

# Impact du volume d'activité sur la qualité des soins dans les hôpitaux : une analyse empirique multi-niveaux

Zeynep OR<sup>1,2</sup>, Thomas RENAUD<sup>1</sup>

Communication aux 22<sup>e</sup> Journées des Économistes de la Santé Français (JESF)

## Résumé

### *Problématique*

La concentration de l'offre de soins hospitaliers dans des grandes unités est souvent présentée comme un levier d'amélioration des résultats ou de la qualité des soins. Malgré une littérature internationale importante, la relation volume-qualité continue à susciter des controverses. Les seuils de volume d'activité sont de plus en plus utilisés comme critère d'évaluation de la qualité de soins en France, pourtant ce lien n'a pas été validé empiriquement. Notre étude cherche à tester l'existence et l'ampleur de la corrélation entre le volume d'activité et les résultats de soins hospitaliers en France pour une diversité de prises en charges chirurgicales et médicales.

### *Matériel et méthodes*

En mobilisant les données du PMSI-MCO 2006, nous utilisons des modèles multi-niveaux logistiques pour évaluer l'effet propre du volume d'activité d'un établissement sur la probabilité de réadmission et de décès à 30 jours, en contrôlant à la fois les caractéristiques cliniques des patients pris en charge et les différences institutionnelles et organisationnelles pouvant influencer la répartition des patients entre établissements.

L'analyse porte sur 8 procédures : de la chirurgie lourde (résection de cancer du côlon, résection pancréatique, pontage aorto-coronarien), de la chirurgie plus courante (appendicectomie, prothèse totale de hanche, pose de *stent*) ou de la prise en charge médicale (AVC, infarctus du myocarde).

### *Résultats*

Les résultats montrent que corrélation entre le volume d'activité et les résultats de soins est différente selon le niveau de technicité des procédures et le type de soins. Plus une procédure est complexe et rare plus la corrélation est affirmée. Aussi, l'intensité du lien et la forme fonctionnelle de la relation entre le volume et les résultats varient également d'une procédure à l'autre. Pour la plupart des procédures étudiées, l'amélioration des résultats est réelle tout au long du spectre d'activité mais l'impact semble s'atténuer au fur et à mesure que l'activité augmente (relation en « L »).

Ces résultats suggèrent qu'il serait effectivement efficace de limiter le nombre d'établissements à très faible volume, mais il y aurait peu de bénéfice à concentrer l'activité au-delà d'un certain point. Il est surtout essentiel de cibler les prises en charge pour lesquelles un lien significatif entre activité et qualité a bien été démontré. Enfin, il est indispensable de mieux comprendre le sens de la causalité et les mécanismes qui sous-tendent ce lien volume-qualité pour adapter les réformes mises en œuvre.

**Codes JEL :** H510, I110, I180

**Keywords :** *volume d'activité, mortalité, qualité des soins, PMSI, modèles multi-niveaux, France.*

---

<sup>1</sup> IRDES, Institut de Recherche et de Documentation en Economie de la Santé.

<sup>2</sup> Auteur correspondant : Zeynep Or, IRDES, 10 rue Vauvenargues, 75018 Paris : [or@irdes.fr](mailto:or@irdes.fr)

## I. Introduction

Au cours des deux dernières décennies, les études portant sur la relation entre le volume et la qualité des soins dans le secteur de la santé ont suscité une vive controverse, notamment parce qu'elles ont souvent servi d'argument à la concentration de l'offre de soins hospitaliers, qui est présentée comme un levier d'amélioration de la qualité des soins.

Il existe effectivement une production abondante de recherches sur la relation volume-qualité dans la littérature internationale, mais leurs conclusions ne sont pas forcément transposables au contexte hospitalier français. La majorité des études provient des États-Unis et porte sur une grande variété d'interventions chirurgicales ou de programmes cliniques étudiant différentes populations. En dépit d'une certaine diversité dans les méthodes employées, les indicateurs de résultats retenus et les contextes des systèmes de santé analysés, ces travaux confirment l'influence du volume d'activité sur les résultats de soins, principalement pour des procédures chirurgicales très techniques.

En France, il n'existe pas d'étude équivalente à l'échelle nationale, qui permettrait de valider les résultats de la littérature avec des données hospitalières françaises. Or, il est clair que la façon d'organiser et de dispenser les soins au niveau du système de santé national, mais également en interne au niveau d'un établissement hospitalier, sont autant de facteurs qui peuvent conditionner les résultats des soins. Pourtant, les seuils de volume d'activité sont de plus en plus utilisés comme critère de jugement et de régulation pour la qualité et la sécurité des soins. Un rapport récent réalisé à la demande du ministre de la Santé et des Solidarités recommande l'introduction de seuils d'activité chirurgicale et préconise la fermeture « sans délai » de 113 services de chirurgie ayant un faible volume d'activité. Le rapport suggère que ces services ne sont pas capables de garantir une qualité et une sécurité suffisantes. De son côté, l'Institut national du Cancer (INCa), face à la nécessité de réfléchir à des critères d'autorisation en cancérologie, vient de définir des seuils minimaux pour autoriser un certain nombre d'interventions. En ce qui concerne la chirurgie cardiaque, qui est une des cinq activités de soins pour lesquelles les Agences régionales de l'hospitalisation (ARH) doivent élaborer un schéma interrégional d'organisation sanitaire (SROS), l'arrêté du 24 janvier 2006 fixe l'activité minimale annuelle par an et par site de chirurgie à 400 interventions majeures sur des patients adultes et à 150 actes pour la chirurgie pédiatrique.

Ce travail apporte des éléments empiriques novateurs sur la relation volume/qualité de soins en France, en exploitant les données hospitalières de 2006 pour plusieurs interventions chirurgicales et médicales. Il a deux objectifs spécifiques. Premièrement, il teste l'existence d'une corrélation entre volume et qualité dans le contexte français et évalue son amplitude selon la nature de l'intervention considérée. Deuxièmement, notre étude cherche à approfondir la compréhension de cette relation en étudiant la forme fonctionnelle adéquate de la relation entre volume d'activité et qualité des soins et en analysant les autres facteurs relatifs aux établissements de santé qui modulent cette relation.

Cette étude empirique s'est appuyée sur les enseignements d'une revue systématique de la littérature menée en 2008 sur 175 articles qui analysent le rapport entre volume et qualité des soins (Com-Ruelle et al., 2008). Ce travail préliminaire a notamment permis de cerner les champs d'activité et le type d'interventions pour lesquelles ce lien semble établi, d'identifier les indicateurs les plus utilisés pour mesurer la qualité des soins et le volume d'activité, et de choisir les méthodes statistiques les plus appropriées.

La section II est consacrée à la description de la base de données, à la présentation des indicateurs de volume d'activité hospitalier et la qualité des soins, et à l'exposé du plan d'analyse statistique. Les résultats des estimations sont présentés dans la section III, suivis par une discussion en termes d'implications pour les politiques hospitalières actuelles.

## II. Matériel et méthodes

### II.1. Données

L'analyse porte uniquement sur le court-séjour hospitalier. Les données mobilisées sont celles de la base nationale des séjours du Programme de médicalisation des systèmes d'information en médecine, chirurgie et obstétrique (PMSI-MCO) pour l'année 2006. Cette base couvre l'activité de court-séjour de l'ensemble des établissements hospitaliers publics et privés et permet de décrire la morbidité des patients hospitalisés au moyen de critères médicaux (actes chirurgicaux, et traitement médicaux) mais aussi à partir de données individuelles des patients (âge, sexe, diagnostics principaux et associés, mode d'entrée et de sortie...). Nous ne conservons que les établissements de France métropolitaine dans l'échantillon.

Depuis 2004, la base PMSI offre la possibilité de suivre anonymement un même patient dans les différents établissements qui l'ont accueilli au cours d'une année. Ce « chaînage » offre donc une possibilité de suivi longitudinal des patients : il est mis à profit dans notre étude pour construire les indicateurs de résultats de soins qui mesurent la survenue d'évènements indésirables (décès, réadmission) quel que soit l'établissement impliqué.

En complément, nous exploitons la Statistique annuelle des établissements (SAE) 2005 qui fournit des informations détaillées sur les ressources en équipement et en personnel dans les établissements de santé.

### II.2. Interventions choisies

Les travaux antérieurs démontrent qu'il n'est pas pertinent d'étudier la relation entre le volume et la qualité à partir de l'ensemble de l'activité d'un établissement. En effet, la nature et l'intensité de la relation peuvent varier d'une intervention à l'autre.

Dans la littérature, la plupart des études se focalisent sur des interventions chirurgicales compliquées, nécessitant un plateau technique particulier ou des situations cliniques requérant des professionnels de santé spécialisés et/ou du matériel lourd et onéreux, afin de vérifier la nécessité d'un seuil d'activité minimal. Mais dans une perspective d'organisation des soins hospitaliers en France, il nous semble plus judicieux de choisir un certain nombre d'interventions et de situations cliniques traçantes afin d'explorer cette relation sur un éventail assez large de prises en charge, afin de tester la sensibilité de la relation volume-résultat selon la nature et la technicité de l'intervention et ainsi pouvoir généraliser nos conclusions.

Notre choix a été dicté par la fréquence et la complexité des interventions, par leur nature chirurgicale ou médicale, tout en s'inscrivant dans les domaines les plus étudiés dans la littérature. L'analyse porte sur huit prises en charge qui peuvent être réparties en quatre catégories :

- Les interventions chirurgicales compliquées ou particulières nécessitant une compétence technique dans l'utilisation d'équipements complexes : la chirurgie de cancer du côlon, le pontage aorto-coronarien ;

- Les procédures chirurgicales et interventionnelles pratiquées assez couramment : l'appendicectomie, la prothèse totale de la hanche (PTH) et la pose de *stent* ;
- Les interventions rares nécessitant une compétence technique élevée : l'opération de résection pancréatique ;
- Les situations cliniques ou pathologies traçantes qui requièrent une prise en charge médicale : l'infarctus aigu du myocarde et l'accident vasculaire cérébral (AVC).

Afin de définir une population des cas homogènes, nous avons repéré les séjours associés aux huit procédures à partir de critères médicaux combinant actes classants et groupes homogènes de malades (GHM) pour la plupart des interventions chirurgicales ou bien diagnostic principal (DP) et GHM dans le cas des prises en charge médicales et de la chirurgie cancérologique. Ces choix ont été discutés par des experts médicaux et validés par l'HAS.

Cette sélection nécessite la définition d'un « séjour initial » relatif à chacune des interventions analysées et par rapport auquel sont calculés les indicateurs de résultats. Le séjour initial est défini comme le premier épisode d'hospitalisation complète de plus de 24h correspondant aux critères de sélection. En cas de transfert entre établissements, la fin du séjour initial correspond donc à la date de sortie de la dernière des hospitalisations successives ; c'est alors le premier établissement dans lequel le patient passe au moins une nuit qui est considéré comme ayant réalisé ce séjour initial.

### **II. 3. Mesure des résultats de soins**

Les résultats de soins sont mesurés par les deux indicateurs de résultats le plus souvent utilisés dans la littérature : la mortalité hospitalière et la réadmission non-programmée. Les taux de mortalité et de réadmission sont calculés pour une période d'observation constante (30 jours) à la suite de la prise en charge initiale.

Tout décès survenu dans 30 jours suivant la date d'entrée du séjour initial est comptabilisé, que le patient décède lors du séjour initial ou suite à une deuxième hospitalisation dans ce laps de temps dans un autre établissement. Cette mesure est limitée à la mortalité hospitalière en court-séjour, faute de pouvoir repérer les décès survenus à domicile ou dans d'autres secteurs hospitaliers.

Tout séjour d'hospitalisation complète de plus de 24h dans un établissement de MCO durant les 30 jours suivant la sortie du séjour initial est considéré comme un événement de réadmission, quel que soit son motif. Les séjours initiaux qui se concluent par le décès du patient sont écartés de l'échantillon d'analyse des réadmissions pour ne pas introduire de biais de mesure.

Ces événements indésirables sont toujours attribués à l'établissement hospitalier qui a réalisé le séjour initial, même si le décès ou la réhospitalisation se déroulent dans un autre établissement. En effet, la survenue d'un événement indésirable est considérée comme imputable à la mauvaise qualité des soins fournis initialement.

### **II. 4. Modélisation du lien volume-résultats**

Dans le PMSI, nous observons les « résultats » des soins au niveau individuel de chaque patient : réadmission ou décès suite à un séjour initial pour une procédure définie. Le résultat observé par

séjour est déterminé à la fois par les caractéristiques individuelles des patients pris en charge (âge, sexe, morbidité...) et par les caractéristiques spécifiques de l'établissement, y compris son volume d'activité.

Cela nous permet d'utiliser une modélisation multi-niveaux (Kreft et Leeuw, 1998). Ce type de modèle est particulièrement adapté aux données qui présentent une structure hiérarchique, c'est-à-dire quand des observations individuelles (les séjours ou les patients) sont groupées naturellement dans des ensembles plus larges (les établissements).

La modélisation porte sur la probabilité de décès à 30 jours et sur la probabilité de réadmission à 30 jours. La variable expliquée est donc dichotomique dans les deux cas et nous avons recours à un modèle logistique multi-niveaux (Bryk et Raudenbush, 2002). Les estimations sont réalisées séparément pour chaque intervention étudiée.

Pour une intervention donnée, la probabilité de réadmission/décès à 30 jours de l'individu  $i$  dans l'hôpital  $j$ , ( $R^*_{ij}$ ) peut être spécifiée de la manière suivante :

$$R^*_{ij} = \beta_{0j} + \gamma X_j + e_{ij} \quad (1)$$

où  $X_j$  représente les caractéristiques individuelles observables du séjour/patient  $i$  qui a subi cette intervention,  $e_{ij}$  est un résidu individuel distribué selon une loi logistique et  $\beta_{0j}$  correspond à l'effet de l'établissement.

$$\beta_{0j} = \tau_0 + \lambda.V + \alpha.Z + \omega_{0j} \quad (2)$$

Au niveau de l'établissement, les coefficients  $\beta_{0j}$  sont considérés comme aléatoires. Ils sont distribués autour d'une moyenne  $\tau_0$  (la probabilité moyenne de réadmission/décès), l'écart à la moyenne pour un établissement  $j$  étant expliqué par le volume d'activité de l'intervention  $V$  et par d'autres caractéristiques observables de l'hôpital  $Z$  ainsi que par un terme d'erreur résiduel inter-établissements ( $\omega_{0j}$ ).

Les termes d'erreur résiduels sont supposés normalement distribués avec une indépendance entre les erreurs de niveau 1 et 2 :  $cov(\omega_{0j}, e_{ij}) = 0$ . L'inclusion de cet effet aléatoire  $\omega_{0j}$  permet alors d'obtenir des coefficients non biaisés par l'auto-corrélation éventuelle des résidus individuels  $e_{ij}$ , induite par l'omission de caractéristiques inobservées des établissements, telles que la qualité de gestion ou encore les phénomènes de codage.

En substituant l'équation (2) dans l'équation (1), nous obtenons l'équation hiérarchique complète :

$$R^*_{ij} = \tau_0 + \gamma X_j + \lambda.V + \alpha.Z + \omega_{0j} + e_{ij} \quad (3)$$

Sur ce canevas général, nous introduisons successivement les variables patients/séjours, le volume d'activité procédure puis les autres caractéristiques de l'établissement dans une stratégie de modélisation en trois étapes. La première étape permet de savoir s'il existe des différences significatives de réadmission/mortalité entre établissements à gravité des cas égal. La seconde étape

permet de tester si le volume d'activité d'établissement a un impact sur la probabilité de réadmission/décès d'un patient, en contrôlant le *case-mix* des patients pris en charge. Enfin, la troisième étape, enfin, permet d'observer si les autres caractéristiques des établissements hospitaliers ont également un impact sur les résultats des soins et si elles modulent la relation volume-résultats observée précédemment. Cette démarche est mise en œuvre à l'identique pour les huit interventions, respectivement pour la mortalité à 30 jours et pour la réadmission à 30 jours.

Les variables relatives à la gravité du séjour initial (profil du patient) sont les suivantes :

- Le sexe (0/1) et l'âge du patient (découpé en quintiles) ;
- Le nombre de diagnostics associés (en classes), l'éventualité d'une complication majeure associée au séjour (0/1) ou d'un passage en réanimation (0/1) afin de contrôler la gravité du séjour ;
- La durée du séjour initial, mesurée en quartiles, en opposant les séjours les plus courts (Q1) et les séjours les plus longs (Q4) aux séjours avec des durées médianes (Q2-Q3) représente à la fois un marqueur de gravité et un indicateur de processus.

Le volume d'activité des soins est lui mesuré à l'échelle globale de l'établissement hospitalier et par le nombre de séjours d'hospitalisation complète consacré l'année précédente (2005) à l'intervention considérée. Le volume est introduit dans la modélisation sous différentes formes alternatives : sous forme linéaire ou bien en utilisant des transformations usuelles (logarithme, exponentielle, racine carrée, forme quadratique...). Nous réalisons un test de vraisemblance (critère d'Akaike) pour déterminer la forme la plus adéquate dans le modèle. Par ailleurs, le volume d'activité est également introduit sous forme de fractiles (quintiles ou déciles) afin de tester d'éventuels effets de discontinuité.

Au-delà du volume d'activité de l'intervention/procédure étudié, nous introduisons un certain nombre de variables organisationnelles qui peuvent avoir un impact sur les résultats des soins d'un établissement.

Nous testons notamment un effet de spécialisation : les établissements qui se concentrent sur un nombre limité d'interventions peuvent avoir des meilleurs résultats indépendamment de volume d'activité de cette intervention. Cela voudrait dire, par exemple, que, pour une procédure donnée, des petits établissements (qui ont un volume d'activité relativement faible par rapport aux autres) peuvent néanmoins avoir des bons résultats lorsque cette procédure constitue un pan important de leur activité.

On peut également rechercher un effet de spécialisation au sens plus large : par exemple les établissements qui consacrent une plus grande part de leur activité à la chirurgie peuvent avoir des meilleurs résultats à nombre d'interventions réalisés identiques.

Par ailleurs, les aspects organisationnels tels que l'existence ou non d'un service d'urgence dans l'établissement, sa taille globale ou le taux d'occupation des lits installés en chirurgie et en médecine peuvent influencer les résultats des soins, toute chose étant égale par ailleurs. On peut également appréhender la qualité des soins par l'intensité des soins délivrés, en particulier les soins infirmiers. Les ratios de personnel soignant (hors médecins) sont alors souvent utilisés comme indicateur de la qualité (IOM, 2003 ; Needleman et al., 2006).

Ainsi, les indicateurs suivants sont testés :

- la part des séjours relatifs à la procédure dans le nombre de séjours total d'hospitalisation complète de l'établissement (%) afin d'appréhender un effet de « spécialisation procédure » ;
- la part de la chirurgie/médecine dans l'activité totale MCO de l'établissement (%) ;
- le nombre de lits installés en chirurgie/médecine selon la nature de l'intervention étudiée (logarithme) ;
- le statut de l'établissement d'enseignement (CHR/U ou CLCC),
- l'existence d'un service d'urgences (0/1) ;
- le nombre de personnel soignant paramédical (hors médecins) exprimé en équivalent temps-plein (ETP) par lit ;
- le taux d'occupation des lits (%).

Toutes ces variables sont introduites de façon itérative dans les modèles, puis testées dans différentes configurations mais elles ne sont jamais toutes contrôlées simultanément compte-tenu du risque de multicolinéarité évident.

Enfin, une analyse spécifique de robustesse permet de vérifier la sensibilité de nos résultats aux établissements ayant une très faible activité. En effet, certains établissements peuvent réaliser très peu d'interventions en une année, ce qui risque de biaiser la fiabilité des estimations dans les modèles multi-niveaux et donc de perturber l'interprétation de la relation entre volume et résultats de soins.

L'analyse de sensibilité consiste à reproduire la démarche de modélisation multi-niveaux (pour réadmission et décès) en fixant un nombre minimal de séjours procédure par établissement en 2006 et en faisant varier ce seuil. Nous excluons successivement de la modélisation les établissements ayant réalisé moins de 5 séjours et moins de 10 séjours pour une intervention donnée en 2006.



### III. Résultats

#### III.1. Analyse descriptive

Les huit interventions analysées totalisent 412 000 prises en charge réalisées entre janvier et novembre 2006, dont 141 068 séjours d'appendicectomie et seulement 2 268 résections pancréatiques. Les séjours réalisés en décembre 2006 sont exclus puisque l'analyse porte sur la survenue d'événements indésirables lors des 30 jours qui suivent le séjour initial (cf. Tableau n°1).

La concentration de l'activité dans les établissements hospitaliers varie selon les interventions. L'activité de résection pancréatique et de cancer du côlon est dispersée dans un grand nombre d'établissement : 477 hôpitaux pour la résection pancréatique (soit une moyenne de 5 interventions par hôpital) et 842 hôpitaux pour 29 499 séjours de résection cancer du côlon (moyenne de 35 interventions par hôpital). On constate à l'inverse une forte centralisation de la chirurgie cardiaque, à rapprocher des critères de régulation qui existent pour cette activité chirurgicale : les 12 374 séjours de pontage ne sont réalisés que dans 56 établissements (moyenne de 221 séjours par établissement). La prise en charge de l'AVC et de l'infarctus du myocarde est beaucoup plus hétérogène. Par exemple, 20 % des établissements impliqués dans la prise en charge de l'AVC réalisent 3 séjours ou moins dans l'année et 20% concentrent plus de 160 séjours par an.

Le Tableau 1 montre également que la fréquence des réadmissions et des décès varie de manière importante d'une procédure à l'autre, ce qui reflète la diversité de niveau de complexité des interventions et prises en charge retenues.

Les taux bruts de réadmission les plus élevés surviennent pour les deux interventions chirurgicales de cancérologie et pour les prises en charge médicales. Plus d'un tiers des séjours de résection pancréatique et plus d'un quart des séjours de résection de cancer du côlon font l'objet d'une réadmission dans les 30 jours qui suivent la sortie du patient. Les séjours pour infarctus du myocarde et AVC donnent lieu à une réadmission à 30 jours dans 19 % et 12 % des cas respectivement. Les procédures chirurgicales plus courantes présentent des taux de réadmission plus faibles : 4,5 % des patients sont réadmis dans les 30 jours qui suivent une appendicectomie et 4,8 % des patients après une prothèse totale de hanche.

Les taux bruts de mortalité à 30 jours s'échelonnent de 1,5 % pour la pose de *stent* à environ 10 % pour les prises en charge médicales de l'AVC et de l'infarctus. La survenue d'un décès est un événement très marginal à la suite d'une appendicectomie ou d'une pose de *stent* : ces deux procédures ne seront pas concernées par la modélisation de la probabilité de décès.

Tableau n°1 –Echantillons d'analyse de la réadmission et de la mortalité à 7 et 30 jours

	Appendice-ctomie	AVC	Résection de cancer du côlon	Infarctus du myocarde	Pontage aorto-coronarien	PTH	Résection pancréatique	Pose de stent
<b>Nombre de séjours initiaux</b>	141 068	87 382	29 499	45 447	12 374	65 174	2 268	28 912
<b>Nombre d'établissements impliqués</b>	867	990	842	784	56	806	477	216
<b>Nombre moyen de séjours par établissement</b>	163	88	35	58	221	81	5	134
<b>Réadmission (taux brut)</b>								
à 7 jours	2,2%	4,4%	6,4%	7,6%	2,9%	1,7%	10,9%	4,2%
à 30 jours	4,5 %	12,4 %	26,1 %	19,1 %	9,4 %	4,8 %	36,8 %	14,1 %
<b>Mortalité (taux brut)</b>								
à 7 jours	-	5,4 %	1,1 %	7,3 %	1,2 %	-	1,6 %	0,7 %
à 30 jours	-	10,0 %	3,7 %	9,8 %	3,0 %	-	7,4 %	1,5 %

Les Tableaux n°2 et n°3 présentent respectivement la distribution des variables au niveau des patients et des établissements pour les huit interventions.

Le profil de gravité des patients pris en charge est logiquement corrélé à la complexité de l'intervention. Deux tiers des patients présentent une comorbidité majeure associée (CMA) pour pontage aorto-coronarien, résection pancréatique, pose de *stent* et AVC. *A contrario*, lors des séjours d'appendicectomie ou de PTH, un grand nombre de patients n'ont ni CMA ni diagnostic associé (DA).

Tableau n°2 –Distribution des variables séjours/patients

	Appendice-ctomie	AVC	Résection de cancer du côlon	Infarctus du myocarde	Pontage aorto-coronarien	PTH	Résection pancréatique	Pose de stent
<b>% de femmes</b>	50,0%	50,2%	45,7%	31,8%	17,8%	56,5%	48,1%	24,3%
<b>Comorbidité Majeure Associée (CMA)</b>	5,0%	61,4%	49,6%	55,5%	66,4%	28,6%	65,5%	63,6%
<b>Passage en réanimation</b>	0,7%	3,7%	19,8%	19,2%	72,6%	1,8%	30,5%	15,5%
<b>Nombre de Diagnostics Associés (DA)</b>								
0	72,5%	10,7%	12,4%	11,6%	2,5%	30,5%	7,4%	6,7%
1 ou 2	23,1%	32,9%	30,4%	31,9%	14,1%	38,4%	26,1%	25,6%
3 ou 4	3,3%	29,0%	24,5%	28,9%	22,1%	19,5%	24,7%	30,7%
5 et +	1,1%	27,5%	32,6%	27,6%	61,3%	11,6%	41,8%	37,0%
<b>Age des patients</b>								
Moyenne	23,6	72,4	69,5	67,3	66,1	69,3	65,2	66,5
Médiane	18	76	71	69	67	71	67	69
<b>Durée du séjour initial</b>								
Moyenne	4,5	12,2	16,2	7,0	13,6	10,8	21,9	6,1
Médiane	4	9	13	6	19	11	10	5

Tableau n°3 –Distribution des variables établissements

	Appendice- ctomie	AVC	Réséction de cancer du côlon	Infarctus du myocarde	Pontage aorto- coronarien	PTH	Réséction pancréa- tique	Pose de stent
<b>Volume d'activité procédure (nb séjours en 2005)</b>								
Moyenne	86,2	106,1	97,4	80,5	228,7	87,7	5,3	128
P20%	27	3	29	3	122	18	1	16
Médiane (P50% <i>)</i>	69	26	65	31	215	61	3	95
P60%	82	45	81	49	243	81	4	125
P80%	134	163	136	129	332	141	7	217
<b>Nombre de Lits installés en...</b>	<b>Chirurgie</b>	<b>Médecine</b>	<b>Chirurgie</b>	<b>Médecine</b>	<b>Chirurgie</b>	<b>Chirurgie</b>	<b>Chirurgie</b>	<b>Chiru rgie</b>
	91,9	99,7	93,6	120,4	316,1	95,1	119,0	162,0
<b>Taux d'occupation des lits</b>	69,1%	81,6%	69,6%	83,3%	76,5%	69,4%	72,2%	74,5%
<b>Part de la chirurgie dans l'activité totale MCO (nb de séjours)</b>	39,9%	25,3%	39,8%	25,4%	30,3%	41,9%	38,6%	29,5%
<b>Taux de spécialisation procédure (nb séjours procédure / nb séjours total en médecine/chirurgie)</b>	0,70%	1,17%	0,75%	0,58%	0,86%	0,81%	0,02%	0,61%
<b>ETP personnel paramédical / lit</b>	2,13	4,03	2,11	3,40	2,43	2,08	2,18	2,42
<b>Existence d'un service d'Urgences (en % des établissements)</b>	57,2%	52,5%	57,0%	64,0%	80,4%	56,2%	63,1%	80,6%
<b>Répartition par type d'établissement (en % des séjours initiaux)</b>								
<i>Etab. d'enseignement (CHRU,CLCC)</i>	11,1%	28,6%	15,9%	28,0%	53,9%	10,3%	45,6%	28,6%
<i>Autre établissement public</i>	37,3%	62,0%	23,6%	47,3%	2,8%	18,4%	17,6%	20,9%
<i>Privé PSPH</i>	6,2%	3,7%	9,3%	4,3%	7,9%	7,1%	6,8%	5,6%
<i>Privé lucratif</i>	45,5%	5,8%	51,2%	20,4%	35,5%	64,2%	30,1%	44,9%

### III.2. Impact des caractéristiques séjours/patients

Dans un premier temps nous estimons la probabilité de réadmission/décès uniquement en fonction des caractéristiques cliniques des patients et d'un effet aléatoire inter-établissements. Ces modèles à effet aléatoire (équation 2) permettent d'établir que la variance inter-établissements est significative pour toutes les interventions analysées (Tableau n°4): le terme de variance inter-établissements est significativement différent de 0 au seuil de 1%. Cela prouve qu'il existe bien des différences de résultats de soins entre les établissements à gravité des cas égale, ce qui conforte notre choix d'un modèle multi-niveaux.

Par ailleurs, on note que les variables introduites au niveau des séjours pour contrôler le *case-mix* des patients ont toutes un impact significatif sur la probabilité de décès à 30 jours (cf. Tableau n°4).

Pour toutes les procédures, l'âge est un critère discriminant, la probabilité de décès après un infarctus étant par exemple 4,8 fois plus élevée chez les patients de plus de 80 ans que les patients âgés de 63 à 73 ans. De la même manière, l'existence d'une CMA lors du séjour initial augmente la probabilité de décès à 30 jours pour toutes les procédures, et de façon particulièrement marquée pour les trois pathologies et interventions cardiaques : en présence de CMA, la probabilité de décès est 8 fois plus

élevée après une pose de *stent*, 6 fois plus élevée après un pontage et 15 fois plus élevée pour un infarctus. Le nombre de DA est également corrélé avec une augmentation du nombre de décès, toutes choses égales par ailleurs. Pour toutes les interventions, la probabilité de décès à 30 jours est bien supérieure chez les patients qui ont 5 diagnostics associés par rapport à ceux qui en ont 1 ou 2, les *odds-ratios* associés valant de 1,2 à 3,6. Pour l'AVC et le cancer du côlon, le fait de passer en réanimation lors du séjour initial est également prédictif du risque de décès. Enfin, la durée du séjour initial ne peut pas être interprétée de façon fiable car cette variable présente un fort risque d'endogénéité : si les séjours les plus longs sont souvent dus à la complexité du cas traité, une durée de séjour très courte peut aussi être causée par le décès précoce du patient au cours de son hospitalisation.

**Tableau n°4 –Modélisation de la probabilité de décès à 30 jours en fonction des caractéristiques séjours/patients**

	AVC		Résection de cancer du côlon		Infarctus du myocarde		Pontage aorto-coronarien		Résection pancréatique		Pose de stent	
	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value
Constante	0,056	<,0001	0,004	<,0001	0,004	<,0001	0,001	<,0001	0,014	<,0001	0,001	<,0001
<b>Age du patient (réf. 3e quintile)</b>												
1er quintile	0,243	<,0001	0,324	<,0001	0,288	<,0001	0,711	0,104	0,223	0,000	0,553	0,006
2e quintile	0,504	<,0001	0,691	0,004	0,524	<,0001	0,692	0,083	0,606	0,096	0,726	0,084
4e quintile	1,591	<,0001	1,742	<,0001	2,127	<,0001	1,867	0,000	1,201	0,479	1,035	0,827
5e quintile	2,424	<,0001	3,446	<,0001	4,806	<,0001	2,517	<,0001	2,851	<,0001	2,091	<,0001
<b>Femme</b>	0,958	0,078	0,927	0,266	1,109	0,006	1,232	0,109	0,860	0,384	1,189	0,110
<b>Comorbidité majeur associée</b>												
1,130	<,0001	4,094	<,0001	15,186	<,0001	6,111	<,0001	2,769	<,0001	7,898	<,0001	
<b>Passage en réanimation</b>												
11,970	<,0001	2,054	<,0001	2,354	<,0001	1,079	0,687	1,256	0,252	7,545	<,0001	
<b>Nombre de diagnostics associés (réf. 1-2 DA)</b>												
Aucun DA	1,054	0,247	1,050	0,809	0,734	<,0001	1,393	0,471	1,660	0,265	2,312	0,048
3 ou 4 DA	1,124	0,000	1,259	0,055	0,924	0,108	0,978	0,935	1,570	0,127	1,217	0,252
5 DA ou +	1,439	<,0001	2,707	<,0001	1,161	0,003	2,778	<,0001	3,564	<,0001	1,642	0,003
<b>Durée du séjour initial (réf. 2e et 3e quintiles)</b>												
1er quartile	2,645	<,0001	4,074	<,0001	5,192	<,0001	4,595	<,0001	3,012	<,0001	1,515	0,001
4e quartile	0,587	<,0001	0,532	<,0001	0,449	<,0001	1,032	0,841	0,192	<,0001	1,245	0,079
<b>Terme de variance inter-établissements</b>												
Valeur	0,1787		0,4552		0,2658		0,7548		0,5951		0,7941	
Standard-error	0,01961		0,06835		0,03176		0,1916		0,2268		0,1512	

L'analyse de la réadmission (cf. Tableau n°5), conforte ces résultats. Les variables au niveau séjour/patient n'ont pas systématiquement la même significativité que dans la modélisation du décès, néanmoins, lorsqu'elles ont un impact, celui-ci est conformes aux attentes : plus la gravité du cas est importante plus la probabilité de réadmission augmente. On note en particulier que l'âge des patients influe peu sur leur probabilité d'être réhospitalisé dans les 30 jours.

**Tableau n°5 –Modélisation de la probabilité de réadmission à 30 jours en fonction des caractéristiques séjours/patients**

	Appendicectomie		AVC		Résection de cancer du côlon		Infarctus du myocarde		Pontage aorto-coronarien		PTH		Résection pancréatique		Pose de stent	
	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value	OR	P-value
Constante	0,047	<,0001	0,132	<,0001	0,423	<,0001	0,206	<,0001	0,066	<,0001	0,041	<,0001	0,712	0,027	0,136	<,0001
<b>Age du patient (réf. 3e quintile)</b>																
1er quintile	0,991	0,834	1,182	<,0001	1,502	<,0001	0,811	<,0001	1,054	0,593	0,911	0,144	1,439	0,008	0,935	0,227
2e quintile	0,914	0,057	1,082	0,014	1,257	<,0001	0,865	0,000	1,014	0,890	0,912	0,146	1,309	0,050	0,869	0,012
4e quintile	1,067	0,137	0,986	0,681	0,693	<,0001	1,016	0,676	1,082	0,421	1,273	<,0001	0,866	0,308	1,064	0,238
5e quintile	1,063	0,158	0,938	0,068	0,409	<,0001	0,903	0,011	1,161	0,128	1,753	<,0001	0,483	<,0001	1,052	0,344
<b>Femme</b>	0,989	0,670	0,841	<,0001	0,899	0,000	0,872	<,0001	1,119	0,158	0,710	<,0001	0,772	0,005	1,004	0,927
<b>Comorbidité majeure associée</b>	1,317	<,0001	1,048	0,042	1,090	0,010	1,607	<,0001	1,409	<,0001	1,279	<,0001	1,160	0,181	1,216	<,0001
<b>Passage en réanimation</b>	1,036	0,769	0,980	0,721	0,871	0,001	0,972	0,492	0,869	0,123	1,034	0,804	0,832	0,111	1,072	0,238
<b>Nombre de diagnostics associés (réf. 1-2 DA)</b>																
Aucun DA	0,764	<,0001	0,914	0,020	0,849	0,001	1,125	0,008	1,313	0,262	0,926	0,143	0,838	0,365	1,052	0,539
3 ou 4 DA	1,134	0,041	1,052	0,064	1,092	0,022	0,962	0,241	0,963	0,759	1,164	0,004	1,010	0,941	0,979	0,666
5 DA ou +	1,040	0,686	1,255	<,0001	1,144	0,001	1,007	0,853	1,211	0,104	1,446	<,0001	0,964	0,794	1,060	0,268
<b>Durée du séjour initial (réf. 2e et 3e quintiles)</b>																
1er quartile	0,710	<,0001	1,103	0,000	0,678	<,0001	1,096	0,003	0,953	0,542	1,015	0,763	1,030	0,795	0,796	<,0001
4e quartile	2,080	<,0001	0,950	0,059	1,004	0,908	1,128	0,000	1,553	<,0001	1,403	<,0001	0,958	0,714	1,393	<,0001
<b>Terme de variance inter-établissements</b>																
Valeur	0,229		0,081		0,115		0,168		0,059		0,136		0,212		0,12	
Standard-error	0,021		0,01		0,014		0,018		0,022		0,021		0,066		0,019	

### III.3. Impact du volume d'activité

Dans un deuxième temps, nous avons testé l'impact du volume d'activité sur les résultats des soins, tout en contrôlant les caractéristiques des patients pris en charge. De manière concurrentielle plusieurs transformations continues de la variable de volume sont testées. Les résultats des tests de vraisemblance (critère d'Akaike) suggèrent que pour la plupart des procédures la transformation logarithmique est la meilleure spécification, à la fois pour la mortalité et la réadmission. Ceci est conforme aux résultats des études provenant des autres secteurs d'activité qui montrent, à cet égard, que la forme la plus appropriée pour la courbe d'apprentissage est la forme log-linéaire (Com-Ruelle et al., 2008). Alternativement au logarithme, nous avons également introduit le nombre de séjours procédure sous forme catégorielle (découpage en quintiles) afin d'illustrer d'éventuels effet de seuil ou de discontinuité dans la relation entre volume et résultats de soins.

Dans les Tableaux n°6 et n°7, la première équation présente les résultats des estimations avec le logarithme du volume d'activité ; la seconde introduit le découpage des établissements selon le quintile de volume d'activité dans lequel ils se classent. Afin de faciliter la lecture, les résultats relatifs aux caractéristiques individuelles des patients/séjours ne sont pas reportés dans les tableaux, mais le contrôle de ces variables est évidemment conservé dans les modèles.

**Tableau n°6 –Modélisation de la probabilité de décès à 30 jours en fonction du volume d'activité procédure, à caractéristiques séjours/patients contrôlés**

	AVC		Résection de cancer du côlon		Infarctus du myocarde		Pontage aorto-coronarien		Résection pancréatique		Pose de stent	
	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value
<b>Modèle 1.</b>												
<i>Volume d'activité - en continu</i>												
Log (nombre de séjours procédure 2005)	-0,005	0,762	-0,305	<,0001	-0,083	0,001	-0,081	0,730	-0,333	<,0001	-0,025	0,781
<b>Terme de variance inter-établissements</b>												
Valeur	0,184		0,351		0,264		0,770		0,256		0,786	
Standard-error	0,020		0,060		0,032		0,197		0,202		0,153	
<b>Modèle 2.</b>												
<b>Volume d'activité - en quintiles (réf. 5e quintile)</b>	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value
1er quintile	1,224	0,048	2,343	<,0001	1,582	0,001	1,168	0,720	2,063	0,005	1,442	0,399
2e quintile	1,077	0,462	1,549	0,001	1,160	0,263	1,852	0,140	1,690	0,148	1,211	0,499
3e quintile	0,772	0,000	1,599	0,000	1,165	0,078	1,409	0,411	1,838	0,076	1,202	0,435
4e quintile	0,953	0,362	1,441	0,002	1,087	0,261	1,605	0,249	1,430	0,132	1,407	0,136
<b>Terme de variance inter-établissements</b>												
Valeur	0,177		0,395		0,265		0,785		0,432		0,782	
Standard-error	0,020		0,062		0,031		0,206		0,212		0,151	

A caractéristiques de gravité du séjour égales, le volume d'activité est significativement corrélé à la probabilité de survenue d'un évènement indésirable (réadmission/décès) à 30 jours pour la plupart des procédures.

La probabilité de décéder dans les 30 jours est plus faible dans les établissements ayant un haut volume d'activité pour les résections du côlon et du pancréas et, à un niveau moindre, pour l'infarctus du myocarde. Pour les trois autres interventions étudiées (AVC, pontage et pose de *stent*), nos résultats ne mettent en évidence aucune relation continue entre le nombre de séjours par établissement et la probabilité de décès, à *case-mix* équivalent.

En ce qui concerne les réadmissions, on constate un impact significatif du volume d'activité sur toutes les interventions sauf l'appendicectomie et la pose de *stent* qui sont toutes les deux des interventions courantes. C'est pour le pontage, la résection pancréatique et la PTH que l'impact du volume d'activité est le plus marqué (coefficients respectivement de -0,179, -0,136 et -0,128).

**Tableau n°7 –Modélisation de la probabilité de réadmission à 30 jours en fonction du volume d'activité procédure, à caractéristiques séjours/patients contrôlés**

	Appendicectomie		AVC		Résection de cancer du côlon		Infarctus du myocarde		Pontage aorto-coronarien		PTH		Résection pancréatique		Pose de stent	
<b>Modèle 1.</b>	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value	Coeff	p-value
<b>Volume d'activité - en continu</b>																
Log (nombre de séjours procédure 2005)	0,019	0,553	-0,058	<,0001	-0,050	0,031	-0,095	<,0001	0,179	0,019	-0,128	<,0001	0,136	0,007	0,013	0,708
<b>Terme de variance inter-établissements</b>																
Valeur	0,235		0,077		0,111		0,149		0,049		0,117		0,156		0,124	
Standard-error	0,022		0,010		0,014		0,017		0,020		0,020		0,061		0,020	
<b>Modèle 2.</b>																
	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value	OR	p-value
<b>Volume d'activité - en quintiles (réf. 5e quintile)</b>																
1er quintile	1,058	0,507	1,211	0,026	1,074	0,332	1,231	0,061	1,344	0,041	1,403	0,001	1,179	0,076	0,859	0,345
2e quintile	0,973	0,712	1,213	0,034	1,168	0,010	1,209	0,068	1,201	0,200	1,366	0,000	1,225	0,162	1,007	0,939
3e quintile	0,997	0,960	1,203	0,001	1,255	<,0001	1,276	0,000	1,043	0,761	1,208	0,006	1,173	0,043	0,884	0,181
4e quintile	0,995	0,933	1,069	0,100	1,154	0,006	1,297	<,0001	1,060	0,666	1,126	0,058	1,164	0,049	1,038	0,671
<b>Terme de variance inter-établissements</b>																
Valeur	0,231		0,076		0,108		0,149		0,055		0,121		0,172		0,122	
Standard-error	0,022		0,010		0,014		0,017		0,022		0,020		0,062		0,020	

Si l'introduction du volume en quintile confirme globalement les résultats obtenus avec une spécification logarithmique, elle permet néanmoins d'affiner les résultats pour certaines procédures. Dans le cas de la réadmission pour pontage et de la mortalité pour infarctus, on note un effet de seuil : ce sont les établissements à très faible activité qui présentent un risque de réadmission plus élevé mais cette relation s'atténue pour les quintiles d'activité supérieurs. Pour la réadmission suite à une chirurgie du cancer du côlon, ce sont les établissements ayant des niveaux médians d'activité (du 2e au 4e quintile) qui ont les probabilités de réadmissions les plus élevées.

Enfin, la modélisation du risque de décès à 30 jours pour AVC en contrôlant par les quintiles d'activité semble suggérer une relation en forme de « U » plutôt qu'une relation de type logarithmique. En effet, ce sont les prises en charge effectuées dans les établissements ayant une activité médiane (3<sup>e</sup> quintile) qui induisent la probabilité de décès la plus faible. A l'inverse, dans les établissements à très faible ou très fort niveau d'activité (1<sup>er</sup> et 5<sup>e</sup> quintiles), les résultats de soins semblent se détériorer.

### III.4. Impact des autres caractéristiques des établissements

Nous avons introduit les variables institutionnelles décrites plus haut (cf. § II.4) de manière successive en raison de la forte corrélation qui existe entre ces variables. Parmi elles, deux semblent avoir un réel effet sur la mortalité/réadmission, à volume d'activité égal : le niveau de spécialisation de l'établissement et l'effectif en personnel paramédical. Le Tableau n°8 présente les résultats les plus significatifs.

Premièrement, on constate, pour certaines procédures, un effet de spécialisation des établissements sur le risque à la fois de décès et de réadmission : à volume d'activité et du *case-mix* égales, les établissements qui sont spécialisés dans une prise en charge ont des meilleurs résultats, notamment pour l'AVC et l'infarctus (les deux prises en charge médicales). Ceci souligne l'importance des paramètres organisationnels de l'établissement, au-delà du volume d'activité, dans le processus d'amélioration des résultats de soins.

Il semble exister également un effet de spécialisation au sens plus large : les établissements qui consacrent une part importante de leur activité à la chirurgie obtiennent de meilleurs résultats que les autres pour la plupart des procédures chirurgicales (résection de cancer du côlon, pontage, PTH et pose de *stent*).

Il est intéressant, quoique paradoxal, de noter que ce constat est également valable pour l'infarctus qui est une prise en charge médicale : toutes choses égales par ailleurs, plus la part d'activité consacrée à la chirurgie est importante moins il y a de décès pour infarctus. Cela peut signifier que les établissements qui ont d'importants services de chirurgie cardiaque sont mieux armés pour prendre en charge l'infarctus.

Notons par ailleurs que, pour la pose de *stent*, on constate un impact significatif du taux de spécialisation, à la fois dans cette procédure spécifiquement et globalement dans l'ensemble des activités chirurgicales, alors que le nombre de procédures réalisé par an n'a pas d'effet sur la survenue des événements indésirables : aucun lien n'a été décelé entre le volume d'activité et la réadmission ou la mortalité.

Enfin notons que l'effectif de personnel soignant (paramédical) a un impact significatif sur la mortalité par pose de *stent* : toutes choses égales par ailleurs, le risque de décès pour cette procédure est moins élevé dans les établissements qui comptent plus de personnel soignant par lit.



**Tableau n°8 –Modélisation de la probabilité de décès et de réadmission à 30 jours en fonction des caractéristiques séjours/patients, du volume d'activité procédure, du niveau de spécialisation et du personnel soignant par lit**

	Appendicectomie		AVC		Résection de cancer du côlon		Infarctus du myocarde		Pontage aorto-coronarien		PTH		Résection pancréatique		Pose de stent	
	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value	Coeff	P-value
<b>Réadmission</b>																
<b>Volume d'activité</b>																
Log(nombre de séjours procédure 2005)	0,065	0,080	-0,058	<,0001	-0,056	0,044	0,103	<,0001	-0,123	0,139	-0,068	0,017	-0,095	0,152	0,018	0,664
<b>Spécialisation</b>																
Part de l'activité consacrée à la chirurgie	0,345	0,081	0,245	0,152	-0,441	0,007	0,475	0,013	-1,280	0,022	-0,656	0,001	0,128	0,821	0,009	0,977
Taux de spécialisation procédure	12,340	0,008	0,013	0,993	0,622	0,766	0,745	0,824	-4,098	0,429	-0,560	0,711	141,58	0,479	1,885	0,660
ETP personnel soignant/ lit	0,030	0,375	0,016	0,087	-0,024	0,435	0,004	0,787	-0,135	0,141	0,049	0,155	-0,04	0,689	0,067	0,246
<b>Terme de variance inter-établissements</b>																
Valeur	0,2283		0,074		0,102		0,136		0,039		0,088		0,133		0,127	
Standard-error	0,0223		0,0096		0,0139		0,0159		0,0195		0,0176		0,0586		0,0209	
<b>Mortalité</b>																
<b>Volume d'activité</b>																
Log(nombre de séjours procédure 2005)			0,009	0,609	-0,314	<,0001	0,047	0,072	-0,004	0,989			0,388	0,000	0,098	0,328
<b>Spécialisation</b>																
Part de l'activité consacrée à la chirurgie			0,981	<,0001	-1,514	<,0001	1,230	<,0001	-1,040	0,549			1,514	0,110	2,819	0,001
Taux de spécialisation procédure			5,457	0,011	3,730	0,383	17,297	0,000	-6,493	0,686			####	0,366	33,581	0,002
ETP personnel soignant/ lit			0,005	0,550	-0,050	0,409	0,015	0,289	-0,089	0,756			0,197	0,249	0,200	0,062
<b>Terme de variance inter-établissements</b>																
Valeur			0,153		0,278		0,235		0,85				0,113		0,615	
Standard-error			0,0177		0,0582		0,0296		0,2288				0,1931		0,1333	

Les résultats de nos analyses de sensibilité témoignent de la robustesse des résultats présentés. Nous avons reproduit les estimations en restreignant successivement les échantillons d'analyse aux établissements réalisant plus de 5 séjours ou plus de 10 séjours par an, afin de vérifier que le lien observé n'est pas uniquement dû aux établissements ayant une très faible activité. Les résultats des modèles demeurent identiques dans les deux cas. L'analyse de sensibilité ne concerne pas la résection pancréatique car la déperdition dans l'échantillon est trop grande, les établissements ne réalisant en moyenne que 4 interventions par an.

#### *IV. Limites et développements possibles*

Avant de présenter nos conclusions générales, il est important de relever un certain nombre de limites concernant nos analyses.

Tout d'abord, nos indicateurs de résultats sont perfectibles. Pour la mesure de la réadmission, nous avons conservé tous les motifs d'hospitalisation faute de critère pertinent pour identifier les réhospitalisations non programmées et réellement imputables au séjour initial. Dans la littérature, on utilise souvent le passage en urgence comme critère de jugement ; nous n'avons pas pu utiliser ce critère dans notre étude car son codage s'avère hasardeux dans la base PMSI et vraisemblablement très variable d'un établissement à l'autre. Par ailleurs, l'indicateur de réadmission peut être problématique pour étudier les procédures pour lesquelles le taux de mortalité est élevé. En effet, dans l'analyse de la réadmission, les cas de décès des patients lors du séjour initial ont été écartés de l'échantillon utilisé : bien que cette pratique soit très courante dans les études qui utilisent cet indicateur, cela peut engendrer un biais de sélection en termes de gravité des séjours initiaux analysés.

Concernant la mortalité, nous avons étudié uniquement les décès survenus à l'hôpital. Même si le fait d'analyser les décès sur une période fixe (30 jours) permet d'éviter certains inconvénients de la mortalité hospitalière, il serait préférable d'observer également les décès survenant en dehors de l'hôpital pour une meilleure évaluation des résultats de soins. Il serait aussi possible et souhaitable d'améliorer l'ajustement réalisé pour contrôler les différences de profil clinique des patients.

Par ailleurs, nos analyses ne fournissent pas d'information sur le sens de la causalité entre volume et résultats. Dans la littérature, deux hypothèses sont avancées : 1) la qualité des soins augmente avec le volume d'activité des hôpitaux grâce à une expérience accrue (effets d'apprentissage) ; 2) c'est la qualité qui engendre le volume puisqu'on oriente plus volontiers les patients vers des médecins et des établissements de bonne renommée (effets d'adressage). Il est important de comprendre l'importance relative de chaque explication pour mieux orienter les décisions politiques, mais ceci nécessite de disposer de données longitudinales sur une période suffisamment longue et de mettre en œuvre des méthodes statistiques très spécifiques pour tester la causalité.

Enfin, il ne faut pas oublier que la façon d'appréhender l'activité a des répercussions sur la mesure du lien entre le volume d'activité et les résultats de soins. Nous nous sommes concentrés sur le nombre de séjours réalisé au niveau de l'établissement pour une intervention donnée ; néanmoins, le volume d'activité du médecin (le nombre d'interventions par chirurgien notamment) peut également avoir un effet propre sur la qualité des soins. Nous n'avons pas pu contrôler le volume d'activité des chirurgiens dans nos analyses faute de données suffisamment précises dans la SAE. Plusieurs études antérieures montrent que volume d'activité global de l'établissement et le volume d'activité individuel sont tous les deux importants et peuvent influencer simultanément les résultats des soins.

## V. Conclusions

Cette étude contribue à la littérature sur le lien entre le volume d'activité et les résultats de soins en exploitant pour la première fois les données hospitalières françaises à l'échelle nationale dans une approche de modélisation multi-niveaux. Elle cherche à répondre à une question majeure pour l'organisation et la (re)structuration des soins hospitaliers : est-ce que les résultats de soins sont meilleurs dans les établissements lorsque l'activité consacrée à ces soins est plus élevée ? Nous apportons des éléments de compréhension nouveaux sur l'ampleur et la forme de cette relation volume-qualité dans le contexte hospitalier français.

L'utilisation de modèles multi-niveaux nous a permis d'évaluer l'effet propre du volume d'activité d'un établissement sur la probabilité de réadmission/décès pour huit interventions hospitalières, en contrôlant à la fois des caractéristiques cliniques des patients pris en charge et des caractéristiques institutionnelles qui peuvent influencer la répartition des profils sociaux et médicaux des patients entre établissements.

Nous avons mis en évidence que la probabilité de réadmission et/ou de mortalité était plus élevée dans les établissements à faible volume d'activité pour six interventions : la chirurgie pour cancer du côlon, le pontage aorto-coronarien, l'opération de résection pancréatique, l'infarctus aigu du myocarde, l'accident vasculaire cérébral (AVC) et la prothèse totale de la hanche (PTH). En revanche, le volume d'activité n'a pas d'influence significative sur les résultats pour les deux interventions relativement courantes que sont l'appendicectomie et la pose de *stent*.

Les analyses confirment également que l'intensité du lien et la forme fonctionnelle de la relation entre le volume et les résultats varient d'une procédure à l'autre. Pour la plupart de procédures étudiées, l'amélioration des résultats est réelle tout au long du spectre d'activité mais l'impact semble s'atténuer au fur et à mesure que l'activité augmente (relation en « L », de type logarithmique). Dans le cas de l'AVC, une relation en « U » n'est pas à exclure car la probabilité de décès a tendance à augmenter au-delà d'un certain niveau d'activité. Toutefois, ce résultat peut refléter une limite dans le contrôle du *case-mix* et de la sévérité.

En tout état de cause, l'hypothèse d'un accroissement linéaire de la qualité des soins avec l'activité semble irréaliste : une transformation logarithmique ou un découpage en classes d'activités sont plus adaptés pour décrire ce lien. De plus, l'intensité de la relation volume-résultats est différente selon le type de soins (chirurgicaux vs. médicaux) et surtout sensible au niveau de technicité de l'intervention, la relation semblant plus marquée pour les interventions complexes comme la chirurgie oncologique, et plus modérée pour les interventions relativement courantes que sont l'appendicectomie ou la pose de *stent*. Cette constatation corrobore les tendances observées dans la plupart des travaux antérieurs qui mettent en évidence un effet d'apprentissage d'autant plus important que la procédure est complexe.

Par ailleurs, à *case-mix* et niveau d'activité égaux, le degré de spécialisation de l'établissement dans une procédure donnée paraît diminuer les risques de mortalité et de réadmission notamment pour les procédures non chirurgicales (AVC et infarctus). Cela implique que les établissements qui réalisent un nombre de procédures relativement faible par rapport aux autres peuvent tout de même avoir des bons résultats en se spécialisant dans cette procédure, c'est-à-dire si cette procédure constitue une part importante de leur activité. Il semble également exister un effet d'apprentissage à une échelle plus large pour les interventions chirurgicales. Par exemple, entre deux établissements qui réalisent le

même nombre de chirurgies de cancer du côlon, celui qui a le volume d'activité chirurgical global le plus élevé semble avoir de meilleurs résultats.

Globalement, nos résultats corroborent la plupart des études internationales en affirmant qu'il existe un lien significatif entre le volume d'activité et les résultats de soins pour certaines procédures et interventions. Il serait maintenant essentiel d'identifier les mécanismes qui sous-tendent ce lien afin de comprendre pourquoi et comment le volume d'activité peut améliorer la qualité des soins. En économie industrielle, on utilise le concept « d'économies d'échelle » pour expliquer le lien volume-résultats. Les effets d'apprentissage, résultant d'une production plus efficiente avec l'expérience accumulée, ont été particulièrement bien démontrés dans un grand nombre de secteurs d'activité (Liebermann, 1984 ; Darr et *al.* 1995). Dans le domaine hospitalier, on admet que c'est le médecin et/ou l'équipe médicale qui influence les résultats de soins et que l'apprentissage médical et l'expertise s'acquièrent avec le nombre de procédures réalisées (Sowden et *al.*, 1997 ; Luft *et al.*, 1979 ; Luft *et al.*, 1987). L'apprentissage pourrait se développer alors à travers l'expérience accumulée des individus, le transfert du savoir, le management, une meilleure organisation des processus de soins, mais aussi à travers un investissement croissant dans des équipements plus performants.

La traduction de ces résultats en termes de recommandations politiques est délicate. Il n'est pas facile de trouver le bon équilibre entre le coût et les bénéfices dans les décisions de concentration de l'offre hospitalière. Nos résultats montrent qu'à gravité égale, il existe des différences significatives de probabilité de réadmission et de décès entre établissements et que le volume d'activité explique une partie de ces différences. A ce titre, le volume d'activité constitue un levier d'action pour améliorer les résultats dans certains domaines. Cependant, une forte concentration de l'activité dans de grands centres a des coûts, des répercussions en termes d'accès aux soins et peut engendrer des effets pervers liés aux situations de monopole.

Par ailleurs, si l'on souhaite améliorer les résultats des soins en intervenant sur le volume d'activité, il est important de comprendre la forme de ce lien pour chaque procédure. Par exemple si nos résultats suggérant un lien en forme de « L » étaient confirmés, il serait effectivement efficace de limiter le nombre d'établissements à très faible volume, mais il y aurait peu de bénéfice à concentrer l'activité au-delà d'un certain point. Il est surtout essentiel, de cibler les prises en charge pour lesquelles un lien significatif entre activité et qualité a bien été démontré.

Rappelons, enfin, que le volume d'activité n'est sans doute pas un vecteur d'amélioration des soins en lui-même mais qu'il reflète des différences dans l'encadrement, l'organisation et l'exécution des soins sur lesquels nous ne possédons pas d'informations. Cette étude appelle donc un enrichissement des connaissances dans cette direction.

## IV. Remerciements

Ce travail a bénéficié d'un financement de la Haute Autorité de Santé (HAS) dans le cadre d'un appel d'offres. Nous tenons à remercier Laurent TARDIF (Adysta Conseil) qui a réalisé le chaînage des séjours dans la base PMSI-MCO et contribué à la construction des indicateurs de résultats et Laure COM-RUELLE (Irdes) qui a apporté son expertise médicale tout au long de ce travail.

## V. Références

- Ansari M., Ackland M. (1999), Inter-hospital comparison of mortality rates. *Int J Quality Health Care*, 11(1):29-35.
- Bryk A., Raudenbush S. (2002), *Hierarchical Linear Models*, Sage Publications, Newbury Park, CA.
- Com-Ruelle L., Or Z., Renaud T. (2008), Volume d'activité et qualité des soins dans les établissements de santé : enseignements de la littérature, IRDES, rapport n° 1734, 146 pages.
- Darr E.D., Argote L., Epple D. (1995), The acquisition, transfer, and depreciation of knowledge in service organizations : productivity in franchises. *Management Science*, 41(11).
- Kreft I., Leeuw J. (1998), *Introducing Multilevel Modelling*, Sage Publications, London.
- Lieberman M.B. (1984), The learning curve and pricing in the chemical processing industries, *Rand Journal of Economics*, 15(2).
- Luft H., Bunker J., Enthoven A. (1979), "Should operations be regionalized? The empirical relationship between surgical volume and mortality, *New England Journal of Medicine*, 301(25), 1364-69.
- Luft H.S., Hunt S.S., Maerki S.C. (1987), The volume-outcome relationship: practice-makes-perfect or selective-referral patterns? *Health Serv Res*, 22:2.
- Needleman J., Buerhaus P.L., Stewart M., Zelevinsky K. et Mattke S. (2006), Nurse Staffing In Hospitals: Is There A Business Case For Quality?, *Health Affairs*, vol.25 (1): 204-211.
- Shaihan D., Normand S-L. (2003), The volume-outcome relationship: from Luft to Leapfrog, *Ann Thorac Surg*, 75:1048-58.
- Silber J., Rosenbaum P. (1997), A spurious correlation between hospital mortality and complication rates: the importance of severity adjustment', *Medical Care*; 35(10Suppl):77-9.
- Sowden A, Grilli R, Rice N. (1997), The relationship between hospital volume and quality of health outcomes, CRD Report 8 (Part 1), *University of York*.