



DÉPARTEMENT DE L'INTÉRIEUR ET DE LA SANTÉ PUBLIQUE

Institut universitaire
de médecine sociale et préventive
Lausanne

SIMULIT :

Description du modèle de simulation

R. Grimm, V. Koehn, F. Paccaud

avec la collaboration de :

G. Van Melle

Ch. Schwab

B. Santos-Eggimann

A. Marazzi

Lausanne

novembre 1988

Institut Universitaire de
Médecine Sociale et Préventive
Lausanne

SB-00645

CAHIERS DE RECHERCHES
ET DE DOCUMENTATION

1 s.8

10814

W
A
CAH
108

Adresse pour commande : Institut universitaire de médecine sociale et préventive
Bibliothèque
17, rue du Bugnon - CH 1005 Lausanne

Citation suggérée : Grimm R., Koehn V., Paccaud F. - SIMULIT : Description
du modèle de simulation. - Lausanne, Institut universitaire
de médecine sociale et préventive, 1988, 12 p. (Cah Rech
Doc IUMSP, n° 1 s.8)
Prix : CHF 4.--

Institut Universitaire de
Médecine Sociale et Préventive
Lausanne

Doc. 2
56/15.8/92

1. Introduction

L'activité d'un hôpital, lorsqu'on l'exprime en termes de durées de séjour, en nombre de lits occupés, etc. se prête bien aux analyses quantitatives : les définitions sont relativement claires et les données généralement abondantes. D'innombrables travaux illustrent ces possibilités dans le domaine de la planification en particulier pour la fixation de normes d'équipement (4, 9, 13, 15, 16).

En revanche, peu de travaux, à notre connaissance, utilisent la simulation pour la planification hospitalière; à part l'utilisation de modèles probabilistes (en particulier poissoniens, voir référence 1), les travaux concernant la gestion des admissions hospitalières (10, 22) ou les perspectives à moyen terme de l'occupation des lits (7, 8, 12) sont encore rares.

Le modèle développé à l'Institut universitaire de médecine sociale et préventive et présenté ci-dessous utilise un programme informatique pour simuler les mouvements d'entrées et de sorties des hôpitaux de soins généraux. Cette simulation se fonde sur les données récoltées de routine dans les hôpitaux; elle tient notamment compte de certaines variations journalières et saisonnières, du nombre d'entrées, ainsi que du "Case-Mix" de l'hôpital, c'est-à-dire de la répartition des cas selon les groupes cliniques et l'âge des patients.

Cette simulation peut être utilisée pour identifier certains déterminants de l'activité hospitalière et notamment pour analyser les pointes de sur- ou de sous-occupation des lits. Elle peut également servir à la prospection de l'activité hospitalière dans le futur : dans ce cas, SIMULIT fait dépendre le volume de l'activité hospitalière des structures démographiques de la population desservie par l'établissement (ou un réseau d'établissements). Les prévisions démographiques sont généralement bien connues, et le modèle permet ainsi d'estimer le volume et la nature de l'activité

hospitalière future. Le programme permet également de simuler d'autres scénarios concernant les services de santé : variations du taux de recours à l'hôpital, des durées de séjour, etc. et leurs conséquences sur l'activité hospitalière pourront ainsi être explorées. L'une des caractéristiques de SIMULIT est qu'il ne donne pas seulement une projection sur la tendance centrale (nombre moyen de lits occupés par année, par exemple), mais également une indication sur les variations de cette occupation (nombre de jours pendant lesquels plus de X lits sont occupés, par exemple).

Ce modèle a été récemment utilisé dans le canton de Vaud pour un exercice de planification des lits hospitaliers : quelques-unes des possibilités offertes par SIMULIT y sont décrites (20).

2. Simulation de l'activité hospitalière

L'objet du programme est de simuler l'activité d'un hôpital (ou d'un ensemble d'hôpitaux) : cette simulation porte sur le nombre de patients admis, sur l'âge et la pathologie de ces derniers, et sur la durée de séjour de chaque cas. Le modèle tient compte des relations entre ces différentes grandeurs (la durée de séjour dépend par exemple du groupe clinique et de l'âge du patient).

D'autre part, le modèle tient compte des variations hebdomadaires et saisonnières de l'activité de l'hôpital; les fins de semaine, les vacances d'été et la fin de l'année correspondent à des périodes de moindre activité :

- le nombre d'admissions y est plus faible;
- la pathologie des cas admis la semaine ou le week-end n'est pas la même (par exemple, il n'y a pas d'opération sur convocation le week-end), mais une éventuelle influence saisonnière sur la pathologie a été négligée. En revanche, il a été admis que la durée de séjour ne dépendait que de l'âge et de la pathologie de la personne hospitalisée.

La simulation se déroule ainsi :

- Pour chaque jour de l'année simulée, on tire au sort le nombre d'admissions par classe d'âge : ce nombre dépend de l'extension de la classe et de son taux de recours à l'hôpital, lui-même fonction du type de jour et de la période de l'année auxquels ce jour appartient.
- Puis on attribue aléatoirement à chaque personne admise, un groupe clinique (en fonction de sa classe d'âge et du type de jour d'admission).
- On attribue enfin à chaque cas admis une durée de séjour qui dépend de ce groupe clinique et de la classe d'âge.
- Les patients peuvent être répartis entre les différents services, selon leur groupe clinique et leur classe d'âge (cette répartition est facultative).

Les groupes cliniques ont été définis de façon à être médicalement interprétables, suffisamment étendus et correspondant à des durées de séjour le plus homogène possible.

Deux versions de ces groupes cliniques sont disponibles : dans la première le regroupement se fait sur la base du diagnostic principal, uniquement; la seconde utilise les DRG. (18, 19, 11).

Ces tirages au sort successifs se font à l'aide de la distribution statistique des grandeurs en question. Les paramètres définissant cette distribution sont observés ou définis normativement.

En résumé :

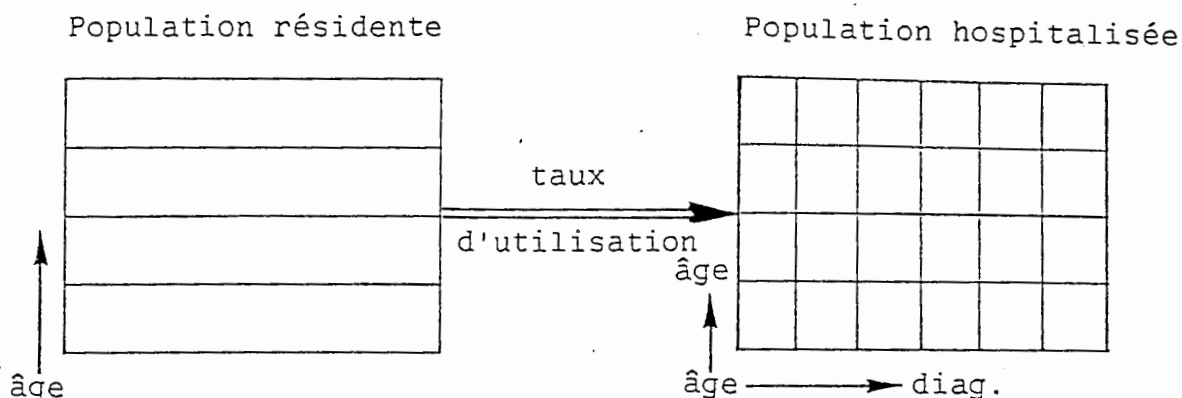
<u>1er tirage</u>	<u>2ème tirage</u>	<u>3ème tirage</u>
<u>Nombre d'admissions</u>	<u>Groupe clinique</u>	<u>Durée de séjour</u>
par classe d'âge	pour chaque admission en fonction	pour chaque admission en fonction
type de jour	- de sa classe d'âge	- de sa classe d'âge
type de période	- du type de jour	- de son groupe diagnostique
 <u>Modèle statistique</u>		
Distribution normale tronquée à 0	Distribution empirique	Distribution logonormale
 <u>Paramètres nécessaires</u>		
Espérance et écart-type dans chaque cellule	Fréquence absolue dans chaque cellule	Espérance et écart-type dans chaque cellule

Le tirage (facultatif) du service se fait sur la base de la distribution empirique.

La période de simulation proprement dite est précédée d'une période d'amorçage qui permet de reconstruire l'état du système au début de l'année simulée. Cet amorçage consiste à simuler l'activité du système (vide au départ) durant une période plus longue que (presque) toutes les durées de séjour. Le nombre d'admissions et la durée de séjour des personnes admises permettent de calculer le nombre de lits occupés jour après jour. Le jour d'entrée et le jour de sortie sont comptés comme jours pleins.

3. Projection de l'activité hospitalière

Puisque le nombre d'admissions est ventilé (notamment) par classes d'âge, il est trivial d'estimer le taux d'utilisation par classe d'âge (nombre d'admissions rapporté à l'effectif de la population résidente). En d'autres termes, une hypothèse implicite du modèle est que l'un des moteurs de l'activité hospitalière est l'effectif de la population résidente et sa structure par âge; le schéma ci-dessous illustre cette relation :



Cette relation (implicite) établie par le modèle entre population résidente et population hospitalisée peut être mise à profit pour la planification hospitalière : dans la mesure où de bonnes prévisions démographiques sont disponibles, il est aisé de modifier la population résidente et d'examiner ses possibles répercussions sur la population hospitalisée, puis sur l'activité hospitalière elle-même.

Dans l'exercice de planification déjà mentionné (20), l'évolution démographique de la population vaudoise a été prise en compte de la façon suivante :

L'espérance et l'écart-type dans les cellules relatives à une classe d'âge donnée, pour l'année simulée, sont obtenus en multipliant les grandeurs correspondantes observées l'année de référence, par un facteur qui est égal à la variation relative de cette classe d'âge. Ce facteur est donc :

$$\text{facteur} = \frac{\text{Effectif de la classe d'âge simulée}}{\text{Effectif de la classe d'âge de référence}}$$

Comme il a été dit plus haut, le modèle permet de tester d'autres scénarios, par exemple :

- durée de séjour abrégée pour certaines pathologies
- taux de recours à l'hôpital plus faible (par exemple, soins à domicile)
- gestion hospitalière différente (diminution ou suppression des variations hebdomadaires et saisonnières).

4. Conclusion

Bien qu'à un état relativement précoce de développement, SIMULIT offre donc des perspectives d'utilisation intéressantes. A titre d'information, les pages suivantes présentent les paramètres du modèle utilisé pour la planification des hôpitaux de zone vaudois (20).

Case-Mix

Grilles de chiffres représentant le nombre de cas par groupe clinique, classe d'âge et type de jour d'admission. Ces nombres ont été établis d'après SMV-Zone 1986 rassemblées. (Les groupes cliniques sont basés sur les DRGs).

Voir tableau ci-joint.

* CASE-MIX ET DUREES DE SEJOUR *

RESULTATS TIRES DE L'OBSERVATION

HOPITAUX DE ZONE, GROUPES CLINIQUES BASES SUR LES DRG, 1986

!	0-14 ANS		15-39 ANS		40-69 ANS		70 ANS & +		TOTAL	
	% !	SEJ !	% !	SEJ !	% !	SEJ !	% !	SEJ !	% !	SEJ !
!	CAS !	MOY !	CAS !	MOY !	CAS !	MOY !	CAS !	MOY !	CAS !	MOY !
!										
ARYTHMIES, ANG. POITR. !	0.0!	7.0!	0.1!	5.4!	0.5!	7.8!	0.6!	11.5!	1.2!	9.7
CARDIO COURT SJ. !	0.1!	6.7!	0.3!	6.6!	0.9!	9.4!	0.6!	13.4!	1.8!	10.1
CARDIO MOYEN SJ. !	0.0!	7.0!	0.1!	12.4!	0.5!	16.2!	1.6!	20.2!	2.2!	18.9
CARDIO LONG SJ. !	0.0!	0.0!	0.0!	11.2!	0.8!	17.2!	0.7!	27.4!	1.5!	21.6
PNEUMO COURT SJ. !	0.8!	7.0!	0.3!	7.7!	0.6!	10.5!	0.4!	17.9!	2.1!	10.1
PNEUMO LONG SJ. !	0.0!	15.3!	0.2!	9.9!	0.8!	15.0!	1.4!	18.8!	2.4!	16.7
NEUROLO COURT SJ. !	1.4!	4.0!	1.3!	4.7!	0.8!	7.9!	0.4!	10.0!	3.9!	5.6
NEUROLO LONG SJ. !	0.2!	7.6!	0.2!	9.9!	0.5!	21.0!	1.4!	34.9!	2.3!	27.7
OESO-GASTRO-ENT. !	1.2!	4.9!	1.0!	4.9!	0.6!	7.3!	0.6!	10.7!	3.4!	6.3
AFF. HEPATOBIL. !	0.0!	7.4!	0.2!	13.4!	0.6!	16.4!	0.5!	17.0!	1.4!	15.9
AUTRES AFF. DIG. !	1.5!	7.1!	1.1!	7.6!	1.2!	10.7!	1.0!	16.8!	4.8!	10.1
APP. LOCOM. CRT SJ. !	1.6!	9.4!	2.2!	9.1!	1.7!	11.4!	0.5!	17.8!	6.0!	10.5
APP. LOCOM. LG SJ. !	0.3!	16.4!	0.9!	15.2!	1.5!	17.7!	2.3!	23.2!	5.0!	19.7
AUTR. MED. INT. CRT SJ. !	1.9!	5.3!	1.1!	4.5!	1.0!	7.6!	0.2!	13.8!	4.2!	6.0
AUTR. MED. INT. MOY. SJ. !	0.5!	7.1!	3.3!	7.7!	0.9!	10.4!	0.4!	16.3!	5.1!	8.8
AUTR. MED. INT. LG SJ. !	0.0!	15.6!	0.2!	10.6!	0.7!	17.0!	1.9!	18.8!	2.9!	17.7
APPENDECTOMIES !	0.3!	7.3!	0.6!	7.6!	0.1!	9.5!	0.0!	9.5!	1.0!	7.6
CHIR. DIG. COURT SJ. !	0.3!	6.4!	0.8!	6.5!	1.0!	8.8!	0.3!	12.4!	2.5!	8.2
CHIR. DIG. LONG SJ. !	0.0!	11.2!	0.4!	12.1!	1.1!	17.0!	0.6!	21.8!	2.2!	17.4
RECONSTR. ARTICUL. !	0.0!	45.5!	0.1!	26.4!	0.7!	24.5!	1.1!	30.1!	1.9!	28.0
CHIR. ORTHO. CRT SJ. !	0.3!	4.5!	1.5!	6.3!	1.1!	7.5!	0.1!	11.7!	3.1!	6.8
CHIR. ORTHO. MOY. SJ. !	0.3!	10.2!	1.8!	8.9!	1.4!	10.5!	0.3!	13.6!	3.8!	10.0
CHIR. ORTHO. LG SJ. !	0.1!	28.0!	0.6!	19.2!	0.7!	23.3!	0.4!	34.4!	1.8!	24.9
AUTR. CHIR. CRT SJ. !	0.4!	4.6!	0.8!	6.5!	1.2!	7.6!	0.3!	9.4!	2.7!	7.0
AUTR. CHIR. LG SJ. !	0.0!	7.5!	0.6!	10.5!	0.5!	11.8!	0.5!	13.7!	1.6!	11.9
NOUVEAUX-NES !	0.9!	8.7!	0.0!	42.0!	0.0!	0.0!	0.0!	0.0!	0.9!	8.8
OBSTETRIQUE !	0.0!	0.0!	5.9!	9.1!	0.0!	7.5!	0.0!	0.0!	5.9!	9.1
GYNECO. CRT SJ. !	0.0!	5.0!	2.9!	3.6!	0.4!	4.0!	0.0!	6.9!	3.4!	3.7
GYNECO. MOY. SJ. !	0.0!	7.9!	1.7!	5.5!	1.5!	6.4!	0.2!	9.9!	3.5!	6.2
GYNECO. LG SJ. !	0.0!	7.0!	0.6!	11.2!	1.3!	14.3!	0.4!	18.0!	2.3!	14.2
DERMATOLOGIE !	0.6!	5.3!	1.0!	5.8!	0.8!	10.4!	0.7!	16.2!	3.0!	9.2
PSYCHIATRIE !	0.1!	9.1!	0.4!	6.9!	0.4!	12.5!	0.5!	29.9!	1.4!	16.8
O.R.L CRT SJ. !	2.4!	4.5!	0.4!	4.9!	0.1!	7.1!	0.0!	21.1!	2.9!	4.8
O.R.L LG SJ. !	0.2!	4.4!	1.1!	4.7!	0.7!	6.4!	0.3!	12.4!	2.3!	6.2
OPHTALMOLOGIE !	0.1!	3.3!	0.1!	4.7!	0.3!	6.8!	0.6!	8.2!	1.0!	7.1
AUTRES DIAG. !	0.2!	11.9!	1.5!	9.0!	0.7!	11.5!	0.2!	20.2!	2.6!	10.9
!										
TOTAL !	15.9!	6.6!	35.4!	7.7!	27.8!	12.0!	20.9!	20.0!	100 !	11.3

NOMBRE TOTAL DE CAS : 32692

Nombre journalier d'admissions

Le programme utilise la moyenne et l'écart-type de ce nombre, pour chacune des classes d'âge, pour deux types de jours d'admission (lundi/jeudi et vendredi/dimanche) et pour deux types de mois (juillet, août, décembre / autres mois).

Ces moyennes et l'écart-type ont été estimés d'après la Statistique Médicale VESKA-Zone 1986.

0-14 ans		15-39 ans		40-60 ans		70 ans et plus	
espérance	écart-type	espérance	écart-type	espérance	écart-type	espérance	écart-type
18.54	5.44	40.49	7.68	34.39	9.08	23.94	6.98
9.78	3.77	22.39	7.46	15.07	5.07	13.42	4.12
15.52	6.37	33.96	9.81	27.52	10.61	19.15	6.22
8.69	3.33	21.23	5.80	12.74	4.73	13.62	3.75

(1ère ligne : période chargée, jours de semaine

2ème ligne : période chargée, week-end

3ème ligne : période creuse, jours de semaine

4ème ligne : période creuse, week-end)

Les nombres ci-dessus sont multipliés par le programme par un facteur de correction et un facteur représentant l'évolution démographique de la classe d'âge concernée.

Le facteur de correction représente le rapport entre la moyenne arithmétique du nombre d'hospitalisations selon ASS-Zone 1986, et celle du nombre d'observations selon SMV-Zone 1986,

	34 762
soit	-----
	32 692

Séjour moyen

Le programme utilise l'espérance et l'écart-type du logarithme de la durée de séjour pour chaque classe d'âge et chaque groupe clinique. Les nombres ont été établis d'après SMV-Zone 1986.

Espérance et écart-type du logarithme de la durée de séjour

1.95	0.00	1.43	0.71	1.73	0.79	2.15	0.78
1.67	0.65	1.51	0.78	1.83	0.94	2.07	1.11
1.95	0.00	2.39	0.51	2.48	0.83	2.58	0.96
0.00	0.00	2.27	0.66	2.68	0.66	2.97	0.83
1.76	0.64	1.70	0.74	1.98	0.84	2.46	1.00
2.45	0.90	2.05	0.66	2.48	0.71	2.63	0.84
1.17	0.55	1.25	0.69	1.68	0.85	1.77	1.00
1.72	0.78	1.78	0.99	2.51	1.07	2.84	1.06
1.39	0.61	1.37	0.61	1.72	0.73	2.13	0.71
1.91	0.45	2.17	0.91	2.42	0.90	2.46	0.93
1.86	0.50	1.87	0.58	2.11	0.74	2.47	0.84
1.81	0.88	1.96	0.72	2.08	0.83	2.46	0.94
2.41	0.92	2.32	0.92	2.55	0.86	2.83	0.87
1.46	0.63	1.29	0.63	1.59	0.83	2.11	1.01
1.73	0.70	1.92	0.51	1.97	0.84	2.17	1.00
2.36	0.99	2.09	0.75	2.45	0.90	2.53	0.92
1.94	0.30	1.97	0.29	2.17	0.37	1.81	1.29
1.72	0.47	1.74	0.53	2.06	0.49	2.39	0.48
2.23	0.64	2.40	0.46	2.69	0.55	2.91	0.62
3.77	0.43	3.05	0.81	3.11	0.41	3.26	0.51
1.34	0.53	1.67	0.53	1.80	0.59	2.11	0.76
2.03	0.72	2.04	0.53	2.12	0.67	2.28	0.84
3.08	0.75	2.71	0.69	2.88	0.77	3.18	0.82
1.42	0.46	1.76	0.49	1.92	0.47	2.06	0.58
1.70	0.83	2.26	0.45	2.30	0.55	2.45	0.55
1.91	0.70	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	2.08	0.49	1.87	0.61	0.00	0.00
1.61	0.00	1.14	0.44	1.27	0.40	1.62	0.79
1.84	0.71	1.54	0.57	1.61	0.68	2.01	0.76
1.92	0.24	2.31	0.48	2.51	0.53	2.72	0.63
1.42	0.67	1.46	0.72	1.89	0.87	2.37	0.91
1.89	0.72	1.55	0.83	2.02	0.94	2.89	0.98
1.41	0.44	1.54	0.35	1.81	0.53	2.51	1.13
1.41	0.41	1.47	0.38	1.62	0.62	2.14	0.86
1.10	0.39	1.25	0.71	1.83	0.42	1.99	0.43
1.97	0.89	1.86	0.74	2.02	0.83	2.56	0.96

Annexe 1 : Paramètres du modèle

Evolution démographique

	Population totale en 1986 :				535'333
	0-14 ans	15-39 ans	40-69 ans	70 ans et +	total
1986	167 ‰	378 ‰	345 ‰	110 ‰	1000 ‰
1990	172 ‰	384 ‰	385 ‰	116 ‰	1058 ‰
1995	185 ‰	383 ‰	399 ‰	125 ‰	1092 ‰
2000	190 ‰	367 ‰	423 ‰	133 ‰	1113 ‰
2005	182 ‰	348 ‰	452 ‰	141 ‰	1123 ‰
2010	168 ‰	345 ‰	467 ‰	149 ‰	1129 ‰

Autres paramètres

- Période d'initialisation : 360 jours
- Les résultats présentés dans le cahier 1 s.5 "Projections de l'utilisation des lits dans le canton de Vaud : hôpitaux de zone 1990 - 2010" représentent des moyennes établies sur 10 simulations.
- La simulation d'une année se fait sur la base du calendrier réel de cette année (année bissextile ou non, détermination du jour de la semaine).

Références bibliographiques

1. Beckers R, Verlinden M, Pleysier R. Evolution démographique et programmation hospitalière. Arch Belg Med Soc Hyg Trav Med Lég 42:231-40, 1984.
2. Blanc T. Etude des fluctuations des taux d'occupation. Service de la santé publique et de la planification sanitaire, 1985.
3. Bundesamt für Statistik. Scenarien zur Entwicklung der Bevölkerung in der Schweiz 1984-2025. Bern, Bundesamt für Statistik, 1985.
4. Centonze E. Stationäre Krankenversorgung und Bevölkerung. Aarau, Schweizerisches Krankenhausinstitut, Band 8, 1977.
5. Grimm R., Paccaud F. SIMULIT : un modèle de simulation pour l'analyse et la planification de l'activité hospitalière. Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP, no 1 s.4, 1986.
6. Groupe de gestion et de planification sanitaire. Annuaire de statistiques sanitaires du Canton de Vaud - 1983/1984. Lausanne, Service de la santé publique et de la planification sanitaire, 1984/1985.
7. Guillou M. Etude sur le dimensionnement en lits des services de gynécologie-obstétrique. Rennes, Ecole nationale de santé publique, document non daté.
8. Guillou M. Etude sur le dimensionnement en lits des services de chirurgie. Rennes, Ecole nationale de santé publique, 1981.
9. Interdisziplinäre Forschungszentrum für die Gesundheit./ Schweizerischen Krankenhausinstitut. Gesundheitsversorgungs-Indikatoren. St-Gallen, 1982.
10. Lamont GX. Determining daily hospital census level through census forecasting and admission control and regulation. In Tilquin C (Ed) : Systems Science in Health Care. Toronto, Pergamon Press : 1415-1424, 1981.
11. Koehn V, Egli Y, Grimm R, Paccaud F. Définition des groupes cliniques utilisés sur SIMULIT. Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP no 30, 1988.
12. Martin JB et al. A computer-aided system for planning acute care bed need in Michigan. Inquiry 22:316-325, 1985.

13. Mc Lachlan G. Framework and design for planning : uses of information in the National Health Service. Oxford, The Nuffield Provincial Hospitals Trust, 1977.
14. Menthonnex J. Population vaudoise, quelles perspectives ? Service cantonal de recherche et d'information statistiques, 1984.
15. Observatoire régional de la santé d'Aquitaine. Evolution démographique récente en Aquitaine et besoins de la population en matière d'hospitalisation de court-séjour, 1975-1983. Bordeaux, ORSA, 1984.
16. Oviatt CC. Bed reduction strategies. WI, Institut for Health Planning, 1984.
17. Paccaud F, Grimm R, Gutzwiller F. Analyse de la dotation en lits par groupes diagnostiques : exemple du service d'obstétrique dans les hôpitaux de zone. Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP, no 1 s.1, 1985.
18. Paccaud F, Eggimann B. Groupes diagnostiques utilisés sur SIMULIT 13. Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP no 1 s.3, 1985.
19. Paccaud F, Eggimann B. Groupes diagnostiques utilisés sur SIMULIT 14 (Adaptation CHUV, 1ère révision). Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP no 1 s.6, 1987.
20. Paccaud F, Grimm R, Gutzwiller F. Projections de l'utilisation des lits dans le canton de Vaud : hôpitaux de zone, 1990 - 2010. Lausanne, Institut universitaire de médecine sociale et préventive, Cah Rech Doc IUMSP no 1 s.5, 1986.
21. Senn D. Le calcul du taux d'occupation des lits. Service de la santé publique et de la planification sanitaire, 1985.
22. Service de la santé publique et de la planification sanitaire. Etude de la capacité d'hospitalisation en soins généraux aigus des établissements hospitaliers du canton de Vaud. SSPPS, 1984.
23. Shuman L, Wolfe H, Ames J et al. Ruralsim : a simulative model for designing and evaluating rural emergency medical services systems. In Tilquin C (Ed) : Systems Science in Health Care. Toronto, Pergamon Press, 1980.