la mesure où : d'une part, elles permettent de contourner les obstacles des solutions propriétaires qui sont difficiles d'accès en termes de coût d'achat et (surtout) de maintenance ; d'autre part, ces solutions commerciales préconçues n'intègrent la

plupart du temps pas l'organisation des processus des systèmes d'information des pays dits du Sud. A contrario, l'open source permet un développement et une montée en compétences local nécessaire pour la maintenance, l'intégration des normes nationales et l'évolution des solutions. C'est ce que soulignent [55] à travers leur présentation de l'expérience d'implantation de la solution open source Mediboard au niveau du système d'information de l'hôpital mère-enfant Le Luxembourg au Mali. La mise en œuvre de ce type de projet impose la prise en compte des attentes des utilisateurs finaux par rapport aux changements à la fois technologiques et organisationnels du système à mettre en place. Notre étude montre une forte adhésion des professionnels de santé quant à la mise en place d'un nouveau SIS dont ils estiment qu'il permettra d'améliorer la qualité de l'information et réduire leur charge de travail. Toutefois, un travail de conduite au changement s'impose pour les 30 % de professionnels non favorables à un nouveau système.

5. Conclusion

Cette étude a permis de mettre en lumière les limites du Système national d'information sanitaire du Gabon. Ces limites montrent qu'en l'état actuel, ce système ne peut pas connaître une mise en œuvre optimale et qu'il n'est pas en mesure de proposer d'indicateurs de qualité. La production toujours tardive des statistiques en matière de santé au Gabon en est l'une des conséquences. Pour espérer améliorer la qualité de ses indicateurs, les autorités doivent envisager le développement d'un nouveau système plus intégré, avec la collaboration de toutes les parties prenantes. Pour cela, il est nécessaire d'élaborer une stratégie nationale définissant l'ensemble des éléments organisationnels et techniques nécessaires pour la cohérence et l'efficacité d'un SIS. Cela permettra d'éviter une multiplicité de systèmes, au sens où tous les acteurs impliqués dans la gestion de l'information sanitaire utiliseront cette stratégie comme cadre de référence. Aussi celle-ci devra-t-elle intégrer des modules concernant la culture de l'information et l'accompagnement au changement auprès des professionnels. Concernant, la performance du système envisagé, elle ne saurait être possible sans un déploiement de la connexion Internet sur l'ensemble du pays. À ce titre, les autorités sanitaires du Gabon gagneraient à associer les entreprises de téléphonie mobile qui couvrent une grande partie du territoire national et disposent de plus de la 4G.

1.16 Synthèse du chapitre 4

Dans ce chapitre, nous avons essayé à partir des résultats de notre étude, de mettre en lumière en plus des acquis, les limites techniques et organisationnelles à prendre en compte pour envisager une amélioration du système d'information pour le pilotage du système de santé au Gabon. On note par exemple, que seulement 31,5% des structures de soins ont un dispositif informatique. Ce qui montre que ce niveau opérationnel qui doit alimenter le niveau décisionnel, en n'étant pas informatisé dans sa majorité, peut poser un problème de qualité des données. Surtout que pour la production des informations nécessaires pour la prise de décision, les données sont obligées d'être traitées manuellement. Comme autre limite, on a noté également, une absence de leadership dans la gestion des données sanitaires avec l'existence de plusieurs applications qui cohabitent parallèlement sans possibilité de communiquer entre elles. La performance d'un système de santé étant tributaire de l'organisation de son système d'information, il est plus que nécessaire d'envisager de l'améliorer. D'ailleurs, cette étude a montré que 70% des professionnels de santé souhaiteraient que soit mis en place un nouveau système d'information. Dans le chapitre 5, nous essayerons d'évaluer la qualité des données du système actuel, ce qui nous permettra d'apprécier la plus-value du système qui sera mis en place en termes de performance mesurée par la qualité des données.

CHAPITRE 5 : Résultats de l'évaluation de la qualité des données dans un système d'information sanitaire fragmenté : une étude de cas dans deux régions sanitaires au Gabon

1.17 Introduction

Un SIS, a pour principal objectif de produire pour le système de santé des informations utiles pour la prise des décisions stratégiques. Pour y parvenir, le SIS s'appuie sur un processus qui consiste à collecter, traiter, analyser et diffuser des données. Ainsi donc, la qualité des données produites par le SIS constitue un des critères permettant de juger de la pertinence de celui-ci. Après donc, l'étude de l'état des lieux du SIS du Gabon dont les résultats ont montré de nombreuses insuffisances en termes de gouvernance organisationnelle et technique, il convenait pour nous d'évaluer le niveau de performance de ce SIS à partir de la qualité des données qu'il produit. Compilés dans un article, les résultats de ce travail ont été soumis pour publication dans la Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique. Dans la suite de ce chapitre, nous reproduirons cet article.

Evaluation de la qualité des données dans un système d'information sanitaire fragmenté : une étude de cas dans deux régions sanitaires au Gabon

Assessment of data quality in a dispersed health information system : a case study in two health zones in Gabon

Aimé Patrice Koumamba^{a,b}, Gayo Diallo^a, Edgard Brice Ngoungou^b

^a UMR1219 – Équipe de recherche en informatique appliquée à la santé (ERIAS) – Université de Bordeaux/ Isped – Bordeaux – France,

^b UREMCSE – École doctorale régionale – Franceville – Gabon

Résumé

Objectifs : Les données de qualité constituent un enjeu essentiel pour toute organisation, y compris les systèmes de santé. En effet, les données de qualité permettent par exemple à un système de santé de suivre et évaluer les objectifs définis pour répondre plus efficacement aux besoins de ses usagers. Pour cela, il est indispensable que le système d'information sanitaire qui les produit soit performant. Malheureusement, dans bien de pays d'Afrique subsaharienne, le problème de la qualité des données en santé (complétude, exactitude, promptitude, etc.), est de plus en plus récurrent et met en mal la qualité des choix des interventions dans leurs

systemes de santé. Pour apprécier le niveau de performance du système d'information sanitaire du Gabon, nous avons entrepris de réaliser une étude d'évaluation de la qualité de ses données.

Méthodes : Pour cette évaluation, nous avons choisi de nous appuyer sur les caractéristiques (critères) de trois déterminants qui contribuent à garantir la qualité des données (enregistrement et stockages des données, vérification de l'exactitude des données et traitement et analyse des données).

Résultats : Il ressort que 58% des structures ne remplissent pas tous les critères qui favorisent l'enregistrement et le stockage des données, 53% ne remplissent pas tous les critères qui favorisent la vérification de l'exactitude des données et 56% ne remplissent pas tous les critères qui favorisent un bon traitement et une bonne analyse des données.

Discussion : Bien que les dimensions retenues pour évaluer la qualité des données dans notre étude ne soient pas exhaustives, elles ont néanmoins le mérite de décrire et donner une idée sur le niveau de performance du système d'information sanitaire du Gabon.

Conclusion : On retient de cette étude que le système d'information sanitaire du Gabon présente des limites qui ne lui permettent pas de produire des données fiables pour l'aide à la décision stratégique et les résultats de cette étude pourront servir de matière à réfléchir pour soutenir la démarche d'amélioration du système d'information sanitaire.

Mots clés : Qualité des données, système d'information sanitaire, complétude, exactitude, promptitude

Abstract

Objectives : Quality of data is an essential issue for any organisation, including health systems. Indeed, the quality of data allows a health system, for example, to monitor and evaluate the objectives defined to respond more effectively to the needs of its users. For this to happen, it is essential that the health information system that produces the data is efficient. Unfortunately, in many sub-Saharan African countries, the problem of health data quality (completeness, accuracy, timeliness, etc.) is increasingly recurrent and undermines the quality of intervention choices in their health systems. To assess the performance level of Gabon's health information system, we undertook a study to evaluate the quality of its data.

Methods : For this assessment, we chose to rely on the characteristics (criteria) of three determinants that contribute to ensuring data quality (data recording and storage, verification of data accuracy, and data processing and analysis).

Results : It was found that 58% of the facilities did not meet all the criteria for recording and storing data, 53% did not meet all the criteria for verifying data accuracy, and 56% did not meet all the criteria for good data processing and analysis.

Discussion : Although the dimensions used to evaluate data quality in our study are not exhaustive, they nevertheless have the merit of describing and giving an idea of the level of performance of the health information system in Gabon.

Conclusion : This study shows that Gabon's health information system has limitations that do not allow it to produce reliable data for strategic decision-making. The results of this study can serve as food for thought to support the health information system improvement process.

Key words : Data quality, health information system, completeness, accuracy, timeliness

I. Introduction

1.1. Contexte

Les données produites par un système d'information (SI) constituent un enjeu essentiel pour toute organisation, à l'exemple d'un système de santé dans lequel la qualité des données joue un rôle capital en matière d'aide à la décision stratégique [66]. Sans être exhaustif, la qualité d'une donnée peut être définie à partir des critères garantissant la complétude, la cohérence, l'exactitude, la promptitude des données. De ce fait, une donnée de qualité constitue donc, une source de compétitivité en ce sens qu'elle permet par exemple à un système de santé de suivre et évaluer les objectifs définis pour répondre plus efficacement aux besoins de ses usagers. Il est donc indispensable que le système d'information sanitaire (SIS) produise des données de qualité, à partir de son processus de collecte, de traitement, d'analyse et de diffusion des données. Dans ce contexte, la qualité des données devient un des critères permettant de définir la performance d'un SIS [44].

1.2. Problématique

Dans les pays d'Afrique subsaharienne, le problème de la qualité des données (incomplètes, incohérentes, imprécises, incertaines) en santé est de plus en plus récurrent et met en mal la qualité des choix des interventions en rendant également difficile l'évaluation de l'impact de ces interventions dans leurs systèmes de santé [67]. Dès lors, il est clair que l'évaluation d'un SIS ne doit pas se limiter à l'analyse de sa gouvernance organisationnelle et technique, mais doit aussi s'intéresser à la qualité des données produites par ce système. Ce qui pourra aider à intégrer dans le SIS des outils adaptés et standardisés pour permettre de corriger ces problèmes liés à la qualité des données [68]. La revue de la littérature traitant des questions de

performance des SIS situe la qualité des données au centre de cette performance et identifie trois déterminants qui ont une influence sur la qualité des données produites par le SIS, à savoir les déterminants organisationnels, techniques et comportementaux (figure 1). La maîtrise de ces déterminants, pourrait contribuer à une mise en œuvre efficace des processus du SIS, ce qui impacterait positivement la qualité des données [69].

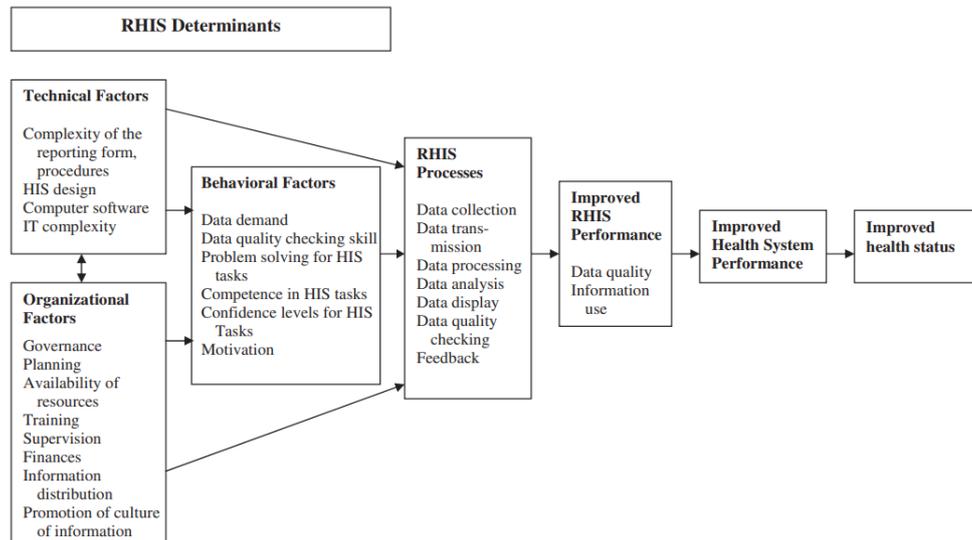


Fig. 1. Cadre PRISM (Performance of Routine Information System Management)

Au Gabon, le SIS, communément appelé Système National d'Information Sanitaire (SNIS) est chargé de collecter, traiter, analyser et diffuser les données de façon continue (collecte de routine), les données produites dans les structures sanitaires situées au niveau périphérique du système de santé [70]. Les résultats de l'état des lieux ont montré des dysfonctionnements au niveau de sa gouvernance technique et organisationnelle. Fragmenté avec plusieurs applications numériques non interopérables et sans aucune coordination, les aspects du SNIS sont insuffisamment pris en compte dans le cadre juridique organisant le système de santé au Gabon. A la lumière de ces insuffisances techniques et organisationnelles, il convenait pour nous, d'évaluer la performance de ce système en étudiant la qualité des données qu'il produit [71].

1.3. Objectif de l'étude

Cette étude qui s'inscrit à la suite celle réalisée sur l'état des lieux du SIS du Gabon, a pour objectif de rendre plus exhaustive la connaissance de la performance du SIS du Gabon et pouvoir apporter une contribution adaptée pour son amélioration.

De façon spécifique il s'est agi d'évaluer trois critères de qualité des données au niveau des structures de soins (principales sources des données du SIS), à savoir :

- Capacité à collecter et renseigner le SNIS des données ;
- Capacité à vérifier l'exactitude des données,
- Capacité à traiter et analyser les données.

1.4. Cadre de l'étude

L'étude est réalisée dans les structures de soins appartenant à deux régions sanitaires au Gabon, pays d'Afrique Centrale, situé à cheval sur l'équateur, disposant d'une superficie de 267.667 km² et une densité de 6,8 habitants au Km². Son climat est de type équatorial, chaud et humide alternant entre deux saisons des pluies et de deux saisons sèches. Le système de santé du Gabon repose sur trois secteurs : public (civil et militaire), parapublic et privé (lucratif et non lucratif, y compris la médecine traditionnelle), avec une organisation pyramidale dans laquelle il y a, à la base 51 départements sanitaires, au niveau intermédiaire 10 régions sanitaires et au niveau central les directions centrales du Ministère de la santé.

Cette structuration du système de santé gabonais est calquée sur l'organisation administrative du Gabon dans laquelle en lieu et place des régions sanitaires on parle plutôt des provinces administratives. Les deux Régions sanitaires (Région Libreville Owendo et Région Ouest), retenues pour réaliser notre étude représentent la province de l'Estuaire (capitale Libreville, en même temps capitale politique du Gabon), qui représente plus de 49 % de la population nationale, avec une densité de 43,2 habitants au Km² [72], 34 % des professionnels de la santé et 32 % des structures de santé du pays [73].

II. Méthode de l'étude

2.1. Type d'étude, échantillonnage

De type qualitative, l'étude a été réalisée dans 71 structures de soins choisies de façon raisonnée pour de raisons d'accessibilité et de budget insuffisant.

L'étude s'est déroulée dans deux régions sanitaires prenant en compte quelques caractéristiques présentes dans d'autres régions sanitaires, telles que, le type de structure de soins, la qualité des professionnels de santé, les caractéristiques socio-démographiques des populations desservies, etc.

2.2. Outils de collecte et collecte des données

A l'aide d'un questionnaire adapté de l'outil PRISM (Performance of Routine Information System Management), les données ont été collectées du 15 au 30 octobre 2019 auprès des professionnels de santé impliqués dans les activités du SNIS au sein des différentes structures de soins retenues pour cette étude. Dans la mise œuvre de cette étude, nous avons utilisé

principalement le questionnaire du PRISM dénommé « *outil de diagnostic* ». Nous trouvons cet outil adapté pour notre étude. En effet, il est conçu pour faciliter la collecte des données au niveau de la structure de soins en intégrant des questions sur les critères définissant la qualité et l'utilisation des données d'un SIS [74].

2.3. Saisie et analyse des données

Nous avons utilisé le logiciel Epi info 7 pour réaliser la saisie et l'analyse des données. Nos résultats étaient interprétés à partir des moyennes, des pourcentages et des scores. Pour leur représentation, nous avons utilisé des tableaux, des histogrammes et des camemberts.

III. Résultats

Au total 71 structures de soins ont été enquêtées, dont 55 (77 %) dans la région sanitaire Libreville-Owendo et 16 (23 %) dans celle de l'Ouest. Parmi ces structures, 20 (28%) étaient du secteur privé et 51 (72%) du secteur public.

Tableau I : Répartition des structures enquêtées par régions sanitaire et par secteur

Secteurs sanitaires	Régions sanitaires Ouest		Libreville-Owendo		Total	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Privé	1	1%	19	27%	20	28%
Public	15	21%	36	51%	51	72%
Total	16	23%	55	77%	71	100%

Dans ces structures de soins, 71 professionnels de santé ont été interrogés. Parmi eux, 50 (70%) étaient des hommes et 21 (30%) étaient des femmes.

Tableau II : Répartition des enquêtés par qualification et par sexe

Personne enquêtée	Sexe Femmes		Sexe Hommes		Total	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Gestionnaire des données	15	21	23	32	38	54
Infirmier D'État	2	3	7	10	9	13
Médecin	2	3	7	10	9	13
Infirmier Assistant	0	0	6	8	6	8
Statisticien	0	0	4	6	4	6
Adjoint d'administration sanitaire	1	1	1	1	2	3
Chef de Base	1	1	0	0	1	1
Responsable de la structure	0	0	1	1	1	1
Sage-femme	1	1	0	0	1	1
Total	21	30	50	70	71	100

Dans l'ensemble la durée moyenne de travail dans le système national d'information sanitaire (SNIS) était de 11 ans (± 8 ans). De façon spécifique, il n'y avait pas de différence statistiquement significative (0,61) en termes de durée moyenne dans le SNIS entre les hommes et les femmes.

Tableau III : Comparaison de certains paramètres par rapport au sexe des personnes enquêtées

Paramètres	Sexe	Moyenne (\pm ET)	Extrêmes	p
Age	Ensemble	40 ans (± 7 ans)	[26 - 55 ans]	0,08
	Femmes	42 ans (± 8 ans)	[26 - 55 ans]	
	Hommes	39 ans (± 6 ans)	[27 - 55 ans]	
Durée dans le SNIS	Ensemble	11 ans (± 5 ans)	[5 - 19 ans]	0,61
	Femmes	11 ans (± 5 ans)	[5 - 19 ans]	
	Hommes	11 ans (± 4 ans)	[5 - 19 ans]	

Les principaux résultats (tableau IV) concernant les différentes dimensions agissant sur la qualité des données du SNIS évaluées dans l'étude, montrent que les processus de production des données sont insuffisamment mis en œuvre dans les structures de soins.

Au niveau de l'enregistrement des données, alors que le registre constitue une des principales sources des données en milieu hospitalier, seulement 59% des structures de soins tiennent des registres de consultation générale. Concernant la collecte et le stockage des données, seulement 45% des structures de soins disposent d'un outil numérique de collecte et stockage des données.

Pour la vérification de l'exactitude des données, bien que 80% des structures de soins affirment avoir dans leurs rapports, des données concordantes à celles contenues dans les registres, on note toutefois que 69% des structures de soins n'ont pas des procédures de contrôle de l'exactitude des données.

Au niveau du traitement et l'analyse des données, seulement 14% des structures affirment disposer des procédures pour le traitement et l'analyse des données et 27% affirment calculer leurs indicateurs. Soixante-dix structures de soins sur les 71 enquêtées ne disposent pas d'outil pour le traitement et l'analyse des données.

Tableau IV : Résultats de l'évaluation de la qualité des données dans 71 structures de soins dans deux régions sanitaires du Gabon en 2020

Dimensions évalués	Critères d'évaluation	Oui	Non
Enregistrement/stockage des données	Tenue des registres de consultation médicale	42 (59%)	29 (41%)
	Sauvegarde des copies des données des registres	32 (45%)	39 (55%)
	Existence d'outil numérique de collecte et stockage des données	32 (45%)	39 (55%)
Vérification de l'exactitude des données	Contrôle de concordance des données du rapport et celles du registre source	57 (80%)	14 (20%)
	Existence des procédures de contrôle de l'exactitude des données	22 (31%)	49 (69%)
	Existence des procédures sur les conséquences de non-contrôle de l'exactitude des données	33 (46%)	38 (54%)
Traitement et analyse des données	Existence des procédures pour le traitement et l'analyse des données	10 (14%)	61 (86%)
	Calcul des indicateurs de la structure	19 (27%)	52 (73%)
	Alignement des données aux objectifs du niveau du département et de la région sanitaire	11 (15%)	60 (85%)
	Comparaison des données dans le temps	20 (14%)	51 (72%)
	Existence d'un outil pour le traitement et l'analyse des données	01 (01%)	70 (99%)

De façon générale, les processus de production des données dans le système existant présente des limites. En effet, seulement 44% des structures remplissent tous les critères nécessaires à l'enregistrement et stockage des données. Concernant la vérification des données, 75% des structures ne remplissent pas tous les critères nécessaires à la vérification de l'exactitude des données et 56% de ces structures ne remplissent pas tous les critères nécessaires au traitement et l'analyse des données.

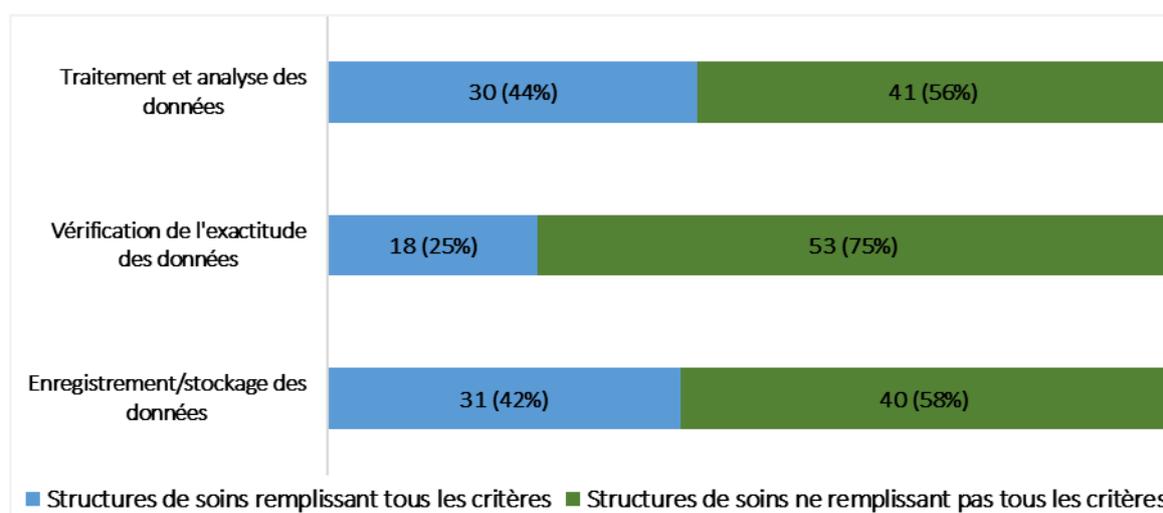


Fig. 1. Différents scores des dimensions agissant sur la qualité des données du SNIS en 2019

A partir de deux indicateurs traceurs à savoir, le nombre des cas de paludisme et le nombre des cas d'anémie, nous avons vérifié la concordance entre les données du rapport et celles du registre source. Cette vérification a montré des divergences des données statistiquement non significatives au niveau des deux supports. Concernant le nombre des cas de paludisme, celui-ci de + 34 cas dans le rapport ($p=0,97$), quant au nombre des cas d'anémie, celui-ci était de + 420 cas dans le rapport ($p=0,33$).

Tableau VI : Résultats de l'analyse observationnelle de la concordance entre les données du rapport et celles du registre source

Indicateurs traceurs	Support de collecte	Cas enregistrés	Divergence au niveau du rapport	P
Nombre des cas de paludisme	Registre	2110		
	Rapport	2144	+ 34 cas	0,97
Nombre des cas d'anémie	Registre	582		
	Rapport	1002	+ 420 cas	0,33

Le calcul du taux de complétude des données produites dans ce système d'information a permis d'apprécier la qualité des données en termes d'exhaustivité de celles-ci. Ainsi, sur 852 rapports complètement renseignés attendus en 2019 des 71 structures de soins (12 rapports par année et par structure), seulement 333 rapports complètement renseignés ont été reçus, soit un taux de complétude de 39%. Autrement dit, les statistiques sanitaires produites en 2019, ne sont représentatives que de 39% des données sanitaires produites en 2019.

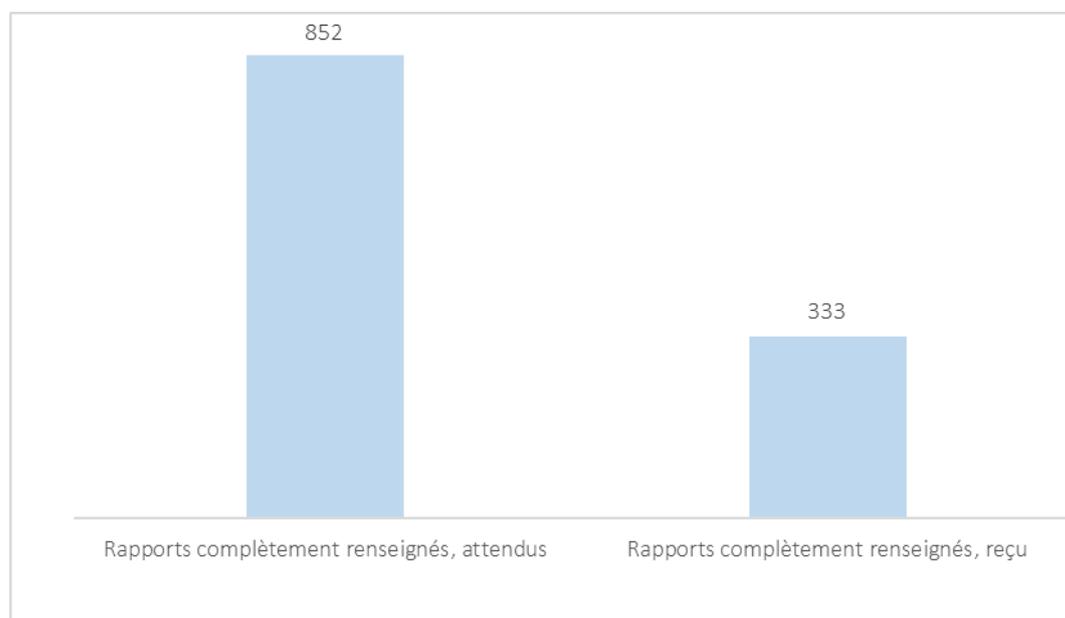


Fig. 2. Présentation de la complétude des données produites en 2019 par les structures enquêtées

IV. Discussion

Bien que la littérature soit unanime sur le fait que la performance d'un système d'information, soit-il en santé, peut être garantie par la qualité des données qu'il produit. On peut cependant noter que les dimensions caractérisant la qualité des données sont diverses et variées. On peut donc signaler que les dimensions retenues pour évaluer la qualité des données dans notre étude ne sont pas exhaustives, mais peuvent quand même avoir le mérite de décrire et situer les différents niveaux limitant la qualité des données dans le système d'information sanitaire du Gabon. Pour cette étude, trois dimensions pouvant garantir la qualité des données ont été évalué à partir de quelques unes de leurs caractéristiques (critères).

4.1. Capacité à collecter et renseigner le SNIS des données

La capacité de collecter et renseigner les données constitue une dimension incontournable pour garantir la qualité des données. Ainsi, à la base, la tenue des registres de consultation est primordiale, ce qui semble ne pas être le cas au regard des résultats qui montrent des insuffisances quant à cette tenue des registres de consultation qui constitue une des principales sources des données en milieu hospitalier. Un tel constat sous-entend que les données produites ne sont pas exhaustives et que les indicateurs qui y sont calculés ne reflètent pas toujours la réalité d'autant plus qu'il y a des données manquantes faute du non tenu des registres consultations dans certaines structures de soins.

En plus de ne pas être exhaustive, si les registres tenus ne peuvent pas avoir des copies de sauvegarde pour des besoins d'archivage des données il devient difficile de pouvoir effectuer des éventuels contrôles sur l'exactitude des données ou encore des études rétrospectives. Pour cela il est important de disposer d'outil numérique pour aider à collecter et stocker les données afin de faciliter le traitement et l'analyse des données par l'ordinateur. On a noté que seulement 45% des structures de soins disposent d'un outil numérique de collecte et stockage des données.

4.2. Capacité à vérifier l'exactitude des données

Le contrôle de la concordance des données du rapport et celles du registre source, est un exercice qui consiste à comparer les données des registres de consultations médicales avec celles contenues dans les rapports du SNIS contribue à vérifier la qualité des données à partir de leur exactitude. Les résultats montrent que 80% des structures de soins se livrent à cet exercice de contrôle de la concordance des données. Toutefois, en l'absence des procédures servant de référentiel en termes de vérification de l'exactitude des données, il devient difficile d'accorder d'emblée du crédit à l'exactitude des données produite. Avec 69% des structures

de soins qui ne disposent pas des procédures de contrôle de l'exactitude des données, il est évident que l'exactitude des données soit problématique. Il y donc nécessité de mettre en place des outils standardisés de vérification des données pour l'ensemble des acteurs impliqués dans la gestion de l'information sanitaire. Les procédures sont primordiales pour mieux situer tous les acteurs dans ce processus de production des données de qualité. C'est d'ailleurs ce que démontre l'étude de [68], où l'utilisation des outils harmonisés et validés a contribué à améliorer la qualité des données contrairement aux données des outils non harmonisés et validés d'une situation initiale de base.

La mise en place des procédures est certes primordiale, mais faudrait-il que celles-ci s'accompagnent d'éléments explicatifs définissant ce que pourrait être les conséquences du manque de contrôle d'exactitude des données, car, il ressort de l'étude que 54% des structures de soins n'ont pas connaissance de l'existence des procédures sur les conséquences de non-contrôle de l'exactitude des données.

4.3. Capacité à traiter et analyser les données.

En amont du système d'information doit être définis et consignés dans une stratégie les objectifs à atteindre et les indicateurs pour les mesurer. Ce qui normalement, donnera lieu à la mise en place des procédures normalisant pour toutes les structures comment les données pour la production des indicateurs devaient être traitées et analysées. Malheureusement 86% des structures de soins affirment ne pas avoir connaissance de l'existence des procédures pour le traitement et l'analyse des données. En l'absence de ces procédures, il est également difficile pour les structures de soins de définir et produire des indicateurs pour elles-mêmes. C'est d'ailleurs ce qui ressort des résultats de l'étude qui montrent que seulement 27% des structures enquêtées calculent des indicateurs pour elles-mêmes.

Quant à l'existence d'un outil pour le traitement et l'analyse des données, ce critère permettant d'évaluer l'apport technologique dans le traitement et l'analyse des données produites dans le SIS, présente des faibles résultats. En effet, 99% des structures enquêtées ne disposent pas d'outils appropriés pour le traitement et l'analyse des données. Ce qui sous-entend que 99% des structures traitent et analysent leurs données soit manuellement, soit en utilisant des outils non adaptés à cet exercice.

Aussi, l'importance d'aligner les données produites aux objectifs du niveau du département et de la région sanitaire est un critère qui doit rappeler le positionnement opérationnel des structures de soins dans l'organisation d'un système de santé. Ainsi, les activités opérationnelles de ces structures se doivent d'être en phase avec les orientations stratégiques

du système de santé. Cela fait que les données produites doivent pouvoir permettre au niveau décisionnel de suivre et évaluer les objectifs définis. Or, nous avons malheureusement noté les données collectées par 85% des structures enquêtées ne sont pas alignées aux objectifs du niveau de leur département et région sanitaire.

V. Conclusion

Bien que l'étude a été réalisée à un niveau réduit, les résultats restent tout de même représentatifs de l'ensemble des régions sanitaires et montrent les limites du système d'information sanitaire du Gabon à produire des données fiables pour l'aide à la décision stratégique. Ces résultats pourront donc servir de matière à réfléchir dans les stratégies visant l'amélioration des performances du SNIS.

Synthèse du chapitre 5

A la suite du chapitre 4 qui présente les limites de la gouvernance organisationnelle et technique du SIS du Gabon, le chapitre 5 présente les résultats d'une étude réalisée pour apprécier la performance de ce SIS à partir de la qualité de ses données. Ainsi, en évaluant trois déterminants soutenant le processus de production des données dans un SIS, il ressort de cette étude que les critères pouvant favoriser la production des données de qualité étaient faiblement présent dans le SIS au Gabon. Notamment, 55% des structures ne disposent pas d'outil numérique de collecte et stockage des données, 69% ne disposent pas des procédures de contrôle de l'exactitude des données et 86% des structures ne disposent pas de procédures pour le traitement et l'analyse des données. Dans la majorité des cas, on a noté une insuffisance des procédures standardisant la collecte, la vérification, le traitement et l'analyse des données. Or, dans un système aussi fragmenté avec l'utilisation de plusieurs solutions numériques non communicantes entre elles, il est difficile d'avoir des données standardisées, un des critères de qualité des données. Nous avons donc, au niveau du SIS, recommandé la mise en place des mécanismes permettant de structurer les données à la base, en leur donnant une cohérence sémantique qui faciliterai leur traitement et leur analyse. Sur la base de ces conclusions et recommandations, nous essayerons de développer dans le chapitre suivant un outil d'aide à la mise en correspondance des termes locaux, non structurés avec les termes normalisés des terminologies CIM10 et CISP2.

CHAPITRE 6 : Résultats des travaux de mise en correspondance entre les terminologies médicales standards et locales : le cas du Gabon

1.18 Introduction

L'analyse du système d'information sanitaire du Gabon a montré que celui-ci était fragmenté avec des données non structurées consignées sur des supports papiers ou encore enregistrées dans des applications numériques qui ne communiquent pas entre elles. Cette situation fait qu'en l'absence des standards terminologiques, le traitement des données devient un exercice laborieux, car la mise en cohérence sémantique des données du SIS se fait manuellement. Dans le but de proposer un modèle de SIS permettant au système de santé du Gabon de disposer des données normalisées, nous avons entrepris de construire une terminologie d'interface, à partir d'un outil développé et implémenté pour aider à la mise en correspondance sémantique des termes familiers, non structurés avec les termes normalisés des terminologies standards CIM10 et CISP2. La méthodologie de développement et d'implémentation de cet outil permettant la construction de notre terminologie d'interface, a fait l'objet d'une communication orale à la journée Francophone Santé & IA 2021 <https://pfia2021.fr/journees/sante/>. Vous trouverez ci-dessous, le manuscrit sous la forme d'un article en cours de publication dans les actes de la journée.

Correspondance entre les terminologies médicales standards et locales : le cas du Gabon

Aimé Patrice Koumamba^{1,2}, Sébastien Cossin¹, Edgard Brice Ngoungou²,
Ulrick Jolhy Bisvigou², Gayo Diallo¹

¹ *BPH INSERM 1219, Team ERIAS, Université de Bordeaux, F-33000, Bordeaux- France*

² *École doctorale régionale de Franceville – Université des Science de la santé -Gabon.*

Résumé : Les systèmes de santé ont de plus en plus besoin de données fiables pour faire face aux enjeux de santé. Malheureusement, en raison de la complexité des spécialités en leur sein, ces systèmes restent confrontés aux problèmes de signification des données. Ce qui parfois, remet en cause la fiabilité des données au niveau de leur cohérence sémantique et rend leur exploitation difficile. Ce problème est observé dans les systèmes de santé de bon nombre de pays, à l'instar des pays en développement où l'utilisation des termes médicaux standards est encore insuffisante au profit des termes médicaux locaux très souvent non structurés. Pour faciliter le traitement des données et la production des statistiques fiables, un des défis

majeurs des systèmes d'information sanitaire est de donner une cohérence sémantique aux différentes données. Dans cet article, nous décrivons la démarche de développement et d'implémentation au Gabon d'un outil d'aide à la correspondance sémantique entre les termes locaux et les termes standards de la cim10 et/ou de la cisp2. L'outil développé a permis de construire une terminologie d'interface issue de l'appariement de 423 termes locaux sur 447. Les scores de correspondance de tous les termes appariés variaient entre 76 et 100%. Parmi ces termes, 367 (82,10%) avaient des scores de 100%. Pour l'exploitation des données, une interface web permet de traiter les requêtes sur les correspondances et d'exporter les données au format tabulaire.

Mots-clés : Terminologies sémantiques, termes locaux, termes standards, cim10, cisp2

Abstract : Health systems increasingly need reliable data to address health issues. Unfortunately, due to the complexity of the specialities within them, these systems are still confronted with problems of data meaning. This sometimes calls into question the reliability of the data in terms of its semantic consistency and makes it difficult to use. This problem is observed in the health systems of many countries, such as developing countries, where the use of standard medical terms is still insufficient in favour of local medical terms that are often unstructured. To facilitate data processing and the production of reliable statistics, one of the major challenges of health information systems is to give semantic consistency to the different data. In this article, we describe the development and implementation in Gabon of a tool to assist in the semantic matching of local terms with standard cim10 and/or cisp2 terms. The tool developed made it possible to construct an interface terminology based on the matching of 423 local terms out of 447. The match scores of all matched terms ranged from 76 to 100%. Of these terms, 367 (82.10%) had scores of 100%. For data exploitation, a web interface allows the processing of match queries and the export of data in tabular format.

Keywords : Semantic terminologies, local terms, standard terms, icd10, icpc2

1. Introduction

Pour faire face aux multiples enjeux de santé, tels l'amélioration de la planification des ressources de santé, un meilleur suivi-évaluation des programmes de santé, une veille sanitaire adaptée, etc., les systèmes de santé ont de plus en plus besoin des données fiables [52]. Pour ce faire, leurs systèmes d'information doivent être performants pour faciliter le processus de collecte, de traitement et de diffusion des données de qualité (c'est-à-dire des données complètes, exactes et produites en quasi-temps réel). Cela nécessite que les données soient standardisées lors de leur production, par exemple, en leur donnant une cohérence

sémantique. Cela, dans le but de faciliter leur collecte et leur traitement par des professionnels non médicaux, notamment les statisticiens. On constate souvent dans la pratique médicale, qu'il existe beaucoup de vocabulaires familiers avec des termes non structurés (langage naturel, texte libre) pour définir un diagnostic. Faisant qu'un diagnostic donné, soit désigné par des termes variés. Pour solutionner ce problème, des outils (appelés terminologies d'interface), ont souvent été développés pour mettre en lien ce vocabulaire familier et des listes normalisées de termes validés pour décrire les données médicales.

1.1. Contexte

Pour parvenir à une standardisation des données, il est nécessaire que les structures de soins qui sont les principales sources de données soient dotées des dossiers patients informatisés qui intègrent ces référentiels terminologiques. Malheureusement, à cause d'une faible infrastructure numérique, certains pays d'Afrique sub-saharienne n'utilisent pas toujours le dossier patient informatisé dans leurs structures de soins [75]. En Afrique de l'Ouest, par exemple, seulement 6,6% des pays disposent d'un dossier patient informatisé [76]. L'utilisation des dossiers au format papier reste dans ce contexte, la pratique courante. Cette pratique, favorise l'usage d'un langage médical non conventionnel, le plus souvent en texte libre pour désigner soit, un diagnostic, soit un traitement, etc.

1.2. Problématique

Dans un contexte à faible infrastructure numérique, comme c'est le cas dans certains pays d'Afrique sub-saharienne, pour standardiser sémantiquement les termes issus du vocabulaire familier, le gestionnaire des données ou le statisticien sont obligé de procéder manuellement à leur mise en correspondance avec des termes standards, plus normalisés des référentiels terminologiques telle la classification internationale des maladies version 10 (cim10) ou la Classification internationale des soins primaires version 2 (cisp2). Ce qui non seulement, rend l'exercice de collecte, de traitement et de diffusion des données très laborieux pour le statisticien, mais également, joue sur la qualité des données en termes de complétude (plusieurs données manquantes du fait de leur manipulation manuelle), de l'exactitude (interprétations erronées, ne reflétant pas la réalité des données du fait de leur manque de cohérence), et de promptitude dans leur diffusion (indisponibilité des données en quasi temps réel, retardant ainsi la production des statistiques fiables difficile voire impossible). Dès lors, il convient de proposer un outil adapté à ce contexte pour permettre la mise en correspondance des termes non structurés à ceux des référentiels terminologiques validés.

1.3. État de l'art

Plusieurs travaux de recherche ont été réalisés pour prendre en compte la préoccupation de mise en correspondance des termes familiers. A l'hôpital Italiano de Bueno Aires en Argentine par exemple, une terminologie d'interface a été implémentée et validée pour permettre la liaison des termes locaux non structurés avec des termes standards de la SNOMED-CT correspondants [77]. Dans ce modèle, les termes inclus sont organisés en concepts synonymes et liés à d'autres concepts de même sens de façon hiérarchique. Les concepts très génériques étaient quant à eux détaillés pour une meilleure compréhension sémantique. La terminologie d'interface ne prenait pas en compte des termes ambigus. Ces derniers étaient manuellement désambiguïsés par l'utilisateur qui ne pouvait choisir qu'un et un seul concept spécifique dans la SNOMED-CT, selon la relation avec un terme local. Quant aux termes locaux n'ayant pas de correspondants dans la SNOMED-CT, ils étaient alignés grâce à des concepts plus génériques et standards pour représenter leur signification.

En France, pour donner une cohérence sémantique aux données associées aux médicaments prescrits en texte libre, le référentiel ouvert du médicament (ROMEDI) a été développé pour permettre le rattachement de ces données aux concepts d'une terminologie médicale [78]. Le référentiel ROMEDI établit donc une liaison entre un médicament et son nom commercial (préalablement normalisé) contenu et codé dans la classification de l'ATC. Ainsi, partant de la base des données des prescriptions médicamenteuses en France, le référentiel ROMEDI qui identifie les médicaments à partir de son code identifiant spécial (CIS) et un résumé des caractéristiques du produit (RCP), contient d'une part, un algorithme permettant d'extraire automatiquement des noms commerciaux des médicaments et leur dosage à partir des libellés contenus dans la base des données des médicaments. D'autre part, il contient un algorithme d'extraction des substances à partir des libellés des formes des substances. Ce qui contribue à une prise en charge sécurisée des soins et aide les praticiens à identifier les éventuelles corrélations entre les motifs de consultation et les effets secondaires des médicaments. D'autres projets ont été mis en œuvre pour apporter des réponses à cette problématique. C'est le cas de la plateforme SIFIR Annotator, implémentée pour faciliter l'annotation des textes biomédicaux et des notes cliniques en français. Elle permet de mettre en correspondance les textes biomédicaux et des notes cliniques en français avec les ontologies et des terminologies françaises telles que MeSH, MedDRA, ATC, la cim10 [79].

2. Développement et implémentation d'un outil d'aide à l'appariement sémantique au Gabon

2.1. Objectif

L'objectif principal de ce projet était de développer un outil d'aide à l'appariement des termes locaux et les termes standards des terminologies validées afin de construire une terminologie d'interface adaptée au contexte local et permettant au système de proposer aux non médicaux le correspondant normalisé d'un terme local donné dans une classification standard, telles que la cim10 et/ou la cisp2.

3. Méthodes et outils

La stratégie adoptée pour la construction de la terminologie d'interface était de procéder d'abord à la collecte des données réelles issues des consultations médicales réalisées dans un des trois centres hospitaliers universitaires du Gabon. Ensuite de recenser les termes locaux les plus utilisés pour désigner les diagnostics. Enfin, d'élaborer une liste des termes locaux les plus fréquents qui seront mise en correspondance avec les termes standards des référentiels terminologiques.

3.1. Collecte des données

Les données ont été collectées à partir des registres papiers des consultations médicales réalisées entre 2018 et 2019 au centre hospitalier universitaire de Libreville, avant leur saisie dans un fichier Excel. Seules les données médicales ont été collectées, toutes les informations relatives à l'identité des patients ont été exclues (noms, numéro de téléphone et quartier). A l'aide de la fonction `strsplit` du logiciel R, les chaînes des caractères concaténés ont été séparés en sous chaîne des caractères représentant chacun un terme donné (exemple, mal à la tête, associé à une grippe, correspondaient à deux termes à savoir « mal à la tête » et « grippe »). Ce qui a permis de disposer d'un fichier de tous les termes associés aux diagnostics établis lors des consultations médicales réalisées au cours de la période de 2018 à 2019.

3.2. Calcul des termes locaux fréquents

A l'aide du logiciel R version 3.6.2, les termes fréquents ont été calculés à partir du fichier des termes associés aux diagnostics établis lors des consultations médicales réalisées entre 2018 et 2019. Etaient considérés comme termes fréquents, tous les termes qui apparaissant au moins cinq fois dans le fichier des termes associées aux diagnostics (fréquence de 0,05%). Cet exercice a permis de construire une liste de, 447 termes fréquents.

3.3. Appariement manuel des termes locaux fréquents avec leurs correspondants de la cim10 et/ou de la cisp2

A partir de la liste de 447 termes fréquents, des médecins gabonais ont procédé à une mise en correspondance manuelle de ces termes avec ceux standardisés de la cim10 et/ou la cisp2. Ce travail s'est fait à partir d'un fichier Excel qui était constitué de quatre colonnes :

- la colonne termes locaux : contenait les différents termes locaux qui pouvaient se répéter autant de fois qu'ils étaient appariés par des médecins différents, identifiés de façon unique par un identifiant ;
- la colonne termes standardisés : contenait les termes de la cim10 et/ou la cisp2, ayant été mise en correspondance avec des termes locaux. Ces termes pouvaient également se répéter autant de fois qu'ils étaient appariés par des médecins différents, identifiés de façon unique par un identifiant ;
- la colonne code termes standardisés : contenait les codes cim10 et/ou cisp2 des termes standards mis en correspondance avec des termes locaux ;
- Identifiant de l'apparieur : contenait les identifiants des médecins ayant apparié les termes locaux avec les termes standards.

Dans ce fichier, chacun des médecins identifiés de façon unique par un identifiant, saisissait pour chaque terme local choisis parmi les 447 termes fréquents, un et un seul terme correspondant de la cim10 et/ou la cisp2 avec son code pour renseigner la colonne termes standards (figure 1). Le fichier final de cet appariement manuel a servi de table de correspondance pour le développement de l'outil d'aide à l'appariement automatique.

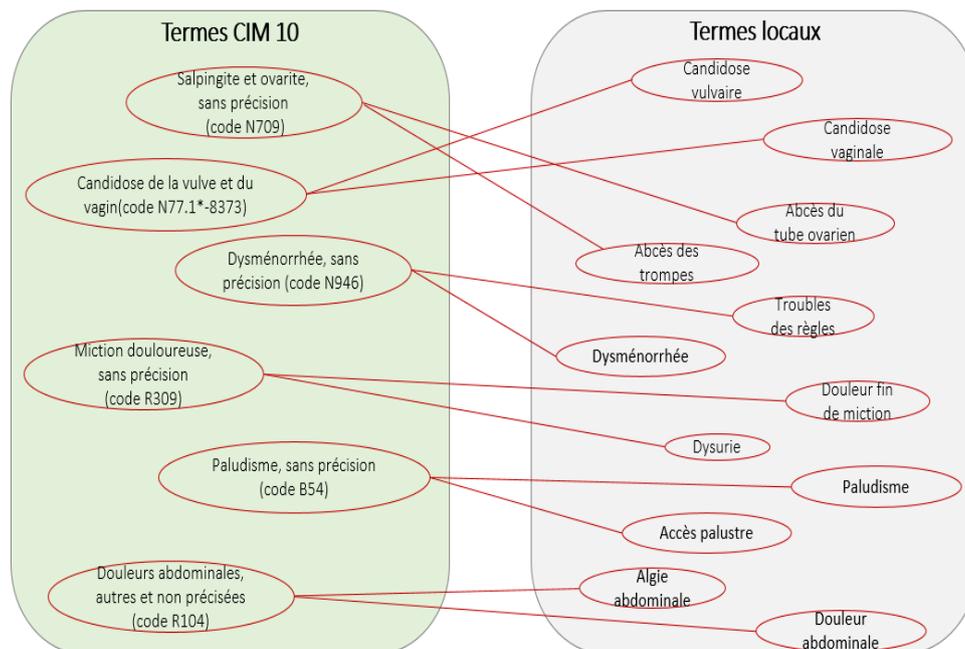


Fig. 1. Alignement des termes locaux à leurs correspondants de la cim10

4. Développement de l'outil d'aide à l'appariement

Développée sous le SGBD MySQL, l'outil implémenté repose sur une base des données, relationnelle avec quatre tables (figure 2).

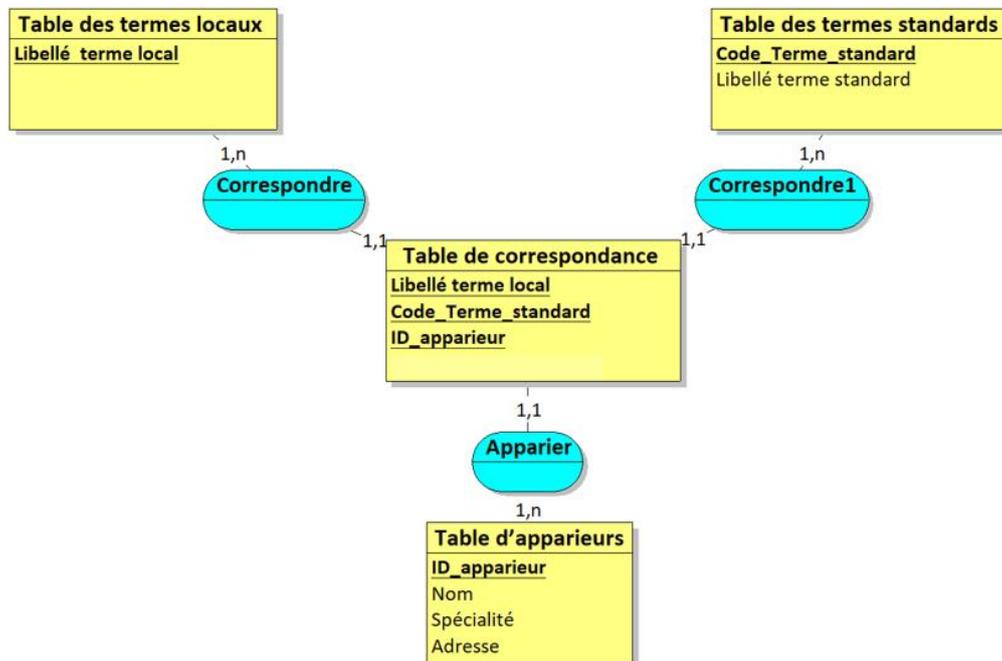


Fig. 2. MCD de la base de données du support de l'outil

4.1. Définition de la structure des tables des données

Les tables de la base de données étaient structurées de la manière suivante :

- **Table des termes standards** : Cette table, n'est autre qu'un fichier plat des termes standards (libellés) et codes des terminologies cim10 et cisp2 ;
- **Table des termes locaux** : Cette table comprend tous les termes locaux utilisés pour désigner un diagnostic et/ou un motif de consultation. Dans un premier temps, un fichier plat des 447 termes locaux retenus a constitué la base de notre travail. Ce fichier était au fil du temps enrichi par l'enregistrement des nouveaux termes locaux. Dans cette table, un terme local est en même temps considéré comme une clé primaire de la table et ne peut être enregistré qu'une seule fois pour éviter les doublons ;
- **Table d'apparieurs** : Cette table, contient les informations sur les praticiens médicaux autorisés (apparieurs) à effectuer des correspondances sémantiques. Ce qui permet de gérer les différents profils de connexion des apparieurs (médecin, médecins spécialistes, infirmiers, biologistes, etc.).
- **Table de correspondance** : Principal centre d'intérêt de l'outil d'aide à l'appariement, cette table est la jonction entre la table des termes locaux et la table des termes standards.

La qualité d'une correspondance entre un terme local et un terme standard est mesurée par un score de correspondance (compris entre 0 et 1). Il est calculé à partir des termes locaux (Tl_i) et les termes standards (Ts_i) comme suit :

$$\text{Score de correspondance} = \frac{\sum (Tl_i = Ts_i)}{\sum Tl_i}$$

Un score de correspondance mesure le nombre total de fois où les appariers (médecins, biologistes, etc.), ont apparié un terme local donné à un même terme standard.

Plus un score de correspondance est proche de la valeur 1, satisfaisante est donc sa qualité..

L'outil en back-office

Deux profils d'utilisateurs travaillent en back-office pour l'administration de l'outil.

- L'administrateur informatique, qui est chargé de la création, de la modification ou de la suppression des différents droits d'accès donnés aux appariers.
- L'administrateur métier, qui est le profil donné aux différents prestataires de soins identifiés et habilités à effectuer des appariements sémantiques. A l'aide d'un identifiant et un mot de passe, chaque apparié accède à l'interface pour réaliser et valider les mises en correspondances entre les termes locaux et les termes standards cim10 et/ou cisp2.

Dans la figure 3 par exemple, l'apparié doit choisir pour le terme familier « abcès », un terme standard, normalisé dans la cim10 et/ou dans la cisp2, puis de valider la correspondance établie.

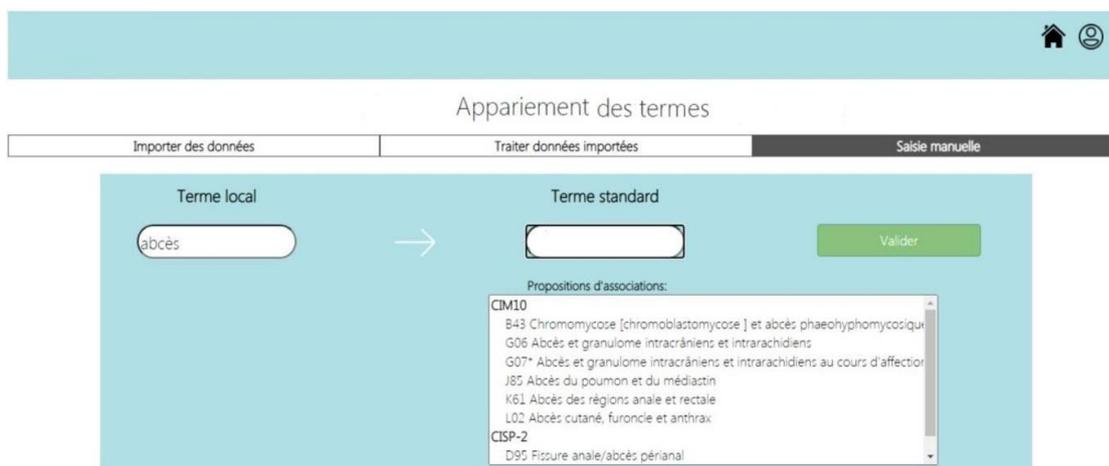


Fig. 3. Interface permettant de réaliser des alignements sémantiques

Les correspondances établies entre les termes familiers (locaux) et les termes standards (normalisé) sont stockés dans la table de correspondance qui va jouer le rôle de terminologie d'interface.

L'outil en front-office

L'outil, peut s'interfacer avec un système d'information et permettre à l'utilisateur du système de choisir en fonction du score de correspondance le plus élevé, le terme standard de la cim10 ou de la cisp2 correspondant à un terme local donné. Ce qui permet d'enregistrer dans le système d'information, les données déjà structurées avec leurs codes respectifs (code cim10 ou code cisp2).

L'outil dispose également d'une interface web permettant d'afficher le code d'un terme standard correspondant à un terme local donné. Par exemple, une recherche sur le terme local « gratigrata », affiche sous forme de lien, le code cim10 B86 du terme standard de « gale ».

Aussi, en cliquant sur le lien (code du terme standard affiché), l'interface permet à l'utilisateur d'approfondir sa compréhension du terme standard de « gale », en ayant un accès aux éléments de connaissance plus détaillés, tels que les significations, les synonymes, etc. Dans cette optique, l'outil a la possibilité de mapper avec d'autres plateformes d'aide au codage ou d'annotation sémantique basée sur des ontologies en français.

Montée en charge de l'outil

Sur la base des 447 termes locaux retenus, des sessions d'appariement sémantique ont été réalisées par 42 médecins. Au terme de ces sessions, 24 termes locaux (5,6 %) était jugés sans correspondant dans les référentiels terminologiques retenus (cim10 et cisp2). Trois cent soixante-sept termes locaux (82,10 %) ont été appariés sans distinction aux mêmes termes standards par les 42 médecins. Autrement dit 367 termes locaux appariés avaient des scores de correspondances de 100%. Pour les 56 autres termes locaux, leurs scores de correspondance variaient entre 76 % et 94 %. Pour cette phase pilote, l'outil comprend une table de correspondance, qui est une liste de, 423 termes annotés, téléchargeable au format .csv, servant de terminologie d'interface. Ce qui permet au gestionnaire de données ayant des connaissances limitées en vocabulaire médicale, de disposer d'un outil d'aide à la mise en cohérence sémantique des termes familiers afin de faciliter le traitement des données.

5. Discussion

Dans un contexte à infrastructure numérique suffisante, le développement de cet outil pourrait paraître un investissement de trop au regard des outils déjà existants, tels que ceux cités en exemple dans l'état de l'art. Cependant, en positionnant ce travail dans un contexte à infrastructure numérique limitée, avec à la base des données non structurées et non numérisées, on pourra mieux saisir l'intérêt d'un tel travail qui permet aux systèmes d'informations décisionnels sans systèmes opérant informatisés, de disposer d'une terminologie d'interface permettant de structurer les données qui à la base ne sont pas

numérisées. Cet outil permet de réduire la subjectivité dans la mise en correspondance sémantiques des données qui est généralement réalisée manuellement, comme c'est le cas au Gabon. L'outil a l'avantage de mapper avec d'autres servers terminologiques pour répondre aux besoins plus spécifiques de connaissances détaillées des utilisateurs.

6. Conclusion et perspective

À partir des premières données appariées, nous avons observé que le développement de cet outil a permis de structurer 82,10% des termes locaux en leur donnant un sens sémantique standard. C'est un avantage significatif pour la qualité des données à exploiter et à traiter pour la production de statistiques de santé. L'objectif étant de proposer aux non médicaux (statisticiens) de disposer d'une possibilité d'enregistrer des données structurées pour améliorer leur exploitation et leur traitement au niveau du système de santé gabonais. L'objectif en perspective est d'enrichir au maximum cette liste avec des termes familiers les plus fréquents afin de les annoter à l'aide des terminologies cim10 et cisp2.

1.19 Synthèse du chapitre 6

La problématique d'interopérabilité, surtout au niveau sémantique a toujours constitué une des questions à prendre en compte dans un processus d'amélioration ou de mise en place de SIS. Dans cette optique, l'objectif de ce chapitre a été de construire une terminologie d'interface pour aider à la structuration sémantique des données médicale dans le SIS du Gabon. Ainsi, dans un premier temps, nous avons développé et implémenté un outil d'aide à la mise en correspondance entre les terminologies médicales standards et locales. Ensuite, pour tester et valider l'outil, 42 médecins ont structuré et apparié des termes locaux fréquemment utilisés dans les structures de soins au Gabon. Cette phase a permis de générer une liste de, 423 termes familiers annotés à l'aide des référentiels terminologiques CIM10 et/ou de la CISP2 des scores de correspondance variant entre 76% et 100%. Exportée au format tabulaire, cette collection des termes familiers, désormais normalisés servira de référentiel terminologique pour la structuration sémantique des données dans le SIS du Gabon. Pour prendre en compte les problèmes des synonymes et autres connaissances pertinentes sur les termes annotés, l'outil dispose d'une interface web redirigeant les utilisateurs vers d'autres plateformes terminologiques plus matures.

CHAPITRE 7 : Résultats des travaux de conception et mise en oeuvre d'un outil de collecte des données à la génération d'indicateurs de santé nationaux : une étude pilote au Gabon

1.20 Introduction

Les études réalisées sur le système d'information sanitaire du Gabon, ont montré que ce système avait des nombreuses infusions au niveau de sa gouvernance organisationnelle et technique. Ce qui ne lui permettait pas d'être performant, à en juger par la qualité faible des données qui y étaient produites. Les résultats de l'évaluation de la qualité des données réalisées en 2012 ont montré que le SIS actuel au Gabon ne permettaient pas à la majorité des structures de soins de remplir tous les critères garantissant la production des données de qualité. Au regard de ces conclusions présentant un système limité sur le plan organisationnel et technique et dépourvu d'un cadre de coordination nous avons donc entrepris de concevoir et implémenter un modèle de SI permettant au SIS de produire des données de qualité utile pour l'aide à la décision à tous les niveaux du système de santé du Gabon. Les résultats de ce travail ont fait l'objet d'un article scientifique soumis dans la revue *Computer Methods and Programs in Biomedicine* (voir ci-dessous).

From real-world individual data to generating of national health indicators : a pilot study in Gabon

Aimé Patrice Koumamba^{a,b,c}, Edgard Brice Ngoungou^{b, c, d}, Jean Engohang-Ndong^e, Raymond Ondzigue Mbenga^{b, c, f}, Gayo Diallo^a

^a *Bordeaux Population Health (BPH) –UMR1219 – Applied Health Informatics Research Team – University of Bordeaux/ Isped - Bordeaux - France,*

^b *University of Health Sciences, Research Unit in Epidemiology of Chronic Diseases and Environmental Health (UREMCSE) BP: 11587 Libreville, Gabon.*

^c *University of Health Sciences, Department of Epidemiology-Biostatistics and Medical Informatics (DEBIM), Faculty of Medicine BP: 4009 Libreville, Gabon.*

^d *UMR 1094 Inserm partner IRD-Tropical Neuroepidemiology (NET), Faculty of Medicine of the University of Limoges, 87025 Limoges, France*

^e *Kent State University at Tuscarawas, Department of Biological Sciences, 330 University Dr. NE, New Philadelphia, OH 44663, United States of America.*

^f *LIFAT – University of Tours - France.*

Abstract

Context: Health systems need relevant health information management system to enable decision-makers to have a good visibility on the performance of their health system and therefore to have the capacity to react more quickly to health needs. To this end, they need effective information management systems that can store relevant data for analysis and produce results and relevant reports useful for decision making.

Problems: In sub-Saharan Africa, despite the many projects designed to improve the performance of information management systems, data quality is still a major problem. Indeed, the tools developed to support these systems have rarely took into consideration all the components involved in the production and use of health data. For example, the data collection processes at the health care facility are often overlooked by the proposed system. As a result, all data are processed manually before they are loaded into the data warehouse. That lack of automation negatively impacts the quality of health data in many countries including Gabon.

Objective : The objective of this study was to propose a decision-making information system (DMIS), Routine Info, based on a relational database model that considers all stages, from data production to the dissemination of health information in the Gabonese health system.

Methods and tools : Routine Info was designed and developed and provides a data warehouse for the storage which enables tracking both individual and aggregated data. It was evaluated in a real setting with end-users over a period of two months in three health facilities at the peripheral, intermediate and central levels in Gabon. A data mining process and a set of queries for the reporting purpose were carried out with a state-of-the-art approach.

Results : A total of 14 end-users were selected for a survey, all of whom had an average of 12 years of experience in managing data in the Gabonese health information system. The results suggest that the use of the "Routine Info" significantly improves data quality, particularly the completeness, promptness and accuracy of data compared to the traditional system. Respectively 93% versus 12% ($p < 0.0001$), 96% versus 18% ($p < 0.0001$) and 100% versus 18% ($p < 0.0001$). Also, 42% of the users consider the tool to be good and 58% consider the tool to be very good.

Conclusion : The results of the pilot phase lead to the conclusion that the proposed model in Gabon contributes significantly to the improvement of data quality and could be a source of data for others software such as DHIS2.

Keywords: Data quality, health monitoring, decision-making information system, health information system

I. Introduction

1.1. Background

To achieve its objectives, a health system must have clear, reliable, and relevant health information. This enables managers (decision-makers) to have visibility on the performance of their health systems and to improve their capacity to react quickly in response to health needs. To that end, the health system must necessarily rely on a decision-making information system (DMIS). A DMIS is defined as "a set of subject-oriented, integrated, time-evolving and non-volatile data that is intended to help managers in their decision-making" [80]. Therefore, the performance of a DMIS depends on its ability to manage data from heterogeneous sources, which is why the warehousing approach is often used to help the clinical information system (CIS) perform well. Therefore, it is important to consider the existence of transactional information systems in the development of the DMIS (Figure 1).

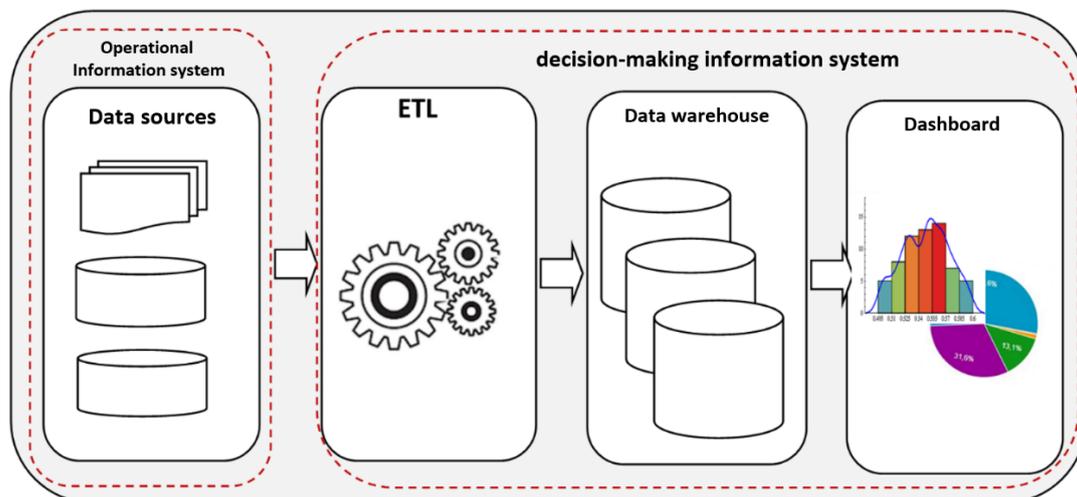


Fig. 1. Simplified organization of a decision-making process

As in any organisation, the quality of the choices of interventions to be undertaken is linked to the visibility that decision-makers have of the performance of their organisations. In a health system, the decision-making level therefore needs to rely on a DMIS which, by means of extraction-transformation-loading (ETL) tools, can process data from transactional systems [81]. This leads us to understand that the performance of a DIMS in producing quality data depends on its best interaction with transactional systems.

1.2. Problems

With limited digital infrastructure, including insufficient access to computers and internet connectivity more and more health systems are struggling to get quality data. According to the Global Health Observatory, 81 countries (42%) collect very low quality data [4]. This problem of data quality is a major obstacle to the management of health services, the

production of health statistics and health monitoring. In sub-Saharan African (SSA) countries, the problem is even more crucial and undermines the quality of choices for health interventions [5]. In these countries, the organisation of health information systems seems to have some shortcomings which could explain the problem of data quality [33]. Indeed, in most of these countries, the implementation of decision support tools, very largely the District Health Information Software (DHIS2) data warehouse (DW), does not take sufficiently into account the process of data quality treatment between the data sources (constituted of transactional systems) and the DHIS2 system itself. Indeed, DHIS2 facilitates the collection of aggregated data at the level of the health department, health region, central and vertical programmes (HIV, tuberculosis, malaria, etc.). The operating level (hospital, clinic, health centre, etc.), which beyond the operational (medical care), also has a steering (hot) side, is rarely taken into account. The data processing process, i.e. the extraction, transformation and loading (known as ETL) of data into the data warehouse, is in most cases carried out manually (Mutale et al., 2013). Like in many other SSA countries, Gabon has a data quality problem [82]. To make the issue even more complex, Gabon has a fragmented information system without any formal coordination. In a context where a health system generates voluminous, very diverse and varied data, the information system should be based on well-structured transactional information systems and be continually fed. Unfortunately, in Gabon, upstream of the HIS, data processing at operating systems levels is carried out manually, which can influence the quality of the data [33].

The quality of data produced may be impacted by the lack of :

- Data completeness (the data produced is incomplete) ;
- Data accuracy (data recorded are different from those actually produced) ;
- Data timeliness (data are made available to decision-makers with a long delay) ;
- etc.

According to the above observations, the question arises : "What information system should be adopted to improve the performance of the system and to provide quality data ? To answer this question, we undertook a pilot study in Gabon.

1.3. Objectives

The main objective of this study was to design and implement a multidimensional model of medical data and a framework that will feed a data integration and storage warehouse for monitoring, statistics and health surveillance in Gabon.

The specifics objectives of this study were :

- to analyse the processes of production and dissemination of data in the existing information system;
- to design and implement a multidimensional data model;
- to evaluate the multidimensional model and the implemented framework in a real setting.

1.4. Study context : Gabon and its health system

Located in Central Africa, Gabon is a country with a surface area of 267,667 km² and an estimated population of 1, 811,079 in 2021. It is bordered to the northwest by Equatorial Guinea, to the north by Cameroon, to the east and south by Congo Brazzaville and for 800 km to the west by the Atlantic Ocean (Figure 2). Gabon is a tropical country with two rainy seasons averaging about 140 days of rain per year and two dry seasons with an average annual temperature of about 26°C.



Fig. 2. Geographic location of Gabon (Source : [Cartes du Monde](#))

In the Gabonese health system, there are different types of stakeholders: public health stakeholders, private health stakeholders and para-public health stakeholders structured in a pyramidal organisation. At the base is the district level, at the intermediate level is the the region and at the top there is the national level which coordinates and centralises all health care activities in Gabon (please see the illustration in Figure 3).

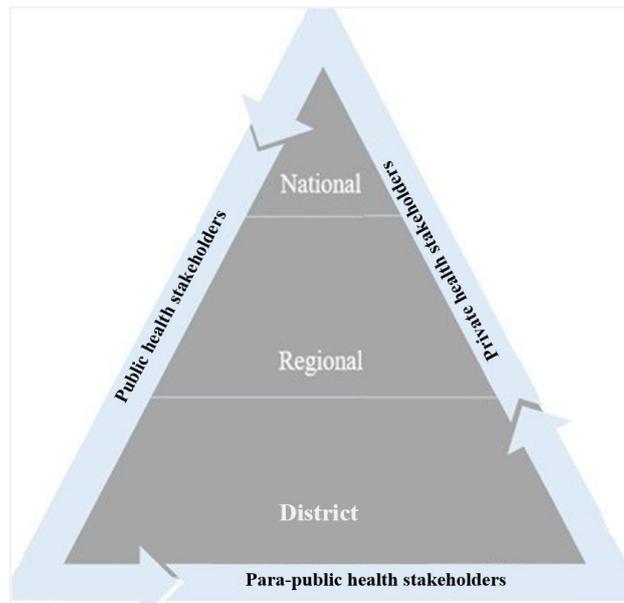


Fig. 3. Health system stakeholders and its pyramidal organisation in Gabon

Organised into 10 health regions and 51 health districts, the Gabonese health system is composed of 1043 health structures, the main ones being three university hospital centres (CHU), nine regional hospital centres (CHR), 51 medical centres (CM) and two large hospitals with a capacity comparable to that of a CHU [73].

II. Methods and Tools

The implementation of a HIS requires taking into account all the processes that contribute to the production of data and the dissemination of information. This makes it possible to highlight the sequence of activities enabling the transformation of data into information, information into knowledge and knowledge into action [73]. Thus, in order to define the different relationships between the data structures, we first collected data from semi-directive interviews with the different health actors involved in these processes. From the data collected, we then proposed a model of the DMIS based on two modelling methods.

- Process method, using the bizagi software, a tool for designing architecture models in information systems development [83]. This allowed us to describe and represent the different data collection processes in the Gabonese health information system ;
- The French Merise information system analysis and design method, using Looping software, to design a conceptual data model (CDM) based on the actors identified as interacting at different levels of the processes previously identified and formalized.

2.1. Analyzing the different interactions in the data production process and modelling the DMIS

As a DMIS is fed with data by operational systems (clinical information system, in the context of our study), which produce and make available data relevant to the management, it

was therefore essential for us to analyze the various activities that take place in the production of data in the context of health settings. This enabled to describe the different interactions between the actors involved in the data production process. This description highlights the sequence of medical care activities with the production of various types of data. Insofar, as the operational level (which represents the various sources of information) is digitalized, the data integration needs are easily taken care of by simply developing an Extraction, Transformation and Load (ETL) process that would ensure the processing and loading of the data into a DW [84]. In the case where at the level of data production the production processes are not digitalized, we consider that for the needs of steering, health monitoring (and not medical follow-up or care), it is important in a context of limited settings to propose a digitalized integration framework with all the processes, from data production to information dissemination.

2.1.1. Data production process

The production of data that feeds the DMIS is based on a set of activities that are associated with medical diagnoses carried out in a medical service (operational system). During the medical diagnosis phase, the Patient is identified as the central entity around which the Medical Staff performs all the activities associated with the medical consultation, which produces a set of data. These data are mainly, and not exclusively, constituted of three types :

- **Socio-demographic data** : which is information related to age, gender, nationality, place of residence, date of consultation, etc., for both the patient and the provider.
- **Economic data** : which is information associated with the patient's insurance status, including social security, occupation, co-payment, etc.
- **Clinical data** : which include diagnosis, drug prescription and type of examination, etc.

Traditionally, when the system is not digitalized, all raw data are recorded on paper. Data processing at all levels becomes problematic. Indeed, at all decision-making levels, data are processed and aggregated manually (Figure 4). In that case, their semantic structuring, at least to give them a semantic coherence, is done in a very subjective way. Manual matching is carried out subjectively by data managers or statisticians who proceed to the semantic matching of local medical concepts with other standard concepts of terminological reference systems such as the International Classification of Disease (ICD10) for diagnoses, the Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) for drugs, etc.

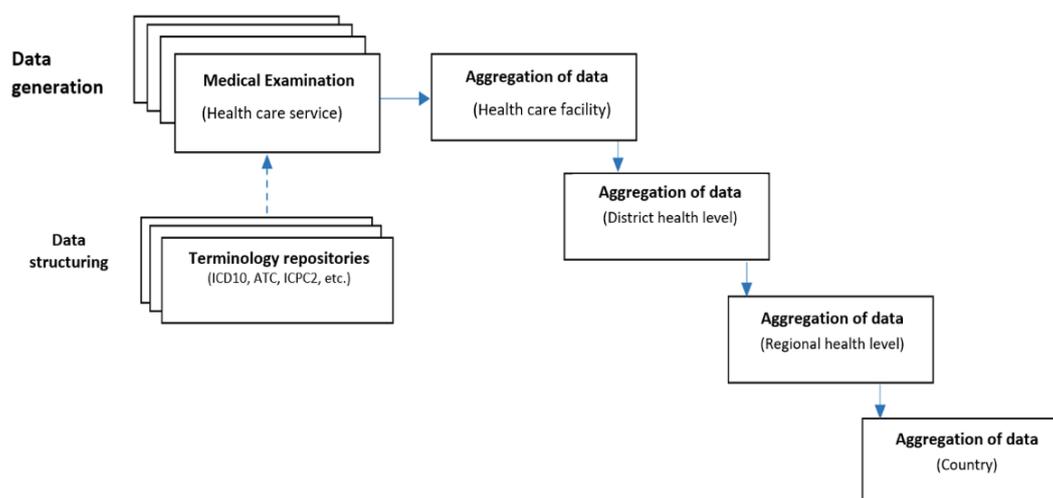


Fig. 4: Production process of the source and group requirements graph

The construction of our database model, on which the DMIS to be set up will be based, has therefore taken all these elements into account.

2.1.2. Conceptual modelling of the DMIS

The design of the DMIS that took into account the data production processes (bottom-up approach) and the users' needs (top-down approach). This allowed us to identify five decision-making levels for the construction of the DMIS (Table 1).

Table 1 : Levels of data production and use for decision-making

Levels	Type of link between the different levels	Type of data production and use for decision-making
Countries	Composed of one or more health regions, but a health region belongs to one and only one country.	4 th level of data aggregation. The country aggregates data from all health regions for national decision-making.
Regional health level	Composed of one or more health districts, but a health district belongs to one and only one health region.	3 rd level of data aggregation. The health region aggregates data from all health district level for regional decision-making.
District health level	Composed of one or more health facilities, but a health facility belongs to one and only one health district.	2 nd level of data aggregation. The health district level aggregates the data from the health care facilities for decision-making at health district level.
Health care facility	Composed of one or more health care services, but a health care service belongs to one and only one health care facility	1 st level of data aggregation. The facility aggregates data from all health care services for decision-making at the facility level.
Health care service	Produces data during one or several medical consultations per day, but a medical consultation can occur at one and only one medical service.	The health care service is the primary producer of data, as it provides various medical services including but not limited to drug prescriptions, medical examinations, and medical diagnoses on behalf of the medical facility to which it belongs. The service is therefore the producer of all medical data in the health system.

Conceptually, the model is based on a relational database model (Figure 5). The objective is to propose a DMIS that integrate all the different data for Relational On-Line Analytical Processing (ROLAP) solution to be performed in order to allow multidimensional analysis of the data.

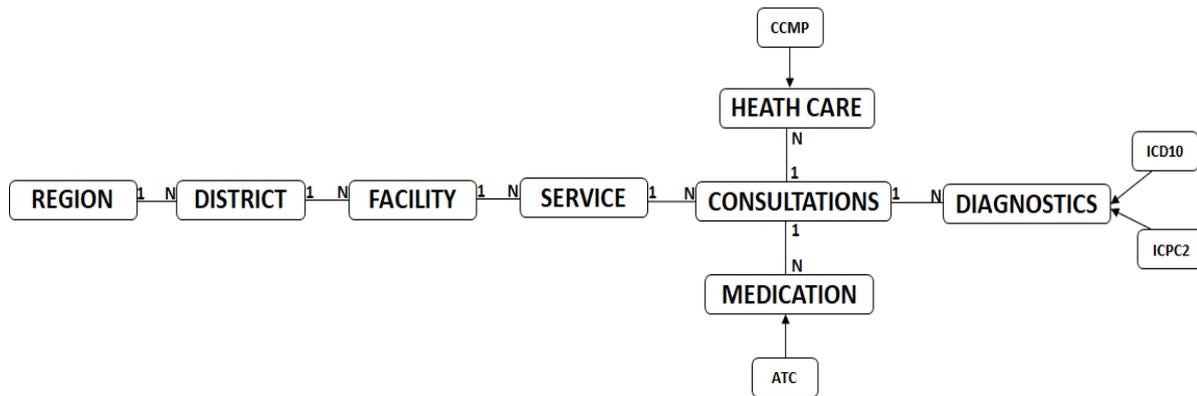


Fig. 5. Data warehouse proposed Conceptual data model

In our conceptual data model, each decision-making level was organized as a table and tables were linked together by logical relationships. These relationships make it possible to identify all existing correlations between the data stored in these different tables which facilitates their extraction and loading into a table generated using SQL queries.

The structuring of data before they are loaded into the data warehouse has always been one of the major obstacles to the implementation of DMIS [27], [29], [85], [86]. In organizations where the operational level is computerised, this constraint is often solved by the use of an ETL tool that extracts and transforms the data before it is loaded into the data warehouse. That allows a significant gain in terms of data production time, with efficiency and precision in terms of data quality.

As our framework is set-up in a context where most of the operational systems are not computerised, for example in developing countries [87], in order to have semantically consistent data, we first developed a separate algorithm to help perform semantic matching of data in a semi-automatic way.

Then, from this algorithm, a flat file of the matched terms is extracted, then is integrated into the developed application in order to help to obtain a semantically consistent meaning of the data in the system. Thus in this file charged, all local, unstructured concepts are matched to corresponding standard concepts contained in standard terminologies such as ICD10 [85].

For the multidimensional representation of the data, we used the ROLAP approach. The latter from a table containing the results (primary keys and structured data of the different tables), generated by an SQL query (Figure 6), allowed to perform all analyses from several decision angles.

```

SELECT RegionName, DistrictName, FacilityName, ServiceName, ConsultationDate,
AgeOfconsulted, SexOfconsulted, NationalityOfconsulted, LocalConcept,
StandardConcept, ConsultationNumber
FROM
Region, District, Facility, Service, Consultation, Diagnostic, Medication, Health_care
WHERE
Region.RegionName=District.RegionName
AND District.DistrictName=Facility.DistrictName
AND Facility.FacilityName=Service.FacilityName
AND Service.ServiceName= Consultation.ServiceName
AND Conculatation.FacilityName=Diagnostic.FacilityName
AND Conculatation.ServiceName=Diagnostic.ServiceName
AND Conculatation.ConsultationNumber=Diagnostic.ConsultationNumber
AND Conculatation.FacilityName=Medication.FacilityName
AND Conculatation.ServiceName=Medication.ServiceName
AND Conculatation.ConsultationNumber=Medication.ConsultationNumber
AND Conculatation.FacilityName=Health_care.FacilityName
AND Conculatation.ServiceName=Health_care.ServiceName
AND Conculatation.ConsultationNumber=Health_care.ConsultationNumber;

```

Fig. 6. SQL query generating the fact table of the proposed model

The query of figure 6 makes it possible to store raw data at the finest possible level of granularity and to avoid manual processing (extraction, transformation and loading) of data before they are integrated into the data warehouse.

A materialized view (which we could assimilate to a fact table) using the primary keys of all other tables as foreign keys retrieves data from all relational tables (Figure 7).

Thus, we have designed the following simple multidimensional star model :

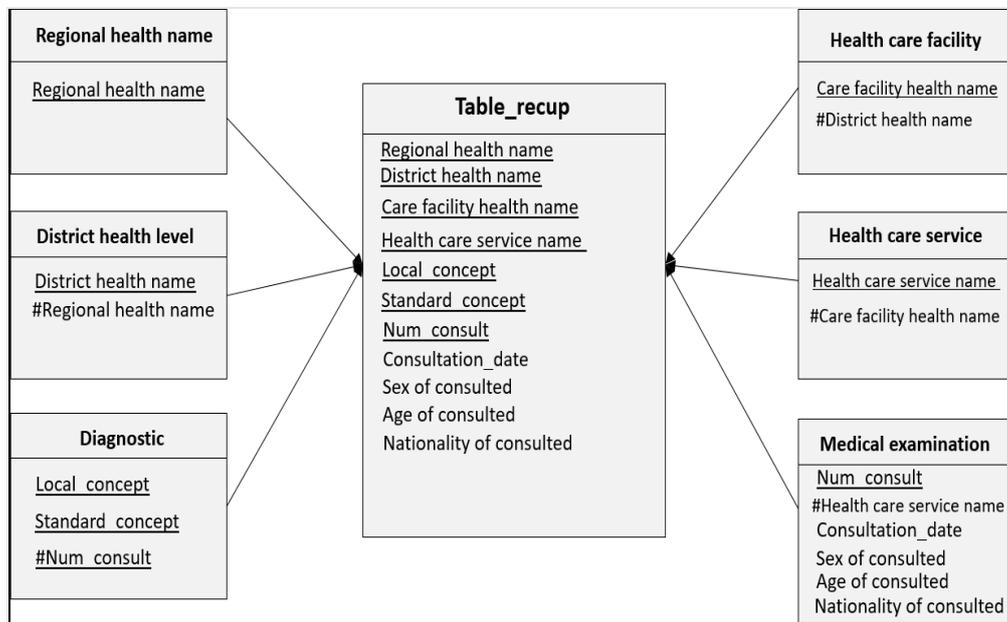


Fig. 7. Example of a star diagram of the model centred on a join query

Geographical location dimensions

- Regional health level (*Regional health name*) ;
- District health level (*district health name, Regional health name*) ;

- Health care facility (*Healthcare facility name, administrative category, district health name*) ;
- Health care service (*Healthcare service name, Healthcare facility name*) ;

Medico-administrative dimensions

- Consultation (*Num examination, examination Date, patient sex, patient age, patient nationality, ConsultationResidence, ServiceID*) ;
- Diagnosis (*CodeICD10/ICPC2, local concept (diagnosis), standard concept (diagnosis), Num examination*) ;
- Drug (*ATC code, local concept, standard concept, Num examination*) ;
- Laboratory (*CodeLOINC, local concept, standard concept, Num examination*).

Table of facts

- Retrieval table (*Regional health name, district health name, Healthcare facility name, Healthcare service name, Num examination, CodeICD10/ICPC2, CodeATC, CodeLOINC, Examination date, patient sex, patient age, patient nationality, patient habitation, local concept (diagnosis) standard concept (diagnosis), local concept (medicine), standard concept (medicine), local concept (biology), standard concept (biology), etc.*).

In contrast to the current health information system in Gabon, where data are aggregated manually, the model allows the automatic integration of data and to perform relevant analyses and visualizations with more detailed levels of granularity. In this model, we have the possibility to provide meaningful information from the data taking into account the time, (e.g. day, week, month, year, etc.), the geographical location of the data (health department, health region and country), etc.

III. Design, implementation and evaluation of the DMIS

3.1. Design of the DMIS

The data warehouse was implemented the MySQL relational Data Base management System (DBMS) with a multidimensional ROLAP data model.

The implemented system, Routine Info, has a general interface allowing the user to connect using a login and password attached to one of the decision levels (health service, health facility, health district, regional health and country) which constitute at the same time the different connection profiles to the tool with functionalities distributed as in the table hereunder (Table2).

Table 2 : Functionalities of the tool's connection profiles

Functionalities Profiles	Create a record	Record clinical data	Match local concepts to standard concepts in terminology repositories	Update data entered (delete, modify, add)	Analyze and perform multidimensional cross-checking of data	Visualize data	Exporting service data
Health care service profile	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Health care facility profile				✓	✓	✓	✓
District health profile				✓	✓	✓	✓
Regional health profile				✓	✓	✓	✓
Country profile				✓	✓	✓	✓

3.2. Implementation of the DMIS

In order to scale up Routine Info, we chosen to implement it in two health regions in Gabon. For two months, it was routinely used simultaneously in a health center, a regional hospital and a university hospital. Data managers in these facilities were asked to enter raw data (clinical, demographic and socioeconomic data) available in medical registers (recorded on paper format) into Routine Info. The objective was to compare the quality of the data reported with that produced by the traditional system used within the HIS in Gabon.

During the two months of usage, actual data from various medical consultations were integrated into the database in near real time. For reporting purposes, the Tableau 2020.1 software was connected to this database for data analysis and visualization (please see the figure 8 for an example).

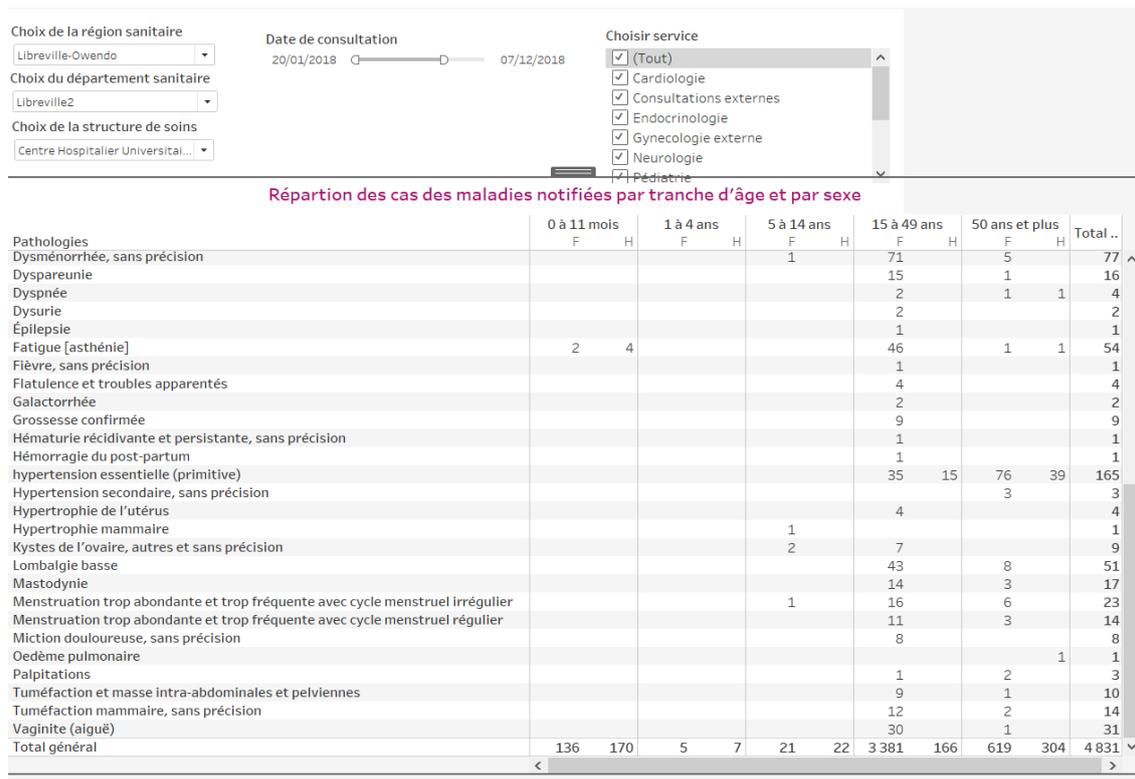


Fig.8. Example of data visualization with country profile (report in French).

It could be observed from figure 8, some results of multivariate analysis at country level. It shows the different cross-tabulations of data associated with the medical examinations recorded January 20, 2018 until July 12, 2018 in the health care service of the University Hospital Center (UHC) of Libreville, which is located in the Libreville 2 health district, and itself part of the Libreville-Owendo regional health division. At the country level, the decision maker, has then the possibility to explore data associated with the different medical examinations.

3.3. Evaluation of the DMIS

To scale up the model, a pilot implementation phase was carried out over a period of two months in health facilities in two of Gabon's ten health regions. These two health regions represent 49% of the general population, 34% of health professionals and 32% of health facilities in Gabon [88].

At the end of this pilot phase, Routine Info was evaluated. To do this, users who participated in this phase were interviewed.

This evaluation was based on three determinants contributing to the achievement of data quality :

- The ability to have fully recorded data ;
- The ability to facilitate verification of data accuracy ;
- The ability to have all data available in a timely manner.

The evaluation method used was a comparative one, whereby the surveyed users filled in two different questionnaires with identical questions to evaluate and compare Routine Info with the traditional system. The questionnaires consisted in the following items :

- *Does the proposed system have a database that stores all data recorded in the facility on a daily basis ?*
- *Does the proposed system allow for automatic data recording ?*
- *Does the system allow for real-time data entry of all the data contained in the register ?*
- *Does the system allow for the timely production of statistics ?*
- *How many days on average can the user have the statistics with the proposed system ?*
- *With the proposed system, did the user produce the previous month's report on time (by the 5th of the current month) ?*
- *Is it possible to disaggregate the data in the system ?*
- *With the proposed system, is it possible to disaggregate the data and check its conformity with the data contained in the register of a given service ?*
- *Is it possible to check the accuracy of the data with the proposed system ?*
- *What percentage of completeness does the user think is achievable with the system ?*
- *Is it possible to automatically aggregate the data of a service with the help of the system ?*
- *How do you rate the process of processing national health information (NHIS) data with the proposed system ?*

The collected data made it possible to carry out a qualitative analysis with the calculation of the frequencies and scores associated with these assessment criteria. Using the McNemar test, we compared the scores associated with these assessment criteria obtained with the two systems.

IV. Results

At the end of this comparative evaluation, 14 users consisting of three (03) women and 11 men were surveyed. Overall, they had an average age of 43 years (± 7 years) and 12 years (± 1 year) of seniority in managing NHIS data. Specifically, there was no statistically significant

difference between women and men in terms of either age ($p=0.47$) or seniority in the NHIS HIS ($p=0.90$).

The 14 users surveyed came from several backgrounds among whom statisticians and data managers were the most numerous and represented respectively 36% and 29% of all users surveyed (Figure 9).

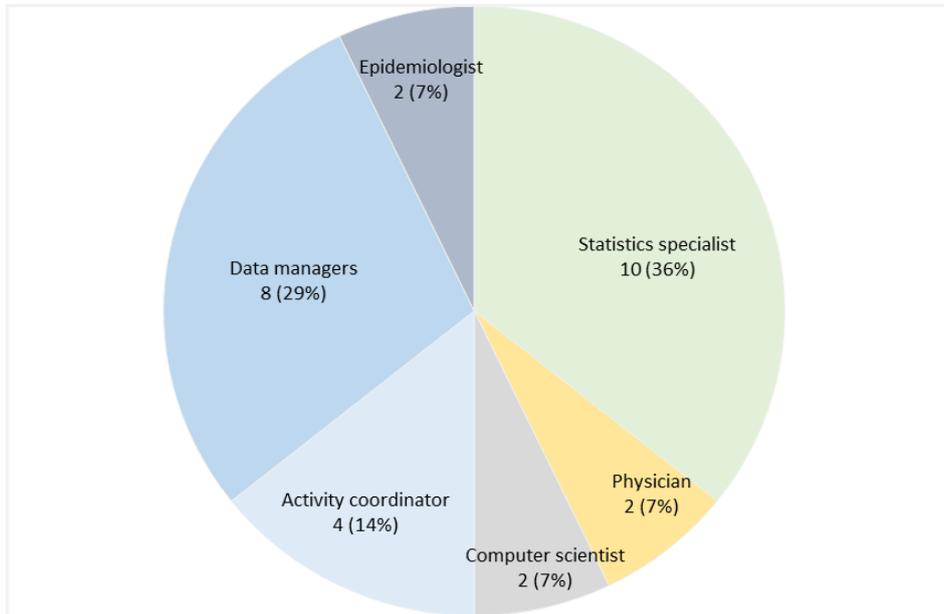


Fig. 9. Distribution of surveyed users

4.1. Capabilities of the tools to produce quality data

From the Figure 10, we shortly describe the results the analysis of the questionnaires watching the capacity of the tools to produce quality data.

- In terms of the ability to have all data available in a timely manner, 96% of users believed that the Routine Info meets the criteria. For the traditional system, however, their responses show that only 18% of the criteria are met. Two criteria were used to assess the system's ability to provide all data in a timely manner. These were the ability to produce monthly reports on time and the ability to generate statistics/indicators on time. In relation to these two criteria, the Routine Info was rated by 93% and 100% of users respectively, while the traditional system was rated by 7% and 11% respectively.
- With regard to the ability to facilitate the verification of data accuracy, users consider that the Routine Info meets 100% of the criteria defining this ability. For the traditional system, on the other hand, their responses show that only 18% of the criteria are met. Two criteria were used to assess this capacity. These were the ability to compare the data in the tool with the data in the register and the ability to have the registered data detailed at the finest possible level of granularity. In relation to these

two criteria, 100% of the users think that the Routine Info fulfils both criteria, whereas in the case of the traditional system, the users estimate these two criteria at 11% and 7% respectively.

- Regarding the ability to have fully recorded data, the results show that for the users, the Routine Info tool meets the criteria for this ability at 93%. For the traditional system, however, their responses show that only 12% of the criteria are met. Three criteria were used to assess this capacity. These were the ability to capture all the actual data in the register, the ability to process (aggregate) data automatically and the ability to integrate (save) data. About these three criteria, users think that the Routine Info fulfils them 100%, 86% and 93% respectively, whereas users think that the traditional system fulfils them 14%, 7% and 14% respectively.

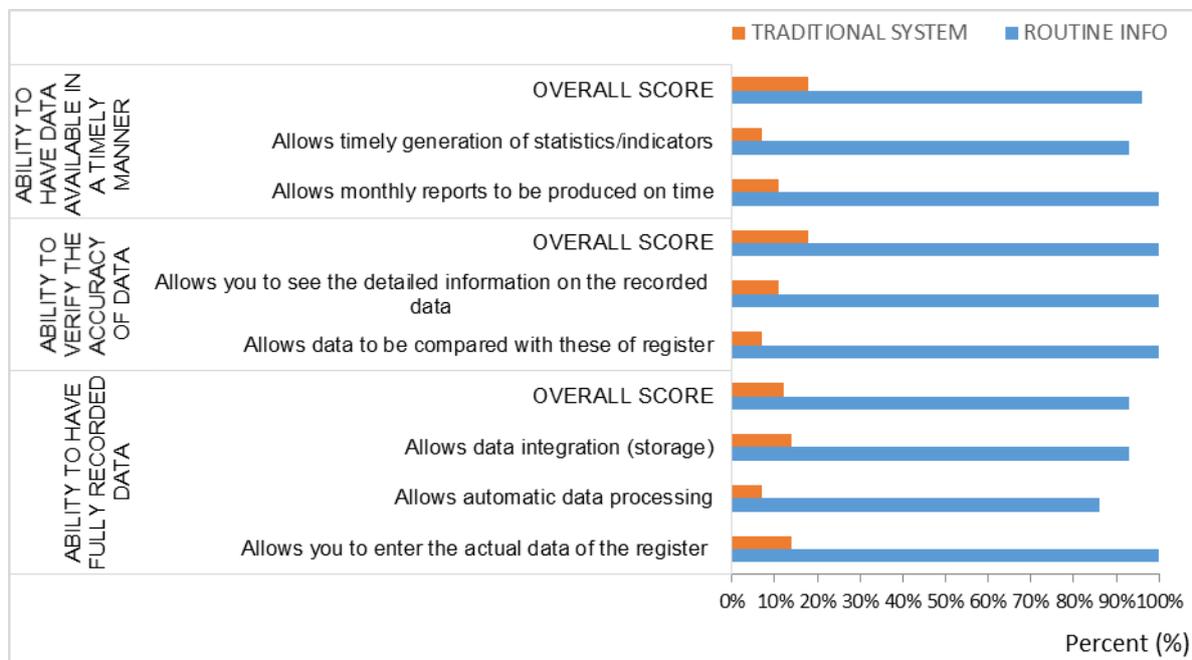


Fig.10. Comparative results on the ability of the tools to produce quality data

Overall, users felt that the Routine Info tool had a better ability to produce quality data than the traditional system. The results presented in Table 3 show that between the two tools, the scores for all data quality evaluation and measurement criteria (completeness, accuracy and timeliness) are statistically different ($p < 0.0001$).

Table 3. Comparison of the capacity to produce quality data for each tool

Scores	Traditional system	Routine Info	p
Sore by report ability to have completely recorded data	12	93	<0.0001
Data readiness score	18	96	<0.0001
Score in relation to the verification of the accuracy of the data	18	100	<0.0001

The use of the Routine Info has enabled users to have access to data on a daily basis, which allows them to make decisions quickly based on this data. The latter estimate that with the Routine Info, it is possible to have data within an average of one day, whereas it takes an average of 21 days to have data with the traditional system. These results show that the Routine Info significantly ($p < 0.0001$) improves data availability times compared to the traditional system

During the test phase of the Routine Info, users were able to integrate all the data available in the registers, which according to them, improved the quality of the data in terms of completeness. The majority (86%) of respondents stated that the Routine Info can achieve more than 80% completeness, in contrast to the traditional system, where 85% of respondents estimated less than 50% completeness sustainable with this tool (Table 4).

Table 4. Comparison of the completeness of the data estimated for each tool by fourteen users surveyed

Estimated completeness achievable by the tool in percent (%)	Traditional system N (%)	Routine Info N (%)
<30	01 (07)	00 (00)
[30 – 50[11 (78)	00 (00)
[50 – 80[01 (07)	02 (14)
80≥	01 (07)	12 (86)

On the whole, the users were satisfied with the use of the Routine Info as it could be observed in figure 11. Indeed, when asked "How do you rate the NHIS data processing process with the proposed system ?", 42% and 58% of the users think that the process is respectively good and very good with the Routine Info. Whereas with the former traditional system, only 21% of the users think that this process is good and 72% declare it less good.

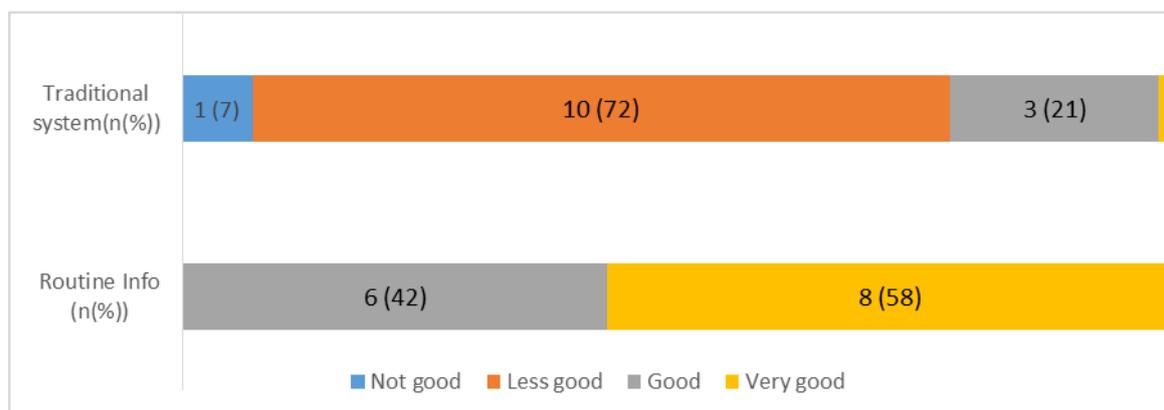


Fig. 11. Satisfaction of users with the two tools

V. Discussion

The reported work in this paper illustrates a model and a framework for improving the inadequacy of information systems in countries with limited digital infrastructure, with a particular focus in Gabon. It constitutes the first initiative at this scale in the country. This inadequacy is often characterised by a low level of digitalization of the main data sources (operational systems), which leads to manual processing of health data. As a consequence, the quality is affected, so that the data is often incomplete, inconsistent, produced with a long delay and very often not accurate. Tested and evaluated in two regions representative of the ten health regions in Gabon, the feedback from the users shows that the proposed approach contributes to improving data quality, and helps to address the problems of data collection, data storage and multidimensional data processing that are often found in health systems in developing countries [48]. While various initiatives are conducted with international donors to improve HIS in these countries, in particular, to have quality data, unfortunately these initiatives were never sustained after the donors withdrew. Indeed, the multitude of non-harmonised tools makes it very difficult for the data manager to collect data in the sense that he or she has to manually fill in all the tools sent to them.

5.1. Challenges of data capture and quality

The design and implementation of a system based on a relational database approach, which integrates all data production processes, is a real challenge to facilitate the collection and structuring of data available in paper format registers. It helped to structure the different data and made semantically coherent data recorded in the different tables of the system. Further, it helps to meet another major challenge which is that of improving data quality. This systematically excludes manual and subjective manipulation, despite the absence of digitalized operational systems as is the case in a context of assertive digital transformation. Indeed, in a context of sufficient digital maturity, many platforms such as i2b2 [27], EHO [29] have simply used ETL tools to extract and transform data to the platform model before loading [84].

As an ETL tool cannot be used because the data is not digitised at the source level, the problem of centralising the data is therefore taken into account by an SQL query which carries out the selection of the relevant medical data in the various tables and makes them persistent in an extraction table. The latter is a materialized view of the data on which several analyses can be carried out. As the common model of the OMOP platform represents the common structure of the data in OMOP on which all possible processing of the data is performed, the materialized view (considered as a retrieval table), resulting from the SQL query of Routine

Info, is therefore the main table on which all processing around the data will be done. However, the platform has the distinct advantage of integrating a natural language processing program to automatically structure the free text data of the electronic patient records [85].

5.2. Challenges of multidimensional data storage and processing

It is in fact from the retrieval table (materialized view of the data) that all the relevant data for decision support are centralized, thus allowing users to dynamically generate the various statistics. This model, which records the data from the department in which it is produced, now excludes manual processing to fill in the multiple tools that make the data manager's work repetitive and laborious. Also, the verification of the accuracy of the data by comparing the observations of the reports and registers is therefore taken into account upstream. This makes it easier to assess the quality of data, e.g. with the Performance of Routine Information System Management (PRISM) approach [5].

The implemented system makes it possible to disaggregate data from the country level down to the service level and to see whether the data contained therein really reflect those present in the production sources (e.g. consultation registers). In a context of insufficient digital infrastructure at the level of the operating systems, with for example non-computerized clinical information systems, as can be observed in several information systems [86], this model responds well to the question of automatic extraction and integration of data by avoiding manual processing (pre-processing) of data. Indeed, because of the non-existence of digitised transactional databases, a first processing consisting in counting the data by type of diagnosis, type of medication, etc. is often carried out by staff members before filling in the totals in data warehouses. This approach, which our framework now avoids, did not allow for the most detailed analyses. This is because the data aggregated manually and entered into the data warehouse are not related to their primary sources, which makes it very difficult to check the accuracy or completeness of the data, for example.

This proposed model and framework, therefore, has the advantage of acting as a transactional database for data integration into other platforms. And, especially for health information systems in many developing countries that use the DHIS2 platform. Indeed, the DHIS2 platform is very generally populated at the district level from pre-processed, manually aggregated data, whereas for more detail and better quality of the data [33], it is necessary to integrate the structure level which is already taken into account in our model. In terms of the fragmentation of information systems, which multiplies the collecting tools for health structures, the current work provides a solution in that a data manager will only have to query the database to fill in the various collecting tools.

VI. Conclusion

The proposed model and framework integrates all the processes of data collection, processing and dissemination, thus providing complete, accurate and near real-time data. Indeed, since data collection is mainly done at the level of the service in which these data are produced, and since the data are used at all levels for decision-making, our approach contributes significantly to ensuring the improvement of data quality for the management of health systems in the context of limited settings. In addition, the approach also allows for multidimensional analysis and the provision of dashboards necessary for monitoring and evaluating health programme indicators both at the national and local level.

Abbreviations

UHC : University Hospital Center

DW: Data warehouse

DHIS: District Health Information System

PRISM: Performance of Routine Information System Management

DMIS: Decision-making information system

Declarations

Ethics approval and consent to participate

This study did not incorporate the practical aspects arising from ethical principles, such as man and respect for human dignity.

Consent for publication

All authors consent to publication

Availability of data and material

Not applicable

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests

Funding

This work was financially supported by the E-Gabon National Health Information System (SNIS) project and the World Bank. The lead author, a PhD student in public health specialising in medical informatics, received funding from the project to support his work. However, the project played no role in the design of the study, data collection, and analysis, interpretation of the data and writing of the manuscript. The National Health Information System (SNIS) E-Gabon project and the World Bank found no objection to the publication of the results of this study.

Authors' contributions

APK designed the research project and wrote the first draft of the manuscript. ROM contributed with modelling and computer development inputs. GD and EBN validated the methodological approach and improved the manuscript in English. All authors participated in the final revision of the manuscript, corrected and approved the manuscript for submission.

Acknowledgements

We would like to thank the World Bank, the SIS E-Gabon project, the project team, the managers of the Libreville-Owendo and Ouest-Estuaire health regions, and their respective health staff.

Synthèse du chapitre 7

A la lumière des travaux présentés dans les chapitres précédents, ce chapitre résume un processus de conception et de validation d'un modèle de système d'information décisionnel en santé adapté à un contexte où les systèmes de production des données sont limités en termes d'infrastructure numérique. En prenant en compte toutes les insuffisances de gouvernance organisationnelle et technique du SIS du Gabon, notamment sa fragmentation, l'absence de référentiel sémantique, de cadre d'interopérabilité, la qualité faible des données, etc., nous avons donc proposé un modèle de SIS qui s'appuie sur une base de données relationnelle testée et validée dans les structures de soins au Gabon. Il ressort qu'en l'absence des systèmes d'information cliniques ou hospitaliers suffisamment informatisés, le modèle proposé permet de stocker et agréger toutes les données associées aux différents niveaux de la pyramide sanitaire (du service de santé au niveau pays) et servir également de base de données transactionnelle pour l'intégration des données dans d'autres plateformes manuellement renseignées telles que l'entrepôt des données DHIS2. Ce qui répond à la question d'intégration et d'extraction automatique des données et d'éviter un traitement manuel de celles-ci. Les résultats de son évaluation ont montré que, la qualité des données, déterminante pour la performance d'un SIS était nettement améliorée. En effet, le modèle permet au SIS de disposer des données dans un délai moyen d'un jour, contre un délai moyen de 21 jours dans l'ancien système. Aussi, selon 86% des utilisateurs enquêtés, la qualité des données en termes de complétude est améliorée à plus de 80% et concernant l'acceptabilité du SIS proposé, 42% des utilisateurs estiment que l'outil est bon et 58% estiment que l'outil est très bon.

DISCUSION ET CONCLUSION GENERALE DE LA THESE

La bonne qualité des données constitue entre autres, un des éléments permettant de définir la performance d'un système d'information contribuant à soutenir des décisions stratégiques au sein d'une organisation. Au niveau de l'organisation sanitaire, un système d'information performant permet donc d'assurer l'efficacité et l'efficience, en ce sens qu'il met à la disposition de cette organisation sanitaire, des données de qualité, nécessaires pour faire des choix pertinents pour l'atteinte des objectifs en santé. Dès lors, développer un système d'information performant devient un défi majeur pour tout système de santé. Toutefois, il est à noter que, relever ce défi présuppose l'existence à la base des systèmes opérants (système d'information clinique, système d'information hospitalier, etc.), bien structurés avec une infrastructure numérique suffisante. Car, pour soutenir la décision stratégique, les SID s'appuient et puisent leurs données à partir de ces systèmes opérants positionnés au niveau périphérique où ils réalisent des activités opérationnelles pour l'ensemble de l'organisation. C'est donc à partir des activités réalisées à un niveau opérationnel que sont générées toutes les données permettant aux SID de soutenir les décisions stratégiques de l'organisation. Ainsi donc, on peut comprendre qu'une bonne organisation du niveau opérationnel facilite le bon fonctionnement du système décisionnel. En d'autres termes, la construction et la mise en œuvre des systèmes d'information pour l'aide au pilotage doit tenir compte du contexte. Ce qui naturellement limiterait l'argument d'un modèle classique de SID organisés systématiquement autour de trois systèmes [20]. En effet, autant cet argument aura tout son mérite dans les systèmes ayant un niveau opérationnel bien structuré, autant il sera difficile de soutenir cet argument dans les systèmes ayant un niveau faible de digitalisation [46]. On peut donc comprendre que la démarche de mise en œuvre des SID peut varier selon que l'on soit dans un contexte où les systèmes opérants sont suffisamment informatisés ou dans un contexte avec des systèmes connaissant des limites en matière d'informatisation. Cela dit, toute entreprise de mise en œuvre des SID, nécessite au préalable une connaissance du contexte pour ne pas toujours appliquer la même démarche partout.

Dans un contexte où les systèmes opérants sont suffisamment informatisés, on peut avoir au sein d'un hôpital par exemple tous les processus de prise en charge des patients informatisés, notamment l'existence d'un dossier patient électronique. Dans un tel hôpital, on ne peut qu'observer un nombre considérable de données structurées ou semi-structurées à cause de l'existence d'un dossier patient informatisé. Il est certes vrai que la structuration des données n'est pas souvent standardisée pour tous les services d'un hôpital ou pour les différents hôpitaux d'un système de santé, mais on peut néanmoins reconnaître un effort de structuration

qui est faite à ce niveau opérant. Cela est donc de nature à faciliter, quelle que soit la manière (ETL, ELT, Ontologie, indexation, etc.), l'extraction des données à formater au modèle proposé par les entrepôts des données selon les besoins au niveau décisionnel. Il existe donc diverses possibilités de représenter les données à intégrer dans les entrepôts. Toutefois, malgré différentes possibilités de représenter les données, les entrepôts des données conçus dans ce contexte ont l'avantage de disposer des données numérisées au niveau opérant. Pour les besoins décisionnels, il s'agira tout simplement pour eux, de transformer leur structure des données en les rendant conforme à la représentation des données attendue dans un entrepôt des données bien précis. Cette analyse peut être soutenue par les résultats de certains travaux scientifiques. Par exemple, l'étude de Klann [27], qui montre que, dans le cadre du projet PCORnet, une approche axée sur l'ontologie a été utilisée pour extraire les données du dossier patient informatisé afin de les charger et stocker dans l'entrepôt des données i2b2. Ces données chargées et stockées sous un modèle en étoile sont interrogées à partir d'une table de faits pour répondre aux besoins des différentes analyses multidimensionnelles.

D'autres initiatives existent, c'est le cas du projet OHDSI où, à partir d'un modèle commun des données OMOP [31], on utilise un ETL pour extraire les données cliniques afin de les charger dans i2b2 avec plusieurs tables de faits. C'est donc à partir de ses tables de faits que sont exécutées des requêtes pour répondre aux besoins d'analyse multidimensionnelle.

Même dans le cas des données semi-structurées ou non structurées comme du texte libre contenu dans le dossier patient, leur intégration dans un entrepôt des données peut être possible grâce à une indexation aux textes contenus dans les documents source. On peut d'ailleurs comprendre cette démarche dans l'étude de Delamarre [29] avec la plateforme eHop qui utilise une approche ELT pour extraire des données biomédicales des documents numériques des patients. Ces données intégrées et stockées dans une table des faits et indexées à leurs documents sources contenus dans les dossiers des patients sont interrogées pour réaliser des analyses multidimensionnelles.

On voit bien que quelle que soit la démarche utilisée dans un contexte pourvu en infrastructure numérique, il y a à la base une disponibilité des données déjà numérisées.

Ce qui n'est pas le cas dans un contexte où les systèmes opérants sont insuffisamment informatisés. Dans ce contexte, le développement des SIS performants est encore bien loin d'être un exercice simple. En effet, limités en infrastructures numériques, il est difficile de trouver à la base des systèmes opérants informatisés. Cela rend, difficile l'intégration et le stockage de données dans des entrepôts des données décisionnel et la démarche décrite par Teste [20], est difficilement applicable dans ce contexte. En effet, les systèmes opérants

n'étant pas très souvent informatisés, on fait face de plus en plus à des données non structurées, très souvent en texte libre et consignées sur des supports au format papier. A ce niveau, en lieu et place des outils ETL, ELT, des ontologies ou encore des indexations de texte, on fait plutôt face à des traitements manuels des données avant leur intégration et stockage dans les entrepôts des données [89]. Ces manipulations manuelles des données semblent être en l'état actuel l'alternative la plus répandue pour renseigner l'entrepôt des données DHIS2. Faute d'infrastructures suffisante, les initiatives visant à utiliser des moyens technologiques pour renseigner la plateforme DHIS2 ont souvent connu des difficultés. C'est l'exemple du projet OpenMRS soutenu par le partenariat international pour la santé (IHP+) et partenariat pour les statistiques au service du développement au XXIe siècle (PARIS21). Dans ce projet, la construction du SIS n'ayant pas été faite dans une approche systémique, il a été difficile techniquement de structurer les données d'OpenMRS à l'aide de SDMX et de les charger dans DHIS2 [48]. Quelle que soit l'approche utilisée pour la mise en œuvre des SID dans ce contexte de ressources numériques limitées, on constate toujours que les données produites sont de faible qualité, notamment en termes de complétude, de promptitude, d'exactitude, etc. Une étude [68] confirme ce problème de données de qualité insuffisante observée dans le système d'information en santé du Bénin. Il est clair qu'aussi longtemps que le traitement des données pour leur intégration dans les entrepôts des données se fera manuellement, aussi longtemps perdurera le problème lié à la qualité des données, ce qui constitue un obstacle à la capacité de certains systèmes de santé à réagir de façon efficace et efficiente aux besoins en santé. Un dilemme se pose alors « *besoin des données de qualité- traitement manuel des données* », comment faire ? D'autant plus que très peu des systèmes opérants sont informatisés et utilisent des supports papiers pour consigner leurs données [17]. La donnée de qualité étant indispensable pour prendre des décisions adéquates en matière de santé, il est nécessaire « de penser à de nouveaux processus de flux de travail qui nécessitent que les données soient accessibles et saisies dans un système informatique » [90]. Cette vision oblige à faire une analyse du contexte, comprendre les besoins des utilisateurs (niveau opérationnel) et des décideurs (niveau décisionnel), ce qui permet de proposer un SID adapté à chacun des contextes.

Les préalables de mise en œuvre d'un SID performant, répondant à la démarche classique (Système opérant- système d'information- système décisionnel), étant insuffisamment réunis dans le contexte gabonais. Les gestionnaires des données ont généralement eu du mal à mettre en œuvre leurs systèmes d'information sanitaire, d'où la production souvent tardive des données, très souvent incomplètes et incohérentes [68]. Ce qui n'est pas de nature à aider

efficacement les décideurs dans leurs prises de décisions. Dans ce travail de thèse, nous sommes donc partis de l'idée qu'un système informatique intégrant tous les processus de production et de stockage des données pouvait permettre au système d'information sanitaire du Gabon de disposer des données de qualité pour l'aide à la décision. Ainsi donc, après une analyse fournie du contexte de l'étude, nous avons d'une part, apprécié les forces et les faiblesses (organisationnelles et techniques) du système existant, et d'autre part, identifié les facteurs d'influence sur la qualité des données produites. Par la suite, nous avons proposé un modèle unifié de SID, testé dans deux régions sanitaires au Gabon et validé à partir des données des structures de soins desdites régions sanitaires.

Nous parlons de modèle unifié parce que l'approche utilisée est bien loin des approches qu'on aurait utilisées si à la base les données étaient numérisées. Sans utiliser des moyens des ETL, ELT, Ontologie, Indexation, etc., pour extraire les données décisionnelles, notre modèle intègre la saisie des toutes les données brutes consignées sur des dossiers patients au format papier dans une seule base des données relationnelle. Les traitements et les analyses multidimensionnelles des données rendues possibles grâce une vue matérialisée des données nécessaires pour la décision générée par une requête SQL.

Les résultats de l'évaluation du SID, rassurent que ce système conçu en prenant en compte les besoins de tous les niveaux de la pyramide sanitaire, pourra soutenir la coordination de toutes les parties prenantes engagées dans le processus de collecte, traitement, analyse et diffusion des données. Toutefois, nous suggérons que ce modèle validé soit appuyé par son appropriation par le Ministère en charge de la santé, ce qui permettra d'assurer son ancrage institutionnel solide dans le système de santé du Gabon. Cela aura également l'avantage de contraindre les bailleurs de fonds qui parfois décident de mettre en place des systèmes parallèles à se conformer et d'aligner leurs besoins en données au système d'information dont le leadership est assuré par le Ministère en charge de la santé.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] L. Berti-Équille et al., « Assessment and analysis of information quality: a multidimensional model and case studies », *Int. J. Inf. Qual.*, vol. 2, no 4, p. 300-323, janv. 2011, doi: 10.1504/IJIQ.2011.043780.
- [2] K. Kerr, T. Norris, et R. Stockdale, « Data Quality Information and Decision Making: A Healthcare Case Study », p. 11, 2007.
- [3] « Des données sanitaires de qualité pour des systèmes de santé plus efficaces ». <https://www.who.int/fr/news-room/feature-stories/detail/more-than-numbers-how-better-data-is-changing-health-systems> (consulté le mai 11, 2021).
- [4] « WHO | Civil registration of deaths », WHO. http://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/registered_deaths/text/en/ (consulté le mai 06, 2021).
- [5] Y. Glèlè Ahanhanzo, E.-M. Ouendo, A. Kpozèhouen, A. Levêque, M. Makoutodé, et M. Dramaix-Wilmet, « Data quality assessment in the routine health information system: an application of the Lot Quality Assurance Sampling in Benin », *Health Policy Plan.*, vol. 30, no 7, p. 837-843, 2015.
- [6] W. H. Organization, « Everybody's business—strengthening health systems to improve health outcomes: WHO's framework for action », 2007.
- [7] E. Hazel, E. Wilson, A. Anifalaje, T. Sawadogo-Lewis, et R. Heidkamp, « Building integrated data systems for health and nutrition program evaluations: lessons learned from a multi-country implementation of a DHIS 2-based system », *J. Glob. Health*, vol. 8, no 2, doi: 10.7189/jogh.08.020307.
- [8] H. Brand, P. Achterberg, et J. Wilkinson, *Promoting better integration of health information systems: best practices and challenges*. WHO Regional Office for Europe, 2015.
- [9] R. Reix, B. Fallery, M. Kalika, et F. Rowe, « Systèmes d'Information et Management des Organisations-7ème édition », 2016.
- [10] A. Baba-Moussa, S. P. Barry, et K. Dramé, « Renforcement des systèmes de santé dans les pays de la région africaine de l'OMS: Répondre au défi », *Bur. Reg. L'OMS Pour L'Afrique Brazzaville Health Syst. Reprod. Health Spec.*, no 14.

- [11] W. H. Organization, « Everybody's business—strengthening health systems to improve health outcomes: WHO's framework for action », 2007.
- [12] M. Fieschi et J.-C. Dufour, *Traitement des données en santé: approches systémiques*, vol. 9. ISTE Group, 2018.
- [13] C. Romeyer et N. Fabbe-Costes, « Les obstacles à la mise en oeuvre des SICAH:(Systèmes d'Informations Centrés sur les Activités Hospitalières) », *Logistique Manag.*, vol. 12, no 1, p. 63-82, 2004.
- [14] COSP, « Rapport d'évaluation du système national d'information sanitaire », Ministère de la santé (Gabon), 2012.
- [15] C. AbouZahr et T. Boerma, « Health information systems: the foundations of public health », *Bull. World Health Organ.*, vol. 83, p. 578-583, 2005.
- [16] P. Degoulet, « Systèmes d'information hospitaliers », 2007.
- [17] T. Palé, « La médecine connectée et l'Afrique: soigner des indigents sans infrastructures? », *Commun. Technol. Dév.*, no 6, 2018.
- [18] D. Tabutin et B. Masquelier, « Tendances et inégalités de mortalité de 1990 à 2015 dans les pays à revenu faible et intermédiaire », *Population*, vol. 72, no 2, p. 227-307, 2017.
- [19] K. Saleh et B. F. Couttolenc, « Le financement de la santé en République gabonaise ».
- [20] O. Teste, « Modélisation et manipulation des systèmes OLAP: de l'intégration des documents à l'utilisateur », PhD Thesis, Université Paul Sabatier-Toulouse III, 2009.
- [21] F. Ravat, O. Teste, et G. Zurfluh, « Modélisation multidimensionnelle des systèmes décisionnels », p. 12.
- [22] G. Colliat, « OLAP, relational, and multidimensional database systems », *ACM SIGMOD Rec.*, vol. 25, no 3, p. 64-69, sept. 1996, doi: 10.1145/234889.234901.
- [23] E. F. CODD, « Providing OLAP (On-line Analytical Processing) to User-Analysts : An IT Mandate », <http://www.arborsoft.com/papers/coddTOC.html>, 1993, Consulté le: juin 17, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10020853884/>
- [24] M. Riveill, M.-C. Pellegrini, O. Potonniée, et R. Marvie, « Adaptabilité des applications pour des usagers mobiles », OCM 2000, 2000.

- [25] M. Fieschi, « La gouvernance de l'interopérabilité sémantique est au cœur du développement des systèmes d'information en santé », Rapp. À Minist. Santé Sports, 2009.
- [26] A. Doucet et G. Jomier, Bases de données et Internet: modèles, langages et systèmes. Hermès Science, 2001.
- [27] J. G. Klann, A. Abend, V. A. Raghavan, K. D. Mandl, et S. N. Murphy, « Data interchange using i2b2 », J. Am. Med. Inform. Assoc., vol. 23, no 5, p. 909-915, 2016.
- [28] K. B. Waghlikar, P. Dessai, J. Sanz, M. E. Mendis, D. S. Bell, et S. N. Murphy, « Implementation of informatics for integrating biology and the bedside (i2b2) platform as Docker containers », BMC Med. Inform. Decis. Mak., vol. 18, no 1, p. 1-6, 2018.
- [29] D. Delamarre, G. Bouzille, K. Dalleau, D. Courtel, et M. Cuggia, « Semantic integration of medication data into the EHOP clinical data warehouse », Stud. Health Technol. Inform., vol. 210, p. 702-706, 2015.
- [30] J. Pasco, B. Campillo-Gimenez, L. Guillon, et M. Cuggia, « Pré-screening et études de faisabilité: l'apport des entrepôts de données de cliniques », Rev. DÉpidémiologie Santé Publique, vol. 67, p. S96, 2019.
- [31] C. Rinner, D. Gezgin, C. Wendl, et W. Gall, « A Clinical Data Warehouse Based on OMOP and i2b2 for Austrian Health Claims Data. », in eHealth, 2018, p. 94-99.
- [32] L. Guigue et C. Richard, « Le Big data en Santé préfigure-t-il la « médecine 3.0 » ? », Hegel, vol. N° 3, no 3, p. 273, 2014, doi: 10.4267/2042/54093.
- [33] J. Karuri, P. Waiganjo, D. Orwa, et A. Many, « DHIS2: The Tool to Improve Health Data Demand and Use in Kenya », J. Health Inform. Dev. Ctries., vol. 8, no 1, Art. no 1, mars 2014, Consulté le: juill. 22, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://jhdc.org/index.php/jhdc/article/view/113>
- [34] World Health Organization, Everybody's business: strengthening health systems to improve health outcomes: WHO's framework for action. Geneva: World Health Organization, 2007.
- [35] S. Tizio, « Quelle légitimité pour les politiques de santé face aux objectifs de développement durable ? », Dév. Durable Territ. Économie Géographie Polit. Droit Sociol., no Dossier 3, Art. no Dossier 3, févr. 2004, doi: 10.4000/developpementdurable.1159.

- [36] C. N. Chaulagai et al., « Design and implementation of a health management information system in Malawi: issues, innovations and results », *Health Policy Plan.*, vol. 20, no 6, p. 375-384, nov. 2005, doi: 10.1093/heapol/czi044.
- [37] C. Touré, B. Keugoung, J.-P. Dossou, et B. Meesse, « Du système d'information sanitaire à l'intelligence collective », Consulté le, vol. 20, 2017.
- [38] C. AbouZahr et T. Boerma, « Health information systems: the foundations of public health », *Bull. World Health Organ.*, vol. 83, p. 578-583, 2005.
- [39] Y. G. Ahanhanzo, L. T. Ouedraogo, A. Kpozèhouen, Y. Coppieters, M. Makoutodé, et M. Wilmet-Dramaix, « Factors associated with data quality in the routine health information system of Benin », *Arch. Public Health*, vol. 72, no 1, p. 1-8, 2014.
- [40] A. Alwan et al., « Strengthening national health information systems: challenges and response », *East. Mediterr. Health J. Rev. Sante Mediterr. Orient. Al-Majallah Al-Sihhiyah Li-Sharq Al-Mutawassit*, vol. 22, no 11, p. 840-850, févr. 2017, doi: 10.26719/2016.22.11.840.
- [41] J. Braa, O. Hanseth, A. Heywood, W. Mohammed, et V. Shaw, « Developing Health Information Systems in Developing Countries: The Flexible Standards Strategy », *MIS Q.*, vol. 31, no 2, p. 381-402, 2007, doi: 10.2307/25148796.
- [42] G. B. Cline et J. M. Luiz, « Information technology systems in public sector health facilities in developing countries: the case of South Africa », *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 13, no 1, p. 1-12, 2013.
- [43] J. I. Sæbø, E. K. Kossi, O. H. Titlestad, R. R. Tohouri, et J. Braa, « Comparing strategies to integrate health information systems following a data warehouse approach in four countries », *Inf. Technol. Dev.*, vol. 17, no 1, p. 42-60, 2011.
- [44] A. Aqil, T. Lippeveld, et D. Hozumi, « PRISM framework: a paradigm shift for designing, strengthening and evaluating routine health information systems », *Health Policy Plan.*, vol. 24, no 3, p. 217-228, 2009.
- [45] O. Seitio-Kgokgwe, R. D. C. Gauld, P. C. Hill, et P. Barnett, « Development of the National Health Information Systems in Botswana: Pitfalls, prospects and lessons », *Online J. Public Health Inform.*, vol. 7, no 2, p. e210, juill. 2015, doi: 10.5210/ojphi.v7i2.5630.

- [46] A. BAKAR, Y. SHEIKH, et B. SULTAN, « Opportunities and challenges of open source software integration in developing countries: case of Zanzibar health sector », *J. Health Inform. Dev. Ctries.*, vol. 6, no 2, 2012.
- [47] J. Braa et al., « Comprehensive yet scalable health information systems for low resource settings: a collaborative effort in Sierra Leone », in *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2010, vol. 2010, p. 372.
- [48] W. Mutale et al., « Improving health information systems for decision making across five sub-Saharan African countries: Implementation strategies from the African Health Initiative », *BMC Health Serv. Res.*, vol. 13, no 2, p. 1-12, 2013.
- [49] L. Y. Ousmane, G. Karara, M. Nyssen, et F. Verbeke, « Extraction automatique d'indicateurs de santé des systèmes d'informations de soins: le projet Global Health Barometer », *J. Health Inform. Afr.*, vol. 1, no 1, 2013.
- [50] M. Miquel, « Contribution à la modélisation des données et des traitements dans le contexte décisionnel », 2005.
- [51] P. Jacquemot, « Les systèmes de santé en Afrique et l'inégalité face aux soins », *Afr. Contemp.*, no 3, p. 95-97, 2012.
- [52] C. Cecchi, « La place de l'information dans la décision en santé publique », *Santé Publique*, vol. 20, no 4, p. 387-394, 2008.
- [53] V. Jouhet, F. Mouglin, B. Bréchat, et F. Thiessard, « Building a model for disease classification integration in oncology, an approach based on the national cancer institute thesaurus », *J. Biomed. Semant.*, vol. 8, no 1, p. 1-12, 2017.
- [54] R. Ologeanu-Taddei et G. Paré, « Technologies de l'information en santé: un regard innovant et pragmatique », *Syst. Inf. Manag.*, vol. 22, no 1, p. 3-8, 2017.
- [55] C.-O. Bagayoko, J.-C. Dufour, S. Chaacho, O. Bouhaddou, et M. Fieschi, « Open source challenges for hospital information system (HIS) in developing countries: a pilot project in Mali », *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 10, no 1, p. 1-13, 2010.
- [56] M. A. Mapatano et L. Piripiri, « Quelques erreurs courantes d'analyse d'un système d'information sanitaire (RD Congo) », *Santé Publique*, vol. 17, no 4, p. 551-558, 2005.
- [57] J.-F. Guégan, G. Suzàn Azpiri, S. Kati-Coulibaly, D. Nkoko Bonpamgue, et J.-P. Moatti, « L'ODD 3, ou la nécessité d'une approche de santé globale », *Un Défi Pour Planète Object. Dév. Durable En Débat IRD Marseille*, p. 107-120, 2017.

- [58] Ministère de la santé (Gabon), « Plan national de développement sanitaire 2017-2021 », 2016.
- [59] J.-P. D'Altilia, *Système d'information sanitaire*. Editions L'Harmattan, 2005.
- [60] E. Kihuba, A. Gheorghe, F. Bozzani, M. English, et U. K. Griffiths, « Opportunities and challenges for implementing cost accounting systems in the Kenyan health system », *Glob. Health Action*, vol. 9, no 1, p. 30621, 2016.
- [61] M. Fieschi, « Les données du patient partagées: la culture du partage et de la qualité des informations pour améliorer la qualité des soins », *Rapp. Au Minist. Santé Fam. Pers. Handicap.*, vol. 1, 2003.
- [62] E. Makita-Ikouaya, J.-M. Milleliri, et J.-P. Rudant, « Place de la médecine traditionnelle dans le système de soins des villes d'Afrique subsaharienne: le cas de Libreville au Gabon », *Cah. Détudes Rech. Francoph.*, vol. 20, no 4, p. 179-188, 2010.
- [63] N. Fabbe-Costes et C. Romeyer, « La traçabilité des activités de soins par les systèmes d'information hospitaliers: état des lieux », *Logistique Manag.*, vol. 12, no sup1, p. 119-133, 2004.
- [64] P. Lepère, B. Tchounga, et D. K. Ekouevi, « Digital Health in Francophone Sub-Saharan Africa: Catching Up! », *Med. Sante Trop.*, vol. 27, no 4, p. 342-345, 2017.
- [65] T. Pham et A. Antoine, « La génération des connaissances au secours du management de projet? Le cas du système d'information d'un établissement de santé », *Manag. Int. Manag. Int.*, vol. 16, p. 75-87, 2012.
- [66] T. Lippeveld, R. Sauerborn, C. Bodart, et W. H. Organization, *Design and implementation of health information systems*. World Health Organization, 2000.
- [67] H. Belay et T. Lippeveld, « Inventory of PRISM framework and tools: application of PRISM tools and interventions for strengthening routine health information system performance », *Chap. Hill*, 2013.
- [68] Y. G. Ahanhanzo, J. Saizonou, A. Wodon, B. Dujardin, M. Wilmet-Dramaix, et M. Makoutodé, « Implication des agents de santé dans la conception des outils de collecte de données au Bénin », *Sante Publique (Bucur.)*, vol. 27, no 2, p. 241-248, 2015.
- [69] D. T. Jamison et al., « Disease control priorities in developing countries », 2006.
- [70] P. Jacquemont, « Les systèmes de santé en Afrique mis à l'épreuve? », *Policy Cent. New South Policy Brief PB*, p. 20-32, 2020.

- [71] M. Kebe, C. Kouassi, I. Sawadogo, R.-R. Tohouri, et J. Chauffour, Evaluation de la performance de la gestion du système d'information sanitaire de routine (PRISM) au Burkina Faso (2018). 2020.
- [72] G.-S. BIGNOUMBA, « Les nouveaux outils de gouvernance côtière au Gabon », *Rev. Géographie Trop. D'Environnement*, vol. 1, p. 43-51, 2018.
- [73] Ministère de la santé, « Rapport de la cartographie des équipements, des usages et perceptions des TIC au Gabon », Gabon, oct. 2016.
- [74] D. R. Hotchkiss, A. Aqil, T. Lippeveld, et E. Mukooyo, « Evaluation of the Performance of Routine Information System Management (PRISM) framework: evidence from Uganda », *BMC Health Serv. Res.*, vol. 10, no 1, p. 188, juill. 2010, doi: 10.1186/1472-6963-10-188.
- [75] C. O. Bagayoko, C. Boyer, et A. Geissbühler, « Les informations médicales en ligne dignes de confiance: étude des spécificités en Afrique francophone », in *Risques, Technologies de l'Information pour les Pratiques Médicales*, Springer, 2009, p. 287-298.
- [76] T. Pale, « La médecine connectée et l'Afrique: soigner des indigents sans infrastructures? », *Commun. Technol. Dév.*, no 6, Art. no 6, déc. 2018, doi: 10.4000/ctd.627.
- [77] A. L. Osornio, D. Luna, M. L. Gambarte, A. Gomez, G. Reynoso, et F. G. B. de Quirós, « Creation of a local interface terminology to SNOMED CT », *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 129, no Pt 1, p. 765-769, 2007.
- [78] S. Cossin et al., « ROMEDI, une terminologie médicale française pour la détection des médicaments en texte libre », *Artif. Intell. Platf. Nancy*, 2018.
- [79] A. Tchechmedjiev, A. Abdaoui, V. Emonet, S. Zevio, et C. Jonquet, « SIFR annotator: ontology-based semantic annotation of French biomedical text and clinical notes », *BMC Bioinformatics*, vol. 19, no 1, p. 1-26, 2018.
- [80] W. H. Inmon, « The data warehouse and data mining », *Commun. ACM*, vol. 39, no 11, p. 49-51, 1996.
- [81] P. Vassiliadis, A. Simitsis, et S. Skiadopoulos, « Conceptual modeling for ETL processes », in *Proceedings of the 5th ACM international workshop on Data Warehousing and OLAP*, 2002, p. 14-21.

- [82] A. P. Koumamba et al., « État des lieux du système d'information sanitaire du Gabon », *Sante Publique (Bucur.)*, vol. Vol. 32, no 4, p. 407-417, 2020.
- [83] O. Gjoni, « Bizagi Process Management Suite as an Application of the Model Driven Architecture Approach for Developing Information Systems », *Acad. J. Interdiscip. Stud.*, vol. 3, no 6, p. 475-475, 2014.
- [84] M. Bruley, « Propos sur le développement d'un système d'information décisionnel », URL [Httpwww Decideo FrbruleyPropos-Sur--Dev.--Un-Syst.--Inf.-Decis. A24 Html](http://www.Decideo.fr/bruleyPropos-Sur--Dev.--Un-Syst.--Inf.-Decis. A24 Html) Consulté, vol. 2, no 09, p. 2013, 2010.
- [85] D. Dinh et L. Tamine, « Vers un modèle d'indexation sémantique adapté aux dossiers médicaux de patients », *Conférence Francoph. En Rech. Inf. Appl. CORIA 2010*, p. 325-336, 2010.
- [86] Y. Si et C. Weng, « An OMOP CDM-Based Relational Database of Clinical Research Eligibility Criteria », *Stud. Health Technol. Inform.*, vol. 245, p. 950-954, 2017.
- [87] C. Bagayoko, « Mise en place d'un système d'information hospitalier en Afrique francophone: cinz@ n, étude et validation du modèle au Mali », PhD Thesis, Aix-Marseille 2, 2010.
- [88] E. Makita-Ikouaya, J. B. Mombo, J. M. Milleliri, et J. P. Rudant, « Étude de la morbidité exprimée à Libreville (Gabon) en 2008 », *Med. Sante Trop.*, vol. 23, no 3, p. 324-327, 2013.
- [89] J. Karuri, P. Waiganjo, D. Orwa, et A. Many, « DHIS2: The Tool to Improve Health Data Demand and Use in Kenya », *J. Health Inform. Dev. Ctries.*, vol. 8, no 1, Art. no 1, mars 2014, Consulté le: mai 06, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://jhidc.org/index.php/jhidc/article/view/113>
- [90] G. B. Cline et J. M. Luiz, « Information technology systems in public sector health facilities in developing countries: the case of South Africa », *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 13, no 1, p. 1-12, 2013.