



**HAL**  
open science

# **Les indicateurs de qualité dans les systèmes d'information hospitaliers dans le domaine de la biologie médicale : revue de littérature**

Carine Périgard

## **► To cite this version:**

Carine Périgard. Les indicateurs de qualité dans les systèmes d'information hospitaliers dans le domaine de la biologie médicale : revue de littérature. Médecine humaine et pathologie. 2015. <dumas-01162781>

**HAL Id: dumas-01162781**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01162781v1>**

Submitted on 11 Jun 2015

**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.



HAL Authorization



N°

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

ANNEE 2015

**THESE POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE**

(Diplôme d'Etat)

PAR

**Mademoiselle PERIGARD Carine Danielle Andrée**

Née le 26 février 1986 à Verdun (55)

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 21 mai 2015

**Les indicateurs de qualité dans les systèmes d'information hospitaliers dans le domaine de la biologie médicale :**

**Revue de littérature**

Président de jury : Monsieur le Professeur Stefan DARMONI

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Matthieu SCHUERS

Par délibération en date du 3 mars 1967, la faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2014 - 2015**

**U.F.R. DE MEDECINE ET DE-PHARMACIE DE ROUEN**

-----

**DOYEN :** **Professeur Pierre FREGER**

**ASSESEURS :** **Professeur Michel GUERBET**  
**Professeur Benoit VEBER**  
**Professeur Pascal JOLY**  
**Professeur Stéphane MARRET**

<b>I - MEDECINE</b>
---------------------

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**

Mr Frédéric <b>ANSELME</b>	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle <b>AUQUIT AUCKBUR</b>	HCN	Chirurgie plastique
Mr Bruno <b>BACHY</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Chirurgie pédiatrique
Mr Fabrice <b>BAUER</b>	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya <b>BEKRI</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Jacques <b>BENICHOU</b>	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Jean-Paul <b>BESSOU</b>	HCN	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
Mme Françoise <b>BEURET-BLANQUART</b>	HCN	Commission E.P.P. D.P.C. Pôle Qualité
<i>(surnombre)</i>		
Mr Guy <b>BONMARCHAND</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Réanimation médicale
Mr Olivier <b>BOYER</b>	UFR	Immunologie
Mr Jean-François <b>CAILLARD</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Médecine et santé au travail
Mr François <b>CARON</b>	HCN	Maladies infectieuses et tropicales

Mr Philippe <b>CHASSAGNE</b>	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Vincent <b>COMPERE</b>	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Antoine <b>CUVELIER</b>	HB	Pneumologie
Mr Pierre <b>CZERNICHOW</b>	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas <b>DACHER</b>	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan <b>DARMONI</b>	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre <b>DECHELOTTE</b>	HCN	Nutrition
Mme Danièle <b>DEHESDIN</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Frédéric <b>DI FIORE</b>	CB	Cancérologie
Mr Fabien <b>DOGUET</b>	HCN	Chirurgie Cardio Vasculaire
Mr Jean <b>DOUCET</b>	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard <b>DUBRAY</b>	CB	Radiothérapie
Mr Philippe <b>DUCROTTE</b>	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Frank <b>DUJARDIN</b>	HCN	Chirurgie orthopédique - Traumatologique
Mr Fabrice <b>DUPARC</b>	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric <b>DURAND</b>	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand <b>DUREUIL</b>	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène <b>ELTCHANINOFF</b>	HCN	Cardiologie
Mr Thierry <b>FREBOURG</b>	UFR	Génétique
Mr Pierre <b>FREGER</b>	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François <b>GEHANNO</b>	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel <b>GERARDIN</b>	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille <b>GERARDIN</b>	HCN	Pédopsychiatrie
Mr Michel <b>GODIN</b> ( <i>surnombre</i> )	HB	Néphrologie
M. Guillaume <b>GOURCEROL</b>	HCN	Physiologie
Mr Philippe <b>GRISE</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Urologie
Mr Olivier <b>GUILLIN</b>	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier <b>HANNEQUIN</b>	HCN	Neurologie
Mr Fabrice <b>JARDIN</b>	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie <b>JOLY</b>	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal <b>JOLY</b>	HCN	Dermato - Vénérologie

Mme Annie <b>LAQUERRIERE</b>	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent <b>LAUDENBACH</b>	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Xavier <b>LE LOET</b>	HCN	Rhumatologie
Mr Joël <b>LECHEVALLIER</b>	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé <b>LEFEBVRE</b>	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry <b>LEQUERRE</b>	HB	Rhumatologie
Mr Eric <b>LEREBOURS</b>	HCN	Nutrition
Mme Anne-Marie <b>LEROI</b>	HCN	Physiologie
Mr Hervé <b>LEVESQUE</b>	HB	Médecine interne
Mme Agnès <b>LIARD-ZMUDA</b>	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves <b>LITZLER</b>	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand <b>MACE</b>	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David <b>MALTETE</b>	HCN	Neurologie
Mr Christophe <b>MARGUET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Isabelle <b>MARIE</b>	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul <b>MARIE</b>	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc <b>MARPEAU</b>	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane <b>MARRET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique <b>MERLE</b>	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre <b>MICHEL</b>	HCN	Hépatogastro-entérologie
Mr Bruno <b>MIHOUT</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Neurologie
Mr Jean-François <b>MUIR</b>	HB	Pneumologie
Mr Marc <b>MURAINÉ</b>	HCN	Ophtalmologie
Mr Philippe <b>MUSETTE</b>	HCN	Dermatologie - Vénérologie
Mr Christophe <b>PEILLON</b>	HCN	Chirurgie générale
Mr Jean-Marc <b>PERON</b> ( <i>surnombre</i> )	HCN	Stomatologie et chirurgie maxillo-faciale
Mr Christian <b>PFISTER</b>	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe <b>PLANTIER</b>	HCN	Bactériologie - Virologie
Mr Didier <b>PLISSONNIER</b>	HCN	Chirurgie vasculaire
Mr Bernard <b>PROUST</b>	HCN	Médecine légale
Mr François <b>PROUST</b>	HCN	Neurochirurgie
Mme Nathalie <b>RIVES</b>	HCN	Biologie du développement et de la reproduction

Mr Jean-Christophe <b>RICHARD</b> ( <i>détachement</i> )	HCN	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Horace <b>ROMAN</b>	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Jean-Christophe <b>SABOURIN</b>	HCN	Anatomie - Pathologie
Mr Guillaume <b>SAVOYE</b>	HCN	Hépatogastrologie
Mme Céline <b>SAVOYE-COLLET</b>	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale <b>SCHNEIDER</b>	HCN	Pédiatrie
Mr Michel <b>SCOTTE</b>	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne <b>TAMION</b>	HCN	Thérapeutique
Mr Luc <b>THIBERVILLE</b>	HCN	Pneumologie
Mr Christian <b>THUILLEZ</b>	HB	Pharmacologie
Mr Hervé <b>TILLY</b>	CB	Hématologie et transfusion
Mr Jean-Jacques <b>TUECH</b>	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre <b>VANNIER</b>	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît <b>VEBER</b>	HCN	Anesthésiologie - Réanimation chirurgicale
Mr Pierre <b>VERA</b>	CB	Biophysique et traitement de l'image
Mr Eric <b>VERIN</b>	CRMP	Médecine physique et de réadaptation
Mr Eric <b>VERSPYCK</b>	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier <b>VITTECOQ</b>	HB	Rhumatologie
Mr Jacques <b>WEBER</b>	HCN	Physiologie

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle <b>BARBIER-FREBOURG</b>	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Jeremy <b>BELLIEN</b>	HCN	Pharmacologie
Mme Carole <b>BRASSE LAGNEL</b>	HCN	Biochimie
Mme Valérie <b>BRIDOUX HUYBRECHTS</b>	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard <b>BUCHONNET</b>	HCN	Hématologie
Mme Mireille <b>CASTANET</b>	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie <b>CHASTAN</b>	HCN	Physiologie
Mme Sophie <b>CLAEYSSENS</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse <b>COEFFIER</b>	HCN	Nutrition
Mr Stéphanie <b>DERREY</b>	HCN	Neurochirurgie
Mr Manuel <b>ETIENNE</b>	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Serge <b>JACQUOT</b>	UFR	Immunologie
Mr Joël <b>LADNER</b>	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste <b>LATOCHE</b>	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas <b>MOUREZ</b>	HCN	Bactériologie
Mr Jean-François <b>MENARD</b>	HCN	Biophysique
Mme Muriel <b>QUILLARD</b>	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Vincent <b>RICHARD</b>	UFR	Pharmacologie
Mr Mathieu <b>SALAUN</b>	HCN	Pneumologie
Mme Pascale <b>SAUGIER-VEBER</b>	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire <b>TOBENAS-DUJARDIN</b>	HCN	Anatomie
Mr Olivier <b>TROST</b>	HCN	Chirurgie Maxillo Faciale

## PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mme Dominique <b>LANIEZ</b>	UFR	Anglais
Mr Thierry <b>WABLE</b>	UFR	Communication

## II - PHARMACIE

### PROFESSEURS

Mr Thierry <b>BESSON</b>	Chimie Thérapeutique
Mr Jean-Jacques <b>BONNET</b>	Pharmacologie
Mr Roland <b>CAPRON</b> (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean <b>COSTENTIN</b> (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle <b>DUBUS</b>	Biochimie
Mr Loïc <b>FAVENNEC</b> (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre <b>GOULLE</b>	Toxicologie
Mr Michel <b>GUERBET</b>	Toxicologie
Mme Isabelle <b>LEROUX - NICOLLET</b>	Physiologie
Mme Christelle <b>MONTEIL</b>	Toxicologie
Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b> (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth <b>SEGUIN</b>	Pharmacognosie
Mr Rémi <b>VARIN</b> (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie <b>VAUGEOIS</b>	Pharmacologie
Mr Philippe <b>VERITE</b>	Chimie analytique

### MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile <b>BARBOT</b>	Chimie Générale et Minérale
Mme Dominique <b>BOUCHER</b>	Pharmacologie
Mr Frédéric <b>BOUNOURE</b>	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam <b>CHAGRAOUI</b>	Physiologie
Mr Jean <b>CHASTANG</b>	Biomathématiques
Mme Marie Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b> santé	Législation pharmaceutique et économie de la

Mme Elizabeth <b>CHOSSON</b>	Botanique
Mme Cécile <b>CORBIERE</b>	Biochimie
Mr Eric <b>DITTMAR</b>	Biophysique
Mme Nathalie <b>DOURMAP</b>	Pharmacologie
Mme Isabelle <b>DUBUC</b>	Pharmacologie
Mr Abdelhakim <b>ELOMRI</b>	Pharmacognosie
Mr François <b>ESTOUR</b>	Chimie Organique
Mr Gilles <b>GARGALA</b> (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla <b>GHARBI</b>	Chimie analytique
Mme Marie-Laure <b>GROULT</b>	Botanique
Mr Hervé <b>HUE</b>	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia <b>LE GOFF</b>	Parasitologie - Immunologie
Mme Hong <b>LU</b>	Biologie
Mme Sabine <b>MENAGER</b>	Chimie organique
Mr Mohamed <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mme Malika <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mme Christine <b>THARASSE</b>	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric <b>ZIEGLER</b>	Biochimie

### **PROFESSEURS ASSOCIES**

Mme Cécile <b>GUERARD-DETUNCQ</b>	Pharmacie officinale
Mr Jean-François <b>HOUIVET</b>	Pharmacie officinale

### **PROFESSEUR CERTIFIE**

Mme Mathilde <b>GUERIN</b>	Anglais
----------------------------	---------

### **ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE**

Mr Jérémie <b>MARTINET</b>	Immunologie
----------------------------	-------------

### **ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

Mr Romy <b>RAZAKANDRAINIBE</b>	Parasitologie
Mr François <b>HALLOUARD</b>	Galénique

## LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile <b>BARBOT</b>	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry <b>BESSON</b>	Chimie thérapeutique
Mr Roland <b>CAPRON</b>	Biophysique
Mr Jean <b>CHASTANG</b>	Mathématiques
Mme Marie-Catherine <b>CONCE-CHEMTOB</b>	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth <b>CHOSSON</b>	Botanique
Mr Jean-Jacques <b>BONNET</b>	Pharmacodynamie
Mme Isabelle <b>DUBUS</b>	Biochimie
Mr Loïc <b>FAVENNEC</b>	Parasitologie
Mr Michel <b>GUERBET</b>	Toxicologie
Mr François <b>ESTOUR</b>	Chimie organique
Mme Isabelle <b>LEROUX-NICOLLET</b>	Physiologie
Mme Martine <b>PESTEL-CARON</b>	Microbiologie
Mme Elisabeth <b>SEGUIN</b>	Pharmacognosie
Mr Mohamed <b>SKIBA</b>	Pharmacie galénique
Mr Philippe <b>VERITE</b>	Chimie analytique



## ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

### PROFESSEURS

Mr Serguei <b>FETISSOV</b> (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul <b>MULDER</b> (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su <b>RUAN</b> (med)	Génie Informatique

### MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil <b>ADRIOUCH</b> (med)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle <b>BOUGEARD-DENOYELLE</b> (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine <b>CLEREN</b> (phar)	Neurosciences (Néovasc)
Mme Pascaline <b>GAILDRAT</b> (phar)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas <b>GUEROUT</b> (phar)	Neurophysiologie
Mr Antoine <b>OUVRARD-PASCAUD</b> (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric <b>PASQUET</b>	Sciences du langage, orthophonie
Mme Isabelle <b>TOURNIER</b> (phar)	Biochimie (UMR 1079)

### **CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE**

*HCN - Hôpital Charles Nicolle*

*HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME*

*CB - Centre Henri Becquerel*

*CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray*

*CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation      SJ - Saint Julien Rouen*

# Remerciements

---

Merci aux membres de mon jury d'avoir accepté de juger mon travail.

Le Professeur Stéphan Darmoni pour avoir accepté de présider ce jury. Merci de vos précieux conseils tout au long de ce travail et de votre disponibilité. Merci de ce semestre à CiSMéF, vous avez su tirer de moi plus que ce qui me semblait possible.

Professeur Céline Savoye-Collet : vous me faites l'honneur de juger mon travail. Veuillez recevoir l'expression de ma respectueuse gratitude.

Professeur Jean-Christophe Sabourin : vous me faites l'honneur de juger mon travail. Veuillez recevoir l'expression de ma respectueuse gratitude.

Merci à mon directeur de thèse le Docteur Matthieu Schuers. Merci pour les précieux conseils que tu as pu m'apporter que ce soit au cours de mon passage dans ton cabinet, ou au cours de ce travail de thèse.

Merci à Philippe Massari, de votre disponibilité, de vos multiples relectures, et de vos conseils précieux.

A l'équipe CiSMéF merci de m'avoir aidée tout au long de ce travail et de votre accueil chaleureux dans ce stage.

Merci aux praticiens qui m'ont accompagnée tout au long de ces études :

Merci à toi, Laurence, pour m'avoir fait partager ta pratique de médecine générale à laquelle j'aimerais que la mienne ressemble un jour, merci de tes conseils, de ta réassurance et de ta confiance.

Merci à vous Dr De Perthuis de m'avoir permis de voir plusieurs modes d'exercice de la médecine générale : votre association de la médecine générale à la pratique de l'homéopathie totalement « patient centrée » d'une part, et votre dévouement pour le développement de la permanence de soins à Gournay et pour la maison de retraite

d'autre part. Merci de m'avoir rappelée que notre métier est un apprentissage et un enrichissement quotidien.

Merci à vous Dr Amar pour vos conseils concernant la pédiatrie et l'allergologie.

Merci mes amis

Merci à toi, Joanne, de ce nouveau semestre passé ensemble.

Merci à vous, amis rencontrés au cours de cet internat : j'ai passé avec vous et grâce à vous un internat confortable en Normandie. Merci de votre soutien en toute situation. A Valéria et Fanny, à Olivia, Pierre et Soline.

Merci à vous Julien et Agathe : malgré la distance vous avez toujours été là pour moi.

Merci à ma famille,

A mes parents et mes frères et sœurs, à Emma, ma princesse,

A Fabien, et la petite famille Provost,

Présents du début à la fin, vous savez déjà tout ce que je pourrais vous dire.

Cette thèse se présente sous la forme d'une thèse-article. Le contexte des Systèmes d'Informations Hospitaliers sera présenté, puis une revue de la littérature. Cette dernière doit identifier les indicateurs permettant d'évaluer l'impact des systèmes d'information sur les circuits de biologie. Elle sera présentée sous la forme d'un article, et devrait être publiée dans un journal médical.

# Table des matières

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>18</b>
<b>1. L'INFORMATISATION DES SYSTEMES D'INFORMATION HOSPITALIERS (SIH)</b> .....	<b>18</b>
1.1. LE SIH : DEFINITIONS.....	18
1.2. MISE EN PLACE DES SIH .....	18
1.2.1. Structures et acteurs .....	18
1.2.2. Fonctionnalités des SIH.....	19
1.2.3. Objectifs des SIH.....	19
1.3. ETAT DES LIEUX DES SIH EN FRANCE EN 2015 .....	20
1.4. LE SIH AU CHU DE ROUEN .....	20
1.4.1. Généralité sur le SI en biologie et en imagerie:.....	21
1.4.2. Le SI en biologie médicale .....	21
1.4.3. Le SI en imagerie médicale.....	22
<b>2. LE PROJET EVALSI</b> .....	<b>23</b>
2.1. LA NECESSITE D'UNE EVALUATION DES SIH.....	23
2.2. LES INDICATEURS DANS LES ETABLISSEMENTS DE SANTE .....	24
2.2.1. Définition des indicateurs.....	24
2.2.2. Les différents types d'indicateurs des SI.....	25
2.2.2.1. Indicateurs de gestion .....	25
2.2.2.2. Indicateurs de qualité .....	25
2.2.2.3. Indicateurs de mesure de satisfaction .....	26
2.2.3. Les caractéristiques des indicateurs.....	26
2.3. LE PROJET EVALSI .....	26
2.3.1. Présentation de l'équipe.....	26
2.3.2. Définition du projet EVALSI.....	27
2.3.3. Objectif du projet EVALSI.....	27
2.3.4. Intégration de la thèse dans le projet EVALSI.....	28
<b>ARTICLE EN FRANÇAIS</b> .....	<b>31</b>

ARTICLE EN ANGLAIS .....	68
ANNEXES DE LA THESE .....	102
INSTRUCTIONS TO AUTHORS.....	103

# Introduction

---

## **1. L'informatisation des systèmes d'information hospitaliers (SIH)**

Dans le domaine de la médecine et de la santé en général, l'informatisation tend à être mise en place dans tous les établissements de soins depuis presque trente ans, et fait partie intégrante de la politique de santé française.

### **1.1. Le SIH : définitions**

Les systèmes d'information (SI) sont des « ensembles organisés de ressources (matériels, logiciels, personnel, données et procédures) qui permettent de collecter, regrouper, classifier, traiter et diffuser de l'information dans un environnement donné » (1).

Les systèmes d'information hospitaliers (SIH) ont fait leur apparition en France après la création en 1991 du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI)(2).

La circulaire ministérielle n° 275 du 6 janvier 1989 du Ministère de la santé définissait les SI d'un hôpital comme « l'ensemble des informations, de leurs règles de circulation et de traitement nécessaires à son fonctionnement quotidien, à ses modes de gestion et d'évaluation ainsi qu'à son processus de décision stratégique » (3). Les SIH deviennent alors des éléments du système d'information de santé français.

D'après PONCON (4), le SIH « est inséré dans l'organisation « hôpital » en perpétuelle évolution ; il est capable, selon des règles et modes opératoires prédéfinis, d'acquérir des données, de les évaluer, de les traiter par des outils informatiques ou organisationnels, de distribuer des informations contenant une forte valeur ajoutée à tous les partenaires internes ou externes de l'établissement, collaborant à une œuvre commune orientée vers un but spécifique, à savoir la prise en charge d'un patient et le rétablissement de celui-ci ».

### **1.2. Mise en place des SIH**

#### **1.2.1. Structures et acteurs**

Les acteurs concernés sont multiples : les patients, les professionnels de santé, médico-technique, administratif, le personnel de service ainsi que les institutions (assurances maladie, Agences Régionales de Santé...) et les industriels en lien avec l'informatique médicale. De la même façon, les structures concernées sont représentées par les hôpitaux publics mais aussi les cliniques...

### **1.2.2. Fonctionnalités des SIH**

Les SIH doivent couvrir les informations médicales et administratives d'un établissement de santé, de l'identité exacte d'un patient (identito-vigilance) en passant par les différents examens réalisés durant les différents passages en structure hospitalière (biologie, imagerie...).

Ils doivent être créés afin de faciliter l'intégration en temps réel d'informations et peuvent regrouper diverses fonctions :

- gestion des plannings/rendez vous
- gestion des payes
- facturation
- suivi budgétaire
- relevé d'activités médicales...

Ces dernières années, ils ont été orientés vers d'autres possibilités d'utilisation :

- télémédecine
- dossier médical personnel (DMP)
- réseaux de santé... (1)

### **1.2.3. Objectifs des SIH**

Le but de ces systèmes est de permettre une amélioration de la qualité des soins, l'objectif étant à la fois une amélioration de la prise en charge des patients, de la qualité des soins mais également une meilleure gestion des coûts : la démarche est alors une démarche qualité.

Cette dernière devient possible dès lors que des indicateurs sont définis via des tableaux de bords internes aux systèmes.

Les objectifs des SIH sont donc, de façon non exhaustive :

- L'uniformisation des pratiques : faire en sorte que chaque service d'un même établissement protocolise ses démarches thérapeutiques, par exemple
- L'aide à la prise de décisions, par des logiciels intégrés
- La réduction de la iatrogénie médicale, par des alertes lors de la prescription, par exemple de traitements présentant des interactions

- L'optimisation des processus médicaux, par des systèmes fonctionnant plus rapidement et permettant d'améliorer la productivité
- La réduction des tâches administratives, par exemple en archivant des données et en excluant ainsi des tâches initialement réalisées par l'humain
- La réduction de la durée des séjours hospitaliers
- La mise à disposition d'outils de pilotage médico-économique

### **1.3. Etat des lieux des SIH en France en 2015**

Le 18 mai 2013, la direction générale de l'offre de soins (DGOS) établissait son « Atlas des Systèmes d'Information Hospitaliers ». Il faisait ainsi l'état des lieux de ces SIH, en se référant aux informations relevées par l'observatoire des systèmes d'information de santé<sup>1</sup> (oSIS)(5).

En 2014, 20% d'établissements supplémentaires étaient inscrits dans oSIS, et l'informatisation avait progressé de 10% par rapport à 2013.

L'informatisation de la gestion économique et financière était quasi-totale pour les établissements de santé (en moyenne 95% de projets en cours ou achevés en 2014)(6).

Le dossier patient informatisé (DPI) était achevé ou en cours de mise en place dans 75% des établissements de santé. Parmi eux, 52% intégraient les résultats de laboratoire et 37% les résultats d'imagerie (5).

Cette même année, 90% des services d'urgence étaient équipés (6).

En février 2015, ce DPI n'était pas encore généralisé à l'ensemble des établissements de santé, mais la politique de soins en France tend à ce qu'il le devienne (6).

En moyenne, 1,85% des dépenses des établissements de santé étaient consacrés au SIH, avec une augmentation de 0,05% par rapport à 2013 (6).

### **1.4. Le SIH au CHU de Rouen**

Le centre hospitalier universitaire (CHU) de Rouen implanta l'un des premiers SIH en 1982. Il fut l'un des premiers CHU de France à mettre en place un dossier médical

---

<sup>1</sup> Créé en 2012, l'observatoire des Systèmes d'Information de Santé est un outil informatique qui permet de suivre le niveau d'informatisation des processus de soins et des processus de gestion des établissements de santé.

unique (7). Actuellement, le SIH se subdivise en plusieurs domaines, dont l'imagerie et la biologie médicales. Il est représenté en figure 1.

#### **1.4.1. Généralités sur le SI en biologie et en imagerie:**

Les processus de « demande d'examens complémentaires » associent de manière complexe et en interaction, plusieurs composants :

1. Un logiciel de prescription informatisée HEO/ Crossway

2. Le dossier patient C-page.

C-page est un système d'information qui permet la gestion administrative d'un patient, depuis son accueil jusqu'à la facturation, mais aussi entre autres fonctionnalités la gestion financière et la gestion des ressources d'un établissement (8).

Au CHU de Rouen, il existe depuis 1999 (9).

3. Le RIS ou le LIS selon le cas

- Le RIS (radiology information system) ou le système d'information de radiologie est défini comme le système central permettant la gestion des services de radiologie (10).

Il a pour principales fonctions la gestion des rendez vous patients, la gestion des ressources matérielles, le suivi qualité, l'interprétation des résultats, la gestion des résultats, la facturation, et la gestion des images (10).

- Le LIS (laboratory information system) ou système d'information de laboratoire ou le serveur d'identification et de localisation (SIL) ; partie intégrante du SIH, il possède de multiples fonctions : la gestion des demandes (la gestion du dossier biologique du patient, la récupération des demandes d'examen, la transmission des demandes d'analyse aux automates de la chaîne d'analyse, la gestion des résultats qui seront transférés dans le dossier patient), la gestion technique (automates, mais aussi le suivi des produits et équipements utilisés, la gestion des stocks, la gestion des analyses en cours...), la gestion du personnel, le suivi qualité (rapports d'erreur, rapports hebdomadaires et mensuels). Il est mis en place à Rouen depuis 1989 (9,11).

4. Gestime pour la gestion des rendez-vous

#### **1.4.2. Le SI en biologie médicale**

Le SI lié à la biologie contient différents sous-systèmes, applicables chacun à un domaine prédéfini de la biologie.

La prescription initiale d'examens se faisait jusqu'en janvier 2015 sur le logiciel HEO/Crossway, via des formulaires adaptés pour être lus par un scanner ou « scan back ». Chaque sous-système gère son domaine d'examen biologique, puis les résultats sont accessibles via le dossier patient, appelé C-page dossier patient (CDP). Ce sernier est consultable grâce au Numéro d'Identification Patient (NIP)<sup>2</sup>, mis en place depuis 1986 au CHU.

Le dossier patient C-page existe à Rouen depuis 1992 (9).

Les rendez-vous peuvent être attribués informatiquement aux patients via le sous-système Gestime depuis 2001, permettant un lien direct avec le CDP.

### **1.4.3. Le SI en imagerie médicale**

En imagerie, les Systèmes d'Information en Radiologie ou RIS ont permis la gestion des données patient, des rendez-vous, l'organisation des machines, le tout en lien permanent avec le PACS<sup>3</sup> (Picture Archiving and Communication System).

Les RIS sont donc subdivisés en une partie consacrée à la gestion et une partie consacrée aux images.

Lorsqu'un patient se voit réaliser un examen d'imagerie médicale, un acte est créé dans son CDP.

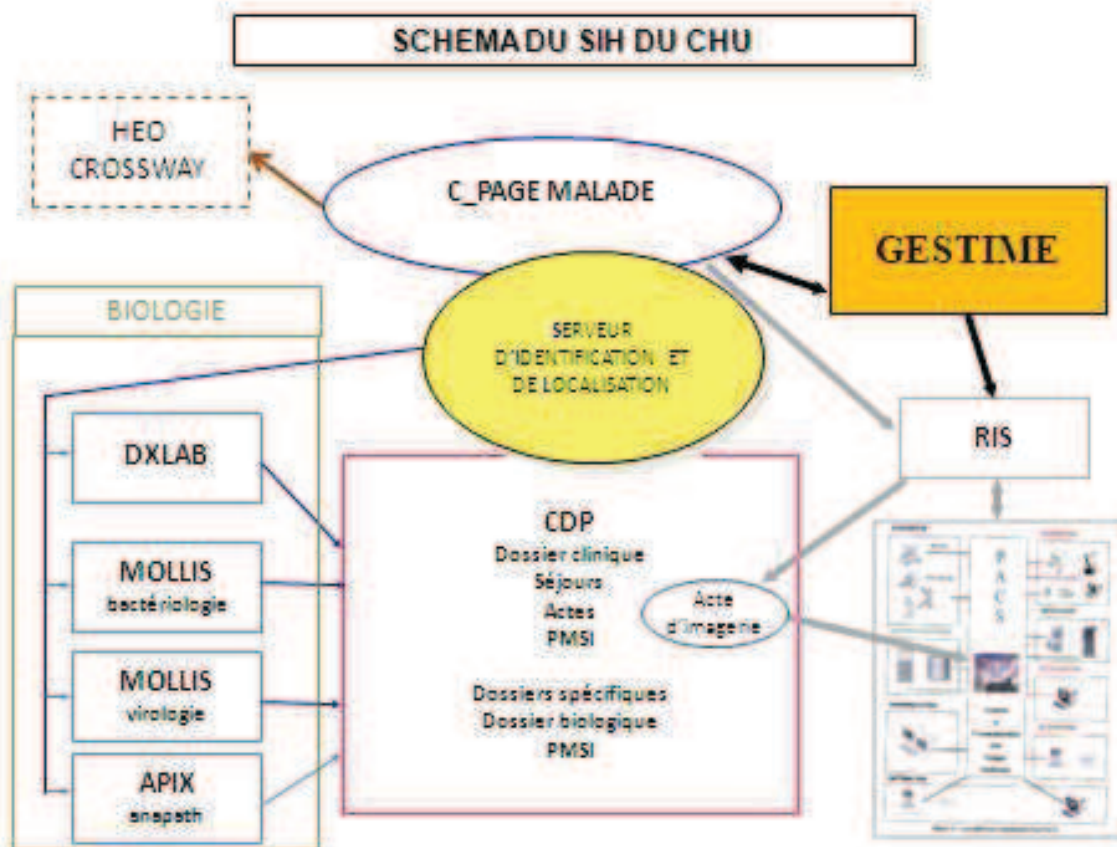
Si le compte-rendu est dicté, il est possible pour les professionnels de santé ayant accès au CDP d'en prendre connaissance directement sur CDP par un « appel au PACS », puis, quand le compte-rendu textuel est disponible, de la même façon.

---

<sup>2</sup> Le NIP est un numéro unique attribué au patient lors de sa première visite dans un établissement de soins. Ce numéro est attribué au patient de façon définitive et fait le lien entre la patient et son dossier médical. (Szymanowicz A, Alibeu C, Chassepoux S, Houlbert C, Jaouen E, Poupon C, et al. [Principles recommended to reassure the identification of the patient, the request of analysis and the report of biological results]. Ann Biol Clin (Paris). févr 2009;67(1):109 ; 16)

<sup>3</sup> Le PACS (ou système d'archivage et de transmission d'images) est défini par la Société Française de Radiologie comme un système de gestion électronique des images médicales, avec des fonctions d'archivage, de stockage et de communication rapide.

Figure 1 : Schéma du SIH du CHU de Rouen



## 2. Le projet EVALSI

### 2.1. La nécessité d'une évaluation des SIH

Les politiques de santé actuelles tendent à renforcer le développement des systèmes d'informations hospitaliers, partant du principe que l'informatisation de l'hôpital est une condition à « la mise en œuvre du parcours coordonné du patient et de l'utilisateur » (12).

Si le développement et la mise en place des SIH est effectif depuis une trentaine d'années, et même si le SIH est vu comme participant de la performance<sup>4</sup> d'un établissement, leur impact au sein du système de soins reste controversé (13). Les débats se poursuivent entre le niveau des dépenses et les résultats obtenus (12), avec pour

---

<sup>4</sup> La performance d'un établissement de soins se définit comme la « capacité d'un établissement de soins à maintenir un équilibre dynamique entre les trois fonctions suivantes : une fonction d'atteinte des objectifs, une fonction d'adaptation et une fonction de production de services (P. Lombrail, M. Naiditch et D. Babeau ; cités par C. Chouaid et al. Dans « de l'évaluation de la qualité des soins à la performance des soins »)

enjeu la poursuite du développement et de l'utilisation des SIH pour favoriser l'intégration de ces systèmes dans le parcours de soin du patient.

Dans ce contexte, la définition des enjeux des SIH et de leur développement introduit la nécessité de leur évaluation.

Les enjeux initiaux des SIH étaient l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins, l'amélioration de la santé de la population, la maîtrise des coûts dans un système de santé en évolution (évolution des maladies, de l'épidémiologie, des moyens à disposition), la gestion des patients et de leur prise en charge médicale, et la meilleure efficacité du système de soins. En d'autres termes, l'enjeu est de trouver « un équilibre entre la rationalité économique et la demande sociétale d'une offre de soins de qualité » (14).

L'enjeu de leur évaluation étant la légitimation de la poursuite de leur développement par l'évaluation de leur performance puis leur adaptation aux évolutions du système de santé :

- La mise en place des SI répond-elle bien à l'impact supposé initial ayant motivé leur introduction ?
- Participent-ils vraiment de l'amélioration des performances de l'établissement dans lequel ils sont mis en place (d'un point de vue de l'efficacité économique, des conditions de travail, de la qualité des soins) (15) ?
- Sont-ils réellement rentables ?

Un autre enjeu est de déterminer un cadre de référence pour évaluer l'impact des SI sur le parcours de soins du patient (16). Ce dernier point est l'objet du Programme de Recherche sur la Performance du Système de Soins (PREPS) qui porte sur le parcours de soin du patient, en se concentrant sur 4 axes (17) :

- La qualité et la sécurité des soins
- Les conditions de travail des personnels
- L'efficacité économique
- L'efficacité organisationnelle.

Enfin l'enjeu à terme est l'interopérabilité des SIH (12).

## **2.2. Les indicateurs dans les établissements de santé**

### **2.2.1. Définition des indicateurs**

L'évaluation est un problème fondamental en santé publique. Il a donc fallu définir et analyser au fil du temps des indicateurs permettant l'évaluation des SIH, afin d'orienter au mieux les études et les améliorations à apporter pour optimiser les systèmes de soins.

L'AFNOR ou Association Française de Normalisation est l'organisme officiel français de normalisation, membre de l'Organisation internationale de normalisation. Selon les exigences de la norme ISO 9001:2008, elle a défini un indicateur de qualité comme étant « un événement, un fait observable, mesurable et déterminé par un calcul qui identifie de façon qualitative ou quantitative une amélioration ou dégradation du comportement du procédé, processus soumis à examen [...]. C'est donc un instrument de mesure» (18).

### **2.2.2. Les différents types d'indicateurs des SI**

Pour l'ensemble des SI, ces indicateurs ont été subdivisés en différents types<sup>5</sup> (18) :

- Indicateurs de gestion
- Indicateurs de qualité, dont les indicateurs de résultats et de processus
- Indicateurs de mesure de satisfaction

#### **2.2.2.1. Indicateurs de gestion**

Ils permettent de mesurer l'évolution des performances d'un processus. Ce sont des outils d'évaluation, via lesquels il sera possible d'objectiver, à un instant donné, une situation ou une tendance. Ils sont fréquemment utilisés en gestion financière.

Ce sont par exemple les indicateurs marketing, les indicateurs financiers.

#### **2.2.2.2. Indicateurs de qualité**

Ils informent sur le niveau de qualité et son évolution. Ils utilisent des données quantitatives et incluent

- Indicateurs de résultats : ils se réfèrent à la qualité du système/produit et indiquent à un moment donné une valeur, reflétant la réalité.

---

<sup>5</sup> D'autres classifications des indicateurs sont retrouvées dans certains textes : il est fait référence à des indicateurs d'efficacité (mesure de l'atteinte d'un objectif) ou de performance/efficience (atteinte de l'objectif avec une optimisation des ressources)(18).

- Indicateurs de processus : ils donnent l'ensemble des activités à mettre en œuvre pour atteindre un objectif déterminé, sur une période déterminée (exemple : les délais)

#### **2.2.2.3. Indicateurs de mesure de satisfaction**

Ils permettent de mesurer la satisfaction des individus et sont représentatifs de la perception de la qualité d'un système par ses utilisateurs. Utilisant souvent des données qualitatives, ils sont plus difficiles à définir et à évaluer. Ils sont cependant indispensables dans le cadre d'une démarche qualité.

On trouve parmi ces indicateurs : le niveau de satisfaction des usagers d'un système, les conditions de travail, la rémunération, l'ambiance, ou l'accessibilité.

#### **2.2.3. Les caractéristiques des indicateurs**

Pour être fiables, les indicateurs doivent remplir quelques caractéristiques :

- Etre précis (refléter les variations de ce qu'il est censé synthétiser ou mesurer)
- Etre compréhensibles et utilisables par tous les acteurs
- Etre pertinents par rapport à l'objectif concerné
- Avoir un coût acceptable pour l'obtenir par rapport au service qu'il rend
- Avoir une temporalité ou une échéance

### **2.3. Le projet EVALSI**

#### **2.3.1. Présentation de l'équipe**

Le projet EVALSI s'intègre dans le projet PREPS (Programme de Recherche sur la Performance du Système de Soins) qui vise à évaluer la création de valeur par les systèmes d'information de production de soins (SIPS) dans le cadre de la politique nationale relative aux systèmes d'information hospitaliers (13). Ce dernier est gouverné par l'Agence Nationale d'Appui à la Performance (ANAP), sous l'égide de la DGOS, et financé par cette dernière.

Le projet EVALSI intègre une équipe de recherche pluridisciplinaire, le Groupe de Recherche Evaluation des Systèmes d'Information (GRESI), constitué des structures suivantes :

- Le Centre de Compétences et de Services du système d'information Patient (CCS SI Patient) de l'Assistance Publique Hôpitaux de Paris et le Département d'informatique Médicale de la Faculté de Médecine de Créteil, Université Paris 12, dirigé par Monsieur le Professeur Eric LEPAGE, aidé par le Docteur Vahid EBRAHIMINIA
- L'équipe CISMef du CHU de Rouen dirigée par Monsieur le Professeur Stefan Jacques DARMONI
- Le Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique Médicale (CERIM) du CHU de Lille, dirigé par Monsieur le Professeur Régis BEUSCART
- Le Centre d'Investigation Clinique et d'Innovations Technologiques (CIC-) du CHRU de Lille, dirigé par Madame le Professeur Marie Catherine BEUSCART-ZEPHIR, aidée par Mesdames Ludivine WATBLED et Sandra GUERLINGER
- Le Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie (CREDOC), avec Messieurs Yvon MERLIERE et Bruno MARESCA
- Le Centre de gestion Scientifique (CGS) MinesParisTech de l'Ecole des Mines de Paris, avec Messieurs Frédéric KLETZ et Mathias BEJEAN
- La Direction du Système d'Information du CHU de Toulouse dirigée par Monsieur Yann MORVEZEN
- Le SESSTIM, branche du Département d'Information et d'Informatique Médicale (DIIM) du CHU de Nice, dirigée par Monsieur le Professeur Pascal STACCINI

### **2.3.2. Définition du projet EVALSI**

Le projet EVALSI s'oriente vers l'évaluation des SI, en se concentrant sur 3 axes :

1. L'impact de la mise en place des SI dans les circuits d'imagerie et de biologie
2. L'impact de la production automatique des comptes rendus d'hospitalisation dans la prise en charge des patients
3. L'impact du déploiement du DPI.

### **2.3.3. Objectif du projet EVALSI**

L'objectif du projet est de créer un cadre de référence pour l'évaluation de l'impact des SI sur le système de soins, par la détermination de méthodes et leur évaluation dans des établissements de santé de structure, de taille et de finalité différentes.

#### **2.3.4. Intégration de la thèse dans le projet EVALSI**

Le travail de thèse présenté ici prend part à l'axe 1 du projet EVALSI.

Il s'agissait, à travers une revue de littérature, d'identifier les indicateurs de qualité des SIH mesurant l'impact des SI dans les circuits de la biologie.

# Bibliographie de l'introduction

---

1. Système d'information [Internet]. Wikipédia. 2015 [cité 19 févr 2015]. Disponible sur:  
[http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me\\_d%27information&oldid=110968273](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Syst%C3%A8me_d%27information&oldid=110968273)
2. Programme de Médicalisation des systèmes d'information en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie. Publication ATIH [Internet]. [cité 24 mars 2015]. Disponible sur: <http://www.atih.sante.fr/mco/presentation>
3. Circulaire N°275 du 6 janvier 1989 relative à l'informatisation des hôpitaux publics [Internet]. [cité 19 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/990/Cir\\_6-1-89.pdf](http://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/990/Cir_6-1-89.pdf)
4. Ponçon G. Le management du système d'information hospitalier: la fin de la dictature technologique. Rennes, France: Éd. de l'Ecole nationale de la santé publique, 2000; 2000. 254 p.
5. Atlas des SIH. 2013 [Internet]. [cité 12 mars 2015]. Disponible sur: [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas\\_SIH-2.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas_SIH-2.pdf)
6. Atlas 2014 des SIH: état des lieux des SIH [Internet]. [cité 19 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas\\_des\\_SIH\\_2014-2.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Atlas_des_SIH_2014-2.pdf)
7. Isabelle Gendre-Galichet (CHU de Rouen): 'Notre défi de pionnier reste d'étendre l'accès au dossier médical' [Internet]. [cité 19 févr 2015]. Disponible sur: <http://www.01net.com/editorial/219739/isabelle-gendre-galichet-chu-de-rouen-notre-defi-de-pionnier-reste-detendre-lacces-au-dossier-medical/>
8. Gestion administrative du patient : un suivi du parcours administratif du patient et de la facturation - Cpage [Internet]. [cité 23 févr 2015]. Disponible sur: <http://www.cpage.fr/fr/produits/patients/gestion-administrative-du-patient>
9. Massari P. Souvenirs du Docteur Philippe Massari. 2015.
10. IT Reference Guide for the Practicing Radiologist [Internet]. [cité 23 févr 2015]. Disponible sur: <http://www.acr.org/~media/ACR/Documents/PDF/Advocacy/IT%20Reference%20Guide/IT%20Ref%20Guide%20RISEMR.pdf>
11. Darmoni SJ, Massari P, Allaire P, Caffarel JL, Monconduit M, Baldenweck M, et al. REX: Extralaboratory cycle of information processing from laboratories to care units. 1992 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 1992. p. 1253-4.

12. Audit des systèmes d'information hospitaliers auprès d'établissements représentatifs: Rapport final [Internet]. [cité 20 févr 2015]. Disponible sur: [https://www.sante-centre.fr/portail/gallery\\_files/site/592/593/985.pdf](https://www.sante-centre.fr/portail/gallery_files/site/592/593/985.pdf)
13. Circulaire du 04 mai 2012 relative à l'appel d'offre PREPS [Internet]. [cité 19 févr 2015]. Disponible sur: [http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2012/05/cir\\_35281.pdf](http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2012/05/cir_35281.pdf)
14. Creation de valeur par les Technologies de l'Information et de la Communication pour les structures de santé: synthèse des connaissances [Internet]. [cité 20 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.monhopitalnumerique.fr/medias/Objets/Fichiers/creation\\_de\\_valeur\\_par\\_les\\_TIC.pdf](http://www.monhopitalnumerique.fr/medias/Objets/Fichiers/creation_de_valeur_par_les_TIC.pdf)
15. Piloter les projets SI par la valeur: Guide methodologique [Internet]. [cité 20 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.monhopitalnumerique.fr/medias/Objets/Fichiers/ANAP\\_OISIS\\_Piloter\\_les\\_projets\\_SI\\_par\\_la\\_valeur\\_Guide\\_methodo.pdf](http://www.monhopitalnumerique.fr/medias/Objets/Fichiers/ANAP_OISIS_Piloter_les_projets_SI_par_la_valeur_Guide_methodo.pdf)
16. Rapport d'activite 2013 du programme Hopital Numérique [Internet]. [cité 20 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_activite\\_2013\\_programme\\_Hopital\\_numerique.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_activite_2013_programme_Hopital_numerique.pdf)
17. Evaluer la valeur créée par les systèmes d'information de production de soins - Programme de Recherche sur la Performance du Système de Soins (PREPS) [Internet]. 2015 [cité 20 févr 2015]. Disponible sur: <http://www.anap.fr/l-anap/programme-de-travail/detail/actualites/evaluer-la-valeur-creee-par-les-systemes-dinformation-de-production-de-soins-programme-de-rech/>
18. AFNOR- Qualité: principales caractéristiques d'un indicateur [Internet]. [cité 12 mars 2015]. Disponible sur: <http://www.bivi.qualite.afnor.org/sites-autres/qualite/ofm/formulaires-et-outils-qualite/viii/viii-80/viii-80-500/1>

# Article en français

## Les indicateurs dans les systèmes d'informations hospitaliers sur les circuits de biologie médicale : une revue de la littérature

---

C. Périgard, M. Schuers, N. Griffon, BM. Joulakian, J. Pacheco, P. Massari, L. Rollin, SJ. Darmoni

Département d'Informatique Biomédicale, CHU de Rouen & TIBS, LITIS EA 4108 & INSERM  
U1142

1 rue de Germont 76031 Rouen Cedex

Courriel : Stefan.Darmoni@chu-rouen.fr

### Résumé

**Introduction :** Les systèmes d'information hospitaliers (SIH) sont largement implantés au sein des hôpitaux ; leur raison d'être est l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins. A notre connaissance, il n'existe pas à ce jour de cadre de référence évaluant l'impact de ces systèmes sur le circuit de biologie médicale. Cet article présente une revue de la littérature des systèmes d'informations (SI) en biologie : l'objectif étant d'identifier les indicateurs évaluant l'impact des ces systèmes dans les circuits de biologie.

**Méthode :** La base de données bibliographique PubMed a été interrogée entre novembre 2014 et janvier 2015, permettant d'inclure toutes les études publiées en français ou en anglais avant cette date.

**Résultats :** 53 études ont été retenues, parues entre 1981 et 2013, et permettant de définir 10 principaux indicateurs, classés en 4 catégories : les indicateurs de délai, les indicateurs de qualité, les indicateurs de gestion et les indicateurs de coût.

**Conclusion :** Même si pour certains indicateurs, des grandes tendances se dégagent (diminution du taux d'erreur, diminution du délai de rendu de résultats), l'impact des systèmes d'information sur le circuit de biologie médicale semble varier selon les études. Quoiqu'il en soit, la volonté d'adapter les SIH pour répondre aux besoins des utilisateurs et améliorer le service rendu semble rester une priorité. Des études complémentaires permettraient de poursuivre d'une part ces évaluations d'impact, d'autre part de continuer à mettre en adéquation les politiques de santé avec les souhaits des utilisateurs.

**Mots clé :**

revue de littérature, indicateurs qualité, système d'information de laboratoire, délai de rendu des résultats, nombre de tests, durée de séjour, charge de travail, coûts, évaluation

## **Introduction**

Au sein d'un hôpital, les systèmes d'information hospitaliers (SIH) représentent « l'ensemble des informations, de leurs règles de circulation et de traitement nécessaires à son fonctionnement quotidien, à ses modes de gestion et d'évaluation ainsi qu'à son processus de décision stratégique » (1). Ils ont fait leur apparition en France après la création du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information en 1991 (2) et sont devenus partie intégrante du système d'information de santé français.

Les politiques de santé actuelles tendent à renforcer le développement des SIH dont le but est l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins, l'amélioration de la santé de la population, la maîtrise des coûts dans un système de santé en évolution (évolution des maladies, de l'épidémiologie, des moyens à disposition), et la meilleure efficacité du système de soins.

Si leur mise en place est effective depuis une trentaine d'années, et même si le SIH est vu comme participant de la performance d'un établissement, leur impact au sein du système de soin reste controversé (3–9).

Les systèmes d'informations mis en place progressivement depuis la fin des années 1980 ont concerné les circuits de biologie, que ce soit dès les débuts avec la mise en place des systèmes d'information de laboratoire (SIL) ou par la suite par la mise en place des systèmes de prescriptions informatisées par exemple.

A notre connaissance, il n'existe pas à ce jour dans la littérature de cadre de référence global établissant les indicateurs pertinents pour évaluer l'impact des SI sur le parcours de soins des patients, et notamment dans les circuits de biologie. L'objectif de cette étude est d'identifier ces indicateurs dans les systèmes d'information de laboratoire, et de les évaluer à travers une revue de littérature, pour donner un aperçu de l'impact des SI dans les circuits de biologie.

## **Matériel et méthodes**

Une revue exhaustive de la littérature a été menée afin d'identifier les indicateurs des systèmes d'information sur les circuits de biologie. La base de données bibliographique

PubMed a été interrogée à travers trois requêtes jusqu'en janvier 2015, permettant d'inclure toutes les études publiées en français ou en anglais avant cette date.

Dans une étude précédente, l'équipe CISMef avait démontré la valeur ajoutée en terme de précision et de rappel d'inclure les synonymes MeSH à la requête, c'est donc le choix qui a été fait pour notre requête (10).

Les termes utilisés dans la recherche sont référencés dans l'encadré 1 et la requête est en annexe.

Encadré 1 : Mots clés en anglais utilisés dans la recherche bibliographique

**Concept 1 : les indicateurs qualité et les indicateurs qualité en santé**

quality indicators\*, quality AND indicator  
health care\*  
healthcare quality indicators

**Concept 2 : système d'information de laboratoire**

clinical laboratory information systems\*, laboratory information system

**Concept 3 : programme d'évaluation**

program evaluation\*, program effectiveness, program appropriateness, program sustainability,  
evaluat\*, assess\*  
evaluation studies as topic\*, evaluation methodologies, use effectiveness\*, theoretical effectiveness, critique\*, evaluation research, pre-post test\*, qualitative evaluation\*, quantitative evaluation\*, report, evaluation, evaluation indexes\*, evaluation report\*, evaluation methodology\*

**Concept 4 : délai de rendu des résultats**

turnaround time

Les articles ont été conservés sur la base des critères suivants.

**Les critères d'inclusion**

Ont été sélectionnés les articles :

- Traitant des indicateurs portant sur les systèmes d'information support du circuit des examens de laboratoire
- Dont les données étaient recueillies au sein d'un hôpital ou d'un laboratoire hospitalier.
- Rédigés en français ou en anglais

Ont été exclus les articles qui concernaient exclusivement :

- Des informations non hospitalières ou des données provenant de laboratoires non hospitaliers
- L'automatisation du matériel d'analyse, les automates d'unité de soin ("point of care testing"), la partie technique ou non centrée sur le système d'information proprement dit
- L'anatomo-pathologie
- L'impact des systèmes d'informations sur les transfusions, ou les déclarations des maladies à déclaration obligatoire

### **Processus de sélection des articles**

Les articles ont été sélectionnés à la lecture de leur titre et résumé ou de l'intégralité de l'article quand cela était nécessaire. Les références des articles sélectionnés ont également été considérées pour la sélection. En cas de doute sur la pertinence des indicateurs étudiés pour un article, un second avis était recueilli auprès d'un auteur (MS) et la décision était prise par consensus.

### **Résultats**

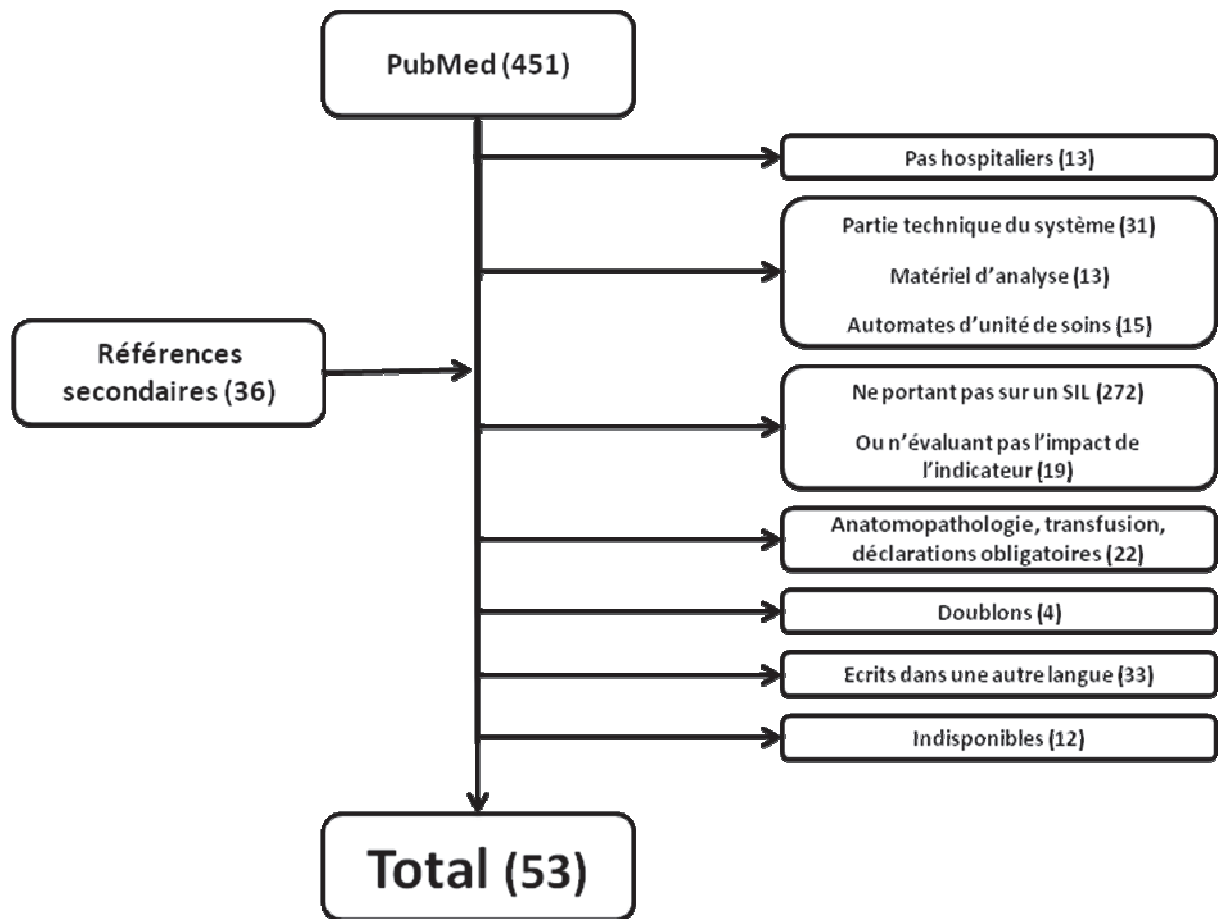
451 articles ont été retrouvés par la requête PubMed, parmi lesquels quatre étaient cités à deux reprises, 33 étaient écrits dans une autre langue que le français ou l'anglais, et douze n'ont pu être récupérés malgré plusieurs messages envoyés à leurs auteurs : ces articles ont donc été exclus.

Sur les 402 articles restants, 31 traitaient de la partie technique du système (software, hardware), 13 traitaient des appareils d'analyse en eux même, et 15 traitaient des automates des unités de soins.

Enfin 272 articles ont été exclus car ils ne traitaient pas des systèmes d'information de laboratoire, 13 ont été exclus car les études n'avaient pas lieu dans un hôpital, 19 articles ont été exclus car ils n'évaluaient pas l'impact des systèmes d'information de laboratoire, et 22 ont été exclus car ils portaient sur l'anatomo-pathologie ou traitaient de l'impact des systèmes d'informations dans les transfusions ou dans les déclarations des maladies à déclaration obligatoire.

Au total, 17 articles étaient pertinents pour notre étude. 36 articles ont ensuite été ajoutés à la lecture des références bibliographiques citées dans les articles déjà sélectionnés. 53 articles publiés entre 1981 et 2013 ont donc été retenus pour cette revue.

Figure 1: processus de sélection des articles



Les indicateurs retrouvés au cours de cette revue de littérature ont été regroupés en quatre catégories d'indicateurs: les indicateurs de délai, les indicateurs de qualité, les indicateurs de satisfaction et les indicateurs de coût.

## Les indicateurs de délai

### Le turnaround time (TAT) ou délai de rendu des résultats (DRR)

La définition retenue ici prend en compte le point de vue du clinicien, telle que reprise par Howanitz et Howanitz en 2001 (11): c'est le temps qui s'écoule entre la prescription de l'examen par le médecin et la mise à disposition des résultats. Ce temps mesure le

temps global du cheminement de la prescription biologique à la mise à disposition des résultats, qui est différent du temps de lecture par le clinicien de ces derniers.

Les autres délais qui ont été retrouvés dans cette revue de littérature sont des composants du DRR et sont « le délai de retour des résultats », qui est le délai entre la réception de l'échantillon au laboratoire et la mise à disposition des résultats, et le « délai d'affichage des résultats », qui est le délai qui s'écoule entre l'obtention des résultats après l'analyse et leur mise à disposition suite à leur validation.

Le DRR est de loin l'indicateur le plus étudié dans cette revue.

Les principaux résultats sont résumés dans le tableau 1.

Important pour le clinicien qui en demande constamment l'amélioration, considéré comme un facteur indispensable à une prise en charge rapide et adaptée des patients (12), considéré comme pouvant influencer sur la durée d'hospitalisation des patients et leur satisfaction (11,13), le délai de rendu des résultats est largement étudié depuis plusieurs années (dans cette revue, son étude s'étend entre 1981 et 2009)(11–27). Les systèmes d'information ont à chaque étape du circuit de biologie joué sur ce délai :

- Dès les années 80, suite à la mise en place des systèmes d'informations de laboratoire, la diminution du DRR a été constatée par Scalfani et Ramkissoon (25) et par Wolfe (26). Valenstein (14) a justifié par ailleurs cette amélioration par la diminution du temps de mise à disposition des résultats par leur validation automatique.
- La mise en place des systèmes de prescriptions informatisées a elle aussi diminué le DRR (15–19).
- A l'exception d'une étude de Steindel et Howanitz de 2001 (20) comparant le DRR lorsque l'échantillon est analysé sur place, transporté au laboratoire par un membre du personnel des urgences ou transporté par pneumatique, le DRR a été amélioré par la diminution du temps de transport des échantillons dans la plupart des études suite à l'introduction de systèmes de transports automatisés (21,22,27).

- L'association des systèmes de prescriptions informatisées et de transport automatisé permet une diminution du DRR (23).

Deux interventions ont semblé impacter le temps de report des résultats : la mise en place d'un SIL associé à une modification organisationnelle d'une part (12), et l'introduction d'un système de prescriptions informatisées d'autre part (24).

### **Le délai entre la mise à disposition des résultats et leur consultation, et le délai entre la mise à disposition des résultats et la modification de la prise en charge**

Si l'on considère que les résultats des examens de biologie influencent la prise en charge diagnostique et thérapeutique des patients, étant donné l'importance du DRR pour ces examens, il devient alors pertinent de mesurer le délai de consultation des résultats, puis de la modification des prises en charges, notamment à travers les systèmes ayant modifié ces délais. Ces résultats sont résumés dans le tableau 2.

Le mode de présentation des résultats de laboratoire a été pressenti comme modifiant la rapidité avec laquelle leur accès était possible. La mise en place d'écrans ou de postes informatisés dans les services avait pour but de faciliter l'accès et la rapidité d'accès à ces résultats. En 1985, Connelly (28) a étudié l'utilisation d'un écran tactile donnant accès aux résultats biologiques des patients d'un service de soins intensif de cardiologie néonatal: ce système avait à l'époque été reconnu par les médecins comme fiable, rapide et facile d'utilisation. Depuis plusieurs années, les résultats de biologie sont donc accessibles via des ordinateurs ou des écrans au sein des services.

Kilpatrick (29) a étudié l'effet du remplacement de la communication téléphonique d'examens des urgences par leur mise à disposition informatique. Il en est ressorti que 45% des résultats du service des urgences et 29% des autres services ne sont jamais lus ; 25% des résultats des urgences et 22% des autres services sont lus en moins d'une heure, et respectivement 15% et 19% sont lus entre une et trois heures. Il cite Winkelman (30) qui a montré une diminution du délai de consultation des résultats des numérations sanguines du service des urgences (64% en moins d'une heure) suite à l'installation d'ordinateurs dans le service.

De fait, le principal problème des délais de consultation des résultats porte sur les résultats mettant en jeu le pronostic vital. Les études concernant la mise en place de

systèmes d'alarmes automatisées montrent une diminution de ces délais (31-33)(31-33). Le délai de réponse clinique et thérapeutique s'en trouve modifié (32,34-36)(32,34-36). Tate et al. (37)(37) trouvent une augmentation significative de 12% de la proportion de patients recevant des soins appropriés, associée à une diminution significative de la durée passée dans une situation mettant en jeu le pronostic vital (15,7 heures au lieu de 30,4 heures,  $p < 0,05$ ) suite à l'introduction d'un système d'alarmes automatiques portant sur les résultats mettant en jeu le pronostic vital.

### **La durée de séjour**

La durée de séjour représente le temps pendant lequel le patient reste hospitalisé. Elle est utilisée comme un indicateur de résultats concernant la prise en charge des patients (38) mais elle influence aussi le coût des séjours et la satisfaction des patients.

La durée de séjour est diminuée par l'introduction des systèmes d'alarme automatisées dans le cadre des résultats biologiques mettant en jeu le pronostic vital (37). Pour leur part, Hwang (38) et Mekhjian (24) notent la diminution de la durée globale de séjour après introduction des systèmes de prescriptions informatisées intégrant la prescription des examens de laboratoire. Chacun d'eux constate cependant une modification de la durée de séjour variable selon les services étudiés.

### **Les indicateurs de qualité**

#### **Le taux d'erreurs**

Au sein du circuit des analyses de laboratoire, les erreurs peuvent survenir à n'importe quelle phase du processus, que ce soit à la phase pré-analytique, analytique ou post analytique. D'après G. Lippi (39), la majorité des erreurs surviendraient dans les phases extra-analytiques, dont 60 à 70% d'entre elles au cours de la phase pré-analytique, au moment des étapes manuelles du processus. Les erreurs d'identification des échantillons représentent entre 0,08% et 0,28% de ces erreurs (39-41) pouvant conduire à des erreurs diagnostiques et thérapeutiques. Les erreurs de prélèvements, qui sont définies comme des examens prescrits mais non prélevés, représentent entre 1,7% et 7% selon les études (40,41). Les risques pour les patients sont une erreur ou un retard au diagnostic, une modification thérapeutique inappropriée à la pathologie avec

les risques d'effet secondaires des traitements, des investigations complémentaires inappropriées, une augmentation des coûts (42).

Ainsi, et comme l'évoque G. Da Rin (43), les nouvelles technologies doivent permettre, en réduisant le nombre d'étapes manuelles de diminuer le taux d'erreur dans la phase pré-analytique. C'est le cas de l'introduction de systèmes d'étiquetage automatique des tubes et d'identification fondés sur des code-barres qui délivrent des « kits personnalisés » contenant des tubes étiquetés à l'identité du patient, des étiquettes code-barres correspondant à un patient, directement imprimées suite à une prescription via un système de prescriptions informatisées par le médecin.

Plusieurs études ont étudié l'impact des systèmes de génération automatique des codes-barres sur le taux d'erreur d'identification dont les résultats sont résumés dans le tableau 3 (43–46).

De façon plus générale, et pas seulement centrée sur le circuit de biologie, les systèmes de prescriptions informatisées diminuent les erreurs d'identification par la diminution des erreurs de transcription (42).

Les risques d'erreur de transcription concernaient également les étapes manuelles de reports des résultats d'examens avant la mise en place des SIL. D'après Scalfani et Ramkissoon (25), ils ont été diminués depuis l'introduction des SIL.

### **Le nombre de tests demandés et le nombre d'examens redondants**

Un certain nombre d'examen biologiques prescrits seraient inutiles, qu'il s'agisse de tests diagnostiques ou de suivi (47–49). Or, la prescription des examens complémentaires doit être rationalisée en fonction de ce qu'on en attend. En effet effectuer des examens a des risques (risques iatrogènes), des conséquences (par exemples, des faux-positifs), et un coût (50,51).

Les systèmes de prescriptions informatisées (17,19,38,52) par leurs fonctionnalités associées telles que l'affichage des résultats antérieurs (53), l'affichage des coûts des

examens demandés (54), l'incorporation de protocoles informatisés<sup>6</sup> (55–58) ou de recommandations, les alarmes concernant une répétition d'examens (50, 51, 59,60), sont supposés permettre de rationaliser les demandes d'examens. Dans cette revue, quinze articles ont été retrouvés dont les résultats présentés dans le tableau 4, permettent d'avoir une vision d'ensemble de l'impact des systèmes de prescriptions informatisées et de leurs fonctionnalités sur les volumes d'examens prescrits, prises isolément ou associées (61).

Les systèmes d'aide à la décision clinique (SADC) sont définis comme des outils générant des algorithmes décisionnels spécifiques au patient, après confrontation de ses caractéristiques propres et à une base de connaissances informatisées (62). Ils constituent un outil durable et fiable pour une meilleure utilisation des tests biologiques (47).

## **Les indicateurs de satisfaction**

### **L'organisation de travail**

L'impact des différents systèmes d'information ou de leurs fonctionnalités respectives s'évalue en fonction des processus métier intéressés :

- Le système d'information qui influence le plus le corps médical est le système de prescriptions informatisées. D'après Georgiou et al. (63) la prescription informatisée tend à être plus chronophage que la prescription papier, ce qui est contrebalancé par la diminution des risques d'erreurs. Une étude de Mutimer et al. (55) montre que le temps de prescription pour un interne est diminué par l'utilisation de protocoles informatisés, de même que le temps d'interrogation des résultats.

D'après Kim et al. (64), le rajout d'examen sur un échantillon prélevé par un système de demande d'ajout informatisé est moins chronophage comparé à la demande téléphonique.

---

<sup>6</sup> Ces protocoles informatisés définissent les arbres décisionnels de prescription des examens biologiques, voir suggèrent les examens, pour une pathologie ou une présentation clinique donnée

- Les plus grandes conséquences de la mise en place des systèmes d'information dans les circuits de laboratoire touchent le personnel de laboratoire.

Les SI ont entraîné une modification dans le type de tâches demandées au personnel de laboratoire. Les techniciens de laboratoire ont par exemple moins de tâches manuelles à effectuer (26). Ils consacrent moins de temps à la rédaction des rapports nécessaires au contrôle qualité (ces derniers sont directement générés par les systèmes (25,26)), et à la transmissions téléphoniques des résultats. Les secrétaires du laboratoire ont constaté la suppression de la saisie des informations administratives du patient (65) pour les examens provenant des services d'hospitalisation. Les responsables de la gestion des laboratoires évoquent la perte de leur rôle de conseiller auprès des prescripteurs, ainsi que la perte du contrôle des formulaires et des adéquations des demandes aux données cliniques (63).

Les SI permettent une visualisation en temps réel des flux d'analyse, donc une meilleure organisation et hiérarchisation des tâches auprès du personnel (25).

Les points précédemment cités permettent généralement une diminution de la charge de travail, une amélioration du flux de travail, et par conséquent un gain de temps pour le personnel.

En 1987, Kaplan (66) a montré un ressenti négatif des techniciens de laboratoire vis-à-vis de leur charge de travail. La mise en place du SIL avait augmenté la charge de travail, et occasionné une impression de moindre productivité.

## **Communication**

Au sein d'un même service clinique, l'introduction des systèmes d'information a globalement permis de meilleures communications avec la facilité et la rapidité d'accès et d'échange des informations relatives aux patients (28,63).

En ce qui concerne les relations inter-service, entre les services de soins et le laboratoire notamment, les ressentis sont variables : de moins bonnes, avec une impression de diminution des communications avec les personnels soignants et les patients (63,66), à de meilleures relations, avec une impression de communications plus faciles et plus efficaces (25,26).

## **Satisfaction**

Le personnel médical met en avant une amélioration du service rendu, par des informations fiables, plus lisibles, accessibles plus rapidement et de façon plus exhaustive, dans de meilleurs délais et en temps réel, suite à l'introduction des SIL (28,25,63,26,66).

Le personnel de laboratoire insiste sur la facilitation du travail au quotidien, et la simplicité d'utilisation du SIL, en précisant toutefois que c'est la connaissance du système qui permet une utilisation optimale de ses fonctionnalités (25).

## **Les indicateurs de coût**

Le coût de la santé est une question qui tient une place importante dans les politiques de santé, quel que soit le pays dans lequel on se place et les modalités de son système de santé. La volonté affichée est de procurer des soins de qualité, tout en maîtrisant les coûts qu'ils engendrent, à une époque où l'augmentation des coûts de la santé est la règle dans nombre de pays.

Les indicateurs de coûts évaluent plusieurs domaines :

- L'investissement dans le matériel et les outils d'aide à la gestion sont des systèmes rentables, sur le plan du retour sur investissement et des économies liées aux oublis de facturation (25,26).
- La gestion du personnel : lorsque leur implantation permet un gain de temps au personnel, qui peut alors être réparti sur d'autres activités, les systèmes d'information permettent une diminution du recrutement en personnel (25,26).
- Les examens prescrits :
  - De façon équivoque, lorsque le nombre d'examen prescrits par patient ou le nombre d'examen redondants prescrits diminue, les estimations de coût liées au séjour diminuent pour certains (50,51,56-58) ; il n'y a pas de différence significative pour d'autres (54).

## **Discussion**

Dix principaux indicateurs, classés en quatre catégories, ont été retrouvés à travers cette revue de littérature. L'étude de ces indicateurs montre que l'impact des SI sur les

circuits de biologie fait l'objet d'un intérêt international dans un souci d'amélioration de la qualité des soins.

Les indicateurs de délai sont principalement tournés vers le DRR, qui globalement a été réduit par l'introduction des différents SI. Constituants du DRR, les délais de report des résultats ont, quant à eux, été diminués par les systèmes d'information, mais aussi par les changements organisationnels. Les délais pour notifier un résultat menaçant le pronostic vital d'un patient d'une part, et entre la mise à disposition des résultats et la réponse clinique d'autre part, ont été diminués principalement par les systèmes d'alarmes automatiques. Enfin l'impact des SI sur la durée de séjour est moins évident, dépendant des études, et pour une même étude, dépendant des services cliniques étudiés.

Les indicateurs de qualité comprennent aussi le taux d'erreurs et le volume d'examen prescrits. Que ce soit les systèmes de prescriptions informatisées, les systèmes de génération automatique des codes-barres, ou les SIL, chacun a contribué à la diminution du taux d'erreur. Par contre, une tendance franche concernant le nombre d'examens prescrits ou la qualité de la prescription peine à être mise en exergue.

Les indicateurs de gestion considèrent l'organisation du travail, à travers la charge et les flux de travail, mais aussi des indicateurs plus subjectifs relevant de la perception de la qualité des communications et de la satisfaction des usagers. De façon générale, les conditions de travail semblent avoir été améliorées suite à la mise en place des SI.

Enfin les indicateurs de coût mettent en parallèle les coûts liés à l'investissement dans ces systèmes, et les retours sur investissement par les économies constatées ou attendues. Un impact positif des indicateurs précédemment étudiés à tendance à entraîner une diminution des coûts et à améliorer le retour sur investissement.

La tentative de réduire les délais de rendu de résultats par les SI a trouvé sa limite depuis plusieurs années (67). La volonté persistante de réduire ce délai conduit à étudier d'autres possibilités d'examens telles que l'analyse d'échantillons au sein des services (« point of care testing »), l'analyse non plus du sérum mais du sang total permettant de supprimer l'étape de centrifugation, le développement de matériel d'analyse plus performant, l'automatisation la plus complète possible de la chaîne d'analyse (68). Le

contrôle du processus d'analyse et son évaluation régulière sont d'autres façons d'améliorer le DRR (69). Enfin, la prise en compte du facteur humain n'est pas en reste : l'augmentation du nombre de personnels au niveau de la zone d'arrivée des examens permet selon Stotler et Kratz (70) d'améliorer le DRR.

La relation entre DRR et durée de séjour est controversée, et surtout étudiée au sein des services d'urgences. Certaines études tendent à démontrer qu'une diminution de la DRR permettait d'améliorer la durée de séjour (18), d'autres sont plus restrictives en disant que c'est la réduction des rendus de résultats hors délai qui ferait baisser la durée de séjour et seulement si ce sont bien les demandes de biologies qui sont le facteur limitant (71,72). Enfin, certaines études peinent à mettre en évidence une relation entre ces deux facteurs (73). Lorsqu'une relation est démontrée, les études se concentrent alors sur les moyens de diminuer le DRR : on retombe alors sur la problématique précédente, en étudiant par exemple la réorganisation des circuits (74), la meilleure automatisation (72)... Au sein des services d'hospitalisation il semble difficile de mettre en évidence une forte relation entre le DRR et la durée de séjour (75,76).

Par les modifications qu'elle va introduire dans l'environnement de travail et son organisation, la réussite de l'implantation puis du maintien des systèmes d'information demande la coopération du personnel. Ash (77) reprend les points à prendre en compte pour réussir la mise en place des systèmes de prescriptions informatisées, mais qui sont probablement généralisables à l'ensemble des systèmes d'information impliquant des changements organisationnels ou des modifications dans le rapport du personnel à son travail. Ainsi les critères managériaux à prendre en compte sont :

- la motivation à la mise en place du système (forcer son adoption créerait un effet inverse),
- la compréhension du caractère « suboptimal » du système initialement utilisé et ce que le SI peut apporter (bénéfice pour le personnel de la valeur ajoutée)
- l'intégration des flux et des processus de travail pour intégrer le SI dans cet environnement (responsabilités, communication)
- la nécessité d'avoir un suivi à toutes les étapes de l'installation, pour entretenir la motivation, recueillir des retours et solutionner les problèmes constatés.

Ces critères sont repris par Peute (78) dans un exemple d'échec à la mise en place d'un système de prescriptions informatisées. Ainsi le manque de communication sur la raison et la valeur ajoutée de la prescription informatisée conduit à un manque de conviction sur sa nécessité, entraînant moins de collaboration et de communication du département impliqué, et résultant en un rejet du système.

Plus encore, la modification d'un SI est en général l'occasion de changements organisationnels plus profonds. Il est alors difficile de distinguer ce qui relève du SI de ce qui relève de l'organisation. Par ailleurs, ces profonds changements mettent du temps à être intégrés par les équipes, ce qui peut sans doute conduire à une première phase avec des indicateurs un peu dégradés et, seulement lorsque les nouveaux processus sont rodés, à une amélioration éventuelle de ces derniers.

Peu d'articles consacrés uniquement à l'impact économique des SI sur le circuit de biologie ont été retrouvés. La plupart évaluent l'impact financier par extrapolation, en restant concentré sur l'impact de l'indicateur mesuré (par exemple l'économie suite la réduction du volume d'exams prescrits). L'impact financier des SI est plus large, comme étudié par Birkmeyer et al. (79) dans le cadre des systèmes de prescriptions informatisées. Il s'étend du coût initial au retour sur investissement, sans oublier les paramètres difficilement mesurables économiquement tels que l'amélioration de la qualité des soins.

Les SI ont connu une grande évolution depuis leurs débuts, avec un souci constant de les adapter aux besoins des utilisateurs. Avoir pris en considération les articles les plus anciens sur le sujet peut donner une fausse idée de l'impact des SI sur le circuit de biologie, nécessitant une remise à jour des données relatives aux améliorations apportées.

Les limites de la méthodologie utilisée sont l'interrogation d'une seule base de données. L'interrogation de plusieurs bases de données aurait pu ramener d'autres références non retrouvées ici. Cependant, l'utilisation de termes synonymes MeSH dans la construction des requêtes majore la précision et la qualité du rappel comme démontré par Darmoni et al. (10) et Thirion, Robu et Darmoni (80). D'autre part, les mêmes références étaient évoquées la plupart du temps dans les bibliographies des articles

sélectionnés. Deux biais de sélections persistent : ne pas avoir retenu les articles rédigés dans une autre langue que le français ou l'anglais dont la compréhension nous aurait été impossible, et les articles non disponibles, le plus souvent de par leur date de parution.

Une étude similaire a été menée par J. Pacheco dans le domaine de l'imagerie médicale. L'objectif était d'identifier les indicateurs permettant d'évaluer l'impact de l'introduction du RIS (Radiology Information System, ou Système d'Information de radiologie) et du PACS (Pictures Archiving and Communication System, ou système d'archivage de te communication des images radiologiques) dans les circuits d'imagerie.

Excepté pour la durée de séjour, pour laquelle l'impact des SI en imagerie semble moins controversé qu'en biologie, l'impact des SI sur les circuits d'imagerie et de biologie mesuré par les indicateurs retrouvés dans les deux revues va globalement dans le même sens : amélioration des délais (surtout délai de rendu des résultats et délai de réponse clinique), impact positif sur les indicateurs de gestion, notamment en ce qui concerne la satisfaction des usagers.

Certains indicateurs de qualité semblent plus spécifiques à chaque domaine. En biologie, ils sont plutôt tournés vers la quantification du volume d'examens et la pertinence de leur prescription. En imagerie médicale, les études s'intéressent plus à la dose d'irradiation et aux comptes-rendus d'examen, qu'ils soient non lus, non validés ou égarés.

Ces deux revues de la littérature s'intègrent à un projet national : le projet EVALSI (EVALuation des Systèmes d'Information). Ce dernier tend à établir un cadre de référence pour l'évaluation de l'impact des SI sur le système de soins. L'identification des indicateurs permettant d'évaluer l'impact des SIH sur les circuits de biologie et d'imagerie médicales fait partie de l'axe un de ce projet, et mènera, en France, à d'autres études.

En conclusion, cette revue recense des articles évaluant l'impact des SI sur le circuit de biologie sur une trentaine d'années ; l'idée était l'amélioration de la prise en charge et de la sécurité des patients, avec une volonté continuelle d'amélioration du circuit de laboratoire à chacune de ses étapes, depuis la prescription d'examen jusqu'à l'obtention des résultats. La variabilité des résultats des études mentionnées montre que l'impact

des SIH sur le circuit de biologie est difficile à évaluer et à quantifier, nécessitant plus d'études.

Légende des tableaux : ↘ : diminution ; ↗ : augmentation ; NS : non significatif

Tableau 1 : Impact des SI sur le Délai de rendu des résultats (DRR)

Auteur/ année/ ref	Type d'étude	Effet	Résultats	Commentaires ou résultats secondaires
<b>Délai de rendu des résultats (DRR): temps entre la prescription de l'examen par le clinicien et la mise à disposition du résultat pour le clinicien</b>				
Impact de l'introduction d'un Système d'information de laboratoire (SIL) sur le DRR				
Scalfani et Ramkissoon (1981) (25)	Etude rétrospective 2 <sup>1/2</sup> ans après l'introduction d'un SIL	↘	Diminution du DRR	DDR inférieur à 2 heures pour les analyses courantes et divisé par 2 pour les examens des urgences
Wolfe (1986) (26)	Etude avant-après l'introduction d'un SIL	Variable selon le type de tests demandés	Diminution significative du DRR moyen pour les examens d'hématologie d'urgence et de routine Augmentation significative du DRR moyen pour les examens de bactériologie	Les durées de processus mesurées ne sont pas les même entre les 2 périodes
Impact du système de transport automatisé par pneumatique				
Keshgegian et Bull (1991) (21)	Etude contrôlée selon le mode de transport (coursier versus pneumatique)	↘	Le DRR moyen au service des urgences a diminué de 25% - pour le potassium: de 40 à 30 min (p= 0,02) - pour l'hémoglobine: de 28 à 20 min (p< 0,02)	Les résultats d'analyse des échantillons sont comparables quelque soit le mode de transport utilisé
Fleisher et Schwartz (1995) (27)	Etude avant après selon le mode de transport dans un service d'urgences	↘	Baisse du DRR moyen de 23 min après introduction d'un pneumatique	Le DRR moyen d'analyses faites dans le service est le même que celui de prélèvements transportés par pneumatique
Steindel et Howanitz (2001) (20)	Etude comparative multicentrique dans un service d'urgences, selon les modes de transport	↗	Le DRR est de 49 min pour les analyses sur automates d'unité des soins, 55 min pour les échantillons transportés au laboratoire par un membre du personnel des urgences, et de 1 heure pour les échantillons transportés au laboratoire par un pneumatique (p= 0,146)	Globalement, les urgentistes sont peu satisfaits du DRR, considérant qu'une augmentation du DRR entraîne une augmentation de la durée de séjour
Fernandes et al. (2006) (22)	Etude comparative entre deux hôpitaux, selon les modes de transport (avec ou sans système de transport automatisé)	↘	Diminution du DRR moyen pour le taux d'hémoglobine de 43 min (coursier) à 33 min (pneumatique) (p< 0,001) Baisse du DRR moyen pour la kaliémie de 72 (coursier) à 64 min (pneumatique)(p<0,001)	Pas d'augmentation du taux d'hémolyse, et par extension pas de dénaturation de l'échantillon, quelque soit le mode de transport
Impact des systèmes de prescription informatisée				
Ostbye et al. (1997) (15)	Etude contrôlée randomisée comparant 2 services de chirurgie	↘	Diminution du DRR	Système de prescriptions informatisées avec report automatique des résultats

Cité par Georgiou dans (81)	(avec système de prescriptions informatisées vs sans)			
Thompson et al. (2004) (résumé) (16)	Etude avant-après introduction du système de prescriptions informatisées	↘	Diminution du DRR médian de 148 à 74 min (p<0,001)	Diminution du temps de transport (de 77 à 21 min, p<0,001)
Westbrook (2006) (17)	Etude contrôlée, avant-après introduction d'une prescription informatisée	↘	Pour chaque test, réduction de 15,5 minutes du DRR moyen (p<0,001)	Pas de différence significative entre le nombre moyen de tests demandés par patient ni le nombre de prélèvements sanguin par patient
Westbrook et al. (2009) (18)	Etude en 2 étapes: - étude du lien entre DRR et durée de séjour - étude avant- après introduction d'un système de prescriptions informatisées	↘	Diminution du DRR médian, même lorsqu'on constate une augmentation du nombre de demandes	Le DRR est un facteur significatif dans la détermination de la durée de séjour
Westbrook et al. (2009) (19)	Etude avant après introduction d'un système de prescriptions informatisées	↘	En moyenne 12,6% de réduction du DRR, en 2 ans	Pas de changement significatif du nombre moyen de tests par patient ni d'augmentation significative du taux de mortalité après 3 ans
<b>Impact de l'association des systèmes de transport par un pneumatique et des systèmes de prescriptions informatisées</b>				
Guss et al. (2008) (23)	Etude transversale rétrospective: - avant-après installation d'un système de transport par pneumatique - après installation du pneumatique, avant- après introduction d'un système de prescriptions informatisées	↘	Diminution du DRR médian après installation du pneumatique: - pour la natrémie: de 55,9 à 46,7 min - pour la numération formule sanguine: de 55,6 à 42,2 min - pour les troponines I: de 52,8 à 41,8 min Après introduction du pneumatique et du système de prescription informatisée: diminution du DRR médian entre 34% et 42%	La charge de travail des équipes des urgences a diminué avec l'introduction du pneumatique et du système de prescriptions informatisées
<b>Temps de reports des résultats: temps entre la réception de l'échantillon au laboratoire et la mise à disposition des résultats au clinicien</b>				
<b>Impact de la mise en place d'un SIL et d'une modification d'organisation sur le temps de report des résultats</b>				
Prijatelj (1999) (12)	Etude prospective après mise en place d'un SIL puis modification de l'organisation (priorisation des examens)	↘	Raccourcissement du temps de report des résultats entre novembre 1994 et septembre 1995 - 68,6 % de réduction pour les gaz du sang -68,5% de réduction pour la numération formule sanguine - 44,1% de réduction pour la natrémie	25% d'amélioration dans le temps de validation des résultats Les changements organisationnels ont amélioré de 12 à 27% le délai de report des résultats
<b>Impact de la mise en place d'un système de prescriptions informatisées sur le temps de report des résultats</b>				

Mekhjian et al. (2002) (24)	Etude comparative entre deux services de soins intensifs (chirurgicaux avec prescriptions informatisées versus médicaux sans prescriptions informatisées)	↘	Diminution du temps de report des résultats de 25% (passant de 31,3 minutes à 23,4 min, p= 0,001)	
--------------------------------	---	---	---	--

Tableau 2 : Impact des systèmes d'alarmes automatisées sur le délai de consultation des résultats et les délais de modification de la prise en charge

Auteur/ année/ ref	Type d'étude	Effet	Résultats	Commentaires ou résultats secondaires
<b>Délai pour notifier un résultat mettant en jeu le pronostic vital à un praticien ou son équipe</b>				
Impact des systèmes d'alertes automatisées				
Tate et al. (1995) (31)	Étude comparative entre résultats transmis par appel téléphonique versus système d'alarmes automatisées	↘	Le temps moyen de report de résultat à l'infirmière a diminué et est de 38,6 min	51% en moins de 12 min, 81% en moins d' 1 heure et 95% en moins de 2 heures Prise de connaissance de 100% des résultats
Staes et al. (2008) (32)	Étude comparative entre fax et résultats papier versus résultats informatisés	↘	Baisse du temps moyen entre le prélèvement de l'échantillon et la délivrance de l'alerte ou la lecture des résultats par l'infirmière pour les résultats de créatininémie	Le délai passe de 1,5 heure à 0,8 heure (p < 0,001)
Piva et al. (2009) (33)	Étude avant-après notifications par des appels téléphoniques versus par SMS et messages informatiques	↘	Diminution de 30 min à 11 minutes du temps moyen de notification du résultat	Chute du taux d'échec des notifications de 50% à 10,9%
<b>Temps entre mise à disposition des résultats et la modification thérapeutique</b>				
Impact des systèmes d'alertes automatisées				
Rind et al. (1994) (34)	Etude prospective par séries chronologiques	↘	Diminution du délai entre la survenue d'un événement et l'arrêt d'un traitement ou la modification de sa posologie : réponse plus rapide de 21,6 heures (p<0,0001)	Pas d'effet sur la durée de séjour, le taux de mortalité, les coûts de traitement, et le coût total de l'hospitalisation Satisfaction des praticiens vis à vis des alarmes : variable (44% les trouvent utiles, 28% les trouvent ennuyeuses, 65% souhaiteraient continuer de les recevoir)
<b>Temps de réponse clinique: temps entre l'alerte et la modification de la prise en charge</b>				
Impact des systèmes d'alertes automatisées				
Staes et al. (2008) (32)	Etude comparative entre les documents papiers (faxés ou imprimés) et les alertes informatisées	↘	Diminution significative du temps de prise en compte de l'alarme avec un temps médian de 22,4 heures avant contre 3,5 heures après introduction des alertes (p< 0,001)	Meilleur remplissage des dossiers patient (de 66% à 99% des résultats reportés pour les patients ambulatoires, de 0% à 100% pour les patients hospitalisés)
Park et al. (2008) (35)	Etude rétrospective, comparant notification des résultats mettant en jeu le pronostic vital par un système d'alarmes automatisée (SMS associés aux appels téléphoniques) versus appels téléphoniques seuls	↘	Diminution du temps médian de réponse à une hyperkaliémie de 65% pour le service de soins intensifs de cardiologie et de 49,3% dans les services généraux (p<0,001)	Pas de différence significative du taux de réponse clinique
Kuperman et al. (1999) (36)	Etude prospective contrôlée randomisée comparant les réponses à des résultats mettant en jeu le pronostic vital site à une notification par des alertes automatiques versus des appels téléphoniques	↘	Délai médian de réponse plus court de 38%: 1 heures contre 1,6 heures (p= 0,003) Délai moyen de réponse plus court: 4,1 vs 4,6 heures (p= 0,003)	Pas de différence significative du taux de mortalité ou du nombre d'événements indésirables - dossiers patients plus complets

Tableau 3: Taux d'erreur après introduction des systèmes de génération automatique de code-barres

Auteur/ année/ ref	Type d'étude	Effet	Résultats	Commentaires ou résultats secondaires
<b>Taux d'erreur à la phase pré-analytique après introduction d'un système d'étiquetage automatique</b>				
Killeen et al. (2005) (résumé) (44)	Etude prospective interventionnelle, avant-après introduction d'un système d'étiquetage par code-barres et d'un système de prescription informatisée	↘	Réduction du taux d'erreur d'identification de 2,56 à 0,49 pour 1000 spécimens	
Hayden et al. (2008) (45)	Etude comparative répartie sur 3 périodes: avant introduction de l'identification par un système de code-barres, pendant la mise en place du système, puis après mise en place complète du système	↘	Réduction de 0,03% à 0,005% (p< 0,001) du pourcentage médian d'échantillons mal étiquetés dans les 12 mois qui ont suivi l'introduction du système	
Da Rin (2009) (43)	Etude interventionnelle après introduction d'un système de prescription informatisée et d'un système d'étiquetage automatique	↘	Diminution du taux d'erreurs dans la phase pré-analytique	Charge de travail : gain de temps pour les infirmières (1 min par patient, soit 2000 heures par an), utilisable pour d'autres activités
Lillo et al (2012) (46)	Etude avant-après, après introduction d'un système d'étiquetage personnalisés, et éducation du personnel	↘	Réduction du nombre de tests non prélevés quand le prélèvement n'est pas programmé	Etiquettes d'identification imprimées en fonction des examens demandés au moment de la prescription

Tableau 4 : Impact des systèmes de prescriptions informatisées et de leurs fonctionnalités sur les volumes d'examens prescrits

Auteur/ année/ ref	Type d'étude	Effet	Résultats	Commentaires ou résultats secondaires
<b>Nombre de tests par patient</b>				
Impact de l'introduction des systèmes de prescriptions informatisées				
Hwang et al. (2002) (38)	Etude prospective, avant et 3 et 6 mois après introduction d'un système de prescriptions informatisées	↘	Diminution significative du nombre de tests prescrits en urgence après introduction de la prescription informatisée (p< 0,05)	Diminution significative de la durée de séjour (11,4 vs 8,2 jours, p =0,049) Différence non significative de la pertinence de la durée de séjour
Westbrook et al. (2006) (17)	Etude contrôlée avant-après mise en place d'un système de prescription informatisée	NS	Pas de différence significative du nombre de test moyen par patient	Pas de différence significative du nombre d'échantillons prélevés par patient
Collin et al. (2008) (52)	Etude contrôlée avant-après mise en place d'un système de prescriptions informatisées	Variable selon le statut du patient	Patients en ambulatoire : réduction du nombre de tests (pour la numération formule sanguine, le bilan électrolytique, et la répétition des numérations formules sanguines) Patients hospitalisés : nombre de tests prescrits multiplié par quatre	

Westbrook et al. (2009) (19)	Etude avant-après (6 et 12 mois après) mise en place d'un système de prescriptions informatisées	NS	Pas de changement significatif dans le nombre moyen de tests prescrits par patient	Pas d'augmentation significative du taux de mortalité sur trois années
<b>Impact de l'introduction des protocoles informatisés</b>				
Young (1980) (56)	Etude avant-après introduction de protocoles informatisés Etude contrôlée avec versus sans protocoles informatisés	↘	Nombre total d'examen demandés: - 45 vs 12 (p > 0,001) dans la première étude - 58 vs 9 (p > 0,001) dans la deuxième étude	Estimation de l'économie annuelle par patient 1,34 £, soit 1 million de £/an en extrapolant à tous les hôpitaux du pays
Mutimer et al. (1992)(55)	Etude avant-après introduction des protocoles informatisés	↘	Nombre de tests de biochimie prescrits par patient et par jour réduit de 9,5% (p < 0,01) pour les patients transplantés et de 28,8% pour les patients non transplantés (p < 0,01)	Diminution significative du temps moyen passé par les médecins à prescrire des examens (de 6,8 min à 2,3 min, p < 0,001) Diminution significative du temps passé par les médecins à interroger les résultats (de 10 à 4 min par jour, p < 0,001)
Nightingale et al. (1994) (57)	Etude interventionnelle avant-après	↘	Diminution de 17% du nombre de tests de biochimie par patient et par jour (p < 0,001)	Diminution de 48% des tests demandés sur la garde (p < 0,001) Réduction de 24% du nombre de tests par admission (p < 0,001) La réduction du nombre d'examen permet une économie de 28% des coûts de laboratoire (p < 0,001) Augmentation de la compliance aux protocoles existants après introduction du système de protocoles informatisés
Wang TJ et al. (2002) (58)	Etude comparative avant-après développement de recommandations et leur insertion dans le système de prescriptions informatisées, et éducation du personnel	↘	Diminution significative du nombre de tests de biochimie entre 7 et 40% selon les tests (Calcium : 40% (p < 0,001), Magnésium : 31% (p < 0,001), Phosphore : 40% (p < 0,001))	Pas de changement significatif dans la durée de séjour, le taux de réadmission en soins intensifs, le taux de mortalité, le nombre de jour sous respirateur Economie estimée à 17% des coûts par patient pour les "tests de routine" et les radiographies de thorax (p < 0,001)
<b>Impact de l'affichage des coûts des tests</b>				
Bates et al. (1997) (54)	Etudes prospectives contrôlées randomisée avec et sans affichage des coûts lors de la prescription	NS	Pas de différence significative dans le nombre moyen de tests prescrits	Pas de différence significative dans le coût de ces tests
<b>Nombre de tests redondants par patient</b>				
<b>Impact des systèmes d'alertes automatiques concernant la redondance des examens</b>				
Bates et al. (1999) (50)	Etude prospective contrôlée randomisée après introduction des systèmes d'alarmes automatisées	↘	Baisse significative du nombre de tests redondants dans le groupe avec systèmes d'alarmes automatisées (27% vs 51% dans le groupe témoin (p < 0,001))	Economie annuelle estimée à 35000 \$

Runy (2005) (59) cite par Harrison et Mc Dowell (82)	Analyse de données	↘	Nombre de bilans électrolytiques redondants après introduction d'un système d'alertes : diminution de 24% quand l'examen a été programmé plus de 72 heures plus tôt	Dégrouper les tests électrolytiques et les prescrire individuellement permet une réduction de 51% des tests inutilement réalisés
Niès et al. (2010) (60)	Etude avant-après introduction d'un système d'aide à la décision	NS	Pas de réduction significative du nombre de tests jugés inutiles (dosages d'antigènes Hbs répétés moins de 3 mois après une précédente sérologie)	La proportion de tests inutiles reste stable après l'introduction du système d'aide à la décision par opposition à une tendance à l'augmentation avant sa mise en place 24% des tests inutiles sont annulés après l'introduction des systèmes d'aide à la décision
Levick et al. (2013) (51)	Etude avant-après	↘	21% de réduction dans la répétition des dosages des NT-proBNP réalisés par patient	Estimation d'une économie annuelle de 92000 \$
Impact de l'affichage des résultats précédents				
Bansal et al (2001) (53)	Etude rétrospective contrôlée, comparant des unités de soins intensifs avec versus sans système de prescriptions informatisées affichant des messages éducatifs et les résultats antérieurs des patients, et limitant la prescription anticipée de gaz du sang à une par 24h	NS	40% de diminution du nombre total de tests prescrits (p= 0,09 (NS)) dans les unités de soins intensifs ayant le système de prescriptions informatisées	
Impact de l'association des systèmes d'alarmes automatiques, de l'affichage des résultats et de la justification des examens par leur indication				
Rosenbloom et al. (2005) (61)	Etude par séries chronologiques -Première intervention : réévaluer l'indication d'un examen prescrit 72h plus tôt -Seconde intervention : au moment de la prescription d'un dosage de magnésium, calcium ou phosphore sanguin, affichage des résultats antérieurs et de l'indication des tests -Troisième intervention : au moment de la prescription d'un dosage sanguin de magnésium, affichage des résultats antérieurs et des indications du test, prescription d'un seul test à la fois	Variable selon l'intervention	Nombre d'examens demandés par semaine : diminution de 29% (p= 0,001) avec la première intervention, augmentation de 22% (p=0,001) avec la seconde intervention, diminution de 43% après la troisième intervention (p< 0,001) Le nombre moyen de tests est passé de 0,87 à 0,59 demandes par patient (p<0,001) après la première intervention, a augmenté à 0,87 demandes par patient après la seconde intervention (p= 0,001), et a diminué à 0,39 tests par patient après la troisième intervention (p= 0,003)	Séparer le dosage du magnésium des autres tests permet une diminution de 21% à 14 % du nombre de dosage entre le début et la fin de l'étude

## Annexe

Requêtes PubMed :

- ("clinical laboratory information systems"[MH] OR "clinical laboratory information systems"[TW] OR "laboratory information system"[TW] OR "laboratory information systems"[TW]) AND ("program evaluation"[MH] OR "program evaluation"[TW] OR "program effectiveness"[TW] OR "program evaluations"[TW] OR "program appropriateness"[TW] OR "family planning program evaluation"[TW] OR "program sustainability"[TW] OR evaluat\*[tw] OR assess\*[tw] "evaluation studies as topic"[MH] OR "evaluation studies as topic"[TW] OR "evaluation methodologies"[TW] OR "use effectiveness"[TW] OR "theoretical effectiveness"[TW] OR "critique"[TW] OR "evaluation research"[TW] OR "Pre-Post test"[TW] OR "qualitative evaluations"[TW] OR "critiques"[TW] OR "report, evaluation"[TW] OR "evaluation reports"[TW] OR "evaluation, quantitative"[TW] OR "Use-Effectiveness"[TW] OR "Pre-Post tests"[TW] OR "research, evaluation"[TW] OR "evaluations"[TW] OR "evaluation indexes"[TW] OR "quantitative evaluations"[TW] OR "methodology, evaluation"[TW] OR "evaluation"[TW] OR "evaluations, quantitative"[TW] OR "qualitative evaluation"[TW] OR "evaluation report"[TW] OR "quantitative evaluation"[TW] OR "pre post tests"[TW] OR "evaluation methodology"[TW] OR Evaluation Studies[pt])
- "turnaround time"[ti]
- ("quality indicators, health care"[MH] OR "quality indicators, health care"[TW] OR "quality indicator"[TW] OR "quality indicators"[TW] OR (quality[tw] AND indicator\*[tw]) OR "indicators, quality"[TW] OR "healthcare quality indicators"[TW] OR "healthcare quality indicator"[TW]) AND ("clinical laboratory information systems"[MH] OR "clinical laboratory information systems"[TW] OR "laboratory information system"[TW] OR "laboratory information systems"[TW] OR "radiology information systems"[MH] OR "radiology information

systems"[TW] OR "radiologic information system"[TW] OR "picture archiving and communication systems"[TW] OR "information systems, radiology"[TW] OR "PACS (Radiology)"[TW] OR "radiologic picture archiving"[TW] OR "systems, radiology information"[TW] OR "radiologic information systems"[TW] OR "radiology information system"[TW])

# Bibliographie

---

1. Circulaire N°275 du 6 janvier 1989 relative à l'informatisation des hôpitaux publics [Internet]. [cité 19 févr 2015]. Disponible sur: [http://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/990/Cir\\_6-1-89.pdf](http://www.atih.sante.fr/sites/default/files/public/content/990/Cir_6-1-89.pdf)
2. Programme de Médicalisation des systèmes d'information en médecine, chirurgie, obstétrique et odontologie. Publication ATIH [Internet]. [cité 24 mars 2015]. Disponible sur: <http://www.atih.sante.fr/mco/presentation>
3. Del Beccaro MA, Jeffries HE, Eisenberg MA, Harry ED. Computerized provider order entry implementation: no association with increased mortality rates in an intensive care unit. *Pediatrics*. juill 2006;118(1):290-5.
4. Nebeker JR, Hoffman JM, Weir CR, Bennett CL, Hurdle JF. High rates of adverse drug events in a highly computerized hospital. *Arch Intern Med*. 23 mai 2005;165(10):1111-6.
5. Ammenwerth E, Talmon J, Ash JS, Bates DW, Beuscart-Zéphir M-C, Duhamel A, et al. Impact of CPOE on mortality rates--contradictory findings, important messages. *Methods Inf Med*. 2006;45(6):586-93.
6. Shekelle PG, Morton SC, Keeler EB. Costs and benefits of health information technology. *Evid Report Technology Assess*. avr 2006;(132):1-71.
7. Rahimi B, Vimarlund V. Methods to evaluate health information systems in healthcare settings: a literature review. *J Med Syst*. oct 2007;31(5):397-432.
8. Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med*. 16 mai 2006;144(10):742-52.

9. Finkelstein J, Knight A, Marinopoulos S, Gibbons MC, Berger Z, Aboumatar H, et al. Enabling Patient-Centered Care Through Health Information Technology. Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2012.
10. Darmoni SJ, Thirion B, Leroyt JP, Douyère M, Lacoste B, Godard C, et al. A search tool based on « encapsulated » MeSH thesaurus to retrieve quality health resources on the internet. *Med Inform Internet Med.* sept 2001;26(3):165-78.
11. Howanitz JH, Howanitz PJ. Laboratory Results Timeliness as a Quality Attribute and Strategy. *Am J Clin Pathol.* 9 janv 2001;116(3):311-5.
12. Prijatelj V, Vuckovic A, Cerne D. The optimization of turnaround time for blood samples in an emergency clinical laboratory. *Stud Health Technol Inform.* 1999;68:610-3.
13. Manor PG. Turnaround times in the laboratory: a review of the literature. *Clin Lab Sci J Am Soc Med Technol.* avr 1999;12(2):85-9.
14. Valenstein P. Laboratory turnaround time. *Am J Clin Pathol.* juin 1996;105(6):676-88.
15. Ostbye T, Moen A, Erikssen G, Hurlen P. Introducing a module for laboratory test order entry and reporting of results at a hospital ward: an evaluation study using a multi-method approach. *J Med Syst.* avr 1997;21(2):107-17.
16. Thompson W, Dodek PM, Norena M, Dodek J. Computerized physician order entry of diagnostic tests in an intensive care unit is associated with improved timeliness of service. *Crit Care Med.* juin 2004;32(6):1306-9.
17. Westbrook JI, Georgiou A, Dimos A, Germanos T. Computerised pathology test order entry reduces laboratory turnaround times and influences tests ordered by hospital clinicians: a controlled before and after study. *J Clin Pathol.* mai 2006;59(5):533-6.

18. Westbrook JI, Georgiou A, Lam M. Does computerised provider order entry reduce test turnaround times? A before-and-after study at four hospitals. *Stud Health Technol Inform.* 2009;150:527-31.
19. Westbrook JI, Georgiou A, Rob MI. Test Turnaround Times and Mortality Rates 12 and 24 Months after the Introduction of a Computerised Provider Order Entry System: *Methods Inf Med* [Internet]. 2009 [cité 27 nov 2014]; Disponible sur: <http://www.schattauer.de/en/magazine/subject-areas/journals-a-z/methods/contents/archivestandard/issue/662/manuscript/11052.html>
20. Steindel SJ, Howanitz PJ. Physician Satisfaction and Emergency Department Laboratory Test Turnaround Time. *Arch Pathol Lab Med.* 1 juill 2001;125(7):863-71.
21. Keshgegian AA, Bull GE. Evaluation of a soft-handling computerized pneumatic tube specimen delivery system. Effects on analytical results and turnaround time. *Am J Clin Pathol.* avr 1992;97(4):535-40.
22. Fernandes CMB, Worster A, Eva K, Hill S, McCallum C. Pneumatic Tube Delivery System for Blood Samples Reduces Turnaround Times Without Affecting Sample Quality. *J Emerg Nurs.* avr 2006;32(2):139-43.
23. Guss DA, Chan TC, Killeen JP. The Impact of a Pneumatic Tube and Computerized Physician Order Management on Laboratory Turnaround Time. *Ann Emerg Med.* févr 2008;51(2):181-5.
24. Mekhjian HS, Kumar RR, Kuehn L, Bentley TD, Teater P, Thomas A, et al. Immediate Benefits Realized Following Implementation of Physician Order Entry at an Academic Medical Center. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* 2002;9(5):529-39.
25. Scalfani JJ, Ramkissoon RA. The acquisition of a laboratory information system. *J Med Syst.* 1981;5(4):281-303.
26. Wolfe HB. Cost-benefit of laboratory computer systems. *J Med Syst.* févr 1986;10(1):1-9.

27. Fleisher M, Schwartz MK. Automated approaches to rapid-response testing. A comparative evaluation of point-of-care and centralized laboratory testing. *Am J Clin Pathol.* oct 1995;104(4 Suppl 1):S18-25.
28. Connelly DP, Werth GR, Dean DW, Hultman BK, Thompson TR. Physician use of an NICU laboratory reporting system. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care.* 1992;8-12.
29. Kilpatrick ES, Holding S. Use of computer terminals on wards to access emergency test results: a retrospective audit. *BMJ.* 5 mai 2001;322(7294):1101-3.
30. Winkelman JW, Tanasijevic MJ, Wybenga DR, Otten J. How fast is fast enough for clinical laboratory turnaround time? Measurement of the interval between result entry and inquiries for reports. *Am J Clin Pathol.* oct 1997;108(4):400-5.
31. Tate KE, Gardner RM, Scherding K. Nurses, pagers, and patient-specific criteria: three keys to improved critical value reporting. *Proc Annu Symp Comput Appl Sic Med Care Symp Comput Appl Med Care.* 1995;164-8.
32. Staes CJ, Evans RS, Rocha BHSC, Sorensen JB, Huff SM, Arata J, et al. Computerized Alerts Improve Outpatient Laboratory Monitoring of Transplant Patients. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* 2008;15(3):324-32.
33. Piva E, Sciacovelli L, Zaninotto M, Laposata M, Plebani M. Evaluation of Effectiveness of a Computerized Notification System for Reporting Critical Values. *Am J Clin Pathol.* 3 janv 2009;131(3):432-41.
34. Rind DM, Safran C, Phillips RS, Wang Q, Calkins DR, Delbanco TL, et al. Effect of computer-based alerts on the treatment and outcomes of hospitalized patients. *Arch Intern Med.* 11 juill 1994;154(13):1511-7.
35. Park H, Min W-K, Lee W, Park H, Park C-J, Chi H-S, et al. Evaluating the Short Message Service Alerting System for Critical Value Notification via PDA Telephones. *Ann Clin Lab Sci.* 20 mars 2008;38(2):149-56.

36. Kuperman GJ, Teich JM, Tanasijevic MJ, Ma'Luf N, Rittenberg E, Jha A, et al. Improving Response to Critical Laboratory Results with Automation. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. 1999;6(6):512-22.
37. Tate KE, Gardner RM, Weaver LK. A computerized laboratory alerting system. *MD Comput Comput Med Pract*. oct 1990;7(5):296-301.
38. Hwang J-I, Park H-A, Bakken S. Impact of a physician's order entry (POE) system on physicians' ordering patterns and patient length of stay. *Int J Med Inf*. 12 nov 2002;65(3):213-23.
39. Lippi G, Chance JJ, Church S, Dazzi P, Fontana R, Giavarina D, et al. Preanalytical quality improvement: from dream to reality. *Clin Chem Lab Med*. 2011;49(7):1113-26.
40. Alsina KMJ, Funes VA, Adzet CB, Clar MVD, Escuer MI, Girona JM, et al. Quality indicators and specifications for key processes in clinical laboratories: a preliminary experience. *Clin Chem Lab Med*. 2007;45(5):672-7.
41. Ricós C, García-Victoria M, Fuente B de la. Quality indicators and specifications for the extra-analytical phases in clinical laboratory management. *Clin Chem Lab Med*. 2005;42(6):578-82.
42. Lippi G, Blanckaert N, Bonini P, Green S, Kitchen S, Palicka V, et al. Causes, consequences, detection, and prevention of identification errors in laboratory diagnostics. *Clin Chem Lab Med*. 2008;47(2):143-53.
43. Da Rin G. Pre-analytical workstations: A tool for reducing laboratory errors. *Clin Chim Acta*. 6 juin 2009;404(1):68-74.
44. Killeen JP, Chan TC, Jones K, Guss DA. Impact of barcoding technology and computerized physician order entry on reducing laboratory specimen misidentification errors in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 1 mai 2005;12:7-178.
45. Hayden RT, Patterson DJ, Jay DW, Cross C, Dotson P, Possel RE, et al. Computer-Assisted Bar-Coding System Significantly Reduces Clinical Laboratory Specimen

Identification Errors in a Pediatric Oncology Hospital. *J Pediatr.* févr 2008;152(2):219-24.

46. Lillo R, Salinas M, Lopez-Garrigos M, Naranjo-Santana Y, Gutiérrez M, Marín MD, et al. Reducing preanalytical laboratory sample errors through educational and technological interventions. *Clin Lab.* 2012;58(9-10):911-7.

47. Janssens PMW. Managing the demand for laboratory testing: Options and opportunities. *Clin Chim Acta.* 11 nov 2010;411(21-22):1596-602.

48. Bates DW, Boyle DL, Rittenberg E, Kuperman GJ, Ma'Luf N, Menkin V, et al. What proportion of common diagnostic tests appear redundant? *Am J Med.* avr 1998;104(4):361-8.

49. Schroeder SA, Kenders K, Cooper JK, Piemme TE. Use of laboratory tests and pharmaceuticals. Variation among physicians and effect of cost audit on subsequent use. *JAMA.* 20 août 1973;225(8):969-73.

50. Bates DW, Kuperman GJ, Rittenberg E, Teich JM, Fiskio J, Ma'luf N, et al. A randomized trial of a computer-based intervention to reduce utilization of redundant laboratory tests. *Am J Med.* févr 1999;106(2):144-50.

51. Levick DL, Stern G, Meyerhoefer CD, Levick A, Pucklavage D. « Reducing unnecessary testing in a CPOE system through implementation of a targeted CDS intervention ». *BMC Med Inform Decis Mak.* 8 avr 2013;13:43.

52. Collin S, Reeves BC, Hendy J, Fulop N, Hutchings A, Priedane E. Implementation of computerised physician order entry (CPOE) and picture archiving and communication systems (PACS) in the NHS: quantitative before and after study. *BMJ* [Internet]. 2008 [cité 19 déc 2014];337. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2515888/>

53. Bansal P, Aronsky D, Aronsky D, Talbert D, Miller RA. A computer based intervention on the appropriate use of arterial blood gas. *Proc AMIA Symp.* 2001;32-6.

54. Bates DW, Kuperman GJ, Jha A, Teich JM, Orav EJ, Ma'luf N, et al. Does the computerized display of charges affect inpatient ancillary test utilization? *Arch Intern Med.* 24 nov 1997;157(21):2501-8.
55. Mutimer D, McCauley B, Nightingale P, Ryan M, Peters M, Neuberger J. Computerised protocols for laboratory investigation and their effect on use of medical time and resources. *J Clin Pathol.* juill 1992;45(7):572-4.
56. Young DW. An aid to reducing unnecessary investigations. *Br Med J.* 13 déc 1980;281(6255):1610-1.
57. Nightingale PG, Peters M, Mutimer D, Neuberger JM. Effects of a computerised protocol management system on ordering of clinical tests. *Qual Health Care.* mars 1994;3(1):23-8.
58. Wang TJ, Mort EA, Nordberg P, et al. A utilization management intervention to reduce unnecessary testing in the coronary care unit. *Arch Intern Med.* 9 sept 2002;162(16):1885-90.
59. Runy LA. Clinical decision support: putting patient information at clinician's fingertips. *Hosp Health Netw.* 2005;4(1):20-3.
60. Niès J, Colombet I, Zapletal E, Gillaizeau F, Chevalier P, Durieux P. Effects of automated alerts on unnecessarily repeated serology tests in a cardiovascular surgery department: a time series analysis. *BMC Health Serv Res.* 2010;10:70.
61. Rosenbloom ST, Chiu K-W, Byrne DW, Talbert DA, Neilson EG, Miller RA. Interventions to Regulate Ordering of Serum Magnesium Levels: Report of an Unintended Consequence of Decision Support. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* 2005;12(5):546-53.
62. Garg AX, Adhikari NJ, McDonald H, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: A systematic review. *JAMA.* 9 mars 2005;293(10):1223-38.

63. Georgiou A, Westbrook J, Braithwaite J, Iedema R. Multiple perspectives on the impact of electronic ordering on hospital organisational and communication processes. *HIM J.* 2006;34(4):130-5.
64. Kim JY, Kamis IK, Singh B, Batra S, Dixon RH, Dighe AS. Implementation of computerized add-on testing for hospitalized patients in a large academic medical center. *Clin Chem Lab Med.* 2011;49(5):845-50.
65. Darmoni SJ, Massari P, Allaire P, Caffarel JL, Monconduit M, Baldenweck M, et al. REX: Extralaboratory cycle of information processing from laboratories to care units. 1992 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 1992. p. 1253-4.
66. Kaplan B. Initial impact of a clinical laboratory computer system. Themes common to expectations and actualities. *J Med Syst.* juin 1987;11(2-3):137-47.
67. Hawkins RC. Laboratory Turnaround Time. *Clin Biochem Rev.* nov 2007;28(4):179-94.
68. Hawker CD, Roberts WL, Garr SB, Hamilton LT, Penrose JR, Ashwood ER, et al. Automated Transport and Sorting System in a Large Reference Laboratory: Part 2. Implementation of the System and Performance Measures over Three Years. *Clin Chem.* 10 janv 2002;48(10):1761-7.
69. Carraro P, Plebani M. Process Control Reduces the Laboratory Turnaround Time. *Clin Chem Lab Med.* 2005;40(4):421-2.
70. Stotler BA, Kratz A. Determination of Turnaround Time in the Clinical Laboratory « Accessioning-to-Result » Time Does Not Always Accurately Reflect Laboratory Performance. *Am J Clin Pathol.* 11 janv 2012;138(5):724-9.
71. Holland LL, Smith LL, Blick KE. Reducing Laboratory Turnaround Time Outliers Can Reduce Emergency Department Patient Length of Stay An 11-Hospital Study. *Am J Clin Pathol.* 11 janv 2005;124(5):672-4.

72. Holland LL, Smith LL, Blick KE. Total Laboratory Automation Can Help Eliminate the Laboratory as a Factor in Emergency Department Length of Stay. *Am J Clin Pathol*. 5 janv 2006;125(5):765-70.
73. Gill D, Galvin S, Ponsford M, Bruce D, Reicher J, Preston L, et al. Laboratory sample turnaround times: do they cause delays in the ED? *J Eval Clin Pract*. 1 févr 2012;18(1):121-7.
74. Francis AJ, Ray MJ, Marshall MC. Pathology processes and emergency department length of stay: the impact of change. *Med J Aust* [Internet]. 2009 [cité 10 mars 2015];190(12). Disponible sur: <https://www.mja.com.au/journal/2009/190/12/pathology-processes-and-emergency-department-length-stay-impact-change>
75. Steindel SJ. Timeliness of clinical laboratory tests. A discussion based on five College of American Pathologists Q-Probe studies. *Arch Pathol Lab Med*. oct 1995;119(10):918-23.
76. Steindel SJ, Jones BA, Howanitz PJ. Timeliness of automated routine laboratory tests: A College of American Pathologists Q-Probes study of 653 institutions. *Clin Chim Acta*. 15 juill 1996;251(1):25-40.
77. Ash JS, Stavri PZ, Kuperman GJ. A consensus statement on considerations for a successful CPOE implementation. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. juin 2003;10(3):229-34.
78. Peute LW, Aarts J, Bakker PJM, Jaspers MWM. Anatomy of a failure: A sociotechnical evaluation of a laboratory physician order entry system implementation. *Int J Med Inf*. avr 2010;79(4):e58-70.
79. Birkmeyer CM, Lee J, Bates DW, Birkmeyer JD. Will electronic order entry reduce health care costs? *Eff Clin Pract ECP*. avr 2002;5(2):67-74.
80. Thirion B, Robu I, Darmoni SJ. Optimization of the PubMed Automatic Term Mapping. *Stud Health Technol Inform*. 2009;150:238-42.

81. Georgiou A, Williamson M, Westbrook JI, Ray S. The impact of computerised physician order entry systems on pathology services: a systematic review. *Int J Med Inf.* juill 2007;76(7):514-29.
82. Harrison JP, McDowell GM. The role of laboratory information systems in healthcare quality improvement. *Int J Health Care Qual Assur.* 2008;21(7):679-91.

# Article en anglais

## Quality indicators from health information systems on biomedical circuits: a systematic review

---

C. Périgard, M. Schuers, N. Griffon, BM. Joulakian, J. Pacheco, P. Massari, L. Rollin, SJ. Darmoni

Department of Biomedical Informatics, Rouen University Hospital & TIBS, LITIS EA 4108 & INSERM U1142

1 rue de Germont 76031 Rouen Cedex

Mail : Stefan.Darmoni@chu-rouen.fr

### **Abstract**

#### **Background:**

Health information systems have now been widely established within the hospital management program and aim at improving the quality and security of patient care. To our knowledge, there are currently no parameters available to assess the quality indicators of health information systems' impact on biomedical circuits. The aim of this paper is to present a review of literature regarding health information systems in order to identify indicators to assess their impact on laboratory processes and laboratory information systems.

#### **Methods:**

The PubMed database was searched between November 2014 and January 2015, in order to select studies published prior to this date.

#### **Results:**

Seventy-one articles were retrieved that were published between 1981 and 2013 and permitted us to identify ten main indicators, categorized into four groups: delay indicators, quality indicators, management indicators and cost indicators.

**Conclusion:**

Although for some indicators a main tendency will produce reduction in the error rate, or reduction in turnaround time, the impact of information systems on biological circuits appears to vary depending on the individual study. Moreover, there seems to be a real desire to improve the information systems in order to meet the needs of users as well as improve the health care services. Further studies are required regarding health information systems in order to identify indicators to assess their impact on laboratory processes and laboratory information systems.

**Key words:**

Review, quality indicators, laboratory information systems, turnaround time, number of tests, workload, cost, assessment

## **Background**

Hospital information systems (HIS) are defined in MeSH (1987) as: “Integrated, computer-assisted systems designed to store, manipulate, and retrieve information concerned with the administrative and clinical aspects of providing medical services within the hospital”.

Current health policies encourage the establishment of HIS in hospitals, with the aim of constantly improving quality and safety of hospital care, improving the health of the population, reducing health costs in an evolving national health system (evolution of diseases, epidemiology, available treatment methods etc), and as far as possible health system efficacy.

If its implementation has been effective over the past thirty years, and HIS is considered a contribution to the hospital’s performance, its actual impact on the health system on a whole still remains controversial (1–7).

The gradual introduction of HIS since the 80s has had an impact on the circuit of laboratory tests requests : whether it was with laboratory information systems (LIS) implementation, or with the introduction of a computerized physician order entry system.

Currently, our results suggest that there is no framework that has been reported in the literature establishing relevant indicators to assess the information systems’ impacts on biological circuits. The aim of this study was to identify these indicators in laboratory information systems, and to give an insight of their respective impact via a literature review.

## **Methods**

As previously mentioned a literature review search was undertaken to identify information systems indicators of biomedical circuits. The PubMed database was searched with three different requests until January 2015, permitting to select studies published before this date.

In a previously reported study, our CISMef team demonstrated the interest in implementing the “encapsulated MeSH terms” in the request (8), in order to be more precise and create optimal retrieving quality health resources (requests are in the appendix).

The search terms used are listed in figure 1.

Box 1: English key words used in the search

<p><b>Concept 1 : les indicateurs qualité et les indicateurs qualité en santé</b>  quality indicators*, quality AND indicator  health care*  healthcare quality indicators</p> <p><b>Concept 2 : système d'information de laboratoire</b>  clinical laboratory information systems*, laboratory information system</p> <p><b>Concept 3 : programme d'évaluation</b>  program evaluation*, program effectiveness, program appropriateness, program sustainability,  evaluat*, assess*  evaluation studies as topic*, evaluation methodologies, use effectiveness*, theoretical effectiveness, critique*, evaluation research, pre-post test*, qualitative evaluation*, quantitative evaluation*, report, evaluation, evaluation indexes*, evaluation report*, evaluation methodology*</p> <p><b>Concept 4 : délai de rendu des résultats</b>  turnaround time</p>
--

Papers were selected on the basis of the following criteria.

### Inclusion criteria

Retained articles

- concerned performance and indicators used to assess the impact of HIS on laboratory circuits
- Whose data were collected in a hospital or a hospital laboratory,
- if they were written in French or English

Papers were excluded if it exclusively concerned:

- data not performed in a hospital or if data originated from a non hospital laboratory
- analytic automation, point of care testing (POCT), or the technical part of the information systems (software, hardware, etc), or not strictly related to HIS
- a pathology, the impact of HIS in transfusion and in notifiable infectious diseases, i.e. any disease that is required by law to be reported to government authorities: these three (medical sub) specialties were defined based on our current perspective.

### **Selection process of articles**

Papers were selected after reading their titles or abstracts, or when necessary after reading the article in its entirety. References of studied papers were also considered for selection. If there was any doubt about relevance of a paper, it was discussed with one physician (MS) and selected after a consensus was reached.

### **Results:**

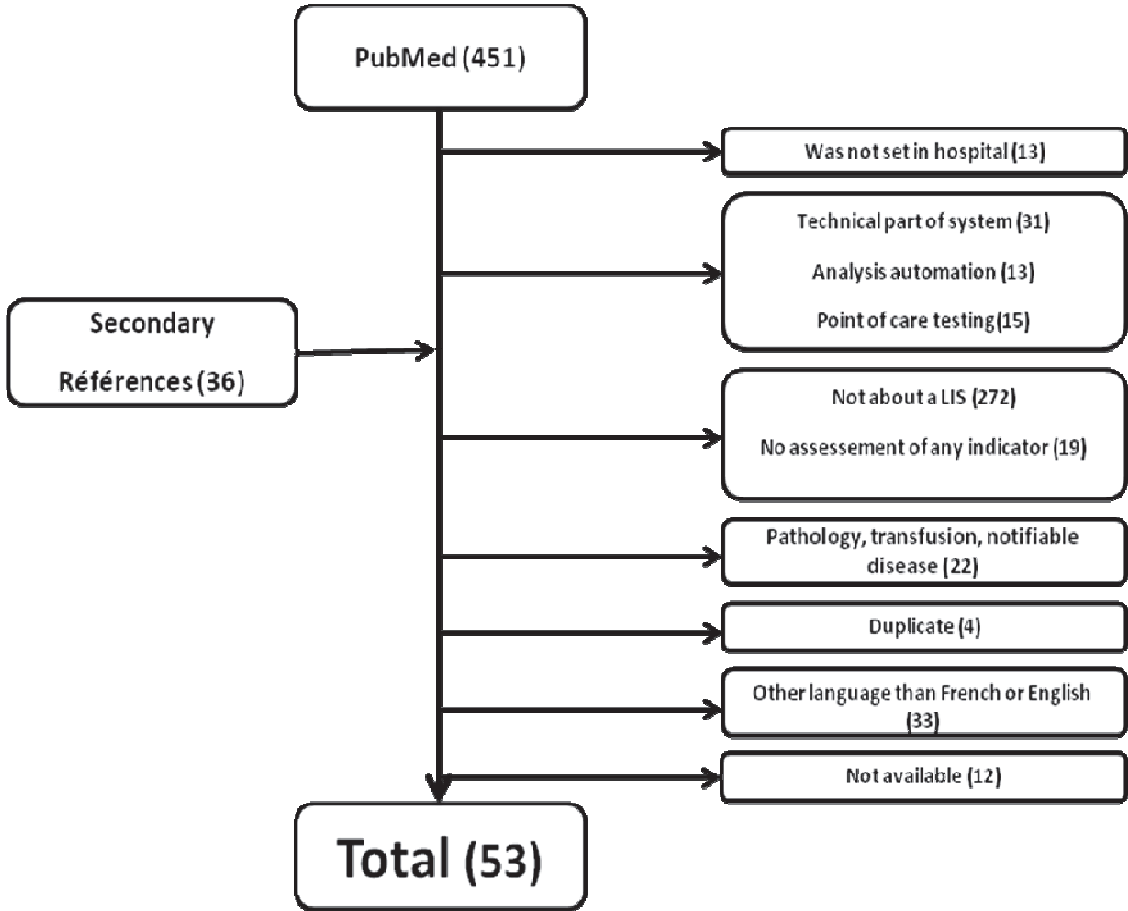
The review identified 451 articles regarding the impact of HIS on biological circuits. Four were duplicates, 33 were in a language other than French or English, and 12 were not obtained despite mails sent to their authors. Consequently, they were not selected (see figure 1).

In the remaining 402 papers, 31 dealt with the technical part of the information systems, 13 dealt with analysis automation, and 15 dealt with POCT.

Finally 272 papers were not included because they did not concern laboratory information systems, 13 were not set in a hospital, 19 did not assess the impact of laboratory information systems, and 22 mainly concerned pathology, or concerned the impact of HIS in transfusion and in notifiable infectious diseases.

In total, 17 papers were considered relevant for this study. Thirty six were added after reading bibliography references from the selected articles. Overall, 53 were selected in this review process.

Figure 1: flowcharts concerning selection procedure



Indicators retrieved in this review were classified into four groups: delay indicators, quality indicators, management indicators and cost indicators.

**Delay indicators**

**Turnaround time (TAT)**

For this review, the definition for TAT considered the clinician’s point of view, as defined by Howanitz and Howanitz in 2001 (9): it is the time elapsed from test ordering by the physician to results reporting. This time measures the global progression period from biological ordering to results availability, which differs from the time the practitioner in fact reads the results.

Other delays found in this review were TAT component and were te transporting time, which considers time between veinipuncture and the arriving in the reception area in the laboratory, the “report time”, which considers the delay from sample reception by

laboratory to results reporting, and the “delay of display results”, which is the delay between results obtained after analysis and its availability after validation.

The TAT was by far the most studied indicator in this review.

Main results are summarized in table 1.

The TAT is vital for clinicians who require constant improvement in, this method considered an essential tool for fast and adapted patient care (10), as well as considered to influence the patients’ length of stay and patients’ satisfaction (9,11). TAT has been widely studied for many years (in this review, from 1981 to 2009)(9–25). For each step of the analysis process, the information systems impacted this delay:

- In the 80’, after implementation of laboratory information systems, the reduction in the TAT was observed by Scalfani et Ramkissoon (23) and by Wolfe (24). Valenstein (12) besides justified this improvement by a reduction in the reporting time thanks to the automatic validation of the results.
- The implementation of computerized physician order entry (CPOE) also permitted reduction in TAT (13–17).
- With the exception of one paper by Howanitz and Steindel in 2001 (18) comparing TAT when the sample was analyzed on POCT versus sample analyzed in core laboratory either transported by an emergency staff member or transported by pneumatic tube relay system, TAT was improved by reduction in sample transporting time from services to central laboratory in the majority of studies after pneumatic tube system implementation (19,20,25).
- The association of computerized physician order entry and pneumatic tube has contributed to a decrease in the TAT (21).

Two intervention seemed to impact the results report time: implementation of a LIS associated with organizational changes in the one hand (10), and introduction of CPOE in the other hand (22).

**Delay between reporting results and their reading, and delay between reporting results and modification in patient care**

Considering that laboratory tests influence the patients' diagnosis and therapeutic management, given the importance of TAT for these tests, measuring delay before consulting results seems to be relevant. Measuring delay before adaptation of care is also important, particularly via systems that could impact on these delays. These results are summarized in table 2.

Display of results may contribute to the improvement of timeliness with which access was possible. Implementation of screens or a workstation within the services was aimed at facilitating the access and timeliness of these results. In 1985, Connelly et al. (26) studied the utilization of touch screens to access laboratory results in a neonatal intensive care unit: at that time this system was perceived by physicians as reliable, fast and easy to use. For many years, laboratory results have been available through workstation or screens within wards.

Kilpatrick et al. (27) assessed the effect of computerized availability of results on ward terminals as a replacement for telephoning results by laboratory staff. Their conclusion was 45% of emergency results and 29% of medical admission ward results were never accessed; 25% of emergency results and 22% of medical ward were read within one hour, and respectively 15% and 19% were read between one and three hours. The series by Kilpatrick et al. these authors cited Winkelman et al. (28), who, in contrast was concerned with a reduction in the consulting delay of hematology blood counts for emergency laboratory tests results with ward terminals (64% within one hour).

Main problem with delay in viewing results regards critical values, especially when there is a life threatening situation. Studies concerning computerized notification systems showed a reduction in these delays (29–31). Clinical response time and therapeutic response time were also modified (30,32–34). Tate et al. (35) moreover concluded a 12% significant increase in the proportion of patients receiving appropriate care, associated with a significant drop in time spent in life threatening situations (15.7 hours versus 30.4 hours,  $p < 0.05$ ).

### **Length of stay (LOS)**

Length of stay refers to the amount of time spent by one patient in a single hospital. It is used as an outcome indicator for patient management (36). It is also correlated with costs of hospital stay and with patients' satisfaction.

LOS was diminished by the computerized alert systems in detection of life threatening laboratory result (35). Moreover, a reduction in the global length of stay was observed by Hwang et al. (36) and Mekhjian et al. (22) after CPOE implementation. Both of authors suggested that the length of stay will depend on the particular wards studied.

## **Quality indicators**

### **Error rate**

During laboratory tests, errors can occur at any time in the process, whatever the phase (pre-analytical, analytical or post-analytical phase). According to G. Lippi et al. (37), most errors occur during the extra-analytical phase. Also 60% to 70% of them occur during the pre-analytical phase, at the moment of handling procedures. Identification of sample mistakes represent 0.08% to 0.28% of these errors (37–39) and could lead to diagnosis and therapeutic errors; samples requested but not collected represent 1.7% to 7% of errors depending on studies (38,39). Consequences for a patient is error or delay in diagnosis, inappropriate therapeutic changes for their pathology, with risks of adverse events of that treatment, inappropriate investigations, and an increase in costs (40).

Thus, according to Da Rind (41), new technologies based on automatic systems should include reduced error rates by decrease in handling stages in the pre-analytical phase. For example, after a CPOE, customized kits containing customized bar-coding labels and labeling test tubes with a unique identity code for each patient which can be available automatically.

Many studies evoked the impact of an automatic generation of barcode systems on the misidentification rate; these results are summarized in table 3 (41–44).

In a more general way and not only focused on the biological circuits, CPOE reduce misidentification thanks to diminution in transcription errors (40).

Transcription errors risks concerned also the manual steps of results reporting before implementation of laboratory information systems (LIS). According to Scalfani and Ramkissoon (23), they were reduced with the introduction of LIS.

### **Number of tests ordered and number of redundant tests**

Ordering a number of tests would be useless, whether for diagnostic purposes and repeated tests (45–47). However ordering complementary investigations have to be rationalized based on the expected result: a prescription of specific examinations not only has risks (iatrogenic risk for example) and consequences (false-positive results) but has also cost (48,49).

CPOE (15,17,36,50), due to their multiple functionalities such as previous results display (51), display of charges for ordered tests (52), implementation of computerized protocols<sup>7</sup> (53–56) or guidelines, or computerized alerts concerning redundant tests (48, 49, 57, 58), should serve to rationalize the ordering of examinations. In this review, 15 articles were retained and their results are summarized in table 4. This table provides an overview of the impact of these CPOE and of their functionalities on the volume of tests ordered, either alone either in association.

Computerized decision support systems (CDSS) are defined as tools which could generate patient specific recommendation, after confrontation between patient characteristics and computerized knowledge base (59). It is a reliable and sustainable tool for a better utilization of biological tests (45).

### **Management indicators**

#### **Organization of work**

The impact of the different information systems or their respective functionalities is constantly assessed throughout the working process:

- As regards medical staff, activities are mainly impacted by CPOE : according to Georgiou et al. (60) computerized ordering tends to be more time consuming than

---

<sup>7</sup> These computerized protocols define algorithms for biological exams, and propose ordered tests, for a specific pathology or clinical situation.

paper ordering, but this perspective was counterbalanced by a reduction in the risk of error. Mutimer et al. (53) showed that time ordering for a house officer is reduced by using computerized protocols, as well as the time required for requesting results.

As reporting by Kim et al. (61), adding examinations to already collected samples by a computerized add-on tests system was less time consuming as compared to telephone requests.

- A vast majority of the consequences following the implementation of information systems within the whole laboratory process are related to laboratory staff.

Information systems produce modifications in both types of tasks for laboratory staff and technicians as well as for laboratory secretaries (e.g. fewer manual tasks (24), less time attributed to writing of quality assessment report, the latter mentioned are directly generated by these systems (23,24), fewer transmissions of results by phone calls and suppression of manual entry of patients' administrative data (62)), than laboratory managers (loss of counselor role to prescribers, loss of control of forms and matching between test ordering and clinical data (60)).

The information systems allowed a real time visualization of analysis flows, therefore it had a better organization and prioritization of tasks for staff members (23).

Overall, these factors led to a decrease in the workload, and improvement in workflow, as well as being time saving for staff.

In 1987, Kaplan et al. (63) shown a negative feeling by laboratory employees relative to their workload: implementation of LIS increased their workload, and caused impression of lower productivity.

### **Communication**

Within the same ward, introduction of information systems globally allowed better communications with ease and rapid accessibility and exchange of information related to patients (26,60).

As regard inter-departmental communications, in particular between wards and the laboratory, feedback was variable: from worse to better relationship, on one hand with

an impression of reduction in communications with medical staff and patients (60,63), in contrast on the other hand with a staff impression of easier and more effective communications (23,24).

### **Satisfaction**

Medical staff enhanced improvement in laboratory services, by reliable and more legible information, with faster and more complete accessibility, in less time and in real time, after LIS implementation (26,23,60,24,63). Laboratory staff insisted on facilitating daily work tasks and ease using a LIS, but added that an optimal use of the LIS features was possible only if the system was perfectly known (23).

### **Costs indicators**

Health costs are important subject concerning health policies, whatever the country studied and its health system. Political will is to provide high quality care, while containing health costs, when constantly rising health costs is the case in many countries.

Costs indicator assessed number of domains:

- Investment in equipment and management tools support were cost effective, considering return on investments and cost saving due to forgotten receipts (23,24).
- Staff management: when implementation saved staff time, the staff members can be affected by other tasks; in this case, the information systems allowed reduction in staff recruitment.
- Test ordering:
  - With uncertainty, when number of tests per patient or number of redundant tests decreased, estimation of hospital stay costs decreased for most patients (48,49,54–56) with no significant difference in one reported study (52).

## **Discussion**

Ten main indicators, categorized in four sections, have been found in this review, showing that impact of information systems on biology circuits constitutes a subject of international interest to improve care.

Delay indicators often concern the TAT, which has globally been reduced by the implementation of HIS. Component of TAT, the reporting time were diminished by IS but also by organisational changes. Delay before notifying a life threatening results in the one hand, and between results availability and clinical response in the other hand, were principally diminished by computerized alerting systems. Eventually, the impact of IS on the length of stay is a less obvious, depending on studies, and in the same study, depending on wards.

Quality indicators are also composed of error rate and the volume of ordering exams. It be CPOE, automatic generating bar-coding systems, or LIS, every one contributed to reduce the error rate. On the opposite, a trend concerning the number and the quality of ordered tests is difficult to prove.

Management indicators consider the organization of work, throughout workload and workflow, but also more subjective indicators relative to the perception of the quality of communication and the users' satisfaction. In a general way, the working conditions seem to have been improved after HIS implementation.

Lastly costs indicators draw a parallel between investment costs for these systems, and return on investment throughout expected or observed savings. A positive impact in the previous indicators tends to diminish costs and improve the return on investment.

Attempt to reduce TAT with information systems reached its limits since decades (64). Persistent wish to reduce this delay led to assess other possibilities such as point of care testing, blood analysis rather than serum analysis allowing eliminating the centrifugation step, development of more efficient analysis equipment, an as complete automation of the process as possible (65). Process control and its regular assessment were other way to improve TAT (66). Eventually, human factor has to be taking into consideration: increase of number of staff into the receiving area allowed according to Stotler and Kratz (67) to improve TAT.

The relationship between TAT and length of stay (LOS) is contested, and principally studied inside the emergency services. Some studies tended to show that a reduction in TAT could contribute to improving the length of stay (16), other studies were more restrictive explaining that it was the reduction of outlier results which could diminish LOS and only if laboratory tests were the limiting factor in LOS (68,69). Finally, some studies were not able to identify any relationship between these two factors (70). When relation was proved, studies focused on way to diminish TAT: it is the same problematic as previously, studying for example reorganization of circuits (71), thinking of better automation (69)... Within hospitalization wards it seems to be difficult to bring out relation between TAT and length of stay (72,73).

Because of modifications in environment and in the work organization following implementation of IS, successful implementation, and then its sustainability, needs the entire cooperation of the staff. Ash (74) cited points to take into account for a successful implementation of CPOE, but which can be applied generally for any IS which cause organizational changes or changes in the relations between staff and its tasks. Thus management criteria to consider are:

- Motivation for implementation (to force its adoption could cause a failure)
- Understanding of suboptimal characteristics in the current system and what can be improve with IS (benefits for staff, and value)
- Integration of the workflow and process of work in order to integrate the IS in this environment (responsibilities, communication)
- The need to monitor each step of the implementation, to sustain motivation, have feedbacks and find solution for observed problems.

These criteria were cited by Peute (75) in an example of a failure of CPOE implementation. Thus lack in communication on the reasons and value of CPOE cause a lack in the conviction on its necessity, caused few collaboration and few communication, and finally resulted in the system rejection.

Modification of IS is generally the occasion of more important changes than just organizational changes. It is so difficult to distinguish what depend on IS and what depend on organization. Furthermore these deeply changes need time to be integrated

by staff, and could lead to a first phase with little bit worse indicators, and when these indicators are well known to an improvement in their measurement.

Very few papers only devoted to economic impact of information system were retrieved: the majority assesses the financial impact of costs by extrapolation, focusing on the impact of the measured indicator (for example, costs savings following the test volume reduction). According to Birkmeyer et al. (76) when they studied the computerized order entry, financial impact of information systems was larger: it began with the initial cost to return on investment, without forgetting non economic measurable factors as improvement in care quality.

Information systems knew important evolution since their beginning, with a constant worry about adaptation to users' needs. Take into consideration the oldest papers could give a wrong idea about impact of HIS on biology circuits, needed updated data related to improvement.

Limits in our methodology were questioning only one bibliographic database. Question more database could refind more references, not integrated here. Therefore, using MeSH synonymous terms in our requests improve the quality of research as demonstrated by Darmoni et al (10). On the other hand, same references were evoked most of the time in the diverse bibliography of retained articles.

Two selection biases persist. Not having retained article in other language than French or English, whose understanding would be impossible for us, and non available articles, often because of their published date.

In conclusion, this review is composed of papers assessing the impact of information systems on the biological circuit, for almost thirty years. It aimed at improving patients' care and safety, with a constant effort to improve laboratory circuit at each step of this circuit, from the test ordering to the results reporting. The variability of the results in the mentioned studies, point out that the impact of HIS on laboratory circuit is difficult to assess and to quantify, needing more studies.

Table legends: ↘: decrease, ↗: increase, NS: no significant difference

Table 1: Impact of information systems on turnaround time (TAT)

Author / Year/ Ref	Type of study	Effect	Results	Comments / secondary results
<b>Turnaround time (TAT): elapsed time between test ordering by physician and results availability for physician</b>				
<b>Impact of Laboratory Information Systems (LIS) on TAT</b>				
Scalfani et Ramkissoon (1981) (23)	Retrospective study 2 <sup>1/2</sup> years after a LIS introduction	↘	Diminution of TAT	TAT for routine tests within 2 hours, and TAT divided by 2 for stat tests
Wolfe (1986) (24)	Before-after study, after a LIS introduction	Variable depends on type of test ordered	Significant diminution in the mean TAT for hematology stat tests and routine tests	The process time were not totally comparable Significant increase in the mean TAT for microbiology tests
<b>Impact of the introduction of automatic transport (pneumatic tube system (PTS)) on the TAT</b>				
Keshgegian et Bull (1991) (19)	Controlled study, comparing mean TAT depending on transport mode (courier versus pneumatic)	↘	25% reduction in mean TAT in emergency department - from 40 to 30 min for potassium's TAT (p= 0,02) - from 28 to 20 min for hemoglobin (p< 0,02)	Results are comparable whatever the transport mode is
Fleisher et Schwartz (1995) (25)	comparative study: -before and after implementation of PTS in an emergency department -comparison of mean TAT for point of care satellite laboratory (POCSL) and urgent care laboratory	↘	Mean TAT decreased by 23 min after PTS implementation	Mean TAT is the same for samples analyzed in POCSL and sample analyzed in urgent care dedicated centralized laboratory with PTS
Steindel et Howanitz (2001) (18)	Multicentric comparative study of TAT in emergency departments, depending on means of transport of samples	↗	TAT is 9 min with point of care testing, versus 55 min when sample are transported by emergency staff to a central laboratory and 1 hour when transport is done by pneumatic tube (p= 0,146)	In general, emergency physicians are few satisfied with TAT, considering that increase of TAT caused increase in length of stay
Fernandes et al. (2006) (20)	Comparative study of 2 hospital, one with pneumatic tubes systems (PTS) and the other without PTS	↘	Mean TAT for hemoglobin is shorter with PTS ( 33 min) than with courier (43 min)(p< 0,001) Mean TAT for potassium is shorter with PTS (64 min) than with courier (72 min)(p< 0,001)	No significant difference in hemolysis rate, and by extension no modification in sample quality
<b>Impact of computerized provider order entry systems (CPOE)</b>				

Ostbye et al. (1997) (13) Cite par Georgiou dans (77)	Randomized controlled study comparing 2 surgical wards (with CPOE with automatic result reporting versus without CPOE)	↘	Decrease in TAT	
Thompson et al. (2004) (résumé) (14)	Before-after study, after implementation of CPOE	↘	Decrease in median TAT from 148 to 74 min (p<0,001)	Decrease in transporting time (from 77 to 21 min, p<0,001)
Westbrook (2006) (15)	A controlled before-after study, after introduction of CPOE	↘	Mean TAT decreased of 15.5 minutes per test (p< 0,001)	No significant change in the average number of tests per patients neither in the average number of blood specimens
Westbrook et al. (2009) (16)	2 stages study: -study of the relationship between TAT and length of stay (LOS) - before-after study, after introduction of CPOE	↘	Significant median TAT reduction, persistent TAT reduction in the second year with increase in proportion of orders	TAT is a significant factor influencing LOS in emergency departments
Westbrook et al. (2009) (17)	Before-after study: before and 12 and 24 months after introduction of CPOE	↘	A 12.6% average reduction of TAT in 2 years	No significant change in the average number of tests per patients No significant increase in mortality rate after 3 years
<b>Impact of the introduction of pneumatic tube and computerized provider order entry systems (CPOE)</b>				
Guss et al. (2008) (21)	Retrospective cross-sectional study: - before-after introduction of pneumatic tubes - after introduction of pneumatic, before –after introduction of CPOE	↘	Median TAT decreased after pneumatic implementation: for sodium determination from 55,9 to 46,7 min for blood count cell from 55,6 to 42,2 min for troponin I from 52,8 to 41,8 min After introduction of pneumatic and CPOE: reduction in median TAT between 34% and 42%	Emergency staff workload decreased with pneumatic and CPOE implementation
<b>Reporting time : delay between sample receiving in laboratory and results availability for physician</b>				
<b>Impact of introduction of LIS and organizational changes on the reporting time</b>				
Prijatelj (1999) (10)	Prospective study after introduction of a LIS and organizational change (tests priority system)	↘	Between November 1994 and December 1995, reduction in reporting time : - a 68,6 % reduction for arterial blood gas analysis - a 68,5% reduction for blood count cell - a 44,1% reduction for sodium determination	An improvement of 25% in results validation time Between 12 and 27% improvement in reporting time after organizational changes
<b>Impact of introduction of computerized provider order entry systems (CPOE) on the reporting time</b>				
Mekhjian et al. (2002) (22)	A comparison study between 2 wards : surgical intensive care unit (ICU) with CPOE versus medical ICU without CPOE	↘	A 25% diminution in results reporting time	from 31,3 minutes to 23,4 min, p= 0,001

Table 2: impact of computerized alerts systems on reading delay and care management change

Author / year/ ref	Type of study	Effect	Results	Comments / secondary results
<b>Delay before notification of life-threatening result to a physician or his staff</b>				
Computerized alerts systems				
Tate et al. (1995) (29)	Comparative study of critical value results reporting by phone calls versus by automatic alerting system	↘	Diminution in the mean acknowledgement time to 38.6 min (51% within 12 min, 81% within 1 hour, 95% within 2 hours)	100% of results acknowledged
Staes et al. (2008) (30)	Comparative observational study between traditional results reporting by faxes or printed results, versus computerized alerts	↘	Decrease in mean delay between sample collection and results reading by a nurse or alert arriving for creatinine	From 1,5 hours to 0,8h (p < 0,001)
Piva et al. (2009) (31)	Before-after study comparing notifications by phone calls versus computerized notifications (by SMS and alert messages on monitor in the ward)	↘	Diminution in mean notification time : from 30 min to 11 minutes	Rate of unsuccessful notification decreased from 50% to 10,9%
<b>Results reporting and therapeutic change</b>				
Computerized alerts systems				
Rind et al. (1994) (32)	Prospective time-series study	↘	Reduction of 21.6 hours in mean delay between occurrence of an event and discontinuation of a medication or a modification in its dosage (p<0,0001)	No difference on length of stay, mortality rate, treatment costs, and the cost of hospital stay Practitioners' satisfaction concerning alerts : variable (44% helpful, 28% less annoying, 65% would continue to receive it)
<b>Clinical response time: delay between alert and modification in care management</b>				
Computerized alerts systems				
Staes et al. (2008) (30)	Comparative observational study between traditional results reporting by faxes or printed results, versus computerized alerts	↘	Reduction in median clinical response time from 22,4 hours before versus 3,5h after computerized alerts introductions (p< 0,001)	Better completeness of reporting (outpatients: from 66% to 99% of copied results, inpatient: from 0% to 100%)
Park et al. (2008) (33)	Retrospective study comparing critical values notifications by alerting systems (SMS and callback) versus callback only	↘	Shorter median response time for hyperkalemia of 65% for cardiology intensive care unit, of 49,3% in general wards (p<0,001)	No significant difference in the clinical response rate
Kuperman et al. (1999) (34)	Prospective randomized controlled study comparing response to critical results after notification by an automatic alerting system versus previous phone calls systems	↘	Shorter median response delay of 38%: 1 hours versus 1,6 h (p= 0,003) Shorter mean response delay: 4,1 vs. 4,6 h (p= 0,003)	No significant difference in mortality rate or number of adverse events Better completeness of patients' records

Table 3: Error rate after automatic generation of bar-coding systems implementation

Author / year/ ref	Type of study	Effect	Results	Comments / secondary results
<b>Error rate in pre-analytical phase after sample identification system introduction</b>				
Killeen et al. (2005) (résumé) (42)	Prospective interventional before-after study, after introduction of a bar-coding label system and computerized order entry system	↘	Reduction in identification error rate from 2.56 to 0.49 per 1000 specimens	
Hayden et al. (2008) (43)	3-stages comparative study: before introduction of identification by a bare-coding system, while its implementation, after complete implementation of the system	↘	Reduction from 0.03% to 0.005% ( $p < 0,001$ ) of median percentage of misidentified samples within 12 months following system implementation	
Da Rin (2009) (41)	Prospective interventional study after introduction of CPOE and system of automated generating bare-coding labels	↘	Diminution in pre-analytical phase error rate	Workload : time saving for nurses (1 min per patient, so 2000 hours per year), use of this time for other activities
Lillo et al (2012) (44)	Before-after study, after introduction of customized bar-coding system and educational efforts	↘	Reduction in the number of ordered but not collected samples when vein puncture is not scheduled	Customs labels are correlate for each test with its corresponding tube

Table 4: Impact of computerized order entry and their functionalities on test volume

Author / year/ ref	Type of study	Effect	Results	Comments / secondary results
<b>Number of tests per patient</b>				
Computerized provider order entry systems (CPOE)				
Hwang et al. (2002) (36)	Prospective study, before and 3 and 6 months after introduction of CPOE	↘	Significant decrease in the number of stat tests ordered after introduction of CPOE ( $p < 0,05$ )	Significant diminution of length of stay (11,4 vs. 8,2 days, $p = 0,049$ ) No significant difference in appropriateness of length of stay
Westbrook et al. (2006) (15)	A controlled before-after study, after introduction of CPOE	NS	No significant change in the average number of tests per patients neither in the average number of blood specimens	

Collin et al. (2008) (50)	Controlled before-after study, after implementation of CPOE	Variable depends on patient is hospitalized or not	Outpatients : reduction in the number of tests (for full blood count, electrolytes and urea, and repeated full blood count)  Inpatients : fourfold increase in ordered tests	
Westbrook et al. (2009) (17)	Before-after study: before and 12 and 24 months after introduction of CPOE	NS	No significant change in the average number of tests per patients	No significant increase in mortality rate after 3 years
Computerized protocols				
Young (1980) (54)	Before-after study, after computerized protocols implementation Controlled study with versus without computerized protocols	↘	Significant diminution in total number of ordered tests: - 45 vs. 12 ( $p > 0,001$ ) in the first study - 58 vs. 9 ( $p > 0,001$ ) in the first study	Estimate cost annual savings per patient is 1,34 £, extrapolated to all the country hospitals : 1 million £/year
Mutimer et al. (1992) (53)	Before-after study, after introduction of computerized protocols	↘	A 9.5% reduction in the number of chemistry ordered tests per patient per day ( $p < 0,01$ ) for transplant patients and 28.8% reduction for non transplant patients ( $p < 0,01$ )	Significant diminution in number of mean time spent prescribing tests (from 6,8 min to 2,3 min, $p < 0,001$ ) Significant diminution in number of mean time spent requesting results (from 10 to 4 min per day, $p < 0,001$ )
Nightingale et al. (1994) (55)	Before-after interventional study	↘	A 17% reduction in number of chemistry tests per patient per day ( $p < 0,001$ ) A 48% reduction in the number of out of hours tests per patient day ( $p < 0,001$ ) A 24% reduction in the number of tests per admission ( $p < 0,001$ )	Reduction in number of tests allow saving of 28% in laboratory expenditure per patient day ( $p < 0,001$ ) Significant better degree of compliance with existing protocols after introduction of computerized protocols
Wang TJ et al. (2002) (56)	Before-after comparative study : after guideline development and their incorporation into the computer order entry system, and educational training	↘	Significant diminution in the number of all chemistry tests from 7 to 40% depending on type of test (in particular for Calcium : 40% ( $p < 0,001$ ), Magnesium : 31% ( $p < 0,001$ ), Phosphorus : 40% ( $p < 0,001$ ))	No significant change in length of stay, readmission rate, mortality rate, days with ventilator need Estimate savings is 17% of costs per patient for routine tests and chest radiography ( $p < 0,001$ )
Test display of charges				
Bates et al. (1997) (52)	Prospective controlled trial with versus without display of charges for test at the time of prescription	NS	No significant difference in the average number of test ordered	No significant difference in the charges for tests ordered or performed
<b>Nombre de tests redondants par patient</b>				

Automatic reminders				
Bates et al. (1999) (48)	Prospective randomized controlled trials after introduction of computerized reminders for redundant tests	↘	Significant reduction in number of redundant tests in the intervention group (27% vs. 51% in controlled group ( $p < 0,001$ ))	Estimate of annual savings is 35000 \$
Runy (2005) (57) cited by Harrison and Mc Dowell (78)	Data analysis	↘	Number of redundant electrolyte tests after reminders introduction : reduction of 24% when test was scheduled more than 72 hours earlier	Unbundle electrolytes tests and ordering this test individually reduce unnecessary performed tests of 51%
Niès et al. (2010) (58)	Time series analysis after CDSS implementation	NS	No significant reduction in the number of tests judged unnecessary (repeated HBs antigen tests within 3 months after a previous measurement)	Proportion of unnecessarily repeated test was stable after CDSS introduction in opposition to an increasing trend before its introduction 24% of unnecessary tests canceled after CDSS introduction
Levick et al. (2013) (49)	Before-after study, after introducing CDSS	↘	21% reduction in repeated measurement of NT-pro BNP per patient	Estimate of annual savings of 92000 \$
Previous results display				
Bansal et al (2001) (51)	Retrospective controlled study, comparing intensive care unit with versus without computer-based intervention (display of educational text and previous results and limited scheduled arterial blood gas analysis to one per day)	NS	40% reduction in number of ordered tests ( $p = 0,09$ (NS)) in ICU with computer-based intervention	
Automatic alerts, results display and indication justification				
Rosenbloom et al. (2005) (79)	<p>Time series analysis</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- First intervention: assessment of indication of a test ordered 72 hours earlier</li> <li>- Second intervention: when ordering Magnesium, Calcium or Phosphorus dosage, display of previous results and indication of a test</li> <li>- Third intervention: at the moment of Magnesium dosage ordering, display of previous results and indications, and just one instance by order</li> </ul>	Variable Depend on intervention	<p>Number of ordered test per week : 29% decrease (<math>p = 0,001</math>) with first intervention, 22% increase (<math>p = 0,001</math>) with second intervention, 43% decrease with third intervention (<math>p &lt; 0,001</math>)</p> <p>Mean number of test per patient decreased from 0,87 to 0,59 (<math>p &lt; 0,001</math>) after first intervention, increased to 0,87 instance per patient after second intervention (<math>p = 0,001</math>), and decreased to 0,39 tests per patient after third intervention (<math>p = 0,003</math>)</p>	Individualized magnesium measurement compared to other tests allow a reduction from 21% to 14 % in the number of dosage between the start and the end of the study period

## Appendix

Requêtes PubMed :

- ("clinical laboratory information systems"[MH] OR "clinical laboratory information systems"[TW] OR "laboratory information system"[TW] OR "laboratory information systems"[TW]) AND ("program evaluation"[MH] OR "program evaluation"[TW] OR "program effectiveness"[TW] OR "program evaluations"[TW] OR "program appropriateness"[TW] OR "family planning program evaluation"[TW] OR "program sustainability"[TW] OR evaluat\*[tw] OR assess\*[tw] "evaluation studies as topic"[MH] OR "evaluation studies as topic"[TW] OR "evaluation methodologies"[TW] OR "use effectiveness"[TW] OR "theoretical effectiveness"[TW] OR "critique"[TW] OR "evaluation research"[TW] OR "Pre-Post test"[TW] OR "qualitative evaluations"[TW] OR "critiques"[TW] OR "report, evaluation"[TW] OR "evaluation reports"[TW] OR "evaluation, quantitative"[TW] OR "Use-Effectiveness"[TW] OR "Pre-Post tests"[TW] OR "research, evaluation"[TW] OR "evaluations"[TW] OR "evaluation indexes"[TW] OR "quantitative evaluations"[TW] OR "methodology, evaluation"[TW] OR "evaluation"[TW] OR "evaluations, quantitative"[TW] OR "qualitative evaluation"[TW] OR "evaluation report"[TW] OR "quantitative evaluation"[TW] OR "pre post tests"[TW] OR "evaluation methodology"[TW] OR Evaluation Studies[pt])
- "turnaround time"[ti]
- ("quality indicators, health care"[MH] OR "quality indicators, health care"[TW] OR "quality indicator"[TW] OR "quality indicators"[TW] OR (quality[tw] AND indicator\*[tw]) OR "indicators, quality"[TW] OR "healthcare quality indicators"[TW] OR "healthcare quality indicator"[TW]) AND ("clinical laboratory information systems"[MH] OR "clinical laboratory information systems"[TW] OR "laboratory information system"[TW] OR "laboratory information systems"[TW] OR "radiology information systems"[MH] OR "radiology information systems"[TW] OR "radiologic information system"[TW] OR "picture archiving and communication systems"[TW] OR "information systems, radiology"[TW] OR

"PACS (Radiology)"[TW] OR "radiologic picture archiving"[TW] OR "systems,  
radiology information"[TW] OR "radiologic information systems"[TW] OR  
"radiology information system"[TW])

# Bibliography

---

1. Del Beccaro MA, Jeffries HE, Eisenberg MA, Harry ED. Computerized provider order entry implementation: no association with increased mortality rates in an intensive care unit. *Pediatrics*. juill 2006;118(1):290-5.
2. Nebeker JR, Hoffman JM, Weir CR, Bennett CL, Hurdle JF. High rates of adverse drug events in a highly computerized hospital. *Arch Intern Med*. 23 mai 2005;165(10):1111-6.
3. Ammenwerth E, Talmon J, Ash JS, Bates DW, Beuscart-Zéphir M-C, Duhamel A, et al. Impact of CPOE on mortality rates--contradictory findings, important messages. *Methods Inf Med*. 2006;45(6):586-93.
4. Shekelle PG, Morton SC, Keeler EB. Costs and benefits of health information technology. *Evid Report Technology Assess*. avr 2006;(132):1-71.
5. Rahimi B, Vimarlund V. Methods to evaluate health information systems in healthcare settings: a literature review. *J Med Syst*. oct 2007;31(5):397-432.
6. Chaudhry B, Wang J, Wu S, Maglione M, Mojica W, Roth E, et al. Systematic review: impact of health information technology on quality, efficiency, and costs of medical care. *Ann Intern Med*. 16 mai 2006;144(10):742-52.
7. Finkelstein J, Knight A, Marinopoulos S, Gibbons MC, Berger Z, Aboumatar H, et al. *Enabling Patient-Centered Care Through Health Information Technology*. Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2012.
8. Darmoni SJ, Thirion B, Leroyt JP, Douyère M, Lacoste B, Godard C, et al. A search tool based on « encapsulated » MeSH thesaurus to retrieve quality health resources on the internet. *Med Inform Internet Med*. sept 2001;26(3):165-78.
9. Howanitz JH, Howanitz PJ. Laboratory Results Timeliness as a Quality Attribute and Strategy. *Am J Clin Pathol*. 9 janv 2001;116(3):311-5.

10. Prijatelj V, Vuckovic A, Cerne D. The optimization of turnaround time for blood samples in an emergency clinical laboratory. *Stud Health Technol Inform.* 1999;68:610-3.
11. Manor PG. Turnaround times in the laboratory: a review of the literature. *Clin Lab Sci J Am Soc Med Technol.* avr 1999;12(2):85-9.
12. Valenstein P. Laboratory turnaround time. *Am J Clin Pathol.* juin 1996;105(6):676-88.
13. Ostbye T, Moen A, Erikssen G, Hurlen P. Introducing a module for laboratory test order entry and reporting of results at a hospital ward: an evaluation study using a multi-method approach. *J Med Syst.* avr 1997;21(2):107-17.
14. Thompson W, Dodek PM, Norena M, Dodek J. Computerized physician order entry of diagnostic tests in an intensive care unit is associated with improved timeliness of service. *Crit Care Med.* juin 2004;32(6):1306-9.
15. Westbrook JI, Georgiou A, Dimos A, Germanos T. Computerised pathology test order entry reduces laboratory turnaround times and influences tests ordered by hospital clinicians: a controlled before and after study. *J Clin Pathol.* mai 2006;59(5):533-6.
16. Westbrook JI, Georgiou A, Lam M. Does computerised provider order entry reduce test turnaround times? A before-and-after study at four hospitals. *Stud Health Technol Inform.* 2009;150:527-31.
17. Westbrook JI, Georgiou A, Rob MI. Test Turnaround Times and Mortality Rates 12 and 24 Months after the Introduction of a Computerised Provider Order Entry System: *Methods Inf Med* [Internet]. 2009 [cité 27 nov 2014]; Disponible sur: <http://www.schattauer.de/en/magazine/subject-areas/journals-az/methods/contents/archivestandard/issue/662/manuscript/11052.html>
18. Steindel SJ, Howanitz PJ. Physician Satisfaction and Emergency Department Laboratory Test Turnaround Time. *Arch Pathol Lab Med.* 1 juill 2001;125(7):863-71.

19. Keshgegian AA, Bull GE. Evaluation of a soft-handling computerized pneumatic tube specimen delivery system. Effects on analytical results and turnaround time. *Am J Clin Pathol.* avr 1992;97(4):535-40.
20. Fernandes CMB, Worster A, Eva K, Hill S, McCallum C. Pneumatic Tube Delivery System for Blood Samples Reduces Turnaround Times Without Affecting Sample Quality. *J Emerg Nurs.* avr 2006;32(2):139-43.
21. Guss DA, Chan TC, Killeen JP. The Impact of a Pneumatic Tube and Computerized Physician Order Management on Laboratory Turnaround Time. *Ann Emerg Med.* févr 2008;51(2):181-5.
22. Mekhjian HS, Kumar RR, Kuehn L, Bentley TD, Teater P, Thomas A, et al. Immediate Benefits Realized Following Implementation of Physician Order Entry at an Academic Medical Center. *J Am Med Inform Assoc JAMIA.* 2002;9(5):529-39.
23. Scalfani JJ, Ramkissoon RA. The acquisition of a laboratory information system. *J Med Syst.* 1981;5(4):281-303.
24. Wolfe HB. Cost-benefit of laboratory computer systems. *J Med Syst.* févr 1986;10(1):1-9.
25. Fleisher M, Schwartz MK. Automated approaches to rapid-response testing. A comparative evaluation of point-of-care and centralized laboratory testing. *Am J Clin Pathol.* oct 1995;104(4 Suppl 1):S18-25.
26. Connelly DP, Werth GR, Dean DW, Hultman BK, Thompson TR. Physician use of an NICU laboratory reporting system. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care.* 1992;8-12.
27. Kilpatrick ES, Holding S. Use of computer terminals on wards to access emergency test results: a retrospective audit. *BMJ.* 5 mai 2001;322(7294):1101-3.
28. Winkelman JW, Tanasijevic MJ, Wybenga DR, Otten J. How fast is fast enough for clinical laboratory turnaround time? Measurement of the interval between result entry and inquiries for reports. *Am J Clin Pathol.* oct 1997;108(4):400-5.

29. Tate KE, Gardner RM, Scherting K. Nurses, pagers, and patient-specific criteria: three keys to improved critical value reporting. *Proc Annu Symp Comput Appl Sic Med Care Symp Comput Appl Med Care*. 1995;164-8.
30. Staes CJ, Evans RS, Rocha BHSC, Sorensen JB, Huff SM, Arata J, et al. Computerized Alerts Improve Outpatient Laboratory Monitoring of Transplant Patients. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. 2008;15(3):324-32.
31. Piva E, Sciacovelli L, Zaninotto M, Laposata M, Plebani M. Evaluation of Effectiveness of a Computerized Notification System for Reporting Critical Values. *Am J Clin Pathol*. 3 janv 2009;131(3):432-41.
32. Rind DM, Safran C, Phillips RS, Wang Q, Calkins DR, Delbanco TL, et al. Effect of computer-based alerts on the treatment and outcomes of hospitalized patients. *Arch Intern Med*. 11 juill 1994;154(13):1511-7.
33. Park H, Min W-K, Lee W, Park H, Park C-J, Chi H-S, et al. Evaluating the Short Message Service Alerting System for Critical Value Notification via PDA Telephones. *Ann Clin Lab Sci*. 20 mars 2008;38(2):149-56.
34. Kuperman GJ, Teich JM, Tanasijevic MJ, Ma'Luf N, Rittenberg E, Jha A, et al. Improving Response to Critical Laboratory Results with Automation. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. 1999;6(6):512-22.
35. Tate KE, Gardner RM, Weaver LK. A computerized laboratory alerting system. *MD Comput Comput Med Pract*. oct 1990;7(5):296-301.
36. Hwang J-I, Park H-A, Bakken S. Impact of a physician's order entry (POE) system on physicians' ordering patterns and patient length of stay. *Int J Med Inf*. 12 nov 2002;65(3):213-23.
37. Lippi G, Chance JJ, Church S, Dazzi P, Fontana R, Giavarina D, et al. Preanalytical quality improvement: from dream to reality. *Clin Chem Lab Med*. 2011;49(7):1113-26.

38. Alsina KMJ, Funes VA, Adzet CB, Clar MVD, Escuer MI, Girona JM, et al. Quality indicators and specifications for key processes in clinical laboratories: a preliminary experience. *Clin Chem Lab Med.* 2007;45(5):672-7.
39. Ricós C, García-Victoria M, Fuente B de la. Quality indicators and specifications for the extra-analytical phases in clinical laboratory management. *Clin Chem Lab Med.* 2005;42(6):578-82.
40. Lippi G, Blanckaert N, Bonini P, Green S, Kitchen S, Palicka V, et al. Causes, consequences, detection, and prevention of identification errors in laboratory diagnostics. *Clin Chem Lab Med.* 2008;47(2):143-53.
41. Da Rin G. Pre-analytical workstations: A tool for reducing laboratory errors. *Clin Chim Acta.* 6 juin 2009;404(1):68-74.
42. Killeen JP, Chan TC, Jones K, Guss DA. Impact of barcoding technology and computerized physician order entry on reducing laboratory specimen misidentification errors in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 1 mai 2005;12:7-178.
43. Hayden RT, Patterson DJ, Jay DW, Cross C, Dotson P, Possel RE, et al. Computer-Assisted Bar-Coding System Significantly Reduces Clinical Laboratory Specimen Identification Errors in a Pediatric Oncology Hospital. *J Pediatr.* févr 2008;152(2):219-24.
44. Lillo R, Salinas M, Lopez-Garrigos M, Naranjo-Santana Y, Gutiérrez M, Marín MD, et al. Reducing preanalytical laboratory sample errors through educational and technological interventions. *Clin Lab.* 2012;58(9-10):911-7.
45. Janssens PMW. Managing the demand for laboratory testing: Options and opportunities. *Clin Chim Acta.* 11 nov 2010;411(21-22):1596-602.
46. Bates DW, Boyle DL, Rittenberg E, Kuperman GJ, Ma'Luf N, Menkin V, et al. What proportion of common diagnostic tests appear redundant? *Am J Med.* avr 1998;104(4):361-8.

47. Schroeder SA, Kenders K, Cooper JK, Piemme TE. Use of laboratory tests and pharmaceuticals. Variation among physicians and effect of cost audit on subsequent use. *JAMA*. 20 août 1973;225(8):969-73.
48. Bates DW, Kuperman GJ, Rittenberg E, Teich JM, Fiskio J, Ma'luf N, et al. A randomized trial of a computer-based intervention to reduce utilization of redundant laboratory tests. *Am J Med*. févr 1999;106(2):144-50.
49. Levick DL, Stern G, Meyerhoefer CD, Levick A, Pucklavage D. « Reducing unnecessary testing in a CPOE system through implementation of a targeted CDS intervention ». *BMC Med Inform Decis Mak*. 8 avr 2013;13:43.
50. Collin S, Reeves BC, Hendy J, Fulop N, Hutchings A, Priedane E. Implementation of computerised physician order entry (CPOE) and picture archiving and communication systems (PACS) in the NHS: quantitative before and after study. *BMJ* [Internet]. 2008 [cité 19 déc 2014];337. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2515888/>
51. Bansal P, Aronsky D, Aronsky D, Talbert D, Miller RA. A computer based intervention on the appropriate use of arterial blood gas. *Proc AMIA Symp*. 2001;32-6.
52. Bates DW, Kuperman GJ, Jha A, Teich JM, Orav EJ, Ma'luf N, et al. Does the computerized display of charges affect inpatient ancillary test utilization? *Arch Intern Med*. 24 nov 1997;157(21):2501-8.
53. Mutimer D, McCauley B, Nightingale P, Ryan M, Peters M, Neuberger J. Computerised protocols for laboratory investigation and their effect on use of medical time and resources. *J Clin Pathol*. juill 1992;45(7):572-4.
54. Young DW. An aid to reducing unnecessary investigations. *Br Med J*. 13 déc 1980;281(6255):1610-1.
55. Nightingale PG, Peters M, Mutimer D, Neuberger JM. Effects of a computerised protocol management system on ordering of clinical tests. *Qual Health Care*. mars 1994;3(1):23-8.

56. Wang TJ, Mort EA, Nordberg P, et al. A utilization management intervention to reduce unnecessary testing in the coronary care unit. *Arch Intern Med.* 9 sept 2002;162(16):1885-90.
57. Runy LA. Clinical decision support: putting patient information at clinician's fingertips. *Hosp Health Netw.* 2005;4(1):20-3.
58. Niès J, Colombet I, Zapletal E, Gillaizeau F, Chevalier P, Durieux P. Effects of automated alerts on unnecessarily repeated serology tests in a cardiovascular surgery department: a time series analysis. *BMC Health Serv Res.* 2010;10:70.
59. Garg AX, Adhikari NJ, McDonald H, et al. Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes: A systematic review. *JAMA.* 9 mars 2005;293(10):1223-38.
60. Georgiou A, Westbrook J, Braithwaite J, Iedema R. Multiple perspectives on the impact of electronic ordering on hospital organisational and communication processes. *HIM J.* 2006;34(4):130-5.
61. Kim JY, Kamis IK, Singh B, Batra S, Dixon RH, Dighe AS. Implementation of computerized add-on testing for hospitalized patients in a large academic medical center. *Clin Chem Lab Med.* 2011;49(5):845-50.
62. Darmoni SJ, Massari P, Allaire P, Caffarel JL, Monconduit M, Baldenweck M, et al. REX: Extralaboratory cycle of information processing from laboratories to care units. 1992 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 1992. p. 1253-4.
63. Kaplan B. Initial impact of a clinical laboratory computer system. Themes common to expectations and actualities. *J Med Syst.* juin 1987;11(2-3):137-47.
64. Hawkins RC. Laboratory Turnaround Time. *Clin Biochem Rev.* nov 2007;28(4):179-94.
65. Hawker CD, Roberts WL, Garr SB, Hamilton LT, Penrose JR, Ashwood ER, et al. Automated Transport and Sorting System in a Large Reference Laboratory: Part 2.

Implementation of the System and Performance Measures over Three Years. Clin Chem. 10 janv 2002;48(10):1761-7.

66. Carraro P, Plebani M. Process Control Reduces the Laboratory Turnaround Time. Clin Chem Lab Med. 2005;40(4):421-2.

67. Stotler BA, Kratz A. Determination of Turnaround Time in the Clinical Laboratory « Accessioning-to-Result » Time Does Not Always Accurately Reflect Laboratory Performance. Am J Clin Pathol. 11 janv 2012;138(5):724-9.

68. Holland LL, Smith LL, Blick KE. Reducing Laboratory Turnaround Time Outliers Can Reduce Emergency Department Patient Length of Stay An 11-Hospital Study. Am J Clin Pathol. 11 janv 2005;124(5):672-4.

69. Holland LL, Smith LL, Blick KE. Total Laboratory Automation Can Help Eliminate the Laboratory as a Factor in Emergency Department Length of Stay. Am J Clin Pathol. 5 janv 2006;125(5):765-70.

70. Gill D, Galvin S, Ponsford M, Bruce D, Reicher J, Preston L, et al. Laboratory sample turnaround times: do they cause delays in the ED? J Eval Clin Pract. 1 févr 2012;18(1):121-7.

71. Francis AJ, Ray MJ, Marshall MC. Pathology processes and emergency department length of stay: the impact of change. Med J Aust [Internet]. 2009 [cité 10 mars 2015];190(12). Disponible sur: <https://www.mja.com.au/journal/2009/190/12/pathology-processes-and-emergency-department-length-stay-impact-change>

72. Steindel SJ. Timeliness of clinical laboratory tests. A discussion based on five College of American Pathologists Q-Probe studies. Arch Pathol Lab Med. oct 1995;119(10):918-23.

73. Steindel SJ, Jones BA, Howanitz PJ. Timeliness of automated routine laboratory tests: A College of American Pathologists Q-Probes study of 653 institutions. Clin Chim Acta. 15 juill 1996;251(1):25-40.

74. Ash JS, Stavri PZ, Kuperman GJ. A consensus statement on considerations for a successful CPOE implementation. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. juin 2003;10(3):229-34.
75. Peute LW, Aarts J, Bakker PJM, Jaspers MWM. Anatomy of a failure: A sociotechnical evaluation of a laboratory physician order entry system implementation. *Int J Med Inf*. avr 2010;79(4):e58-70.
76. Birkmeyer CM, Lee J, Bates DW, Birkmeyer JD. Will electronic order entry reduce health care costs? *Eff Clin Pract ECP*. avr 2002;5(2):67-74.
77. Georgiou A, Williamson M, Westbrook JI, Ray S. The impact of computerised physician order entry systems on pathology services: a systematic review. *Int J Med Inf*. juill 2007;76(7):514-29.
78. Harrison JP, McDowell GM. The role of laboratory information systems in healthcare quality improvement. *Int J Health Care Qual Assur*. 2008;21(7):679-91.
79. Rosenbloom ST, Chiu K-W, Byrne DW, Talbert DA, Neilson EG, Miller RA. Interventions to Regulate Ordering of Serum Magnesium Levels: Report of an Unintended Consequence of Decision Support. *J Am Med Inform Assoc JAMIA*. 2005;12(5):546-53.

# Abréviations

---

AFNOR	Agence Française de Normalisation
ANAP	Agence Nationale d'Appui à la Performance
CCSSI	Centre de Compétence et de Services du Système d'Information
CDP	C-page Dossier Patient
CDSS	Computerized clinical Decision Support System
CERIM	Centre d'Etudes et de Recherche en Informatique Médicale
CGS	Centre de Gestion Scientifique
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CHRU	Centre Hospitalier Régional Universitaire
CIC	Centre d'Investigation Clinique
CPOE	Computerized Physician Order Entry
CREDOC	Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie
DGOS	Direction Générale de l'Offre de Soins
DIIM	Département d'Information et d'Informatique Médicale
DMP	Dossier Médical Personnalisé
DPI	Dossier Patient Informatisé
DRR	Délai de Rendu des Résultats
EVAlSI	Evaluation des Systèmes d'Information
GRESI	Groupe de Recherche et d'Evaluation des Systèmes d'Information
HIS	Hospital Information System
ICU	Intensive Care Unit
ISO	International Organization for Standardization
NIP	Numéro Identification Patient

NS	non significatif = non significant
LIS	Laboratory Information System
LOS	Length Of Stay
oSIS	Observatoire des Systèmes D'information de Santé
PACS	Picture Archiving and Communication System
PMSI	Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information
POCT	Point Of Care Testing
PREPS	Programme de Recherche sur la Performance du Système de Soins
PTS	Pneumatic Tube System
RIS	Radiology Information System
SI	Système d'Information
SIH	Système d'Information Hospitalier
SIL	Système d'Information de Laboratoire = Serveur d'Identification et de Localisation
SIPSI	Systèmes d'Information de Production de Soins
TAT	Turnaround Time
USI	Unité de Soins Intensifs

# Annexes de la thèse

---

- Pages de recommandations pour la soumission de l'article au « Journal of the American Medical Informatics Association »



Editor-in-Chief

Lucila Ohno-Machado, MD, PhD

IMPACT FACTOR 3.932

5 YEAR IMPACT FACTOR 4.182

Published on behalf of



## Instructions to authors

[Manuscript preparation](#)  
[Language and editing](#)  
[Charges, licences, and self-archiving policy](#)  
[pre-submission](#)

## About the journal

JAMIA is AMIA's premier peer-reviewed journal for biomedical and health informatics. Covering the full spectrum of activities in the field, JAMIA includes informatics articles in the areas of clinical care, clinical research, translational science, implementation science, imaging, education, consumer health, public health, and policy. JAMIA's articles describe innovative informatics research and systems that help to advance biomedical science and to promote health. Case reports, perspectives and reviews also help readers stay connected with the most important informatics developments in implementation, policy and education.

Contact the Editorial Office at [zachary@jjeditorial.com](mailto:zachary@jjeditorial.com)

## Editorial policy

JAMIA considers publication of any original manuscript in biomedical and health informatics. This includes informatics manuscripts in the areas of: clinical care, clinical research, translational bioinformatics, consumer health, public health, and imaging.

## Conflicts of interest

If any of the Editors feel that there is likely to be a perception of a conflict of interest in relation to their handling of a submission or book for review, for example if the author is at the same institution as the Editor, they will declare it to the other editors and/or editorial board, and the submission or review will be handled by one of the other

editors.

As part of the online submission process, corresponding authors are required to confirm whether they or their co-authors have any conflicts of interest to declare, and to provide details of these.

If the manuscript is published, Conflict of Interest information, including if none was declared, will be communicated in a statement in the published paper.

## **Manuscript preparation**

### **Article types and word counts**

*JAMIA* word limits exclude materials in Acknowledgments and in References sections. Supplemental materials such as additional tables, figures, data sets and source code can be included for online only publication. For all articles, authors are required to submit related published materials (including articles published in conference proceedings) to allow reviewers to assess the degree of overlap. These materials can be entered as appendices "for review only".

Please note that all submissions should be double-spaced.

### **Research and Applications**

Research and Applications articles describe original work in the formulation, implementation, or evaluation of informatics-based studies and investigations. The articles do not need to be limited to hypothesis-driven research, and they can, for example, report on an innovative application of information technology, the detailed description of a new methodology, or the formulation and formative evaluation of a new model. The structured abstract should contain the headings: Objective, Materials and Methods, Results, Discussion, and Conclusion. The main text should, in addition to the sections corresponding to these headings, include a section describing Background and Significance.

Word count: up to 4000 words.

Structured abstract: up to 250 words.

Tables: up to 4.

Figures: up to 6.

References: unlimited.

### **Reviews**

Review articles contain systematic reviews of the literature or concise tutorials on topics of broad interest to the readers.

The structured abstract and text for a systematic review should follow the same format as the one required of Research & Applications articles described above. The structured abstract for a tutorial should contain the headings: Objectives, Target Audience, and Scope (covered topics).

Word count: up to 4000 words.

Structured abstract: up to 250 words.

Tables: up to 4.

Figures: up to 6.

References: unlimited.

### **Brief Communications**

Brief Communications are short versions of Research and Applications articles, often describing focused approaches to solve a particular problem, or preliminary evaluation of a novel system or methodology.

Word count: up to 2000 words.

Abstract: up to 150 words.

Tables: up to 2.

Figures: up to 3.

References: unlimited.

### **Case Reports**

Case Reports describe the experience of an institution or consortium in implementing information systems or informatics methods.

Word count: up to 2000 words.

Abstract: up to 150 words.

Tables: up to 2.

Figures: up to 3.

References: unlimited.

### **Perspectives**

Perspectives report on the views of an organization or opinion leaders on topics of importance to the readers, including new policies and regulations, new directions for research, and perspectives on the success or failure of informatics initiatives affecting a large number of individuals.

Word count: up to 2000 words.

Abstract: up to 150 words.

Tables: up to 2.

Figures: up to 3.

References: unlimited.

## **Correspondence**

Correspondence articles contain letters to the editor, with requests for clarification or criticism from readers, and rebuttals from authors.

Word count: up to 1000 words.

Tables: up to 1.

Figures: up to 1.

References: up to 5.

## **Editorials and Highlights**

Editorials and Highlights are commissioned articles.

Word count: up to 1000 words.

Tables: up to 1.

Figures: up to 1.

References: up to 5.

## **Cover letter**

Your cover letter should inform the Editor of any special considerations regarding your submission, including but not limited to:

- Details of related papers by the same author(s) already published or under consideration for publication.
- Details of previous reviews of the submitted article.
- Copies of related papers, previous Editors' and reviewers' comments, and responses to those comments can be submitted using the File Designation "Supplementary file for Editors only". Editors encourage authors to submit previous communications as doing so is likely to expedite the review process.

## **NIH Employees**

Manuscripts authored or co-authored by one or more NIH employees must be submitted with a completed and signed NIH Publishing Agreement and Manuscript Cover Sheet according to NIH's Employee Procedures.

## **Title page**

The title page must contain the following information:

- Title of the article.
- Full name, postal address, e-mail and telephone number of the corresponding author.
- Full name, department, institution, city and country of all co-authors.
- Up to five keywords or phrases suitable for use in an index (it is recommended to use MeSH terms).

- Word count, excluding title page, abstract, references, figures and tables.

## **Manuscript format**

The manuscript must be submitted as a Word document. PDF is not accepted.

The manuscript should be presented in the following order:

1. Title page.
2. Abstract, or a summary for case reports (Note: references should not be included in abstracts or summaries).
3. Main text separated under appropriate headings and subheadings using the following hierarchy: BOLD CAPS, bold lower case, Plain text, Italics.
4. Tables should be in Word format and placed in the main text where the table is first cited.
5. Tables must be cited in the main text in numerical order.
6. Acknowledgments, Competing Interests, Funding and all other required statements.
7. Reference list.

Images must be uploaded as separate files (view further details under the Figures/illustrations section). All images must be cited within the main text in numerical order and legends should be provided at the end of the manuscript.

Appendices should be uploaded using the File Designation "Supplementary File" and cited in the main text.

Please remove any hidden text headers or footers from your file before submission.

## **Style**

Abbreviations and symbols must be standard. SI units should be used throughout, except for blood pressure values which should be reported in mm Hg.

Whenever possible, drugs should be given their approved generic name. Where a proprietary (brand) name is used, it should begin with a capital letter.

Acronyms should be used sparingly and fully explained when first used.

## **Figures**

For more information on preparing figures, see OUP's Author Resource Centre on [figures](#).

## **Tables**

Tables should be in Word format and placed in the main text where the table is first cited. Tables must be cited in the main text in numerical order. Please note that tables embedded as Excel files within the manuscript are NOT accepted. Tables in Excel should be copied and pasted into the manuscript Word file.

Tables should be self-explanatory and the data they contain must not be duplicated in the text or figures. Any tables submitted that are longer/larger than 2 pages will be published as online only supplementary material.

### **Multimedia files**

You may submit multimedia files to enhance your article. Video files are preferred in .WMF or .AVI formats, but can also be supplied as .FLV, .Mov, and .MP4. When submitting, please ensure you upload them using the File Designation "Supplementary File - Video".

### **References**

Authors are responsible for the accuracy of cited references and these should be checked before the manuscript is submitted.

### **Citing in the text**

References must be numbered sequentially as they appear in the text. References cited in figures or tables (or in their legends and footnotes) should be numbered according to the place in the text where that table or figure is first cited. Reference numbers in the text should be inserted immediately after punctuation (with no word spacing)—for example,[6] not [6].

Where more than one reference is cited, these should be separated by a comma, for example,[1, 4, 39]. For sequences of consecutive numbers, give the first and last number of the sequence separated by a hyphen, for example,[22-25]. References provided in this format are translated during the production process to superscript type, and act as hyperlinks from the text to the quoted references in electronic forms of the article.

Please note that if references are not cited in order the manuscript may be returned for amendment before it is passed on to the Editor for review.

### **Preparing the reference list**

References must be numbered consecutively in the order in which they are mentioned in the text.

Only papers published or in press should be included in the reference list. Personal communications or unpublished data must be cited in parentheses in the text with the name(s) of the source(s) and the year. Authors should request permission from the source to cite unpublished data.

### **Reference style**

List the names and initials of all authors if there are 3 or fewer; otherwise list the first 3 and add 'et al.' (The exception is the Journal of Medical Genetics, which lists all authors).

Use one space only between words up to the year and then no spaces. The journal title should be in italic and abbreviated according to the style of Medline. If the journal is not listed in Medline then it should be written out in full.

### *Example references*

- Journal article  
13 Koziol-McLain J, Brand D, Morgan D, et al. Measuring injury risk factors: question reliability in a statewide sample. *Inj Prev* 2000;6:148–50.
- Chapter in book  
14 Nagin D. General deterrence: a review of the empirical evidence. In: Blumstein A, Cohen J, Nagin D, eds. *Deterrence and Incapacitation: Estimating the Effects of Criminal Sanctions on Crime Rates*. Washington, DC: National Academy of Sciences 1978:95–139.
- Book  
15 Howland J. *Preventing Automobile Injury: New Findings From Evaluative Research*. Dover, MA: Auburn House Publishing Company 1988:163–96.
- Abstract/supplement  
16 Roxburgh J, Cooke RA, Deverall P, et al. Haemodynamic function of the carbomedics bileaflet prosthesis [abstract]. *Br Heart J* 1995;73(Suppl 2):P37.
- Electronic citations  
Websites are referenced with their URL and access date, and as much other information as is available. Access date is important as websites can be updated and URLs change. The "date accessed" can be later than the acceptance date of the paper, and it can be just the month accessed.
- Electronic journal articles  
Morse SS. Factors in the emergency of infectious diseases. *Emerg Infect Dis* 1995 Jan-Mar;1(1). [www.cdc.gov/nciod/EID/vol1no1/morse.htm](http://www.cdc.gov/nciod/EID/vol1no1/morse.htm) (accessed 5 Jun 1998).
- Electronic letters  
Bloggs J. Title of letter. *Journal name Online [eLetter]* Date of publication. url eg: Krishnamoorthy KM, Dash PK. Novel approach to transseptal puncture. *Heart Online [eLetter]* 18 September 2001. <http://heart.bmj.com/cgi/eletters/86/5/e11#EL1>

### **Language Editing Pre-Submission**

OUP offers pre-submission language editing through Oxford Language Editing, a service for researchers all over the world. Language editing, particularly if English is not your first language, can be used to ensure that the academic content of your paper is fully understood by the journal editors and reviewers. Visit [www.oxfordlanguageediting.com](http://www.oxfordlanguageediting.com) to find out more about the freelance editors available

and the different services offered. Please note that edited manuscripts will still need to undergo peer-review by the journal.

## **Charges, Licences, and Self-Archiving Policy**

### **Open Access**

*Journal of the American Medical Informatics Association (JAMIA)* authors have the option to publish their paper under the [Oxford Open initiative](#); whereby, for a charge, their paper will be made freely available online immediately upon publication. After your manuscript is accepted, the corresponding author will be required to accept a mandatory licence to publish agreement. As part of the licensing process, you will be asked to indicate whether or not you wish to pay for open access. If you do not select the open access option, your paper will be published with standard subscription-based access and you will not be charged.

Oxford Open articles are published under [Creative Commons licences](#).

RCUK/Wellcome Trust funded authors publishing in *JAMIA* can use the Creative Commons Attribution licence (CC-BY) for their articles.

All other authors may use the following Creative Commons licences:

- Creative Commons Attribution Non-Commercial licence (CC-BY-NC)
- Creative Commons Attribution Non-Commercial No Derivatives licence (CC-BY-NC-ND)

Please click [here](#) for more information about the Creative Commons licences.

You can pay Open Access charges using our Author Services site. This will enable you to pay online with a credit/debit card, or request an invoice by email or post. The applicable open access charges vary according to which Creative Commons licence you select. The open access charges are as follows.

Non-Member Charges for CC-BY:

- Regular charge: £2188 / \$3500 / €2844
- List B Developing country charge\*: £263 / \$500 / €395
- List A Developing country charge\*: £0 / \$0 / €0

#### Non-Member Charges for CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND:

- Regular charge: £1875 / \$3000 / €2437
- List B Developing country charge\*: £263 / \$500 / €395
- List A Developing country charge\*: £0 / \$0 / €0

\*Visit our [developing countries page](#) (click [here](#) for a list of qualifying countries).

#### Member Charges for CC-BY:

- Regular charge: £1450 / \$2500 / €2175

#### Member Charges for CC-BY-NC/CC-BY-NC-ND:

- Regular charge: £1250 / \$2000 / €1625

Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from the rest of the European Union, OUP will assume that the service is provided for business purposes. Please provide a VAT number for yourself or your institution and ensure you account for your own local VAT correctly.

### **Offprints**

Authors will receive electronic access to their paper free of charge. Printed offprints may be purchased in multiples of 50. Rates are indicated on the order form which must be returned with the proofs. You can download an Offprint Form [here](#).

### **Color charges**

Authors are charged for the print reproduction of color figures. The cost is \$600 per page. Authors should state in their cover letter whether they will bear the cost of reproducing their color figures or whether they prefer to have them published in black and white at no additional cost.

### **Self-archiving**

Under the terms of the license, authors are entitled to deposit the final published version of their article in institutional and/or centrally organized repositories immediately upon publication, provided that the journal and OUP are attributed as the original place of publication and that correct citation details are given. Authors are also strongly encouraged to deposit the URL of their published article, in addition to the PDF version.

NIH, HHMI, UK MRC, and Wellcome Trust grantees should note that OUP automatically deposits all Open Access articles in PMC and UKPMC, where they are made freely

available immediately upon publication in the journal. This means that articles published in *JAMIA* are fully compliant with the NIH Public Access policy and the HHMI, UK MRC, and Wellcome Trust policies on Open Access; therefore, authors wishing to comply with these policies need not take further action. For example, a separate submission to the NIHMS system is not necessary for authors (see <http://nihms.nih.gov/faq.html> for confirmation of this).

### **Preprint use of journal content**

Authors may also upload their accepted manuscript PDF ("a post-print"\*) to institutional and/or centrally organized repositories. However the journal strongly encourages authors to deposit the final published version of the article instead of the post-print version. This will guarantee that the definitive version is readily available to those accessing your article from such repositories, and means that your article is more likely to be cited correctly.

*\* Definition of a post-print: The final draft author manuscript, as accepted for publication, including modifications based on referees' suggestions but before it has undergone copyediting and proof correction.*

If uploading a post-print to a repository, authors are required to include a credit line (see last bullet point below) and a link to the final published version of the article.

Authors should include the following credit line when depositing post-prints: *This is a pre-copy-editing, author-produced PDF of an article accepted for publication in JAMIA following peer review. The definitive publisher-authenticated version [insert complete citation information here] is available online at [insert URL that author receives upon publication here].*

Prior to acceptance for publication, authors retain the right to make a pre-print\* version of the article available on your own personal website and/or that of your employer and/or in free public servers of preprints and/or articles in your subject area, provided that where possible:

*\*Definition of a pre-print: An un-refereed author version of the article.*

You acknowledge that the article has been accepted for publication in *JAMIA* ©: [year] [owner as specified on the article] Published by Oxford University Press on behalf of the American Medical Informatics Association. All rights reserved.

Once the article has been published, we do not require that pre-print versions are removed from where they are available. However, we do ask that these are not updated or replaced with the finally published version. Once an article is published, a link could be provided to the final authoritative version on the Oxford Journals Web site. Where

possible, the pre-print notice should be amended to: “This is an electronic version of an article published in [include the complete citation information for the final version of the article].”

Once an article is accepted for publication, an author may not make a pre-print available as above or replace an existing pre-print with the final published version. For more information, please click [here](#). In case of any additional queries, please contact [Journals Permissions](#).

# Résumé

---

## Résumé

**Introduction :** Les systèmes d'information hospitaliers (SIH) sont largement implantés au sein des hôpitaux ; leur raison d'être est l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins. A notre connaissance, il n'existe pas à ce jour de cadre de référence évaluant l'impact de ces systèmes sur le circuit de biologie médicale. Cet article présente une revue de la littérature des systèmes d'informations (SI) en biologie : l'objectif étant d'identifier les indicateurs évaluant l'impact des ces systèmes dans les circuits de biologie.

**Méthode :** La base de données bibliographique PubMed a été interrogée entre novembre 2014 et janvier 2015, permettant d'inclure toutes les études publiées en français ou en anglais avant cette date.

**Résultats :** 53 études ont été retenues, parues entre 1981 et 2013, et permettant de définir 10 principaux indicateurs, classés en 4 catégories : les indicateurs de délai, les indicateurs de qualité, les indicateurs de gestion et les indicateurs de coût.

**Conclusion :** Même si pour certains indicateurs, des grandes tendances se dégagent (diminution du taux d'erreur, diminution du délai de rendu de résultats), l'impact des systèmes d'information sur le circuit de biologie médicale semble varier selon les études. Quoiqu'il en soit, la volonté d'adapter les SIH pour répondre aux besoins des utilisateurs et améliorer le service rendu semble rester une priorité. Des études complémentaires permettraient de poursuivre d'une part ces évaluations d'impact, d'autre part de continuer à mettre en adéquation les politiques de santé avec les souhaits des utilisateurs.

## Mots clé :

revue de littérature, indicateurs qualité, système d'information de laboratoire, délai de rendu des résultats, nombre de tests, durée de séjour, charge de travail, coûts, évaluation