

Direction de la recherche, des études,  
de l'évaluation et des statistiques  
DREES

SÉRIE  
ÉTUDES ET RECHERCHES

**DOCUMENT  
DE  
TRAVAIL**

Les méthodes d'ajustement dans les modèles  
d'évaluation de la mortalité hospitalière  
Partie 1 – Étude descriptive

Jean-Marie JANUEL

n° 112 – novembre 2011

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI ET DE LA SANTÉ  
MINISTÈRE DU BUDGET, DES COMPTES PUBLICS ET DE LA RÉFORME DE L'ÉTAT  
MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA COHÉSION SOCIALE

Étude réalisée pour :

Le Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé  
*Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES)*

&

La Haute Autorité de Santé

Cette publication n'engage que ses auteurs

## **L'auteur**

Jean-Marie JANUEL

Responsable de recherche  
*Unité d'Évaluation des Soins (UES)*  
*Institut Universitaire de médecine Sociale et Préventive (IUMSP)*  
*Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Université de Lausanne,*  
*17, rue du Bugnon, 1005 Lausanne, Suisse*

Chargé d'étude  
*Pôle Information Médicale – Évaluation en santé – Recherche clinique (Pôle IMER)*  
*Hospices Civils de Lyon, 162, avenue Lacassagne, 69424 Lyon Cedex 03, France*

Chargé de projet pour  
*Le Ministère de la Santé*  
*Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques (DREES)*  
&  
*La Haute autorité de Santé (HAS)*

CONTACT : [Jean-Marie.Januel@chuv.ch](mailto:Jean-Marie.Januel@chuv.ch)

## **Contributeurs**

### **Coordination**

DREES, Sous direction de l'Observation de la santé et de l'assurance maladie (OSAM)  
Céline Moty-Monnereau, Chargée de mission  
Lucile Olier, Sous directrice

HAS, Service Indicateurs Pour l'Amélioration de la Qualité et de la Sécurité des Soins  
(IPAQSS)

Sophie CALMUS, Chef de Projet  
Christine Gardel, chef du service

HAS, Direction de l'Amélioration de la Qualité et de la Sécurité des Soins, DAQSS  
Philippe Loirat, conseiller technique  
Raymond Le Moign, Directeur

### **Service de Documentation de la HAS**

Christine Devaud, Documentaliste, Adjointe au chef de service  
René Cardoso, Assistante Documentaliste

### **Remerciements**

Marion Le Coz, Élève-Ingénieur à l'École des Mines de Saint-Étienne,  
Stagiaire, service IPAQSS, HAS

## **Avant-propos**

Suite à la demande du Président de la République de disposer d'indicateurs de mortalité en établissements de santé » (discours du 18 septembre 2008 sur le thème de la politique de la santé et de la réforme du système de soins), la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES) a piloté en 2009, en lien avec la Direction générale de l'offre de soins (DGOS) et la Haute autorité de santé (HAS), l'instruction des aspects méthodologiques relatifs à la construction de ces indicateurs de mortalité. Cette revue de littérature portant sur les différentes méthodes d'ajustement a été réalisée dans ce cadre, à la demande conjointe de la DREES et de la HAS.

Ce rapport décrit les méthodes et modèles d'estimation et d'ajustement de la mortalité hospitalière identifiées dans la littérature. Il sera suivi d'un second rapport dédié à la comparaison (type méta-analyse) des différents scores/indices de gravité des patients publiés dans la littérature et utilisés dans les modèles prédictifs pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière.

# Sommaire

<b>Sommaire</b> .....	<b>5</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>7</b>
Contexte .....	7
Quelques points historiques.....	8
La mortalité hospitalière pour évaluer la qualité des soins.....	8
La question de l'ajustement au cœur du débat .....	9
Des changements liés aux sources de données utilisées .....	10
Justification de la revue de la littérature.....	11
Objectifs .....	12
<b>Méthodes</b> .....	<b>13</b>
Stratégie de recherche et sources de données.....	13
Sélection des études .....	14
Critères d'éligibilité des articles (étape 1 de la sélection).....	15
Critères d'inclusion des articles (étape 2 de la sélection) .....	15
Analyse descriptive des articles sélectionnés .....	18
Quelques définitions.....	19
<b>Résultats</b> .....	<b>20</b>
Description générale des populations de patients et des articles inclus.....	20
Les patients étudiés dans la littérature.....	20
Qualité des études originales.....	21
Terme de la mesure de la mortalité hospitalière.....	21
Description des modèles et des méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière .....	25
Deux approches conceptuelles différentes .....	25
Modèles « prédictifs » vs. « descriptifs » .....	25
Expression de la mesure.....	26
Les méthodes d'ajustement .....	27
Ajustement par la méthode de standardisation.....	27
Approche hiérarchique des données : les modèles « mixtes » ou « multi-niveaux » .....	29
Les facteurs d'ajustement.....	31
Description des scores/indices destinés à évaluer la gravité des patients.....	32
Caractéristiques générales des scores / indices de la gravité des patients .....	33
Le développement des scores / indices et champs d'application.....	34
Les sources et le type des données utilisées pour les différents scores / indices de la gravité des patients.....	37
Les modes d'application des différents scores / indices de gravité utilisés pour ajuster la mortalité hospitalière .....	41
Les méthodes utilisées pour représenter des comparaisons.....	42
<b>Discussion</b> .....	<b>43</b>
Choix d'une population de patients cibles.....	43
Intérêt des études de la mortalité consécutive à une réadmission ou à une exposition clairement définie à une procédure de soins .....	45
Mortalité intra-hospitalière vs. à 30 jours.....	46
Expression de la mesure de la mortalité hospitalière.....	47
Utilisation des données de routine des séjours d'hospitalisation.....	48
<b>Perspectives</b> .....	<b>51</b>
<b>Références</b> .....	<b>55</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>77</b>

## Introduction

La sécurité des patients dans les établissements de santé est un sujet majeur des services de santé et de leur management. Le développement d'indicateurs spécifiques est l'un des outils contribuant à évaluer la performance des soins en termes de qualité et de sécurité. La mortalité hospitalière est un indicateur de résultat fréquemment utilisé pour mesurer la qualité des soins à l'hôpital au sens de la définition proposée par Donabédian dans les années 1960.<sup>1</sup> Deux moyens de mettre en œuvre cet indicateur peuvent être soit d'établir une évaluation longitudinale (suivi de l'évolution de l'indicateur dans le temps pour un établissement de santé donné), soit une évaluation transversale (comparaison du résultat de l'indicateur entre plusieurs établissements de santé à un temps donné.<sup>2-6</sup> L'unité statistique intéressante pour évaluer la qualité des soins à l'hôpital n'est pas forcément le patient ou le séjour d'hospitalisation, mais plutôt l'hôpital, le département hospitalier ou l'unité de soins.

L'objectif principal des comparaisons, sur une période définie pour une même unité statistique (mesures répétées) ou entre les unités statistiques (plusieurs établissements hospitaliers, plusieurs services au sein d'un même établissement ou non, etc.), est d'évaluer les variations de la mesure de l'indicateur, et/ou de détecter des valeurs extrêmes afin d'identifier les établissements qui présentent des taux considérés comme excellents ou trop insuffisants par rapport à une valeur attendue (valeurs éloignées/extrêmes).<sup>7,8</sup> La plupart du temps dans le cas de la mortalité hospitalière, le nombre de décès attendu, considéré comme une mesure de référence (taux de décès considéré comme étant acceptable), est établi par le taux moyen de toutes les unités statistiques (tous les hôpitaux, tous les départements d'une même spécialité, etc.). Les variations de mesures observées dans les unités statistiques peuvent être estimées par rapport à cette moyenne qui sert de référence (ratios standardisés).

L'idée peut être séduisante d'utiliser l'indicateur de la mortalité hospitalière pour montrer la qualité des soins au sein des établissements de santé. Toutefois, il existe des désaccords majeurs dans la communauté scientifique sur la pertinence de cet indicateur, sur les modèles d'ajustement à utiliser pour le développement d'un tel indicateur et sur l'intérêt de diffuser largement ses résultats.

## Contexte

L'indicateur de mortalité est né au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle, en même temps que la discipline scientifique qu'est l'épidémiologie. Son histoire est donc plutôt récente.<sup>9-15</sup> Les modèles d'aujourd'hui restent fortement emprunts de la culture qui entourait les premières utilisations de cet indicateur. Faire le point historique et méthodologique sur le calcul de la mortalité nous a paru être un préalable essentiel pour en comprendre sa complexité et afin d'établir les raisons pour lesquelles la mortalité reste encore un indicateur imparfait.

### ***Quelques points historiques***

Historiquement, c'est au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle que les travaux de John Snow (1813-1858) et William Farr (1807-1883) proposent l'épidémiologie comme la science destinée à établir la causalité de la survenue d'un événement, suite à une exposition à un ou plusieurs facteurs.<sup>10,11</sup> Leurs travaux portaient sur la mise en évidence d'un lien de causalité potentiel existant entre le choléra qui contaminait les réseaux d'approvisionnement en eau d'un quartier de Londres et la mortalité observée au sein de populations civiles. C'est au premier de ces deux britanniques qu'il est convenu d'attribuer la paternité de l'épidémiologie, même si d'autres avant lui avaient posé les prémices de ce qu'elle allait devenir.<sup>9</sup> L'épidémiologie initiée et réalisée par des cliniciens pour les besoins de leur pratique clinique au départ, allait laisser la place à une épidémiologie de spécialistes et devenir une discipline à part entière. Les premières sociétés savantes dédiées à cette discipline ainsi que les écoles d'épidémiologie (*London School of Hygiene and Tropical Medicine*, pour la plus célèbre d'entre-elles) allaient voir le jour dès la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.<sup>9</sup>

La mortalité fut tout d'abord un indicateur de santé publique calculé au sein de populations communautaires, fondé sur l'hypothèse que l'ère industrielle en cours à l'époque (milieu du 19<sup>ème</sup> siècle) était source de nombreux changements concernant les habitudes de vie des populations en Grande-Bretagne, et que ces changements pouvaient engendrer des effets pervers sur la santé et sur la qualité de vie (désertification des zones rurales et migrations massives des populations vers les zones urbanisées ou périurbaines où étaient localisées les industries promotrices d'emplois). Les « *vital statistics* » ont été développés par Thomas Rowe Edmonds (1803-1889) et William Farr entre 1835 et 1845.<sup>9,12,13</sup> En 1863, Florence Nightingale (1820-1910) a adapté l'indicateur de la mortalité pour les populations de patients hospitalisés.<sup>3</sup> Cette infirmière britannique avait servi les armées de sa Majesté la reine Victoria pendant la guerre de Crimée en Turquie sept années plus tôt. Son génie a résidé premièrement dans le fait qu'elle utilisa l'indicateur de la mortalité au sein des établissements de santé, afin de montrer qu'il existait une relation étroite entre le nombre de décès et les conditions sanitaires précaires qui étaient légion dans les salles communes à l'époque. Pour cela, elle bénéficia du soutien méthodologique de William Farr et du soutien politique de la Reine Victoria.<sup>14</sup> Deuxièmement, forte de sa notoriété et de sa détermination acquise durant son séjour en Crimée, elle réussit à imposer, contre la critique générale, la publication des taux de mortalité dans 106 hôpitaux de Londres et sa région. Cette infirmière passionnée par les statistiques fut la première à développer l'indicateur de la mortalité hospitalière avec l'objectif d'évaluer la qualité des soins à l'hôpital.<sup>3,15</sup>

### ***La mortalité hospitalière pour évaluer la qualité des soins***

La première expérience connue pour avoir montré par l'épidémiologie qu'il pouvait exister un lien de causalité entre une pratique de soins et un taux de mortalité élevé est à mettre au compte du chirurgien obstétricien hongrois Ignace-Philippe Semmelweis (1818-1865).<sup>9,16</sup> Ce contemporain de John Snow mesura une différence importante (30 % versus 2 %) de mortalité consécutive à la fièvre puerpérale entre deux services d'accouchement à l'hôpital de Vienne en Autriche. Il montra que dans le premier service, les étudiants en médecine qui étaient en charge d'assurer les accouchements avec des médecins se déplaçaient des salles de dissections aux salles d'accouchements sans précaution particulière quant à l'hygiène de leurs mains. Dans le second tenu par des sages-femmes et des étudiantes sages-femmes, ce

problème ne se posait pas. L'obligation faite par Semmelweis aux médecins et étudiants en médecine de se laver les mains entre les salles de dissections et les salles d'accouchement permit de réduire immédiatement et de manière significative la mortalité dans le premier service.<sup>16</sup>

Depuis les années 1960, la qualité des soins fait référence à l'interaction de trois composantes : un processus (le soin) réalisé dans le cadre d'une organisation ou structure (l'établissement de santé), avec l'objectif d'atteindre un résultat (une guérison ou à défaut la non-aggravation de l'état de santé du patient hospitalisé).<sup>1,17,18</sup> Sur le plan international, deux approches conceptuelles de l'évaluation de la performance des soins dans les établissements de santé se sont longtemps opposées sur la base de considérations liées à la responsabilité :

- 1) une première fondée sur la légitimité sociale d'une norme acceptable par la collectivité, définissant le modèle anglo-saxon ;
- 2) et une autre, plus européenne, fondée sur des objectifs de moyens, dite "approche Pasteurienne".<sup>19-21</sup>

Le modèle anglo-saxon semble aujourd'hui être celui retenu pour évaluer, par des comparaisons, la qualité des soins dans les établissements de santé, avec un but d'amélioration.<sup>22,23</sup> Fondée sur la nécessité de réduire les variations de pratiques entre les établissements, cette méthode, d'origine américaine, est inspirée du modèle développé par Walter A. Shewhart dans les années 1930 pour l'industrie.<sup>24</sup> Elle s'appuie sur des comparaisons entre les valeurs observées d'un indicateur pour chaque établissement de santé et une valeur attendue, définie par la moyenne des établissements, dans le cadre conceptuel d'une médecine basée sur les preuves (evidence based medicine).<sup>24,25</sup>

Malgré les controverses dans la littérature, mesurer le nombre des décès qui surviennent, ou le risque de décéder pour les patients au cours d'une hospitalisation, est devenu aujourd'hui l'un des indicateurs de résultat les plus utilisés pour évaluer la qualité des soins et comparer la performance des soins entre plusieurs établissements.<sup>26-30</sup> L'évaluation de la mortalité est ainsi utilisée pour estimer indirectement la qualité des soins en évaluant le résultat de la prise en charge de la population spécifique concernée à un moment donné dans un lieu donné.

### ***La question de l'ajustement au cœur du débat***

Dès le début, les problèmes liés à la question de l'ajustement se sont posés avec plus ou moins de succès dans les solutions imaginées. La première qui a été confrontée à cette question fut Florence Nightingale elle-même.<sup>3,9,31</sup> Dans son étude comparative des taux de mortalité entre 106 hôpitaux de Londres et sa région, elle avait omis de prendre en compte dans son analyse deux facteurs essentiels<sup>9,31</sup> : (1) premièrement, que les hôpitaux situés dans la ville présentaient un case-mix de patients dont les cas étaient plus graves que dans les hôpitaux périphériques ; (2) et deuxièmement, que dans les hôpitaux situés intra-muros, chaque lit pouvait être occupé par deux patients en même temps contrairement à ce qui était d'usage dans les hôpitaux ruraux. Dans son analyse, Florence Nightingale avait ainsi utilisé le nombre de lits par établissement comme unité statistique, alors qu'elle aurait dû prendre le nombre de patients par établissement.

Les modèles d'ajustement de la mortalité se sont affinés plus tard, notamment avec la méthode de standardisation de Mantel-Haenzel et d'estimation de l'indicateur de mortalité en terme « *d'années de vie perdues* ». <sup>32-35</sup> Cependant, les progrès concernant les possibilités de corriger statistiquement les différences de caractéristiques entre des groupes pour réaliser des comparaisons sont restés assez limités. Avec le développement et l'utilisation plus systématique des données des registres, puis des données de routine des séjours d'hospitalisation codées avec la Classification Internationale des Maladies (CIM) produite par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), des changements significatifs sont intervenus dans l'approche qui est faite aujourd'hui concernant les modèles d'estimation de la mortalité hospitalière. D'une vision conceptuelle, on est passé à l'utilisation de modèles mathématiques complexes qui permettent une meilleure prise en compte de la variabilité des facteurs et de leurs interactions potentielles. D'une épidémiologie "classique" on est passé à une épidémiologie "moderne". <sup>9,36</sup> Pour autant, tous les problèmes n'ont pas été résolus avec l'utilisation des bases de données médico-administratives, et utiliser l'indicateur de la mortalité hospitalière pour comparer le niveau de performance des soins entre les établissements demande de rester vigilant quant à l'interprétation des résultats qui peut être faite. <sup>37,38</sup>

### ***Des changements liés aux sources de données utilisées***

De la moitié du 19<sup>ème</sup> siècle au début des années 1960, l'épidémiologie dite classique était caractérisée par une approche très conceptuelle et assez peu pragmatique. <sup>9</sup> Durant cette période, l'intérêt se portait principalement sur le schéma des études (cohortes, cas-témoins, enquêtes de surveillance...). Les données de mortalité ont été les premières à faire rapidement l'objet d'une attention particulière et d'un recueil systématique. Jacques Bertillon (1851-1922), statisticien et démographe français, sera à la base de la révolution qui conduira au développement des bases de données d'informations médicales standardisées. Il est à l'origine de la première nomenclature des causes de décès en 1893, qui deviendra la Classification internationale des maladies (CIM) quelques années plus tard. <sup>39-41</sup> Bertillon avait rapidement imaginé que l'une des clés du succès pour analyser la mortalité était de contrôler le case-mix des populations sur la base de critères liés aux pathologies. Établir des groupes de populations sur la base de maladies ou de familles de maladies communes à une population a donc été le fondement du développement de ce qui est devenu la CIM, développée et produite par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). <sup>42,43</sup> En 1948, la 6<sup>ème</sup> révision de la CIM, incluait pour la première fois une classification des diagnostics des maladies. <sup>44</sup>

L'idée d'établir des groupes de maladies a été reprise à la fin des années 1970 par Robert B. Fetter sur l'hypothèse qu'il existait une nécessité d'homogénéiser des catégories de patients en fonction de leur prise en charge hospitalière à des fins de gestion hospitalière et d'aide à la décision clinique. <sup>45,46</sup> Avec son équipe, il est à l'origine du développement des Diagnosis-Related Groups (DRGs) et de leur raffinement. <sup>45,46</sup> Des premières études ont montré l'impact de l'implémentation des DRGs sur la qualité des soins. <sup>47-54</sup> L'exhaustivité de recueil proposée par le système et le faible coût par rapport aux études épidémiologiques basées sur un recueil d'informations cliniques en font un outil potentiellement plus fiable et plus économique. <sup>55-59</sup> Utiliser le système des DRGs pour évaluer la qualité des soins a rapidement focalisé l'intérêt des décideurs et des responsables des systèmes de santé, ainsi que des équipes de recherche travaillant sur le développement d'indicateurs de la qualité et de la sécurité des soins des patients. <sup>60,61</sup>

## ***Justification de la revue de la littérature***

Un grand nombre d'études originales, de revues de littérature et de commentaires sont régulièrement publiés concernant le sujet de la mortalité hospitalière. Pourtant, nombre de discordances persistent entre les chercheurs et des questions restent encore ouvertes à ce jour sur l'opportunité d'ajuster en utilisant telle ou telle méthode, et surtout à propos des variables à sélectionner au regard des risques potentiels de sur-ajustement ou d'ajustement inadéquat.<sup>62-64</sup>

Une revue de la littérature a retenu notre attention pour fonder l'hypothèse de notre étude.<sup>65</sup> Publiée en 1989, elle présentait une large revue couvrant la période allant du milieu du 19<sup>ème</sup> siècle (début de l'utilisation de l'indicateur) jusqu'à la fin des années 1980. Son objectif principal était de montrer comment la littérature avait rapporté la mortalité hospitalière durant plus d'un siècle - période caractérisée par une approche plus conceptuelle du point de vue épidémiologique (épidémiologie classique principalement) et marquée par un changement radical dans l'approche destinée à évaluer la qualité des soins à l'hôpital. La principale conclusion de cette large étude était qu'assez peu des études (23 %) qui avaient été incluses dans la revue remplissaient les 7 critères de validité définis préalablement<sup>a</sup> et que les aspects méthodologiques étaient très souvent laissés pour compte. Les informations nécessaires pour établir la capacité de l'indicateur de la mortalité hospitalière à discriminer les établissements sur leur niveau de qualité (sensibilité et spécificité des modèles) n'étaient pas disponibles dans la littérature, ce qui constituait une limite relevée par les auteurs de la revue. Les questions « est-ce qu'un taux élevé de mortalité est prédictif d'une faible qualité des soins ? » versus « est-ce qu'un faible taux de mortalité est prédictif d'une bonne qualité des soins ? » n'ont pas trouvé de réponse dans cette revue. Un commentaire de cette revue de la littérature soulignait que certains points de méthodologie, notamment concernant les critères de validité des études incluses, pouvaient être améliorés.<sup>66</sup>

Aussi, cette revue de la littérature<sup>65</sup> a coïncidé avec un tournant pris à la fin des années 1980, dans l'approche destinée à évaluer la qualité des soins à l'hôpital. En effet, avec la publication de la *Harvard Medical Practice Study*<sup>67-69</sup> en 1991 puis de « *To err is human* »<sup>70</sup> en 1999, les années 1990 ont imposé le concept d'une recherche sur les services de santé basée sur les principes de l'« *Evidence Based Medicine* » (la médecine fondée sur les preuves) et la nécessité d'utiliser plus largement les bases de données médico-administratives (i.e., données de routine des séjours d'hospitalisation).

L'une des principales caractéristiques de l'épidémiologie « moderne » (*cf. paragraphe précédent*) a été de mettre l'accent sur le choix d'un modèle le plus approprié possible en fonction de l'objectif fixé. Notamment, les approches Bayésiennes se sont fortement développées et l'intérêt des modèles hiérarchiques qui permettent de prendre en considération à la fois les variables avec un effet fixe et les variables avec un effet aléatoire est devenu croissant pour comparer des indicateurs entre plusieurs établissements de santé et/ou entre plusieurs zones géographiques, en tenant compte des multiples facteurs de risque potentiel dans les analyses et de la variabilité de ceux-ci.<sup>71-74</sup> La qualité des méthodes d'ajustement est

---

<sup>a</sup> **Les 7 critères de validité des études étaient les suivants :** 1) recueil des données uniforme; 2) dispersion géographique homogène des établissements de santé inclus; 3) échantillon d'établissements tirés au hasard; 4) nombre d'établissements suffisant (au moins 5); 5) schéma prospectif de l'étude; 6) période de recueil des données d'au moins une année entière; 7) ajustement sur des variables liées au case-mix.

devenue probablement le critère majeur pour contrôler les différences de case-mix potentiellement importantes entre plusieurs établissements d'hospitalisation et/ou entre plusieurs régions et établir des groupes « robustes » de populations de patients hospitalisés.

Nous n'avons pas identifié dans la littérature de revue systématique générale sur la performance des méthodes d'ajustement utilisées dans les modèles d'estimation de l'indicateur de la mortalité hospitalière, d'où la réalisation de ce travail.

### ***Objectifs***

Les objectifs généraux de la revue de la littérature commandée par la HAS et la DREES sont de décrire et d'évaluer les modèles et les méthodes d'ajustement de la mesure de la mortalité hospitalière en privilégiant la notion de performance des modèles identifiés dans la littérature.

Ce rapport a pour objet de décrire les études de la littérature portant sur l'estimation de la mortalité hospitalière en détaillant les différents modèles d'estimation de la mortalité hospitalière et les différentes méthodes d'ajustement de cet indicateur.

Il sera suivi d'un second rapport dédié à la comparaison (type méta-analyse) des différents scores/indices de gravité des patients publiés dans la littérature et utilisés dans les modèles prédictifs pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière.

Cette revue ne porte pas sur la pertinence ni sur l'impact de l'utilisation de l'indicateur de mortalité comme indicateur de qualité des soins.

## Méthodes

La présente revue a consisté en une analyse des articles appréciant la mesure de la mortalité hospitalière : les revues de la littérature déjà existantes, les commentaires et éditoriaux, et les études originales publiées, destinés à réaliser une synthèse des informations sur les modèles et les méthodes d'ajustement utilisés pour estimer la mortalité hospitalière dans les pays industrialisés et à présenter une description des méthodes et des modèles existant, incluant les différentes possibilités destinées à prendre en compte les données du case-mix des patients hospitalisés. L'un des points essentiels qui a orienté la stratégie de recherche des articles, matériel de l'étude, était de pouvoir montrer la performance des modèles rapportés par la littérature.

L'objectif premier de description des modèles (qui constitue l'objet de ce rapport) a été réalisé sur la base de l'ensemble des articles de la revue de littérature. L'objectif d'évaluation de la performance des modèles a été réalisé sur la base d'une sélection réduite d'articles uniquement (présentés dans ce rapport et analysés de façon approfondie dans le second rapport à paraître) composée des études originales rapportant exclusivement une mesure de la performance des modèles (cf. plus bas : "sélection d'études originales rapportant la performance des modèles d'ajustement."). Ce deuxième objectif de l'étude fait l'objet du second rapport, présenté indépendamment.

### *Stratégie de recherche et sources de données*

Nous avons recherché les articles de la littérature publiés sur la période allant du 1<sup>er</sup> janvier 1989 jusqu'au 5 août 2009 (soit une période de près de 20 années consécutives). L'année 1989 étant la date de publication de la revue de littérature sur laquelle nous avons débuté notre réflexion.<sup>65</sup> Bien que des articles plus récents aient été publiés depuis, il ne nous a pas été possible de les inclure a posteriori dans les analyses pour des raisons méthodologiques. Ces articles ont tout de même été intégrés dans la discussion, lorsqu'ils présentaient un intérêt significatif ou l'ajout d'un point de vue original par rapport aux articles inclus dans notre revue de la littérature concernant la période d'étude.

Une recherche systématique des articles en français et en anglais publiés et indexés dans les bases de données électroniques MEDLINE (base de données PubMed de la National Library of Medicine), National Institute of Health (USA) et/ou EMBASE a été réalisée sur la période définie ci-dessus. Pour cela, une stratégie à deux niveaux a été développée, basée sur trois combinaisons indépendantes et complémentaires caractérisées par les algorithmes suivants, de mots clés proposés dans le MESH (Medical Subject Headings) ou par des mots clés libres d'indexation :

→ Un **algorithme** « **commun** » destiné à détecter les publications sur la mortalité hospitalière (mesure de l'indicateur) :

((« *Hospital Mortality* »[Majr] OR (*hospital*[Title] AND *mortality*[Title]) OR « *hospital mortality* »[Title] OR « *death rate* »[Title] OR « *mortality rate* »[Title] OR « *mortality ratio* »[Title] OR « *in hospital death* »[Title] OR « *hospital death* »[Title] OR « *standardized mortality ratio* »[Title/Abstract] OR « *standardized mortality rate* »[Title/Abstract] OR « *standardized death*

ratio »[Title/Abstract] OR « standardized death rate »[Title/Abstract] OR (HSMR[title/abstract] OR « cumulative sum »[Title/Abstract] OR cusum[Title/Abstract]) AND (death[title] OR mortality[title]))

Associé indépendamment à trois algorithmes différents et indépendants, spécifiquement orientés pour isoler des publications concernant :

### **Les modèles utilisés (stratégie 1) :**

(« Quality Indicators, Health Care »[Majr] OR « Outcome and Process Assessment (Health Care) »[Majr] OR measur\*[title] OR indicator\*[title] OR evaluat\*[title] OR assessment[title] OR calculat\*[title] OR estimat\*[title] OR compar\*[title] OR rank\*[title] OR Benchmark\*[title]))

### **Les méthodes d'ajustement (stratégie 2) :**

(« Risk Adjustment »[Mesh] OR « risk adjusted »[Title/Abstract] OR adjustment[Title/abstract] OR adjusted[Title/abstract] OR « risk adjusted mortality rate »[Title/Abstract] OR « risk adjusted mortality ratio »[Title/Abstract] OR « risk prediction model »[Title/Abstract] OR « hierarchical model »[Title/Abstract] OR « hierarchical analysis »[Title/Abstract] OR « case mix »[Title/Abstract] OR « hospital volume »[Title/Abstract] OR « Diagnosis-Related Groups »[Mesh] OR « diagnosis related group\* »[Title/Abstract] OR « disease related group\* »[Title/Abstract] OR comorbidit\*[Title/abstract] OR « illness severity »[Title/Abstract] OR score severity[Title/Abstract] OR « number of diagnosis »[Title/Abstract]))

### **Une liste d'auteurs identifiés (stratégie 3) :**

(« Baker DW »[Auth] OR « Charlson ME »[Auth] OR « Elixhauser A »[Auth] OR « Jarman B »[Auth] OR « Hannan EL »[Auth] OR « Iezzoni LI »[Auth] OR « Penfold R »[Auth] OR « Krumholz HM »[Auth] OR « Aylin P »[Auth] OR « Normand SL »[Auth] OR « Mohammed MA »[Auth] OR « Pine MB »[Auth] OR « Thomas JW »[Auth])

Cette stratégie de recherche a fait l'objet d'une approbation par le service de documentation de la HAS, en charge de réaliser sur le plan technique la recherche dans les bases électroniques et dans les sources complémentaires définies préalablement.

### **Sélection des études**

Nous avons inclus les articles en deux étapes :

- 1) Tout d'abord, suite à une lecture du résumé des articles en utilisant les critères d'éligibilité;
- 2) Ensuite, sur la base d'une lecture complète des articles éligibles en utilisant les critères d'inclusion définis ci-dessous..

### ***Critères d'éligibilité des articles (étape 1 de la sélection)***

Nous avons tout d'abord sélectionné les articles (revues, commentaires, éditoriaux ou articles originaux) à partir de leur résumé. Les articles devaient comporter un objectif d'estimation de la mortalité hospitalière, d'évaluation des facteurs de risques des patients qui décèdent en cours d'hospitalisation, de comparaison entre plusieurs modèles d'estimation ou méthodes d'ajustement de cet indicateur, ou de validation d'un modèle pour une population particulière. Seules les études concernant des patients adultes étaient éligibles dans notre revue systématique. Les populations étudiées pouvaient être, soit représentatives de l'ensemble des patients du ou des établissement(s) concerné(s) par les études (exhaustivité de tous les séjours d'hospitalisation sur une période donnée), soit être restreintes à une population circonscrite par un même dénominateur pour tous les établissements inclus (i.e., pathologies ou procédures médicales ou chirurgicales cibles, patients hospitalisés en réanimation...). Dans ce deuxième cas, l'occurrence de la mortalité hospitalière était analysée spécifiquement pour la population cible. Tous les types de services d'hospitalisation et tous les types de malades pouvaient être concernés, à l'exclusion des séjours d'hospitalisation inférieurs à 24 heures.

### ***Critères d'inclusion des articles (étape 2 de la sélection)***

Nous avons sélectionné les études présentant la mortalité hospitalière pour des patients hospitalisés en services de soins aigus de type médical, chirurgical ou obstétrique (établissements MCO). Ont été inclus tous les articles qui présentaient une estimation de la mortalité hospitalière mesurée, soit durant le séjour d'hospitalisation, soit jusqu'à 30 jours après la sortie des patients de l'hôpital, ou après la date de l'intervention chirurgicale ciblée dans le cas des articles concernant des populations d'études restreintes à une procédure chirurgicale particulière. Nous avons exclu les patients en état de mort cérébrale qui posent une difficulté particulière concernant la définition de l'indicateur.

Nous avons traité les revues de littérature, les commentaires et les éditoriaux d'une part, et les études originales d'autre part.

### ***Sélection de revues de littérature, commentaires et éditoriaux***

Les revues de la littérature (incluant les revues systématiques, les méta-analyses et les revues empiriques), les commentaires et les éditoriaux ont été inclus en fonction de leur(s) objectif(s). Nous avons retenu ceux d'entre-eux qui apportaient des éléments de réponse sur au moins un des points suivants :

- L'existence de différents modèles pour estimer la mortalité hospitalière ;
- Les modèles destinés spécifiquement à comparer les établissements entre eux ;
- Les méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière et leur performance ;
- La pertinence d'utiliser l'indicateur de la mortalité hospitalière pour évaluer la qualité des soins.

### ***Sélection d'études originales rapportant la performance des modèles d'ajustement***

Nous avons sélectionné prioritairement les études qui avaient pour objet d'évaluer la performance statistique des modèles d'ajustement de la mortalité hospitalière. Les articles rapportant des études originales sélectionnées dans ce rapport pouvaient présenter un objectif de développement, de validation ou d'utilisation d'un(de plusieurs) modèle(s) d'estimation de la mortalité hospitalière.

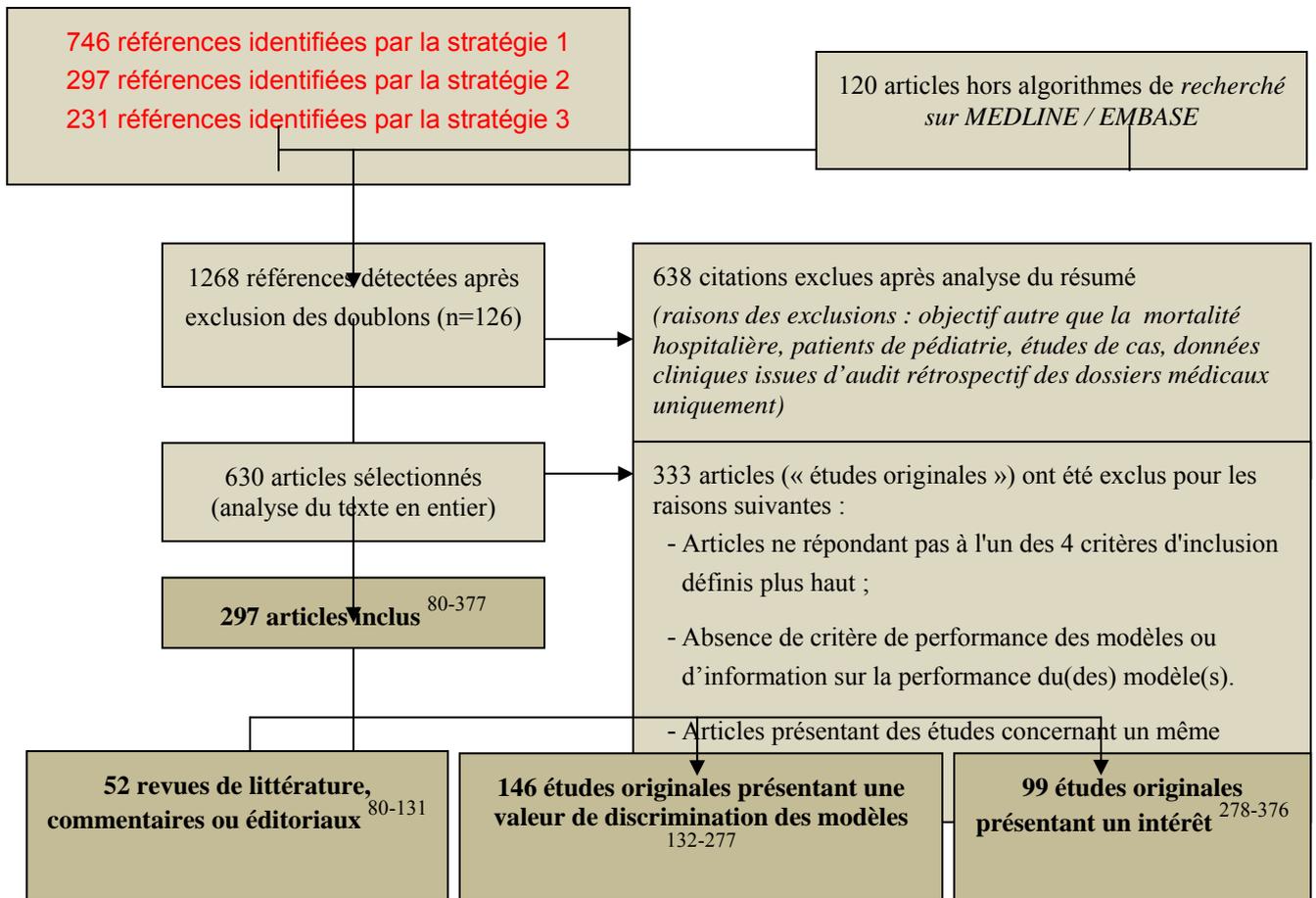
Nous avons fondé notre jugement sur la présence de mesures d'évaluation de la performance des modèles : i) mesure du pouvoir discriminant des modèles (information obligatoire) et ii) mesure de calibration des modèles (information facultative dans cette revue de la littérature). 75 Les articles sélectionnés pour répondre à cet objectif de performance des modèles ont ainsi été inclus sur la présence d'un test de discrimination basé sur la valeur du C-statistique. La présence d'une valeur d'un test d'Hosmer-Lemeshow était considérée comme une plus value au test de discrimination des modèles.

### ***Sélection d'études originales ne présentant pas de critère de performance des modèles***

Un certain nombre d'articles rapportant des études originales, mais qui ne présentaient pas de critère de performance du(des) modèle(s) ont été néanmoins inclus dans notre étude pour alimenter la discussion. Cela a été le cas pour des articles présentant les autres critères d'inclusion, et qui par ailleurs présentaient une valeur ajoutée pour discuter des objectifs de notre revue de la littérature sur les méthodes et les modèles d'ajustement de la mortalité hospitalière. Certains abordaient des questions particulières liées aux méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière, concernant notamment les limites et les conditions d'utilisation des modèles.

La figure 1 présente le détail de la procédure d'inclusion et d'exclusion des articles sélectionnés dans notre revue de la littérature, selon les critères d'éligibilité et d'inclusion précisés plus haut. Au total, 297 articles <sup>80-376</sup> ont été inclus dans cette revue de la littérature : 52 étaient des « revues de la littérature », des « commentaires » ou des « éditoriaux » <sup>80-131</sup> ; 146 des « études originales » qui présentaient au moins une valeur de C-statistique pour évaluer la performance des modèles <sup>132-277</sup> ; et 99 des « études originales » qui présentaient un intérêt particulier pour discuter des questions d'ajustement de la mortalité hospitalière. <sup>278-376</sup>.

**Figure 1 - Procédure de sélection des articles**



## Extraction des informations

Nous avons procédé à l'analyse critique de l'ensemble des articles à l'aide d'une grille de lecture (Annexe 1). En particulier, nous avons réalisé une analyse détaillée des études originales présentant au moins une valeur de C-statistique. D'une façon générale, ont été extraites les informations qui caractérisaient la mesure de la mortalité hospitalière, les facteurs d'ajustement (facteurs de risques) et les informations qui pouvaient aider à la discussion des résultats dans les études sélectionnées. Les caractéristiques de l'indicateur de mortalité comprenaient des informations sur l'expression (modèle de calcul) et sur la valeur (ajustée ou non) de la mesure des décès. La taille de l'échantillon d'étude ainsi que les deux critères de performance des modèles ont également été recueillis pour la sélection restreinte d'études originales<sup>132-277</sup>.

### *Analyse descriptive des articles sélectionnés*

Nous avons procédé à l'analyse descriptive de l'ensemble des 297 articles<sup>80-376</sup> inclus dans cette revue de la littérature portant sur les modèles et les méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière et de manière plus détaillée des 146 articles rapportant des études originales présentant une valeur de C-statistique<sup>132-277</sup> permettant de juger de la performance des modèles sur un critère couramment utilisé pour évaluer le pouvoir discriminant des modèles.<sup>75,76</sup>

Concernant les 146 études originales représentant la sélection restreinte sur la base d'une mesure du C-statistique, nous avons décrit la fréquence des grands types de pathologies ou de groupes de patients. Sur la base des études qui rapportaient le nombre de patients décédés, nous avons estimé la proportion agrégée de patients décédés en tenant compte de l'effet aléatoire lié aux études.<sup>377,378</sup> L'hétérogénéité inter-études a été évaluée à l'aide d'un test  $I^2$  de Higgins.<sup>379,380</sup> (Une valeur de  $I^2 > 50\%$  était interprétée comme le signe de l'existence d'une hétérogénéité entre les études. Une valeur de  $P < 0.05$  du test  $I^2$  était considérée comme significative).

Nous avons procédé à une description des modèles et des méthodes d'ajustement à partir de l'ensemble des 397 articles inclus (revues de la littérature, éditoriaux, commentaires, études originales). Cette description a consisté à montrer l'existence de plusieurs modèles et d'en détailler les composantes : expression de la mesure de la mortalité hospitalière, facteurs de risques, méthode d'estimation et de calcul.

Outre la description des modèles et les méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière, l'analyse a permis d'établir une liste des scores/indices développés pour évaluer la gravité des patients hospitalisés et utilisés dans les modèles comme facteurs prédictifs des décès prématurés. Nous avons décrit ces scores/indices identifiés dans la littérature en apportant des précisions sur la population avec laquelle (ou avec lesquelles) ils ont été développés ainsi que les différents groupes de patients pour lesquels ils ont été validés. Des précisions ont été rapportées sur les données et les variables qui constituent ces scores/indices ainsi que les conditions et les modalités possibles de leur application.

### *Quelques définitions*

Afin d'améliorer l'interprétation des résultats, Il nous semble opportun de rappeler les définitions des termes de « modèles », « facteurs de risque » et de « score/index », composantes essentielles et informations nécessaires à la compréhension des méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière.

Un modèle statistique est défini dans la littérature comme une représentation simplifiée d'une réalité complexe.<sup>381</sup> Cette représentation dite « idéalisée » de la réalité s'appuie sur une analyse de paramètres connus et d'autres ignorés. Dans tous les cas la construction d'un modèle statistique est fondée sur l'existence d'une relation entre une variable dépendante  $Y$  ou variable expliquée (dans le cas de notre étude : l'indicateur de la mortalité hospitalière) et de une ou plusieurs variables indépendantes ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ), appelées variables prédictives, variables explicatives ou encore covariables. L'objectif d'un modèle statistique est d'établir ces relations sur la base de probabilité incluant des informations relatives à des critères d'incertitude et de part du hasard.

Les paramètres indépendants d'un modèle statistique sont représentés par les caractéristiques propres liées aux sujets étudiés (e.g., les patients) qui prennent l'expression de facteurs de risques liés à la survenue de l'événement mesuré par l'indicateur (variable dépendante dans le modèle). Au premier chef de ces facteurs de risques on observe les facteurs de risques caractérisant la gravité des patients eux-mêmes (notamment dans les modèles d'ajustement de l'indicateur de la mortalité hospitalière).<sup>382,383</sup>

Les scores/indices sont utilisés pour caractériser la gravité des patients. Un index de la gravité des patients représente une mesure développée spécifiquement pour établir plusieurs niveaux de gravité au sein d'une population, souvent homogène, de patients (identifiés par une même pathologie, une même procédure de soins...) à partir de plusieurs critères et dont la mesure s'exprime le plus souvent par un score agrégé. La principale caractéristique d'un score/index est d'établir les différents niveaux de gravité par une variable numérique (continue, catégorielle ou dichotomique).

## Résultats

### *Description générale des populations de patients et des articles inclus*

D'une manière générale, il ressort de l'analyse des articles inclus dans cette revue de la littérature, que la mortalité hospitalière est très variablement étudiée selon les populations de patients hospitalisés et que les études originales ne présentent pas toutes le même niveau de qualité.

### *Les patients étudiés dans la littérature*

Plusieurs populations de patients cibles sont identifiées pour lesquelles l'indicateur de mortalité hospitalière est fréquemment étudié. Dans les 297 articles inclus dans cette revue<sup>80-376</sup> les principales populations de patients hospitalisés étudiées sont les suivantes (le nombre de sous-groupes étudiés / nombre d'articles concernés a été précisé sur la base des 154 études originales étudiées en détail<sup>132-277</sup>) :

- Les patients en courts séjours en établissements de médecine, chirurgie et obstétrique (MCO) sans distinction de pathologie ou de procédure médicale/chirurgicale (*52 sous-groupes identifiés dans 16 articles*);
- Les patients en service de réanimation (*84 sous-groupes identifiés dans 41 articles*);
- Les patients hospitalisés pour une pathologie cardiaque grave répartis selon la pathologie ou selon la procédure chirurgicale (infarctus du myocarde, procédures chirurgicales pour pontage coronarien ou pour dilatation coronarienne par voie percutanée, procédures chirurgicales en relation avec une pathologie valvulaire, patients présentant une hypertension artérielle, patients hospitalisés pour une insuffisance cardiaque) (*206 sous-groupes identifiés dans 59 articles*);
- Les patients avec une infection grave ayant pu être contractés lors du séjour d'hospitalisation (septicémie et pneumopathie) (*36 sous-groupes identifiés dans 12 articles*);
- Les patients ayant un accident et/ou une pathologie vasculaire cérébrale (AVC) (*41 sous-groupes identifiés dans 10 articles*);
- Les patients atteints de pathologies chroniques (inclus : diabète, insuffisance rénale chronique, insuffisance hépatique, broncho-pneumopathie chronique obstructive, artérites des membres inférieurs) (*44 sous-groupes identifiés dans 8 articles*);
- Un groupe de patients incluant diverses pathologies digestives (e.g., cure de hernie, varices oesophagiennes, cancer gastrointestinal, résection colrectale, ulcère gastroduodénal) (*29 sous-groupes identifiés dans 7 articles*);
- un groupe de patients défini par des traumatismes importants (*20 sous-groupes identifiés dans 6 articles*);
- Enfin un groupe « autres procédures chirurgicales ». Cette catégorie représente des sous-groupes trop peu fréquents dans la littérature pour qu'ils constituent chacun une unité d'analyse indépendante. Cette catégorie hétérogène regroupe les patients hospitalisés pour un anévrisme de l'aorte abdominale, opérés ou non, ainsi que plusieurs autres interventions (e.g., cure de hernie discale, neurochirurgie, prostatectomie, chirurgie thoracique). Cette catégorie « autres procédures chirurgicales » représentait 21 sous-groupes identifiés dans 110 articles.

## *Qualité des études originales*

Le tableau 1 présente une description des études originales.<sup>132-277</sup> La fréquence de ces études originales et des groupes de patients observés, ainsi que l'origine géographique des études et le nombre médian d'établissements hospitaliers inclus sont rapportés dans ce tableau. Concernant les 146 articles qui ont été étudiés en détail<sup>132-277</sup>, nous avons indentifié en moyenne 3,6 (min. = 1; max. = 52) groupes de patients étudiés (un groupe de patients est ensuite compté comme une observation dans notre analyse). Au final 532 groupes de patients ont été identifiés à partir des 146 études originales incluses. La taille totale de l'échantillon regroupant toutes les études incluses est de 15 939 355 séjours d'hospitalisation issus de 146 articles et répartis dans les 532 groupes. Il existe une grande variabilité des tailles d'échantillons entre les groupes observés (médiane = 9331 ; min. = 67 ; max. = 2 361 957).

Une majorité de ces études originales 144 sur 146 (98,6 %) a été réalisée dans des hôpitaux d'Amérique du Nord (n=88), d'Europe (n=35), d'Asie (n=13) ou d'Océanie (n=8). Quatre proviennent d'Amérique du Sud (n=3) ou d'Afrique (n=1). La plupart des études provenant des pays industrialisés répondent à la distribution plus détaillée suivante : en Amérique du Nord, 75 études ont été réalisées dans des hôpitaux des États Unis d'Amérique (USA) et 12 au Canada. L'étude restante a été une collaboration entre des hôpitaux de ces 2 pays. En Europe, les principales études originales ont été réalisées respectivement en Grande-Bretagne (n=13), en Italie (n=4), en France (n=3), en Espagne (n=3), en Suisse (n=3) et en Allemagne (n=2). En Asie les études ont été réalisées à Taiwan pour la moitié d'entre-elles (n=6), au Japon (n=3), en Corée (n=1), à Hong Kong (n=1), Thaïlande (n=1) et en Chine (n=1). Enfin des 9 études réalisées en Océanie la plupart l'ont été en Australie (n=9) et 1 en Nouvelle-Zélande.

Le tableau 2 décrit les études originales parmi les 146 inclus, qui rapportent clairement dans le texte le nombre de patients décédés. Nous avons estimé, à partir de ces données, la proportion agrégée de patients décédés pour l'ensemble des études et des groupes et respectivement selon les grands types de pathologies/interventions. Nous avons trouvé des informations sur le nombre de patients décédés dans 115 (78,8 %) de ces études sur les 146, soit une information manquante dans 31 études. Le tableau 2 montre que le nombre de patients décédés est précisé de manière très variable, avec des différences importantes selon les groupes (de 66 % pour les patients hospitalisés pour un trauma à 100 % pour les patients hospitalisés pour un accident vasculaire cérébral (AVC), une infection sévère, une pathologie chronique ou digestive). La proportion de mortalité analysée à partir de ces 115 études tient compte d'un effet aléatoire lié aux groupes de patients étudiés dans ces études (estimation agrégée de la proportion de décès). La proportion moyenne agrégée de mortalité hospitalière observée dans ces études est de 9,8 % en moyenne pour l'ensemble des populations dans les études, et va de 4,2 % à 20,0 % selon le type de pathologie/intervention. Stratifiée sur les groupes de patients, la mortalité hospitalière présente des résultats hétérogènes dans tous les cas (prise en compte de l'effet aléatoire lié aux groupes de patients dans les analyses).

## *Terme de la mesure de la mortalité hospitalière*

Deux mesures principales de la mortalité sont rapportées dans la littérature : la mortalité intra-hospitalière, c'est-à-dire les patients décédés durant leur séjour à l'hôpital, et la mortalité à 30 jours, c'est-à-dire la prise en compte des patients qui pouvaient décéder jusqu'à 30 jours après

une procédure chirurgicale ou après la sortie du patient de l'hôpital. Toutefois la mesure de la mortalité à 30 jours n'est présentée que dans une faible proportion d'études et d'articles (18 articles).<sup>132,157,169,194,196,199,207,224,241,243,244,246,247,248,255,266,270,277</sup> Nous avons donc regroupé dans une même catégorie, les études qui rapportaient une mesure de la mortalité à 30 jours, incluant les 2 mesures, 30 jours après la sortie ou 30 jours après l'intervention chirurgicale. Enfin, Il n'existe que très peu d'études qui présentent une mesure de la mortalité à un autre terme (i.e., 6 mois, 1 année, voir plus dans certains cas : 5 articles au total).<sup>123,185,223,332,335</sup>

**Tableau 1 - Description des études originales<sup>132-277</sup> présentant une valeur de discrimination (C-index) des modèles prédictifs, stratifiée sur les catégories de population de patients**

	Échantillons dans les études incluses					Répartition géographique des groupes observés <sup>*/**</sup>					Hôpitaux dans les études			
	Art. N <sub>1</sub>	Grp. N <sub>2</sub>	Patients			USA N (%)	Europe N (%)	Asie N (%)	Océanie N (%)	Autres N (%)	Manquants		Distribution	
			N <sub>3</sub>	Méd.	[min. – max.]						N	(%)	Méd.	[min. – max.]
<b>Ensemble des soins aigus (court séjour)</b>	16	52	10.444.653	210.221	[890-2.361.957]	24 (46,2)	6 (11,5)	9 (17,3)	10 (19,2)	3 (5,8)	20 (71,4)	24	[1-142]	
<b>Réanimation</b>	41	84	879.306	2.932	[138-216.626]	23 (27,7)	36 (43,4)	14 (16,9)	6 (7,2)	4 (4,8)	1 (2,1)	8	[1-303]	
<b>Pathologies et procédures cardiaques:</b>	59	205	2.723.940	10.182	[229-401.684]	177 (86,8)	22 (10,8)	5 (2,5)	-	-	27 (29,7)	30	[1-4.664]	
<i>IDM</i>	19	62	876.021	24.856	[229-168.772]	61 (96,8)	1 (1,6)	1 (1,6)	-	-	6 (27,3)	89	[5-4.664]	
<i>Pontage coronarien</i>	26	81	518.746	6.559	[504-152.523]	66 (82,5)	12 (15,0)	2 (2,5)	-	-	5 (16,1)	21	[1-1.949]	
<i>Autres chirurgie cardiaque</i>	18	33	790.936	4.997	[577-401.684]	22 (66,7)	9 (27,3)	2 (6,1)	-	-	12 (46,2)	7	[1-132]	
<i>Divers cardiaque<sup>a</sup></i>	8	29	538.237	22.524	[2.152-273.034]	29 (100)	-	-	-	-	4 (33,3)	91	[1-149]	
<b>Infections sévères</b>	12	36	525.467	15.643	[220-198.233]	36 (100)	-	-	-	-	2 (11,8)	75	[1-149]	
<b>AVC</b>	10	41	296.763	11.445	[452-89.129]	40 (97,6)	1 (2,4)	-	-	-	3 (23,1)	73	[1-149]	
<b>Pathologies chroniques<sup>b</sup></b>	8	44	461.127	7.750	[67-258.731]	33 (75,0)	3 (6,8)	8 (18,2)	-	-	7 (36,8)	111	[1-111]	
<b>Pathologies digestives</b>	7	29	215.488	4.762	[102-144.370]	19 (65,5)	6 (20,7)	3 (10,3)	1 (3,5)	-	0 (0,0)	111	[1-1.949]	
<b>Trauma</b>	6	20	281.850	4.203	[184-117.619]	17 (85,0)	-	3 (15,0)	-	-	1 (8,3)	35	[2-4.391]	
<b>Autres<sup>c</sup></b>	10	21	110.761	3.981	[200-31.705]	6 (28,6)	13 (61,9)	2 (9,5)	-	-	2 (18,2)	24	[1-1.949]	
<b>TOTAL</b>	146	532	15.939.355	9.331	[67-2.361.957]	375 (70,8)	87 (16,4)	44 (8,30)	17 (3,2)	7 (1,3)	63 (24,9)	31	[1-4.664]	

**Abbréviations :** N<sub>1</sub> : nombre d'articles originaux inclus; N<sub>2</sub> : nombre de groupes inclus; N<sub>3</sub> : nombre de patients ou de séjours d'hospitalisation inclus.

\* Une étude a été réalisée dans plusieurs pays à travers le monde. Elle n'a pas été comptée dans cette distribution. \*\* basé sur le nombre de groupes observés (N<sub>2</sub>).

<sup>a</sup>**Inclus :** HTA, insuffisance cardiaque. <sup>b</sup>**Inclus :** Insuffisance rénale chronique, diabète, maladies vasculaires périphérique, hépatite chronique, BPCO. <sup>c</sup>**Inclus :** Anévrisme de l'aorte abdominale, cure de hernie discale, neurochirurgie, prostatectomie, chirurgie thoracique.

**Tableau 2 - La mortalité hospitalière dans les études originales<sup>132-285</sup> présentant une valeur de discrimination (C-index) des modèles prédictifs utilisés, stratifié sur les catégories de population de patients. (Études rapportant le nombre de patients décédés parmi les 146 études détaillées<sup>132-277</sup>)**

	Échantillon de patients		Mortalité hospitalière			Hétérogénéité	
	N <sub>3</sub>	(%)	N	%	[IC 95 %]	I <sup>2</sup> (%)	P
<b>Ensemble des soins aigus (court séjour)</b>	7934261	(76,0)	311253	4,7	[3,9-5,4]	100	<0,001
<b>Réanimation</b>	595403	(67,7)	81308	20,0	[16,8-19,2]	99,4	<0,001
<b>Pathologies et procédures cardiaques :</b>	2436752	(89,5)	124336	6,0	[5,4-6,6]	99,8	<0,001
<b>IDM</b>	667351	(76,2)	52683	9,6	[7,2-11,9]	99,9	<0,001
<b>Pontage coronarien</b>	473112	(91,2)	14014	4,2	[3,7-4,8]	99,3	<0,001
<b>Autre chirurgie cardiaque</b>	758052	(95,8)	28430	5,2	[4,4-6,0]	99,7	<0,001
<b>Divers cardiaque<sup>a</sup></b>	538237	(100,0)	29209	6,1	[4,9-7,3]	99,7	<0,001
<b>Infections sévères</b>	525247	(100,0)	56040	11,8	[9,2-14,5]	99,9	<0,001
<b>AVC</b>	296763	(100,0)	34234	14,0	[10,9-17,1]	99,9	<0,001
<b>Pathologies chroniques<sup>b</sup></b>	461127	(100,0)	39004	12,9	[10,7-15,1]	99,9	<0,001
<b>Pathologies digestives</b>	215488	(100,0)	13258	6,6	[4,9-8,3]	99,7	<0,001
<b>Trauma</b>	185983	(66,0)	9253	14,4	[12,0-16,9]	99,6	<0,001
<b>Autres</b>	80530	(72,7)	10087	13,7	[7,6-19,6]	100	<0,001
<b>TOTAL</b>	12731554	79,9	678776	9,8	[9,4-10,2]	99,9	<0,001

\* Basé sur le nombre d'études incluses (N<sub>1</sub>) dans le Tableau 1. \*\* basé sur le nombre de groupes observés (N<sub>2</sub>) dans le Tableau 1. \*\*\* Effet aléatoire lié aux groupes observés.

**Abréviations :** N<sub>1</sub> : nombre d'articles originaux inclus; N<sub>2</sub> : nombre de groupes inclus; N<sub>3</sub> : nombre de patients ou de séjours d'hospitalisation inclus.

<sup>a</sup> Une étude a été réalisée dans plusieurs pays à travers le monde. Elle n'a pas été comptée dans cette distribution. \*\* basé sur le nombre de groupes observés (N<sub>2</sub>).

<sup>b</sup>**Inclus :** HTA, insuffisance cardiaque. <sup>c</sup>**Inclus :** Insuffisance rénale chronique, diabète, maladies vasculaires périphériques, hépatite chronique, BPCO. <sup>d</sup>**Inclus :** Anévrisme de l'aorte abdominale, cure de hernie discale, neurochirurgie, prostatectomie, chirurgie thoracique.

## ***Description des modèles et des méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière***

L'étude descriptive des modèles et des méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière a reposé sur l'analyse de plusieurs composantes : l'approche conceptuelle d'un point de vue statistique; l'expression de la mesure selon le modèle utilisé; et les facteurs d'ajustement et leur prise en compte dans les modèles.

### ***Deux approches conceptuelles différentes***

D'un point de vue théorique tout d'abord, l'étude de la littérature montre l'existence de deux approches différentes de l'estimation de l'indicateur de la mortalité hospitalière : une approche dite « *Fréquentiste* » et une approche dite « *Bayésienne* ». Ces deux conceptions proposent des pensées statistiques qui s'opposent sur la base de l'hypothèse sur laquelle chacune d'elle s'appuie.<sup>287</sup> Alors que l'approche « *Fréquentiste* » fonde son jugement sur une succession d'échantillons virtuels dont la loi statistique est conditionnelle à des paramètres fixes mais inconnus, l'approche « *Bayésienne* » considère que les paramètres peuvent être des variables aléatoires (paramètres inconnus pouvant prendre plusieurs valeurs). Avec l'approche « *Bayésienne* », il devient possible de postuler sur des hypothèses de distributions a priori pour chaque paramètre, fondées sur des connaissances antérieures. La plupart des modèles récents utilisés pour estimer la mortalité hospitalière avec l'objectif d'évaluer la qualité des soins et la performance des établissements (comparaisons entre-eux) repose sur une hypothèse Bayésienne où la variable liée à l'hôpital présente les conditions requises pour être considérée comme une variable à effets aléatoire.<sup>279,280,283,285,288,295,296,320</sup>

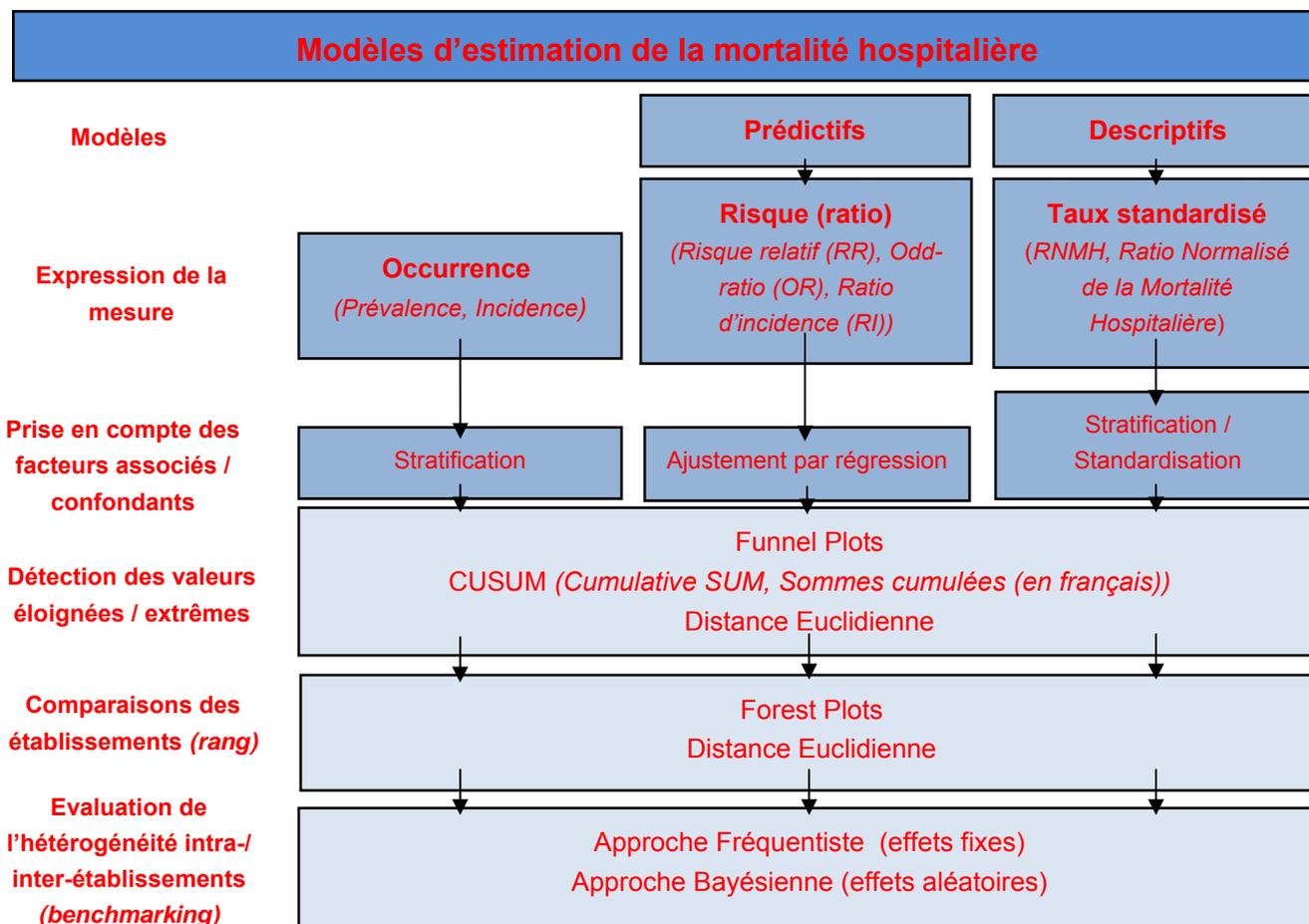
### ***Modèles « prédictifs » vs. « descriptifs »***

Quel que soit le type d'approche, on distingue deux types de modèles principaux dans la littérature :

- les modèles dits « prédictifs », dont le but est d'anticiper sur des valeurs à venir de la mortalité hospitalière (calcul de probabilités);
- et les modèles dits « descriptifs », dont le but est de montrer l'état d'une situation de la mortalité hospitalière à un moment donné.

Pour chacun d'eux l'expression de la mesure de la mortalité hospitalière est différente : une valeur de risque pour les modèles prédictifs et une valeur de proportion ou de taux dans les modèles descriptifs (figure 2).

Figure 2 - Description des principaux modèles d'estimation de la mortalité hospitalière.



### Expression de la mesure

En fonction du type de modèles, plusieurs expressions de la mesure de la mortalité hospitalière sont rapportées dans la littérature. Outre l'estimation simple d'une occurrence observée (fréquence de survenue de l'événement du décès des patients) pouvant s'exprimer par une proportion (nombre d'événements sur le nombre d'individus de l'échantillon étudié), par une prévalence (nombre d'individus présentant l'événement mesuré divisé par le nombre d'individus à risque de présenter cet événement, multiplié par 100 ou par 1000) ou par une densité d'incidence (nombre de nouveaux événements survenus par unité de temps (i.e., nombre d'événements / 1000 journée-patients)), il existe dans la littérature deux types de modèles principaux pour estimer la mortalité hospitalière :

- **Les modèles prédictifs : le nombre de décès est prédit en fonction des niveaux de risque établis par la présence ou non des facteurs dans le modèle d'ajustement.** Selon les modèles (utilisant une méthode de régression), les risques de décès associés à chacun des facteurs dans le modèle pouvaient s'exprimer par un risque relatif (RR), un rapport de cotes (ou odd-ratio, OR), ou encore un ratio d'incidence (modèles de survie) ;

- **Les modèles descriptifs : pour lesquels l'estimation de la mortalité hospitalière est obtenue par le calcul d'un taux standardisé** (ou ratio de taux, ou encore ratio de risques) s'exprimant par le rapport d'une valeur observée sur une valeur estimée (attendue) de décès ou du risque de décès (O/A). Dans la littérature, nous avons identifié ce ratio standardisé sous le nom de Hospital Standardized Mortality Ratio (HSMR), ou dans une traduction française proposé par l'Institut Canadien d'Information sur la Santé (ICIS/CIHI) par Ratio Normalisé de la Mortalité Hospitalière (RNMH). Un RNMH inférieur à 1 reflète un niveau de mortalité dans l'établissement de l'observation inférieur à la moyenne représentée par la mortalité de l'ensemble des établissements.

Il existe plus exceptionnellement dans la littérature, le taux de mortalité ajusté sur le risque ou Risk Adjusted Mortality Rate (RAMR). Il est obtenu en multipliant le RNMH par le taux moyen observé dans l'échantillon regroupant l'ensemble des établissements hospitaliers concernés dans le cas qui nous intéresse.

### *Les méthodes d'ajustement*

La caractéristique principale des modèles repose sur la méthode d'ajustement choisie pour prendre en compte les caractéristiques de différentes populations (case-mix) afin de permettre les comparaisons entre hôpitaux.<sup>382,383</sup> Dans les modèles multi-niveaux, l'ajustement prend une importance toute particulière liée à la hiérarchisation des données et aux conditions particulières de la combinaison des effets fixes et aléatoires dont l'analyse doit tenir compte pour aboutir à un modèle final.<sup>384</sup> Les niveaux hiérarchiques imposés par la structure des données impactent sur le choix de l'unité (des unités) statistique(s) à prendre en compte ensuite dans les analyses.

Un premier niveau d'analyse est défini par le patient lui-même, ou bien par le séjour d'hospitalisation. Dans ce cas, l'ajustement est réalisé sur la base de variables à effet fixe uniquement (i.e., sexe, âge, facteurs de risques). Au deuxième niveau d'analyse (i.e., unité de soins, département d'hospitalisation, hôpital), il est possible de prendre en compte en plus des caractéristiques à effets fixes, certaines caractéristiques avec des effets aléatoires. C'est le principe fondamental des modèles hiérarchiques.<sup>279,384</sup>

Cette revue de la littérature présente en détail les deux méthodes que sont la régression et la standardisation du fait de leur utilisation courante. La stratification ne présente que peu d'intérêt par rapport aux deux autres et n'est qu'exceptionnellement rencontrée dans la littérature concernant la mortalité hospitalière utilisée à des fins d'évaluation de la qualité des soins.

### *Ajustement par la méthode de régression*

La régression logistique est la méthode la plus souvent rapportée dans la littérature pour ajuster la mortalité hospitalière sur des facteurs de risques au niveau du patient ou du séjour d'hospitalisation. Cette méthode d'ajustement est basée sur l'estimation de la probabilité de survenue d'un événement (modèle prédictif). Dans ce genre de modèle la probabilité que les patients hospitalisés ont de décéder est représentée par une fonction logarithmique de leur exposition ou non aux facteurs auxquels ils ont pu être exposés, selon l'équation (1) suivante :

$$(1) \quad \text{Log}(Y) = \text{Log} \frac{(P_i)}{(1 - P_i)} = \alpha_0 + \alpha_1 \times \text{Facteur1}_i + \alpha_2 \times \text{Facteur2}_i + \dots + \alpha_n \times \text{FacteurN}_i$$

Où :

Log (Y) est la probabilité de décès des patients (exprimé par une valeur d'odd-ratio) ;  
 Facteur1, Facteur2,..., FacteurNi sont les facteurs de risque liés au niveau 1 de l'analyse représenté par  $i$  ;  
 et  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  les coefficients de régression respectifs.

### ***Ajustement par la méthode de standardisation***

La standardisation est une méthode d'ajustement fréquemment utilisée dans la littérature pour comparer plusieurs établissements entre eux. Cette méthode prend en compte les facteurs liés aux patients, avec des variables qui prennent la forme d'une variable agrégée (i.e., ratio de sexe, âge moyen, durée moyenne des séjours d'hospitalisation des patients) au niveau de l'unité statistique constituée par le service, le département d'hospitalisation, ou l'hôpital. Ces variables agrégées définies pour chaque facteur lié aux patients peuvent être exprimées par une valeur ordinale ou continue de laquelle peut être établi un nombre  $k$  de catégories (ou strates) établissant  $k$  niveaux de risque pour chacune des variables.

Il existe deux méthodes principales de standardisation, la standardisation directe et la standardisation indirecte:

- 1) **La standardisation directe** (ou méthode de la population-type) est basée sur une comparaison entre un taux observé (échantillon de population étudiée) et un taux attendu (population de référence), les deux populations étant comparables concernant leur structure (= case-mix). Le taux standardisé de la mortalité est calculé en pondérant le taux de mortalité observé par le taux de mortalité attendu, par classes de variables représentant les critères retenus pour caractériser le case-mix (i.e., classes d'âge, sexe, échelle ou score de gravité)
- 2) **La standardisation indirecte** (ou méthode de la mortalité type) permet de calculer le "*Standardized Mortality Ratio*" ou SMR. Le SMR est obtenu par le rapport du nombre de décès observés sur le nombre de décès attendus (le résultat est généralement multiplié par 100). On obtient le nombre de décès attendus en appliquant à l'effectif de chaque classe des variables définies pour décrire les sous-populations de l'étude.
  - Un S.M.R. supérieur à 100 signifie qu'il existe un excédent de mortalité dans la sous-population étudiée par rapport à la mortalité de la population de référence (un SMR de 130 indique une surmortalité de 30 %).
  - Un S.M.R. inférieur à 100 signifie qu'il existe une mortalité plus faible dans la sous-population étudiée par rapport à la mortalité de la population de référence (un SMR de 75 indique une sous-mortalité de 25 %).

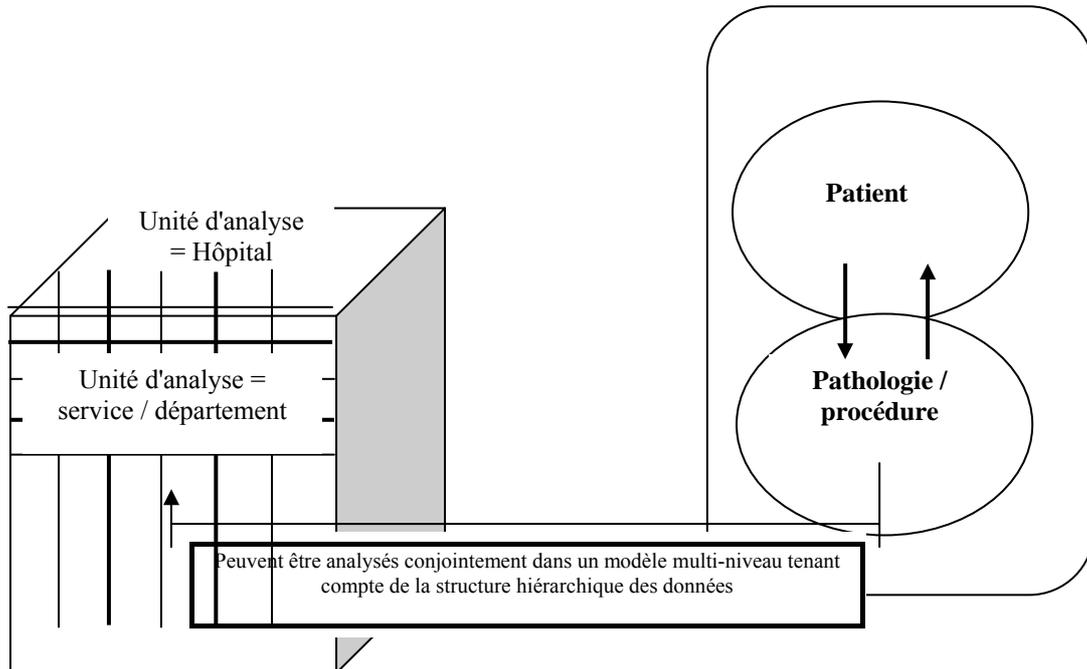
Aussi, la standardisation peut être appliquée aux expressions du risque de mortalité (risque relatif, odd-ratio, ratio d'incidence). Dans ce cas ce n'est plus des taux qui sont comparés mais des valeurs de risque entre une population étudiée et une population de référence.

### ***Approche hiérarchique des données : les modèles « mixtes » ou « multi-niveaux »***

Encore appelés "*modèles à effets aléatoires*" ou "*modèles empiriques Bayésiens*", ces modèles présentent la particularité de réaliser un ajustement en tenant compte de plusieurs niveaux d'analyses statistiques au sein d'un même modèle et des interactions possibles (covariance) entre des variables avec des effets fixes et des variables avec des effets aléatoires. Le développement important de l'approche Bayésienne ces dernières années, et les possibilités étendues des logiciels statistiques ont permis d'envisager la construction et la validation de modèles plus complexes pour estimer la mortalité hospitalière et d'en faire un indicateur destiné à comparer la performance des établissements de santé. L'une des applications statistiques les plus importantes a été le développement de ces modèles hiérarchiques pour établir un profil de la performance des établissements en permettant de contrôler les biais liés aux variables avec des effets aléatoires. <sup>279,280,283,285,288,295,296,298,320</sup>

La figure 3 présente le concept développé par les modèles hiérarchiques reposant sur l'existence et la prise en compte dans un modèle d'analyse unique de plusieurs unités statistiques différentes. En pratique, cela se traduit par la possibilité d'appliquer dans un seul modèle une première analyse au niveau du patient représentant le niveau 1 du modèle (prise en compte des caractéristiques liées au patient lui-même), et d'une analyse supplémentaire au niveau d'un complexe agrégé représenté par un groupe de patients spécifique (un service de soins, un département hospitalier, ou encore un établissement hospitalier en entier) représentant le niveau 2 du modèle. Parfois, il peut être intégré un 3<sup>ème</sup> niveau caractérisé par la prise en compte d'un critère d'homogénéisation des patients (i.e., patients présentant une même pathologie, patients ayant bénéficié d'une même procédure médicale/chirurgicale).

Figure 3 - Représentation conceptuelle d'un modèle hiérarchique



Exemple présenté par l'équation (2) d'un modèle à 2 niveaux dont 1 avec effets fixes (Niv. 1) et 1 avec effets aléatoires (Niv. 2)

$$\begin{aligned}
 & (P_{ij}) \\
 (2) \quad \text{Log}(Y) = \text{Log} \frac{(P_{ij})}{(1 - P_{ij})} &= \alpha_0 + \alpha_1 \times \text{SEXE}_{ij} + \alpha_2 \times \text{AGE}_{ij} + \alpha_3 \times \text{SCORE DE GRAVITE}_{ij} & (Niv. 1) \\
 & + \alpha_4 \times \text{Hôpital} + \alpha_5 \times \text{STATUT DE L'HÔPITAL (Public vs. Privé)}_j & (Niv. 2)
 \end{aligned}$$

**Exemple présenté par l'équation (3) d'un modèle à 3 niveaux dont 1 avec effets fixes (Niv. 1) et 2 avec effets aléatoires (Niv. 2 et 3)**

$$\begin{aligned}
 (3) \quad \text{Log}(Y) = \text{Log} \frac{(P_{ij})}{(1 - P_{ij})} &= \alpha_0 + \alpha_1 \times \text{SEXE}_{ij} + \alpha_2 \times \text{AGE}_{ij} + \alpha_3 \times \text{SCORE DE GRAVITE}_{ij} && (\text{Niv. 1}) \\
 &+ \alpha_4 \times \text{CMD}_{jk} + \alpha_5 \times \text{TYPE DU SEJOUR (Médecine vs. Chirurgie)}_{jk} && (\text{Niv. 2}) \\
 &+ \alpha_6 \times \text{Hôpital} + \alpha_7 \times \text{STATUT DE L'HÔPITAL (Public vs. Privé)}_j && (\text{Niv. 3})
 \end{aligned}$$

### ***Les facteurs d'ajustement***

Dans les articles de la littérature, la question de l'ajustement de l'indicateur de la mortalité hospitalière ne se pose pas tant sur le principe d'utilisation de l'une ou l'autre de ces deux méthodes (ajustement par régression vs. par standardisation), mais plutôt sur l'opportunité de la sélection des variables à inclure dans le modèle et sur lesquelles l'ajustement devait être réalisé.

Selon Al-Haider et Wan<sup>376</sup> les différents facteurs qui contribuent aux variations de la mesure de la mortalité hospitalière entre les établissements peuvent être distribués en trois grandes catégories décrivant :

- i) les caractéristiques propres aux patients** : l'âge, le sexe, la maladie ayant mobilisé le plus de ressources ou le motif (diagnostic) principal d'admission, les comorbidités, le nombre de diagnostics associés, les procédures médicales et/ou chirurgicales, la gravité des patients ;
- ii) les déterminants liés au contexte et/ou à la communauté** : caractéristiques socio-économiques des patients.
- iii) les caractéristiques d'organisation propres à l'hôpital** : nombre de centres (hôpitaux, départements ou services de soins) inclus, nombre de centres ayant répondu favorablement dans le cas d'un tirage au sort, leur localisation, leur taille (nombre de lits si l'information était disponible, taille de l'échantillon de la population) ;

### ***Les facteurs liés aux patients***

Dans les études, le sexe et l'âge des patients sont les caractéristiques qui constituaient le set de base (ou baseline) des variables utilisées pour l'ajustement de l'indicateur de la mortalité

hospitalière.<sup>108-110</sup> Parfois, ces variables présentaient un caractère exclusif dans les études. D'autres fois, elles pouvaient servir de valeurs d'étalonnage pour des modèles plus complexes faisant intervenir d'autres variables d'ajustement.

Le sexe et l'âge étaient très souvent utilisés avec d'autres variables d'ajustement permettant de caractériser le "case-mix" des populations entre plusieurs établissements. Nous avons étudié plus loin dans un paragraphe spécifiquement dédié, les facteurs liés à la gravité des patients avec notamment le développement et l'utilisation systématique de scores et/ou d'indices destinés à évaluer et à établir des niveaux de gravité des patients utilisé pour ajuster la mesure de la mortalité hospitalière.

### ***Ajustement sur le statut socio-économique des patients***

Le statut socio-économique des patients était rarement évalué dans la littérature. Dans de rares études, le code postal était considéré comme une variable indirecte du niveau de vie moyen. Nous n'avons donc pas pu réaliser une étude descriptive, ni une étude comparative sur cette variable d'ajustement potentielle de la mortalité hospitalière. Les modèles inspirés de l'approche proposée par Brian Jarman présentaient la caractéristique de prendre en compte des critères socio-économiques associés aux patients hospitalisés.<sup>88,133,320</sup>

### ***Spécificité des variables liées à l' « hôpital » dans les modèles d'ajustement***

L'hôpital est d'une manière générale utilisé comme une unité statistique agrégée permettant de capter des informations associées à l'organisation, à la patientèle et aux pratiques de soins dans ces derniers. Les informations agrégées au niveau des hôpitaux ou des services (départements) d'hospitalisation sont utilisées comme facteurs de risques liés à l'organisation et aux pratiques dans les établissements dans les modèles d'ajustement de la mesure de la mortalité hospitalière. Il est de plus en plus fréquent dans la littérature au cours des 20 dernières années de tenir compte dans les analyses de l'effet aléatoire de l'hôpital, et par conséquent des facteurs de risques agrégés au niveau de ce dernier. Notamment, la prise en compte dans les modèles multi-niveau du volume des échantillons de patients hospitalisés dans chaque établissement (ou service ou département d'hospitalisation) permet d'estimer plus précisément la variabilité de la mesure de la mortalité hospitalière (calcul des intervalles de confiances) et de montrer les établissements avec des valeurs éloignées (entre 2 fois et 3 fois l'écart-type) ou extrêmes (au-delà de 3 fois l'écart-type) dans le but de détecter et d'alerter d'évaluer ceux qui présenteraient des défauts de qualité et de mobiliser ceux qui seraient très performants à visée de benchmarking.

### ***Description des scores/indices destinés à évaluer la gravité des patients***

Le choix des variables servant à préciser la gravité des patients représente dans la littérature une question fondamentale en vue de l'ajustement de l'indicateur de la mortalité hospitalière. Comme le sexe et l'âge, la gravité des patients était utilisée comme une(des) variable(s) à effets fixes dans les modèles d'ajustement. L'emploi du terme "case-mix" pour définir les populations étudiées était étroitement relié à cette notion de gravité des patients et au contrôle statistique de ce paramètre dans les modèles utilisés pour comparer plusieurs entités entre elles (i.e., services ou département d'hospitalisation, hôpitaux). Les variables d'ajustement sur la gravité des patients sont la plupart du temps représentées par des scores ou des indices de

gravité, et quelques fois par des facteurs de risques de manière empirique. Les termes de scores ou d'index (indices) représentent des variables agrégées composées de plusieurs critères permettant d'évaluer la gravité des patients hospitalisés. Nous avons repris ces deux termes indifféremment, sachant que l'on ne peut formellement établir de différence sémiologique entre eux.

Plus que de comparer des modèles (terme évoquant l'utilisation des statistiques pour aboutir à la modélisation d'un effet ou d'un impact), l'étude de la littérature destinée à établir le meilleur compromis possible pour construire un indicateur de la mortalité hospitalière revient à analyser le comportement de ces scores/indices lorsqu'ils sont utilisés comme variable d'ajustement dans les modèles. C'est un point fondamental de ce travail présenté dans ce rapport, que d'insister sur l'utilisation de la sémantique la plus exacte possible lorsque l'on parle de « modèle », de « variables » et « d'ajustement ». De fait il n'est pas aisé de différencier les modèles en tant que tel dans la littérature, mais plutôt les variables d'ajustement utilisées dans les modèles. En l'occurrence il n'est pas possible d'identifier clairement un modèle « Jarman » dans l'étude de la littérature, mais plutôt un type d'approche basé sur l'utilisation de variables d'ajustement incluant des données caractérisant les patients (sexe, âge...) mais aussi son hospitalisation (admission en urgence, séjour en soins palliatif...) et aussi des caractéristiques socio-économiques liées aux patients. Les modèles inspirés par Brian Jarman ont ainsi cette particularité d'être adaptables aux données disponibles localement. Par conséquent ces modèles présentent la caractéristique principale d'être hétérogène entre eux s'ils ont été développés dans des régions et/ou des établissements différents.

### *Caractéristiques générales des scores / indices de la gravité des patients*

Nous avons identifié 40 scores ou indices de gravité des patients dans la littérature (les différentes versions ou révisions d'un même score/indice n'ont été comptées qu'une seule fois). Ces scores / indices présentaient trois caractéristiques principales propres à l'ensemble d'entre eux :

**(i) Le champ d'application des scores/indices de gravité des patients.** Nous avons remarqué qu'il existait une distinction assez forte (c'est-à-dire en termes de différence) entre des scores/indices de gravité des patients destinés plutôt à une utilisation dans des populations larges de patients hospitalisés (même s'ils avaient été développés au départ dans un groupe spécifique de patients) et ceux destinés de manière spécifique à un groupe de patients caractérisés par une même pathologie ou une même procédure de soins. Des 40 scores/indices de la gravité des patients rapportés dans cette revue de la littérature, 11 (27,5 %) étaient appliqués à l'ensemble des patients hospitalisés, 13 (32,5 %) aux patients atteints d'une pathologie cardiaque ou ayant bénéficié d'une procédure de chirurgie cardiaque (i.e., pontage coronarien, remplacement d'une valve cardiaque), 7 (17,5 %) aux patients hospitalisés en service de réanimation, 7 (17,5 %) aux patients hospitalisés pour un acte de chirurgie important (i.e., réparation d'un anévrisme de l'aorte abdominale) et 2 (5,0 %) concernaient des groupes spécifiques de patients (i.e., patients hospitalisés pour des pathologies chroniques, patients hospitalisés pour un traumatisme grave).

**(ii) Les sources de données utilisées.** Trois types de données pouvaient être utilisés pour évaluer la gravité des patients : (a) des données cliniques pouvant inclure des données physiologiques ; (b) des données de routine des séjours d'hospitalisation ; (c) des données

de registre. La majorité de ces scores/indices de gravité des patients hospitalisés, 29/40 (72,5 %) a été développée à partir de données cliniques recueillies à l'admission ou au début du séjour d'hospitalisation des patients. Dix sur les 40 (25,0 %) ont été développés à partir de données médico-administratives codées en routine pour les séjours d'hospitalisation (CIM). Le score restant a été développé à partir des données issues de registres établis pour les patients présentant une maladie chronique.

**(iii) Le format d'utilisation de ces variables.** La forme la plus simple était une représentation dichotomique de critères établis pour évaluer la gravité des patients. Selon que le critère était présent ou non, il prenait la valeur 0 ou 1. Ensuite, chaque critère pouvait être utilisé dans un modèle de régression logistique. Dans d'autres situations, l'ensemble des critères servant à évaluer la gravité des patients pouvait être agrégé dans un score représenté par une seule variable de caractère ordinal ou catégoriel. Dans ce cas, plusieurs niveaux de la variable avaient pour but de définir différents niveaux de gravité des patients (une même variable permettait ainsi d'établir des niveaux croissants de la gravité des patients).

### *Le développement des scores / indices et champs d'application*

Les premiers de ces scores/indices de la gravité des patients ont été développés entre la fin des années 1970 et le début des années 1980. Certains ont fait l'objet de mises à jour périodiques et/ou de validations sur des populations de patients plus larges que celles qui avaient servi à leur développement initial. L'index de Charlson, par exemple, qui a été développé en 1987, sur une population restreinte de patientes atteintes de cancer du sein (600 patientes environ) a fait l'objet par la suite de plusieurs révisions, à la fois concernant la pondération de chaque condition médicale le composant, mais aussi d'une validation avec des patients caractérisés par d'autres pathologies. Une révision récente<sup>277</sup> (l'article correspondant a été ajouté à cette revue de la littérature après la phase de sélection des articles) des comorbidités de l'index de Charlson et des pondérations appliquées aux comorbidités mises à jour a été réalisée en 2010 avec des données de 2008 provenant de six pays (Canada, Australie, France, Japon, Nouvelle-Zélande et Suisse).<sup>394</sup> Les scores présentant le plus de révisions successives sont les scores développés et validés pour les patients hospitalisés en services de réanimation/soins intensifs : l'Acute Physiology And Chronic Health Evaluation (APACHE), le Simplified Acute Physiology Score (SAPS) et le Mortality Probability Model (MPM) étaient les plus largement utilisés. À l'heure de cette revue de la littérature il existe trois grandes versions du score SAPS (SAPS I à III), quatre grandes versions du score APACHE (APACHE I à IV), et trois versions du score MPM (MPM I à III). D'autres scores/indices sont spécifiquement adaptés à partir d'autres scores/indices pour une sous-population de patients aux caractéristiques particulières. C'est le cas du Physiological and Operative Severity Score for enUmeration of Morbidity and Mortality (POSSUM) qui est une adaptation de l'APACHE pour les patients hospitalisés pour une chirurgie importante, nécessitant le plus souvent un séjour en service de réanimation pour la période post-opératoire, et de ses scores dérivés (O-POSSUM pour la chirurgie oesophageogastrique ; V-POSSUM pour la chirurgie vasculaire et RAAA-POSSUM pour la chirurgie réparatrice d'un anévrisme de l'artère aortique abdominale).

Les annexes 2a, 2b, 2c et 2d présentent en détail les différents scores et indices de gravité des patients retrouvés dans la littérature pour l'ajustement des modèles d'estimation de la mortalité hospitalière en fonction de la population de patients pour lesquelles ils ont été

initialement développés et validés. Pour chaque scores/indices, des informations ont été rapportés concernant l'origine des scores/indices, la(les) populations de patients pour laquelle (lesquelles) chacun a été développé initialement, une description des variables (facteurs de risques) contenues dans chaque scores/indices respectivement, et pour finir les modalités d'applications avec les variantes possibles d'utilisation pour chacun d'eux.

Le tableau 3 présente les principaux éléments de description des scores/indices analysés dans les études originales qui présentaient une valeur de C-statistique pour évaluer la performance des modèles étudiés dans la littérature.<sup>132-277</sup> L'analyse de ces études originales a montré que le sexe et l'âge sont les variables de base systématiquement inclus dans les modèles et seulement 4 (2,7 %) études, soit 9 (1,7 %) groupes de patients observés ont utilisé uniquement ces deux variables pour ajuster la mesure de la mortalité hospitalière. Les 142 (97,3 %) autres concernant 523 (98,3 %) groupes observés incluaient en plus de ces variables de base (sexe et âge) un score/index avec l'objectif de prendre en compte les différences de case-mix dans les modèles d'ajustement.

**Tableau 3 - Caractéristiques des scores/indices de gravité des patients utilisés dans les articles rapportant des études originales inclus dans l'analyse (N=146) pour ajuster la mesure de l'indicateur de la mortalité hospitalière.**<sup>132-277</sup>

Indices de gravité	Échantillons		Sources de données			Terme de la mesure		Types de variables inclus dans les modèles							
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	MA	C	Mixtes	30 j	Intra-Hosp.	Sexe	Age	FR	Gr. maladies	Comorbidités	Physio	Labo	Socio-éco
Baseline	4	9	9	0	0	0	9	9	9	0	0	0	0	0	0
Disease Staging	5	10	10	0	0	1	9	10	10	0	0	0	0	0	0
MedisGroups	6	66	0	65	1	0	66	66	66	0	1	66	66	66	0
PMCs Severity Scale	3	8	8	0	0	0	8	8	8	0	8	0	0	0	0
APR-DRGs	5	10	10	0	0	0	10	10	10	0	10	0	0	0	0
ICISS	4	11	6	0	5	0	11	11	11	0	3	8	8	3	0
Charlson	29	78	75	2	0	5	72	75	75	9	3	77	0	0	1
Elixhauser	9	25	24	0	1	1	24	25	25	0	0	25	1	1	0
Diagnostics	10	27	23	4	0	5	22	27	27	0	0	27	4	3	3
Modèles spécifiques aux pathologies cardiaques	36	73	7	63	3	19	54	73	73	2	0	69	64	31	0
Scores physiologiques aigus (APACHE, SAPS) <i>dont :</i>	46	88	0	87	1	0	88	88	88	0	4	88	88	88	0
APACHE II	25	35	0	35	0	0	35	35	35	-	4	35	35	35	-
APACHE III	24	33	0	32	1	0	33	33	33	-	0	33	33	33	-
SAPS II	15	3	0	15	0	0	15	15	15	-	0	15	15	15	-
SAPS (autres versions)	3	3	0	4	0	0	3	3	3	-	0	3	3	3	-
Autres scores physiologiques (SOFA, MPM) <i>dont:</i>	15	15	0	15	0	0	15	15	15	0	0	8	15	15	0
MPM (toutes versions)	8	8	0	8	0	0	8	8	8	-	0	8	8	8	-
SOFA	7	7	0	7	0	0	7	7	7	-	0	0	7	7	-
Scores chirurgie sévère (APACHE-AAA, POSSUM) <i>dont :</i>	4	5	0	5	0	0	5	5	5	0	0	5	5	4	0
POSSUM		3	-	3	-	-	3	3	3	-	-	3	3	2	-
Laboratoire	2	28	0	6	22	0	28	28	28	0	0	22	12	28	0
Autres	39	79	11	57	11	4	75	79	78	20	8	43	44	40	0
Total des études	146	532	183	304	44	35	496	529	528	31	47	438	307	279	4

**Abréviations :** N<sub>1</sub> : nombre d'articles originaux inclus; N<sub>2</sub> : nombre de groupes inclus; N<sub>3</sub> : nombre de patients ou de séjours d'hospitalisation inclus; MA : données médico-administratives ; C : données cliniques issues d'un recueil prospectif ou rétrospectif dans les dossiers médicaux des patients, ou données cliniques issues de registres ; FR : facteurs de risque

### ***Les sources et le type des données utilisées pour les différents scores / indices de la gravité des patients***

Les scores/indices de gravité des patients identifiés dans la littérature pouvaient avoir été développés initialement soit à partir de données cliniques (dossiers des patients), soit à partir de données médico-administratives codées en routine pour les séjours d'hospitalisation, soit à partir de données issues de registres. Les tableaux 4a, 4b et 4c présente respectivement les scores rapportés dans la littérature selon qu'ils étaient développés, dans leur version initiale, avec l'un des trois types de données.

#### ***Scores/indices développés avec des données cliniques (tableau 4a)***

Premièrement, les scores/indices de gravité des patients pouvaient être caractérisés sur la base des critères obtenus par le recueil d'informations cliniques et/ou physiologiques à l'admission des patients à l'hôpital ou au cours des tous premiers jours d'hospitalisation C'est le cas des scores/indices développés pour les patients hospitalisés en réanimation (APACHE, SAPS, MPM) ainsi qu'une majeure partie de ceux destinés aux patients ayant bénéficié d'une procédure de chirurgie cardiaque (Parsonnet Risk Index, New York Risk Index, New Northern England Risk Index, Cleveland Clinical Risk Index, New Jersey Risk Index, EuroSCORE, GRACE (*Score Global Registry of Acute Coronary Events*), EMMACE (*Evaluation Methods and Management of Acute Coronary Events*), SRI (*Simple Risk Index*), COAP (*Clinical Outcomes Assessment Program*)). Le score APACHE-Abdominal Aortic Aneurysme (APACHE-AAA) destiné aux patients qui bénéficient d'une chirurgie réparatrice d'un anévrisme aortique abdominal est le résultat d'une adaptation du score APACHE existant et validé initialement pour des patients hospitalisés en services de réanimation et en soins intensifs. Il en est de même pour d'autres scores/indices. Par exemple O-POSSUM (pour la chirurgie oesophageogastrique), V-POSSUM (pour la chirurgie vasculaire) et RAAA-POSSUM (pour la chirurgie réparatrice d'un anévrisme de l'artère aortique abdominale) sont des adaptations encore plus précises du POSSUM (Physiological and Operative Severity Score for enUmeration of Morbidity and Mortality) pour des actes de chirurgie majeur, impliquant la plupart du temps un séjour en service de réanimation en post-opératoire immédiat.

Le développement et l'utilisation de scores/indices spécifiques à certaines pathologies cardiaques, en relation le plus souvent avec des procédures chirurgicales fréquentes (i.e., patients présentant un infarctus du myocarde, pontage aorto-coronarien, coronarographie avec dilatation +/- mise en place d'un stent) – 205 (38,5 %) groupes de patients étudiés sur 532 issus de 59 (40,4 %) études originales sur 154, suggère l'intérêt des scores/indices de gravité des patients comme variables d'ajustement essentielles dans les modèles d'estimation de la mortalité hospitalière (pour évaluer indirectement l'impact de la qualité des soins). En particulier, les scores/indices développés spécifiquement pour les patients présentant une pathologie cardiaque ou hospitalisés pour une intervention chirurgicale sur les coronaires ou les valves cardiaques, sont largement utilisés et publiés aux USA (Parsonnet Risk Index, New York Risk Index, New Northern England Risk Index, Cleveland Clinical Risk Index, New Jersey Risk Index, GRACE (*Score Global Registry of Acute Coronary Events*), EMMACE (*Evaluation Methods and Management of Acute Coronary Events*), SRI (*Simple Risk Index*), COAP (*Clinical Outcomes Assessment Program*)) et aussi en Europe plus récemment (EuroSCORE). Ils ont été développés, non seulement par les hôpitaux directement ou les

régions sanitaires (New York Risk Index, New Northern England Risk Index, Cleveland Clinical Risk Index, New Jersey Risk Index) dans le cas des USA, mais également par les chirurgiens eux-mêmes via les sociétés savantes auxquelles ils peuvent appartenir (EuroSCORE). Ces scores/indices destinés aux patients présentant une pathologie cardiaque grave, ont été développés en tenant compte de plusieurs types de variables : variables anamnestiques (i.e., infarctus antérieur), variables hémodynamiques (i.e., pression artérielle pulmonaire, fraction d'éjection ventriculaire), variables électro-cardiologiques (i.e., déviation du segment ST, inversion de l'onde T), variables biologiques (i.e., taux de créatinine préopératoire, CPK, Troponine I), et variables opératoires (i.e., localisation de la sténose coronaire, présence d'une rupture septale). Tous ces scores sont basés sur des variables reflétant l'état physiologique des organes vitaux à l'admission, incluant parfois aussi des diagnostics médicaux reflétant certaines comorbidités (i.e., athéropathie extra-cardiaque, pathologie neurologique associée).

**Tableau 4a - Scores/indices développés à partir de données cliniques**

<b>Score / Index de gravité</b>	<b>Catégorie de patients pour lesquels le score/index a été validé</b>
CSI (Computerized Severity Index)	Tous soins aigus (MCO)
MedisGroups	Tous soins aigus (MCO)
CHQC (Cleveland Health Quality Choice)	8 pathologies : Infarctus du myocarde, Insuffisance cardiaque congestive, Pneumonie, Insuffisance respiratoire chronique obstructive, Accident vasculaire cérébral, Hémorragie gastro-intestinale, Large résection colique, Pontage coronarien avec mise en place d'une prothèse
CRI (Cardiac Risk Index)	Patients opérés (exclus les interventions de chirurgie cardiaque).
MMPS (Medicare Mortality Predictor System)	4 pathologies : infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque congestive, pneumonie, accident vasculaire cérébral.
Parsonnet Risk Index	Pontage coronarien, Chirurgie des valves cardiaques.
NNECVDSG (Northern New England Cardiovascular Disease Study Group)	Pontage coronarien
= New Northern England Risk Index	
Cleveland Clinical Risk Index	Pontage coronarien
CSRS (Cardiac Surgery Reporting System)	Pontage coronarien
= New York Risk Index	
Canadian	Chirurgie cardiaque
NJDHSS (New Jersey Department of Health and Senior Services)	Pontage coronarien
= New Jersey Risk Index	
EuroSCORE	Chirurgie cardiaque
GRACE (Score Global Registry of Acute Coronary Events)	Syndrome coronarien aigu
EMMACE (Evaluation Methods and Management of Acute Coronary Events)	Syndrome coronarien aigu
SRI (Simple Risk Index)	Syndrome coronarien aigu
COAP (Clinical Outcomes Assessment Program)	Intervention percutanée sur les coronaires

APACHE (Acute Physiology And Chronic Health Evaluation ), versions II, III et IV	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
SAPS (Simplified Acute Physiology Score), versions II, III et IV	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
MPM (Mortality Probability Model), version II et III	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
MODS (Multiple Organ Dysfunction Score)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
RPHICU (Royal Perth Hospital Intensive Care Unit organ failure Score)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
ICNARC (Intensive Care national Audit and Research Centre)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.
ASA (American Society of Anesthesiologists Classification)	Tous les patients anesthésiés
APACHE-AAA (APACHE-Abdominal Aortic Aneurysme)	Spécifique aux patients avec une chirurgie d'un anévrisme de l'aorte abdominale
POSSUM (Physiological and Operative Severity Score for enUmeration of Morbidity and Mortality)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale.
P-POSSUM (Porthmouth POSSUM)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale.
O-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie oesophageogastrique)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale des voies digestives supérieures.
V-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie vasculaire)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale vasculaire.
RAAA-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie réparatrice d'un anévrisme de l'artère aortique abdominale)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale réparatrice d'un anévrisme aortique abdominale.

### ***Scores/indices développés avec des données médico-administratives (Tableau 4b)***

Les données médico-administratives codées en routine pour les séjours d'hospitalisation étaient une autre source de données principale dans la littérature explorée. Ces scores/indices ont été développés à partir des données médico-administratives concernant une sélection définie de comorbidités, chacune d'elles établies sur la base d'un algorithme de codes de la CIM pour des diagnostics médicaux (i.e., index de Charlson, index d'Elixhauser), ou sur la base de groupes de patients présentant des risques homogènes de mortalité hospitalière caractérisés par la définition de plusieurs niveaux à partir des groupes de maladies établis par les Diseases-Related Groups (DRGs) et plus récemment par des versions améliorées et plus précises encore du système de classification des patients (i.e., Refined-DRGs (R-DRGs), All Patients Refined-DRGs (APR-DRGs)). D'autres systèmes utilisant les informations codées avec les systèmes des DRGs pour les séjours d'hospitalisation ont développé des scores de gravité mettant en jeu la coexistence de plusieurs facteurs de risques potentiels (i.e., PMCs Severity Scale, Disease Staging).

**Tableau 4b - Scores/indices développés à partir de données médico-administratives.**

Score / Index de gravité	Catégorie de patients pour lesquels le score/index a été validé
Disease Staging	Tous soins aigus (MCO)
ADMIN	Tous soins aigus (MCO)
CCI (Charlson Comorbidity Index)	Cancer du sein
DM-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par des équipes du Dartmouth/Manitoba)	Pontage coronarien, Hernie discale
Deyo-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par Deyo <i>et al.</i> )	Hernie discale
D'Hoore-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par D'Hoore <i>et al.</i> )	Pathologies cardiaques ischémiques
Ghali-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par Ghali <i>et al.</i> )	Pontage coronarien
Index d'Elixhauser	10 pathologies : cancer du sein, infarctus du myocarde, asthme, appendicectomie, hernie abdominale, diverticulose, maladie des voies biliaires, douleurs lombaires, pneumonie, diabète avec complications.
PMCs Severity Scale ( <i>Patient Management Categories</i> )	Tous soins aigus (MCO)
APR-DRGs ( <i>All Patient Refined Diagnosis-Related groups</i> )	Tous soins aigus (MCO)
R-DRGs ( <i>Refined Diagnosis-Related Groups</i> )	Tous soins aigus (MCO)
AIM ( <i>Acuity Index Method</i> )	Tous soins aigus (MCO)
California Hospital Outcomes Project	infarctus du myocarde
ICISS (International Classification of Disease-based on Severity Score)	Patients présentant un traumatisme dans la liste des codes diagnostiques cités.

### *Scores/indices développés avec des données issues de registres (Tableau 4c)*

Seulement 1 score développé à partir de données de registre a été identifié dans cette revue de la littérature : le « Chronic Disease Score » (CDS) et sa version raffinée « l'Extended Chronic Disease Score » (CDS-2). Ce score a été développé aux USA à partir des données standardisées définies par « the American Hospital Formulary Services » (AHFS).

**Tableau 4c - Les scores/indices développés à partir de données issues de registres**

Score / Index de gravité	Catégorie de patients pour lesquels le score/index a été validé
CDS (Chronic Disease Score)*	Pathologies chroniques.
CDS-2 (Extended Chronic Disease Score)*	Pathologies chroniques

\*Données de registre sur la base du standard défini par the American Hospital Formulary Services (AHFS).

### *Les modes d'application des différents scores / indices de gravité utilisés pour ajuster la mortalité hospitalière*

Les études dans la littérature présentent trois façons principales d'utiliser ces scores/indices de gravité des patients afin d'ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière (cf. détail par score/index en annexes) :

- Tout d'abord, dans leur forme agrégée, les scores (ou indices) sont présentés soit par une variable ordinale de valeur continue, soit par une variable ordinale de valeur catégorielle. Dans les deux cas, une seule variable représentait la gravité des patients par l'intermédiaire du score/de l'index, en plus d'autres variables possibles (i.e., sexe, âge, statut socio-économique) dans un modèle de régression logistique ;
- Une deuxième situation montre une utilisation des scores/indices sous une forme agrégée finale constituée par deux entités clairement identifiées : par exemple, un score comprenant une entité composée principalement de variables « *physiologiques* » (partie 1/2 du score agrégé) et une entité composée de variables associées à « *l'intervention chirurgicale* » (partie 2/2 du score agrégé) ;
- Enfin, les scores/indices peuvent se présenter dans une forme non-agrégée où chaque variable composant le score/index était prise en compte comme un facteur indépendant dans un modèle de régression logistique. Dans ce cas, le score/index était représenté par plusieurs variables catégorielles dichotomiques (chacune codée par 0 ou 1).

Pour chaque score/index de gravité il est possible la plupart du temps de trouver dans la littérature l'une ou l'autre des trois formes d'applications, voir la possibilité d'appliquer plusieurs modes pour un même score/index. Le détail des modes d'application pour chaque score/index est présenté dans les Annexes 2a, 2b, 2c et 2d.

## *Les méthodes utilisées pour représenter des comparaisons*

L'un des buts principaux de l'estimation de la mortalité hospitalière est de réaliser des comparaisons inter-établissements aux fins d'évaluer la qualité des soins prodigués dans ces derniers. Le critère du volume d'activité est considéré comme une donnée fondamentale pour estimer avec précision la mesure en le prenant en compte dans l'ajustement des modèles multi-niveaux. Outre cette intégration du volume d'activité comme variable agrégée dans les modèles, l'analyse de la littérature montre que la prise en compte du volume d'activité peut être formalisée de façon visuelle pour établir des comparaisons entre les établissements hospitaliers en utilisant des représentations :

- en "Forest plots" pour établir des classements,
- en "Funnel Plots" pour évaluer la variabilité inter-établissements et montrer les établissements qui présentent des valeurs éloignées;
- et enfin par les sommes cumulées (CUSUM) pour montrer les variabilités de la mesure au cours du temps (mesures répétées sur une période définie).

Ces types de représentations permettent de comparer entre eux des établissements qui présentent des case-mix différents et des volumes d'activités différents en assurant une comparabilité statistique fondée sur l'estimation ajustée des intervalles de confiance pour chaque établissement.

L'utilisation des modèles identifiés dans la littérature pour réaliser des comparaisons entre établissements, notamment le RNMH reste très discutée pour évaluer la performance des soins dans les hôpitaux.<sup>86-94</sup> Certains auteurs ont montré par ailleurs des difficultés pour classer les hôpitaux avec une fiabilité suffisante. Les risques d'erreurs de classement étaient le principal point d'achoppement dans la littérature pour justifier la méfiance de ces auteurs pour utiliser les modèles pour classer les hôpitaux sur la base de la mesure de la mortalité hospitalière.<sup>98,281,286,287,298,301,313,327</sup> Les comparaisons reposant sur la seule prise en compte du volume des échantillons observés entre les hôpitaux présentaient aussi des limites selon les auteurs dans la littérature.<sup>116-120,284,285,299</sup> La plus importante de ces limites reposait sur les études qui présentaient un faible nombre d'événements (décès des patients). Les études rapportaient dans ce cas une trop grande difficulté à rendre compte des différences qui pouvait exister entre plusieurs hôpitaux comparés entre-eux. Une étude récente (décembre 2010) rapporte, sur la base d'une analyse de simulation qui compare les modèles proposés par UHC-Premier, 3M® (APR-DRG), Thomson Reuters et Dr. Foster (approche proposée par Jarman), que ces quatre approches différentes pour ajuster la mesure de la mortalité hospitalière (variables d'ajustement différentes) produisent des résultats substantiellement différents.<sup>384</sup>

## Discussion

Ce rapport est destiné à décrire les méthodes et les modèles d'ajustement, sur la base d'une revue générale de 297 articles de la littérature publiés entre le 1<sup>er</sup> janvier 1989 et 5 août 2009<sup>80-376</sup> ainsi que d'analyses plus détaillées concernant une sélection d'études originales<sup>132-277</sup>. Ce travail s'inscrit dans le cadre de la réponse à la demande Présidentielle de publier des indicateurs de la mortalité en France avec le but d'évaluer la qualité des soins dans les établissements de santé.

Il est ressorti de cette revue, que d'une manière générale, trois questions méthodologiques majeures préoccupent les épidémiologistes, les chercheurs et les décideurs s'intéressant à l'indicateur de la mortalité hospitalière : i) premièrement, sur l'opportunité d'établir l'indicateur de mortalité hospitalière à partir de groupes de population de patients homogènes définis par des pathologies et/ou des procédures médicales/chirurgicales cibles ; ii) deuxièmement, sur le type d'approche analytique et de l'intérêt de prendre en compte plusieurs niveaux dans l'analyse statistique ; iii) enfin troisièmement, sur le choix des variables d'ajustement permettant de contrôler les différences de case-mix entre plusieurs établissements ou groupes de patients pour réaliser des comparaisons.

La mortalité globale ou spécifique à certaines situations médicales ou interventions, par hôpital, ou voire par chirurgien est rendue publique dans plusieurs pays et abondamment commentée dans la presse (*cf.* le document préparatoire de la HAS<sup>385</sup>). De multiples approches sont développées dans la littérature pour obtenir les comparaisons les plus adéquates entre établissements d'hospitalisation, incluant l'utilisation de sources de données différentes (cliniques, médico-administratives ou les deux ensembles), et de différentes méthodes pour contrôler les différences de case-mix. D'après la littérature sur la mortalité hospitalière il existe des différences significatives entre les sous-groupes de population de patients hospitalisés ainsi qu'une grande variabilité à l'intérieur même des différents sous-groupes de patients.

### *Choix d'une population de patients cibles*

Les données de la littérature concernant les groupes de population cibles montrent qu'il peut exister une corrélation importante de la mortalité avec l'état de sévérité des patients et la gravité de la pathologie. Certains sous-groupes de patients présentent une mortalité de 20 % (i.e., les patients hospitalisés en réanimation et certaines catégories de patients classées dans « autres » comme les patients hospitalisés pour un anévrisme de l'aorte abdominale). D'autres, en revanche, présentent une mortalité nettement inférieure à 10 % (i.e., les patients hospitalisés en soins aigus sans distinction de pathologie, les patients présentant une pathologie ou ayant bénéficié d'une procédure cardiaque à l'exception d'un infarctus du myocarde d'une manière générale, les patients hospitalisés pour une pathologie digestive).

Toutes ces études posent la question du choix de populations de patients cibles pour évaluer la mortalité hospitalière. Deux approches doivent être distinguées selon leur objectif respectif : (1) un objectif de surveillance de la mortalité hospitalière avec une visée purement épidémiologique, et (2) un objectif d'utilisation de la mortalité hospitalière comme indicateur d'alerte d'un défaut potentiel de la qualité des soins. Cette deuxième approche correspond au contexte de cette revue de la littérature. Il semble pourtant difficile à la lumière de la

littérature explorée, de produire un avis sur l'opportunité de choisir tel ou tel sous-groupe de patients cibles de manière définitive. En effet, il n'est pas montré avec certitude, de corrélations entre une mortalité élevée dans certains sous-groupes et une qualité des soins inférieure.<sup>2</sup> Par ailleurs il peut sembler plus aisé d'utiliser l'indicateur de la mortalité hospitalière dans des populations de patients présentant un niveau de gravité trop faible pour pouvoir imputer la mortalité uniquement à l'hospitalisation et donc potentiellement à une qualité des soins défailante. Cibler les populations de patients à très faible risque comme celles définies par le dénominateur du Patient Safety indicator (PSI) n° 2 (mortalité dans les DRGs à faible risque de mortalité) pourrait avoir une signification intéressante et des possibilités a priori plus évidentes de corrélérer avec une meilleure certitude la mortalité hospitalière et la qualité des soins, qu'avec des populations de patients hospitalisés pour des raisons plus graves et/ou présentant des comorbidités importantes<sup>38</sup>. Cet Indicateur est cependant difficile à mettre en œuvre de point de vue de son algorithme car faisant intervenir à la fois des codes diagnostiques, des codes GHM et des codes d'actes. De plus il existe des différences très importantes entre les pays concernant les codes GHM et les codes d'actes ce qui en fait un indicateur dont la validité externe est discutable. Pour ces raisons il n'existe pas à ce jour de comparaisons internationales basées sur cet indicateur.

Aux fins d'apporter des éléments de réponse à cette question essentielle du choix de population de patients cibles, on peut citer premièrement l'exemple des États-Unis où des estimations et des comparaisons de la mortalité par hôpital ont été réalisées par l'administration au début des années 1980, et publiées à la demande du New York Times. Les résultats ont été ensuite largement critiqués quant à la méthode utilisée.<sup>95,96,309,310</sup> Ils montraient notamment qu'un établissement avait présenté un taux de mortalité quatre fois supérieur au taux attendu. Il s'agissait en fait d'un hôpital assurant des soins palliatifs. Il y a là, une limite importante de l'indicateur de mortalité hospitalière : celle de montrer une mortalité qui ne reflète pas une qualité des soins, mais qui est étroitement liée au motif d'hospitalisation des patients et surtout aux différences de case-mix entre les établissements comparés. Ce biais, lié à la sélection de certaines populations de patients hospitalisés, est connu sous le nom de « risk fallacy » ou « risque fallacieux », et correspond au fait de sélectionner une population de patients qui présente une mortalité hospitalière élevée sans rapport avec une défaillance de la qualité des soins à proprement parler. Cette limite a été à nouveau rapporté très récemment dans une série d'articles parus dans le BMJ au sujet d'une étude réalisée en Grande-Bretagne utilisant un modèle d'ajustement inspiré de Brian Jarman.<sup>301,386-388</sup> Cette étude montrait, dans un contexte polémique, les limites de fiabilité de l'approche proposée par Brian Jarman (Dr Foster) pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière, ce qui vient soutenir les craintes déjà émises par Mohammed et Penfold.<sup>86,94,301</sup> Mohammed et al. ont montré dans une analyse des RNMH issus de quatre hôpitaux britanniques que l'utilisation de certaines variables dans les modèles d'ajustement pouvait augmenter les différences entre hôpitaux au lieu de les réduire.<sup>301</sup> La liste des patients sélectionnés dans l'approche défendue par Jarman a été élaborée sur la base d'environ 80 groupes de diagnostics médicaux qui concernent pour un bon nombre d'entre eux des affections de mauvais pronostic (i.e. arrêt cardiaque réanimé, cancers, hémorragie cérébrale).<sup>301</sup> Le choix d'inclure des populations de patients à haut risque peuvent être qualifiées de « pertubatrices » (i.e., patients hospitalisés pour des soins palliatifs). La sélection ou la non sélection de ces populations est un critère fondamental à prendre en considération pour la fiabilité et la validité finales d'un modèle. Ce point est majeur et devrait orienter vers une sélection plus adéquate de patients, basée sur

l'existence d'une probabilité élevée d'une relation de causalité entre les processus de soins et le décès précoce des patients avant leur sortie de l'hôpital ou dans les jours suivants.

Les programmes pilotes de la HAS ont développé avec les professionnels de santé concernés une approche par pathologie sur des thèmes de santé publique centrée sur le patient avec l'identification et la mesure des points clés des prises en charge ayant un lien démontré ou attendu avec la mortalité (exemple de points clés : acte biologique, médical ou chirurgical, délai d'intervention, donnée clinique ou biologique, ... ). Ainsi un indicateur de mortalité à 30 jours après la survenue d'un infarctus du myocarde a été proposé<sup>2</sup>.

### ***Intérêt des études de la mortalité consécutive à une réadmission ou à une exposition clairement définie à une procédure de soins***

L'une des perspectives explorée par certaines études concerne l'utilisation de l'indicateur de la mortalité hospitalière pour suivre les patients sur une longue période afin de montrer la mortalité liée aux complications des soins qui nécessitent une réadmission. Pour cela, il est nécessaire de pouvoir identifier ces réadmissions consécutives à des complications liées à une hospitalisation antérieure. L'utilisation des codes diagnostics des algorithmes des Patients safety Indicators (PSI), comme diagnostics principaux depuis qu'ils coïncident avec la raison de l'admission dans la V11 du PMSI en France, associés à des critères qu'il est nécessaire de définir pour lier automatiquement un séjour index avec celui de la réadmission peut être une solution. Le modèle développé par l'équipe du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV) de Lausanne en Suisse pour calculer les réadmissions chirurgicales et la mortalité en lien avec les interventions chirurgicales pourrait être utilisé dans ce cas.<sup>389</sup>

La mesure de la mortalité postopératoire après des interventions thérapeutiques à visée curative est conceptuellement intéressante. Elle peut permettre d'éliminer les situations de soins palliatifs, de disposer d'effectifs suffisants et de prendre en compte un champ d'activité hospitalière assez large. En dehors de la mortalité après chirurgie cardiaque (celle après pontages coronariens est la mieux étudiée), la mortalité postopératoire relative à d'autres spécialités chirurgicales reste peu fréquente dans la littérature et elle est généralement trop imprécise pour détecter des différences significatives entre hôpitaux. Un modèle d'ajustement a été développé par Eggli et al. à Lausanne (Suisse) pour prédire la mortalité postopératoire à partir d'un large échantillon d'interventions réalisées dans une série d'hôpitaux aux États-Unis (National Inpatient Sample, NIS).<sup>390</sup> Contrairement à la mortalité globale ou spécifique à certaines pathologies ou encore à des sous-groupes de patients en particulier (i.e., patients hospitalisés en réanimation) à risque important de décès précoce, la mortalité postopératoire après une intervention à visée curative ne souffre pas des limites liées aux cas où le décès peut être une issue potentiellement attendue. En effet, il est rare que des interventions chirurgicales thérapeutiques, non mineures, à but préventif ou curatif soient réalisées chez des patients en fin de vie, avec une réserve liée au traitement de personnes de plus en plus âgées. Ce modèle a de bonnes performances dans le collectif étudié (aire sous la courbe ROC = 90 %, adéquation acceptable des événements prédits et observés) et présenterait l'avantage de ne pas tenir compte des éventuelles complications survenues après l'admission. Cet indicateur de la mortalité postopératoire ne s'applique évidemment qu'à une partie des patients hospitalisés : les patients ayant subi une intervention chirurgicale curative. De nouveaux développements s'inspirant des diagrammes (ou cartes) de contrôle de la production (statistical control charts)

---

<sup>2</sup> [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-04/04\\_document\\_complet\\_indicateurs\\_idm\\_3\\_avril\\_09vf.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2010-04/04_document_complet_indicateurs_idm_3_avril_09vf.pdf)

développés par Shewart au début du 20<sup>ème</sup> siècle dans l'industrie commencent à être adaptés et utilisés en évaluation des systèmes de santé. Fondée sur des comparaisons des sommes cumulées de décès (souvent post opératoires) observées et attendues à mesure de l'augmentation des cas traités dans un hôpital (CUSUM), ils pourraient permettre une détection précoce d'un excès de décès dans un programme de surveillance statistique de la sécurité des patients hospitalisés.

Aussi, la mesure de l'indicateur de la mortalité hospitalière, en dehors de toute exposition bien définie à une procédure de soins, ne semble pas être la meilleure voie à suivre pour utiliser cet indicateur dans le but d'évaluer la qualité d'un processus de soins et d'inciter à des mesures correctives lorsqu'elles s'avèrent nécessaires. Les premières études menées sur les PSI et l'impact des complications directement liées aux soins (thrombose veineuse profonde et embolie pulmonaire post-opératoire pour le PSI #12; bactériémie liée au cathéter vasculaire pour le PSI #7; septicémie post-opératoire pour le PSI #13) montrent qu'il existe une surmortalité significative pour les patients exposés à ces complications.<sup>391,392</sup> Pour ces 3 PSI il est facile de mettre en relation un indicateur d'impact avec une exposition à une procédure en particulier (traitement préventif des thromboses veineuses post-opératoire répondant à des recommandations clairement établies pour le PSI #12; mesure d'hygiène préventive lors de la pose et de l'utilisation d'un cathéter vasculaire pour le PSI #7; précautions d'hygiène clairement établies aussi pour les septicémies post-opératoires, qu'ils s'agissent d'une septicémie dont l'origine peut être le cathéter vasculaire, une sonde urinaire, une pneumopathie d'inhalation ou la plaie opératoire). Les travaux que nous avons réalisés dans le cadre d'une collaboration internationale sur l'adaptation d'une sélection de PSI de la CIM-9-CM vers la CIM-10<sup>393</sup> et des travaux sous mandat de la DREES et de la HAS que nous avons effectués sur la validation de ces PSI<sup>394</sup>, devraient avoir un intérêt dans le contexte d'une utilisation d'un indicateur de la mortalité hospitalière pour évaluer la performance des établissements hospitaliers.

Depuis 2004, la base PMSI en France permet de suivre anonymement un même patient dans les différents établissements qui l'ont accueilli au cours d'une année. Ce « chaînage » offre la possibilité de réaliser un suivi longitudinal des patients : il peut être mis à profit dans des études destinées à mesurer des indicateurs de résultats de la qualité et de la sécurité des soins, comme la mortalité hospitalière, quel que soit l'établissement où le patient aura été hospitalisé. En complément, les données de la statistique annuelle des établissements (SAE) peuvent fournir des informations sur les ressources en équipement et en personnel dans les établissements mais il n'existait pas dans la littérature de telle étude à ce jour.

### ***Mortalité intra-hospitalière vs. à 30 jours***

Les études incluses dans notre étude présentent pour la très grande majorité un indicateur de la mortalité estimée durant le séjour d'hospitalisation (mortalité initiale), et pour quelques-unes la mortalité à 30 jours. Certains indices, comme l'index de Charlson ou le Chronic Disease Score (CDS) ont été validés aussi pour prédire la mortalité à une année, mais cela restait exceptionnel en pratique dans les études analysées dans la littérature. Cet index est le plus souvent utilisé aujourd'hui pour ajuster l'indicateur de la mortalité intra-hospitalière ou à 30 jours.

La décision de mesurer la mortalité à 30 jours plutôt que la mortalité intra-hospitalière peut reposer sur d'autres critères que celui de la performance statistique des modèles uniquement.<sup>286</sup> L'opportunité d'ajuster tous les patients sur une durée identique pour estimer la mortalité peut être intéressante à première vue. Mais en pratique, l'écueil des nombreux patients perdus de vue après leur sortie de l'hôpital est une limite majeure à la réalisation de cette méthode. Les durées de séjours moyennes dans les établissements de soins pour des courts séjours (type MCO) sont de l'ordre de moins de 5 à 7 jours en moyenne, en France notamment<sup>395</sup>, donc loin des 30 jours de suivi nécessaires pour une estimation fiable de la mesure. La mortalité intra-hospitalière ne présente pas cet inconvénient de perte de vue des patients et de risque de données manquantes pouvant induire un biais de mesure dans les analyses. Cependant cela reste d'une part difficile d'un point de vue conceptuel d'évaluer l'impact réel d'un séjour hospitalier sur la mortalité sans pouvoir prendre en compte les décès qui surviennent dans les jours voir les quelques semaines qui suivent la sortie des patients de l'hôpital, et d'autre part de prendre un autre risque d'ordre méthodologique : celui de comparer des durées de séjours différentes en moyenne selon les établissements hospitaliers.

Pour répondre à cette limite, la DREES a lancé l'expérimentation de l'appariement des données de l'assurance maladie (comprenant les données du PMSI) avec les certificats de décès (détenus par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès CepiDc-Inserm) en 2010-2012.

### ***Expression de la mesure de la mortalité hospitalière***

L'indicateur de la mortalité hospitalière étudié dans la littérature a pour objectif de montrer un taux ou un risque de mortalité dans une population de patients hospitalisés en général ou concernant une pathologie ou une procédure de soin en particulier. Cette approche de la mesure ne vise peut-être pas suffisamment clairement à identifier la mortalité due uniquement à l'hospitalisation et aux soins durant cette dernière. Le fait de ne pas montrer précisément la surmortalité liée à l'hospitalisation peut être un point en défaveur des expressions de la mesure couramment identifiées dans la littérature. Pourtant il est affirmé dans les articles inclus dans cette revue que l'indicateur de la mortalité hospitalière a vocation à évaluer la qualité des soins. Dans ce contexte il pourrait être plus important de ne pas mesurer le taux de mortalité au sein d'une population de patients et de comparer ces taux ou ces risques entre les établissements, mais plutôt de déterminer la mortalité évitable liée aux soins ou en d'autres termes d'évaluer la "proportion de mortalité attribuable" aux soins comme seule quelques études l'ont montré à ce jour<sup>396-398</sup>, dont deux réalisées en France concernant la mortalité attribuable liée aux infections nosocomiales.<sup>396-398</sup> Cette approche, qui vise à estimer les événements attribuables à une exposition, a été développée initialement dans les années 1950 par Doll et Hill pour les cancers du poumon lié à une exposition au tabagisme<sup>399-401</sup>. Dans la littérature, cette approche ne semble pas avoir encore suscité d'intérêt en ce qui concerne la recherche sur les unités de soins. Comparer les établissements sur la base d'une mesure de la proportion de mortalité attribuable (décès imputable aux soins), présenterait un a priori avantageux en excluant la mortalité sur laquelle il n'est pas possible d'agir par une amélioration des procédures de soins.

L'utilisation des modèles hiérarchiques semble être un point acquis dans la littérature pour estimer l'indicateur de la mortalité hospitalière. Il existe pourtant certaines précautions à prendre dans l'interprétation des résultats fournis par ce type de modèle selon la

littérature<sup>402,403</sup>. L'ajustement réalisé pour contrôler l'effet aléatoire des établissements ou des services d'hospitalisation peut induire un biais important de la mesure de la variabilité recherchée pour détecter les établissements montrant un taux ou un risque de mortalité éloigné de la moyenne des établissements d'un même type (CHU, CHG,...). L'ajustement systématique sur l'établissement peut engendrer un surajustement et cacher des taux d'indicateur de la mortalité élevés en relation directe avec les soins prodigués dans ces établissements. Il est aussi possible que les variations inter-établissements soient augmentées de manière artificielle du fait de l'utilisation d'un modèle plutôt que d'un autre<sup>384</sup>. Enfin, lorsque la taille des échantillons est trop faible, il peut être aussi beaucoup plus compliqué d'évaluer la variabilité de l'indicateur entre les établissements.<sup>404,405</sup>

### ***Utilisation des données de routine des séjours d'hospitalisation***

Les données hospitalières de routine médico-administratives ont comme avantages d'avoir un faible coût et de couvrir une large population non sélectionnée. Elles présentent toutefois des limites. Le codage des diagnostics et des interventions ne décrit pas précisément la complexité des cas, en particulier la gravité du déficit fonctionnel est le plus souvent méconnue. Ainsi, certaines études ont montré que les données de routine médico-administratives sont parfois moins performantes que des données cliniques pour prédire la mortalité après des pontages coronariens, et que la corrélation des taux de mortalité ajustés calculés par chacune des deux méthodes n'est que modérément élevée. Il semble important de tenir compte des comorbidités présentes à l'admission dans les taux ajustés de mortalité afin de corriger les excès de mortalité qui seraient montrés dans des établissements avec un recrutement de patients présentant de façon générale un niveau de gravité plus important et des facteurs de risques de mortalité en conséquence. Or, le codage des diagnostics ne distingue pas directement les comorbidités présentes à l'admission des complications survenant durant le séjour, et qui pourraient résulter de soins non optimaux en tout cas dans certains pays comme la France (d'autres comme les États-Unis ou le Canada ont mis en place une amélioration du codage des diagnostics médicaux qui permet de coder pour chaque diagnostic, selon qu'il est présent ou non à l'admission). Cette limite est l'une des plus importantes identifiée concernant l'utilisation des informations issues du codage en routine des séjours d'hospitalisation. Ainsi, en l'absence de cette distinction, un hôpital dont les soins seraient responsables de nombreuses complications pourrait se voir attribuer une mortalité attendue plus élevée et donc un taux ajusté plus bas. Iezzoni<sup>95</sup> suggère que le codage de quelques situations cliniques fatales précédant de peu le décès (par exemple arrêt cardiaque, arrêt respiratoire, choc, fibrillation ventriculaire), expliquerait que certaines mesures de sévérité basées sur le codage des diagnostics et des interventions (APR-DRG; Disease staging) prédisent relativement bien le risque de mortalité au cours de l'infarctus du myocarde. Enfin, des études ont montré des taux élevés d'erreurs de codage, tantôt à l'origine d'une augmentation factice de la sévérité des cas, tantôt au contraire à l'origine d'une méconnaissance des comorbidités (particulièrement en cas de décès). Ainsi, certaines affections chroniques qui devraient théoriquement augmenter le risque de mortalité sont paradoxalement associées à un risque moindre, suggérant un sous codage systématique de celles-ci chez des patients décédés. Par ailleurs le risque de données manquantes avec les données médico-administratives pourrait être significatif dans les études d'observation et des compromis devraient être envisagés sur le plan méthodologique comme le suggèrent Norris et al.<sup>406</sup> Évaluer au moyen d'algorithmes standardisés la qualité des données fournies par les établissements est une exigence importante pour assurer une qualité minimale pour le calcul de l'indicateur de la mortalité hospitalière. Des études internationales

multicentriques ont montré la qualité, la reproductibilité et la validité du codage des conditions médicales des indices de Charlson, notamment avec une bonne capacité des modèles à discriminer la mortalité dans des populations de patients hospitalisés en services de soins aigus.<sup>181,252,253,277</sup>

## Perspectives

Notre revue de la littérature montre principalement l'extrême complexité et les limites concernant la question de l'ajustement de l'indicateur de la mortalité hospitalière pour évaluer à l'échelle nationale la qualité des soins et réaliser des comparaisons inter-établissements. Les risques d'erreurs de classement des établissements ont été démontrés selon les variables utilisées dans le modèle pour ajuster la mesure.<sup>384</sup> Quand bien même la mesure brute de l'événement puisse être suffisamment précise et reproductible, la question de son utilisation et des conditions d'un ajustement adéquat pour évaluer correctement la qualité des soins reste un problème sensible d'un point de vue méthodologique et ouvert à la discussion et au débat. Par ailleurs, il existe indiscutablement un problème important lorsque l'indicateur de la mortalité hospitalière est destiné à être utilisé pour mesurer la qualité des soins. Il s'agit de la question de la population : soit générale (tous les patients hospitalisés), soit sélective en ciblant une population précise. C'est une question fondamentale dans la littérature et des discordances persistent entre les chercheurs.<sup>86-94,301,386-388</sup>

Il ne semble pas exister de modèle statistique parfait de la mortalité hospitalière dans la littérature pour ajuster la mesure de cet indicateur de manière définitive. Quelle que soit la complexité du modèle utilisé, la littérature que nous avons explorée suggère que bien des précautions doivent être prises avant d'attribuer à une qualité insuffisante des soins un taux ajusté de mortalité hospitalière trop élevé. L'objectif de l'indicateur de la mortalité hospitalière n'est pas tant de hiérarchiser les hôpitaux mais d'inciter à des analyses plus poussées qui pourraient potentiellement cerner des zones d'amélioration. Enfin, les possibilités d'appliquer à une population de patients, sans les adapter, des modèles d'ajustement développés avec une population différente de patients paraissent risquées. En effet, aussi bien les modes d'organisation (par exemple les transferts vers des unités de soins de suite), que les patients (case-mix) ou les données (codage des procédures ou traitements, possibilité d'étendre la mesure du décès après la sortie de l'hôpital) présentent des différences importantes d'un établissement à l'autre et d'un pays à l'autre. La nature des données, leur robustesse aux erreurs systématiques, la qualité de leur recueil et de leur codage sont des éléments importants à considérer comme on l'a vu dans un paragraphe plus haut. Ces limites sont à prendre en compte formellement pour envisager l'utilisation d'un indicateur de la mortalité hospitalière de manière courante.

Certainement, le cadre conceptuel doit être l'une des conditions les plus importantes à prendre en compte préalablement et l'objectif d'évaluation de la mortalité hospitalière doit être défini de façon claire. La littérature est très précise sur ce point : l'indicateur de la mortalité hospitalière à vocation à être utilisé pour évaluer la qualité des soins dans un but d'amélioration. Cette définition de l'objectif de cet indicateur implique indiscutablement certaines conditions pour sélectionner une(des) population(s) de patients cibles ainsi que pour établir la relation entre un processus de soins (procédure de soins, décision thérapeutique...) et la mesure de la mortalité hospitalière (pour la question qui nous concerne). L'indicateur de la mortalité hospitalière devrait donc présenter la condition qu'il évalue non pas la mortalité de manière générale, mais celle en relation avec des soins qui présentent des défauts qualitatifs. À cet effet il sera nécessaire de mobiliser conjointement d'autres indicateurs de bonne pratique spécifiques aux soins concernés afin d'identifier des cibles d'amélioration dans la chaîne de soins. L'exemple de l'Indice composite d'activité de lutte contre les

infections nosocomiales (score ICALIN) mis en face des résultats des études de prévalence des infections nosocomiales a montré son efficacité en France.<sup>407</sup>

L'utilisation exclusive des données médico-administratives à l'échelle des groupes homogènes (GHM ou DRG) et/ou des diagnostics médicaux est un défi commun dans la plupart des pays industrialisés occidentaux. La révision et l'amélioration de certains scores (i.e., index de Charlson) ont démontré les possibles utilisations sur la base d'une performance tout à fait acceptable. L'impossibilité de différencier les diagnostics présents à l'admission de ceux survenus au cours du séjour reste cependant une limite importante de ce type de méthode dans de nombreux pays dont la France. L'opportunité d'utiliser un score/index basé sur une sélection de conditions médicales restreintes (i.e., index de Charlson) en apportant les modifications nécessaires pour le codage de l'information permettant de connaître la présence ou non de chaque condition à l'admission, pourrait être une voie intéressante à suivre pour plusieurs raisons : l'utilisation déjà par plusieurs pays de ce score et son faible coût pour le produire d'abord. Ensuite, bien qu'il n'existe pas d'étude ayant été réalisée en France sur la qualité du codage des conditions médicales codées avec la CIM-10 correspondant aux comorbidités composant l'index de Charlson, il est possible, en attendant la réalisation d'études comparables en France, d'utiliser cet index qui a montré une qualité de codage suffisante dans plusieurs pays utilisant la CIM-10 pour coder les diagnostics des séjours hospitaliers (Suisse, Canada, Australie, entre autres). Une étude réalisée en Suisse montre que l'un des critères qui pourrait garantir la comparabilité du codage entre les établissements serait l'implantation de codeurs professionnels dans les établissements hospitaliers.<sup>408</sup>

Les scores physiologiques de gravité (APACHE ou SAPS) entrent déjà dans le codage systématique des séjours des patients en réanimation dans le PMSI en France. Concernant les patients hospitalisés pour une procédure médicale/chirurgicale à visée thérapeutique d'une pathologie cardiaque grave (infarctus du myocarde en phase aiguë, valvulopathie), Il est tout à fait raisonnable d'imaginer que les données cliniques nécessaires à l'élaboration de l'un des scores spécifiquement développés pour ces populations de patients puissent être recueillies dans le dossier médical ou dans le cadre d'un registre alimenté par les praticiens et leurs équipes.

L'opportunité d'investir plus largement la voie fondée sur l'utilisation des DRG et de ses raffinements (i.e., R-DRG, APR-DRG) pose des problèmes plus politiques et stratégiques vis-à-vis d'un droit de licence pour utiliser ces modèles en particulier. En effet, le cas des APR-DRG s'inscrit dans le cadre d'une licence d'utilisation puisqu'il est nécessaire d'acquérir les droits indispensables à son utilisation auprès du laboratoire 3M®. Aussi trop peu d'études permettent aujourd'hui de garantir la même fiabilité que l'index de Charlson par exemple<sup>277,384</sup>.

Enfin s'inspirer de l'approche développée par Brian Jarman présente, deux inconvénients majeurs : le premier concerne les limites mises en évidence concernant les biais liés à l'ajustement proposé et aux risques d'erreurs de classements qui ont été montrés par une évaluation externe<sup>386-388</sup>; le second inconvénient repose sur les nombreuses critiques publiées dans la littérature qui n'en font pas une approche suffisamment légitime et sur laquelle il restera difficile de communiquer à l'avenir.

En conclusion, il nous semble indispensable de bien définir préalablement : i) l'objectif recherché pour utiliser l'indicateur de la mortalité hospitalière; ii) de s'assurer d'un lien potentiellement formel entre une procédure de soin (ou une hospitalisation) et l'impact possible en terme de iatrogénie; iii) enfin d'évaluer systématiquement la performance du(des) modèle(s) utilisé(s) sur la base de critères robustes établissant la bonne calibration et la capacité suffisante des modèles en termes de discrimination de l'événement mesuré qu'est la mortalité hospitalière.

Cette étude se poursuit avec l'analyse comparative des différents scores/indices de gravité des patients utilisés pour ajuster la mesure de la mortalité hospitalière. Cette analyse sera présentée dans un second rapport portant sur les méthodes d'ajustement dans les modèles d'évaluation de la mortalité hospitalière.

## Références

1. Donabedian A. Evaluating the Quality of Medical Care. *Milbank Mem. Fund. Q.* 1966; 44 (3).
2. Shojania K G, Forster AJ. Hospital mortality : when failure is not a good measure of success. *CAMJ* 2008; 179 : 153-157.
3. Nightingale F. *Notes on hospital.* 3<sup>rd</sup> ed. London; Longman, Green, Longman, Robert, and Green; 1863.
4. Douglas Scutchfield F, Bhandari M W, Lawhorn N A, Lamberth C D, Ingram R C. Public health performance. *Am J Prev Med* 2009; 36 : 266-272.
5. Christiansen CL, Morris CN. Improving the statistical approach to health care provider profiling. *Ann Intern Med* 1997; 127 : 764-768.
6. Schneider EC. Measuring mortality outcomes to improve health care: rating use of ratings and rankings. *Med Care* 2002; 40: 1-3.
7. Spiegelhalter DJ. Funnel plots for comparing institutional performance. *Statist Med* 2005; 24: 1185-1202.
8. Spiegelhalter DJ. Handling over-dispersion of performance indicators. *Qual Saf Health Care* 2005; 14: 347-351.
9. Morabia A. *Hystory of epidemiologic methods and concepts.* Birkhäuser, 2004.
10. Bingham P. Verlander N.Q., Cheal M.J. John Snow, William Farr and the 1849 outbreak of cholera that affected London : a reworking of the data highlights the importance of the water supply. *Public Health* 2004; 118 : 387-394.
11. Eyler J.M. Changing assessments of John Snow's and William Farr's cholera studies. *Soz Präventivmed* 2001; 46: 225-232.
12. Eyler J.M. Constructing vital statistics : Thomas rowe Edmonds and William Farr, 1835-1845. *Soz Präventivmed* 2002; 47: 6-13.
13. Hill G.B. "On prognosis" by William Farr (*Brithish Medical Almanack* 1838; Supplement 199-216). Part 1 8pages 199-208). *Soz Präventivmed* 2003; 48: 219-224.
14. Wiliams K. Reappraising Florence Nightingale. *BMJ* 2008; 337: a2889
15. McDonald L. Florence Nightingale and the early origins of evidence-based nursing. *Evid Based Nurs* 2001;4;68-69.
16. Noakes TD, Borresen J, Hew-Butler T, Lambert MI, Jordaan E. Semmelweis and the aetiology of puerperal sepsis 160 years on : an historical review. *Epidemiol Infect.* 2008;136(1):1-9. Epub 2007 Jun 7.
17. Adait C.E., Simpson E., Casebeer A.L., Birdsell J.M., Hayden K.A., Lewis S. Performance measurement in healthcare : part I – Concepts and trends from a state of the science review. *Healthcare Policy* 2006; 1: 85-104.
18. Adait C.E., Simpson E., Casebeer A.L., Birdsell J.M., Hayden K.A., Lewis S. Performance measurement in healthcare : part II – State of the science findings by stage of the performance measurement process. *Healthcare Policy* 2006; 2 : 56-78.
19. Chouaid C., Hejblum G., Guidet B. Valleron A.J. De l'évaluation de la qualité des soins à la performance des soins. *Rev Mal Respir* 2006; 23 : 13S87-13S98.
20. Ibrahim J :E. Performance indicators from all perspectives. *Intern J Qual Health Care* 2001; 13: 431-432.
21. Golden W :E. Should health plans be accountable for clinical performance measures ? *Intern J Qual Health Care* 2004; 16: 7-8.
22. Denoij D.M.J. Measuring patients experiences in europe: what can we learn from the experiences in the USA and England ? *Eur J Public Health* 2009; 19 : 354-356.

23. Braillon A., Chaine F.X., Gignon M. Le benchmarking, une histoire exemplaire pour la qualité des soins. *Ann Francaise Anesth Reanim* 2008; 27 : 467-469
24. Shewhart W.A. *Economic control of quality of manufactured product*. Princeton, NJ: VanNostrand Co. Inc., 1931.
25. Thompson A.G.H. variation may be good for your health: the nature of evidence. *Intern J Qual Health Care* 2002; 14: 1-3.
26. Etches V., Frank J., Di Ruggiero E., Manuel D. Measuring population health : a review of indicators. *Annu Rev Public Health* 2006; 27: 29-55.
27. Scutchfield F.D., Bhandari M.W., Lawhorn N.A., Lamberth C.D., Ingram R.C. Public health performance. *Am J Prev Med* 2009; 36: 266-272.
28. Schneider E.C. Measuring mortality outcomes to improve health care. Rational use of rating and rankings. *Med Care* 2002; 40: 1-3.
29. Boyce N. Using outcome data to measure quality in health care. *Intern J Qual Health Care* 1996; 8 : 101-104.
30. Mainz J. Quality indicators: essential for quality improvement. *Intern J Qual Health Care* 2004; 16: i1-i2.
31. Iezzoni LI. 100 apples divided by 15 red herrings : a cautionary tale from the mid-19<sup>th</sup> century on comparing hospital mortality rates. *Ann Intern Med* 1996; 124: 1079-1085.
32. Kelsey, J.L., Whittemore, A.S., Evans, A.S., Thomson, W.D. *Methods in observational epidemiology*. Oxford University Press, 1996.
33. Kuritz SJ, Landis JR, Koch GG. A general overview of Mantel-Haenszel methods: applications and recent developments. *Annu Rev Public Health* 1988;9:123-160.
34. Haenszel W. a standardized rate for mortality defined in units of lost years of life. *Am J Public Health* 1950; 40: 17-26.
35. Doering C.R., Forbes A.L. Adjusted death rates. *Statistics* 1939; 25: 461-467.
36. K. J. Rothman, S. Greenland. *Modern Epidemiology*, 2<sup>nd</sup> Edition. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia, PA, 1998
37. Ash A. Identifying poor-quality hospitals with mortality rates: often there's more noise than signal. *Med Care* 1996; 34: 735-736.
38. Hofer TP., Hayward RA. Identifying poor-quality hospitals: can hospital mortality rates detect quality problems for medical diagnoses? *Med Care* 1996; 34: 737-753.
39. Report of the Commission of Revision of the Bertillon Classification of Causes of Death. *Public Health Pap Rep* 1899;25:353-356.
40. Wilbur C. The Second Decennial Revision of the International Classification of Causes of Death. *Am J Public Hygiene* 1910;20:535-538.
41. Israel RA. The International Classification of Disease. Two hundred years of development. *Public Health Rep* 1978;93:150-152.
42. Fales WT, Moriyama IM. International Adoption of Principles of Morbidity and Mortality Classification. *Am J Public Health Nations Health* 1949;39:31-36.
43. Erhardt CL, Weiner L. Changes in mortality statistics through the use of the new international statistical classification. *Am J Public Health* 1950; 40: 6-16.
44. Marshall JT. The sixth revision of the international lists of diseases and causes of death. *Milbank Mem Fund Q* 1949;27:289-298.
45. Fetter RB, Shin Y, Freeman JL, averill RF, Thompson JD. Case mix definition by Diagnosis-Related Groups. *Med Care* 1980; 18 (Suppl. 2) : i-53.
46. Freeman JL, Fetter RB, Park H, Schneider KC, Lichtenstein JL, Hugues JS, Bauman WA, Duncan CC, Freeman DH, Palmer GR. Diagnosis-Related Group refinement with diagnosis- and procedure-specific comorbidities and complications. *Med Care* 1995; 33: 806-827.

47. Kahn KL, Rubenstein LV, Draper D, Kosecoff J, Rogers WH, Keeler EB, *et al.* The effects of the DRG-based prospective payment system on quality of care for hospitalized Medicare patients. An introduction to the series. *JAMA*. 1990; 264: 1953-5.
48. Draper D, Kahn KL, Reinisch EJ, Sherwood MJ, Carney MF, Kosecoff J, *et al.* Studying the effects of the DRG-based prospective payment system on quality of care. Design, sampling, and fieldwork. *JAMA*. 1990; 264: 1956-61.
49. Keeler EB, Kahn KL, Draper D, Sherwood MJ, Rubenstein LV, Reinisch EJ, *et al.* Changes in sickness at admission following the introduction of the prospective payment system. *JAMA*. 1990; 264: 1962-8.
50. Kahn KL, Rogers WH, Rubenstein LV, Sherwood MJ, Reinisch EJ, Keeler EB, *et al.* Measuring quality of care with explicit process criteria before and after implementation of the DRG-based prospective payment system. *JAMA*. 1990; 264: 1969-73.
51. Rubenstein LV, Kahn KL, Reinisch EJ, Sherwood MJ, Rogers WH, Kamberg C, *et al.* Changes in quality of care for five diseases measured by implicit review, 1981 to 1986. *JAMA*. 1990; 264: 1974-9.
52. Kosecoff J, Kahn KL, Rogers WH, Reinisch EJ, Sherwood MJ, Rubenstein LV, *et al.* Prospective payment system and impairment at discharge. The 'quicker-and-sicker' story revisited. *JAMA*. 1990; 264 : 1980-3.
53. Kahn KL, Keeler EB, Sherwood MJ, Rogers WH, Draper D, Bentow SS, *et al.* Comparing outcomes of care before and after implementation of the DRG-based prospective payment system. *JAMA*. 1990; 264 : 1984-8.
54. Rogers WH, Draper D, Kahn KL, Keeler EB, Rubenstein LV, Kosecoff J, *et al.* Quality of care before and after implementation of the DRG-based prospective payment system. A summary of effects. *JAMA*. 1990; 264 : 1989-94.
55. Michel P, Quenon JL, Sarasqueta AM, Scemama O. Comparison of three methods for estimating rates of adverse events and rates of preventable adverse events in acute care hospitals. *Br J Med* 2004; 328 : 199-203.
56. Brennan TA, Localio AR, Laird NM. Reliability and validity of judgments concerning adverse events and negligence. *Med Care* 1989; 27 : 1148-58.
57. Brennan TA, Localio AR, Leape LL, Laird NM, Peterson L, Hiatt HH *et al.* Identification of adverse events suffered by hospitalized patients : a cross-sectional study of litigation, quality assurance, and medical records at two teaching hospitals. *Ann Intern Med* 1990; 112 : 221-6.
58. Hiatt HH, Barnes BA, Brennan TA, Laird NM, Lawthers AG, Leape LL *et al.* A study of medical injury and medical malpractice: an overview. *N Engl J Med* 1989; 321:480-4.
59. Harvard Medical Practice study. Patients, doctors and lawyers: studies of medical injury, malpractice litigation, and patient compensation in New-York. Boston: Harvard Medical Practice Study, 1990. Technical appendix 5.V.1.
60. Breant C, Borst F, Nkoulou R, Irion O, Geissbuhler A. Closing the loop: bringing decision support clinical data at the clinician desktop. *Stud Health Technol Inform*. 2007; 129: 890-4.
61. Weiner SL, Maxwell JH, Sapolsky HM, Dunn DL, Hsiao WC. Economic incentives and organizational realities: managing hospitals under DRGs. *Milbank Q*. 1987; 65: 463-87.
62. Iezzoni LI, Greenberg LG. Widespread assessment of risk-adjustment of risk-adjusted outcomes: lessons from local initiatives. *J Qual Improv* 1994; 20: 305-315.
63. VanderWeele TJ. On the relative nature of overadjustment and unnecessary adjustment. *Epidemiology* 2009 ;20(4):496-499.
64. Schisterman EF, Cole SR, Platt RW. Overadjustment bias and unnecessary adjustment in epidemiologic studies. *Epidemiology* 2009;20:488-495.

65. Fink A, Yano E M, Brook R H. The condition of the literature on differences in hospital mortality. *Med Care* 1989; 27 : 315-336.
66. Gross M.E.W. Comment on “The condition of the literature on differences in hospital mortality”. *Med Care* 1990; 28 : 563-566.
67. Brennan TA, Leape LL, Laird NM, Hebert L, Localio AR, Lawthers AG, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt HH. Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study I. *N Engl J Med* 1991;324:370-376.
68. Leape LL, Brennan TA, Laird N, Lawthers AG, Localio AR, Barnes BA, Hebert L, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt H. The nature of adverse events in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med* 1991;324:377-384.
69. Localio AR, Lawthers AG, Brennan TA, Laird NM, Hebert LE, Peterson LM, Newhouse JP, Weiler PC, Hiatt HH. Relation between malpractice claims and adverse events due to negligence. Results of the Harvard Medical Practice Study III. *N Engl J Med* 1991;325:245-251.
70. The Institute of Medicine. *To err is human : Building a safer health system*. Washington, DC : National Academy Pr; 1999.
71. Fedeli U, Brocco S, Alba N, Rosato R, Spolaore P. The choice between different statistical approaches to risk-adjustment influence the identification of outliers. *J Clin Epidemiol* 2007; 60 : 858-862.
72. Martínez JM, Benach J, Benavides FG, Muntaner C, Clèries R, Zurriaga O, Martínez-Beneito MA, Yasui Y. Improving multilevel analyses : the integrated epidemiologic design. *Epidemiology* 2009;20:525-532.
73. Wolbers M, Koller MT, Wittelman JC, Steyerberg EW. Prognostic models with competing risks: methods and application to coronary risk prediction. *Epidemiology* 2009;20:555-561.
74. Best N, Hansell AL. Geographic variations in risk: adjusting for unmeasured confounders through joint modeling of multiple diseases. *Epidemiology* 2009;20:400-410.
75. Bartfay E, Bartfay WJ. Accuracy assessment of prediction in patient outcomes. *J Eval Clin Pract.* 2008;14(1):1-10.
76. Gerds TA, Cai T, Schumacher M. The performance of risk prediction models. *Biom J* 2008; 50: 457-479.
77. Hosmer, D. W. and Lemeshow, S. *Applied Logistic Regression*, Wiley, New York, 1989.
78. Hosmer DN, Hosmer T, Le Cessie S, Lemeshow S. A comparison of goodness-off-fit tests for logistic regression models. *Stat Med* 1997; 16 : 965-980.
79. Kramer AA, Zimmerman JE. Assessing the calibration of mortality benchmarks in critical care : The Hosmer-Lemeshow test revisited. *Crit Care Med* 2007; 35: 2052-2056.
80. Krumholz HM, Brindis RG, Brush JE, Cohen DJ, Epstein AJ, Furie K, Howard G, eterson ED, Rathore SS, Smith Jr SC, Spertus JA, Wang Y, Normand SLT. Standards for statistical models used for public reporting of health outcomes : an american heart association scientific statement from the quality of care and outcomes research interdisciplinarity writing group. *Circulation* 2006; 113 : 456-462.
81. Shahian DM, Edwards FH. Statistical risk modeling and outcomes analysis. *Ann Thorac Surg* 2008; 86 : 1717-1720.
82. Hansen ES. The proportionate mortality ratio and its relationship with measures of mortality. *Stat Med* 1990; 9: 315-323.
83. Cook DA. Methods to assess performance of models estimating risk of death in intensive care patients : a review. *Anaesth Intensive Care* 2006; 34: 164-175.
84. Higgins TL, Teres D, Nathanson B. Outcome prediction in critical care: the Mortality Probability Models. *Curr Opin Crit Care* 2008; 14: 498-505.

85. Jacobson B, Mindell J, McKee M. Hospital mortality league tables : question what they tell you – and how useful they are. *BMJ* 2003; 326 : 777-778.
86. Penfold RB, Dean S, Flemons W, et al. Do hospital standardized mortality ratios measure patient safety? HSMRs in the Winnipeg Regional Health Authority. *HealthcarePapers* 2008; 8: 8-24.
87. Wen E, Sandoval C, Zelmer J, et al. Understanding and using the hospital standardized mortality ratio in Canada: challenges and opportunities. *HealthcarePapers* 2008; 8: 26-36.
88. Jarman B. In defence of the hospital standardized mortality ratio. *HealthcarePapers* 2008; 8: 37-42.
89. McKinley J, Gibson D, Ardal S. Hospital standardized mortality ratio: the way forward in Ontario. *HealthcarePapers* 2008; 8: 43-49.
90. Zahn C, Baker M, MacNaughton J, et al. Hospital standardized mortality ratio is a useful burning platform. *HealthcarePapers* 2008; 8: 50-53.
91. Figler S. Data may reveal real issues. *HealthcarePapers* 2008; 8: 54-56.
92. Brien SE, Ghali WA. CIHI's hospital standardized mortality ratio: friend or foe? *HealthcarePapers* 2008; 8: 57-61.
93. Sheps SB. Measure for measure? The challenge of new thinking about patient safety. *HealthcarePapers* 2008; 8: 62-67.
94. Penfold RB, Dean S, Flemons W, Moffat M. Follow the big dots ? The authors respond. *HealthcarePapers* 2008; 8: 69-75.
95. Iezzoni LI, Greenberg LG. Widespread assessment of risk-adjusted outcomes : lesson from local initiatives. *J Qual Improv* 1994; 20: 305-316.
96. Hannan EL. Using mortality data for profiling hospital quality of care and targeting substandard care. *J Soc Health Syst* 1989; 1 : 31-48.
97. Franklin PD, Legault JP. Using data to evaluate hospital inpatient mortality. *J Nurs Care Qual* 1999; Spec No 1 : 55-66.
98. Pitches DW, Mohammed MA, Lilford RJ. What is the empirical evidence that hospitals with higher-risk adjusted mortality rates provide poorer quality care? A systematic review of the literature. *BMC Health Ser Res* 2007; 7: 91.
99. Lunn JN. The history and achievements of the National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths. *J Qual Clin Pract* 1998; 18: 29-35.
100. Higgins TL. Quantifying risk and benchmarking performance in the adult intensive care unit. *J Intensive Care Med* 2007; 22 : 141-156.
101. Cook DA, Duke G, Hart GK, et al. Review of the application of risk-adjusted charts to analyse mortality outcomes in critical care. *Crit Care Resusc* 2008; 10: 239-251.
102. Needham DM, Dowdy DW, Mendez-Tellez PA, et al. Studying outcomes of intensive care unit survivors : measuring exposures and outcomes. *Intensive care Med* 2005; 31: 1153-1160.
103. Mendez-tellez PA. Predicting patient outcomes, futility, and resource utilization in the intensive care unit : the role of severity scoring systems and general outcome prediction models. *Mayo Clin Proc* 2005 ;80 : 161-163.
104. Becker RB, Zimmerman JE. ICU scoring systems allow prediction of patient outcomes and comparison of ICU performance. *Crit Care Clin* 1996; 12 : 503-514.
105. Sherck JP, Shatney CH. ICU scoring systems do not allow prediction of patient outcomes or comparison of ICU performance. *Crit Care Clin* 1996; 12 :515-523.
106. Sinuff T, Adhikari NK, Cook DJ, et al. Mortality predictions in the intensive care unit : comparing physicians with scoring systems. *Crit Care Med* 2006; 34: 878-885.

107. Minne L, bu-Hanna A, de JE. Evaluation of SOFA-based models for predicting mortality in the ICU: A systematic review. *Crit Care* 2008; 12: R161. <http://ccforum.com/content/12/6/R161>
108. Vaccarino V, Krumholz HM, Berkman LF, et al. Sex differences in mortality after myocardial infarction. Is there evidence for an increased risk for women? *Circulation* 1995; 91:1861-1871.
109. Nohria, A., V. Vaccarino, and H.M. Krumholz, Gender differences in mortality after myocardial infarction. Why women fare worse than men. *Cardiol Clin* 1998; 16: 45-57.
110. Pritisanac A, Gulbins H, Rosendahl U, et al. Outcome of heart surgery procedures in octogenarians: is age really not an issue? *Expert rev cardiovasc ther* 2007; 5: 243-250.
111. Sajid MS, Desai M, Haider Z, et al. Endovascular aortic aneurysm repair (EVAR) has significantly lower perioperative mortality in comparison to open repair: a systematic review. *Asian Surg* 2008; 31: 119-123.
112. Russel EM, Bruce J, Krukowski ZH. Systematic review of the quality of surgical mortality monitoring. *Br J Surg* 2003; 90 : 527-532.
113. Houghton A. Variation in outcome of surgical procedures. *Br J Surg* 1994; 81 : 653-660.
114. Desmonts JM. Have anesthesia-related mortality and morbidity decreased in the last 30 years? Evaluation based on a review of epidemiologic studies. La mortalite et la morbidite liees a l'anesthesie ont-elles diminue dans les 30 dernieres annees? (Evaluation à partir d'une revue des etudes epidemiologiques). *Bull Acad Natle Med* 1994; 178 : 1537-1547.
115. Sheikh K. Utility pf provider volume as an indicator of medical care quality and for policy decisions. *Am J Med* 2001; 111: 712-715.
116. Halm EA, Lee C, Chassin MR. Is volume related to outcome in health care? a systematic review and methodologic critic of the literature. *Ann Intern Med* 2002; 137 : 511-520.
117. Gandjour A, Bannenberg A, Lauterbach KW. Threshold volumes associated with higher survival in health care : a systematic review. *Med Care* 2003; 41: 1129-1141.
118. Shahian DM, Normand SL. The volume-outcome relationship: from Luft to Leapfrog. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 1048-1058.
119. Kalant N, Shrier I. Volume and outcome of coronary artery bypass graft surgery: are more and less the same? *Can J Cardiol* 2004; 20: 81-86.
120. Tjarda van Heek N, Kuhlmann KFD, Scholten RJ, de Castro SMM, Busch ORC, Van Gulik TM, Obertop H, Gouma DJ. Hospital volume and mortality after pancreatic resection : a systematic review and an evaluation of intervention in the Netherlands. *Ann Surg* 2005; 242 : 781-790.
121. Papanikolaou PN, Christidi GD, Ioannidis JP. Patient outcomes with teaching versus nonteaching healthcare: a systematic review. *PLoS Med* 2006; 3: e341. DOI : 10.1371/journal.pmed.0030341
122. Devereaux PJ, Schunemann HJ, Ravindran N, et al. Comparison of mortality between private for-profit and private not-for-profit hemodialysis centers: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2002; 288: 2449-2457.
123. Schneeweiss S, Maclure M. Use of comorbidity scores for control of confounding in studies using administrative databases. *Intern J epidemiol* 2000; 29: 891-898.
124. Needham DM, ScalesDC, Laupacis A, Pronovost PJ. A systematic review of the Charlson comorbidity index using canadian administrative databases : a perspective on risk adjustment in critical care research. *J Crit care* 2005; 20: 12-19.

125. Patterson BO, Holt PJE, Hinchliffe R, Loftus IM, Thompson MM. Predicting risk in elective abdominal aortic aneurysm repair : a systematic review of current evidence. *Eur J Endovasc Surg* 2008; 36: 637-645.
126. Chandra A, Mangam S, Marzouk D. A review of risk scoring systems utilised in patients undergoing gastrointestinal surgery. *J Gastrointest Surg* 2009; 13: 1529-1538.
127. Baue AE, Durham R, Faist E. Systemic inflammatory response syndrome (SIRS), multiple organ dysfunction syndrome (MODS), multiple organ failure (MOF) : are we winning the battle ? *Shock* 1998; 10 : 79-89.
128. de Groot V, Beckerman H, Lankhorst GJ, Bouter LM. How to measure comorbidity : a critical review of available methods. *J Clin Epidemiol* 2003; 56 : 221-229.
129. Zimmerman JE, Kramer AA. Outcome prediction in critical care : the Acute Physiology and chronic Health Evaluation models. *Curr Opin Crit Care* 2008; 14 : 491-497.
130. Vazquez G, Benito S, Rivera R. for the Spanish Project for the Epidemiological Analysis of Critical Care Patients. Simplified Acute Physiology Score III : a project for a new multidimensional tool for evaluating intensive care unit performance. *Crit Care* 2003; 7: 345-346.
131. Jones HJS, de Cossart L. Risk scoring in surgical patients. *Br J Surg* 1999; 86: 149-157.
132. Au WK, Sun MP, Lam KT, et al. Mortality prediction in adult cardiac surgery patients: comparison of two risk stratification models. *Hong Kong Med J* 2007;13:293-297
133. Aylin P, Bottle A, Majeed A. Use of administrative data or clinical databases as predictors of risk of death in hospital: comparison of models. *BMJ* 2007;334:1044
134. Beck DH, Taylor BL, Millar B, et al. Prediction of outcome from intensive care: a prospective cohort study comparing Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II and III prognostic systems in a United Kingdom intensive care unit. *Crit Care med* 1997;25:9-15.
135. Bertolini G, D'Amico R, Apolone G, et al. Predicting outcome in the intensive care unit using scoring systems: is new better? A comparison of SAPS and SAPS II in a cohort of 1,393 patients. *Med Care* 1998;36:1371-1382.
136. Chatzicostas, C., et al., A comparison of Child-Pugh, APACHE II and APACHE III scoring systems in predicting hospital mortality of patients with liver cirrhosis. *BMC gastroenterology* 2003. 3 : p. 7.
137. Chen YC, Tian YC, Liu NJ, et al. Prospective cohort study comparing sequential organ failure assessment and acute physiology, age, chronic health evaluation III scoring systems for hospital mortality prediction in critically ill cirrhotic patients. *J Clin Pract* 2006;60:160-166.
138. Chen YC, Tsai MH, Ho YP, et al. Comparison of the severity of illness scoring systems for critically ill cirrhotic patients with renal failure. *Clin Nephrol* 2004;61:111-118
139. Chiavone PA, Sens YA. Evaluation of APACHE II system among intensive care patients at a teaching hospital. *Sao Paulo Med* 2003;121:53-57.
140. Cooper A, Hannan EL, Bessey PQ, Farrell LS, Cayten CG, Mottley L. An examination of the volume-mortality relationship for New York State trauma centers. *J trauma Injury Infect Crit Care* 2000;48:16-23.
141. Davis RB, Iezzoni LI, Phillips RS, et al. Predicting in-hospital mortality. The importance of functional status information. *Med Care* 1995;33:906-921
142. Del Bufalo C, Morelli A, Bassein L, Fasano L, Quarta CC, Grazia Pacilli AM, Gunella G. Severity scores in respiratory intensive care : APACHE II predicted mortality better than SAPS II. *Respir Care* 1995 ; 40 : 1042-1047.
143. DeLong ER, Peterson ED, DeLong DM, et al. Comparing risk-adjustment methods for provider profiling. *Stat Med* 1997;16:2645-2664

144. Doig GS, Inman KJ, Sibbald WJ, et al. Modeling mortality in the intensive care unit : comparing the performance of a back-propagation, associative-learning neural network with multivariate logistic regression. *AMIA* 1993;361-365
145. Fedeli U, Brocco S, Alba N, Rossato R, Spolare P. The choice between different statistical approaches to risk-adjustment influenced the identification of outliers. *J Clin Epidemiol* 2007 ; 60 : 858-862.
146. Fischler L, Lelais F, Young J, et al. Assessment of three different mortality prediction models in four well-defined critical care patient groups at two points in time : a prospective cohort study. *Eur J Anaesth* 2007;24:676-683
147. Ghali WA, Hall RE, Ash AS, Rosen AK, Moskowitz MA. Evaluation of complication rates after coronary artery bypass surgery using administrative data. *Meth Inform Med* 1998;37:192-200.
148. Grant SW, Grayson AD, Jackson M, Au J, Fabri BM, Grotte G, Jones M, Bridgewater B. Does the choice of risk-adjustment model influence the outcome of surgeon-specific mortality analysis ? a retrospective analysis of 14637 patients under 31 surgeons. *Heart* 2008;94:1044-1049.
149. Hadjianastassiou VG, Tekkis PP, Goldhill DR, Hands LJ. Quantification of mortality risk after abdominal aortic aneurysm repair. *Br J Surg* 2005;92:1092-1098.
150. Hadjianastassiou VG, Tekkis PP, Athanasiou T, et al. Comparison of mortality prediction models after open abdominal aortic aneurysm repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007;33:536-543
151. Hannan EL, Waller CH, Farrell LS, et al. A comparison among the abilities of various injury severity measures to predict mortality with and without accompanying physiologic information. *J Trauma Injury Infect Crit Care* 2005;58:244-251
152. Hannan EL, Farrell LS. Predicting trauma inpatient mortality in an administrative database : an investigation of survival risk ratios using New York data. *J Trauma* 2007;62:964-968
153. Hannan EL, Racz MJ, Jones RH, Gold JP, Ryan TJ, Hafner JP, et al. Predictors of mortality for patients undergoing cardiac valve replacements in New York State. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1212-1218.
154. Hannan EL, Burke J. Effect of age on mortality in coronary artery bypass surgery in New York, 1991-1992. *Am Heart J* 1994;128:1184-1191.
155. Hannan EL, Kilburn H, Jr., Lindsey ML, et al. Clinical versus administrative data bases for CABG surgery. Does it matter? *Med Care* 1992;30:892-907
156. Hannan EL, Racz MJ, Jollis JG, et al. Using Medicare claims data to assess provider quality for CABG surgery : does it work well enough? *HSR* 1997;31:659-678
157. Hayashida K, Imanaka Y, Sekimoto M, Kobuse H, Fukuda H. Evaluation of acute myocardial infarction in-hospital mortality using a risk-adjustment model based on Japanese administrative data. *J Intern Med Res* 2007;35:590-596.
158. Higgins TL, Teres D, Copes WS, et al. Assessing contemporary intensive care unit outcome : an updated Mortality Probability Admission Model (MPM0-III). *Crit Care Med* 2007;35:827-835
159. Ho KM. Combining sequential organ failure assessment (SOFA) score with acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score to predict hospital mortality of critically ill patients. *Anaesth Intens Care* 2007;35:515-521
160. Ho KM, Finn J, Dobb GJ, Webb SA. The outcome of critically ill Indigenous patients. *Health Inequal* 2006;184:496-499.

161. Ho KM, obb GJ, Knuiman M, Finn J, Lee KY, Webb SAR. A comparison of admission and worst 24-hour acute physiology and chronic health evaluation II scores in predicting hospital mortality : a retrospective cohort study. *Crit Care* 2006;10:R4(doi :10.1186/cc3913)
162. Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, et al. Using severity-adjusted stroke mortality rates to judge hospitals. *Inter J qual Health Care* 1995;7:81-94
163. Jones AE, Trzeciak S, Kline JA. The Sequential Organ Failure Assessment score for predicting outcome in patients with severe sepsis and evidence of hypoperfusion at the time of emergency department presentation. *Crit Care Med* 2009;37:164
164. Keegan MT, Harrison BA, Brown DR, Whalen FX, Cassivi SD, Afessa B. The acute physiology and chronic health evaluation III outcome prediction in patients admitted to the intensive care unit after pneumonectomy. *J Cardio Thorac Vasc Anesth* 2007;21:832-8
165. Khwannimit B, Geater A. A comparison of APACHE II and SAPS II scoring systems in predicting hospital mortality in Thai adult intensive care units. *J Med Assoc Thai* 2007;90:643-652.
166. Kim Y, Jung KY, Kim CY, Kim YI, Shin Y. Validation of the international classification of disease 10th edition-based injury severity score (ICISS). *J Trauma Inj Infect Crit Care* 2000;48:280-285.
167. Kizer JR, Berlin JA, Laskey WK, et al. Limitations of current risk-adjustment models in the era of coronary stenting. *Interv Cardiol* 2003;145:683-692
168. Knaus WA, Wagner DP, Draper EA, Zimmerman JE, Bergner M, Bastos PG, et al. The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults. *CHEST* 1991;100:1619-1636.
169. Krumholz HM, Wang Y, Mattera JA, Wang Y, Han LF, Ingber MJ, et al. An administrative claims model suitable for profiling hospital performance based on 30-day mortality rates among patients with heart failure. *Circulation* 2006;113:1693-
170. Lagarde SM, Maris AK, de Castro SM, et al. Evaluation of O-POSSUM in predicting in-hospital mortality after resection for oesophageal cancer. *Br J surg* 2007;94:1521-1526.
171. Lin YF, Ko WJ, Wu VC, et al. A modified sequential organ failure assessment score to predict hospital mortality of postoperative acute renal failure patients requiring renal replacement therapy. *Blood Purif* 2008;26:547-554
172. Livingston BM, Mackenzie SJ, MacKirdy FN, et al. Should the pre-sedation Glasgow Coma Scale value be used when calculating Acute Physiology and Chronic Health Evaluation scores for sedated patients? *Crit Care Med* 2000;28:389-394.
173. Luthi JC, Troillet N, Eisenring MC, et al. Administrative data outperformed single-day chart review for comorbidity measure. *Inter J Qual Health Care* 2007;19:225-231
174. Marrie TJ, Carriere KC, Jin Y, Johnson DH. Mortality during hospitalisation for pneumonia in Alberta, Canada, is associated with physician volume. *Eur respir* 2003;22:148-155.
175. Maynard C, Goss JR, Malenka DJ, Reisman M, Program COA. Adjusting for patient differences in predicting hospital mortality for percutaneous coronary interventions in the Clinical Outcomes Assessment Program. *Am J Heart* 2003;145:658-66
176. Maynard C, Rao SV, Gregg M, Phillips RC, Reisman M, Tucker E, et al. The role of out-of-hospital cardiac arrest in predicting hospital mortality for percutaneous coronary interventions in the Clinical Outcomes Assessment Program. *J Invasive Cardiol* 2009;21:1-5.
177. Metnitz PG, Lang T, Valentin A, et al. Evaluation of the logistic organ dysfunction system for the assessment of organ dysfunction and mortality in critically ill patients. *Intens Care Med* 2001;27:992-998

178. Miyata H, Hashimoto H, Horiguchi H, Matsuda S, Motomura N, Takamoto S. Performance of in-hospital mortality prediction models for acute hospitalization : hospital standardized mortality ratio in Japan. *BMC Health Serv Res* 2
179. Morss Dy S, Cromwell DM, Thuluvath PJ, Bass RB. Hospital experience and outcomes for esophageal variceal bleeding. *Inter J Qual Health Care* 2003;15:139-146.
180. Moscucci M, O'Connor GT, Ellis SG, et al. Validation of risk adjustment models for in-hospital percutaneous transluminal coronary angioplasty mortality on an independent data set. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:692-697
181. Myers RP, Quan H, Hubbard JN, et al. Predicting in-hospital mortality in patients with cirrhosis : results differ across risk adjustment methods. *Hepatology* 2009;49:568-577.
182. Nowicki ER, Birkmeyer NJO, Weintraub RW, et al. Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with aortic and mitral valve surgery in Northern New England. *Ann Thorac Surg* 2004;77:1966-1977.
183. O'Connor GT, Malenka DJ, Quinton H, et al. Multivariate prediction of in-hospital mortality after percutaneous coronary interventions in 1994-1996. *J Am Coll Cardiol* 1999 ;34:681-691.
184. Olsson T, Terent A, Lind L. Rapid emergency medicine score : a new prognostic tool for in-hospital mortality in nonsurgical emergency department patients. *J Intern Med* 2004 ;255:579-587.
185. Parker JP, Li Z, Damberg CL, et al. Administrative versus clinical data for coronary artery bypass graft surgery report cards : the view from California. *Med Care* 2006 ;44:687-695
186. Peterson ED, Alexander KP, Malenka DJ, Hannan EL, O'Conner GT, McCallister BD, et al. Multicenter experience in revascularization of very elderly patients. *J Am Coll Cardiol* 2004 ;148:486-492.
187. Pettila V, Pettila M, Sarna S, et al. Comparison of multiple organ dysfunction scores in the prediction of hospital mortality in the critically ill. *Crit Care Med* 2002 ;30:1705-1711
188. Rivera-Fernandez R, Sanchez-Cruz JJ, bizanda-Campos R, Vazquez-Mata G. Quality of life before intensive care unit admission and its influence on resource utilization and mortality rate. *Crit Care Med* 2001 ;29:1701-1709.
189. Roques F, Nashef SAM, Michel P, et al. Risk factors and outcomes in european cardiac surgery analysis of the EuroSCORE multinational database of 19030 patients. *Eur J Cardio Thorac Surg* 1999 ;15:816-823.
190. Sark Y, Krauss C, amaral ACKB, et al. Comparison of the performance of SAPS II, SAPS III, APACHE II, and their customized prognostic models in a surgical intensive care unit. *Br J Anaesth* 2008 ;101:798-803.
191. Schneeweiss S, Wang PS, Avorn J, glynn RJ. Improved comorbidity adjustment for predicting mortality in medicare populations. *HSR* 2003 ;38:1103-1120.
192. Timsit JF, Fosse JP, Troche G, et al. Calibration and discrimination by daily Logistic Organ Dysfunction scoring comparatively with daily Sequential Organ Failure Assessment scoring for predicting hospital mortality in critically ill patients. *Crit Care Med* 2002 ;30:2003-2013.
193. Toumpoulis IK, Anagnostopoulos CE, Chamogeorgakis TP, et al. Impact of early and delayed stroke on in-hospital and long-term mortality after isolated coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 2008 ;102:411-417.
194. Tourangeau AE, Tu JV. Developing risk-adjusted 30-day hospital mortality rates. *Res Nurs Health* 2003 ;26:483-496

195. Tu JV, Sykora K, Naylor CD. Assessing the outcomes of coronary artery bypass graft surgery : how many risk factors are enough? Steering Committee of the Cardiac Care Network of Ontario. *J Am Coll Cardiol* 1997 ;30:1317-1323
196. Turner JS, Morgan CJ, Thakrar B, et al. Difficulties in predicting outcome in cardiac surgery patients. *Crit care Med* 1995 ;23:1843-1850
197. Ward MM. Development and testing of a systemic lupus-specific risk adjustment index for in-hospital mortality. *J Rheumatol* 2000 ;27:1408-1413
198. Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Wright L, Alzola C, Knaus WA. Evaluation of acute physiology and chronic health evaluation III predictions of hospital mortality in an independent database. *Crit Care Med* 1998 ;26:1317-1326.
199. Gale CP, Manda SOM, Batin PD, Weston CF, Birkhead JS, Hall AS. Predictors of in-hospital mortality for patients admitted with ST-elevation myocardial infarction : a real-world study using the myocardial infarction national audit project (MINAP) database. *Heart* 2008 ;94:1407-1412.
200. Alibhai SMH, Leach M, Tomlinson G. impact of hospital and surgeon volume on mortality and complications after prostatectomy. *J Urol* 2008 ;180:155-163.
201. Arabi Y, Al SN, Memish Z, et al. Assessment of six mortality prediction models in patients admitted with severe sepsis and septic shock to the intensive care unit : a prospective cohort study. *Crit care* 2003 ;7:R116-R122.
202. Arboix A, Comes E, Garcia-Eroles L, Massons JB, Oliveres M, Balcells M. Prognostic value of very early seizures for in-hospital mortality in atherothrombotic infarction. *Eur Neurol* 2003 ;50:78-84.
203. Chao CL. Comparison of predictive accuracy among six prognosis prediction systems for patient mortality in intensive care units. *Formos Med Assoc* 2002 ;101:406-415
204. Chiu PW, Ng EK, Cheung FK, Chan FK, Leung WK, Wu JC, et al. Predicting mortality in patients with bleeding peptic ulcers after therapeutic endoscopy. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2009 ;7:311-316.
205. Cho DY, Wang YC, Lee MJ. Comparison of APACHE III, II and the Glasgow Coma Scale for prediction of mortality in a neurosurgical intensive care unit. *Clin Intens Care* 1995 ;6:9-14
206. Cho DY, Wang YC. Comparison of the APACHE III, APACHE II and Glasgow Coma Scale in acute head injury for prediction of mortality and functional outcome. *Clin intens care* 1997 ;23:77-84
207. Clark DE, DeLorenzo MA, Lucas FL, Cushing BM. Initial presentation of older injured patients to high-volume hospitals is not associated with lower 30-day mortality in Medicare data. *Crit Care Med* 2007 ;35:1829-1836.
208. Clermont G, Angus DC, DiRusso SM, et al. Predicting hospital mortality for patients in the intensive care unit : a comparison of artificial neural networks with logistic regression models. *Crit Care Med* 2001 ;29:291-296
209. Cooke CR, Kahn JM, Caldwell E, Okamoto VN, Heckbert SR, Hudson LD, et al. Predictors of hospital mortality in a population-based cohort of patients with acute lung injury. *Crit Care Med* 2008 ;36:1412-1420.
210. Cook DA. Performance of APACHE III models in an Australian ICU. *CHEST* 2000 ;118:1732-1738.
211. Durairaj L, Will JG, Torner JC, Doebbeling BN. Prognostic factors for mortality following interhospital transfers to the medical intensive care unit of a tertiary referral center. *Crit Care Med* 2003 ;31:1981-1986.

212. Engoren M. The effect of prompt physician visits on intensive care unit mortality and cost. *Crit Care Med* 2005 ;33:727-732.
213. Glance LG, Olser TM, Dick AW. Identifying quality outliers in a large, multiple-institution database by using customized version of the Simplified Acute Physiology score II and the Mortality Probability Model II0. *Crit Care Med* 2002 ;30:1995-2002.
214. Hannan EL, Racz M, Ryan TJ, McCallister BD, Johnson LW, Arani DT, et al. Coronary angioplasty volume-outcome relationships for hospitals and cardiologists. *JAMA* 1997 ;277:892-898.
215. Hannan EL, Arani DT, Johnson LW, Kemp HG, Jr., Lukacik G. Percutaneous transluminal coronary angioplasty in New York State. Risk factors and outcomes. *JAMA* 1992 ;268:3092-3097.
216. Hannan EL, Kilburn H, Jr., Racz M, Shields E, Chassin MR. Improving the outcomes of coronary artery bypass surgery in New York State. *JAMA* 1994 ;271:761-766.
217. Hannan EL, Racz MJ, Arani DT, Ryan TJ, Walford G, McCallister BD. Short- and long-term mortality for patients undergoing primary angioplasty for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2000 ;36:1194-1201.
218. Harrison DA, Parry GJ, Carpenter JR, short A, Rowan K. A new risk prediction model for critical care : the intensive care national audit and research centre (ICNARC) model. *Crit Care Med* 2007 ;35:1091-1098.
219. Higgins TL, Kramer AA, Nathanson BH, et al. Prospective validation of the intensive care unit admission Mortality Probability Model (MPM0-III). *Crit Care Med* 2009 ;37:1619-1623
220. Iezzoni LI, Shwartz M, Ash AS, et al. Risk adjustment methods can affect perceptions of outcomes. *Am Coll Med Qual* 1994 ;9:43-48
221. Iezzoni LI, Ash AS, Shwartz M, et al. Differences in procedure use, in-hospital mortality, and illness severity by gender for acute myocardial infarction patients : are answers affected by data source and severity measure? *Med care* 1997 ;35: 158-171.
222. Iezzoni LI. The risks of risk adjustment. *JAMA* 1997 ;278:1600-1607
223. Jiang HX, Majumdar SR, Dick DA, et al. Development and initial validation of a risk score for predicting in-hospital and 1-year mortality in patients with hip fractures. *J bone Mineral Res* 2005 ;20:494-500
224. Johnson ML, Gordon HS, Petersen NJ, Wray NP, Shroyer AL, Grover FL, et al. Effect of definition of mortality on hospital profiles. *Med Care* 2002 ;40:7-16.
225. Johnston JA, Wagner DP, Timmons S, et al. Impact of different measures of comorbid disease on predicted mortality of intensive care unit patients. *Med care* 2002 ;40:929-940
226. Kalavrouziotis D, Buth KJ, Ali IS. The impact of new-onset atrial fibrillation on in-hospital mortality following cardiac surgery. *CHEST* 2007 ;131:833-839.
227. Karthik S, Srinivasan AK, Grayson AD, et al. Limitations of additive EuroSCORE for measuring risk stratified mortality in combined coronary and valve surgery. *Eur J cardoThorac Surg* 2004 ;26:318-322
228. De Keizer NF, Bonse GJ, Goldfad C, Rowan KM. He added value that increasing levels of diagnostic information provide in prognostic models to estimate hospital mortality for adult intensive care patients. *Intensive Care Med* 2000 ;26:577-584.
229. Le Gall JR, Neumann A, Hemery F, et al. Mortality prediction using SAPS II : an update for french intensive care units. *Crit Care* 2005 ;9:R645-R652 (Doi 10.1186/cc3821)
230. Li B, Evans D, Faris P, et al. Risk adjustment performance of Charlson and Elixhauser comorbidities in ICD-9 and ICD-10 administrative databases. *BMC Health Serv Res* 2008 ;8:12

231. Lin JL, Lin-Tan DT, Chu PH, et al. Cadmium excretion predicting hospital mortality and illness severity of critically ill medical patients. *Crit Care Med* 2009 ;37:957-962
232. Markgraf R, Deuschinoff G, Pientka L, et al. Comparison of acute physiology and chronic health evaluations II and III and simplified acute physiology score II : a prospective cohort study evaluating these methods to predict outcome in a german interdisciplinary intensive care unit. *Crit care Med* 2000 ;28:26-33.
233. Martins M, Blais R. Evaluation of comorbidity indices for inpatient mortality prediction models. *J clin Epidemiol* 2006;59:665-669
234. Kuzniewicz MW, Vasilevskis EE, Lane R, et al. Variation in ICU risk-adjusted mortality : impact of methods of assessment and potential confounders. *Crit Care Med* 2008 ;133:1319-1327
235. Metnitz PG, Vesely H, Valentin A, Popow C, Hiesmayr M, Lenz K, et al. Evaluation of an interdisciplinary data set for national intensive care unit assessment. *Crit Care Med* 1999 ;27:1486-1491.
236. Moreno RP, Metnitz PG, Almeida E, et al. SAPS 3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2 : Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intens Care Med* 2005 ;31:1345-1355
237. Moreno R, Miranda DR, Fidler V, et al. Evaluation of two outcome prediction models on an independent database. *Crit care Med* 1998 ;26:50-61.
238. Pine M, Norusis M, Jones B, et al. Predictions of hospital mortality rates : a comparison of data sources. *Ann Intern Med* 1997 ;126:347-354
239. Pine M, Jones B, Lou YB. Laboratory values improve predictions of hospital mortality. *Inter J Qual Health Care* 1998 ;10:491-501.
240. Polanczyk CA, Rohde LE, Philbin EA, Di Salvo TG. A new casemix adjustment index for hospital mortality among patients with congestive heart failure. *Med Care* 1998 ;36:1489-1499.
241. Pons JM, Espinas JA, Borrás JM, et al. Cardiac surgical mortality : comparison among different additive risk-scoring models in a multicenter sample. *Arch Surg* 1998 ;133:1053-1057
242. Ramiarina RA, Ramiarina BL, Almeida RM, Pereira WC. Comorbidity adjustment index for the international classification of diseases, 10th revision. *Rev Saude Publica* 2008 ;42:590-597.
243. Rathore SS, Weinfurt KP, Gross CP, Krumholz HM. Validity of a simple ST-elevation acute myocardial infarction risk index are randomized trial prognostic estimates generalizable to elderly patients ? *Circulation* 2003 ;107:811-816.
244. Reed JF, Iii, Olenchock SA, Jr., Murphy SA, et al. Off the shelf or recalibrate? customizing a risk index for assessing mortality. *Heart Surg Forum* 2003 ;6:232-236
245. Render ML, Welsh DE, Kollef M, Lott JH, Iii, Hui S, Weinberger M, et al. Automated computerized intensive care unit severity of illness measure in the Department of Veterans Affairs : preliminary results. *Crit Care* 2000 ;28:3540-3546.
246. Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeshow S, Salamon R. european system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiol thorac Surg* 1999 ;16:9-13.
247. Nashef SAM, Roques F, Hammill BG, et al. Validation of european system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE) in North American cardiac surgery. *Eur J Cardio Thorac Surg* 2002 ;22:101-105.

248. Rosenthal GE, Baker DW, Norris DG, Way LE, Harper DL, Snow RJ. Relationships between in-hospital and 30-day standardized hospital mortality : implications for profiling hospitals. *HSR* 2000 ;34:1449-1468.
249. Rosenthal GE, Vaughan SM, Hannan EL. In-hospital mortality following coronary artery bypass graft surgery in Veterans Health Administration and private sector hospitals. *Med care* 2003 ;41:522-535.
250. Shahian DM, Silverstein T, Lovett AF, et al. Comparison of clinical and administrative data sources for hospital coronary artery bypass graft surgery report cards. *Circulation* 2007 ;115:1518-1527.
251. Silber JH, Rosenbaum PR. A spurious correlation between hospital mortality and complication rates : the importance of severity adjustment. *Med Care* 1997 ;35:OS77-OS92
252. Simons JP, Ng SC, Hill JS, Shah SA, Bodnari A, Zhou Z, et al. In-Hospital Mortality for Liver Resection for Metastases : A Simple Risk Score. *J Surg res* 2009 ;156:21-25.
253. Southern DA, Quan H, Ghali WA. Comparison of the Elixhauser and Charlson/Deyo methods of comorbidity measurement in administrative data. *Med Care* 2004 ;42:355-360
254. Steen PM, Brewster AC, Bradbury RC, et al. Predicted probabilities of hospital death as a measure of admission severity of illness. *Inquiry* 1993 ;30:128-141
255. Stukenborg GJ, Wagner DP, Harrell FE, Jr., Oliver MN, Heim SW, Price AL, et al. Present-at-admission diagnoses improved mortality risk adjustment among acute myocardial infarction patients. *J Clin Epidemiol* 2007 ;60:142-154.
256. Stukenborg GJ, Wagner DP, Harrell FE, Jr., et al. Hospital discharge abstract data on comorbidity improved the prediction of death among patients hospitalized with aspiration pneumonia. *J Clin Epidemiol* 2004 ;57:522-532
257. Stukenborg GJ, Wagner DP, Connors AF, Jr. Comparison of the performance of two comorbidity measures, with and without information from prior hospitalizations. *Med Care* 2001 ;39:727-739
258. Tabak YP, Johannes RS, Silber JH, et al. Should Do-Not-Resuscitate status be included as a mortality risk adjustor? The impact of DNR variations on performance reporting. *Med Care* 2005 ;43:658-666
259. Tabak YP, Johannes RS, Silber JH. Using automated clinical data for risk adjustment : development and validation of six disease-specific mortality predictive models for pay-for-performance. *Med Care* 2007 ;45:789-805.
260. Tekkis PP, McCulloch P, Steger AC, et al. Mortality control charts for comparing performance of surgical units : validation study using hospital mortality data. *BMJ* 2003 ;326:786-788
261. Ugolini C, Nobilio L. Risk adjustment for coronary artery bypass graft surgery : an administrative approach versus EuroSCORE. *Int J Qual Health Care* 2004 ;16:157-164
262. Van Walraven C, Austin PC, Jennings A, et al. A modification of the Elixhauser comorbidity measures into a point system for hospital death using administrative data. *Med Care* 2009 ;47:626-633.
263. Weeks WB, Bazos DA, Bott DM, Lombardo R, Racz MJ, Hannan EL, et al. New York's statistical model accurately predicts mortality risk for veterans who obtain private sector CABG. *HSR* 2005 ;40:1186-1196.
264. Wong LS, Young JD. A comparison of ICU mortality prediction using the APACHE II scoring system and artificial neural networks. *Anaesthesia* 1999 ;54:1048-1054
265. Wu Y, Jin R, Grunkemeier GL. Validating the Clinical Outcomes Assessment Program risk model for percutaneous coronary intervention. *Am Heart J* 2006 ;151:1276-1280

266. Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, et al. Is hospital procedure volume a reliable marker of quality for coronary artery bypass surgery? A comparison of risk and propensity adjusted operative and midterm outcomes. *Ann Thorac Surg* 2005 ;79:1961-1969.
267. Zimmerman JE, Kramer AA, Mcnair DS, et al. Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) IV : hospital mortality assessment for today's critically ill patients. *Crit care Med* 2006 ;34:1297-1310.
268. Horn SD, Sharkey PD, Buckle JM, Backofen JE, averill RF, Horn RA. The relationship between severity of illness and hospital lenght of stay and mortality. *Med Care* 1991 ;29:305-317.
269. O'Connor GT, Plume SK, Olmstead EM, et al. For the Northern New England Cardiovascular Disease group. Multivariate prediction of in-hospital mortality associated with coronary artery bypass graft surgery from the Northern New england cardiovascular Study Group. *Circulation* 1992 ;85:2110-2118.
270. MacKenzie TA, Willan AR, Lichter J, et al. Patient classification systems : an evaluation of the state of art. Kingston, ontario : Case Mix Research. Queen's College ; 1991:1.
271. Wilson P, smoley SR, Werdegar D. Second repport of the California hospital Outcomes Project : acute myocardial infarction, volume one : Study overview and results summary. Sacramento, calif : office of staewide Health Planning and development ; 1996.
272. D'Hoore W, Bouckaert A, Tilquin C. Practical considerations on the use of the Charlson index with administrative data bases. *J Clin Epidemiol* 1996 ;49:1429-1433.
273. D'Hoore W, Sicotte C, Tilquin C. Risk adjustment in outcome assessment : The charlson comorbidity index. *Methods Inf med* 1993 ;32:382-387.
274. Deyo RA, Cherkin DC, Ciol MA. Adapting a clinical comorbidity index for use with ICD-9-CM administrative data. *J Clin Epidemiol* 1996 ;49:273-278.
275. Sirio CA, Shepardson LB, Rotondi AJ, Cooper GS, Angus DC, Harper DL, et al. Community-wide assessment of intensive care outcomes using a physiologically based prognostic measure : implications for critical care delivery
276. Sundararajan V, Henderson T, Perry C, et al. New ICD-10 version of the Charlson comorbidity index predicted in-hospital mortality. *J Clin Epidemiol* 2004 ;57:1288-1294
277. Quan H, Li B, Couris CM, Fushimi K, Graham P, Hider P, Januel JM, Sundararajan V. Updating and validating a chronic disease index for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from six countries. *Am J Epidemiol*.
278. Arozullah AM, Parada J, Bennett CL, et al. A rapid staging system for predicting mortality from HIV-associated community-acquired pneumonia. *CHEST* 2003; 123 : 1151-1160.
279. Austin PC, Naylor CD, Tu JV. A comparison of a Bayesian vs. a frequentist method for profiling hospital performance. *J Eval Clin Pract* 2001; 7 : 35-45.
280. Austin PC, Alter DA, Tu JV. The use of fixed- and random-effects models for classifying hospitals as mortality outliers : a Monte Carlo assessment. *Med Decis Making* 2003; 23: 526-539.
281. Ballard DJ, Bryant SC, O'Brien PC, et al. Referral selection bias in the Medicare hospital mortality prediction model: are centers of referral for Medicare beneficiaries necessarily centers of excellence? *Health Serv Res* 1994; 28: 771-784.
282. Berger A, Stauffer JC, Radovanovic D, et al. Comparison of in-hospital mortality for acute myocardial infarction in Switzerland with admission during routine duty hours versus admission during out of hours (insight into the AMIS plus registry). *Am J Cardiol* 2008; 101 : 422-427.

283. Brand R, van Hemel OJ, Elferink-Stinkens PM, et al. Comparing mortality and morbidity in hospitals : theory and practice of quality assessment in peer review. *Meth Inform Med* 1994; 33: 196-204.
284. Flanders WD, Shipp CC, FitzGerald DM, et al. Analysis of variations in mortality rates with small numbers. *Health Serv Res* 1994; 29: 461-471.
285. Galai N, Simchen E, Braun D, et al. Evaluating inter-hospital variability in mortality rates over time, allowing for time-varying effects. *Stat Med* 2002; 21: 21-33.
286. Glance LG, Dick A, Osler T, Li Y, Mukamuel DB. Impact of changing the statistical methodology on hospital and surgeon ranking : the case of the New York State Cardiac surgery report. *Card. Med Care* 2006; 44 : 311-319.
287. Gross PA, Braun BI, Kritchevsky SB, et al. Comparison of clinical indicators for performance measurement of health care quality: a cautionary note. *Clin Perf Qual Health Care* 2000; 8: 202-211.
288. Hannan EL, Wu C, DeLong ER, et al. Predicting risk-adjusted mortality for CABG surgery: logistic versus hierarchical logistic models. *Med Care* 2005; 43: 726-735.
289. Hinchey JA, Furlan AJ, Frank JI, et al. Is in-hospital stroke mortality an accurate measure of quality of care? *Neurology* 1998; 50 : 619-625.
290. Iezzoni LI, Foley SM, Daley J, et al. Comorbidities, complications, and coding bias. Does the number of diagnosis codes matter in predicting in-hospital mortality? *JAMA* 1992; 267: 2197-2203.
291. Janssen F, Kunst AE. ICD coding changes and discontinuities in trends in cause-specific mortality in six European countries, 1950-99. *Bull WHO* 2004; 84 (12).
292. Johansson LA, Westerling R. Comparing Swedish hospital discharge records with death certificates : implications for mortality statistics. *Intern J Epidemiol* 2000; 29 : 495-502.
293. Jones ME, Swerdlow AJ. Bias in the standardized mortality ratio when using general population rates to estimate expected number of deaths. *Am J Epidemiol* 1998; 148: 1012-1017.
294. Kim SP, Feinglass J, Bennett CL, et al. Merging claims databases with a tumor registry to evaluate variations in cancer mortality : results from a pilot study of 698 colorectal cancer patients treated at one hospital in the 1990s. *Cancer Invest* 2004; 22: 225-233.
295. Kirkham JJ, Bouamra O. The use of statistical process control for monitoring institutional performance in trauma care. *J Trauma* 2008; 65: 1494-1501.
296. Kunadian B, Dunning J, Roberts AP, et al. Funnel plots for comparing performance of PCI performing hospitals and cardiologists : demonstration of utility using the New York hospital mortality data. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009; 73: 589-594.
297. Lemeshow S, Klar J, Teres D. Outcome prediction for individual intensive care patients : useful, misused, or abused? *Intensive Care Med* 1995; 21: 770-776.
298. Liu Jiannong, Louis TA, Pan W, Ma JZ, Collins AJ. Methods for estimating and interpreting provider-specific standardized ratios. *Health Serv Outcomes Res Methodol* 2003; 4 :135-149.
299. Luft HS, Brown BW, Jr. Calculating the probability of rare events : why settle for an approximation? *Health Serv Res* 1993; 28 : 419-439.
300. Luft HS, Romano PS. Chance, continuity, and change in hospital mortality rates. Coronary artery bypass graft patients in California hospitals, 1983 to 1989. *JAMA* 1993; 270: 331-337.
301. Mohammed MA, Deeks JJ, Girling A, et al. Evidence of methodological bias in hospital standardised mortality ratios: retrospective database study of English hospitals. *BMJ* 2009;338:b780.

302. Murray CJ, Lopez AD, Barofsky JT, et al. Estimating population cause-specific mortality fractions from in-hospital mortality : validation of a new method. *PLoS Med* 2007; 4: e326. DOI :10.1371/journal.pmed.0040326
303. Ostermann ME, Chang RW, Group RPU. Prognosis of acute renal failure: an evaluation of proposed consensus criteria. *Intensive Care Med* 2005; 31: 250-256.
304. Pine M, Fry DE. Linking processes and outcomes to improve surgical performance: a new approach to morbidity and mortality peer review. *Am Surgeon* 2006; 72: 1115-1119.
305. Rittgen W, Becker N. SMR analysis of historical follow-up studies with missing death certificates. *Biom* 2000; 56: 1164-1169.
306. Russel Localio A, Hamory BH, Fisher AC, et al. The public release of hospital and physician mortality data in Pennsylvania. A case study. *Med Care* 1997; 35: 272-286.
307. Shahian DM, Normand SL. Comparison of "risk-adjusted" hospital outcomes. *Circulation* 2008; 117: 1955-1963.
308. Sherlaw-Johnson C, Morton A, Robinson MB, et al. Real-time monitoring of coronary care mortality: a comparison and combination of two monitoring tools. *Intern J Cardiol* 2005; 100: 301-307.
309. Smith DW. Evaluating risk adjustment by partitioning variation in hospital mortality rates. *Stat Med* 1994; 13 : 1001-1013.
310. Thomas JW, Hofer TP. Accuracy of risk-adjusted mortality rate as a measure of hospital quality of care. *Med Care* 1999; 37: 83-92.
311. Thomas N, Longford NT, Rolph JE. Empirical Bayes methods for estimating hospital-specific mortality rates. *Stat Med* 1994; 13: 889-903.
312. Tu YK, Gilthorpe MS. The most dangerous hospital or the most dangerous equation? *BMC Health Serv Res* 2007; 7: 185.
313. Frisch L, Anscombe L, Bamford M. How can we know whether short term trends in a hospital's HSMR are significant? *Adv Inform Technol Comm Health* 2009; 143: 149-154.
314. Miller MG, Miller LS, Fireman B, Black SB. Variation in practice for discretionary admissions. Impact on estimates of quality of hospital care. *JAMA* 1994; 271 : 1493-1498.
315. Alter DA, Austin PC, Naylor CD, Tu JV. Factoring socioeconomic status into cardiac performance profiling for hospitals: does it matter? *Med Care* 2002;40:60-67.
316. Ansari MZ, Ackland MJ, Jolley DJ, Carson N, McDonald IG. Inter-hospital comparison of mortality rates. *Inter J Qual Health Care* 1999;11:29-35.
317. Ansari MZ, Collopy BT, Hart WG, Carson NJ, Chandraraj EJ. In-hospital mortality and associated complications after bowel surgery in Victorian public hospitals. *Aust NZ J Surg* 2000;70:6-10.
318. Ash AS, Posner MA, speckman J, et al. Using claims data to examine mortality trends following hospitalization for heart attack in medicare. *HSR* 2003;35:1253-1262.
319. Austin PC, are (the log-odds of) hospital mortality rates normally distributed ? implications for studying variations in outcomes of medical care. *J Eval Clin Pract* 2009 ; 15 : 514-523.
320. Bottle A, Aylin P. Intelligent information : a national system for monitoring clinical performance. *HSR* 2008;43:10-31
321. Bozcuk H, Bilge U, Koyuncu E, Gulkesen H. An application of a genetic algorithm in conjunction with other data mining methods for estimating outcome after hospitalization in cancer patients. *Med Sci Monit* 2004;10:CR246-CR251.
322. Coffey RM, Goldfarb MG. DRGs and Disease Staging for reimbursing medicare patients. *Med Care* 1986; 24 : 814-829.

323. Coory M, Scott I. Analysing low-risk patient populations allows better discrimination between high-performing and low-performing hospitals : a case study using in-hospital mortality from acute myocardial infarction. *Inter Qual Health Care* 2007;16:324-328.
324. Dabal RJ, Goss JR; Maynard C, Aldea GS. The effect of left internal mammary artery utilization on short-term outcomes after coronary revascularization. *Ann Thorac Surg* 2003;76:464-470.
325. Das R, Kilcullen N, Morrel C, et al. The British cardiac society working group definition of myocardial infarction : implication for practice. *Heart* 2006;92:21-26.
326. Davierwala PM, Maganti M, Yau TM. Decreasing significance of left ventricular dysfunction and reoperative surgery in predicting coronary artery bypass grafting-associated mortality : a twelve-year study. *Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:1335-1344.
327. Dimick JB, Birkmeyer JD. Ranking hospitals on surgical quality : does risk-adjustment always matter? *J Am Coll Cardiol* 2008;207:347-351
328. Elixhauser A, Steiner C, Harris R, Coffey RM. Comorbidity measures for use with administrative data. *Med Care* 1998;36:8-27.
329. Farley DE, Ozminkowski RJ. Volume-outcome relationships and in-hospital mortality : the effect of changes in volume over time. *Med Care* 1992;30:77-94.
330. Flum DR, Fisher N, Thompson J, et al. Washington State's approach to variability in surgical processes/outcomes: surgical clinical outcomes assessment program (SCOAP). *Surgery* 2005;138:821-828.
331. Fried L, Bernardini J, piraino B. Comparison of the Charlson comorbidity index and the Davies score as a predictor of outcomes in PD patients. *Perit Dial Int* 2003 ; 568-573.
332. Garnick DW, DeLong ER, Luft HS. Measuring hospital mortality rates : are 30-day data enough? Ischemic Heart Disease Patient Outcomes Research Team. 1995;29:679-695.
333. Gibson RF, Haug PJ, Horn SD. Lessons from evaluating an automated patient severity index. *JAMIA* 1996;3:349-357.
334. Gillum LA, Johnston SC. Characteristics of academic medical centers and ischemic stroke outcomes. *Stroke* 2001;32:2137-2142.
335. Gordon TA, Bowman HM, Tielsch JM, Bass EB, Burleyson GP, Cameron JL. Statewide regionalization of pancreaticoduodenectomy and its effect on in-hospital mortality. *Ann Surg* 1998;228:71-78.
336. Goss JR, Whitten RW, Phillips RC, et al. Washington State's model of physician leadership in cardiac outcomes reporting. *Ann Thorac Surg* 2000;70:695-701.
337. Hannan EL, Wu C, Bennett EV, Carlson RE, Culliford AT, Gold JP, et al. Risk index for predicting in-hospital mortality for cardiac valve surgery. *Ann Thorac Surg* 2007;83:921-929.
338. Hannan EL, Wu C. assessing quality and outcomes for percutaneous coronary intervention: choosing statistical models, outcomes, time periods, and patients populations. *Am Heart J* 2003;145:571-574.
339. Hartz AJ, Kuhn EM, Krakauer H. The relationship of the value of outcome comparisons to the number of patients per provider. *Inter J Qual Health Care* 1997;9:247-254.
340. Harvey KB, Moldawer LL, Bistrrian BR, Blackburn GL. Biological measures for the formulation hospital prognostic index. *Am J Clin Nutr* 1981;34:2013-2022.
341. Iezzoni LI, Daley J, Heeren T, Foley SM, Hughes JS, Fisher ES, et al. Using administrative data to screen hospitals for high complication rates. *Inquiry* 1994;31:40-55.
342. Iezzoni LI, Ash AS, Coffman GA, et al. Predicting in-hospital mortality. A comparison of severity measurement approaches. *Med care* 1992;30:347-359

343. Incalzi RA, Capparella O, Gemma A, Landi F, Bruno E, Di MF, et al. The interaction between age and comorbidity contributes to predicting the mortality of geriatric patients in the acute-care hospital. *J Intern Med* 1997;242:291-298.
344. Jie X, Qingyan M, Zheng WY. Comparable results between standardization methods and regression analysis in predicting mortality rate among samples with burns. *Burns* 2003;29:247-255
345. Jones RH, Hannan EL, Hammermeister KE, et al. Identification of preoperative variables needed for risk adjustment of short-term mortality after coronary artery bypass graft surgery. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1478-1487.
346. Karanicolas PJ, Dubois L, Colquhoun PHD, et al. The more the better ? The impact of surgeon and hospital volume on in-hospital mortality following colorectal resection. *Ann surg* 2009;249:954-959.
347. Knaus WA, Wagner DP, Zimmerman JE, Draper EA. Variations in mortality and length of stay in intensive care units. *Ann Intern Med* 1993;118:753-761.
348. Ko CY, Chang JT, Chaudhry S, Kominski G. Are high-volume surgeons and hospitals the most important predictors of in-hospital outcome for colon cancer resection? *Surgery* 2002;132:268-273.
349. Kosiborod M, Inzucchi SE, Krumholz HM, Xiao L, Jones PG, Fiske S, et al. Glucometrics in patients hospitalized with acute myocardial infarction : defining the optimal outcomes-based measure of risk. *Circulation* 2008;117:1018-1027.
350. Librero J, Peiro S, Ordinana R. Chronic comorbidity and outcomes of hospital care : length of stay, mortality, and readmission at 30 and 365 days. *J Clin Epidemiol* 1999;52:171-179.
351. Lied TR, Kazandjian VA, Hohman SF. Impact of risk adjusted clinical outcomes methodology--quality measures on hospital mortality data : a statistical and case study approach. *Am J Med Qual* 1999;14:255-261.
352. Metha RH, Stalhandske EJ, McCagar PA, Ruane TJ, Eagle KA. Elderly patients at highest risk with acute myocardial infarction are more frequently transferred from community hospitals to tertiary centers : reality or myth ? *Am Heart J* 1999;138:688-695.
353. Metnitz PGH, Moreno RP, Almeida E, et al. SAPS 3 – From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 1. Objectives, methods and cohort description. *Intensive Care Med* 2005;31:1336-1344.
354. Osterwalder JJ. Mortality of blunt polytrauma : a comparison between emergency physicians and emergency medical technicians--prospective cohort study at a level I hospital in eastern Switzerland. *J Trauma Injury Infect Crit Care* 2003;55:355-361.
355. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation* 1989;79(Suppl. 1) :S3-S12.
356. Perkins AJ, Kroenke K, Unutzer J, Katon W, Williams Jr JW, Hope C, Callahan CM. Common comorbidity scales were similar in their ability to predict health care cost and mortality. *J Clin Epidemiol* 2004 ; 57 : 1040-1048.
357. Peterson ED, Alexander KP, Malenka DJ, Hannan EL, O'Conner GT, McCallister BD, et al. Multicenter experience in revascularization of very elderly patients. *Am Heart J* 2004;148:486-492.
358. Pine M, Jordan HS, Elixhauser A, et al. Modifying ICD-9-CM coding of secondary diagnoses to improve risk-adjustment of inpatient mortality rates. *Med Dec Making* 2009;29:69-81

359. Prytherch DR, Hiteley MS, Higgins B, et al. POSSUM and Porthmouth POSSUM for predicting mortality. *Br J Surg* 1998;85:1217-1220.
360. Rosenthal GE, Shah A, Way LE, Harper DL. Variations in standardized hospital mortality rates for six common medical diagnoses : implications for profiling hospital quality. *MedC* 1998;36:955-964.
361. Selker HP, Griffith J, D'Agostino RB. A time-insensitive predictive instrument for acute hospital mortality due to congestive heart failure : development testing, and use for comparing hospitals : a multicenter study. *Med Care* 1994;32:1040-1052.
362. Sevransky JE, Martin GS, Mendez-Tellez P, Shanholtz C, Brower R, Pronovost PJ, et al. Pulmonary vs nonpulmonary sepsis and mortality in acute lung injury. *CHEST* 2008;134:534-538.
363. Shaw LJ, Shaw RE, Merz CN, Brindis RG, Klein LW, Nallamothu B, et al. Impact of ethnicity and gender differences on angiographic coronary artery disease prevalence and in-hospital mortality in the American College of Cardiology-National Cardiovascular Data Registry. *Circulation* 2008;117:1787-1801.
364. Shen JJ. Severity of illness, treatment environments, and outcomes of treating acute myocardial infarction for Hispanic Americans. *Ethnic Dis* 2002;12:488-498.
365. Stukenborg GJ, Wagner DP, Harrell FE, Jr., Oliver MN, Heim SW, Price AL, et al. Which hospitals have significantly better or worse than expected mortality rates for acute myocardial infarction patients? Improved risk adjustment with present-at-admission diagnoses. *Circulation* 2007;116:2660-2968.
366. Suka M, Oeda S, Ichimura T, et al. Comparison of proportional hazard model and neural network models in a real data set of intensive care unit patients. *Stud Health Technol Inform* 2004;107:741-745
367. William Thomas J, Holloway JJ, Guire KE. Validating risk-adjusted mortality as an indicator for quality of care. *Inquiry* 1993;30:6-22.
368. Tibby SM, Taylor D, Festa M, et al. A comparison of three scoring systems for mortality risk among retrieved intensive care patients. *Arch Dis Child* 2002;87:421-425
369. Torres OH, Francia E, Longobardi V, Gich I, Benito S, Ruiz D. Short- and long-term outcomes of older patients in intermediate care units. *Intensive Care Med* 2006 ; 32 : 1052-1059.
370. Welke KF, Peterson ED, Vaughan-Sarrazin MS, O'Brien SM, Rosenthal GE, Shook GJ, et al. Comparison of cardiac surgery volumes and mortality rates between the Society of Thoracic Surgeons and Medicare databases from 1993 through 2001. *Ann Thorac Surg* 2007;84:1538-1546.
371. Wolbers M, Koller MT, Wittteman JCM, Steyerberg EW. Prognostic models with competing risks : methods and application to coronary risk prediction. *Epidemiol* 2009 ; 20 : 555-561.
372. Wu C, Hannan EL, Ryan TJ, Bennett E, Culliford AT, Gold JP, et al. Is the impact of hospital and surgeon volumes on the in-hospital mortality rate for coronary artery bypass graft surgery limited to patients at high risk? *Circulation* 2004;110:784-789.
373. Young WW, Kohler S, Kowalski J. PMC Patient Severity Scale : derivation and validation. *HSR* 1994;29:367-390.
374. Zhu BP, Lemeshow S, Hosmer DW, Klar J, Avrunin J, Teres D. Factors affecting the performance of the models in the Mortality Probability Model II system and strategies of customization : a simulation study. *Crit Care Med* 1996;24:57-63.
375. Roques F, Michel P, Goldstone AR, Nashef SAM. +The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J* 2003;24:1-2.

376. Al-Haider AS, Wan T T H. Modeling organizational determinants of hospital mortality. *Health Serv Res* 1991; 26 : 303-323.
377. Kirwood BR, Stern JAC. *Medical statistics*. 2<sup>nd</sup> ed. Boston, Mass : Blackwell Science; 2003:180-387.
378. DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986; 7(3):177-188.
379. Higgins JP, Thompson SG. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Stat Med* 2002; 21(11): 1539-1558.
380. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analysis. *BMJ* 2003; 327(7414): 557-560.
381. Rodgers JL. The epistemology of mathematical and statistical modelling : a quiet methodological revolution. *Am Psychol* 2010; 65:1-12.
382. Ding YY. Risk adjustment : towards achieving meaningful comparison of health outcomes in the real world. *Ann Acad Med Singapore* 2009;38:552-558.
383. JCAHO, *Lexikon*, 1994.
384. Shahian DM, Wolf RE, Iezzoni LI, Kirle L, Normand SLT. Variability in the measurement of hospital-wide mortality rates. *NEJM* 2010;363 : 2530-2539.
385. Le taux de mortalité hospitalière constitue-t-il un indicateur de la qualité des soins ? Document préparatoire\* - mars 2009.
386. Hawkes N. Patient coding and the ratings game. *BMJ* 2010;340:950-952.
387. Black N. assessing the quality of hospitals : hospital standardized mortality ratios should be abandoned. *BMJ* 2010;340:933-934.
388. Lilford R, Provonost P. Using hospital mortality rates to judge hospital performance: a bad idea that just won't go away. *BMJ* 2010;340:955-957.
389. Halfon P, Egli Y, Prêtre-Rohrbach I, Meylan D, Marazzi A, Burnand B. Validation of the potentially avoidable hospital readmission rates as a routine indicator of the quality of hospital care. *Med Care* 2006; 44: 972-981.
390. Egli Y, Halfon P, Meylan D, Taffe P. Surgical safety and hospital volume across a wide range of interventions. *Med Care* 2010; 48: 962-971.
391. Zhan C, Miller MR. Excess length of stay, charges and mortality attributable to medical injuries during hospitalization. *JAMA* 2003;290:1868-1874.
392. Raleigh VS, Cooper J, Bremner SA, Scobie S. Patient safety indicators for England from hospital administrative data: case-control analysis and comparison with US data. *BMJ* 2008;337:a1702 doi :10.1136/bmj.a1702
393. Quan H, Drosler S., Sundararajan V, et al. for the IMECCHI Investigators. Adaptation of AHRQ Patient safety Indicators for use in ICD-10 administrative data by an international consortium. *AHRQ Advances in Patient safety 2 : News Directions and Alternatives Approaches*. Vol 1. Assessment. Taxonomies and Measurement. Agency for Health Care Research and Quality Publication 2008. [http://www.ahrq.gov/downloads/pub/advances2/vol1/Advances-Quan\\_52.pdf](http://www.ahrq.gov/downloads/pub/advances2/vol1/Advances-Quan_52.pdf)
394. Januel JM, Duclos A, Bestion A, et al. Développement d'indicateurs de la sécurité des soins (PSI) à partir des bases de données médicoadministratives hospitalières : Évaluation et validation d'une sélection d'indicateurs. Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques, Paris, 2009. SERIE ETUDES ET RECHERCHES, n°93, 26p [www.sante.gouv.fr/drees/serieetudes/pdf/serieetud93.pdf](http://www.sante.gouv.fr/drees/serieetudes/pdf/serieetud93.pdf)
395. Arnault S, Fizzala A, Leroux I, Lombardo P. L'activité des établissements de santé en 2006 en hospitalisation complète et partielle. *Etudes et résultats, DREES*, n° 618, décembre 2007.

396. Januel JM, Harbarth S, Allard R, et al. Estimating attributable mortality due to nosocomial infections acquired in intensive care units. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;31:388-394.
397. Fabbro-Peray P, Sotto A, Defez C, Cazaban M, Molinari L, Pinede M, et al. Mortality attributable to nosocomial infection : a cohort of patients with and without nosocomial infection in a French university hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:265-272.
398. Garcia-Martin M, Lardelli-Claret P, Jiménez-Moleon JJ, Buenos-Cavanillas A, Luna-del-Castillo JD, Galvez-Vargas R. Proportion of hospital deaths potentially attributable to nosocomial infection. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001;22:708-714.
399. Doll R, Hill AB. Smoking and carcinoma of the lung. *Br Med J* 1950;221:739-748.
400. Levin MI, Goldstein H, Gerhardt PR. Cancer and tobacco smoking. *J Am Med Assoc* 1950;143:336-338.
401. Ezzati M, Lopez AD. Estimates of global mortality attributable to smoking in 2000. *The Lancet* 2003;362:847-852.
402. Hofoss D, Veenstra M, Krogstad U. Multilevel analysis in health services research : a tutorial. *Ann Ist Super Sanita* 2003;39:213-222.
403. Tan A, Freeman JL, Freeman DH. Evaluating health care performance : strengths and limitations of multilevel analysis. *Biom J* 2007;49:707-718.
404. Dimick JB, Welch HG, Birkmeyer JD. Surgical mortality as an indicator of hospital quality. The problem with small sample size. *JAMA* 2004;292:847-851.
405. Marcin JP, Romano PS. Size matters to a model's fit. *Crit Care Med* 2007;35:2212-2213.
406. Norris CM, Ghali WA, Knudtson ML, Naylor CD, Saunders LD. Dealing with missing data in observational health care outcome analysis. *J Clin Epidemiol* 2000;53:377-383.
407. Grammatico-Guillon L, Thiolet JM, Bernillon P, Coignard B, Khoshnood B, Desenclos JC. Relationship between the prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection and indicators of nosocomial infection control measures : a population-based study in French hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30: 861-869.
408. JC Luthi, JM Januel, Quan H, Ghali WA, Burnand B. Trend in reliability of comorbidity information derived from administrative data between 1999 and 2003 in a Swiss university hospital. Abstract dans *Eur J Public Health* 2006 ;16 (Suppl. 1) :S8-S27.

## **Annexes**

# Annexe 1 - Grille de lecture utilisée pour la sélection des articles et l'extraction des données

## Grille de lecture Revue de littérature sur les méthodes d'ajustement dans les modèles d'évaluation de la mortalité hospitalière

<b>Titre de l'article :</b>		
<b>Type d'article</b>		
1. Revue de littérature	<input type="checkbox"/>	
2. Éditorial	<input type="checkbox"/>	
3. Commentaire	<input type="checkbox"/>	
4. Étude originale	<input type="checkbox"/>	
<b>Année de publication</b>		
<b>A. Éligibilité des articles sur lecture du titre et du résumé</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
1. L'objectif est-il bien celui d'évaluer la mortalité hospitalière, d'évaluer des facteurs de risques des patients qui décèdent en cours d'hospitalisation, de comparer plusieurs modèles, ou de valider un modèle pour une population particulière de patients hospitalisés ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La population correspondait-elle à des patients adultes uniquement ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'article a-t-il été sélectionné à l'issue de cette première lecture ? (oui si l'un des objectifs rempli + population de patients adultes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>B. Inclusion sur lecture du texte en entier</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
1. Si revue de littérature, éditorial ou commentaire :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1. Existence de différents modèles pour estimer la mortalité hospitalière ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2. Objectif de comparer les établissements entre eux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3. Ajustement / performance des modèles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4. Pertinence d'utiliser la mortalité hospitalière comme indicateur de qualité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Si étude originale rapportant la performance des modèles :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1. Mortalité intra-hospitalière vs. à 30 jours ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Intra-hospitalière	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- À 30 jours	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Autres (préciser : .....)		
2.2. Critères d'évaluation de la performance des modèles ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- C-statistique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Hosmer-Lemeshow		
3. Si étude originale ne rapportant pas de critère de la performance des modèles :		
3.1. Étude présentant une(des) question(s) particulière(s) liée(s) aux méthodes d'ajustement de la mortalité hospitalière ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Préciser: .....		
.....		
.....		
.....		
L'article a-t-il été inclus à l'issue de cette deuxième lecture (revue de littérature, éditorial ou commentaire) ? (oui si réponse positive à au moins une des questions 1.1., 1.2., 1.3., ou 1.4.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'article a-t-il été inclus à l'issue de cette deuxième lecture (étude originale présentant un critère d'évaluation de la performance des modèles) ? (oui si réponse "intra-hospitalière" ou "à 30 jours" à la question 2.1. + si réponse positive à C-statistique à la question 2.2.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'article a-t-il été inclus à l'issue de cette deuxième lecture (étude originale ne rapportant pas de critère de la performance des modèles) ? (oui si réponse positive à la question 3.1.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>C. Données recueillies pour les articles inclus (études originales présentant un critère d'évaluation de la performance des modèles)</b>		
1. Zone géographique ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Amérique du Nord	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Préciser le(s) pays : .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Europe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Préciser le(s) pays : .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Asie		
Préciser le(s) pays : .....		
- Océanie		

Préciser le(s) pays : .....

- Autres

Préciser le(s) pays : .....

2. Etude uni-centrique  vs. multi-centriques  Si multi-centriques, combien de centres : .....

3. Type de population ?

- Soins aigus (tous)

- Autre

- Si autre, préciser: .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. Taille de l'échantillon de patients hospitalisés : .....

Si plusieurs sous-groupes dans la même étude :

- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°1 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°2 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°3 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°4 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°5 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°6 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°7 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°8 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°9 : .....
- Taille de l'échantillon de patients hospitalisés n°10 : .....

5. Nombre de patients décédés : .....

Si plusieurs sous-groupes dans la même étude :

- Nombre de patients décédés sous-groupe n°1 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°2 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°3 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°4 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°5 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°6 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°7 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°8 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°9 : .....
- Nombre de patients décédés sous-groupe n°10 : .....

6. Ajustement sur des variables définissant le casemix ?

- Sexe
- Age
- Score/index validé: .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- Autres: .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

7. Données entrant dans la composition des variables d'ajustement sur la gravité des patients :

- Sexe
- Âge
- Groupes homogènes de maladies (GHM, DRGs, AP-DRGs, APR-DRGs...)
- Organes
- Comorbidités (indices de Charlson, d'Elixhauser...)
- Diagnostics
- Données physiologiques (PA, Freq cardiaque...)
- Fraction d'éjection systolique
- Données de laboratoire
- Facteurs empiriques

8. Sources de données utilisées :

- Cliniques
- Médico-administratives
- Mixes (cliniques / médico-administratives)

**D. Commentaires**

**Annexe 2a. Description des scores/indices de la gravité des patients utilisés pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière estimé dans des populations de patients hospitalisés en services de soins aigus pour une large sélection de pathologies de manière générale**

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
CSI (Computerized Severity Index)	(1981) International Severity Information Systems, Salt Lake City, Utah, USA.	Tous	Cliniques	Variables cliniques concernant des maladies cliniques classées dans des sous-groupes de maladies.	Score en 4 catégories défini au niveau de chaque maladie (1, 2, 3, 4) et 4 catégories au niveau de toutes les maladies combinées (1, 2, 3, 4).
Disease Staging	(1984) SysteMetrics/MEDSTAT Group, Santa Barbara, CA, USA.	Tous	Médico-administratives	Score évaluant la gravité des patients sous <b>trois dimensions</b> : étiologique, organique et selon la complexité des complications dérivées des DRGs définis sur la base des informations du résumé de sortie d'hospitalisation codées.	Modèle prédictif basé sur la présence ou non des items. Utilisation dans un modèle prédictif de la mortalité où chaque item est codé 0/1 (« Mortality Probability Model ») ou stratifié sur les trois dimensions définies dans la description ci-contre.
MedisGroups	(1985 / 1993) MediQual Systems, Inc, Westborough, Mass., USA.	Tous	Cliniques	> 250 items cliniques clés (KCFs = Key clinical findings). Index utilisé dans un modèle prédictif calculé sur la base de 67 sous-groupes de maladies définis sur la base des catégories majeures de diagnostics (CMD).	<u>Modèle original (1983)</u> : score global de 0 à 4. <u>Modèle empirique (1993)</u> : probabilité de décéder relatif à chaque item clinique (0/1).

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
ADMIN	(1987) Adaptation à Medicare du score de gravité MMPS développé par the Health Care Financing Administration (HCFA)	Tous	Médico- administratives	Variables incluant l'âge et le sexe, ainsi qu'une variable informant sur la présence de l'une des comorbidités suivantes (codes diagnostiques) : diabète, maladies respiratoires chroniques, cancer, maladies hépatiques chroniques, maladies rénales chroniques, maladies dégénératives cérébro-vasculaires ou psychoses chroniques, hypertension, maladies cardio- vasculaires chroniques, et une hospitalisation dans les 6 mois précédents.	Score agrégé

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
CCI (Charlson Comorbidity Index)	(1987) M.E. Charlson et al.	Cancer du sein	Médico-administratives	<p><b>19 conditions médicales (comorbidités)</b>, développé sur la base des diagnostics à l'admission codés avec la CIM-9-CM.</p> <p>À chaque comorbidité est assigné un poids basé sur la valeur du risque relatif (RR) selon la distribution suivante : <b>Poids = 1 (RR ≥ 1,2 &lt;1,5)</b> : infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque congestive, maladie vasculaire périphérique, accident cérébrovasculaire (sauf hémiplegie), démence, maladie pulmonaire chronique, maladie rhumatismale, ulcère gastrique, hépatopathie légère, diabète sans complication chronique. <b>Poids = 2 (RR ≥ 1,5 &lt;2,5)</b> : paralysie/hémiplegie, insuffisance rénale, diabète avec complication chronique, tumeur, lymphome, leucémie. <b>Poids = 3 (RR ≥ 2,5 &lt;3,5)</b> : hépatopathie modérée à sévère. <b>Poids = 6 (RR ≥ 3,5)</b> : cancer avec métastase, SIDA.</p> <p>Adaptaté à la CIM-10 par Sundararajan <i>et al.</i></p>	Score prédictif agrégé de la mortalité (valeur de 0 à 37). Utilisation du score possible de manière non agrégée (chaque condition médicale est prise en compte indépendamment (0/1))

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
DM-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par des équipes du Dartmouth/Manitoba)	(1989 / 1993)	Pontage coronarien Hernie discale	Médico-administratives	<u>Modifications de la version initiale du CCI</u> : Mortalité post-opératoire à 1 année incluant les complications significatives intervenues durant le séjour.	Utilisation en score agrégé ou non idem CCI original
Deyo-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par Deyo <i>et al.</i> )	(1992)	Hernie discale	Médico-administratives	<u>Modifications de la version initiale du CCI</u> : Mortalité post-opératoire intra-hospitalière ou jusqu'à 6 semaine après la sortie. Inclusions d'autres variables pour l'ajustement (âge, sexe, race, statut socio-économique, région d'hospitalisation). Diagnostics durant l'hospitalisation avec ou sans les diagnostics durant l'année précédente.	Utilisation en score agrégé ou non idem CCI original

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
D'Hoore-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par D'Hoore <i>et al.</i> )	(1993/1996)	Pathologies cardiaques ischémiques	Médico-administratives	<u>Modifications de la version initiale du CCI</u> : Mortalité intra-hospitalière. Inclusion d'autres variables pour l'ajustement (âge, sexe). Prise en compte du diagnostic principal et de 15 diagnostics secondaires (sélection basée sur les 3 premiers digits des codes de la CIM utilisée pour identifier les diagnostics médicaux).	Utilisation en score agrégé ou non idem CCI original
Ghali-CI (Charlson Comorbidity Index adapté par Ghali <i>et al.</i> )	(1996)	Pontage coronarien	Médico-administratives	<u>Modifications de la version initiale du CCI</u> : Mortalité intra-hospitalière. Réduction à 5 du nombre de conditions médicales et des poids assigné à chacune d'elles : infarctus du myocarde (poids = 1), insuffisance cardiaque congestive (poids = 4), maladie vasculaire périphérique (poids = 2), accident cérébrovasculaire (poids = 1), insuffisance rénale (poids = 3).	Utilisation en score agrégé ou non idem CCI original

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
Index d'Elixhauser	(1998) E. Elixhauser et al.	10 pathologies : cancer du sein, infarctus du myocarde, asthme, appendicectomie, hernie abdominale, diverticulose, maladie des voies biliaires, douleurs lombaires, pneumonie, diabète avec complications.	Médico-administratives	<b>30 conditions médicales</b> , développé sur la base des diagnostics médicaux codés avec la CIM-9-CM. Chaque comorbidité a le même poids (Poids = 1) dans le score : arythmie cardiaque, insuffisance cardiaque congestive, maladie vasculaire périphérique, maladie pulmonaire circulatoire, valvulopathie cardiaque, accident cérébrovasculaire, autres maladies neurologiques, hypertension artérielle, maladie pulmonaire chronique, paralysie/hémiplégie, maladie rhumatismale, ulcère gastrique non hémorragique, hépatopathie, diabète sans complication chronique, diabète avec complication chronique, insuffisance rénale, hypothyroïdie, lymphome/leucémie, tumeur solide sans métastase, cancer avec métastase, SIDA, anémie par perte de sang, anémie déficitaire, coagulopathie, désordres électrolytiques, perte de poids, obésité, abus de drogue, psychose, dépression. Adapté à la CIM-10	Score agrégé prédictif de la mortalité intra-hospitalière (valeur du score de 0 à 31). Utilisation du score possible de manière non agrégée : chaque condition médicale peut être prise en compte indépendamment (0/1)

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
CDS (Chronic Disease Score)	(1992) Group Health Cooperative of Puget Sound in Seattle and surrounding communities.	Pathologies chroniques.	Données de registre sur la base du standard défini par the American Hospital Formulary Services (AHFS).	Données des prescriptions médicales (Health Cooperative Pharmacy Database). À chaque prescription est assigné un poids défini par consensus d'un panel d'expert.	Score agrégé de la mortalité à 1 année
CDS-2 (Extended Chronic Disease Score)	(1995) Group Health Cooperative of Puget Sound in Seattle and surrounding communities.	Pathologies chroniques	Données de registre sur la base du standard défini par l'AHFS.	<u>Modification de la version initiale du CDS :</u> Poids assigné à chaque prescription sur la base d'une méthode empirique.	Score agrégé de la mortalité à 1 année
PMCs Severity Scale ( <i>Patient Management Categories</i> )	(1994) Pittsburg Health Research Institute at Duquesne University, Pittsburgh, Pa., USA.	Tous	Médico-administratives	Dérivé du PCM Relative Intensity Score (PCM-RIS) à partir des DRGs issus des informations du résumé de sortie d'hospitalisation codées.	Score agrégé défini par 7 niveaux (1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7) représentant les facteurs de risques les plus vraisemblables de la mortalité, ce score prend en compte les effets de co-existence de plusieurs facteurs de risques potentiels.
APR-DRGs ( <i>All Patient Refined Diagnosis-Related groups</i> )	(1993) 3M Health Information Systems, Wallingford, Conn., USA.	Tous	Médico-administratives	Sur la base d'une classification des patients selon des sous-groupes définis par 382 DRGs.	Définition de 4 niveaux de gravité croissante des patients (A, B, C, D) et de 1528 sous catégories. Taux normalisé de la mortalité hospitalière calculé pour chaque sous-groupes (strates) de patients.

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
R-DRGs ( <i>Refined Diagnosis-Related Groups</i> )	(1994) Université de Yale « Health Systems Consultants » dirigée par K. Schneider, New Haven, Conn., USA.	Tous	Médico- administratives	Sur la base des diagnostics codés à partir des résumés de sortie des patients regroupés en DRGs. Utilisation de DRGs adjacents (sous- groupes constitués de DRGs préalablement combinés pour définir des complications et des comorbidités identifiés par des codes diagnostiques) pour établir des niveaux de gravité différents.	Définition de trois niveaux de gravités croissantes des patients (A, B, C), ainsi qu' une catégorie de décès précoces dans une classe de patients à plus faible risque. Taux normalisé de la mortalité hospitalière calculé pour chaque sous- groupes (strates) de patients.
AIM ( <i>Acuity Index Method</i> )	(1994) Iaméter, San Matea, Calif., USA.	Tous	Médico- administratives	Sur la base des diagnostics codés à partir des résumés de sortie des patients regroupés en DRGs	Définition de 5 catégories (1, 2, 3, 4, 5) au sein de sous-groupes représentés par les DRGs. Taux normalisé de la mortalité hospitalière calculé pour chaque sous- groupes (strates) de patients.

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
CHQC (Cleveland Health Quality Choice)	(1994) Academy of Medicine of Cleveland, Cleveland, Ohio, and Michael Pine & Associates, Chicago, Ill., USA.	8 pathologies :  Infarctus du myocarde,  Insuffisance cardiaque congestive,  Pneumonie,  Insuffisance respiratoire chronique obstructive,  Accident vasculaire cérébral,  Hémorragie gastro-intestinale,  Large résection colique,  Pontage coronarien avec mise en place d'une prothèse	Cliniques	Sur la base des informations cliniques issues du résumé de sortie.	Score intégré utilisé dans un modèle prédictif

**Annexe 2b. Description des scores/indices de la gravité des patients utilisés pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière estimé dans des populations de patients hospitalisés pour des pathologies cardiaques**

<b>Index de gravité</b>	<b>Origine</b>	<b>Patients</b>	<b>Données</b>	<b>Description</b>	<b>Utilisation</b>
CRI (Cardiac Risk Index)	(1977)	Patients opérés (exclus les interventions de chirurgie cardiaque).	Cliniques	Score de risque de complications cardiaques post-opératoires composé de 9 facteurs pondérés : âge (>70 ans), infarctus du myocarde dans les 6 mois précédent, distension jugulaire ou signe du gallop ?, sténose aortique significative, rythme cardiaque non sinusal, extrasystole ventriculaire (>5 / min.), PO <sub>2</sub> <60 mm Hg ou PCO <sub>2</sub> >50 mm Hg, kaliémie (<30 mmol/L ou bicarbonate <20 mmol/L) ou urémie (>50 mg/dL) ou créatininémie (>30 mg/dL) ou SGOT élevé ou hépatopathie chronique, degré d'urgence de l'opération.	Score agrégé pondéré (valeur du score de 0 à 53). Modèle prédictif de la mortalité
MMPS (Medicare Mortality Predictor System)	(1988) Health Care Financing Administration, Baltimore, MD., USA.	4 pathologies infarctus du myocarde, insuffisance cardiaque congestive, pneumonie, accident vasculaire cérébral.	Cliniques		Score de la mortalité dans les 30 jours suivants leur admission à l'hôpital dérivé du score APACHE II. Modèle prédictif
Parsonnet Risk Index	(1989) Parsonnet V	Pontage coronarien Chirurgie des valves cardiaques.	Cliniques	Sur la base de 11 facteurs de risques spécifiques pondérés de 0 à 20 chacun (dont la fraction d'éjection systolique) : sexe, âge (3 classes), obésité morbide, diabète, hypertension artérielle (>140 mm Hg), fraction d'éjection systolique (3 classes), ré-intervention, anévrisme ventriculaire gauche, complication majeur suivant la chirurgie, dialyse, dilatation préopératoire de l'artère aorte par implantation intra-aortique d'un ballon-pompe.	Score agrégé de la mortalité hospitalière jusqu'à 30 jours (valeur du score de 0 à 158) Modèle prédictif
<b>Index de gravité</b>	<b>Origine</b>	<b>Patients</b>	<b>Données</b>	<b>Description</b>	<b>Utilisation</b>
NNECVDSG (Northern New England Cardiovascular Disease Study Group) = New Northern England Risk Index	(1991) Dartmouth-Hitchcock Medical Center, Hanover, NH, USA.	Pontage coronarien	Cliniques	Sur la base de 7 facteurs de risques pré-opératoires pondérés de 1,5 à 5 : âge (3 classes), sexe (F), fraction d'éjection systolique, degré d'urgence de la chirurgie cardiaque (2 niveaux d'urgence), antécédents de pontage coronarien, pathologie vasculaire périphérique, dialyse (ou créatinine ≥2 mg/dL), broncho-pneumopathie chronique obstructive.	Score agrégé associé à un index défini par des comorbidités. Modèle prédictif
Cleveland Clinical Risk Index	(1992) Patients hospitalisés pour un pontage cardiaque. Données cliniques.	Pontage coronarien	Cliniques	13 facteurs de risques cliniques (dont l'âge, une série de comorbidités, des données de laboratoire, des données physiologiques incluant la fraction d'éjection cardiaque et l'admission en urgence).	Score agrégé de la mortalité intra-hospitalière ou jusqu'à 30 jours suivant l'intervention chirurgicale (valeur du score de 0 à 33). Modèle prédictif

California Hospital Outcomes Project	(1993) Office of Stepwise Health Planning and Development, Sacramento, Calif., USA.	infarctus du myocarde	Médico-administratives	D'après le résumé de sortie d'hospitalisation. Variables démographiques de localisation de l'infarctus du myocarde et de comorbidités. <u>Modèle A</u> : comorbidités présentes à l'admission ; <u>Modèle B</u> : comorbidités définissant des complications survenues après l'admission uniquement.	Score prédictif du risque de mortalité à 30 jours
CSRS (Cardiac Surgery Reporting System) = New York Risk Index	(1994) New York State Department of Health Cardiac Surgery Reporting System, Albany, USA.	Pontage coronarien	Cliniques	14 variables indépendantes (0/1) : âge (continue + 1 classe), sexe (F), maladie coronarienne avec sténose >90%, ischémie réversible ou angor instable, fraction d'éjection systolique (4 classes), antécédents d'infarctus du myocarde dans les 7 jours précédents, dilatation préopératoire de l'artère aorte par implantation intra-aortique d'un ballon-pompe, insuffisance cardiaque congestive, diabète, obésité morbide, broncho-pneumopathie chronique obstructive, dialyse, antécédents d'une autre chirurgie cardiaque) et des comorbidités.	Score de risque pré-opératoire de la mortalité intra-hospitalière défini par dans un modèle prédictif de la mortalité (régression logistique).
<b>Index de gravité</b>	<b>Origine</b>	<b>Patients</b>	<b>Données</b>	<b>Description</b>	<b>Utilisation</b>
Canadian	(1995) Ontario Ministry of Health Provincial Adult Cardiac Care Network.	Chirurgie cardiaque	Cliniques	6 variables : âge (3 classes), sexe (F), fraction d'éjection systolique (4 classes), le type de chirurgie cardiaque (pontage coronarien seul, simple valve, multi-valve ou pontage coronarien + valve), niveau d'urgence (3 classes) et reprise opératoire.	Score agrégé de la mortalité intra-hospitalière (valeur du score de 0 à 16). Modèle prédictif
NJDHSS (New Jersey Department of Health and Senior Services) = New Jersey Risk Index	(1998) Society of Thoracic Surgeons Risk Stratification System	Pontage coronarien	Cliniques	10 variables indépendantes (0/1) : Variables physiologiques (dont la fraction d'éjection systolique), âge (5 classes), sexe (F), insuffisance cardiaque congestive, insuffisance rénale avec dialyse, insuffisance rénale sans dialyse, pathologie pulmonaire, fraction d'éjection systolique (2 classes), choc cardiogénique, antécédents de pontage coronarien, maladie des 3 vaisseaux et d'autres comorbidités.	Modèle prédictif initialement construit sur la base d'un algorithme Bayésien utilisé pour montrer l'intervalle de risque de mortalité entre des sous-groupes de patients, le modèle a été converti en une régression logistique.
EuroSCORE	(1999) European System for Cardiac Operative Risk Evaluation.	Chirurgie cardiaque	Cliniques	17 variables indépendantes ou en score agrégé : Age, sexe (F), broncho-pneumopathie chronique obstructive, artériopathies extracardiaque, pathologie neurologique, antécédents de chirurgie cardiaque, créatininémie (>200 µmol/L), endocardite active, état critique pré-opératoire, angor instable, fraction d'éjection systolique (2 classes), hypertension pulmonaire (>60 mm Hg), degré d'urgence, réparation septal post-infarctus, et autre chirurgie cardiaque associée ou non aux coronaries.	<u>Modèle A</u> : Score agrégé de la mortalité intra-hospitalière ou jusqu'à 30 jours suivant l'intervention (valeur du score de 0 à 39). <u>Modèle B</u> : variables indépendantes (0/1) Modèle prédictif.
GRACE (Score Global Registry of Acute Coronary Events)	(2001)	Syndrome coronarien aigu	Cliniques	Sur la base de données issues de registre concernant : l'âge, la fréquence cardiaque (FC) et la pression artérielle systolique (PSA) à l'admission de l'hospitalisation des patients, avec des informations biologiques (résultat de CK-MB, CPK et Troponine I) de signes sur l'électrocardiogramme (déviation du segment ST / inversion de l'onde T), et d'informations sur les antécédents concernant un syndrome coronarien aigu.	Score prédictif de la mortalité à 30 jours

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
EMMACE (Evaluation Methods and Management of Acute Coronary Events)	(2001)	Syndrome coronarien aigu	Cliniques	Sur la base de 3 variables recueillies à l'admission du patient à l'hôpital : l'âge, la fréquence cardiaque (FC) et la pression artérielle systolique (PAS).	modèle prédictif de la mortalité hospitalière à 30 jours, Prédiction de la mortalité = $1/(1+\exp^{-L(30)})$ où $L = 30 - 5,624 + ((0,085 \times \text{âge}) + (0,014 \times \text{FC}) - (0,022 \times \text{PAS}))$
SRI (Simple Risk Index)	(2001)	Syndrome coronarien aigu	Cliniques	Sur la base de 3 variables recueillies à l'admission du patient à l'hôpital : l'âge, de la fréquence cardiaque (FC) et de la pression artérielle systolique (PAS).	Score prédictif de la mortalité hospitalière à 30 jours, Prédiction de la mortalité = $\text{FC} \times (\text{âge}/10)^2 / \text{PAS}$
COAP (Clinical Outcomes Assessment Program)	(2003)	Intervention percutanée sur les coronaires	Cliniques	Score composé de 14 variables indépendantes (0/1): choc cardiogénique, âge (classes de 10 années d'incrédence ?), chirurgie non-élective, créatininémie (>2.0 mg/dL), fraction d'éjection systolique (<30%), données de la fraction d'éjection manquante, nombre de vaisseaux malades, infarctus du myocarde < 24 heures de l'admission, antécédents de broncho-pneumopathie chronique obstructive, sexe (M), antécédents de maladie vasculaire périphérique, antécédents d'intervention percutanée sur les coronaires, antécédents d'insuffisance cardiaque.	Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière.

**Annexe 2c. Description des scores/indices de la gravité des patients utilisés pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière estimé dans des populations de patients hospitalisés en services de réanimation ou de soins intensifs**

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
APACHE II	(1985) APACHE Medical Systems, Inc, McLean, Va., USA.	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	12 variables à caractère physiologique principalement incluant des données de laboratoire : température, pression artérielle moyenne, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, PaO <sub>2</sub> , pH artériel, natrémie et kaliémie, créatininémie, hématocrite et leucocyte, score de Glasgow d'évaluation du coma et de 5 catégories de diagnostics représentant des sous-groupes de pathologies (respiratoire, cardiovasculaire, neurologique, métabolique/rénale, gastro-intestinale).	Score agrégé pondéré (valeurs continues du score de 0 à 60). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière.
APACHE III	(1989) APACHE Medical Systems, Inc, McLean, Va., USA.	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	17 variables à caractère physiologique principalement incluant des données de laboratoire : en plus des 12 variables de l'APACHE II, FiO <sub>2</sub> , albuminémie, glycémie et volume d'urine excrété et de 7 catégories de diagnostics représentant des sous-groupes de pathologies (SIDA, insuffisance hépatique, cirrhose, lymphome, leucémie/myélome multiple, cancer métastatique, immunosuppression). Définition de 78 (APACHE III), 94 (APACHE III-I) et 96 (APACHE III-J) groupes de maladies pour les patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Score agrégé pondéré (valeurs continues du score de 0 à 299). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière, avec ajustement sur l'origine du patient et la durée du séjour avant son admission en réanimation / soins intensifs. <u>Versions dérivées de l'APACHE III</u> : APACHE III-I et APACHE III-J avec des modèles statistiques améliorés de l'ajustement sur la durée de séjour des patients.
APACHE IV	(2006) Cerner Corporation; Kansas City, MO, USA.	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	22 variables à caractère physiologique principalement incluant des données de laboratoire : en plus des 17 de l'APACHE III, urémie, bilirubinémie, thérapie thrombolitique pour les patients présentant un infarctus du myocarde, et ventilation mécanique et de 9 catégories de diagnostics représentant des sous-groupes de pathologies (septicémie d'origine non urinaire, arrêt cardiaque, arrêt respiratoire, emphysème/bronchite, thoracotomie pour cancer du poumon, anévrisme aortique, accident vasculaire cérébral, insuffisance hépatique). Définition de 116 groupes de maladies pour les patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Score agrégé pondéré (valeur du score de 0 à 299). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière, avec ajustement sur l'origine du patient et la durée du séjour avant son admission en réanimation / soins intensifs. Mesure plus précise de la durée de séjour des patients avant leur admission en réanimation / soins intensifs.

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
SAPS II	(1993)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score composé de 17 variables : <b>12 variables physiologiques</b> : T°, pression artérielle systolique, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, PaO <sub>2</sub> , réserves alcalines, urémie, natrémie, kaliémie, bilirubinémie, leucocytes, volume d'urine excrétée.. <b>2 variables descriptives</b> : âge, type d'admission. <b>et 3 variables de comorbidités</b> : SIDA, cancer métastatique et hémopathie maligne.	Score agrégé pondéré (valeur du score de 0 à 163). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière
SAPS III	(2005)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score agrégé pondéré composé de 20 variables : <b>5 variables concernant les antécédents du patient</b> : âge, comorbidités existantes (cancer, insuffisance cardiaque congestive, hémopathie maligne, cirrhose hépatique, SIDA), traitement par vasopresseurs avant l'admission en réanimation, origine au moment de l'admission en réanimation, durée de séjour dans un autre service avant l'admission en réanimation), <b>5 variables décrivant l'admission en réanimation</b> : raison de l'admission en réanimation, admission planifiée ou non, statut chirurgical du patient, site anatomique de l'intervention chirurgicale s'il y a, présence d'une infection et localisation de celle-ci à l'admission en réanimation), <b>et 10 variables physiologiques</b> : score de Glasgow d'évaluation du coma, fréquence cardiaque, pression artérielle systolique, T°, bilirubinémie, créatininémie, leucocyte, plaquette, pH artériel, PaO <sub>2</sub> ).	Score agrégé pondéré (valeur du score de 0 à 256). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière
SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)	(1996)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score composé de 6 variables évaluant chacune une fonction respective avec 1 paramètre pondéré de 1 à 4 : <b>fonction respiratoire avec support à la ventilation</b> (ratio PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> : <400, <300, <200, <100) ; <b>fonction de coagulation</b> (plaquettes x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> : <150, <100, <50, <20) ; <b>fonction hépatique</b> (bilirubine µmol/L : 20-32, 33-101, 102-204, >204) ; <b>fonction cardiovasculaire</b> (hypotension artérielle <70 mm Hg : <b>sous différents traitements vasopresseur</b> (dopamine, dobutamine ?, adrénaline, noradrénaline)) ; <b>fonction du système nerveux central</b> (score de Glasgow : 13-14, 10-12, 6-9, <6) ; <b>fonction rénale</b> (créatinine µmol/L : 110-170, 171-299, 300-440 ou volume d'urine excrétée <500 ml/j, <440 ou volume d'urine excrétée <200 ml/j).	Score agrégé pondéré (valeur du score de 6 à 24). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
MPM II (Mortality Probability Model)	(1993) IMPACT Project. Cerner Corporation; Kansas City, MO, USA.	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score composé de 15 variables agrégées présente à l'admission en réanimation / soins intensifs : âge, type d'admission (médical/chirurgical), score de Glasgow, arrêt cardiaque avant l'admission, FC ( $\geq 150$ /min), PAS ( $\leq 90$ mm Hg), ventilation assistée, cancer avec métastase, cirrhose, insuffisance rénale chronique, insuffisance rénale aiguë, arythmie cardiaque, accident vasculaire cérébral, hémorragie digestive, lésion intracérébrale (effet de masse).	Score agrégé pondéré. Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière
MPM III (Mortality Probability Model)	(2007) IMPACT Project. Cerner Corporation; Kansas City, MO, USA.	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Modifications de la version initiale du MPM II : Inclusion dans le modèle de 7 nouvelles variables d'interaction entre l'âge et des variables indépendantes déjà présentes dans le modèle MPM II, respectivement : le score de Glasgow, la PAS ( $\leq 90$ mm Hg), une cirrhose, un cancer avec métastase, une arythmie cardiaque, lésion intracérébrale (effet de masse), arrêt cardiaque avant l'admission.	Score agrégé pondéré. Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière
MODS (Multiple Organ Dysfunction Score)	(1995)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score basé sur le nombre et la localisation des fonctions atteintes. Cinq systèmes concernés : a) le système respiratoire ratio ( $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2$ ); b) le système rénal (créatinine sérique), c) le système hépatique (bilirubinémie), d) le système hématologique (nombre de plaquettes sanguines); et e) le système nerveux central (score de Glasgow). En l'absence d'un descripteur adéquat des troubles cardiovasculaires, une variable de la pression ajustée sur la fréquence cardiaque est calculée par la formule suivante : $\text{FC} \times [\text{Pression veineuse centrale} / \text{Pression artérielle moyenne}]$ . Chaque fonction est évaluée sur une échelle de valeur allant de 0 à 4.	Score agrégé pondéré (valeur du score de 0 à 24). Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière
RPHICU (Royal Perth Hospital Intensive Care Unit organ failure Score)	(2006)	Patients hospitalisés en réanimation / soins intensifs.	Cliniques	Score basé sur le nombre et la localisation des fonctions atteintes. Neuf systèmes concernés : a) le système respiratoire ratio ( $\text{PaO}_2 / \text{FIO}_2$ ); b) le système cardiovasculaire (traitement avec des vasopresseurs (dopamine, dobutamine, adrénaline, noradrénaline), index cardiaque); c) le système rénal (créatinine sérique), d) le système hépatique (au moins 2 critères parmi : bilirubinémie, AST, Gamma GT, prothrombinémie), e) le système hématologique (nombre de plaquettes sanguines, nombre de leucocytes, prothrombinémie en l'absence de défaillance hépatique); et f) le système nerveux central (score de Glasgow); g) le système gastro-intestinal (hémorragie nécessitant une transfusion, diarrhée, pseudo-obstruction); h) système cardiaque (FC ou fibrillation, arrêt cardiaque nécessitant un massage cardiaque externe); et le système métabolique (insuline en l'absence de diabète, hyperglycémie si diabète, natrémie, excès de base, lactate).	Score agrégé pondéré. Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière

<b>Index de gravité</b>	<b>Origine</b>	<b>Patients</b>	<b>Données</b>	<b>Description</b>	<b>Utilisation</b>
ICNARC (Intensive Care national Audit and Research Centre)	(2007) Patients en réanimation / soins intensifs. Données mixtes (cliniques et médico- administratives)			Score dérivé de l'APACHE III composé de 31 variables physiologiques / âge / catégories de diagnostics / origine à l'admission / procédure de ressuscitation cardiopulmonaire avant l'admission.	Score agrégé pondéré. Modèle prédictif de la mortalité intra- hospitalière

**Annexe 2d. Description des scores/indices de la gravité des patients utilisés pour ajuster l'indicateur de la mortalité hospitalière estimé dans des populations de patients hospitalisés pour une intervention chirurgicale importante**

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
ASA (American Society of Anesthesiologists Classification)	(1961)	Tous les patients anesthésiés	Cliniques (recueillies de manière systématique lors de la consultation pré-anesthésique)	Score de classification en <b>5 catégories</b> (I, II, III, IV, V) des patients anesthésiés selon leur état physique au moment de la consultation pré-anesthésique.  I. Patient normalement en bonne santé ;  II. Maladie systémique sans gravité ;  III. Maladie systémique sévère, mais sans incapacité ;  IV. Maladie systémique avec incapacité nécessitant un traitement à vie ;  V. Moribond, mortalité possible pendant l'opération ou dans les 24 heures suivantes.	Utilisation peu fréquente de manière courante pour estimer la mortalité hospitalière. Modèle prédictif de la mortalité
ICISS (International Classification of Disease-based on Severity Score)	(1996 pour la version en CIM-9) / (2000 pour la version en CIM-10)	Patients présentant un trauma dans la liste des codes diagnostiques cités.	México-administratives	Score basé sur le calcul de la probabilité des patients d'être survivant pour des facteurs de risques différents (définis par des algorithmes de codes diagnostiques de la CIM pour les trauma (codes 800-959.9 de la CIM-9-CM et code S et T à l'exception des gelures (T33-T356), des empoisonnements (T36-T65), l'influence de causes externes non identifiées (T66-T78), et des complications internes ou non classées d'un traitement chirurgical non (T80-T88).	Pour chaque facteurs de risque défini (par ex. : trauma ayant causé une blessure intracrânienne, trauma ayant causé une blessure non intracrânienne), il est calculé un ratio du risque de survie en divisant le nombre de patients survivant dans le sous-groupe par le nombre de patients dans le sous-groupe (RRSurv.) : $RRSurv_{ICDi} = 100 \times (N_{survivant\ dans\ ICDi} / N_{patients\ dans\ ICDi})$ Ensuite les ratios de risques (ou probabilité) d'être survivant pour chaque facteurs de risque sont multipliés pour un même patient pour obtenir l'ICISS pour chaque patient selon la formule suivante : $ICISS = RRSurv_{ICD1} \times RRSurv_{ICD2} \times \dots \times RRSurv_{ICDn}$

Index de gravité	Origine	Patients	Données	Description	Utilisation
APACHE-AAA (APACHE-Abdominal Aortic Aneurysme)	(2005)	Spécifique aux patients avec une chirurgie d'un anévrisme de l'aorte abdominale	Cliniques	Score dérivé de l'APACHE II pour une population spécifique (chirurgie d'un anévrisme aortique)	Score agrégé pondéré. Modèle prédictif de la mortalité intra-hospitalière.
POSSUM (Physiological and Operative Severity Score for enUmeration of Morbidity and Mortality)	(1991)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale.	Cliniques	Score composé d'un score physiologique de gravité et d'un score de risque opératoire. Variables physiologiques : âge, ATCD cardiaques, ATCD respiratoires, PAS, FC, score de Glasgow, taux d'hémoglobine, nombre de leucocytes, natrémie, kaliémie, ECG. Variables opératoires : gravité opératoire, multiples procédures, sang total perdu, état de salissure du péritoine, découverte d'un cancer, technique chirurgicale employée.	Score prédictif de la mortalité jusqu'à 30 jours postopératoires composés par l'addition d'un score physiologique de gravité et d'un score opératoire selon l'équation de régression logistique suivante : $\ln [P/(1-P)] = -7.04 + (0.13 \times \text{score physiologique}) + (0.16 \times \text{score opératoire})$ Où P est la probabilité de mortalité
P-POSSUM (Porthmouth POSSUM)	(2001)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale.	Cliniques	Versión améliorée de la version initiale du POSSUM concernant les coefficients dans la formule de calcul du score (fondée sur l'hypothèse que le POSSUM surévaluerait le risque de mortalité par rapport à la mortalité observée)	Score prédictif de la mortalité jusqu'à 30 jours postopératoire basé sur le même modèle que le POSSUM
O-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie oesophageogastrique)	(2004)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale des voies digestives supérieures.	Cliniques	Adaptation de l'équation de régression logistique du score P-POSSUM pour les patients avec une chirurgie des voies digestives supérieures	Score prédictif de la mortalité jusqu'à 30 jours postopératoire basé sur le même modèle que le POSSUM
V-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie vasculaire)	(2003)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale vasculaire.	Cliniques	Adaptation de l'équation de régression logistique du score P-POSSUM pour les patients avec une chirurgie vasculaire.	Score prédictif de la mortalité jusqu'à 30 jours postopératoire basé sur le même modèle que le POSSUM
RAAA-POSSUM (POSSUM pour la chirurgie réparatrice d'un anévrisme de l'artère aortique abdominale)	(2001)	Patients hospitalisés pour une procédure chirurgicale réparatrice d'un anévrisme aortique abdominale.	Cliniques	Adaptation de l'équation de régression logistique du score V-POSSUM pour les patients avec une chirurgie réparatrice d'un anévrisme aortique abdominal.	Score prédictif de la mortalité jusqu'à 30 jours postopératoire basé sur le même modèle que le POSSUM