



Université de Marne-La-Vallée

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Marne-La-Vallée

Spécialité : Sciences de l'information géographique

Présentée et soutenue publiquement par

Anaïs Hyenne

le 22 Décembre 2006

**Apport de l'information géographique
à la planification sanitaire :**

**La prise en charge des accidents vasculaires cérébraux
en Bourgogne**

**Contribution of geographical information to health care planning:
Stroke care in Burgundy (France)**

Directeurs de thèse :

Marie-Françoise Courel - Jean-Paul Rudant

Jury : Pr. Marie-Françoise Courel	Directrice de thèse
Pr. Jean-Paul Rudant	Directeur de thèse
Pr. Maurice Giroud	Rapporteur
Dr. Robert Jeansoulin	Rapporteur
Dr. Evelyne Combier	Examinatrice
Dr. Nicole Levi Fourquet	Examinatrice
Dr. Michel Naiditch	Examineur

Je dédie cette thèse à Mamette ...

On se met tout à coup à fouiller nos mémoires,
A rechercher partout souvenirs illusoires,
Photos pleines de vie et goût de clafoutis.

Le 9 février 2004

Remerciements

Merci à vous d'avoir supporté les sautes d'humeur de la thésarde en mal de résultats ou en quête d'un style littéraire un peu moins pataud. Merci à tous mes relecteurs d'avoir traqué toutes les virgules.

J'exprime toute ma gratitude à tous les membres du Jury qui ont bien voulu consacrer à ma thèse une partie de leur temps. Je remercie en particulier le professeur Maurice Giroud et le Docteur Robert Jeansoulin qui ont accepté la dure tâche de rapporteur.

Merci à mes deux directeurs de thèse Marie Françoise Courel et Jean-Paul Rudant d'avoir encadré cette thèse et de m'avoir toujours porté de judicieux conseils. Merci à Evelyne Comber pour son encadrement, son soutien, son esprit critique et ses idées tous les jours durant ces 3 années. Merci à Gérard de Pouvourville de m'avoir accueilli dans son laboratoire (CERMES) et offert des conditions de travail idéales. Merci à Nicole Fourquet, d'avoir donné l'impulsion initiale à ce travail, ainsi que pour son aide et sa présence. Merci à Maurice Giroud pour cette collaboration, pour m'avoir fait partager sa vision d'acteur de terrain et montré tant enthousiasme pour ce projet. Merci à Mr Benard de l'ARH de Bourgogne de m'avoir accordé un peu de temps pour m'éclairer sur le SROS de Bourgogne. Merci à Goze Bénédi de m'avoir accueilli à Sherbrooke et m'avoir fait porter un autre regard sur mon travail. Je remercie tous les chercheurs du laboratoire (CERMES). Je tiens tout particulièrement à remercier Gregoire Jeanblanc avec qui j'ai aussi bien apprécié travailler que faire des pauses café. Merci beaucoup également à Hélène Charreire et ses rayons de soleil du sud venus éclairer notre bureau, merci d'avoir supporté Chewbacca. Merci à Michka Naiditch, Vincent Rebeyrol et Clément Samson pour leur aide sur les questions d'accessibilité. Merci à Jocelyne Hillion pour son efficacité et sa gentillesse.

Merci évidemment à Mélanie, Céline et Eva, pour leur présence et leur amitié toutes ces années et les prochaines. Merci à Sophie de son humour, bien nécessaire pour surmonter quelques années de fac de mathématiques. Merci à Mélanie, Olivier et Vincent (x2) pour une si belle année de DEA¹ passée en leur compagnie.

Merci à mon grand-père d'avoir toujours suivi mon travail malgré les douleurs que ce sujet peut réveiller, merci à mes parents parfois inquiets mais toujours rassurants, et mon grand frère Vincent qui m'a ouvert la voie. Merci à Piero d'y avoir cru souvent plus que moi et de m'avoir aidé à trouver et garder le bon rythme.

¹ DEA SIG (Sciences de l'information géographique) Université de Marne la Vallée

Résumé

Les nouvelles directives d'élaboration des Schémas régionaux d'organisation sanitaire (SROS), préconisent une meilleure prise en compte de la dimension territoriale et une meilleure évaluation des besoins de santé. Dès lors, les méthodes d'évaluation et d'adéquation de l'offre aux besoins utilisées par les planificateurs en santé doivent également évoluer. Nous avons posé l'hypothèse que les méthodes issues de l'information géographique sont indispensables à la mise en œuvre des nouvelles politiques de planification sanitaire. Nous avons cherché à évaluer les apports et les limites des méthodes et outils de l'information géographique pour la planification sanitaire, en prenant l'exemple des accidents vasculaires cérébraux (AVC) en Bourgogne. Les AVC correspondent à une pathologie très fréquente et très grave, dont la prise en charge doit être très rapide et spécialisée. Il est donc nécessaire que les sites aptes à prendre en charge les patients atteints d'AVC soient localisés de manière optimale.

Nous avons utilisé différentes sources de données : SROS, base de données hospitalière du PMSI (programme médicalisé des systèmes d'information, créé pour l'évaluation de l'activité économique des établissements), base de données de l'INSEE, registre des AVC de Dijon, bases de données routières ; ce qui nous a permis de mettre en œuvre des méthodes provenant aussi bien de l'analyse spatiale que de l'épidémiologie.

Nous avons dans un premier temps étudié et comparé différentes sources de données afin d'obtenir une vue d'ensemble de la pathologie des AVC et de sa prise en charge actuelle sur le territoire. Nous avons ensuite évalué l'adéquation entre l'offre et les besoins (localisation de la population à risque, étude de flux, modélisation de l'accessibilité physique par un modèle gravitaire), puis mis en œuvre des méthodes d'optimisation de la localisation de l'offre.

Nous avons mis en évidence des inégalités d'accès physique aux appareils d'imagerie cérébrale, puis proposé une configuration optimale des appareils d'imagerie couvrant un maximum de population en ajoutant 5 appareils supplémentaires à la configuration existante.

Ainsi nous avons pu montrer, via l'exemple de la prise en charge des AVC en Bourgogne que les outils et méthodes issus de l'information géographique sont indispensables à la mise en œuvre de la nouvelle politique de planification sanitaire, et qu'ils peuvent devenir de véritables outils d'aide à la décision pour le planificateur en santé.

Mots-clés : information géographique, planification sanitaire, AVC

Abstract

New French policies of health care planning recommend to take into account the territorial dimension and to conduct better evaluations of health needs. Consequently methods used by health planner to evaluate and organised adequacy between health needs and care offer should also evolve. We assumed that geographical information's methods are essential to the implementation of new health care policies. We sought to evaluate contributions and limits of geographical information tools and methods, while taking as an example, stroke in Burgundy (France). Stroke is a very current and serious pathology, which deserves a very fast and specialised health care delivery. Thus, it is necessary that stroke centers are located in an optimal way.

We used various data sources : an hospital database called PMSI (medicalized program of information system), a population database, a stroke registry and a road network database ; this allowed us to implement different methods resulting from epidemiology or spatial analysis.

At first we studied and compared different sources of data in order to get an overall picture of stroke and stroke care in France. Then we evaluated adequacy between care needs and care offers (location of population at risk, modelisation of physical accessibility by gravitary model), then we proposed methods to optimize care offers location.

We highlighted inequalities of access to computed tomography (CT) scan and Magnetic Resonance Imaging (MRI), and proposed an optimal configuration of CT scan and MRI that maximised the coverage of the population by adding 5 CT scan or MRI to the existing configuration.

Thus, while taking stroke as an example, we could demonstrate that tools and methods resulting from geographical information are essential to the implementation of health care policy, becoming genuine tools of decision making for health planner.

Key words : Geographical information, health care planning, stroke.

Table des matières

Table des matières	6
Liste des tableaux	11
Liste des figures	12
Liste des cartes	14
Liste des annexes.....	16
Liste des sigles utilisés	17
Introduction.....	18
Première partie Problématique.....	22
1 La géographie de la santé	23
1.1 Définitions	23
1.1.1 Les besoins de santé	23
1.1.2 L'offre de soins	23
1.1.3 La consommation des soins.....	25
1.2 La démarche de la géographie de la santé	26
1.2.1 Décrire et observer les faits de santé.....	26
1.2.2 Analyser et expliquer les différences ou inégalités spatiales de santé	27
1.2.3 Proposer des outils de réduction des inégalités spatiales	27
2 L'information géographique.....	28
2.1 Définitions	28
2.1.1 L'information géographique.....	28
2.1.2 La géomatique.....	28
2.2 Les Systèmes d'information géographique (SIG).....	29
2.2.1 Définitions et fonctions	29
2.2.2 Applications	30
3 Information géographique et santé	32
3.1 Généralités.....	32
3.2 Revue de la littérature utilisant la géomatique dans le domaine de la santé	33
3.2.1 Etudes épidémiologiques sur les maladies infectieuses et parasitaires	33
3.2.2 Accès aux soins.....	34
4 Les Accidents vasculaires cérébraux	37
4.1 Généralités.....	37

4.2	Les symptômes.....	38
4.3	L'importance des premières heures et la reconnaissance des symptômes.....	38
4.4	Facteurs de risque et prévention	39
4.4.1	Hypertension artérielle	39
4.4.2	Démence	40
4.5	Dépression post AVC	40
4.6	Epidémiologie	41
4.6.1	Incidence et prévalence	41
4.6.2	Mortalité et devenir des patients	41
4.7	Traitement et prise en charge.....	43
4.7.1	Un traitement rapide et spécialisé.....	43
4.7.2	Traitement thrombolytique par rt-PA.....	44
4.7.3	Les unités neuro-vasculaires (UNV).....	44
4.8	Coût	48
5	La Bourgogne	49
5.1	Territoire et démographie	49
5.2	Offre de soins.....	51
5.2.1	Les territoires de santé.....	51
5.2.2	Etablissements	51
5.2.3	Capacité en lits.....	54
5.2.4	Etablissements accueillant les urgences	55
5.2.5	Equipements lourds imagerie cérébrale.....	58
5.2.6	Neurologues et services de neurologie.....	59
5.2.7	Télémédecine	59
6	Conclusion de la première partie.....	60
	<i>Deuxième partie Méthodologie.....</i>	<i>61</i>
1	Introduction.....	62
2	Données	63
2.1	Introduction	63
2.2	Les Schémas régionaux d'organisation sanitaire (SROS)	63
2.2.1	Les SROS de première génération	64
2.2.2	Les SROS de deuxième génération.....	64
2.2.3	Les SROS de troisième génération.....	64
2.3	Le Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI).....	65
2.3.1	Contenu des résumés de sortie anonyme (RSA).....	66
2.3.2	Base de donnée issue du PMSI année 2002 pour les AVC	68
2.4	Les données de l'INSEE	69
2.5	Les données sur les causes de décès	69

2.6	Le Registre Dijonnais des AVC	69
2.7	Les données routières de l'IGN	70
2.7.1	ROUTE 120®	70
2.7.2	ROUTE 500®	71
2.8	Modèle conceptuel des données	71
3	Outils	74
3.1	SIG	74
3.1.1	ArcGIS et MapInfo	74
3.1.2	ChronoMap	74
3.2	Analyses statistiques	78
4	Méthodes	79
4.1	Enquête auprès des neurologues hospitaliers	79
4.2	Etude de la différence entre AVC observés et AVC attendus	80
4.3	Comparaison des données de décès	82
4.4	Taux de fuite et taux d'attraction	82
4.5	Etude des flux de patients	83
4.5.1	Visualisation en Oursins	83
4.5.2	Polygones de Voronoï	83
4.5.3	Secteur de proximité	85
4.6	Indicateurs d'accessibilité	86
4.6.1	Evaluation de l'existant	86
4.6.2	Outil d'aide à la décision	89
5	Conclusion de la deuxième partie	91
	Troisième partie Résultats	92
1	Introduction	93
2	Résultats de l'enquête auprès des neurologues hospitaliers	95
2.1	Caractéristiques des répondants	95
2.2	Répartition des groupes de prise en charge en fonction des types d'établissements	97
2.3	Organisation des UNV	97
2.4	Scanner / IRM	98
2.5	Télémédecine	101
2.6	Examens de biologie, explorations des vaisseaux, échocardiographie	101
2.7	Nombre de lits et de médecins	101
2.8	Nombre d'infirmières	103
2.9	Demandes d'avis et transferts vers les services de réanimation, neurochirurgie, neuroradiologie interventionnelle, chirurgie vasculaire et unité de soins intensif cardiologie	103
2.10	Transfert SSR	104

2.11	Différences entre les hôpitaux avec et sans UNV	105
2.12	Résultats des questions ouvertes.....	106
2.12.1	Résultats de la question : « Si vous deviez mettre en place un réseau de soins pour la prise en charge des AVC dans votre région, quelles sont les mesures qui, selon vous, seront difficiles à mettre en œuvre ? Selon vous, comment résoudre ces difficultés ? »	106
2.12.2	Résultats de la question « Par qui et comment (organisation des soins) sont pris en charge les AVC dans les établissements habilités à recevoir les urgences (SAU ou UPATOU) mais ne disposant pas de service de neurologie ni de neurologue ? »	107
2.13	Conclusion	107
3	Analyse de la base de donnée du PMSI	109
3.1	Incidence des AVC par âge et sexe	109
3.2	Incidence des AVC par code postaux	110
3.3	Taux d'incidence avec récurrence.....	110
3.4	Modes d'entrées et sortie	112
3.5	Taux de fuite et taux d'attraction.....	113
4	Différence entre AVC observés et AVC attendus	116
5	Comparaison des données de décès	121
6	Etude de flux domicile hôpital.....	123
7	Modélisation du réseau routier via ChronoMap	125
8	Flux et secteur de proximité via le réseau routier	128
9	Comparaison des secteurs de proximité obtenus avec la distance euclidienne et la distance temps	130
10	Accessibilité.....	132
10.1	Temps d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale	132
10.1.1	Réseau IGN ROUTE 500®.....	132
10.1.2	Réseau IGN ROUTE 120®.....	135
10.1.3	Comparaison des deux réseaux routiers	135
10.2	Part de la population située à moins de 45, 60 et 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale.....	135
10.2.1	Réseau IGN ROUTE 500®.....	135
10.2.2	Réseau IGN ROUTE 120®.....	139
10.2.3	Comparaison des deux réseaux routiers	141
10.3	Amélioration de l'accessibilité existante	144
10.3.1	Réseau IGN ROUTE 500®.....	144
10.3.2	Réseau IGN ROUTE 120®.....	146
10.3.3	Comparaison des deux réseaux routiers	148

10.4	Mesure de l'accessibilité spatiale de Joseph et Bantock	149
10.4.1	Demande potentielle associée à chaque appareil	149
10.4.2	Accessibilité de la population générale.....	150
10.4.3	Amélioration de l'accessibilité	151
10.5	Comparaison des deux stratégies d'ajout	157
Quatrième partie Discussion		158
1	Apport de l'information géographique	159
2	Limites des outils de l'information géographique	164
3	Limites de l'étude	169
Conclusion et perspectives		175
Références bibliographiques		178
Bibliographie.....		185
Annexes.....		191

Liste des tableaux

Tableau 1: Corrélation entre la population de la commune et le nombre de lit.....	25
Tableau 2: Densité de population des départements bourguignons.....	51
Tableau 3: Répartition des lits par territoire sanitaire	55
Tableau 4: Scanner et IRM par territoires de santé	58
Tableau 5: Données outils et méthodes utilisées	62
Tableau 6: Longueur et temps de parcours sur chaque tronçon	77
Tableau 7: Calibrage de la mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock	89
Tableau 8: Méthodes utilisées.....	91
Tableau 9: Ensemble des résultats énoncés	94
Tableau 10: Type de prise en charge et statuts des hôpitaux ayant répondu au questionnaire.....	97
Tableau 11: Moyens techniques pour les trois types de prise en charge	100
Tableau 12: Comparaison des hôpitaux ayant une UNV et les hôpitaux sans UNV par test du Chi-deux	105
Tableau 13: Taux de fuite et d'attraction des départements bourguignons	115
Tableau 14: Récapitulatif des résultats de l'analyse de la base de données du PMSI	115
Tableau 15: Nombre de lits de médecine selon leur présence ou non dans la base du PMSI par territoire sanitaire.....	118
Tableau 16: Récapitulatif des valeurs de population couvertes selon les temps seuils considérés et le réseau utilisé	143
Tableau 17: Récapitulatif des résultats de l'étude des taux de population couverte.....	149
Tableau 18: Demande potentielle associée à chaque site et chaque appareil	150
Tableau 19: Demande potentielle des sites non équipés	153
Tableau 20: Récapitulatif des résultats de l'étude de l'accessibilité de Joseph et Bantock	155

Liste des figures

Figure 1: Illustration de la position du problème	21
Figure 2: Incidence des AVC (cas de novo) en fonction de l'âge et du sexe	41
Figure 3: Devenir des patients atteints d'AVC	42
Figure 4: Proportion de patients morts dépendants ou indépendants un an après leur premier AVC par type d'AVC	43
Figure 5: Modèle conceptuel des données	73
Figure 6: Codes fluidité de ChronoMap pour une ambulance	75
Figure 7: Exemples de triangulation	84
Figure 8: Construction des polygones de Voronoï	85
Figure 9: Taux d'incidence par âge et sexe de la région Bourgogne d'après les données du PMSI	109
Figure 10: Répartition des AVC par groupe d'âges	110
Figure 11: Modes de sortie des patients atteints d'AVC	113
Figure 12: Modes de sortie des patients atteints d'AVC par groupe d'âge	114
Figure 13: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 500	138
Figure 14: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 120	139
Figure 15: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 120 avec et sans prise en compte des appareils des régions limitrophes à la Bourgogne	140
Figure 16: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout d'un ou deux appareils	144
Figure 17: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie selon les emplacements considérés (ajout de 3 appareils et plus)	146
Figure 18: Part de la population situé à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout d'un ou deux appareils	147
Figure 19: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout de plusieurs appareils (3 ou plus)	148

Figure 20: Illustration des regroupements de communes par codes postaux et cantons.....171

Liste des cartes

Carte 1: Répartition de la population générale et des personnes âgées	50
Carte 2: Territoires sanitaires de Bourgogne	52
Carte 3: Accueil des urgences et imagerie cérébrale en Bourgogne	57
Carte 4: Réseau routier IGN ROUTE 120	70
Carte 5: Réseau routier IGN ROUTE 500	71
Carte 6: Tronçons parcourus entre Châtillon sur seine et Aignay le duc	77
Carte 7: Sites accueillant les urgences avec et sans appareils d'imagerie cérébrale	90
Carte 8: Localisation des hôpitaux ayant répondu à l'enquête par type de prise en charge	96
Carte 9: Taux d'incidence des AVC pour 100 000 habitants par code postal avec et sans récurrence dans l'année	111
Carte 10: Différence entre l'incidence théorique et observée	117
Carte 11: Nombre de décès par AVC source PMSI et source ORS	122
Carte 12: Destinations principales des patients bourguignons pour les AVC et polygones de Voronoï.....	124
Carte 13: Destinations principales des patients bourguignons pour les AVC et secteurs de proximité	129
Carte 14: Comparaison des secteurs de proximité calculés avec la distance euclidienne et la distance temps	131
Carte 15: Temps d'accès à l'appareil le plus proche (Réseau IGN ROUTE 500)	133
Carte 16: Nombre d'appareils d'imagerie cérébrale à moins de 45 minutes (Réseau IGN ROUTE 500)	134
Carte 17: Temps d'accès avec et sans prise en compte des appareils situés hors Bourgogne (réseau IGN ROUTE 120).....	136
Carte 18: Nombre d'appareils d'imagerie avec et sans prise en compte des appareils situés hors Bourgogne (Réseau IGN ROUTE 120)	137
Carte 19: Exemple de trajet avec le réseau routier IGN Route 500 et le réseau routier IGN Route 120	142
Carte 20: Accessibilité de la population générale à 45, 60 et 75 minutes.....	152

Carte 21: Accessibilité à 45 minutes après ajout d'un appareil à Châtillon sur Seine et Autun.....	154
Carte 22: Evolution de l'accessibilité à moins de 45 minutes après ajout d'un appareil au Creusot.....	156
Carte 23: Découpage territorial à l'aide des polygones de Voronoï autour des établissements accueillant les urgences et autour des pôles de territoires sanitaires.....	160
Carte 24: Répartition des lits de médecine par territoires sanitaires.....	174

Liste des annexes

Annexe 1 : Questionnaire	192
--------------------------------	-----

Liste des sigles utilisés

AIT	Accident Ischémique Transitoire
ARH	Agence Régionale d'Hospitalisation
AVC	Accident Vasculaire Cérébral
CdAM	Catalogue des Actes Médicaux
CHG	Centre Hospitalier Général
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CIM	Classification Internationale des Maladies
CMD	Catégorie Majeure de Diagnostic
DHOS	Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins
FINESS	Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux
GHM	Groupement Homogène de Malades
IGN	Institut Géographique National
INSEE	Institut National des Statistiques et des Etudes Economiques
INSERM	Institut national de la Santé et de la Recherche Médicale
IRM	Imagerie à Résonance Magnétique
MCO	Médecine Chirurgie Obstétrique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORS	Observatoire Régional de la Santé
PMSI	Programme Médicalisé des Systèmes d'Information
PSPH	Participant au Service Public Hospitalier
RSA	Résumé de Sortie Anonyme
RSS	Résumé de Sortie Standardisé
RUM	Résumé d'Unité Médicale
SAMU	Service d'Aide Médicale Urgente
SAU	Service d'Accueil d'Urgence
SFNV	Société Française NeuroVasculaire
SIG	Système d'Information Géographique
SLD	Soins de Longue Durée
SMUR	Services Mobiles d'Urgence et de Réanimation
SRoS	Schéma Régional d'Organisation Sanitaire
SSR	Soins de Suite et Réadaptation
UPATOU	Unité de Proximité d'Accueil et de Traitement des Urgences

Introduction

L'égalité d'accès aux soins (aussi bien l'égalité des droits que l'égalité d'accès géographique) est le principe fondateur qui gouverne la planification des soins en France. Le principe d'équité est dérivé du principe d'égalité et apporte une nuance supplémentaire de justice sociale. L'équité d'accès aux soins est la garantie d'un accès égal aux soins pour ceux qui ont les mêmes besoins (Oliver and Mossialos, 2004).

L'équité d'accès aux soins ainsi que l'efficacité du système de soins sont les valeurs fondamentales du processus de planification.

La planification des soins relève de la Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins (DHOS) au sein du ministère chargé de la santé dont les directives sont mises en application par les Agences Régionales d'Hospitalisation (ARH), notamment par le biais des schémas régionaux d'organisation sanitaire (SROS). Le SROS est depuis qu'il a été instauré en 1991 le principal outil de planification sanitaire ; ce document rédigé et mis en œuvre par les ARH est établi pour 5 ans et définit les objectifs en vue d'améliorer la qualité et l'accès au système de soin sous contrainte d'équité et d'efficacité.

Depuis la première génération des SROS (1994-1998) jusqu'à la troisième actuellement en cours (2005-2010), ceux-ci ont évolué, passant d'un contenu plutôt quantitatif à un contenu plus qualitatif, jusqu'à la recherche d'une meilleure adéquation de l'offre et des besoins. Les SROS de 3^{ème} génération (2005-2010) mettent l'accent entre autres priorités sur une meilleure prise en compte de la dimension territoriale et une meilleure évaluation des besoins de santé. Pour cela il est nécessaire de pouvoir évaluer le nombre de pathologies à traiter ainsi que leur répartition sur le territoire, notamment leur localisation par rapport aux structures et équipements de prise en charge. L'adéquation entre l'offre et la demande peut ainsi être mise en œuvre.

Avec ce nouveau SROS, l'optique de la planification sanitaire a évolué, dès lors de quels outils disposent les ARH pour mettre en œuvre ces nouvelles directives ? Comment évaluer la demande réelle de la population ou déterminer la répartition des pathologies sur le territoire ?

Les géographes de la santé disposent d'outils leur permettant de traiter simultanément la dispersion géographique, la distribution et la diffusion des maladies ainsi que les temps d'accès aux structures de soin. Ces outils sont par exemple des indicateurs d'état de santé empruntés à l'épidémiologie, ou encore, les outils des sciences de l'information géographique (Systèmes d'Information Géographiques (SIG), télédétection, cartographie, analyse spatiale) qui permettent de stocker, gérer, représenter et analyser toutes sortes de données à référence spatiale.

L'analyse spatiale propose un ensemble de théories et de méthodes visant à mesurer, représenter, développer des modèles explicatifs, tester des scénarios d'évolution et à proposer des modèles prédictifs. Elle a autant pour but de modéliser les régularités que de mettre en évidence les spécificités locales.

Nous avons posé l'hypothèse que les méthodes issues de l'analyse spatiale sont indispensables à la nouvelle politique de planification des services de santé. En outre, pour mettre en œuvre cette nouvelle politique il est également nécessaire de disposer de données épidémiologiques ainsi que de protocoles de prise en charge faisant l'objet d'un consensus incluant notamment des temps maximum tolérables pour la prise en charge de la maladie.

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont des pathologies à la fois très fréquentes, très graves et nécessitent la mobilisation de l'ensemble de la filière de soins. Véritable enjeu de santé publique, les AVC font partie des pathologies dont la planification pourrait bénéficier des méthodes géographiques puisqu'elle nécessite une prise en charge rapide (dans les 3 heures) et spécialisée. L'accessibilité géographique aux centres de traitement d'urgence des AVC est donc fondamentale et l'organisation spatiale des structures de soins doit être efficace et équitable.

L'unique registre des AVC en France est tenu en Bourgogne à Dijon, il recense tous les AVC survenus au sein de la population de Dijon depuis 1985. La région Bourgogne est une région particulièrement intéressante en terme d'accessibilité géographique puisque le Morvan situé au centre de la région augmente considérablement les temps d'accès.

Les objectifs de cette thèse sont de montrer pour la planification sanitaire l'apport des méthodes utilisées en géographie et géomatique de la santé et d'en évaluer les limites, en prenant pour exemple la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en Bourgogne.

Nous présenterons dans une première partie les concepts fondamentaux qui planent au dessus de cette thèse, l'information géographique et la géographie de la santé, nous présenterons ensuite les deux champs concrets de l'étude : les accidents vasculaires cérébraux et la région Bourgogne. Dans une deuxième partie nous présenterons l'ensemble des outils, données et méthodes utilisés pour illustrer l'apport de l'information géographique à la planification sanitaire. Dans une troisième partie nous présenterons les résultats ainsi que quelques éléments de discussion. Enfin dans une quatrième et dernière partie nous discuterons de la place de l'information géographique dans la planification sanitaire.

Première partie

Problématique

1 La géographie de la santé

1.1 Définitions

La géographie de la santé est « l'analyse spatiale des disparités de santé des populations, de leurs comportements sanitaires et des facteurs de l'environnement (physique, biologique, social, économique, culturel) qui concourent à expliquer ces inégalités » (Picheral, 1984).

La géographie de la santé s'intéresse au caractère spatial des trois dimensions de la santé : les besoins de santé, l'offre de soins et la consommation des soins.

1.1.1 Les besoins de santé

1.1.1.1 Les données des besoins de santé en France

Les besoins de santé diffèrent selon la population étudiée (données sociodémographiques), la nature de la pathologie (notamment son mode de diffusion), les facteurs de risque qui lui sont associés ; les données proviennent principalement des enquêtes épidémiologiques.

1.1.1.2 Répartition des besoins

Les besoins de santé sont diffus, au contraire de l'offre qui est définie par un ensemble de points du territoire. En effet la population bouge, change, vieillit au cours du temps. Bien que les flux de malades s'affranchissent des frontières administratives, les procédures régionalisées d'allocation des ressources ont eu pour conséquence la multiplication d'études des besoins menées sur des aires administratives délimitées a priori.

1.1.2 L'offre de soins

1.1.2.1 Les données de l'offre de soins en France

Les données de l'offre de soins proviennent de différentes sources. Pour l'offre hospitalière, le fichier Finess (Fichier national des établissements sanitaires et sociaux) et la SAE (Statistique annuelle des établissements) sont les principales sources d'information. Le fichier Finess répertorie les structures autorisées à installer des équipements sanitaires et sociaux, il précise notamment le type d'établissement, les disciplines autorisées, le statut juridique, la capacité en lit, les adresses. L'enquête SAE fournit des données sur l'équipement et l'activité des établissements de santé : lits ou places installés, entrées, journées, séances, interventions, équipements lourds, activités soumises à autorisation.

Pour les personnels médicaux les informations peuvent provenir des ordres professionnels ou du répertoire ADELI (Automatisation des listes). Le répertoire ADELI est un système

d'information national qui contient des données (état civil, situation professionnelle, activités exercées) sur les professionnels de santé quel que soit leur mode d'exercice.

1.1.2.2 La répartition de l'offre de soins

L'offre de soins (personnel, établissement, équipement) est répartie en différents points du territoire ; cette répartition peut s'expliquer par les contraintes de l'environnement physique (barrières naturelles, réseaux de villes), et par des décisions historiques. La répartition des établissements peut être considérée comme « le résultat d'une sorte de génération spontanée, au gré des initiatives charitables du passé, de la capacité de décision d'une communauté urbaine ou de la volonté de puissance d'un élu local. »² Cependant, depuis plus de 30 ans, en France, la création de lois (notamment les cartes sanitaires puis les Schémas régionaux d'organisation sanitaire (SROS)) régissant l'offre sanitaire a renforcé la tutelle de l'Etat en matière de planification sanitaire. La planification des soins permet de prévoir les ressources requises pour atteindre des objectifs déterminés, notamment l'équilibrage de l'offre sur le territoire.

Si l'on observe la répartition de l'offre de soins on constate que les hiérarchies de l'offre sont généralement conformes aux hiérarchies urbaines ; ce qui conforte la théorie des lieux centraux formalisée par Walter Christaller en 1933. Cette théorie distingue les centres qui procurent un certain nombre de biens et de services de la périphérie dans laquelle réside la clientèle. Les services d'usage courant sont disponibles dans de nombreux petits centres tandis que les services plus spécialisés sont situés dans des villes de taille plus grande (Lucas-Gabrielli, Nabet et al., 2001). Pour les équipements lourds la corrélation est positive entre l'équipement lourd et la taille moyenne des villes qui les abritent (Tonnelier and Vigneron, 1997).

Les études qui concernent le nombre de lits des établissements montrent que la corrélation entre la population de la commune et le nombre de lits est fortement positive pour le court séjour. Pour le moyen et long séjour et la psychiatrie, la corrélation avec la taille des villes est moins forte et négative pour la psychiatrie infanto-juvenile (Tableau 1). En effet, la présence des établissements de long séjour et de psychiatrie a été historiquement établie à l'extérieur des villes.

² J. Labasse, l'hôpital et la ville, Paris, 1980

Tableau 1: Corrélation entre la population de la commune et le nombre de lit

Type d'établissement	r	Nombre d'établissements
Court séjour obstétrique	0,49	592
Court séjour chirurgie	0,44	753
Court séjour MCO	0,41	1195
Court séjour médecine	0,39	1082
Total lits	0,37	2089
Long séjour	0,3	1031
Neurochirurgie	0,22	44
Moyen séjour (SSR)	0,17	1405
Psychiatrie (ensemble)	0,14	490
Psychiatrie pour adulte	0,14	458
Psychiatrie infanto-juvénile	-0,04	133

Source : (Tonnelier and Vigneron, 1997)

1.1.3 La consommation des soins

1.1.3.1 Les données de la consommation des soins en France

La connaissance de la consommation des soins hospitaliers, en France, passe principalement par la base de données du PMSI (Programme médicalisé des systèmes d'information). Pour le secteur ambulatoire, les données proviennent essentiellement de l'assurance maladie et d'enquêtes auprès de médecins libéraux.

1.1.3.2 Définition

La consommation des soins est conditionnée par différents facteurs propres à l'offre de soins elle-même ou aux malades. La consommation dépend de la capacité et la volonté des malades à entrer dans le système de soins et de la capacité du système à les accueillir, c'est-à-dire de l'accès aux soins des malades.

La notion d'accès aux soins est une notion complexe ; le terme d'accès désigne à la fois l'utilisation potentielle (capacité à obtenir des soins) et l'utilisation effective (action de recevoir des soins) (Guagliardo, 2004).

L'accès potentiel aux soins a été défini par Penchansky et Thomas (Penchansky and Thomas, 1981) comme ayant cinq dimensions :

- La disponibilité : c'est la relation entre les types et les volumes des ressources existantes d'une part et les types et les volumes des besoins des usagers d'autre part.

- L'accessibilité (ou accessibilité physique) : c'est la relation entre la localisation des ressources et la localisation des usagers (prenant en compte les modes de transports disponibles, le temps de transport, la distance et le coût du transport).
- L'accommodation : c'est la relation entre la manière dont les ressources sont organisées pour accueillir les usagers (par exemple : système de prise de rendez vous, horaires..) et la capacité des usagers à s'accommoder à cette organisation.
- L'abordabilité (ou accessibilité financière) : c'est la relation entre les prix des soins effectués et la capacité de l'utilisateur à payer, ainsi que la perception du coût par l'utilisateur.
- L'acceptabilité : c'est la relation entre l'utilisateur et les pratiques médicales.

L'accessibilité physique qui revêt un caractère spatial intéresse particulièrement les géographes, elle est souvent étudiée en même temps que la disponibilité. Les trois autres dimensions sont souvent dépendantes des caractéristiques sociales des individus, c'est dans une optique d'étude des inégalités socio-spatiales que les géographes s'y intéressent.

1.2 La démarche de la géographie de la santé

Gérard Salem définit les faits de santé comme « tous les facteurs jouant en un lieu sur l'état de santé de sa population » (Salem, 1998), la démarche de la géographie de la santé consiste alors à caractériser une société par l'étude géographique de ses faits de santé. On peut dégager plusieurs phases dans cette démarche : décrire et observer des faits de santé, déceler d'éventuelles différences ou disparités spatiales, analyser et expliquer ces différences et disparités et enfin dans un souci d'équité, proposer des outils pour les réduire.

Les inégalités de santé observées peuvent s'expliquer à la fois par des caractéristiques individuelles et par des effets de spatialité. Sarah Curtis et Ian Rees Jones (Curtis and Jones, 1998) interprètent les variations spatiales de santé de deux manières : par un effet compositionnel (dû aux caractéristiques individuelles) et un effet contextuel (du à l'environnement social et physique), dans ce contexte la géographie a sa place dans la compréhension des inégalités de santé.

1.2.1 Décrire et observer les faits de santé

La description des faits de santé en géographie de la santé a pour but de dégager des tendances ou de déceler des différences spatiales. L'observation des indicateurs sanitaires et de l'environnement (social, culturel, physique) à différentes échelles permet de mettre en évidence des tendances ou des inégalités d'état de santé ou d'accès aux soins.

La géographie de la santé s'est développée dans deux directions : la géographie des maladies et la géographie des soins.

La géographie des maladies est l'étude de la répartition spatiale des taux d'incidence (fréquence des nouveaux cas : nombre de nouveaux cas pour une période et une population donnée), et de prévalence (fréquence globale : nombre de cas pour une période et une population donnée), de la mortalité, des facteurs de risques et des modes de diffusion d'une maladie.

La géographie des soins est l'étude de la répartition des personnels et des équipements médicaux, la caractérisation des inégalités spatiales d'accès aux soins et de consommation médicale.

La mise en relation des maladies et des soins, l'étude de la localisation, de la distribution et de la diffusion des faits de santé, permet de mettre en lumière des différences et des inégalités de santé entre des aires géographiques.

1.2.2 Analyser et expliquer les différences ou inégalités spatiales de santé

Les différences et inégalités de santé peuvent s'expliquer par différents facteurs qui influencent la survenue ou le traitement de la maladie. Elles peuvent provenir des facteurs de risques, qu'ils soient endogènes (propre à l'individu) ou exogènes (environnementaux), ou des différences de recours aux soins (dimension sociale, culturelle, physique, économique).

Si des inégalités spatiales de santé sont révélées puis expliquées, il est alors possible de fournir des outils et de faire des propositions pour les réduire.

1.2.3 Proposer des outils de réduction des inégalités spatiales

Dans une perspective de santé publique, la géographie de la santé se pose en science appliquée comme aide à la décision. En révélant les inégalités de santé et en les expliquant, elle fournit aux administrations de santé des éléments de réponses aux questions essentielles d'équité et d'efficacité du système de soin.

La géographie de la santé étudie les points forts et les point faibles de l'organisation sanitaire et met en exergue le lien étroit entre santé et agencement du territoire.

2 L'information géographique

2.1 Définitions

2.1.1 L'information géographique

En 1991, au Royaume uni, l'Association for Geographic Information donne de l'information géographique la définition suivante : « L'information géographique est l'information qui peut être reliée à une localisation (définie en terme de point, aire ou volume) sur la surface terrestre, particulièrement l'information sur les phénomènes naturels, culturels, et les ressources humaines ». Cette définition est basée sur deux concepts : l'information, qui est relative à un ou des objets, phénomènes, être vivants ou sociétés dont on décrit la nature ; et la localisation de cette information sur la surface terrestre. Les objets étudiés possèdent à la fois des caractéristiques sémantiques (descriptif des objets) et des caractéristiques géométriques (localisation des objets). La localisation sur la surface terrestre peut être donnée grâce à des systèmes de référence directs ou indirects. Les systèmes de référence directs sont les systèmes qui donnent les coordonnées géographiques d'un point sur la surface de la terre. Les systèmes de référence indirects permettent de lier entre eux les objets géographiques, les plus utilisés sont les adresses postales.

2.1.2 La géomatique

L'informatisation a donné lieu à la création d'une nouvelle technologie : la géomatique. Ce terme est apparu dans les années 1970 pour exprimer l'union des sciences de l'étude et de mesure de la Terre avec l'informatique. Le journal officiel du 14 Février 1994 définit la géomatique comme « l'ensemble des techniques de traitement informatique des données géographiques ». Le terme de géomatique est parfois remplacé par sciences de l'information géographique.

La géomatique associe des techniques et disciplines variées comme la géographie, la cartographie, l'aménagement du territoire, les systèmes d'information géographique (SIG), la télédétection satellitaire, l'imagerie aérienne, les techniques de positionnement par GPS (Global Positioning System), la topographie, les bases de données relationnelles, la programmation informatique. Toutes ces techniques et disciplines permettent d'acquérir, de représenter, d'analyser, de traiter, de stocker et de diffuser des données à référence spatiale.

La géomatique doit permettre de répondre aux cinq familles de questions suivantes (Denègre and Salgé, 1996) :

- Où ? Localisation des objets, répartition spatiale
- Quoi ? Inventaire des types d'objets, voisinage
- Comment ? Se préoccuper de la localisation d'un phénomène ne se limite pas à déterminer où celui-ci est localisé, c'est également se préoccuper de tous les phénomènes ou objets avec lesquels il entre en interaction et la manière dont il entre en interaction avec ceux-ci. C'est l'objet de l'analyse spatiale
- Quand ? La géomatique en plus de la dimension spatiale, permet de prendre en compte la dimension temporelle, afin d'étudier l'évolution d'un phénomène au cours du temps
- Et si ? La géomatique a pour finalité l'aide à la décision. Elle peut permettre de prévoir l'impact de la modification d'un objet (ce sont des études de simulation, des études d'impact)

2.2 Les Systèmes d'information géographique (SIG)

Les Systèmes d'information géographique font partie des outils de la géomatique.

2.2.1 Définitions et fonctions

Un système d'information géographique est un système permettant de communiquer et de traiter l'information géographique. C'est un système informatique permettant, à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.³

Les SIG permettent de créer un lien entre les propriétés d'un objet et sa géométrie, grâce à l'association des systèmes de gestion de bases de données (SGBD) et des logiciels de gestion de l'information graphique (dessin assisté par ordinateur). Le coeur des SIG est constitué par ses puissantes fonctions d'analyse.

Le fait que les objets soient dotés d'une composante géométrique permet de prendre en compte des propriétés physiques d'éléments du territoire, d'éventuelles interactions entre différents éléments, leur chevauchement ou encore leur position relative. L'ensemble des informations est organisé en différentes couches homogènes rassemblant un même type d'objet. Les différentes couches sont superposées dans le système.

³ Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989

Les SIG répondent à 5 fonctionnalités (que l'on regroupe sous le terme des '5 A'):

- **Abstraction** : c'est la modélisation de l'information que l'on souhaite représenter. Il s'agit de configurer les SIG dans un but donné ; on définit ainsi des classes d'objets, des attributs et des relations entre les classes.
- **Acquisition** : c'est la récupération des données existantes. Elle peut se faire par importation de données externes ou par numérisation à l'aide d'une table existante ; on renseigne à la fois les attributs de l'objet et sa localisation.
- **Archivage** : c'est le stockage des informations, de manière à les retrouver et les interroger facilement. Les informations peuvent être stockées dans le SIG sous deux formes : en mode raster ou en mode vecteur.
 - En mode raster (ou mode maillé) l'information est stockée sous la forme ligne colonne, chaque pixel contient donc une information. Les données raster peuvent être des images (images satellites, photos aériennes) ou des grilles (modèles numériques de terrain (MNT)).
 - En mode vecteur, seuls les endroits renseignés sont stockés, l'objet peut être ponctuel, linéaire ou zonal.
- **Affichage** : c'est la restitution graphique de l'information. Les SIG sont souvent perçus ou utilisés comme un simple outil de cartographie numérique alors que la fonction d'affichage n'est que l'un des 5 composants majeurs des SIG (c'est ce qui les distingue des systèmes de cartographie numérique). Les règles de sémiologie graphique doivent être respectées de façon à ce que la carte soit lisible et interprétable facilement.
- **Analyse** : c'est le cœur même du SIG, c'est l'ensemble des fonctions qui permettent d'analyser les données géographiques. Il s'agit essentiellement de fonctions de manipulation (transformation géométrique ou sémantique), de fonctions de classification et de fonctions d'analyse spatiale (intersection, inclusion, proximité).

2.2.2 Applications

L'intérêt de la communauté scientifique pour les SIG est grandissant et leur utilisation est de plus en plus fréquente et ce, dans des domaines très variés. La décentralisation et l'élargissement des compétences données aux collectivités territoriales ont beaucoup contribué à l'augmentation de l'utilisation des SIG pour la gestion territoriale.

Nous dressons ici un rapide inventaire des domaines d'application les plus courants.

- L'aménagement du territoire, l'équipement et l'urbanisme : plan de déplacements urbains, plan d'occupation des sols, plan local d'urbanisme.
- La santé : diffusion des épidémies, localisation des équipements, gestion en temps réel des SAMU.
- L'environnement, les espaces naturels : dans le domaine de l'eau (gestion des ressources, inondations) les applications sont notamment très développées.
- Les transports : les suivis de la circulation en temps réel sont en forte croissance notamment ceux qui sont basés sur la localisation par GPS (Global positioning system).
- L'agriculture : suivi des aides parcellaires aux agriculteurs, gestion des ressources en eau.
- Le géomarketing : emplacements optimaux des lieux de vente, accès de la clientèle.
- Les risques naturels : prévention des risques et gestion des moyens d'intervention.
- La défense et la sécurité civile : utilisation de l'imagerie satellitaire pour observer des structures particulières (nucléaires).

3 Information géographique et santé

3.1 Généralités

L'acquisition, le traitement, la gestion, le stockage et la diffusion de données géographiques sont aujourd'hui plus répandus et plus faciles d'accès. Pour nourrir ses ambitions, la géographie de la santé a su évoluer parallèlement aux innovations technologiques. La géographie de la santé ne peut en effet aujourd'hui se concevoir sans la géomatique.

La géomatique sert d'interface entre l'environnement, la santé publique et l'épidémiologie. L'ensemble de ses puissants outils d'observation, d'évaluation et d'aide à la décision permet d'effectuer des modélisations spatio-temporelles en intégrant à la fois des données sanitaires et des données environnementales.

En géographie de la santé peu de données ponctuelles sont disponibles, il faut donc travailler sur des données agrégées à différentes échelles, et choisir le niveau d'étude adéquat permettant d'étudier un phénomène sur des zones homogènes. Un niveau trop fin fera apparaître une grande variabilité aléatoire entre les unités spatiales et un niveau trop grossier qui fera disparaître les variations, aura pour effet une dilution de l'information.

L'utilisation de l'information géographique appliquée à la santé a été longue à émerger. Un rapport de l'OMS (organisation mondiale de la santé) (OMS, 1999) datant de 1999 estime que, bien que l'analyse spatiale et la cartographie appliquée à l'épidémiologie soient connus depuis longtemps, leur utilisation reste limitée.

Dans un article publié en 2001, Boulos (Boulos, Roudsari et al., 2001) présente les concepts et les principes de la géomatique appliquée à la santé (aussi bien les SIG, que la télédétection et le GPS), puis dresse une revue de la littérature des études menées en géomatique de la santé. Cette revue de la littérature montre bien l'évolution et la multiplication des projets de géomatique de la santé depuis le milieu et surtout la fin des années 1990. Ceci s'explique par la meilleure accessibilité des technologies de la géomatique (simplification d'utilisation, rapidité, moindre coût). L'auteur explique aussi cet intérêt par l'implication des organisations de santé qui utilisent ces techniques et en font la promotion (Organisation Mondiale de la Santé (OMS), American Health Organisation, US Naval Health Research Centre, New Zealand's Ministry of Health ...).

La même année un article publié par Gary Higgs et Myles Gould (Higgs and Gould, 2001) dresse un bilan du fossé séparant l'utilisation des SIG appliqués à la santé dans les études académiques et leur utilisation quotidienne dans les services de santé anglais (UK National

Health Services (NHS)). Les auteurs montrent que les SIG sont très présents dans les études académiques et que la preuve de leur utilité potentielle a été largement faite mais qu'ils sont en revanche sous-utilisés dans les services de santé anglais. Quatre ans plus tard les mêmes auteurs (Higgs, Smith et al., 2005) dressent le bilan d'une enquête par questionnaire menée auprès de la NHS, concernant l'utilisation (fréquence, types et facteurs influençant l'utilisation) des SIG dans ses services. Il apparaît que les principales raisons de la sous utilisation des SIG sont les contraintes de temps de travail, les contraintes de ressources financières et de ressources humaines.

Plus récemment, Kistemann (Kistemann, Dangendorf et al., 2002) dresse une revue de la littérature utilisant la géomatique en santé, en insistant sur les développements les plus récents que sont la télédétection (Dale, Ritchie et al., 1998), (Thomas and Lindsay, 2000) et Internet (Goodchild, 2000). En effet la disponibilité des données issues de la télédétection, comme l'intégration des SIG sur Internet, contribue fortement à la généralisation de l'utilisation des SIG en santé.

Depuis 2000, la multiplication d'articles ((Bénié, Müller-Poitevin et al., 2000), (Rushton, 2003), (Ricketts, 2003), (McLafferty, 2003), (Croner, 2003), (Cromley, 2003), (Maclachlan, Jerrett et al., 2006), (Cockings, Dunn et al., 2004)) prônant l'utilisation des SIG dans le domaine de la santé, montre que l'approche de la santé par la géomatique est en plein essor.

3.2 Revue de la littérature utilisant la géomatique dans le domaine de la santé

La géomatique en santé a prit deux orientations : d'une part les études qui portent sur les maladies infectieuses et parasitaires notamment celles menées dans les pays en voie de développement et, d'autre part, les études sur l'accès aux soins, les effectifs médicaux, menées pour la plupart dans les pays développés (Bénié, Müller-Poitevin et al., 2000).

3.2.1 Etudes épidémiologiques sur les maladies infectieuses et parasitaires

Cette approche étant très éloignée de notre problématique, et de nombreuses revues de la littérature ayant déjà été établies dans ce domaine ((Clarke, McLafferty et al., 1996), (Croner, Sperling et al., 1996), (Albert, Gesler et al., 1995)), nous ne citerons que quelques exemples d'applications.

Un SIG a été constitué dans la ville d'Antananarivo à Madagascar (Randremanana, Migliani et al., 2001) pour délimiter les zones à risque de problème sanitaire. Il s'agit du premier SIG urbain dans le domaine de la santé à Madagascar. Ce SIG établit un score de risque

sanitaire à partir de quatre facteurs : zones inondables, nombre de bacs à ordures, nombre de bornes fontaine et nombre de médecins.

Dunn et al. (Dunn, Woodhouse et al., 1995) ont élaboré un SIG pour étudier l'association entre l'incidence de l'asthme et la proximité des sites industriels du nord est de l'Angleterre. En créant des buffers (zones tampons) à différentes distances des sites industriels, ils ont pu montrer que des taux d'incidence plus élevés apparaissaient au nord-est des sites industriels et ont suggéré l'influence du vent pour expliquer ces différences.

De nombreuses études, effectuées à l'aide de SIG établissent le lien entre facteurs environnementaux (présence de moustiques, de tiques ou autres parasites) et le risque de maladie (malaria, maladie de lyme). ((Glass, Schwartz et al., 1995), (Mott, Nuttall et al., 1995), (Ceccato, Connor et al., 2005)).

3.2.2 Accès aux soins

L'accès potentiel aux soins peut, comme nous l'avons dit plus haut, être décomposé en 5 dimensions. Nous nous intéressons aux études utilisant la géomatique et portant sur l'accessibilité géographique ainsi qu'aux méthodes utilisées pour l'évaluer.

3.2.2.1 Accessibilité géographique

Plusieurs études ont démontré qu'une mauvaise accessibilité géographique pouvait être une barrière importante dans l'accès aux soins. Entre autres exemples citons les travaux effectués sur l'accès aux services de traitement de l'alcoolisme (Fortney, Booth et al., 1995), l'utilisation des traitements du cancer du sein (Nattinger, Kneusel et al., 2001), ou les maladies cardiovasculaires (Gesler and Meade, 1988).

Une fois ce constat effectué on peut se demander comment mesurer l'accessibilité et comment mettre en évidence d'éventuelles disparités spatiales.

Il existe plusieurs méthodes de mesure de l'accessibilité géographique ; Guagliardo (Guagliardo, 2004), effectue une classification en quatre catégories :

- Ratio offre de soin (Nombre de médecin, nombre de lit..) et population
- Distance du domicile à l'offre de soin la plus proche
- Distance moyenne du domicile à un certain nombre de lieux dispensant l'offre
- Modèles gravitaires

3.2.2.1.1 *Ratio offre de soins et population*

Le premier type de mesure (par exemple le ratio du nombre de médecins situés dans une aire géographique pour sa population), est la plupart du temps basé sur des aires géographiques prédéfinies (la région, le département, le code postal, la commune..).

La principale critique qui a été faite à l'égard de cette méthode est que le choix de l'échelle affecte énormément les résultats : le choix d'une échelle trop grande empêche de voir les disparités à l'intérieur de l'aire géographique considérée, le choix d'une échelle trop fine ne prend pas en compte la possibilité qu'a le patient d'utiliser les soins situés dans une autre aire géographique.

Pour contrer ces critiques Luo (Luo, 2004) a utilisé une mesure d'accessibilité physique appelée méthode des bassins flottants (Floating catchment method). Au lieu d'utiliser des aires administratives prédéfinies la méthode des bassins flottants définit des cercles de rayon raisonnable (plusieurs rayons sont testés, et cette variable doit être adaptée à l'étude menée) centrés sur la localisation de la population, on calcule le ratio en fonction de la population et du nombre de services de santé situés à l'intérieur du cercle.

Les trois mesures suivantes sont basées sur le calcul de la distance, les SIG se révèlent dès lors très utiles pour les calculer (distance temps ou distances métriques).

3.2.2.1.2 *Distance offre-domicile*

La distance du domicile à l'offre de soin la plus proche (Brabyn and Skelly, 2002), qui est une méthode souvent employée car intuitive et simple à mettre en œuvre avec un SIG, est la plupart du temps exprimée comme la proportion de la population pouvant accéder dans un temps inférieur à un certain seuil à un service de santé (Scott, Temovsky et al., 1998), (Noor, Gikandi et al., 2004). Scott analyse ainsi l'accès au traitement par thrombolyse des patients atteints d'Accidents Vasculaires Cérébraux (AVC). Seymour (Seymour, Cairns et al., 2005) qui analyse l'accès à l'imagerie pour les patients atteints d'AVC va plus loin en prenant en compte les heures d'ouvertures des scanners et conclut que dans les heures normales de travail l'accessibilité aux scanners est bonne mais que certaines régions ont un accès restreint à l'imagerie durant le week-end (pas d'accès à moins de 120 minutes).

L'inconvénient de ce type de mesure est qu'il ne prend pas en compte la disponibilité des appareils, c'est-à-dire qu'elle ne permet pas de distinguer l'accessibilité d'une population qui aurait un centre de soins à proximité et une population qui en aurait plusieurs.

3.2.2.1.3 *Distance moyenne*

Le troisième type de mesure, la distance moyenne à un certain nombre de lieux a été très peu utilisée dans la santé (Dutt, Dutta et al., 1986). Bien qu'elle combine accessibilité physique et disponibilité, elle ne permet pas bien de comparer l'accessibilité des populations

étudiées. Elle ne permet pas de différencier une population qui aurait plusieurs centres de soins proches et plusieurs centres lointains d'une population qui aurait plusieurs centres moyennement éloignés. On leur préfère bien souvent le quatrième type de mesures, appelés modèles gravitaires.

3.2.2.1.4 Modèles gravitaires

Les modèles gravitaires sont fondés sur la loi de Reilly qui utilise le principe de gravité universelle de Newton. La loi de Reilly établit que « l'attraction des commerces de détail d'une ville dans son territoire alentour sera directement proportionnel à la taille de la population de la ville et inversement proportionnelle au carré de la distance séparant les consommateurs de cette ville »(Reilly,1929) (Lucas-Gabrielli, Nabet et al., 2001). Ces modèles ont l'avantage de combiner accessibilité physique et disponibilité ; ce sont les mesures les plus valides, elles s'appliquent aussi bien au milieu urbain qu'au milieu rural (Guagliardo, 2004). Ces modèles (Joseph and Bantock, 1982) représentent l'interaction entre la population et tous les services de santé situés à une distance raisonnable ; le modèle de Joseph et Bantock que nous présenterons en détails plus loin, prend en compte l'offre disponible pour chaque commune et la demande associée à chaque équipement (ou médecin).

L'inconvénient de ce type de mesure est qu'il est plus difficile à mettre en œuvre et nécessite souvent d'accorder un poids à chaque facteur.

Les études décrites ci-dessus sont basées sur le calcul d'une accessibilité potentielle, d'autres (mais plus rares faute de données) sont basées sur l'accessibilité effective (Phillips, Kinman et al., 2000) ou comparent l'accessibilité potentielle avec l'accessibilité effective (Parker and Campbell, 1998).

4 Les Accidents vasculaires cérébraux

4.1 Généralités

L'organisation mondiale de la santé (OMS) définit l'accident vasculaire cérébral (AVC) par « la présence de signes cliniques de dysfonctionnement cérébral focal (ou global) de survenue rapide avec des syndromes persistant 24 heures ou plus, ou conduisant à la mort sans autre cause apparente qu'une origine vasculaire ». Le vaisseau touché est la plupart du temps une artère, et peut soit se rompre et provoquer une hémorragie, soit s'occlure et entraîner un défaut d'irrigation et d'oxygénation qualifié d'ischémie. Ainsi on peut classer les AVC en deux grandes familles, les AVC hémorragiques et les AVC ischémiques. Si le vaisseau se rompt et provoque une hémorragie on parle alors soit d'hémorragie sous-arachnoïdienne (HSA) si la zone touchée est située dans les méninges ou d'hémorragie cérébrale (HC) si le saignement se fait dans le parenchyme cérébral. Si au contraire le vaisseau se bouche l'AVC est alors dit ischémique, il peut s'agir d'un accident ischémique transitoire (AIT) si le déficit neurologique régresse en moins de 24h (ce type d'accident n'est pas à proprement parlé un AVC) ou d'un accident ischémique constitué ou infarctus cérébral (IC) s'il dure plus de 24h. Au contraire des AVC, la régression des troubles des AIT est totale, ne laissant aucune séquelle. Mais l'AIT est un signe précurseur de la survenue d'un AVC, une sorte de signal d'alarme trop souvent négligé par les patients ou les médecins traitants en raison de leur aspect faussement bénin (disparition spontanée). Mais un patient qui a subi un ou plusieurs AIT a dix fois plus de risque de présenter un AVC constitué qu'un sujet indemne.

Dans les pays développés les fréquences des différents types d'AVC sont les suivants (Groupe de travail AVC, 2002) :

- Infarctus cérébral : 65-70%.
- Accident ischémique transitoire : 10-20%
- Hémorragie cérébrale : 10-15%
- Hémorragie sous-arachnoïdienne : 5%

Cette classification ne suppose cependant pas qu'une hémorragie ne puisse se compliquer en ischémie ou l'inverse.

4.2 Les symptômes

Les AVC sont des affections complexes car une lésion du cerveau peut avoir pour conséquence une multitude de déficits. La complexité des AVC se traduit également par une grande diversité de symptômes avec laquelle la population n'est pas familiarisée. Selon la zone cérébrale touchée certaines fonctions s'affaiblissent ou disparaissent ; il peut s'agir des fonctions motrices (paralysie plus ou moins complète d'un ou plusieurs membre), des fonctions sensitives (diminution ou disparition de la sensibilité de la face ou d'un ou plusieurs membres), des fonctions visuelles (diminution de la vision dans un hémichamp visuel (moitié du champ), vision doubles (diplopie), baisse brutale de l'acuité visuelle d'un œil), des fonctions du langage (difficulté d'élocution), de la mémoire, de l'équilibre, des maux de têtes ou des troubles de la conscience peuvent également survenir. Les symptômes sont donc très variés, ils surviennent généralement brutalement, et parfois pendant le sommeil, leur intensité peut d'emblée être maximale ou s'accroître progressivement en quelques minutes ou quelques heures.

4.3 L'importance des premières heures et la reconnaissance des symptômes

Les premières heures de l'AVC ont une importance capitale puisque c'est pendant cette période que la plupart des AVC sont évolutifs. Certains vont s'aggraver, et seule une prise en charge rapide permettra de limiter l'extension de la lésion et donc la gravité des séquelles. Pour d'autres AVC régressant plus rapidement une prise en charge rapide permet de déterminer les causes de l'accident et d'éviter une récurrence en les traitant.

Le temps élevé de présentation devant un médecin ou aux urgences reflète souvent le manque de connaissance des symptômes de la part des patients et leur entourage. Cette méconnaissance des symptômes concerne l'ensemble de la population (à risque ou non), en effet, certaines études ont montré qu'il n'y a pas forcément de lien entre le fait d'avoir des antécédents d'AVC ou d'AIT (Travis, Flemming et al., 2003) ou d'avoir des facteurs de risque pour les AVC (Pancioli, Broderick et al., 1998) et le fait de connaître les facteurs de risque et les symptômes des AVC. Les AVC sont souvent précédés de signaux d'alerte : les accidents ischémiques transitoires (AIT). Un accident ischémique transitoire (AIT) est un accident cérébral dont les symptômes parfois furtifs passent inaperçus. Ainsi, loin de négliger ces signes et malgré un rapide retour à la normale, ces AIT constituent une urgence et doivent amener à consulter un médecin dans les plus brefs délais. Une prise en charge rapide permet d'enrayer l'évolution vers un accident aux conséquences regrettables.

La survenue d'un accident vasculaire cérébral constitue une véritable urgence médicale et justifie l'appel au SAMU (le Centre 15). La prise en charge précoce, dans les premières heures qui suivent l'AVC est capitale et peut limiter l'extension des lésions cérébrales, ainsi que la gravité des séquelles. La connaissance et la prise en compte des premiers symptômes de la maladie peuvent être vitales.

Le premier frein à une bonne prise en charge de cette maladie réside donc dans la reconnaissance même de ses symptômes, et leur assimilation à la nécessité d'une prise en charge médicale urgente.

Il est donc nécessaire d'entamer une campagne de sensibilisation du public pour améliorer ses connaissances sur la pathologie notamment concernant les premiers signes d'alerte ainsi que pour améliorer le recours à la filière de soin (utilisation du centre 15). Il est primordial de considérer que la présence de ces signes constitue une urgence.

4.4 Facteurs de risque et prévention

La connaissance des facteurs de risque et de prévention permet une réduction de l'incidence et de la mortalité due aux accidents vasculaires cérébraux. Mieux informé, le grand public possède les éléments lui permettant de véritablement prendre sa santé en main.

4.4.1 Hypertension artérielle

Les principaux facteurs de risque des AVC sont l'âge, le fait d'avoir déjà fait un AVC ou un AIT, l'hypertension artérielle (principal facteur de risque modifiable qui multiplie par 7 le risque d'AVC), les dyslipidémies, le diabète, le tabac, l'alcool, l'obésité, la migraine. La prévention des récurrences passe essentiellement par le traitement des facteurs de risque comme l'hypertension, le diabète, le cholestérol.

L'hypertension artérielle est connue depuis longtemps pour être le plus important facteur de risque pour les AVC. Cependant, la moitié des patients hypertendus ne sont pas conscients leur état et parmi les autres, la moitié ne se soigne pas. Traiter l'hypertension artérielle n'est pas très difficile ni très contraignant, mais la difficulté reste de bien soigner une maladie alors qu'on ne se sent pas malade. C'est ainsi que beaucoup d'hypertendus ne se soignent pas, mal ou irrégulièrement, sans parler de ceux qui ignorent complètement leur état. Equilibrer la tension artérielle constitue ainsi une priorité en matière de prévention des accidents vasculaires cérébraux. Cet objectif passe par des traitements médicamenteux mais également par une alimentation saine, la surveillance de son poids, et la pratique régulière d'exercice physique.

4.4.2 Démence

Les relations entre AVC et démence sont très complexes puisque non seulement les AVC sont un facteur de risque de démence, mais la démence est également un facteur de risque d'AVC. L'incidence des AVC et celle de la démence sont liées chez les personnes de plus de 85 ans. Une démence préexistante à un AVC est associée à un risque de confusion mentale, de symptômes dépressifs, d'épilepsie tardive (au-delà de 3 mois), de moins bon pronostic fonctionnel, de récurrence, et de mortalité à 3 ans (indépendamment du risque de récurrence)⁴. Or la démence (qui est le plus souvent de nature dégénérative de type maladie d'Alzheimer) n'est pas diagnostiquée dans la plupart des cas au moment de l'AVC, et la prévention des complications secondaires n'est pas mise en place.

4.5 Dépression post AVC

La dépression touche environ 50% des patients ayant subi un AVC, elle est généralement constatée à la fin de la phase aiguë et sa fréquence reste élevée 2 et 3 ans après l'AVC. Il est important de diagnostiquer et de traiter la dépression car elle influence la récupération fonctionnelle qui est un facteur crucial pour l'avenir du patient. La dépression peut également toucher l'entourage du patient qui doit faire face à de nouvelles responsabilités et peut se sentir débordé.

La dépression n'est pas uniquement la conséquence directe du handicap et des changements brutaux dans la vie quotidienne induits par l'AVC. Bien que la dépression soit plus fréquente chez les patients ayant présenté une attaque cérébrale sévère et dont le handicap est plus important, la relation entre AVC et dépression est plus complexe. Il semble exister des facteurs de risque au développement d'une telle complication. Par exemple, la dépression post-AVC est plus fréquente chez les patients âgés, chez les femmes, chez ceux ayant déjà présenté un syndrome dépressif ou anxieux et chez les patients sujets à l'alcoolisme.

En dehors des médicaments, de nombreux facteurs sont particulièrement importants pour le traitement de la dépression post AVC comme la possibilité de bénéficier d'un programme de rééducation adapté, la présence, la compréhension et l'aide de l'entourage familial, la possibilité de se réinsérer rapidement dans la société, notamment par le travail. Bien que

⁴ Office parlementaire d'évaluation des politiques de santé (France). *Rapport sur la maladie d'Alzheimer et les maladies apparentées*, n° 2454. Déposé le 6 juillet 2005. Rapporteur : Cécile Gallez.

fréquente, la dépression post-AVC n'est pas une fatalité. Une prise en charge précoce et adaptée est le meilleur garant d'une évolution favorable.

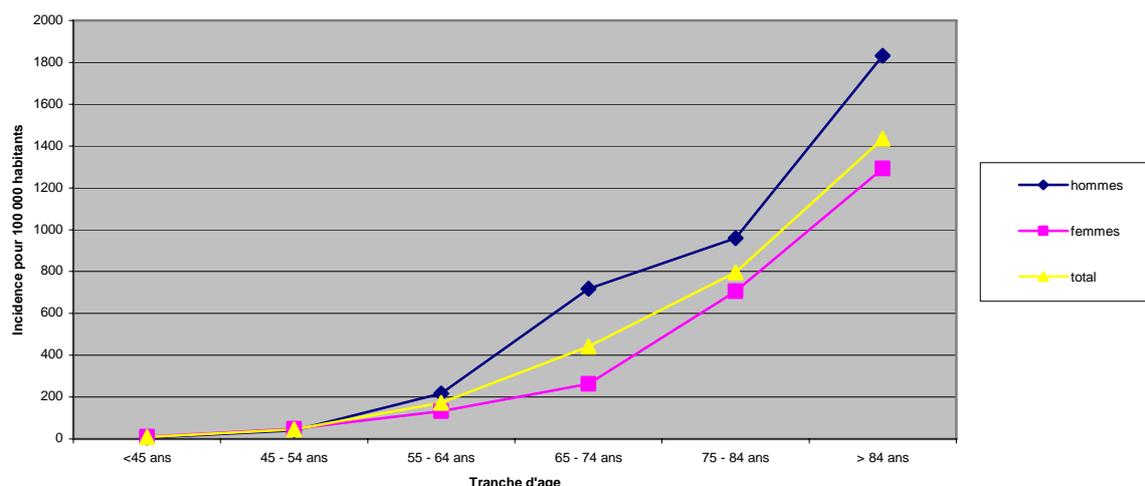
4.6 Epidémiologie

4.6.1 Incidence et prévalence

Dans les pays industrialisés l'incidence (nombre de nouveaux cas) des AVC est de l'ordre de 100 à 300/100 000 personnes par an tous âges confondus. L'incidence annuelle des nouveaux cas en France est estimée à 138/100000, elle est plus élevée chez l'homme (141/100000 en France) que chez la femme (135/100000 en France) et elle augmente très fortement avec l'âge (Figure 2).

L'âge moyen de survenue d'un AVC est de 70 ans. Le vieillissement de la population laisse craindre une augmentation de l'incidence de cette maladie dans les prochaines années.

Figure 2: Incidence des AVC (cas de novo) en fonction de l'âge et du sexe



4.6.2 Mortalité et devenir des patients

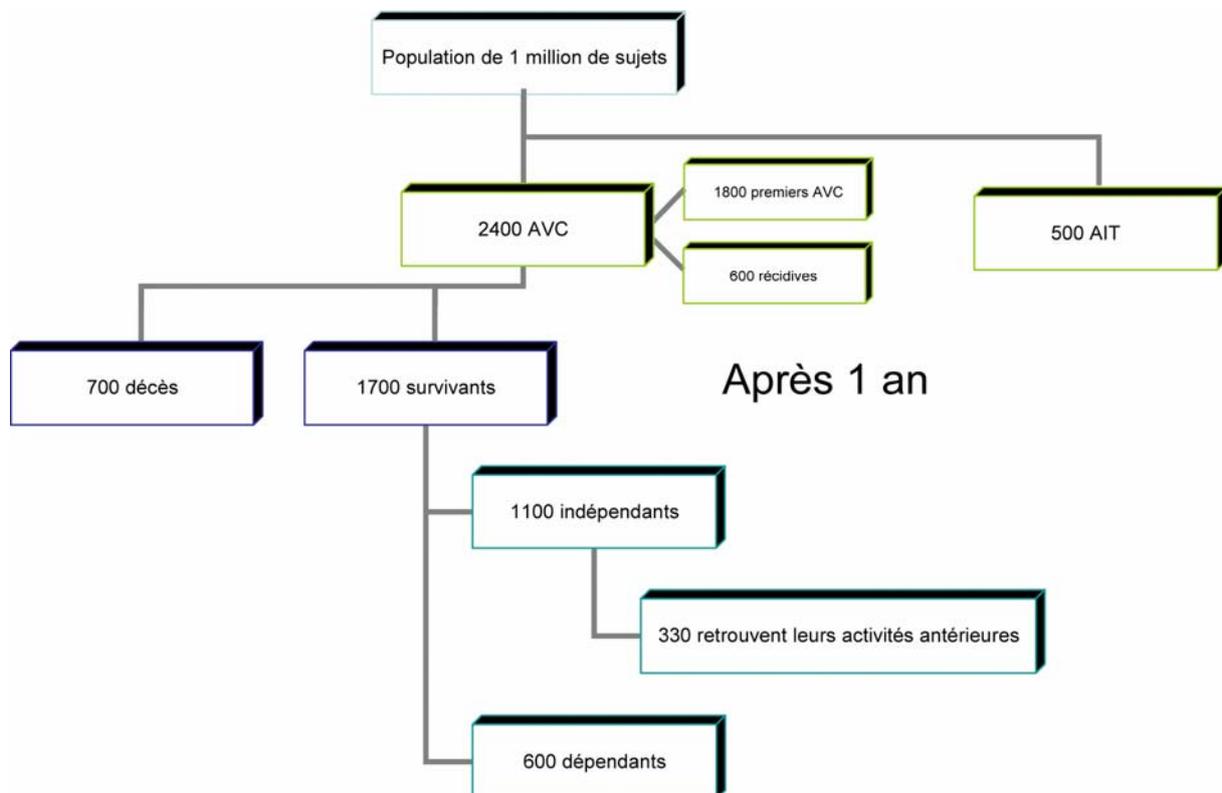
Par leur fréquence et leur gravité les AVC sont un enjeu majeur de santé publique. Les AVC entraînent des séquelles physiques, psychologiques et ont également pour conséquence la désorganisation de la vie sociale des patients.

Dans les pays développés les AVC sont la troisième cause de mortalité (après les cardiopathies et les cancers), la deuxième cause de démence (après la maladie d'Alzheimer), la première cause de handicap acquis chez l'adulte, et une cause majeure de dépression (chez les patients mais aussi leur entourage).

Au terme du premier mois 20 à 25% des patients seront décédés, 50% garderont un handicap de sévérité variable, 25% n'auront pas de séquelles. Parmi les survivants 50% auront une dépression dans l'année, 25% seront déments dans les cinq ans qui suivent et 40% des actifs reprendront leur travail (Groupe de travail AVC, 2002).

Selon Hankey et Warlow (Hankey and Warlow, 1999) sur une population d'un million d'habitants en un an il y aura 2400 AVC dont 700 seront décédés à un an et seulement 330 (soit 13,75% de tous les AVC) retrouveront leur activité antérieure (Figure 3).

Figure 3: Devenir des patients atteints d'AVC



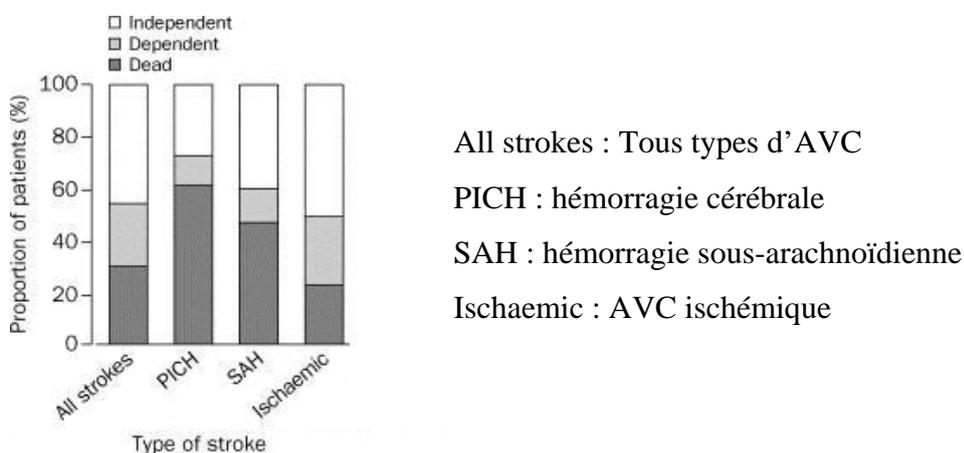
Ces taux diffèrent évidemment selon le type d'AVC, les taux de récupération des patients atteints d'hémorragie cérébrale étant beaucoup plus faible (Figure 4).

Le taux de récurrence est estimé à 10% dans la première année et à 30% dans les cinq années suivantes.

La rééducation doit débuter le plus tôt possible, et être adaptée à chaque patient. L'équipe de rééducateurs est composée de médecins spécialisés en médecine physique et réadaptation, kinésithérapeutes, ergothérapeutes, orthophonistes et de psychologues qui travaillent en collaboration avec le neurologue. Les objectifs de la rééducation sont de

favoriser la récupération des différentes fonctions déficitaires, et d'empêcher la survenue de complications afin de rendre le patient aussi autonome que possible.

Figure 4: Proportion de patients morts dépendants ou indépendants un an après leur premier AVC par type d'AVC



Source : (Warlow, Sudlow et al., 2003)

4.7 Traitement et prise en charge

4.7.1 Un traitement rapide et spécialisé

Les données scientifiques permettent d'affirmer que l'élément clé du pronostic de l'ischémie cérébrale est sa durée et que, plus la levée de l'occlusion artérielle est rapide, plus le patient aura de chances de récupérer sans séquelles (« Time is brain »). D'autres éléments plaident en faveur d'une prise en charge urgente pour l'ensemble des patients atteints d'AVC et pas uniquement ceux atteints d'un AVC ischémique (Groupe de travail AVC, 2002).

L'examen clinique et l'interrogatoire du patient et de son entourage doivent être complétés par des explorations d'imagerie au moyen du scanner ou de l'IRM afin de confirmer le diagnostic d'atteinte cérébrale et de déterminer le type ischémique ou hémorragique de l'AVC. La neuro-imagerie est indispensable, l'apport de l'IRM (Imagerie à résonance magnétique), notamment l'IRM de diffusion a été démontré mais requiert un niveau d'équipement que la plupart des centres n'ont encore pas atteint, les scanners sont donc plus largement utilisés.

La variété des déficits neurologiques et des soins à prodiguer font des AVC une pathologie complexe, mobilisant des moyens importants, notamment un personnel nombreux et spécialisé. Les traitements des patients atteints d'AVC sont généralement lourds en court séjour, car il faut également traiter les éventuelles complications (respiratoires, cardiaques) et débiter une rééducation précoce. Les séquelles des AVC sont aussi bien physiques

qu'intellectuelles, or la rapidité et l'ampleur de la récupération dépendent en grande partie de la prise en charge du patient.

4.7.2 Traitement thrombolytique par rt-PA

Dans le cas d'un AVC ischémique, on peut envisager un traitement thrombolytique par rt-PA (activateur du plasminogène recombinant), administré dans les trois heures suivant le début des symptômes. Ce traitement de l'ischémie cérébrale aiguë a reçu l'autorisation de mise sur le marché aux Etats-Unis en 1996 et en France en 2003. De nombreuses études ont montré son efficacité mais les nombreuses contre-indications en particulier l'élimination du diagnostic d'AVC hémorragique, ainsi que le délai de trois heures pour l'injection de rt-PA, restent des freins considérables à l'augmentation du nombre de patients ainsi traités.

En France, les recommandations stipulent que le traitement par thrombolyse doit être administré par un neurologue formé et expérimenté en neurologie vasculaire.

4.7.3 Les unités neuro-vasculaires (UNV)

Les unités neuro-vasculaires (UNV) sont des unités de soins dédiés aux AVC dans un site spécifique et possédant une équipe spécialisée. Les premières unités de ce type ont été créées au début des années 1970 aux Etats-Unis. En France, la première UNV a été créée en 1980 à Paris à l'hôpital Lariboisière.

4.7.3.1 Différents types d'organisation

Le terme d'unités neuro-vasculaires (ou stroke units) regroupe différents types d'unités, qui diffèrent par leur organisation mais ont toutes en communs d'être des structures ayant des lits spécifiquement dédiés aux AVC et dont la prise en charge est effectuée par une équipe spécialisée. Nous détaillerons tout d'abord les différents types d'unités relevées dans la littérature anglosaxonne puis celles relevées dans la littérature française.

Dans la littérature anglo-saxonne on identifie quatre niveaux de soins :

- Les « intensive stroke care unit » sont des unités de soins intensifs dédiées aux AVC, généralement situées dans des services de neurologie, elles accueillent les patients dès les premières heures de l'AVC. La durée de séjour est de quelques jours.
- Les « acute stroke units » sont des unités pouvant admettre les patients sortant d'« Intensive care », elles sont géographiquement séparées du service de neurologie. Elles admettent les patients précocement et poursuivent la prise en charge plusieurs jours.

- Les « subacute stroke units » ou « Rehabilitation stroke units » sont des unités prenant en charge les patients après la phase aiguë (à leur sortie d' « acute stroke unit » par exemple). Elles prennent en charge la rééducation et poursuivent le traitement pendant plusieurs semaines ou mois si nécessaire.
- Les « combined acute and rehabilitation stroke units » combinent la prise en charge lors de la phase aiguë et la rééducation.

En France la Société Française Neurovasculaire (SFNV) distingue deux types d'unités neurovasculaires :

- Les unités de soins intensifs neuro-vasculaires (USI-NV) assez proches des « intensive stroke care units ». Elles prennent en charge les AVC récents, elles disposent d'un accès prioritaire au plateau technique 24h/24. Dès que l'état du patient le permet elles organisent son transfert en UNV.
- Les unités neuro-vasculaires (UNV) coordonnées aux USI-NV sont situées au même endroit, elles reçoivent les patients sortant d'USI-NV ou les AVC non récents. Leur fonctionnement est proche de celui des « acute stroke units ». Elles poursuivent la rééducation et organisent le retour à domicile ou le transfert vers une unité de soins de suite.

Il n'y a pas d'unité spécifique pour la rééducation, de manière générale pour la phase post aiguë les AVC sont pris en charge dans des unités de soins de suite et réadaptation (SSR) (non spécifique aux AVC).

4.7.3.2 Efficacité des UNV

L'efficacité des UNV a été longtemps controversée. Les premières études randomisées montrant leur bénéfice datent du milieu des années 1980.

La cochrane collaboration a publié en 1997 (Stroke Unit Trialists' Collaboration, 1997), puis en 2001 (Stroke Unit Trialists Collaboration, 2001) une méta analyse sur les bénéfices des UNV. La méta analyse de 2001 porte sur 23 études prospectives comparant l'efficacité d'une prise en charge dans une unité spécialisée à une prise en charge conventionnelle. Elle montre que l'hospitalisation dans une UNV améliore le pronostic vital et fonctionnel des patients atteints d'AVC. L'amélioration du pronostic vital est estimée par Odds ratio (OR) (l'effet des UNV est bénéfique si $OR < 1$, plus l'Odds ratio est faible plus le bénéfice est grand ; l'intervalle de confiance IC mesure la précision des résultats et permet d'estimer leur significativité, si la valeur 1 est comprise dans l'intervalle, alors l'effet n'est pas jugé statistiquement significatif) et rapporte des résultats en faveur des unités spécialisées pour les critères suivants :

- Décès (suivi à 1 an) OR=0,85, IC=[0,71-0,94], p=0,05
- Décès ou institutionnalisation OR=0,80, IC=[0,71-0,90], p=0,0002
- Décès ou dépendance OR=0,78, IC=[0,68-0,89], p=0,0003

Pour 1000 patients traités dans ces unités on évite 40 décès et 50 patients supplémentaires rentrent à domicile totalement indépendants (Amarenco, 2002).

A long terme les effets en faveur des unités neuro-vasculaires sont également démontrés :

- Décès à 5 ans OR=0,63, IC=[0,45-0,89], p<0,01
- Décès ou institutionnalisation à 5 ans OR=0,62, IC=[0,43-0,89], p<0,01
- Décès ou dépendance à 5 ans OR=0,59, IC=[0,38-0,92], p<0,05.

La proportion de patients qui sont à domicile 5 ans après leur AVC est 1,9 fois plus élevée pour les patients qui ont été traités en UNV que ceux traités dans une unité générale (Indredavik, Slordahl et al., 1997). Après 10 ans, cette différence est encore plus accrue puisque la proportion de patients vivant à domicile est 2,3 fois plus élevée chez les patients initialement pris en charge en UNV (19,1% de patients à domicile) que chez les patients ayant bénéficié d'une prise en charge conventionnelle (8,2% de patients à domicile) (Indredavik, Bakke et al., 1999).

Les résultats analysés par sous-groupes de patients montrent un bénéfice pour la prise en charge en unités spécialisées quelque soit l'âge, le sexe ou la gravité de l'AVC :

- Age<75 ans OR=0,77, IC=[0,63-0,94] ; âge>75 ans OR=0,69, IC=[0,56-0,85]
- Sexe masculin OR=0,66, IC=[0,51-0,85] ; féminin OR=0,77, IC=[0,60-0,98]
- Sévérité de l'AVC : limitée OR=0,95, IC=[0,66-1,36] ; modérée OR=0,70, IC=[0,58-0,84] ; AVC sévère OR=0,55, IC=[0,38-0,81].

L'efficacité des UNV tient à la nature standardisée et spécialisée de la prise en charge ainsi qu'à la précocité de la prise en charge et de la rééducation. Une autre part essentielle du bénéfice des UNV tient à la diminution des complications liées à l'immobilisation (Silver, Norris et al., 1984), et au traitement médical.

Plusieurs études (Stroke Unit Trialists Collaboration, 1997), (Evans, Perez et al., 2001) ont montré que l'efficacité des UNV n'est pas liée à la structure, aux moyens humains ou techniques mais sans doute à l'organisation même de ces unités (équipe multidisciplinaire spécialisée et coordonnée, conventions avec des établissements de soin de suite et réhabilitation, implication des médecins dans la filière).

4.7.3.3 Recommandations

Nous avons cité précédemment les recommandations de la Société française neuro-vasculaire (SFNV) (Woimant, Hommel et al., 2001) concernant les deux niveaux d'organisation des UNV en France. Les recommandations françaises de la SFNV et européennes de l'European Stroke Initiative (EUSI) (Hacke, Kaste et al., 2000),(Hacke, Kaste et al., 2003) ont défini des standards pour l'organisation des unités, pour les examens cliniques, afin d'améliorer la prise en charge des patients atteints d'AVC et d'augmenter le nombre de protocoles et de conventions de coopérations entre les hôpitaux. Ces recommandations sont une aide à la pratique clinique quotidienne, le consensus du groupe d'expert ne signifie ni unanimité, ni dogme.

Les professionnels de santé se sont mobilisés pour s'intéresser à ce problème de santé publique, mais ce ne sont pas les seuls. Les décideurs publics ont également pris conscience du poids important des AVC dans la société. Le ministère de la santé a publié une circulaire le 6 novembre 2003 pour formaliser la prise en charge hospitalière par filières cohérentes. Cette circulaire définit deux niveaux d'UNV : les unités neuro-vasculaires (UNV) et les unités neuro-vasculaires de référence (UNV-R), en fonction des exigences en terme de permanence des soins et compétences médicales disponibles. Dans chaque unité les lits sont séparés en lits aigus et subaigus. Malgré la mobilisation des professionnels et des décideurs publics français la prise en charge n'est encore pas optimale puisqu'on estime (Hommel, Deblasi et al., 2003) qu'en 2003, seulement 4% des patients victime d'un AVC étaient pris en charge dans la vingtaine d'unités neuro-vasculaires (UNV) existantes et 35% dans des services de neurologie générale non spécialisés.

4.7.3.4 Etat des lieux en Europe

En 2002 un symposium tenu en Suisse fait le point sur l'état de la prise en charge des AVC en Europe. Il en ressort de grandes différences dans la prise en charge des AVC ; les pays scandinaves semblent avoir une bonne prise en charge spécialisée des AVC.

En Suède (Asplund, Hulter Asberg et al., 2003), 70% des patients atteints d'AVC ont accès à une UNV et 95% des patients subissent un scanner.

En Norvège (Indredavik, 2003), il existe 45 UNV qui prennent en charge 60% des AVC.

En Italie (Sterzi, Micieli et al., 2003), moins de 10% des AVC sont pris en charge dans des UNV.

En Allemagne (Busse, 2003), il existe 56 UNV régionales et 50 UNV locales, toutes certifiées par la fondation allemande pour les AVC (German stroke Foundation). 30% des AVC sont traités dans ce type d'unités.

En Pologne (Czlonkowska, Milewska et al., 2003), il existe 23 UNV dont 12 répondent aux critères standard des UNV, mais beaucoup ne traitent que les cas les plus graves.

Au Portugal (Melo and Ferro, 2003) où les AVC sont la première cause de mortalité, il existait en juillet 2002 cinq UNV (quatre à Lisbonne et une à Porto). Pour que tous les centres accueillant plus de 300 AVC par an disposent d'une UNV, il faudrait 25 UNV sur le territoire portugais.

En Autriche (Brainin and Steiner, 2003), on dénombrait en 2003 vingt cinq UNV situées exclusivement dans des départements de neurologie, le double était prévu pour 2005 de manière à traiter 70% des AVC dans des unités spécialisées.

En Angleterre, (Rudd, Hoffman et al., 2005) 73% des hôpitaux possèdent une UNV ; ils prennent en charge 36% des AVC. Une directive gouvernementale datant de 2001 spécifie qu'en avril 2004 tous les hôpitaux prenant en charge des AVC doivent posséder une UNV, mais sans allocation de ressources supplémentaires, avec le risque que certaines UNV n'aient d'UNV que le nom (McPherson and McNaughton, 2005).

4.8 Coût

La fréquence, la gravité, la complexité et le caractère urgent des AVC en font une pathologie lourde pour la société. Un rapport de l'OCDE (Moon, Moise et al., 2003) cite différentes études, qui démontrent que dans les pays industrialisés (études menées au Canada, en Hollande, et aux Etats-Unis) entre 2 et 4 % des dépenses totales de santé sont attribuées aux soins des patients atteints d'AVC.

Selon une étude française (Launois, Giroud et al., 2004), le coût moyen par patient de la prise en charge en unité de soins conventionnels d'un AVC (hémorragique ou ischémique) à 5 ans est estimé à 30 923,28€ et à 34 638,09€ en Unité Neuro-Vasculaire.

En terme de coût c'est le temps d'hospitalisation qui prévaut sur toutes les autres composantes individuelles de prise en charge du patient (Stroke Unit Trialists Collaboration, 2002). Peu de recherches ont été menées pour déterminer le coût des UNV par rapport aux soins conventionnels. Il semble que les soins en UNV ne soient pas associés à l'augmentation du coût total des soins, mais les conclusions sont sensibles aux variations d'estimations de coût, et les preuves sont limitées (Hankey and Warlow, 1999). Peu de données sont disponibles mais la prise en charge en UNV n'augmente pas le temps d'hospitalisation qui est le facteur principal déterminant le coût.

5 La Bourgogne

5.1 Territoire et démographie

La Bourgogne est une région vaste de 31 582 Km² composée de quatre départements : la Côte d'or, la Saône et Loire, la Nièvre et l'Yonne. Elle est caractérisée par des milieux naturels très divers ; à l'est, on trouve des plaines d'effondrement (plaine de la Saône); au nord et à l'ouest, de bas plateaux de bassins sédimentaires formant la Basse-Bourgogne (région de Chablis et d'Auxerre); au centre, des plateaux calcaires ; au sud, des massifs anciens et des zones accidentées (massif du Morvan, collines du Charolais, monts du Mâconnais).

La Bourgogne bénéficie de sa situation entre les deux pôles économiques majeurs français, le nord de la région profite de ses échanges avec Paris et le sud avec Lyon. La région joue un rôle de carrefour national mais cet étirement au nord et au sud accentue d'autant la situation de désertion du centre. Bien que l'axe autoroutier le plus emprunté de France (Autoroute A6) traverse la région du Nord au sud, il existe des zones difficiles d'accès notamment le centre de la région, point de jonction des quatre départements (le massif du Morvan y culmine à 901 m), qu'il est plus facile de contourner que de traverser. Les liaisons est-ouest sont particulièrement difficiles.

Le territoire bourguignon rassemble 1 610 067 habitants soit 2,7% de la population métropolitaine française. La région a un caractère rural très marqué puisque 33% de la population vit dans des communes appartenant à l'espace à dominante rurale, beaucoup plus que la moyenne française qui est de 18%. La densité d'habitants est faible sur l'ensemble de la région puisqu'elle est en moyenne de 51 habitants / Km² contre 108 pour l'ensemble de la France ; mais ce chiffre ne traduit pas l'hétérogénéité de l'occupation du territoire (Tableau 2). En effet, la population y est très inégalement répartie ; la zone la plus peuplée de la région se situe à l'est sur un axe Dijon - Beaune - Chalon-sur-Saône - Macon, les zones les plus faiblement peuplées étant situées dans le Chatillonnais (Carte 1).

Seules 16 communes comptent plus de 10 000 habitants. L'agglomération de Dijon (237 000 habitants) concentre 15% de la population régionale, celle de Chalon-sur-Saône compte 75 500 habitants, suivent Nevers (57 500 habitants), Mâcon (46 600 habitants), Montceau-les-mines (43 400 habitants), Auxerre (40 900 habitants). Le contraste entre le centre de la région et les zones périphériques où se situent toutes les grandes agglomérations est saisissant.

Carte 1: Répartition de la population générale et des personnes âgées

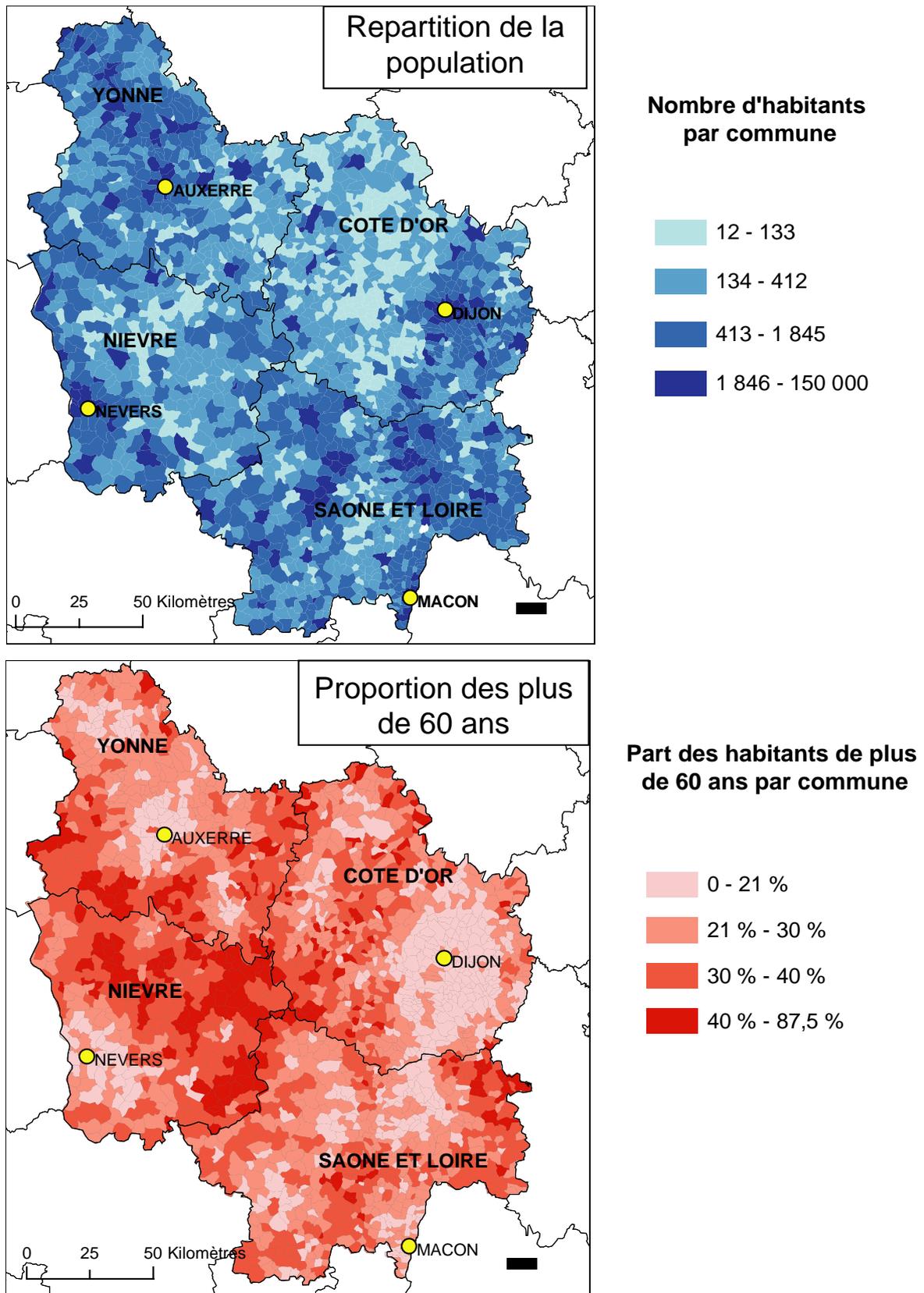


Tableau 2: Densité de population des départements bourguignons

Régions et départements	Superficie	Densité	pop sans double compte 1999
	km ²	hab./km ²	
Bourgogne	31 582	51	1 610 067
21 Côte-d'Or	8 763	58	506 755
58 Nièvre	6 817	33	225 198
71 Saône-et-Loire	8 575	64	544 893
89 Yonne	7 427	45	333 221
Métropole	543 965	108	58 518 395
Total France			60 185 831

Source : Insee, estimations localisées de population, recensement de la population 1999

Ensermée entre les régions fécondes du Nord et celles plus âgées du Sud, la Bourgogne se distingue par un taux de sortie nette élevé chez les jeunes de 25-29 ans, un solde relativement équilibré chez les 30-39 ans et un taux d'entrée net important pour les 60-74 ans. La population bourguignonne est une population relativement âgée (25% de la population a plus de 60 ans contre 21% en France). Le vieillissement de la population devrait s'accroître. L'âge moyen des bourguignons passerait de 40 ans en 1999, à 42,5 ans en 2010 et 47,3 ans en 2030. La part des 60 ans et plus devrait passer de 25% environ de la population en 1999 à 38% en 2030. La population âgée est principalement concentrée au nord du département de la Nièvre (Carte 1).

5.2 Offre de soins

5.2.1 Les territoires de santé

Le schéma régional d'organisation sanitaire (SROS) de troisième génération prévoit le découpage des régions en territoires de santé. La Bourgogne est découpée en 6 territoires de santé : le Nord de la Saône-et-Loire, le sud de la Saône-et-Loire, la Nièvre, le nord de l'Yonne, le sud de l'Yonne et la Côte d'or. Chaque territoire de santé doit présenter une masse critique suffisante en terme d'offre de soins. A chaque territoire de santé correspond une organisation graduée et hiérarchisée de l'offre de soins hospitalière. (Carte 2)

5.2.2 Etablissements

La répartition de l'offre de soin est assez similaire à la répartition de la population. Le sud et l'est de la région constituent un axe doté des établissements les plus importants (Dijon, Macon, Chalons-sur-saône) situés dans les pôles urbains de la région. La partie centrale de la Bourgogne, zone géographiquement isolée, est couverte par de plus petits hôpitaux.

Carte 2: Territoires sanitaires de Bourgogne



Source : ARH Bourgogne, 2003 (<http://www.arh-bourgogne.fr>)

Il existe 21 établissements bourguignons participant au service public hospitalier ayant une activité de court séjour.

5.2.2.1 Etablissements par territoire de santé

5.2.2.1.1 Nord de la Saône-et-Loire

C'est un des territoires de santé les plus importants de la région, il représente 22% de la population bourguignonne mais se dépeuple rapidement.

L'offre de court séjour est le fait de 7 établissements.

Les flux entrants et sortants avec les régions limitrophes sont moins marqués pour ce territoire que pour les autres territoires de la région Bourgogne.

5.2.2.1.2 Sud de la Saône-et-Loire

Le territoire de santé du Sud de la Saône et Loire représente 12 % de la population bourguignonne.

L'offre de court séjour est le fait de 5 établissements (3 cliniques et 2 centres hospitaliers), 7 établissements de plus petite taille disposent de quelques lits de médecine (type hôpital local).

Le territoire se caractérise par l'importance des flux croisés avec les régions limitrophes (notamment la région Rhône Alpes compte tenu de sa proximité géographique).

5.2.2.1.3 Nièvre

Le territoire de la Nièvre correspond au département de la Nièvre hormis le canton de Clamecy (rattaché au territoire du sud de l'Yonne) il représente 13 % de la population bourguignonne. Cette population est la plus âgée de la région, avec plus de 11,2 % de personnes âgées. La population de la Nièvre présente une densité très faible sur la majeure partie du département, excepté une mince frange Occidentale entre Decize, Nevers et Cosne-Cours sur Loire.

L'offre de soins de court séjour est produite par 9 établissements dont les 6 principaux (3 cliniques et 3 centres hospitaliers) sont localisés sur la frontière ouest du département.

Excentrée par une situation géographique qui la rapproche plus des régions limitrophes que du territoire de recours de la Côte d'Or, la Nièvre présente un taux de fuite extra-régionale élevé.

5.2.2.1.4 Nord de l'Yonne

Le territoire du Nord de l'Yonne est un territoire sanitaire de petite taille (le plus petit de la région) rassemblant 9% de la population régionale. Le nombre et la proportion des personnes âgées dans la population ont augmenté au cours de la dernière décennie, la progression étant plus forte chez les 85 ans et plus.

L'offre de court séjour est produite par 4 établissements (2 cliniques et 2 centres hospitaliers).

Ce territoire sanitaire est caractérisé par la forte attractivité de la région parisienne, les flux entrants dans le territoire du Nord de l'Yonne sont en revanche très peu nombreux.

5.2.2.1.5 Sud de l'Yonne

Le territoire sanitaire du sud de l'Yonne représente 12 % de la population bourguignonne, avec une forte proportion de personnes âgées.

L'offre de soins de court séjour est produite par 5 établissements, elle est caractérisée par la grande dispersion des lits, et par l'importance du nombre d'établissements publics de court séjour au regard des cliniques.

Contrairement au territoire du Nord du département, une part non négligeable des séjours qui sortent du territoire du Sud restent dans la région Bourgogne, et se dirigent notamment vers la Côte d'or. A l'inverse, force est de constater l'attractivité relativement faible de ce territoire, les principales provenances restent le Nord du département et quoique dans une proportion plus faible, la Nièvre.

5.2.2.1.6 Côte d'or

La population du territoire sanitaire de Côte d'Or représente 33 % de la population bourguignonne. Ce territoire se caractérise par une forte concentration de la population dans l'agglomération dijonnaise, laissant très vite sur l'Ouest et le Nord-Ouest du département une grande zone très dépeuplée.

L'offre de soins de court séjour émane de 20 établissements dont le Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Dijon. Le CHU est le seul gros établissement de la région, avec plus de 1000 lits MCO répartis sur ses trois sites ; il concentre un peu plus de 40 % des capacités en lits du territoire et 60 % des capacités des établissements de l'agglomération dijonnaise.

5.2.3 Capacité en lits

La répartition dans les différents territoires sanitaires entre les secteurs Médecine, Chirurgie, Obstétrique et soins de suite et réadaptation est indiquée dans le Tableau 3.

Les Services de soins de suite et réadaptation (SSR) sont structurés en deux catégories : les services de médecine physique et réadaptation (MPR) et les services de soins de suite polyvalents (SSP), ces services traitent pendant une durée limitée (moyen séjour) des patients en perte d'autonomie qui requièrent des soins continus. Il y a en Bourgogne 2548 lits de soins de suite également répartis entre le secteur public et le secteur privé. Sur ces 2548 lits de soins de suite 25,7% (soit 656) sont des lits de réadaptation fonctionnelle, dont les deux tiers sont situés dans des établissements privés.

Tableau 3: Répartition des lits par territoire sanitaire

Capacités installées au 31/12/04 source : SROS 3 Bourgogne				
Territoire	Médecine	Chirurgie	Obstétrique	Soins de Suite Réadaptation
Nord Saône et Loire	661	532	107	506
Sud Saône et Loire	504	397	68	380
Nièvre	445	323	71	393
Nord Yonne	263	166	44	244
Sud Yonne	395	260	66	242
Cote d'or	1334	894	204	783
Total Bourgogne	3602	2572	560	2548

5.2.4 Etablissements accueillant les urgences

Il y a en Bourgogne 20 établissements de santé disposant d'un service d'accueil des urgences (Carte 3) Ils sont de deux types SAU (service d'accueil et de traitement des urgences) et UPATOU (Unité de proximité pour l'accueil le traitement et l'orientation des urgences).

Les SAU doivent accueillir sans sélection 24h/24, tous les jours de l'année, toute personne se présentant en situation d'urgence y compris psychiatrique et la prendre en charge notamment en cas de détresse et d'urgences vitales.

Les UPATOU doivent accueillir sans sélection 24h/24, tous les jours de l'année toute personne se présentant en situation d'urgence y compris psychiatrique, procéder à un examen clinique des personnes accueillies, orienter les patients dont elle ne peut se charger elle-même (vers d'autres services ou unités de l'établissement, vers un autre établissement avec lequel un contrat de relais a été conclu, vers un établissement siège d'un SAU ou vers un autre établissement en mesure de dispenser sans délai au patient les soins nécessaires en liaison avec le centre 15 du SAMU).

Les SAMU (Services d'aide médicale d'urgence) coordonnent l'activité des SMUR (Service mobile d'urgence et de réanimation), ils comportent un centre de régulation médicale des appels.

5.2.4.1 Etablissements accueillant les urgences par territoire de santé

5.2.4.1.1 Nord Saône-et-Loire

Le territoire de santé du nord de la Saône-et-Loire compte 4 sites habilités à recevoir les urgences, 1 SAU à Chalon-sur-Saône et 3 UPATOU à Montceau-les-Mines, Le Creusot et Autun. Chalon-sur-Saône est équipé d'un SAMU et Montceau-les-Mines, Le Creusot et Autun d'un SMUR.

5.2.4.1.2 Sud Saône-et-Loire

Le territoire de santé du Sud de la Saône-et-Loire compte 2 sites habilités à recevoir les urgences (2 SAU à Macon et Paray le monial) chacun équipé d'un SMUR, le SAMU de Chalon-sur-Saône couvre également ce territoire.

5.2.4.1.3 Nièvre

Le territoire de santé de la Nièvre compte 3 sites habilités à recevoir les urgences ; un SAU à Nevers et 2 UPATOU à Decize et Cosne Cours sur Loire. Nevers possède un SAMU et Decize et Cosne Cours sur Loire chacun un SMUR.

5.2.4.1.4 Nord de l'Yonne

Le territoire de santé du Nord de l'Yonne compte 2 sites autorisés à avoir une activité d'urgences, un SAU à Sens et un UPATOU à Joigny, tous les deux sont équipés d'un SMUR. Le SAMU d'Auxerre couvre également ce territoire.

5.2.4.1.5 Sud de l'Yonne

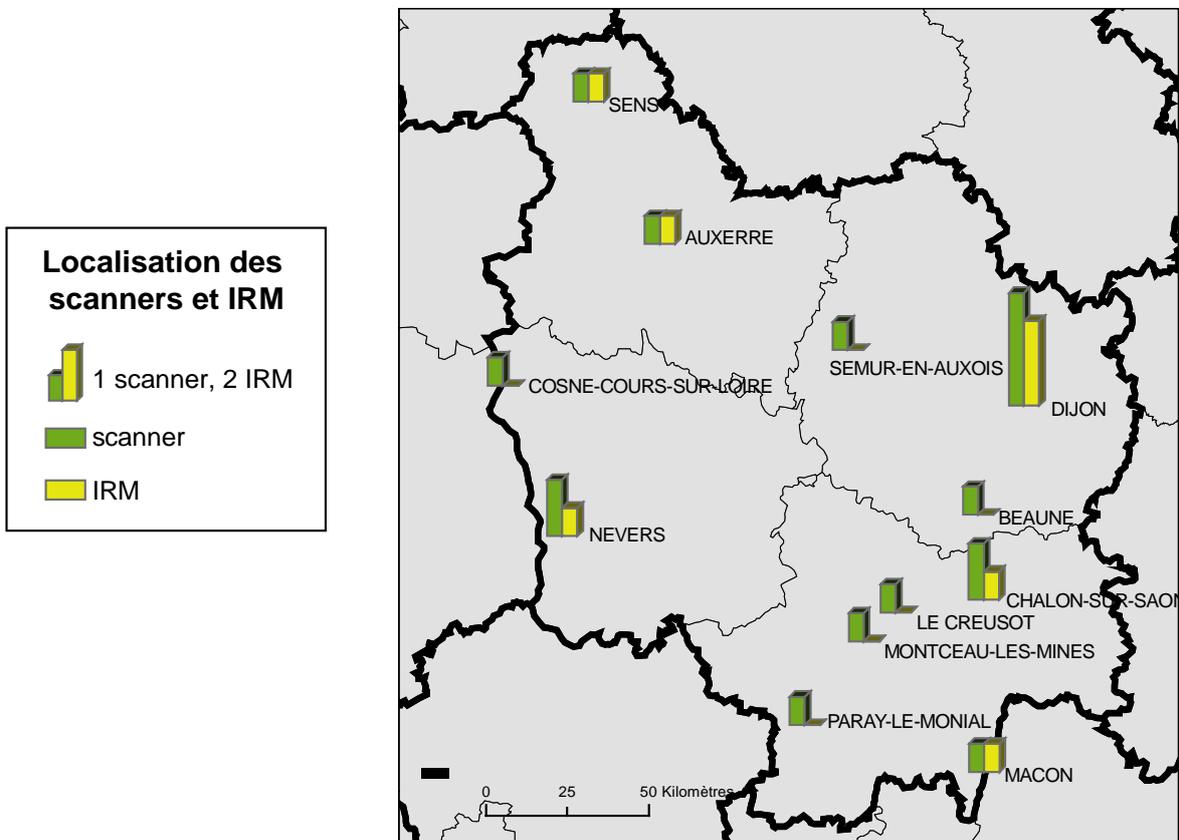
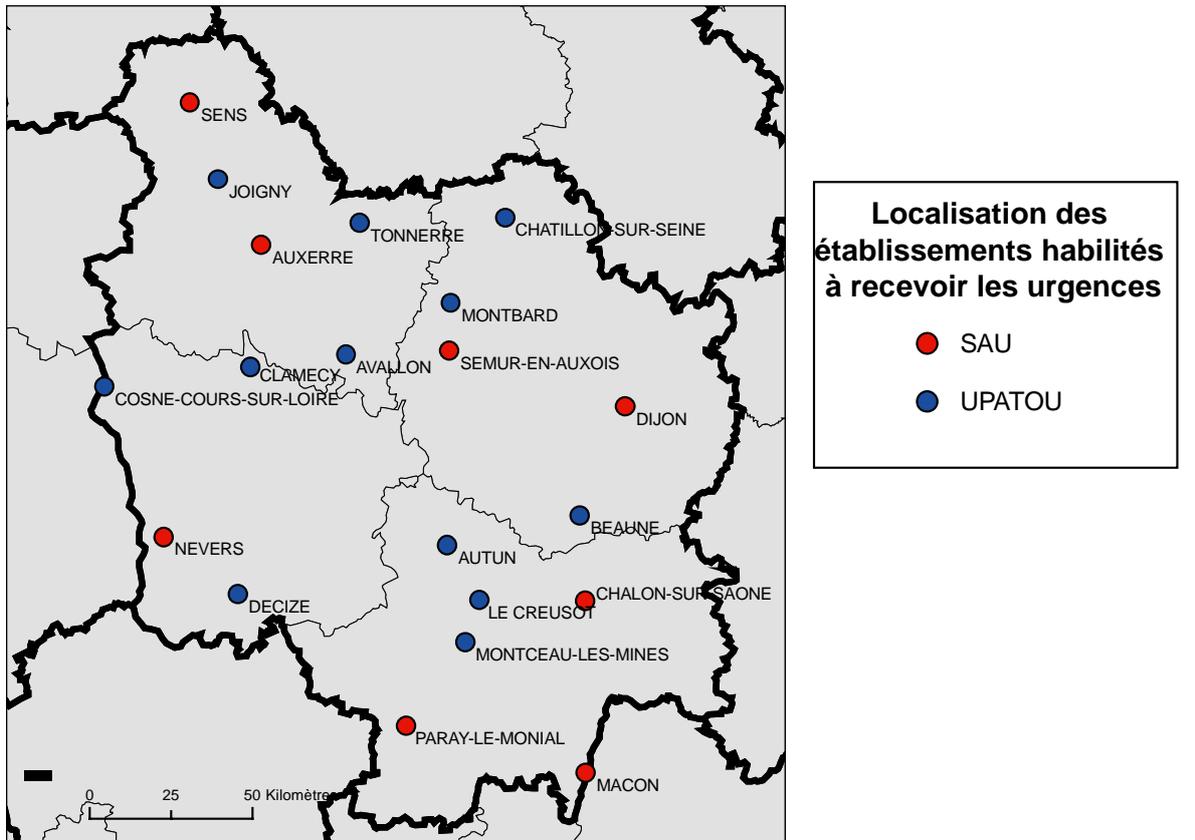
Le territoire de santé du Sud de l'Yonne compte 4 sites autorisés à avoir une activité d'urgences, un SAU à Auxerre et 3 UPATOU à Tonnerre, Avallon et Clamecy. Auxerre est équipé d'un SAMU (ainsi que d'un SMUR hélicopté), tandis que Tonnerre et Avallon sont équipés d'un SMUR mais ce n'est pas le cas de Clamecy.

5.2.4.1.6 Côte d'or

Le territoire de santé de la Côte d'or compte 5 sites autorisés à avoir une activité d'urgences, 2 SAU à Dijon et Semur en Auxois et 3 UPATOU à Châtillon sur seine, Montbard et Beaune. Dijon est équipé d'un SAMU (ainsi que d'un SMUR hélicopté), tandis que Semur en Auxois, Châtillon sur seine, Montbard et Beaune sont équipés d'un SMUR.

Les deux SMUR hélicoptés couvrent tous les deux l'ensemble de la région.

Carte 3: Accueil des urgences et imagerie cérébrale en Bourgogne



5.2.5 Equipements lourds imagerie cérébrale

En mars 2006, la région Bourguignonne compte 17 scanners et 8 IRM installés (Carte 3), l'installation d'un scanner supplémentaire est prévue à Auxerre ainsi que celle de 2 IRM supplémentaires, une à Dijon et une à Montceau les Mines (Appareils autorisés mais non installés). La répartition par territoires de santé est donnée dans le Tableau 4.

Le SROS de troisième génération prévoit un scanner supplémentaire dans chacun des 6 territoires sanitaire ainsi qu'une IRM supplémentaire sur le territoire du sud de la Saône et Loire. Ces implantations doivent s'accompagner d'une participation au réseau de télé-médecine de la région.

Tableau 4: Scanner et IRM par territoires de santé

Territoire	Scanner		IRM	
Nord Saône-et-Loire	Chalon-sur-Saône	2	Chalon-sur-Saône	1
	Montceau-les-Mines	1		
	Le Creusot	1		
	Total	4	Total	1
Sud Saône-et-Loire	Mâcon	1	Mâcon	1
	Paray-le-Monial	1		
	Total	2	Total	1
Nièvre	Nevers	2	Nevers	1
	Cosnes-cours-sur-Loire	1		
	Total	3	Total	1
Nord Yonne	Sens	1	Sens	1
	Total	1	Total	1
Sud Yonne	Auxerre	1	Auxerre	1
	Total	1	Total	1
Côte d'or	Dijon	4	Dijon	3
	Semur-en-Auxois	1		
	Beaune	1		
	Total	6	Total	3
Total région		17		8

5.2.6 Neurologues et services de neurologie

Sur les 12 hôpitaux bourguignons accrédités à recevoir les urgences et équipés d'au moins un appareil d'imagerie cérébrale (au minimum un scanner), 4 ont un service de Neurologie (Dijon, Chalon-sur-saône, Mâcon et Sens). Le service de Neurologie de Chalon-sur-saône possède 25 lits et 3 Neurologues, celui de Mâcon 28 lits et 2 neurologues et celui de Sens 13 lits et 2 neurologues. Le CHU de Dijon possède l'unique UNV de la région dont les lits sont séparés en lits d'USINV (4 lits) et lits d'UNV (15 lits).

Parmi les hôpitaux habilités à recevoir les urgences deux hôpitaux ont des neurologues hospitaliers mais sans services de neurologie (Beaune (1 neurologue à mi-temps) et Nevers (2 neurologues à mi-temps) ; et 6 hôpitaux n'ont ni neurologue hospitalier ni service de neurologie (Auxerre, Semur en Auxois, le Creusot, Cosnes sur loire, Montceau les Mines et Paray le Monial).

Il y a en Bourgogne 35 neurologues (hospitaliers et libéraux) ce qui signifie que la densité de neurologues (nombre de neurologue pour 100 000 habitants) en bourgogne est de 2,17 ce qui est relativement faible comparé à la densité sur l'ensemble du territoire français qui est de 3,04.

5.2.7 Télémédecine

Un réseau de télémédecine dédié aux urgences neurologiques, médicales et chirurgicales et en particulier à la prise en charge des AVC ; baptisé ReBoN (Réseau Bourgogne-Neurologie) a été mis en place en septembre 2004 en Bourgogne.

Il s'agit d'un système de téléconsultation à partir du transfert de données cliniques et d'images entre les médecins seniors urgentistes de l'hôpital périphérique et l'expert neurologue, neurochirurgien ou neuroradiologue du CHU de Dijon.

Toute demande de transfert d'image est annoncée par téléphone et est accompagnée d'une fiche-navette clinique. Le neurologue expert donne son avis diagnostique et thérapeutique le plus vite possible (dans les 45 minutes) et propose soit un transfert, soit un maintien sur place mais avec des recommandations et un suivi régulier.

Onze centres hospitaliers participent à ce réseau : Chalon sur Saône, Auxerre, Nevers, Mâcon, Sens, Semur en Auxois, Le Creusot, Paray le Monial, Beaune, Montceau les Mines et Dijon qui est le centre de référence.

6 Conclusion de la première partie

Les accidents vasculaires cérébraux sont un problème majeur de santé publique par leur fréquence et leur gravité, ils doivent être pris en charge de manière très rapide et spécialisée. De plus cette pathologie est une pathologie traceuse puisqu'elle met en jeu l'ensemble du système de santé depuis la prise en charge des patients en urgence et l'hospitalisation en service de court séjour jusqu'au transfert en soins de suite ou de réadaptation. Etant donné qu'un délai de trois heures doit être respecté pour le traitement spécifique de l'accident vasculaire cérébral ischémique, l'accessibilité physique des patients aux structures de soins adaptées est un enjeu important de la prise en charge.

Dès lors sur un territoire aussi vaste, vieillissant et inégalement peuplé que la Bourgogne, comment mettre en œuvre une prise en charge efficace de cette maladie ?

L'étude de ce problème de santé publique associé à un territoire complexe permet de mettre en valeur les outils de la géomatique. Ces outils nous serviront à évaluer les besoins de la population et de les comparer avec l'offre de soin qui lui est proposée.

Deuxième partie

Méthodologie

1 Introduction

Notre travail de recherche est basé sur des données, des outils et des méthodes. Les données et les méthodes que nous avons utilisées proviennent de l'épidémiologie et l'analyse spatiale, et les outils sont des outils de la géomatique ou des outils statistiques. Afin d'exploiter correctement nos données nous avons établi un modèle conceptuel de données qui permet de représenter les relations entre les données.

La diversité des données a abouti à la mise en œuvre de nombreuses méthodes, parmi lesquelles des études de flux, des comparaisons entre les différentes sources de données, des indicateurs d'accessibilité physique.

Tableau 5: Données outils et méthodes utilisées

Données	SROS (schéma régional d'organisation sanitaire)
	Base de données du PMSI (Programme médicalisé des systèmes d'information)
	Base de données INSEE population
	Registre des AVC de Dijon
	Base de données routières IGN ROUTE 120 et IGN ROUTE 500
Outils	Systèmes d'information géographique
	Analyses statistiques
Méthodes	Enquête neurologues hospitaliers
	Comparaison des différentes sources de données
	Etude de flux
	Indicateurs d'accessibilité

2 Données

2.1 Introduction

Les données que nous avons utilisées sont des données de population, de réseaux routiers, de consommation hospitalière, d'équipement hospitalier, des données épidémiologiques et des données qualitatives issues d'une enquête. Ces données sont la plupart du temps des données brutes mais elles sont parfois plus complexes ; par exemple le SROS que nous utilisons comme donnée (il nous renseigne notamment sur les équipements) est en réalité également un outil, puisqu'il est utilisé comme tel dans les agences régionales d'hospitalisation. Il est élaboré à partir de données brutes.

Certaines données possèdent par essence des attributs de localisation géographique (données routières IGN, communes), pour d'autre il a fallu les associer aux données localisées géographiquement.

2.2 Les Schémas régionaux d'organisation sanitaire (SROS)

Le SROS est un document de cadrage des grands axes de la recomposition hospitalière dans une région, qui prévoit et suscite les évolutions nécessaires de l'offre de soins préventifs, curatifs et palliatifs afin de répondre aux besoins de santé physique et mentale des populations (art. L.6121-1 du Code de la santé publique). Cet outil de planification a été instauré par la loi du 31 juillet 1991 portant réforme hospitalière. Les Agences régionales d'hospitalisations (ARH) le rédigent et le mettent en œuvre selon les directives de la direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins (DHOS). Le SROS vise à susciter les adaptations et les complémentarités de l'offre de soins, ainsi que les coopérations, notamment entre les établissements de santé. Il fixe les objectifs en vue d'améliorer la qualité, l'accessibilité et l'efficacité de l'organisation sanitaire et de corriger les principaux dysfonctionnements que le bilan effectué par les ARH a révélé. Le SROS indique les cibles à atteindre mais laisse des marges de manœuvre aux établissements de santé sur les modalités de mise en oeuvre.

Dans cette recherche, le schéma régional d'organisation sanitaire (SROS) de la région Bourgogne nous a principalement permis de connaître les équipements des hôpitaux. Notre travail de recherche a eu lieu dans la période située entre la fin du SROS de deuxième génération et la période d'élaboration du SROS de troisième génération. Pour la rédaction du nouveau SROS, un état des lieux est tout d'abord effectué puis, après évaluation de l'adéquation de l'offre de soins existante aux besoins de santé et compte-tenu des objectifs,

le SROS précise les objectifs quantifiés de l'offre de soins. Nous avons donc pu actualiser nos données grâce au SROS de troisième génération.

2.2.1 Les SROS de première génération

La première génération des SROS a couvert la période 1994-1998. Les premiers SROS se sont basés sur l'offre hospitalière existante pour tenter d'en améliorer l'organisation. Les principes étaient les suivants : renforcement des équipes médicales et des moyens médico-techniques des hôpitaux de moyenne proximité, structuration des hôpitaux en réseaux (hiérarchisés). Les moyens étaient gradués en trois niveaux : régional, pôle de référence au niveau du secteur sanitaire, établissement de proximité. En revanche les besoins de santé n'ont pas été définis, la relation entre offre et besoin n'a pas été abordée (notamment pour des raisons méthodologiques).

2.2.2 Les SROS de deuxième génération

La révision des schémas de 1^{ère} génération a débouché sur les SROS de deuxième génération couvrant la période 1999-2004. La circulaire du 26 mars 1998 (Cirulaire/DH/EO/98/N°192) relative à la révision des schémas régionaux d'organisation sanitaire assigne aux schémas 3 objectifs :

- Améliorer la prise en compte par le système de santé des besoins de santé.
- Promouvoir la coordination des soins en développant la complémentarité entre les différents segments de l'offre (médecine hospitalière, médecine de ville, prise en charge médico-sociale).
- Accélérer la recomposition du tissu hospitalier.

Ce SROS doit privilégier également les approches centrées sur le patient et ses besoins tels qu'ils s'expriment dans un bassin de vie.

2.2.3 Les SROS de troisième génération

Dans le cadre du plan Hôpital 2007, l'ordonnance du 4 septembre 2003 simplifie et régionalise les démarches de planification. Le schéma régional d'organisation sanitaire (SROS) devient l'unique outil de planification. Les SROS de 3^{ème} génération (2005-2010) se distinguent des précédents par la nécessité de répondre aux besoins réels de la population, et de maintenir une égalité de soins sur l'ensemble du territoire. Le SROS 3 a été recentré sur la prise en compte des besoins de santé, appréhendés à partir des caractéristiques épidémiologiques propres à chaque région. Les SROS de troisième génération se déclinent autour de 4 priorités (Cirulaire n° 101/DHOS/O/2004 du 05 mars 2004 relative à l'élaboration des SROS de troisième génération) :

- Une meilleure évaluation des besoins de santé.
- Une plus grande prise en compte de la dimension territoriale.
- Une association plus étroite des établissements, des professionnels, des élus, des usagers.
- Une véritable animation de leur mise en œuvre au sein de chaque territoire de santé.

2.3 Le Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI)

Depuis la loi du 31 juillet 1991, les établissements de santé, publics et privés, doivent procéder à l'évaluation et à l'analyse de leur activité. Le Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI) est un système qui doit permettre l'étude de l'activité économique et médicale des établissements hospitaliers du territoire français. Les établissements hospitaliers doivent procéder à la description de leur activité par le recueil systématique et le traitement automatisé d'informations médicales et administratives concernant chaque séjour hospitalier. Le recueil systématique a été généralisé dans le secteur public hospitalier en 1994 et dans le privé en 1996 ; d'abord utilisé en court séjour MCO (Médecine Chirurgie Obstétrique), il est maintenant étendu aux établissements de Soins de suite et de réadaptation (SSR) depuis 1998, et aux établissements de psychiatrie depuis 2004.

Le PMSI est un recueil systématique de tous les séjours de patients effectués dans un établissement de santé ; chaque séjour est classé dans un groupe de séjour présentant une similitude médicale et un coût voisin : les groupes homogènes de malades (GHM).

Pour chaque unité médicale fréquentée par le patient, on crée un résumé d'unité médicale (RUM) qui contient des informations sur le patient, l'établissement de soins, les soins reçus, ainsi que les diagnostics posés. Dans les établissements publics et privés participant au service public hospitalier (PSPH), une unité médicale peut correspondre à un service, un département ou une fédération. A la fin du séjour du patient on regroupe l'ensemble des résumé d'unité médicale (RUM) dont il a fait l'objet en un résumé de sortie standardisé (RSS). Ce RSS contient des informations administratives et médicales, par exemple le numéro de GHM, les actes, un diagnostic principal ainsi que des diagnostics associés. Le résumé de sortie standardisé (RSS) est constitué de l'ensemble des résumés d'unité médicale (RUM) relatifs au même séjour hospitalier d'un patient dans le secteur de court séjour (MCO : médecine chirurgie obstétrique). Il comporte autant de RUM que le patient a

fréquenté d'unités médicales pendant son séjour. Si le patient n'a fréquenté qu'une seule unité médicale, on parle de séjour mono-unité et le RSS équivaut au RUM. Si le patient a fréquenté plusieurs unités on parle de séjour multiunité et le résumé de sortie standardisé (RSS) est constitué par la suite des résumés d'unité médicale résultant des séjours dans les différentes unités. Cette suite est ordonnée chronologiquement ; les modes d'entrée et sortie, les codes de provenance et de destination s'enchaînent avec cohérence.

Les RSS sont ensuite rendus anonymes pour donner des résumés de sortie anonyme (RSA). La production des RSA est effectuée à partir des fichiers de résumé de sortie standardisé ; elle est le résultat d'un processus automatique réalisé par un module logiciel nommé GENRSA (pour « générateur RSA ») fourni par les services de l'état. Le RSA est toujours un enregistrement unique y compris pour les séjours multiunités (le mode d'entrée est alors celui de la première unité médicale fréquentée dans l'ordre chronologique, le mode de sortie est la dernière). Le diagnostic principal du résumé de sortie anonyme est choisi parmi les diagnostics principaux des résumés d'unité médicale.

Le codage des diagnostics est effectué à partir de la Classification Internationale des maladies (CIM) qui en est aujourd'hui à sa dixième révision (CIM10). Les actes sont codés conformément au Catalogue des actes médicaux (CdAM).

Chaque séjour est enregistré sous forme d'un résumé de sortie anonyme contenant un numéro de chaînage qui permet de regrouper les informations portant sur un patient pris en charge lors de plusieurs séjours durant l'année.

Le PMSI en plus d'être un outil de maîtrise des dépenses de santé, permet d'étudier la morbidité hospitalière, d'analyser les variations du nombre d'hospitalisation selon la pathologie, l'âge, le sexe et le lieu de résidence.

2.3.1 Contenu des résumés de sortie anonyme (RSA)

- Numéro de l'entité juridique dans le fichier national des établissements sanitaires et sociaux (FINESS)
- Numéro de version du RSA
- Numéro d'index du RSA (numéro de chaînage)
- Numéro de version du GENRSA
- Groupage lu sur le RSS-groupé : version CMD (catégorie majeure de diagnostic), GHM (groupement homogène de malades), code retour
- Groupage obtenu par GENRSA version CMD (catégorie majeure de diagnostic), GHM (groupement homogène de malades), code retour

- Nombre de RUM (résumé d'unité médicale) composant le RSS (résumé de sortie standardisé) d'origine
- Age du patient en années
- Age en jours (pour les enfants de moins de 1 an)
- Sexe du patient
- Mode d'entrée dans le champ PMSI- MCO
 - Mutation (même entité juridique)
 - Transfert normal (le patient vient d'une autre entité juridique pour une hospitalisation à part entière)
 - Domicile (le patient vient de son domicile, ce mode inclut les entrées en provenance d'une structure d'hébergement médicosociale ou de la voie publique)
 - Transfert pour ou après réalisation d'un acte
- Provenance (en cas d'entrée par mutation ou transfert)
 - D'une unité MCO
 - D'une unité de soins de suite ou de réadaptation
 - D'une unité de soins de longue durée
 - D'une unité de psychiatrie
 - En cas d'entrée du domicile, codage spécifique si passage par la structure d'accueil des urgences de l'hôpital
 - Le patient bénéficie d'une hospitalisation à domicile
 - Provenance d'une structure d'hébergement médicosociale
- Mois de sortie
- Année de sortie
- Mode de sortie du champ PMSI-MCO
 - Mutation (même entité juridique)
 - Transfert normal (autre entité juridique)
 - Domicile
 - Transfert pour ou après réalisation d'un acte
 - Décès
- Destination (en cas de sortie par mutation ou transfert)
 - Vers une unité MCO
 - Vers une unité de soins de suite ou de réadaptation
 - Vers une unité de soins de longue durée

- Vers une unité de psychiatrie
- Avec une hospitalisation à domicile
- Vers une structure d'hébergement médicosociale
- Type de séjour (séjour de plus de 24h ou de moins de 24h, séance)
- Durée totale de séjour (vide si séances)
- Code géographique de résidence (la plupart du temps constitué du code postal, sauf si la taille de la commune n'est pas suffisante au regard des contraintes d'anonymat des données)
- Poids à la naissance (pour les nouveaux nés)
- Nombre de séances
- Indice de gravité simplifié : sa mention concerne les patients hospitalisés dans une unité de réanimation de soins intensifs ou de surveillance continue
- Code de prise en charge pour les cliniques
- Durée de séjour en Réanimation
- Diagnostic principal, diagnostics reliés et associés significatifs
- Nombre de diagnostics associés significatifs dans ce RSA
- Nombre de zones d'actes dans ce RSA
- Actes et nombre de réalisation par acte

Le code géographique de résidence, que nous appellerons code PMSI, est donc un regroupement de commune, très proche du découpage par code postal.

2.3.2 Base de donnée issue du PMSI année 2002 pour les AVC

Nous avons travaillé sur une extraction de la base nationale PMSI 2002, pour les résumés de sortie anonyme (RSA) qui concernent les AVC et les AIT. Nous avons pour cela demandé les RSA classés dans les groupes homogène de malade des AVC, ainsi que ceux contenant un diagnostic d'AVC dans un des diagnostics associé repéré par les codes de la CIM-10 (Classification internationale des maladies, 10^{ème} version) suivants :

- G45 : Accident ischémique cérébraux transitoire et syndromes apparentés
- G46 : Syndromes vasculaires cérébraux au cours de maladies cérébrovasculaires
- I60 : Hémorragie sous-arachnoïdienne
- I61 : Hémorragie intracérébrale

- I63 : Infarctus cérébral
- I64 : Accident vasculaire cérébral non précisé comme étant hémorragique ou par infarctus
- I65 : Occlusion et sténose des artères précérébrales, n'entraînant pas un infarctus cérébral
- I66 : occlusion et sténose des artères cérébrales, n'entraînant pas un infarctus cérébral
- I67 : Autres maladies cérébrovasculaires

La taille de cette base de données est de l'ordre de 750 Mo (établissements publics et privés pour la France entière).

2.4 Les données de l'INSEE

L'INSEE diffuse les données du recensement français, le dernier recensement date de 1999. Nous avons travaillé sur la base de donnée POP1 du recensement 1999, qui indique la population totale par sexe et âge pour l'ensemble des communes françaises. La répartition de la population est donnée par grand groupe d'âge (0-19ans, 20-39 ans, 40-59 ans, 60-74 ans, 75 ans et plus), et par âge quinquennal.

2.5 Les données sur les causes de décès

L'observatoire régional de la santé (ORS) de Bourgogne, nous a fournit des données de décès par maladies vasculaires cérébrales, qui proviennent du centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'INSERM. Ces données correspondent à la moyenne annuelle des décès par maladies vasculaires cérébrales par cantons en 1998-2000.

2.6 Le Registre Dijonnais des AVC

Depuis le 1^{er} janvier 1985, le registre Dijonnais des AVC enregistre tous les premiers AVC et les AIT survenus dans la population de Dijon intra-muros. Le registre est basé sur un fichier informatisé de 84 items permettant de recenser et suivre tous les AVC de la population dijonnaise quel que soit le mode de prise en charge (au CHU, dans une clinique, ou à domicile). L'exhaustivité a pu être assurée grâce aux multiples sources de recueil : différents départements du CHU, 4 hôpitaux privés, 3 centres de radiologie privés, différents

spécialistes (neurologues, angiologues, neuroradiologues et cardiologues), médecins généralistes, autorités administratives pour consulter les certificats de décès.

Nous avons utilisé les différentes études épidémiologiques publiées à partir de ce registre (donnant les taux d'incidence, de mortalité, de récurrence...).

2.7 Les données routières de l'IGN

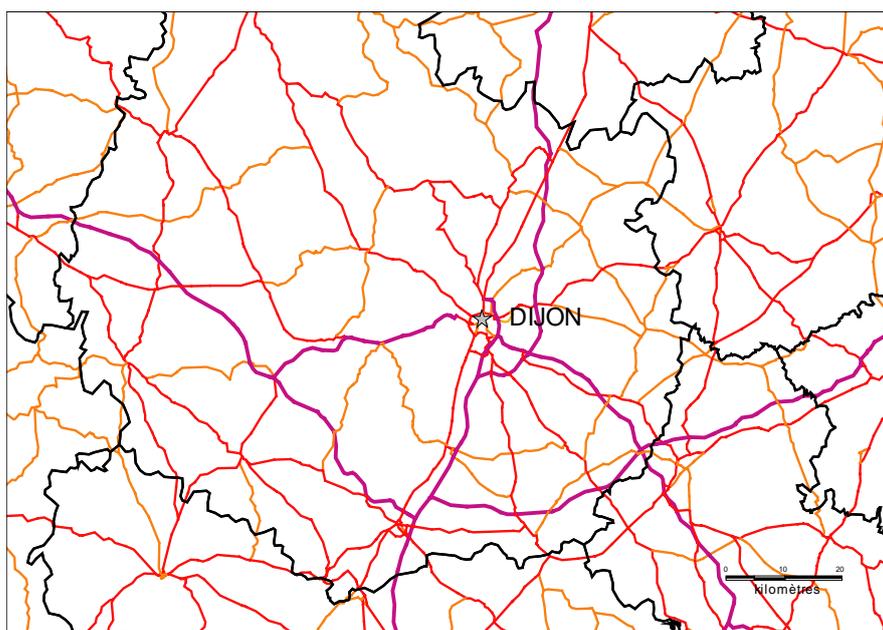
Nous avons travaillé sur deux bases de données routières de l'Institut Géographique National (IGN) : ROUTE 120® que nous possédions sur la France entière et ROUTE 500® que nous possédions pour les quatre départements de la région Bourgogne.

2.7.1 ROUTE 120®

La base de données ROUTE 120® est une base de données routière couvrant l'ensemble du territoire français métropolitain produite par l'Institut Géographique National (IGN). Elle contient les principaux éléments du réseau routier (autoroutes, routes nationales, routes départementales principales), ce qui représente 120 000 Km de routes, caractérisées par des attributs géométriques (coordonnées bidimensionnelles) et par un certain nombre de propriétés (numéro des routes, nombre de voies, nombre de chaussées, longueur du tronçon...). Elle contient également le réseau ferré principal et les gares associées, les limites des communes, les cours d'eaux principaux, ce qui permet de réaliser des fonds de carte au 1 :1 000 000.

La taille des données routières est de l'ordre de 80 Mo pour la France entière.

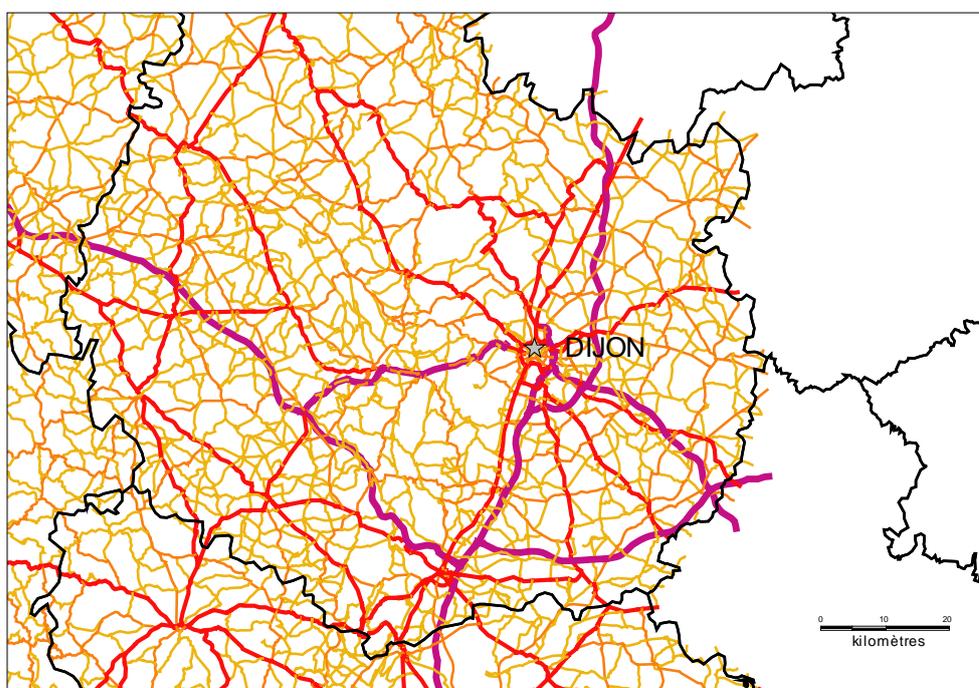
Carte 4: Réseau routier IGN ROUTE 120



2.7.2 ROUTE 500®

La base de données ROUTE 500® est une base de données routière produite par l'Institut Géographique National (IGN). Cette base contient une description de 500 000 Km du réseau routier de la France métropolitaine (autoroutes, nationales, départementales, et routes secondaires). Chaque tronçon de route possède des attributs géométriques qui précisent la localisation du tronçon dans un système de coordonnées bidimensionnelles, et des attributs sémantiques qui précisent les caractéristiques du tronçon (longueur, type de route, nombre de voies, nombre de chaussées,...). Ce thème principal routier est complété par un thème décrivant le réseau ferré principal et les gares associées, un thème habillage contenant les éléments nécessaires à la réalisation de fonds de cartes à des échelles voisines du 1 :250 000.

Carte 5: Réseau routier IGN ROUTE 500



2.8 Modèle conceptuel des données

Le modèle conceptuel de données est une représentation des données et des relations qui les lient. Le modèle comporte des classes d'objets (représentés par des rectangles sur le schéma), des attributs possédés par chaque classe (représentés par des ellipses) et des relations (représentées par des losanges) qui relient les classes entre elles. Les cardinalités représentées sur le schéma permettent de caractériser les relations ; par exemple une

cardinalité (0, N) entre la classe commune et la classe hôpital signifie qu'une commune abrite entre zéro et N hôpitaux.

Le modèle que nous avons élaboré (Figure 5) contient 8 classes : Patient PMSI, Séjour, regroupement PMSI, Canton, Commune, Hôpital, Tronçon route, Mode locomotion.

La classe Patient PMSI provient de la base de données du PMSI et représente l'ensemble des patients hospitalisés en France pour AVC durant l'année 2002, chaque patient possède (entre autres attributs) un numéro de chaînage unique, un attribut d'âge, de sexe, de lieu de domicile (caractérisé par un numéro de code PMSI).

La classe séjour provient également de la base de données du PMSI, elle représente le séjour d'un patient (chaque patient peut effectuer plusieurs séjours dans l'année), et possède des attributs mode d'entrée et de sortie, et un numéro de séjour unique.

La classe hôpital représente les hôpitaux avec notamment comme attribut le nombre de scanner et d'IRM, la possibilité d'accueillir les urgences. Ces données ont été obtenues à l'aide du SROS.

La classe Commune est une classe composite, elle a été créée à partir de la base populationnelle INSEE (dernier recensement 1999), nous y avons associé des données épidémiologiques (nombre de cas d'AVC attendu pour chaque commune en fonction de l'âge et du sexe de la population, taux d'incidence et taux de mortalité des AVC..), elle contient en outre des attributs de référence spatiale qui permettent de localiser chaque commune.

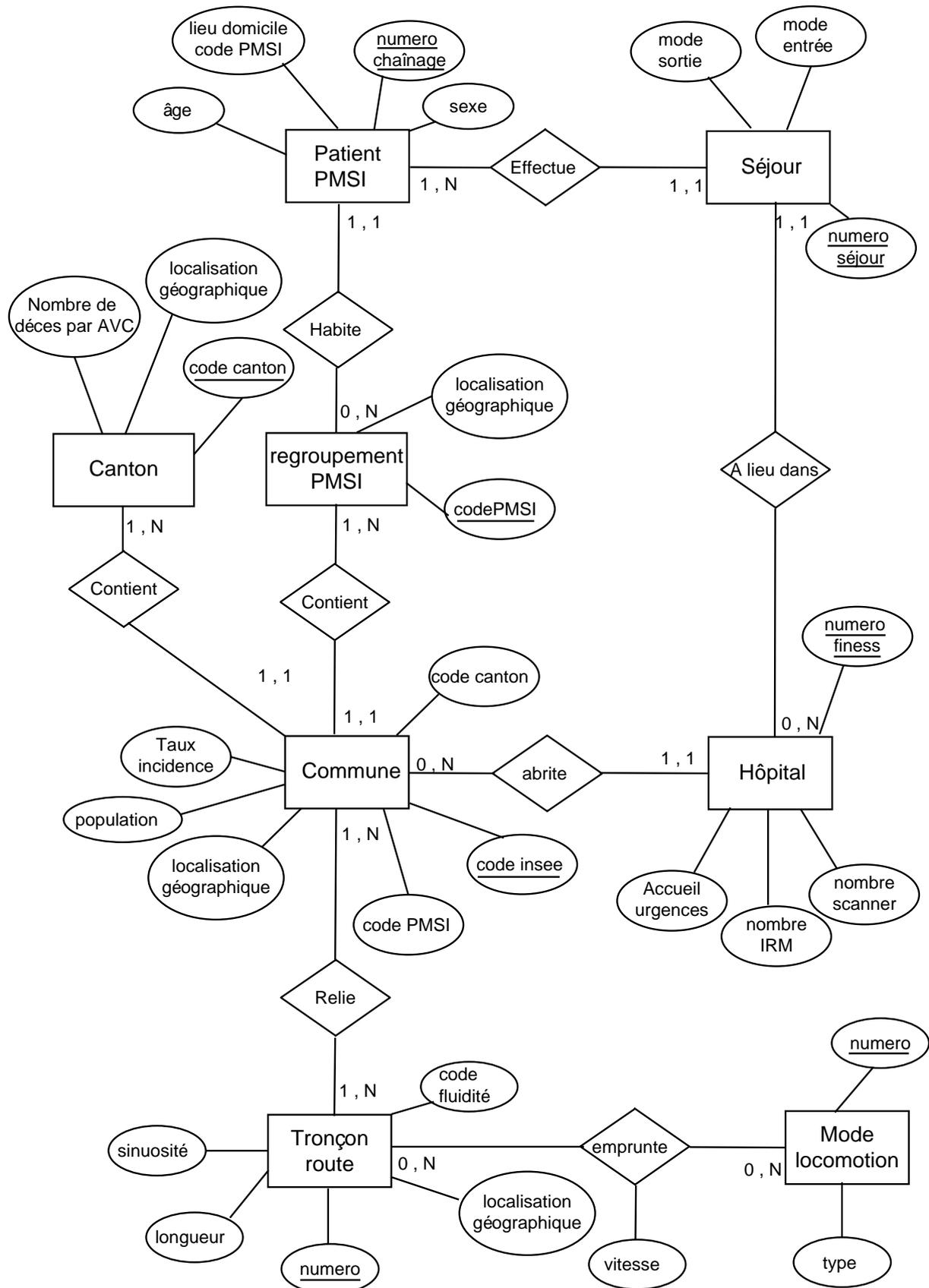
La classe regroupement PMSI est une classe qui définit les aires géographiques déterminées par les codes géographiques du PMSI (très proche du découpage par code postal), il s'agit d'un regroupement de communes.

La classe Canton est une classe qui définit les limites cantonales, il s'agit également d'un regroupement de commune mais différent du regroupement par code PMSI.

La classe tronçon route qui provient de la base de données du réseau routier IGN (nous en représentons une seule, il s'agit de Route500 ou de Route120), elle possède des attributs de référence spatiale, une longueur et une sinuosité.

La classe Mode locomotion est une classe qui associée à la classe tronçon route permet de définir les vitesses.

Figure 5: Modèle conceptuel des données



3 Outils

3.1 SIG

3.1.1 ArcGIS et MapInfo

Nous avons utilisé deux logiciel SIG (système d'information géographique) : ArcGIS et MapInfo.

Nous avons utilisé ArcGIS parce qu'il nous a semblé que les fonctions de géoréférencement (localisation des adresses) étaient de meilleure qualité qu'avec MapInfo. Le logiciel ArcGIS qui supporte des données de volume très important nous a permis de faire des analyses cartographiques (dont le rendu esthétique est meilleur qu'avec MapInfo). ArcGIS possède également des fonctions statistiques non disponibles sous MapInfo.

Nous avons également utilisé ChronoMap, module additionnel du logiciel MapInfo. Ce module d'accessibilité routière permet d'effectuer des études de proximité, de calculer des temps d'accès à partir d'une base de données routière et d'un réseau de communes.

3.1.2 ChronoMap

3.1.2.1 Calcul du temps de parcours

ChronoMap est un logiciel conçu pour MapInfo Professional, qui s'adapte aux réseaux routiers numérisés existants pour effectuer des calculs d'accessibilité depuis (ou vers) des points de départ (ou d'arrivée). L'accessibilité peut être évaluée en terme de temps, de distances, de coûts ou de secteurs.

ChronoMap permet à l'utilisateur de définir notamment : son mode de locomotion, avec ses caractéristiques de vitesse par type de voie, les voies qui lui sont autorisées ou interdites, les temps et intervalles de pause.

Le réseau routier doit être modélisé, chaque tronçon se voit alors affecter un code fluidité auquel sont attachées trois informations : une vitesse, un temps mort et un pourcentage de sinuosité. L'affectation de ce code fluidité dépend des caractéristiques du tronçon (nombre de chaussées, nombre de voies, type de voies...).

Les temps morts correspondent à des pénalités de temps, appliquées à chaque changement de tronçon, lors d'un déplacement. Il est variable suivant le véhicule et peut être augmenté en heures de pointe.

Le pourcentage de sinuosité indique une longueur fictive de tronçon supplémentaire, afin de rallonger les tronçons d'un certain pourcentage de leur longueur, pour tenir compte des

virages (au lieu de ralentir le véhicule dans un virage, on compte une plus grande longueur de tronçon). Cette valeur permet de ralentir les véhicules sur les routes sinueuses et on précise un pourcentage de prise en compte du ralentissement pour chaque code fluidité (nul pour les voies de type autoroute, mais important 50%, 75% pour les petites routes) Figure 6.

Les hypothèses suivantes sont posées :

- Un temps mort est perdu à chaque tronçon. Ce temps mort est fonction du type de voie (par exemple, il est important pour une rue de centre ville, nul pour une autoroute) et du mode de locomotion (faible pour un piéton, grand pour un camion).
- La vitesse de circulation est constante sur le tronçon. Elle est toutefois fonction du mode de locomotion choisi, de la fluidité du tronçon et des heures de pointe.
- La sinuosité du tronçon ralentit la vitesse de façon non homogène. Le ralentissement est plus sensible sur une voie sinueuse et lente pour un engin rapide que sur une voie sinueuse rapide pour un engin lent (Figure 6).

Figure 6: Codes fluidité de ChronoMap pour une ambulance

Caractéristiques d'un véhicule

Nom du véhicule: Exemple d'ambulance

Code Fluidité	Vitesse (km/h)	Temps Mort (s)	Sinuosité (%)
0	5	0	0
1	10	5	25
2	20	10	50
3	30	5	75
4	40	5	100
5	60	0	75
6	80	0	50
7	90	0	25
R	110	0	0

Ajouter un code fluidité Supprimer le dernier code fluidité

Calcul du coût: FF/Km + FF/Heure + Surcoût

Options:

Obligation de faire des pauses

Début et/ou fin de trajet autorisé en mode piéton

Options avancées...

Aide OK Annuler

Le temps de parcours dépend des 5 variables suivantes :

- TM : temps mort selon le mode de locomotion et la fluidité du tronçon
- L : longueur du tronçon (calculée par ChronoMap)
- V : vitesse selon le mode de locomotion et la fluidité du tronçon
- D : distance à vol d'oiseau entre les extrémités du tronçon (calculée par ChronoMap)
- PSIN : pourcentage de sinuosité selon le mode de locomotion et le type de tronçon

La formule de calcul du temps de parcours utilisé par Chronomap est :

$$Temps = TM + \frac{L}{V} + (L - D) * \frac{PSIN}{V}$$

Si le tronçon est sensible aux heures de pointes, le temps mort est multiplié par un coefficient A et la vitesse est divisée par un coefficient B.

Un certain nombre de réseaux routiers (dont les réseaux IGN ROUTE 500® et ROUTE 120®) sont reconnus et modélisés automatiquement par ChronoMap®.

3.1.2.2 Exemple de calcul de temps d'accès

Nous illustrons ici la formule de calcul du temps d'accès utilisée par Chronomap® par un exemple.

Nous calculerons le temps de parcours entre 2 villes de Bourgogne : Châtillon sur seine et Aignay le duc, avec le réseau ROUTE 120®, le parcours emprunté par Chronomap® figure Carte 6, il est composé de 16 tronçons.

Pour chaque tronçon on peut donc calculer le temps de parcours suivant la formule définie

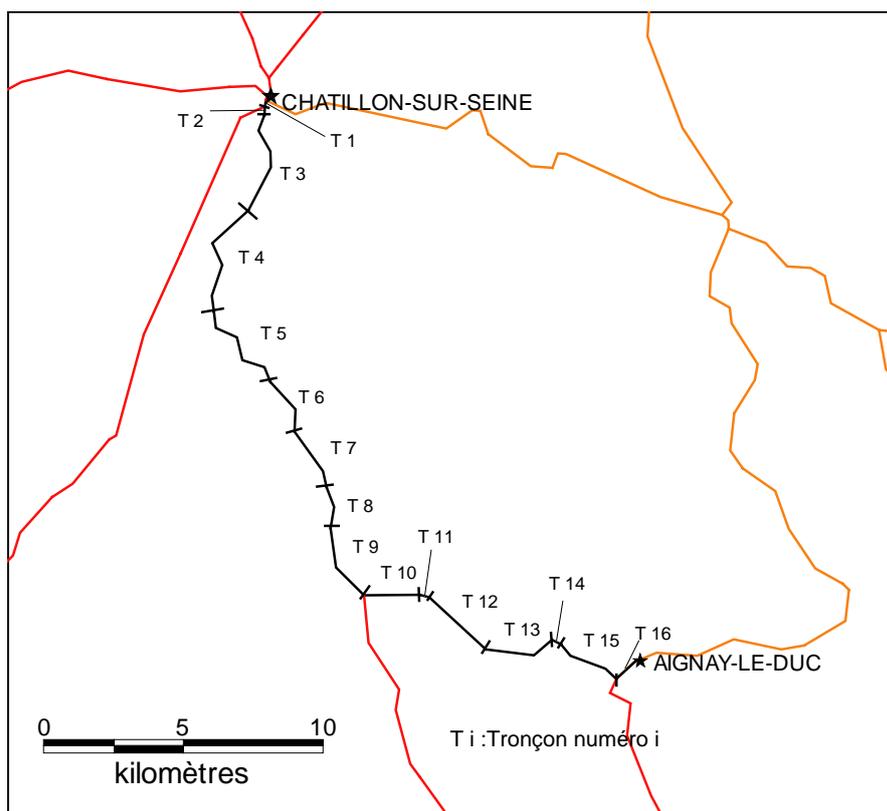
par Chronomap® :
$$Temps = TM + \frac{L}{V} + (L - D) * \frac{PSIN}{V}$$

Ces 16 tronçons sont tous codés en code fluidité 6 (liaison régionale à une ou deux voies), et les temps de parcours ont été calculés pour un véhicule de type ambulance (Figure 6). La valeur des temps morts (TM) est donc nulle, la vitesse sur chaque tronçon est de 80 Km/h (ou 1,33 Km/ minutes) et le pourcentage de sinuosité (PSIN) est de 50%.

La formule du temps de parcours pour chaque tronçon est donc pour cet exemple :

$$Temps = \frac{L}{1,33} + (L - D) * \frac{0,5}{1,33}$$

Nous avons converti la vitesse en Km/minutes de manière à obtenir un temps de parcours en minutes.

Carte 6: Tronçons parcourus entre Châtillon sur seine et Aignay le duc

Le Tableau 6 donne pour la longueur de chaque tronçon en Km (L), la longueur à vol d'oiseau (D) entre le point initial du tronçon et le point final, la différence L-D ainsi que la valeur du temps de parcours calculé.

Tableau 6: Longueur et temps de parcours sur chaque tronçon

	Longueur en Km (L)	Distance vol d'oiseau en Km (D)	L - D en Km	Temps en minutes (L/1,33+ (L-D)*0,5/1,33)
Tronçon 1	0,20	0,178	0,02	0,16
Tronçon 2	0,30	0,289	0,01	0,23
Tronçon 3	3,90	3,48	0,42	3,09
Tronçon 4	4,50	3,868	0,63	3,62
Tronçon 5	3,90	3,231	0,67	3,18
Tronçon 6	2,30	1,996	0,30	1,84
Tronçon 7	2,40	2,304	0,10	1,84
Tronçon 8	1,60	1,504	0,10	1,24
Tronçon 9	3,00	2,707	0,29	2,37
Tronçon 10	2,10	1,984	0,12	1,62
Tronçon 11	0,40	0,357	0,04	0,32
Tronçon 12	2,80	2,752	0,05	2,12
Tronçon 13	0,40	0,353	0,05	0,32
Tronçon 14	2,80	2,392	0,41	2,26
Tronçon 15	2,50	2,352	0,15	1,94
Tronçon 16	1,40	1,32	0,08	1,08
Total	34,50	31,07	3,43	27,23

Le temps de parcours final entre les deux communes est obtenu en faisant la somme des temps de parcours calculés pour chaque tronçon, il est de 27,3 minutes entre Châtillon sur seine et Aignay le duc.

3.2 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ainsi que les manipulations de bases de données ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS. Ce logiciel est un outil très puissant qui permet de gérer et analyser de très grandes quantités de données.

4 Méthodes

4.1 Enquête auprès des neurologues hospitaliers

L'absence de liste officielle des UNV en France ainsi que la nécessité de comprendre la réalité de la prise en charge des AVC en France, nous ont conduit à effectuer une enquête par questionnaire sur la prise en charge des AVC.

Afin de comprendre l'organisation de la prise en charge des AVC en France et de mettre en évidence ses forces et faiblesses, nous avons adressé au premier semestre 2004, un questionnaire (Annexe 1) sur les filières de prise en charge des AVC dans les établissements hospitaliers français (publics et privés hors Corse et Dom-Tom). La liste des destinataires de ce questionnaire a été établie à partir de la liste des adhérents de la Société Française Neuro-Vasculaire (SFNV) (en envoyant un seul questionnaire par service au sein d'un même hôpital). Nous l'avons complété par les neurologues hospitaliers de la région Bourgogne (principale cible de notre étude) et ses départements limitrophes, repérés à l'aide de l'annuaire du Conseil National de l'Ordre des Médecins disponible par Internet. Lorsque plusieurs médecins exerçaient dans le même hôpital nous avons envoyé un questionnaire à un seul médecin, du service de neurologie, si l'hôpital comptait plusieurs services de neurologie nous avons envoyé un questionnaire par service de neurologie.

En février 2004 nous avons envoyé 199 questionnaires à 140 hôpitaux différents. Les questionnaires ont été reçus à partir du 15 février, nous avons ensuite effectué une relance par mail, la date de fin de réception des réponses a été fixée au 1^{er} Avril 2004. Les questionnaires reçus font état des moyens disponibles dans les hôpitaux à la date de renvoi du questionnaire.

Après réception de tous les questionnaires, lorsque des données importantes manquaient, comme le nombre de médecins formés à la neurologie vasculaire, le nombre d'infirmières présentes dans le service et le nombre de lits, nous avons effectué une enquête téléphonique complémentaire.

Le questionnaire est divisé en deux parties, la première partie comporte 15 questions fermées concernant les moyens humains et techniques de l'hôpital dans une approche organisationnelle et la deuxième partie comporte deux questions ouvertes portant sur les difficultés rencontrées par les médecins. La première partie du questionnaire a été construite à partir des recommandations Françaises et Européennes pour la création des UNV. Les

recommandations nous ont servi à dresser une liste de variables contribuant à une prise en charge efficace des AVC.

Les premières questions de l'enquête nous ont permis de situer le niveau de l'hôpital dans la filière de prise en charge (Unité Neuro-Vasculaire ou non, lits dédiés ou non, présence ou non de médecins spécialisés en neurologie vasculaire ou potentiellement formable). Les questions suivantes portaient sur l'imagerie à disposition dans l'hôpital (existence, nombre d'appareils, disponibilité de scanners et d'appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM)), l'existence d'un plateau de télémedecine, la possibilité du recours à différents avis jugés indispensables dans les recommandations de la SFNV (réanimateur, neurochirurgien, neuroradiologue, chirurgien vasculaire, cardiologue), ainsi que la possibilité de transfert vers les services de ces mêmes spécialités. Enfin, les questions nous renseignaient sur le personnel paramédical présent dans le service, puis sur la disponibilité de divers examens complémentaires (biologie, exploration ultrasonore, échocardiographie). Enfin nous nous intéressions à la phase de rééducation, aux possibilités de transfert (avec ou sans convention) vers des services de soins de suite et réadaptation (SSR), afin de reconstituer les différentes filières de prise en charge des AVC.

Les questions ouvertes portaient d'une part sur les éventuelles difficultés de mise en place d'un réseau de soin pour la prise en charge des AVC ainsi que la façon de résoudre ces difficultés et d'autre part sur la façon dont les AVC étaient pris en charge (par qui et comment) dans les établissements habilités à recevoir les urgences mais ne disposant pas de service de neurologie ni de neurologue.

Le libellé des questions a été validé auprès d'un panel de médecins neurologues exerçant dans les UNV et dans des hôpitaux sans UNV.

4.2 Etude de la différence entre AVC observés et AVC attendus

Nous avons comparé l'incidence observée (à partir des données du PMSI) à l'incidence des cas attendus. L'incidence des cas attendus provient des données de la littérature (Wolfe, Giroud et al., 2000), il s'agit de l'incidence des premiers cas d'AVC calculée d'après le registre des AVC de Dijon, cette incidence de référence est donnée par classe d'âge et sexe. Ces taux d'incidence sont appliqués à la structure d'âge et de sexe de la population de chaque code postal afin de calculer un nombre attendu de malades (méthode de standardisation indirecte). Ce nombre attendu de malades est comparé au nombre observé de malades dans la base de donnée du PMSI.

L'échelle du code postal (regroupement de communes) est l'échelle la plus fine qui peut être utilisée puisque les données du PMSI sont référencées par code postal.

Le nombre de cas attendus est le nombre de premier cas d'AVC attendus en un an (estimé à partir du registre des AVC de Dijon) au sein de chaque code postal.

Le nombre de cas observés calculé à partir de la base de données du PMSI est le nombre de nouveaux cas par an (un seul enregistrement par patient distingué grâce au numéro de chaînage) au sein de chaque code postal.

Afin de comparer ces deux valeurs pour chaque code postal de Bourgogne nous avons calculé un ratio standardisé d'incidence (SIR : standardized incidence ratio). Ce ratio est donc le rapport entre le nombre de cas incidents observés et le nombre de cas attendus.

$$SIR = \frac{\text{Observé}}{\text{Attendu}}$$

Pour vérifier si la différence entre le nombre de cas observés et attendus est significative, le test le plus couramment utilisé est le test du Chi-deux (χ_2) avec la correction de Yates (Bouyer, Hémon et al., 1995).

On teste alors l'hypothèse H_0 : SIR=1. C'est-à-dire que la distribution observée ne diffère pas de la distribution théorique.

$$\text{On calcule } \chi_2 = \frac{\left(|O - A| - \frac{1}{2}\right)^2}{A} \text{ qui suit une loi du } \chi_2 \text{ à 1 ddl.}$$

Avec O : le nombre de cas observés et A : le nombre de cas attendus.

Le terme de correction (soustraction de $\frac{1}{2}$ par rapport à la valeur classique du Chi-deux) appelé correction de Yates (ou correction de continuité) résulte du fait que le nombre de cas attendus est une donnée de type continu contrairement au nombre de cas observé qui est de type discret.

Pour des valeurs très petites ($A < 10$), ce test n'est pas approprié nous avons donc utilisé le test suivant (Samuels, Beaumont et al., 1991):

$$\chi_2 = 9 \times \tilde{O} \times \left(1 - \frac{1}{9 \times \tilde{O}} - \left(\frac{A}{\tilde{O}}\right)^{\frac{1}{3}}\right)^2 \text{ qui suit une loi du } \chi_2 \text{ à 1 ddl.}$$

Avec $\tilde{O} = O$ si $O \geq A$ et $\tilde{O} = O + 1$ sinon.

4.3 Comparaison des données de décès

Nous avons comparé deux sources de données de décès ; les données de décès issues du PMSI de l'année 2002 par code postal, et les données de décès de l'observatoire régional de la santé (ORS) fournissant une moyenne annuelle de décès entre les années 1998 et 2000 par cantons. Les cantons sont des regroupements de communes qui diffèrent des codes postaux, nous avons donc simplement effectué deux cartographies de données de décès et comparé les deux.

4.4 Taux de fuite et taux d'attraction

La base de donnée du PMSI nous a permis de calculer les taux de fuite et d'attraction des 4 départements bourguignons pour la prise en charge des AVC.

Nous avons calculé les taux de la manière suivante :

Taux de fuite = Nombre de patients domicilié en Bourgogne hospitalisé hors Bourgogne / Nombre de patients bourguignons hospitalisés.

Taux d'attraction = Nombre de patient non bourguignon hospitalisé en Bourgogne / Nombre de patient hospitalisé en Bourgogne.

Nous avons calculé les taux de fuite et d'attraction de la région Bourgogne, puis pour chacun des quatre départements de Bourgogne. Pour chaque département nous avons distingué les taux de fuite au profit du reste de la région Bourgogne et les taux de fuite au profit du reste de la France. De même, pour les taux d'attraction nous avons distingué les taux d'attraction intra Bourgogne et les taux d'attraction en provenance de la France entière.

Exemple : calcul du taux de fuite et attraction intra-bourgogne pour le département de Côte d'Or (21) :

On rappelle que les départements bourguignons sont 21 (Côte d'Or), 58 (Nièvre), 71 (Saône et Loire) et 89 (Yonne).

Taux de fuite = (Nb patient domicile=21 ET département hospitalisation= 58, 71, 89) / (Nb patient domicile =21 ET département hospitalisation= 21, 58, 71, 89) = 11/1209 =0,91 %

Taux d'attraction = (Nb patient domicile=(58, 71, 89) ET département hospitalisation= 21) / (Nb patient domicile =(21, 58, 71, 89) ET département hospitalisation= 21) = 178/1376 =12,94 %

4.5 Etude des flux de patients

4.5.1 Visualisation en Oursins

Nous avons souhaité étudier les lieux d'hospitalisation des patients bourguignons à partir de la base de données du PMSI, afin d'étudier l'adéquation entre le lieu d'hospitalisation du patient et le centre de soins le plus proche de son domicile.

A l'aide de la base de données du PMSI nous avons pu étudier les flux de patients entre domicile et hôpital. Nous avons pour cela utilisé 3 variables de la base du PMSI : le code postal du domicile du patient, le numéro FINESS de l'établissement dans lequel il a été accueilli, le mode d'entrée.

Nous avons donc considéré que les patients avaient eu leur AVC à domicile, ou du moins dans la zone du code postal de leur domicile.

Dans la base du PMSI nous avons sélectionné uniquement les patients ayant une provenance domicile (c'est-à-dire que le lieu d'hospitalisation considéré est le premier centre de soins consulté). Nous avons exclu les séjours dont le mode d'entrée était transfert ou mutation.

Pour visualiser les flux entre le domicile du patient et son lieu d'hospitalisation nous avons utilisé une représentation en oursins. Les oursins sont formés par un ensemble de polygones qui relient chaque code postal de patient à l'agglomération où a eu lieu son hospitalisation. Cette méthode cartographique permet de représenter l'attraction des structures de soins et de localiser les zones blanches, elle permet aussi de voir la concordance avec des territoires définis (territoires sanitaires par exemple).

Cette représentation est valable pour l'hospitalisation des AVC mais elle peut être très différente pour toute autre pathologie étudiée.

Pour des raisons de lisibilité tous les flux ne sont pas représentés, on peut choisir de représenter les flux selon des seuils (10%, 20%, 50%, 70%) ou de représenter uniquement les flux majoritaires. Nous avons choisi de ne représenter qu'un seul flux par commune, le flux majoritaire.

Nous avons souhaité étudier l'adéquation entre le lieu d'hospitalisation du patient et l'hôpital le plus proche de son lieu de résidence. Pour cela nous avons comparé ces oursins aux polygones de Voronoï obtenus à partir des établissements hospitaliers.

4.5.2 Polygones de Voronoï

Les polygones de Voronoï (ou de Thiessen) définissent des aires d'influence autour de chaque point. A partir d'un semis de point (ici la localisation des hôpitaux) on construit un

ensemble de polygones de sorte que chaque polygone contient un seul point (un seul hôpital) et chaque position (par exemple chaque localisation de domicile) à l'intérieur d'un polygone est plus proche du point situé dans ce polygone que de n'importe quel point d'un autre polygone.

Pour créer les polygones de Voronoï on commence par créer une triangulation de Delaunay à partir du semis de points considéré.

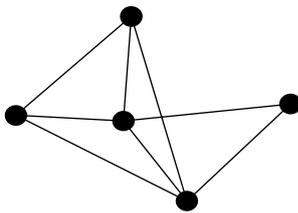
Une triangulation de points est un ensemble de triangles tel que :

- chaque point constitue le sommet d'au moins un triangle
- l'intersection de deux triangles, est soit :
 - l'ensemble vide
 - un sommet
 - une arête

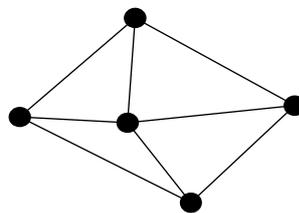
La Figure 7 montre un exemple de triangulation conforme et non-conforme.

Figure 7: Exemples de triangulation

TRIANGULATION QUELCONQUE

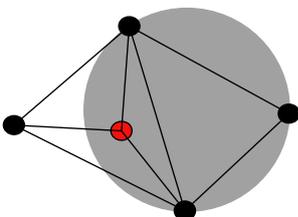


Non conforme aux propriétés de triangulation

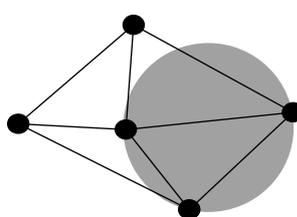


Conforme aux propriétés de triangulation

TRIANGULATION DE DELAUNAY



Non conforme aux propriétés de triangulation de Delaunay

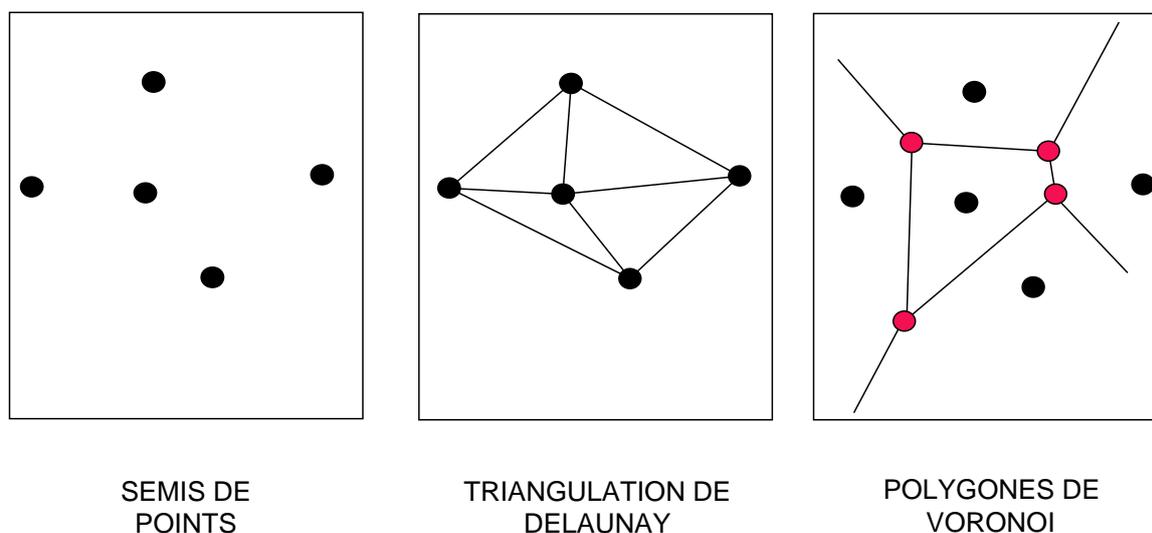


Conforme aux propriétés de triangulation de Delaunay

Pour la création des polygones de Voronoï nous utilisons la triangulation au sens de Delaunay. Dans cette triangulation, les triangles satisfont au critère suivant : le cercle dans lequel chaque triangle est circonscrit ne contient aucun autre point des données à l'exception des trois points qui le définissent (Figure 7).

Une fois la triangulation de Delaunay établie, on peut créer les polygones de Voronoï de la manière suivante : les sommets des polygones de Voronoï sont situés au centre des cercles circonscrits à chaque triangle (Figure 8).

Figure 8: Construction des polygones de Voronoï



Ainsi nous avons créé autour de chaque hôpital une zone de proximité, si les flux ne sortent pas des polygones, cela signifie que les patients se rendent dans l'hôpital le plus proche de chez eux.

Pour mettre en œuvre cette triangulation nous avons utilisé l'utilitaire ETGeowizard (<http://www.ian-ko.com/>) pour ArcGIS qui permet de créer automatiquement des polygones de Voronoï à partir d'un réseau de points.

4.5.3 Secteur de proximité

A l'aide du logiciel Chronomap nous avons pu déterminer les temps d'accès à l'appareil d'imagerie le plus proche pour l'ensemble des communes de Bourgogne. Ainsi, autour de chaque appareil d'imagerie cérébrale nous avons déterminé un secteur de proximité à l'intérieur duquel chaque commune est plus proche de l'appareil d'imagerie situé dans ce secteur que de n'importe quel appareil. Le principe de partage de l'espace en secteur de proximité est le même que celui utilisé pour les polygones de Voronoï à la différence que la distance considérée n'est plus la distance euclidienne mais la distance temps.

4.6 Indicateurs d'accessibilité

4.6.1 Evaluation de l'existant

La survie d'un patient atteint d'AVC dépend grandement de la prise en charge initiale du patient et de son délai d'admission. Le premier acte diagnostique du patient étant l'imagerie cérébrale, il est indispensable que les patients atteints d'AVC aient un bon accès (rapide) à l'imagerie cérébrale.

Nous avons posé les hypothèses suivantes : les patients font leur AVC à domicile, puis passent par la filière recommandée c'est-à-dire qu'il font appel au SAMU et celui-ci les emmène au centre le plus proche disposant d'un appareil d'imagerie cérébrale.

La filière recommandée est la filière du centre 15 parce que c'est la filière permettant au patient d'arriver le plus rapidement à l'hôpital. Une étude menée en France (Derex, Adeleine et al., 2002) a montré que les patients qui font directement appel au SAMU arrivent significativement plus tôt que ceux qui viennent par leurs propres moyens ou qui passent par leur médecin traitant.

Or, la survie du patient dépend grandement de la prise en charge initiale du patient, et de son délai d'admission.

C'est pour cette raison que nous avons cherché à évaluer l'accessibilité physique actuelle des patients atteints d'AVC, puis nous avons cherché à améliorer cette accessibilité.

Nous avons pour cela utilisé deux mesures de l'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale :

- la part de la population située à moins d'un certain temps d'accès d'un appareil d'imagerie cérébrale
- une mesure modélisant l'accessibilité et prenant en compte la disponibilité des appareils.

4.6.1.1 Part de la population située à moins d'un certain temps d'accès d'un appareil d'imagerie cérébrale

La première mesure que nous avons utilisée est une mesure intuitive et facilement calculable. Il s'agit de la part de la population située à moins d'un certain temps d'accès d'un appareil d'imagerie. Ce temps est fixé arbitrairement. On considère qu'un appareil d'imagerie est accessible pour une commune s'il est situé à moins de α minutes, nous avons effectué les calculs avec 3 valeurs de α : 45, 60 et 75 minutes. La valeur 45 minutes a été fixée à dire d'expert comme le temps maximum tolérable pour atteindre un appareil d'imagerie cérébrale dans le cas d'un AVC. Il a été établi en fonction du délai maximal de trois heures

pour l'administration du traitement thrombolytique, et prend en compte les différents temps muets non compressibles (temps de départ du SAMU, transbordement du patient).

Cette mesure est une mesure globale valable pour l'ensemble de la région et exprime un taux de couverture de la population. Nous avons calculé cette mesure pour la population générale ainsi que pour la population des malades (calculée comme le nombre de cas d'AVC attendus par standardisation indirecte, d'après les taux observés par âge et sexe du registre de Dijon).

Les temps d'accès ont été calculés via Chronomap avec les réseaux routiers ROUTE120 et ROUTE500, nous avons comparé les résultats obtenus avec les deux réseaux et testé la robustesse de nos mesures.

4.6.1.2 Mesure de l'accessibilité de Joseph et Bantock

La deuxième mesure d'accessibilité que nous avons calculée est valable pour chaque commune et permet donc d'obtenir une cartographie de la région. Cette mesure créée par Joseph et Bantock (Joseph and Bantock, 1982), prend en compte le temps vers les scanners ou IRM accessibles depuis la commune mais, également, la demande théorique associée à chaque appareil d'imagerie.

L'accessibilité A_i de la commune i est calculée de la manière suivante :

$$A_i = \sum_j \left(\frac{N_{i,j}(\alpha)}{D_j} \right) / (\text{temps}_{i,j})^2$$

avec $D_j = \sum_i \frac{\text{pop}_i}{(\text{temps}_{i,j})^2}$: demande potentielle D_j associée à l'appareil j

pop_i : Population de la commune i (ou le nombre de cas attendus dans la commune i)

$\text{temps}_{i,j}$: Temps d'accès entre la commune i et l'appareil d'imagerie cérébrale j

$N_{i,j}(\alpha)$: Nombre d'appareil d'imagerie cérébrale accessible en j (qui vaut 0 si $\text{temps}_{i,j} > \alpha$ c'est-à-dire si l'appareil n'est pas accessible). La valeur α est la distance maximale au-delà de laquelle un appareil est considéré comme non accessible.

Le facteur $N_{i,j}(\alpha)$ traduit le fait que plusieurs appareils peuvent être situés dans la même ville voire le même hôpital (par exemple un scanner plus une IRM). Plus le nombre d'appareil d'imagerie est important, meilleure est l'accessibilité A_i .

Le facteur D_j traduit l'impact du bassin de population de chaque appareil sur la disponibilité potentielle de l'imagerie. C'est une mesure de la demande potentielle associée à chaque appareil, la demande sera élevée si l'appareil d'imagerie dessert un bassin de population important, et l'accessibilité A_i sera alors moindre, en effet l'appareil sera moins disponible puisque très sollicité.

Les distances temps sont calculées depuis les centroïdes des communes à l'aide de ChronoMap; si deux appareils sont situés dans la même ville (qu'ils soient ou non dans le même hôpital), les temps d'accès depuis chaque commune seront alors identiques pour ces deux appareils.

De même, si l'on calcule le temps d'accès de la population d'une commune dans laquelle il existe un appareil d'imagerie cérébrale, ce temps sera nul ; cependant pour des raisons évidentes de mise en œuvre de la mesure (éviter une division par zéro) nous avons remplacé les temps nuls par des temps strictement supérieur à zéro. La valeur de remplacement choisie est un temps de 2 minutes ; en effet le temps minimal calculé depuis une commune ne possédant pas d'appareil vers une commune possédant un appareil sur l'ensemble de la région est de 3 minutes, nous avons donc jugé qu'il nous fallait mettre un temps inférieur à 3 minutes pour les villes possédant un tel appareil. Ce choix de la valeur 2 minutes comme remplacement de la valeur nulle n'a pas une grande influence sur les résultats, toute autre valeur entre 1 et 5 minutes aurait pu convenir.

4.6.1.3 Calibrage de la mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock

Nous présentons (Tableau 7) des valeurs types de la mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock (Joseph and Bantock, 1982) pour différents cas de figure. Nous avons choisi deux valeurs de demande, une valeur faible (3000) et une valeur forte (6000), et quatre valeurs de temps (2, 10, 20 et 40 minutes). Pour des besoins de lisibilité nous avons multiplié les valeurs d'accessibilité par 10^7 .

Ces valeurs sont les valeurs d'accessibilité à un site, si une commune a accès (en un temps inférieur au seuil) à plusieurs sites, il faut alors faire la somme des valeurs de l'accessibilité aux différents sites. On voit clairement que si une commune a un accès à un site en 2 minutes et à un autre en 20 minutes, le site situé à 20 minutes n'aura que peu d'influence sur la valeur de l'accessibilité spatiale de la population de la commune (valeur négligeable par rapport à l'accessibilité du site situé à 2 minutes).

Tableau 7: Calibrage de la mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock

Temps d'accès au site en minutes	Demande par appareil	Valeur de l'accessibilité (x 10 ⁷)
2	3000	833
2	6000	416
10	3000	33
10	6000	16
20	3000	8
20	6000	4
40	3000	2
40	6000	1

4.6.2 Outil d'aide à la décision

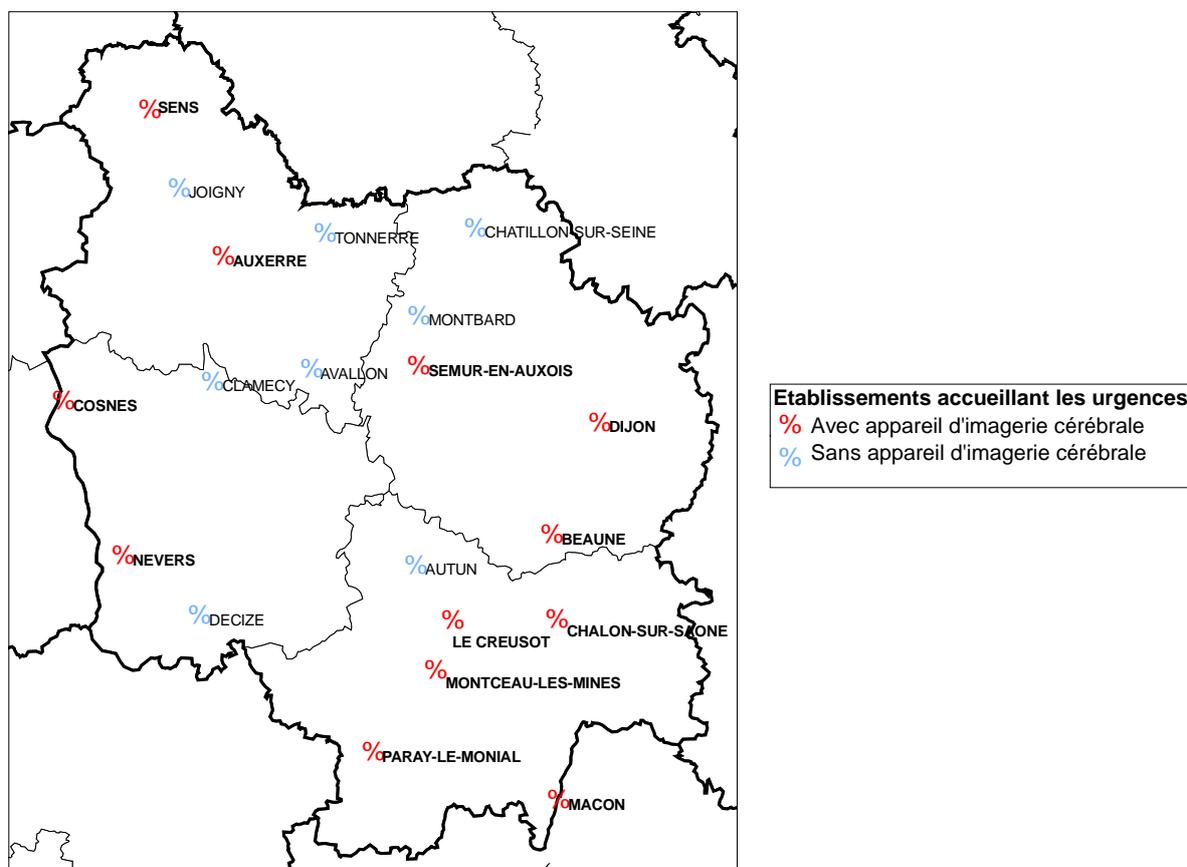
Après avoir calculé ces deux mesures d'accessibilité pour évaluer l'existant, nous avons cherché à améliorer l'accessibilité spatiale aux appareils d'imagerie.

Nous avons calculé la première mesure (part de la population à moins d'un certain temps d'un appareil) en considérant qu'il y a un ou plusieurs appareils d'imagerie cérébrale de plus dans la région, ceux-ci étant situés dans un des sites potentiels. Les sites potentiels sont les hôpitaux accueillant les urgences mais qui n'ont pas d'appareils d'imagerie cérébrale. Il en existe 8 en Bourgogne (Carte 7).

Pour la deuxième mesure (accessibilité de Joseph et Bantock) nous avons calculé les valeurs prises en ajoutant un appareil dans les sites non équipés mais également dans les sites déjà équipés, puisque dans ce cas l'accessibilité calculée est également modifiée.

En comparant ces nouvelles mesures aux mesures d'accessibilité calculées sur la base des appareils existants, nous pourrions ainsi localiser les sites potentiels qui permettent d'améliorer le mieux l'accessibilité physique aux appareils d'imagerie cérébrale.

Carte 7: Sites accueillant les urgences avec et sans appareils d'imagerie cérébrale



5 Conclusion de la deuxième partie

Des données nombreuses et variées (schémas régionaux d'organisation sanitaire, bases de données du PMSI, base de données de l'INSEE, registre des AVC de Dijon, bases de données routières) nous ont permis de mettre en œuvre des méthodes provenant aussi bien de l'analyse spatiale (étude de flux, modélisation de l'accessibilité) que de l'épidémiologie (ratio d'incidence standardisé).

A l'aide de ces méthodes nous avons cherché dans un premier temps à évaluer l'adéquation entre l'offre et les besoins, et dans un deuxième temps à proposer des solutions d'aide à la planification sanitaire, en vue d'améliorer la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux notamment l'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale.

La variation des données, outils et méthodes nous permettra également de démontrer le rôle de l'information géographique dans la planification sanitaire.

Tableau 8: Méthodes utilisées

- ✓ Analyse de l'enquête auprès des neurologues hospitaliers
- ✓ Etude de la différence entre AVC attendus et observés
- ✓ Comparaison des données de décès (base du PMSI et données ORS)
- ✓ Taux de fuite et d'attraction intra et extra Bourgogne
- ✓ Etude de flux (Visualisation en oursins et polygones de Voronoï)
- ✓ Indicateurs d'accessibilité évaluation de l'existant
 - Part de la population ayant accès à un appareil d'imagerie cérébrale en moins d'un temps seuil
 - Mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock
- ✓ Amélioration de l'accessibilité existante
 - Calcul des mesures d'accessibilité après ajout d'appareils dans des sites potentiels

Troisième partie

Résultats

1 Introduction

Nous proposons ici les résultats obtenus (Tableau 9) à l'aide des différentes méthodes utilisées.

Nous présenterons tout d'abord les résultats de l'enquête menée auprès des neurologues hospitaliers, pour les questions fermées puis les deux questions ouvertes.

Nous énoncerons ensuite les résultats issus de l'analyse de la base de données du PMSI : mortalité, incidence par tranche d'âge et sexe, taux de fuite et attraction des départements bourguignons. Les résultats suivants concerneront la comparaison entre les données du PMSI (incidence et mortalité) et d'autres bases de données (les cas attendus selon le registre des AVC de Dijon, et le nombre de décès moyen par an selon l'observatoire régional de la santé).

A partir des données issues de la base du PMSI, nous étudierons également les flux domicile hôpital pour tenter de dégager une stratégie de choix géographique de la part du patient.

Nous présenterons ensuite l'ensemble des résultats d'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale existants, obtenus pour les deux mesures choisies (part de la population située à moins d'un certain temps d'un appareil d'imagerie cérébrale et accessibilité de Joseph et Bantock prenant en compte la disponibilité des appareils), via les deux réseaux routiers, avec et sans prise en compte des régions voisines. Enfin nous présenterons les résultats d'amélioration de l'accessibilité, pour les deux mesures et les deux réseaux routiers.

Tableau 9: Ensemble des résultats énoncés

Enquête Neurologues hospitaliers	Questions ouvertes Questions fermées
Exploitation PMSI 2002	Mortalité Incidence Taux de fuite et attraction Comparaison PMSI et registre AVC Dijon Comparaison PMSI et données mortalité ORS Flux hôpital domicile
Mesures d'accessibilité	Part de la population située à moins de 45, 60 et 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale <ul style="list-style-type: none"> - Réseau IGN 500 - Réseau IGN 120 <ul style="list-style-type: none"> Sans prise en compte des régions limitrophes Avec prise en compte des régions limitrophes - Ajout d'appareils pour améliorer l'accessibilité existante <ul style="list-style-type: none"> Réseau IGN 500 Réseau IGN 120 Mesure d'accessibilité de Joseph et Bantock <ul style="list-style-type: none"> - Réseau IGN 500 - Réseau IGN 120 - Ajout d'appareils pour améliorer l'accessibilité existante

2 Résultats de l'enquête auprès des neurologues hospitaliers

2.1 Caractéristiques des répondants

Nous avons envoyé 199 questionnaires dans toute la France (Méthodes en page 79). Sur ces 199 questionnaires, 6 sont revenus pour adresse erronée, 106 médecins ont répondu, parmi eux 10 médecins n'étaient pas concernés, sur les 96 questionnaires restants 93 étaient exploitables. Nous avons donc obtenu un taux de réponse de 54,9% (106/193) et un taux de réponse exploitable de 48,2% (93/193).

Pour 13 hôpitaux nous avons reçus plusieurs réponses provenant des différents services de neurologie que nous avons identifiés. La majorité des questions posées concernaient l'établissement dans son organisation générale et non pas le service en particulier, nous avons regroupé les réponses pour ne garder qu'une seule réponse par hôpital. Lorsque les réponses étaient discordantes nous avons privilégié celle du service prenant en charge les AVC. Au total notre étude porte sur 74 questionnaires correspondants à 74 hôpitaux.

La répartition des 74 hôpitaux au sein de notre panel se fait de la manière suivante : 28 (37,8%) sont des Centres hospitalo-universitaires (CHU), 39 (52,7%) des Centres Hospitaliers Généraux (CHG), 4(5,4%) des cliniques privées et 3 (4,1%) des établissements Participant au Service Public Hospitalier (PSPH).

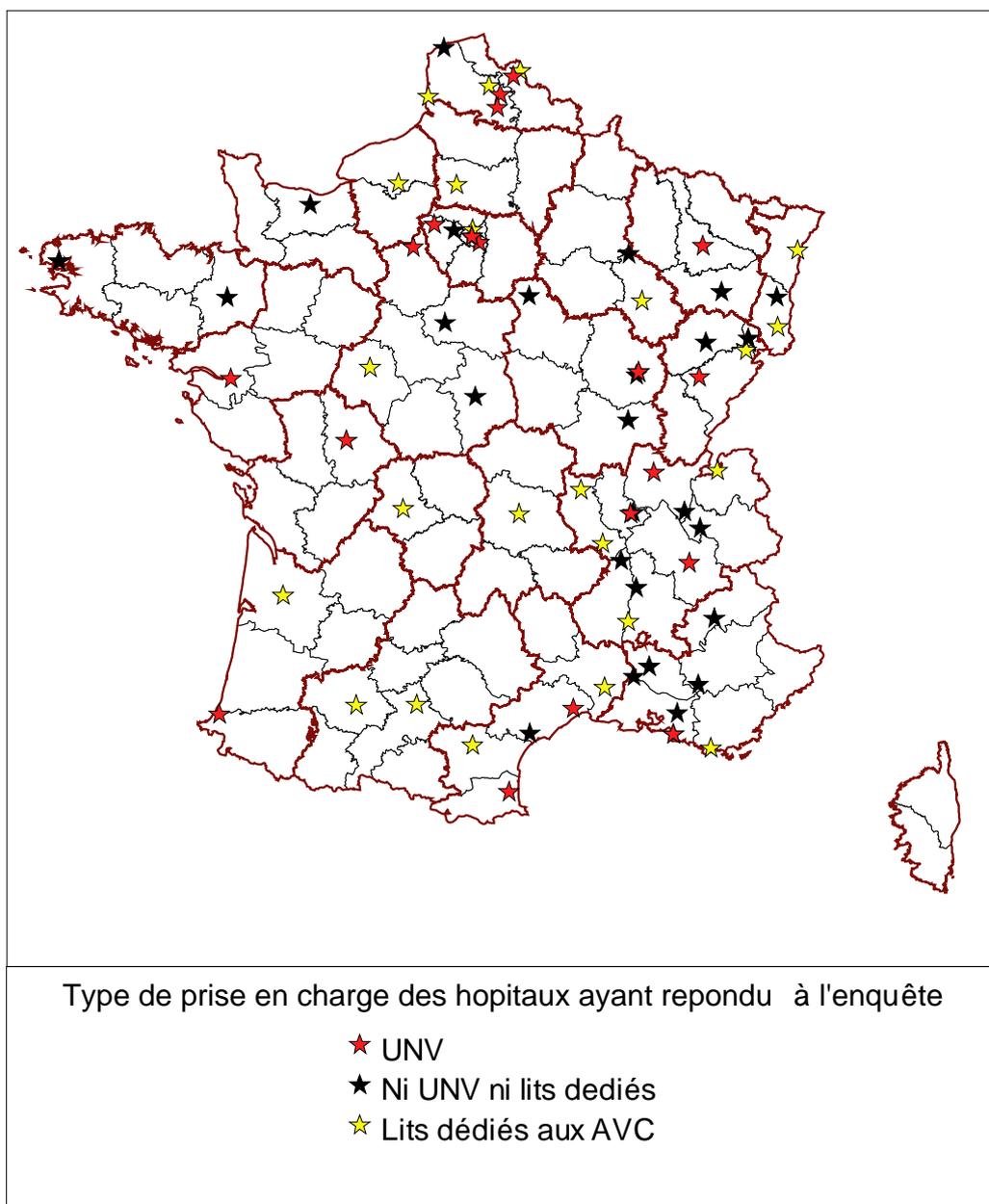
Afin d'étudier les différents types de prise en charge des AVC et la conformité des UNV aux recommandations françaises et européennes nous avons réparti les questionnaires en trois groupes. Le premier groupe comprend les établissements (n=23) ayant déclaré posséder une UNV. Ce groupe dont la prise en charge est la plus spécifique aux AVC, représente 31,1% de nos questionnaires.

Le deuxième groupe comprend 21 établissements ayant des lits dédiés aux AVC, il représente 28,4% de l'effectif total. La prise en charge y est alors moins spécialisée que dans les UNV mais reste toutefois spécifique aux AVC.

Le dernier groupe est constitué des établissements n'ayant ni UNV ni lits dédiés aux AVC. Il représente 40,5% de l'effectif total, soit 30 établissements. Il faut noter que 7 de ces hôpitaux n'ayant pas de prise en charge spécifique ont des conventions de transfert vers des unités spécialisées, 5 de ces unités spécialisées figurent dans notre groupe d'UNV, une figure dans notre groupe qui n'a déclaré ni lits dédiés ni UNV, la septième est située dans une clinique privée dont aucun médecin n'est adhérent à la SFNV et qui ne figure donc pas dans notre

panel. La répartition géographique des établissements participant à l'enquête et leur groupe d'affectation pour l'étude est présentée dans la Carte 8.

Carte 8: Localisation des hôpitaux ayant répondu à l'enquête par type de prise en charge



La répartition géographique des questionnaires n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire. Ceci est dû à un double phénomène de surreprésentation, d'une part de la région Bourgogne et ses régions limitrophes puisque cette enquête s'inscrit dans une étude qui concerne cette région et d'autre part du Nord de la France dont le taux de réponse a été très élevé. Les médecins répondants sont pour la majeure partie des médecins adhérents de la SFNV donc déjà fortement impliqués dans la prise en charge des AVC. Cela provoque

probablement un biais, les questionnaires reflétant une prise en charge davantage spécialisée qu'elle ne l'est dans les hôpitaux que nous n'avons pas sollicités ou pour lesquels nous n'avons pas obtenu de réponse.

2.2 Répartition des groupes de prise en charge en fonction des types d'établissements

Les UNV sont majoritairement (16/23 soit 57,1%) situées dans les CHU, tandis que les deux autres groupes (lits dédiés et pas de prise en charge spécifique) sont davantage représentés dans les CHG. (Tableau 10) Les CHU sont les établissements qui ont le plus souvent une prise en charge spécifique (22/28 CHU) 16 ont une UNV et 6 des lits dédiés). Les CHG ont pour moitié une prise en charge spécialisée (7 UNV et 12 ayant des lits dédiés sur les 39 CHG considérés).

Tableau 10: Type de prise en charge et statuts des hôpitaux ayant répondu au questionnaire

	UNV	LITS DEDIES	NON SPECIALISE	Total
CHU	16	6	6	28
CHG	7	12	20	39
Clinique	0	2	2	4
PSPH	0	1	2	3
Total	23	21	30	74

2.3 Organisation des UNV

Nous avons relevé cinq types d'organisation des UNV : (1) l'organisation la plus souvent adoptée par les hôpitaux (8/23) est une organisation à deux niveaux conforme aux recommandations françaises et européennes, l'unité comporte des lits de soins intensifs (ou lits aigus) entre 4 et 10 lits, et des lits post-aigus (entre 10 et 20 lits). L'unité est donc séparée en USINV (unité de soins intensifs Neuro-Vasculaires) et UNV.

(2) Le deuxième type d'organisation fréquent (7/23), est une organisation en coordination avec le service de neurologie de l'hôpital, l'unité est en fait une USINV qui prend en charge les AVC à la phase aiguë (entre 2 et 6 lits) puis transfère les patients en service de neurologie polyvalente.

(3) Le 3^{ème} type concerne des UNV qui possèdent des lits individualisés au sein du service de neurologie polyvalente (3/23).

(4 et 5) Enfin nous pouvons mentionner deux cas particuliers : un CHU qui a une structure à trois niveaux : lits d'urgences (4 lits), lits de soins intensifs (6 lits) et lits post aigus (12 lits) ; un Centre Hospitalier dont l'UNV est située dans une structure de soins intensifs regroupant à la fois USINV (4 lits) et USIC (unité de soin intensif de cardiologie) (6 lits), après la phase aiguë les patients de l'USINV sont transférés en service de neurologie.

Pour trois UNV ne disposons que d'un nombre global de lits, nous ne savons pas si les lits sont différenciés en lits aigus et lits post-aigus ou s'il s'agit d'un autre type de structure.

Le mode d'enquête par questionnaire est basé sur des données déclaratives, nous nous sommes donc heurtés au problème de la vérification des données obtenues. Lorsque nous avons voulu vérifier notre liste d'UNV, nous nous sommes aperçus que les listes d'UNV existantes en France diffèrent selon les sources. Nous recensons dans notre étude 7 UNV considérées par la SFNV comme ayant des lits dédiés, et 4 établissements qui auraient une UNV mais qui ne nous ont pas répondu. De plus, la frontière entre les UNV et les lits dédiés est parfois difficile à définir, c'est pour certains établissements une étape leur permettant d'envisager la création d'une UNV. En effet parmi les établissements ayant des lits dédiés, 8 (soit 38%) nous ont déclarés avoir un projet d'UNV.

Une enquête menée en France en 1999 (Woimant, De Broucker et al., 2003) recensait 22 services déclarant des lits spécifiquement dédiés à la prise en charge des AVC.

Il n'existe pour l'instant pas de liste officielle des UNV, les Agences Régionales d'Hospitalisation sont chargés de faire ce relevé pour le SROS de 3^{ème} génération, mais les résultats ne sont pas encore publiés. Nous avons gardé la liste des UNV telle qu'elles nous ont été déclarées par questionnaire.

2.4 Scanner / IRM

Les recommandations stipulent que les UNV doivent posséder une IRM accessible en urgence ou à défaut un scanner. Tous les hôpitaux qui nous ont répondu sont équipés d'un scanner qui fonctionne 24h/24 pour toutes les UNV, pour 17 (81%) établissements ayant des lits dédiés, et 28 (93,3%) établissements sans prise en charge spécifique. De plus, 22 des 23 UNV ont à la fois un accès prioritaire et un accès 24h/24, c'est également le cas pour 15 des 21 établissements ayant des lits dédiés et de 20 des 30 établissements du groupe sans UNV ni lits dédiés.

Toutes les UNV possèdent au moins une IRM au sein de leur hôpital, 19 établissements ayant des lits dédiés en sont équipés ainsi que 24 des établissements sans UNV ni lits dédiés. L'accès 24h/24 à l'IRM est possible pour seulement 9 UNV (soit 39,1%) 2 hôpitaux

(soit 9,5%) du groupe lits dédiés et 3 hôpitaux (soit 10%) du groupe sans UNV ni lits dédiés. L'accès prioritaire à l'IRM pour les AVC est possible pour 13 UNV, 9 hôpitaux ayant des lits dédiés et 10 hôpitaux du troisième groupe. Enfin, l'accès à la fois 24h/24 et en priorité à l'IRM est possible pour seulement 5 UNV (soit 21,7%), 1 hôpital ayant des lits dédiés (soit 4,8%) et 3 hôpitaux (10%) du groupe sans UNV ni lits dédiés (Tableau 11).

En terme de matériel, alors que la supériorité de l'IRM sur le scanner pour la détection des AVC est reconnue, il semble que peu d'établissements en soient équipés et surtout y aient accès 24h/24 et en urgence. Selon notre étude toutes les UNV ont la possibilité de faire un scanner en urgence, mais toutes n'ont pas la possibilité de faire une IRM en urgence. Il semble donc que la priorité à l'IRM ne soit pas la règle mais que la très grande majorité des UNV fonctionnent grâce au scanner pour établir le diagnostic de l'AVC, pour lequel elles disposent presque systématiquement (sauf 1 UNV qui possède pourtant 2 scanner et 2 IRM) d'un accès prioritaire et 24h/24. Les recommandations restent floues en matière d'imagerie puisqu'elles font état de « la nécessité d'une IRM accessible en urgence 24h/24 ou à défaut un scanner »⁵. La flexibilité des recommandations est inhérente au problème du développement actuel de l'imagerie. Il semble en effet peu raisonnable d'établir des recommandations trop exigeantes que les hôpitaux ne pourront suivre faute de moyen, par exemple exiger un accès prioritaire à l'IRM 24h/24 pour les AVC, de même on ne peut se résoudre à recommander l'utilisation d'un scanner tout en sachant que ce n'est pas le meilleur moyen diagnostique. Le développement et l'accès à l'imagerie dépendent des moyens, techniques mais également humain alloués aux hôpitaux, en effet certains scanners et IRM ne fonctionnent pas 24h/24 par manque de personnel. De plus, le problème de l'interprétation des images est un problème fréquent, certains hôpitaux ne possèdent pas de neurologues et encore moins de neuroradiologues pour les interpréter. Les avis de neuroradiologues sont beaucoup plus faciles pour les UNV que pour les hôpitaux sans UNV (Tableau 11), les UNV étant implantées dans des structures plus grandes, elles bénéficient donc de plus de moyens. Certains centres hospitaliers ne sont pas en mesure d'attirer les jeunes praticien hospitaliers (davantage attirés par les plus grands pôles d'imagerie) et il faut donc penser à un autre mode d'organisation qui permette malgré cette difficulté d'offrir à la population le recours aux techniques d'imagerie. Ces nouveaux modes d'organisation passent par une coopération renforcée du secteur public et du secteur privé, et par les systèmes de télé-médecine.

⁵ Circulaire DHOS/DGS/DGAS n° 517 du 3 novembre 2003 relative à la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux

Tableau 11: Moyens techniques pour les trois types de prise en charge

	UNV (N=23)	LITS DEDIES (N=21)	NON SPECIALISE (N=30)
Scanner existence	23	21	30
Scanner H24 ¹	23	17	28
Scanner priorité	22	18	21
Scanner priorité et H24 ¹	22	15	20
IRM existence	23	19	24
IRM H24 ¹	9	2	6
IRM priorité	13	9	10
IRM priorité et H24 ¹	5	1	3
Télémédecine existence	14	11	13
Télémédecine projet	2	5	3
médecins à former en neurologie vasculaire*	15	13	16
Avis Cardiologue	23	20	30
Avis Reanimateur	23	21	28
Avis Neurochirurgien	18	7	11
Avis Neuroradiologue	20	10	11
Avis Chirurgien vasculaire	20	15	19
Avis Tous	17	6	8
Avis Tous H24 ¹	11	5	6
Transfert Cardiologue	21	20	30
Transfert Reanimateur	21	20	30
Transfert Neurochirurgien	21	21	29
Transfert Neuroradiologue	20	21	27
Transfert Chirurgien vasculaire	19	21	26
Transfert Tous	19	20	24
Psychologue	20	19	27
Assistante sociale	23	20	30
Examen biologie H24 ¹	23	21	30
Exploration ultrasonore des vaisseaux extra et intracrâniens	20	16	20
Echocardiographie	15	15	25
Tous examens H24 ¹	14	13	19
SSR ² service dans l'hôpital	14	17	16
SSR ² convention de transfert	19	21	14
* Nombre d'hôpitaux ayant des médecins à former au dire du répondant			
¹ : disponible 24h/24			
² : Soins de suite et réadaptation			

2.5 Télémédecine

La télémédecine est un des éléments clé de la filière de prise en charge des AVC, puisqu'elle apporte une aide au diagnostic et une standardisation de la prise en charge elle permet en outre d'augmenter le taux de recours rapide aux spécialistes et peut éviter des transferts inutiles de patients, ou au contraire d'accélérer des transferts. Quatorze UNV sur 23, 11 des 21 hôpitaux ayant des lits dédiés aux AVC et 13 hôpitaux dans le dernier groupe en sont équipés. Deux UNV, 5 établissements avec lits dédiés et 3 hôpitaux sans prise en charge spécifique pour les AVC ont des projets d'installation d'un plateau de télémédecine.

De manière générale lorsque les hôpitaux sont équipés d'un plateau de télémédecine, les CHU déclarent qu'ils sont appelés par tous les CH de leur région.

Ce type de téléconsultation est validé pour la prise en charge des AVC ((Handschu, Garling et al., 2001), (Wiborg and Widder, 2003)). La télémédecine n'est pas encore très développée en France, alors que les recommandations font état de la nécessité d'un plateau de télémédecine opérationnel dans les UNV, seules 14 UNV de notre enquête en sont équipées. Cette question est celle pour laquelle les UNV semblent le plus éloignés des recommandations. Cependant les exemples de réseau de télémédecine commencent à se multiplier en France, et l'essor de cette technologie ne tardera sans doute pas. L'organisation d'un tel réseau inter hospitalier est compliquée, coûteuse, dépendante des hommes et nécessite sans doute encore un peu de temps pour se généraliser, mais les difficultés actuelles de certains hôpitaux à attirer les médecins spécialisés, font de la télémédecine un enjeu considérable.

2.6 Examens de biologie, explorations des vaisseaux, échocardiographie

Tous les hôpitaux interrogés disposent 24h/24 des examens de biologie conventionnels. Pour les explorations ultrasonores des vaisseaux extra et intracrâniens, 20 UNV sur les 23 y ont accès dans les 24 heures ainsi que 16 établissements avec lits dédiés et 20 des 30 établissements sans UNV ni lits dédiés.

Quinze UNV ont accès à l'échocardiographie dans les 24h, 15 établissements du groupe lits dédiés et 25 établissements sans UNV ni lits dédiés (Tableau 11).

2.7 Nombre de lits et de médecins

Pour les UNV, le nombre de lits varie de 2 à 45. La moyenne est de 14,8 lits et la médiane de 15. Selon les recommandations de la SFNV, la capacité des UNV doit être d'au moins

quatre lits pour une unité de soins intensifs neuro-vasculaire reliée à une unité neuro-vasculaire ayant au minimum 12 lits.

Les recommandations de la SFNV font état de la nécessité d'un minimum de 3 neurologues formés à la neurologie vasculaire pour 30 lits, soit 10 lits par neurologue ; en prenant comme maximum ce chiffre, il apparaît qu'une seule UNV se situe hors recommandations avec 2 médecins formés à la neurologie vasculaire pour 28 lits. Toutefois comme ce centre hospitalier a un potentiel de 2 médecins exerçant dans l'UNV qui pourraient être formés, la norme de un médecin pour 10 lits pourrait facilement être atteinte. Quelque soit le type d'établissement, les questionnaires ont fait apparaître que davantage de médecins pourraient être formés à la neurologie vasculaire. Il s'agit en général de neurologues ou d'urgentistes.

La question du nombre de lits a révélé une grande disparité en matière d'organisation des UNV. Nous avons pu en décrire cinq types en fonction des niveaux de prise en charge (soins intensifs ou non) et de la coordination avec le service de neurologie (transfert vers la neurologie après les soins intensifs ou non). Ainsi les hôpitaux s'organisent comme ils le peuvent avec les moyens humains, techniques, et les locaux dont ils disposent.

La très grande variation du nombre de lits (de 2 à 45) des UNV due à ces différences d'organisation et de structure, rend impossible une quelconque comparaison en terme de ratios nombre de médecins/nombre de lit ou nombre d'infirmières/nombre de lits. Ce point paraît pourtant essentiel pour l'évaluation des moyens à mettre en place pour une bonne prise en charge des AVC.

Faute de données utilisables, nous n'avons pas pu étudier les différences de moyens humains entre les UNV et les établissements sans UNV. La principale différence entre les UNV et les autres hôpitaux pourrait donc résider dans la dotation en personnel ; la présence de neurologues, de médecins et de personnel paramédical formés à la neurologie vasculaire renforçant l'efficacité de la prise en charge. Les UNV possèdent toutes des neurologues sur place mais ce n'est bien évidemment pas le cas des autres hôpitaux. En Bourgogne par exemple, sur 12 hôpitaux qui possèdent un service d'imagerie (au minimum un scanner), 4 d'entre eux ont un neurologue sur place dont Dijon qui possède la seule UNV de la région. Il semblerait logique de trouver davantage de différences pour les moyens humains que pour les moyens technique puisque les moyens techniques que nous avons considérés lors de notre enquête ne sont pas réservés à l'usage de la neurologie vasculaire, tandis que le personnel formé à la neurologie vasculaire est au contraire dévoué à cette spécialité.

Le questionnaire ne renseignait pas directement sur l'existence d'un neurologue sur place, en revanche il portait sur le nombre de médecins formés à la neurologie vasculaire, sur cette question, les hôpitaux sans UNV semblent beaucoup moins bien dotés que les hôpitaux avec UNV.

La neurologie est une discipline dont l'attractivité est relativement faible, et les neurologues sont généralement plus attirés vers les grands hôpitaux. Il en résulte de grandes disparités sur le territoire, avec des régions mieux dotées parce que beaucoup plus attractives, et des disparités entre les types d'établissements, puisque les plus petits n'arrivent pas à attirer les médecins spécialistes.

2.8 Nombre d'infirmières

Nous avons obtenu des données très diverses selon les hôpitaux concernant le nombre d'infirmières. Il s'agit parfois d'un nombre global ou un nombre d'infirmières par matin /jour /nuit, ou encore par matin /soir. Le nombre d'infirmières couvre dans certains cas uniquement l'UNV ou les soins intensifs, alors que dans d'autre cas, il couvre également la neurologie générale. Il ne nous a pas été possible de faire préciser l'affectation exacte de ces personnels. Le nombre élevé de non réponses et leur diversité ne nous a donc pas permis d'analyser cet aspect de la prise en charge bien qu'une enquête préalable ait montré la montée en charge progressive du nombre d'infirmières et d'aides soignantes avec une fonction propre dans les UNV (Minier, Milan et al., 2004). Cette absence de réponse traduit la complexité d'organisation du personnel parfois dédié aux UNV, souvent partagé entre l'UNV et le service de neurologie.

2.9 Demandes d'avis et transferts vers les services de réanimation, neurochirurgie, neuroradiologie interventionnelle, chirurgie vasculaire et unité de soins intensif cardiologie

Nous avons étudié la possibilité pour chaque établissement de faire appel aux avis spécialisés suivants : cardiologues, réanimateurs, neurochirurgiens, neuro-radiologues et chirurgiens vasculaires.

Selon les recommandations de la SFNV, les unités neuro-vasculaires sont des structures pouvant prendre avis 24h/24 auprès des cardiologues, réanimateurs, neurochirurgiens, neuroradiologues et chirurgiens vasculaires. Parmi les UNV, 17 (73,9%) peuvent disposer de tous les avis et 11(47,8%) peuvent les obtenir 24h/24.

En revanche, sur les 21 établissements ayant des lits dédiés aux AVC, seulement 6 soit 28,5% ont la possibilité d'avoir tous les avis nécessaires dont 5 peuvent les avoir 24h/24.

Pour les établissements n'ayant ni lits dédiés ni UNV, 8 hôpitaux peuvent obtenir tous les avis dont 6 en disposent 24h/24.

Pour les hôpitaux n'ayant pas tous les avis (43/74), les manques se font ressentir tout d'abord pour les avis de neurochirurgie (38/43) puis de neuroradiologie (33/43) et de chirurgie vasculaire (20/43).

Pour les transferts la très grande majorité des UNV (19/23) dispose de tous les transferts en urgence vers les services de réanimation, neurochirurgie, neuroradiologie interventionnelle, chirurgie vasculaire, unité de soins intensif cardiologie.

De manière générale les CHG transfèrent à l'extérieur (souvent vers les CHU des environs) pour la neurochirurgie, la neuroradiologie, la chirurgie vasculaire.

Les 21 hôpitaux du groupe lits dédiés sont bien organisés au niveau des transferts puisque tous ont la possibilité de transférer en urgence leurs patients vers les services de réanimation, neurochirurgie, neuroradiologie interventionnelle, chirurgie vasculaire, unité de soins intensifs cardiologiques (sauf une donnée manquante pour le transfert vers une unité de réanimation et vers une unité de soin intensif de cardiologie).

Enfin pour le dernier groupe, sans UNV ni lits dédiés, 24 établissements sur 30 ont la possibilité de transférer en urgence pour toutes les spécialités (Tableau 11).

2.10 Transfert SSR

Pour 14 des 23 UNV, il existe un service de SSR (Soins de suite et réadaptation) dans l'établissement et 11 ont des conventions de transfert avec celui-ci. Au total 19 (82,6%) des UNV ont des conventions de transfert vers un service de SSR soit au sein de leur hôpital, soit avec un autre établissement. Un établissement n'a aucune convention de transfert et pour les 3 autres hôpitaux les données sont manquantes pour la question.

Tous les établissements ayant des lits dédiés ont des conventions de transfert vers un service de SSR soit au sein de leur hôpital, soit avec un autre établissement.

Au total 14 établissements du groupe sans UNV ni lits dédiés ont des conventions de transfert vers des unités de SSR soit au sein de leur hôpital soit à l'extérieur. Cependant le trop grand nombre de données manquantes (9/30) à cette question pour ce groupe nous ne nous permet pas de conclure sur ce point (Tableau 11).

2.11 Différences entre les hôpitaux avec et sans UNV

Nous avons analysé les différences de moyens entre les hôpitaux ayant une UNV et les hôpitaux sans UNV pour six variables choisies sur la base de leur importance pour la prise en charge des AVC et leur validité statistique (nombre de réponses suffisantes pour effectuer les tests). Ce sont des variables qui engagent le pronostic vital à toutes les étapes de la prise en charge, de la phase aiguë (accès à l'IRM 24h/24, priorité à l'IRM, avis d'un neurochirurgien, tous les avis) à la rééducation (existence d'un service de SSR au sein de l'hôpital et convention de transfert avec un service de SSR).

Le Tableau 12 montre les différences qui existent entre les hôpitaux avec UNV et ceux sans UNV, en terme de moyens humains et techniques disponibles lors de la prise en charge des AVC, pour 6 variables dont les effectifs permettent un test du Chi-deux valide. Sur les 6 variables considérées on observe des différences significatives pour trois d'entre elles ; l'accessibilité à l'IRM 24h/24 ($p < 0.05$), la possibilité de prendre avis auprès d'un neurochirurgien ($p < 0.001$) et la possibilité de faire appel à tous les avis 24h/24 ($p < 0.05$) sont davantage présents dans le groupe UNV que le groupe non UNV. En revanche on ne note pas de différences entre les groupes pour la priorité à l'IRM et pour les deux variables concernant les soins de suite (existence d'un service de SSR et convention de transfert avec un service de SSR).

Tableau 12: Comparaison des hôpitaux ayant une UNV et les hôpitaux sans UNV par test du Chi-deux

Variables	UNV (N=23)	Non UNV (N=51)	p value
Accès IRM 24h/24	9	8	$p < 0,05$
%	39,10	15,60	
Priorité IRM	13	19	NS
%	56,50	37,30	
Avis Neurochirurgien	18	18	$p < 0,001$
%	78,20	35,30	
Tous avis 24h/24	11	11	$p < 0,05$
%	47,80	21,60	
SSR au sein de l'hôpital	14	33	NS
%	60,90	64,70	
Convention avec SSR	19	35	NS
%	82,60	68,60	

Il semble que les UNV (qui sont majoritairement situés dans les CHU) profitent du lieu où elles sont implantées (par exemple pour l'accès à l'IRM et aux avis) mais ne bénéficient pas de

moyens supplémentaire pour les AVC (pas plus de priorité à l'IRM, ni de conventions de transfert vers les services de SSR).

2.12 Résultats des questions ouvertes

Quatre-vingt-quatre médecins ont répondu aux questions ouvertes. Soixante-dix-neuf ont répondu à la question portant sur les difficultés et les solutions à prévoir lors de la mise en place du « réseau de soins AVC » et 67 à la question concernant la prise en charge des AVC dans les établissements accueillant les urgences mais dépourvus de service de neurologie ou de neurologue. Trente-sept des répondants travaillent en CHU, 47 en CHG. Vingt-six d'entre eux travaillent dans une UNV.

2.12.1 Résultats de la question : « Si vous deviez mettre en place un réseau de soins pour la prise en charge des AVC dans votre région, quelles sont les mesures qui, selon vous, seront difficiles à mettre en œuvre ? Selon vous, comment résoudre ces difficultés ? »

L'analyse des questionnaires a permis de dégager trois thèmes principaux (Jeanblanc, 2005):

- La continuité des soins et la prise en charge en aval de l'hospitalisation aiguë
- La permanence des soins et l'accueil en urgence des AVC (temps d'accès, accès aux examens complémentaires, télémédecine, thrombolyse)
- L'information au public

Le thème qui est revenu le plus souvent parmi les réponses (29 médecins/79) est le thème de la continuité des soins et de la filière d'aval. Les médecins soulèvent les problèmes rencontrés pour transférer leurs patients vers les services soins de suite. Ces difficultés sont liées soit à une carence en lits dans ces services, soit au manque de structures spécialisées. La filière d'aval est donc saturée, ce qui entraîne un encombrement des lits d'hospitalisation aiguë.

Pour remédier à ce problème, les médecins (18 médecins/79) proposent de mettre en place une filière spécialisée basée sur des conventions entre les services d'hospitalisation aiguë d'un côté et les services de soins de suite, de long séjour, et les maisons de retraites de l'autre. Ils appellent également à une augmentation du nombre de lits des structures d'aval existantes.

Le deuxième thème fréquent est la permanence des soins. Les médecins (18/79) sont préoccupés par la nécessité d'assurer un système de garde (ou d'astreinte) en neurologie

vasculaire. Le problème du manque de neurologues ou de médecins formés à la neurologie vasculaire reste un frein à la permanence des soins ainsi que le faible nombre d'internes en formation dans cette spécialité. La réponse au manque de neurologue passe selon eux (9/79) par la création de postes de PH en neurologie dans les services et l'augmentation du nombre de médecins (neurologues ou non) formés à la neurologie vasculaire. L'idée de la mutualisation des moyens entre plusieurs services de neurologie d'établissements voisins est également avancée.

Un autre problème souvent mis en évidence (14/79) est le problème de l'accès à l'IRM 24h/24 et en urgence, ce problème se pose autant dans les CHU que dans les CHG et aucun médecin n'a pu proposer de solution spécifique.

Le problème de la distance et du temps d'accès aux soins notamment pour les patients éligibles à la thrombolyse (délai de prise en charge inférieur à trois heures suivant l'apparition des symptômes) a également été évoqué.

Le troisième thème abordé par les médecins est l'information du public. Les médecins (8/79) appellent en effet à une sensibilisation du public par campagne de presse ou télévisée afin d'améliorer ses connaissances sur la pathologie, les premiers signes d'alertes et améliorer le recours au centre 15.

2.12.2 Résultats de la question « Par qui et comment (organisation des soins) sont pris en charge les AVC dans les établissements habilités à recevoir les urgences (SAU ou UPATOU) mais ne disposant pas de service de neurologie ni de neurologue ? »

Seulement 8 médecins (8/67) décrivent l'existence de procédures de transfert, en routine, depuis le service des urgences vers le CHU ou le CHG le plus proche disposant des compétences spécialisées nécessaires.

Pour tous les autres médecins (59/67), les patients sont pris en charge sur place aux urgences dans un premier temps puis hospitalisés dans différents services (ayant plus ou moins de rapport avec la pathologie en fonction des places disponibles : médecine interne, cardiologie, médecine polyvalente par exemple). Les transferts vers les grands centres restent possible (11/67) sans qu'il s'agisse d'une procédure de routine, mais ils sont souvent empreints de conditions particulières concernant l'indication (thrombolyse ou non) l'âge du sujet ou la gravité.

2.13 Conclusion

L'analyse de notre enquête semble montrer que les UNV ne bénéficient pas tellement de plus de moyens techniques que les établissements sans UNV, bien que l'efficacité de ces

unités ait été prouvée (Amarenco, 2002). La différence pourrait donc provenir des moyens humains, puisque les plus petits hôpitaux ont des difficultés de dotation en personnel, cependant nous nous sommes heurtés à la difficulté d'obtenir des informations fiables et formatées via un questionnaire. Les questions ouvertes ont toutefois bien montré les préoccupations des médecins face au manque de personnel spécialisé dans la prise en charge des AVC.

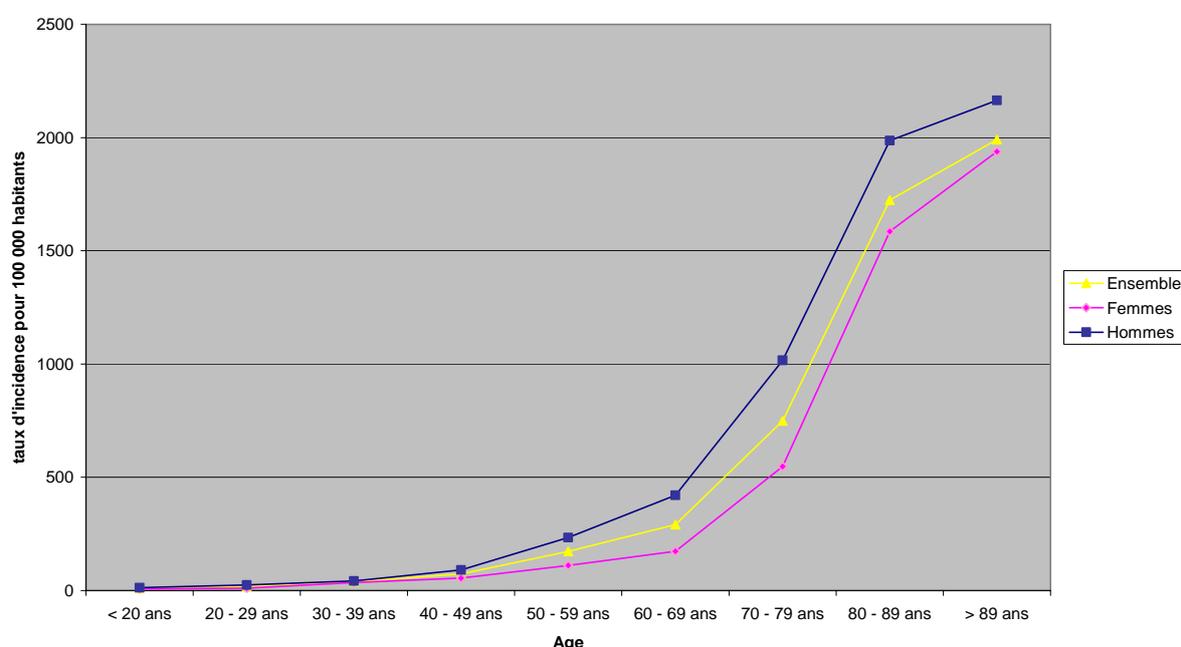
Il semble que les UNV bénéficient des structures dans lesquelles elles sont implantées, il faut donc que ces structures possèdent les moyens nécessaires. Pour les hôpitaux n'ayant pas d'UNV, la dotation en personnel semble être le principal frein à l'amélioration de la prise en charge des AVC puisque les moyens techniques ne semblent pas sensiblement différents.

3 Analyse de la base de donnée du PMSI

3.1 Incidence des AVC par âge et sexe

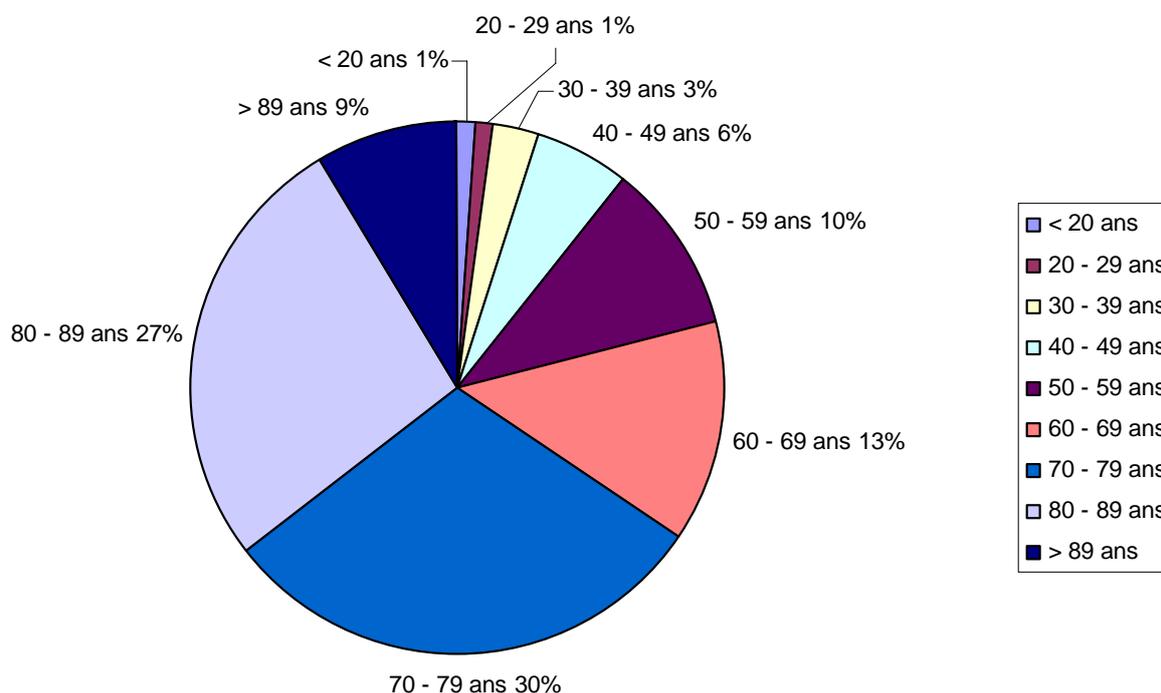
La base de données du PMSI de l'année 2002 nous a permis de calculer les taux d'incidence (nombre de nouveau cas par an pour 100 000 habitants) par âge et sexe pour la région Bourgogne. Grâce au numéro de chaînage nous avons pu sélectionner uniquement les nouveaux cas d'AVC de l'année 2002. La Figure 9 montre l'évolution des taux d'incidence en fonction de l'âge pour les deux sexes.

Figure 9: Taux d'incidence par âge et sexe de la région Bourgogne d'après les données du PMSI



Les taux d'incidence sont relativement faibles pour les moins de 60 ans ; à partir de 60-70 ans ils augmentent très fortement pour les deux sexes, mais de manière plus marquée chez les hommes atteignant un taux de 2000 AVC pour 100 000 habitants entre 80 et 89 ans. L'écart entre les deux sexes tend à diminuer à partir de 80 ans.

La proportion des patients hospitalisés pour AVC par groupe d'âge est représentée Figure 10. Même si les deux tiers des patients hospitalisés ont plus de 70 ans, les AVC touchant les actifs sont relativement nombreux (20% ont moins de 60 ans). Ce qui est conforme aux statistiques internationales puisqu'on estime que 75% des patients ont plus de 65 ans (Sudlow and Warlow, 1997).

Figure 10: Répartition des AVC par groupe d'âges

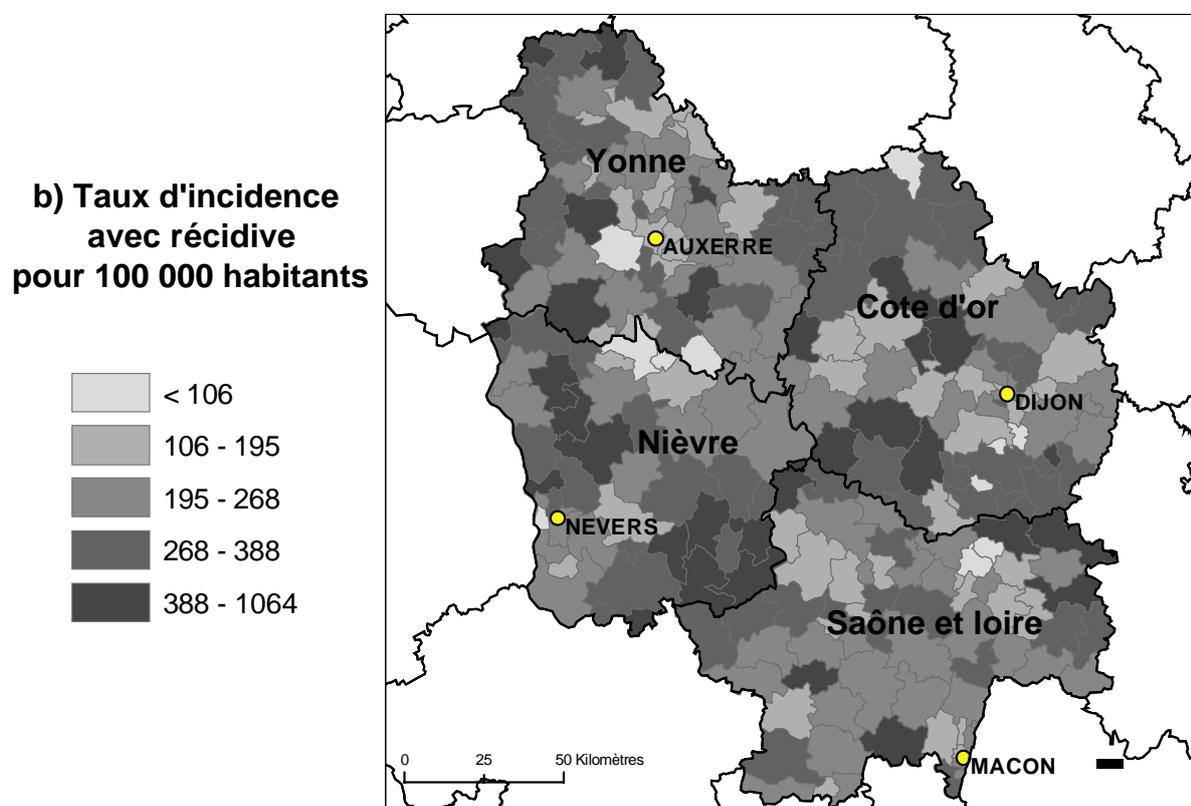
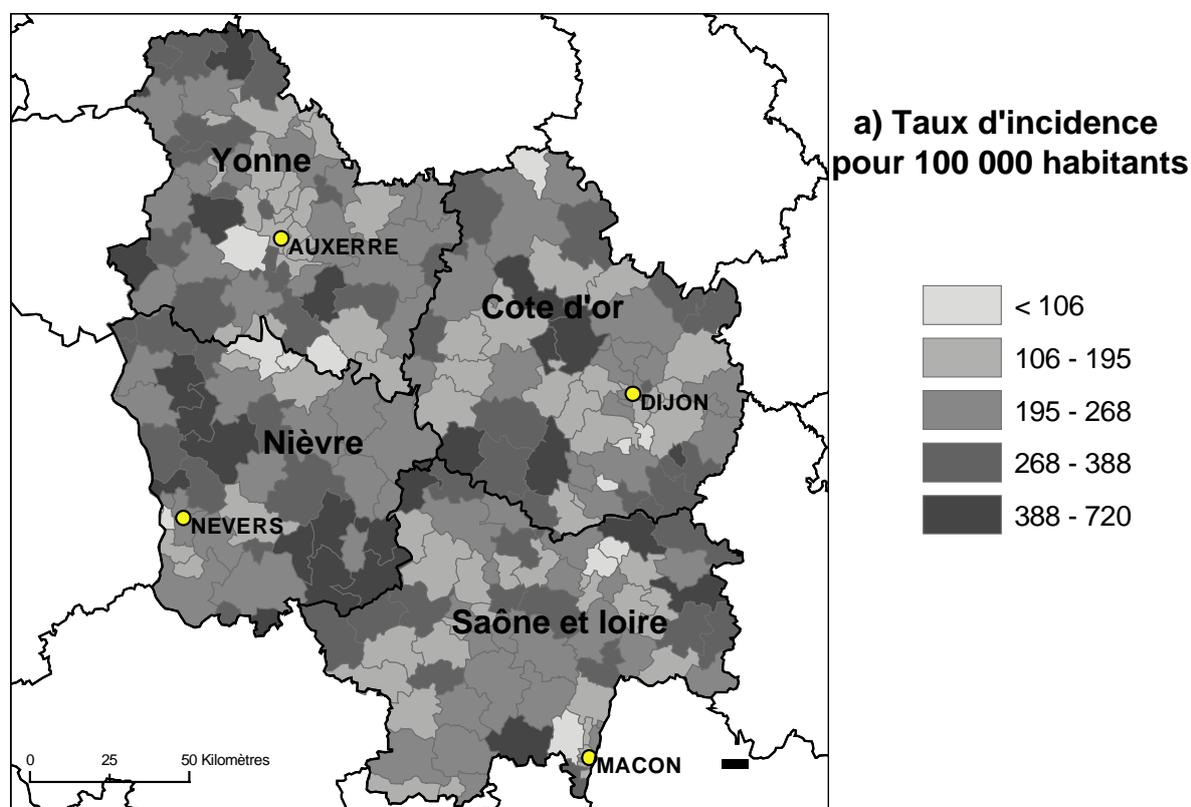
3.2 Incidence des AVC par code postaux

Nous avons effectué une cartographie à l'échelle du code postal de l'incidence des AVC hospitalisés à partir des données issues du PMSI. La Carte 9-a permet de visualiser le taux d'incidence des AVC pour 100 000 habitants obtenu à partir de la base du PMSI 2002 pour chaque code postal de Bourgogne. Il s'agit du taux d'incidence des AVC hospitalisés (le PMSI est une base de données hospitalière). Les écarts entre les zones de codes postaux sont importants puisque l'incidence varie de 106 AVC pour 100 000 habitants à 720 AVC pour 100 000 habitants selon les zones. Il est très élevé dans la Nièvre, relativement faible dans le département de la Saône et Loire et très faible à la frontière entre la Nièvre et l'Yonne au sud d'Auxerre (commune de Clamecy). Ces différences s'expliquent par les différences de structure d'âge de la population, une forte proportion de personnes âgées se traduit par une incidence élevée pour les AVC.

3.3 Taux d'incidence avec récurrence

Le taux d'incidence avec récurrence est calculé de la même manière que le taux d'incidence mais prend en compte toutes les hospitalisations pour AVC (avec les récurrences de l'année) au contraire du taux d'incidence calculé précédemment qui ne prend en compte que les

Carte 9: Taux d'incidence des AVC pour 100 000 habitants par code postal avec et sans récurrence dans l'année



nouveaux cas. Ce taux d'incidence avec récurrence est très utile pour la planification puisqu'il permet d'évaluer les besoins de prise en charge.

La Carte 9-b montre la répartition par code postal des taux d'incidence avec récurrence des AVC de la région Bourgogne. Les taux d'incidence avec récurrence sont plus élevés que les taux d'incidence calculés précédemment ; ils sont particulièrement élevés dans le sud de la Nièvre et le nord de la Côte d'Or.

3.4 Modes d'entrées et sortie

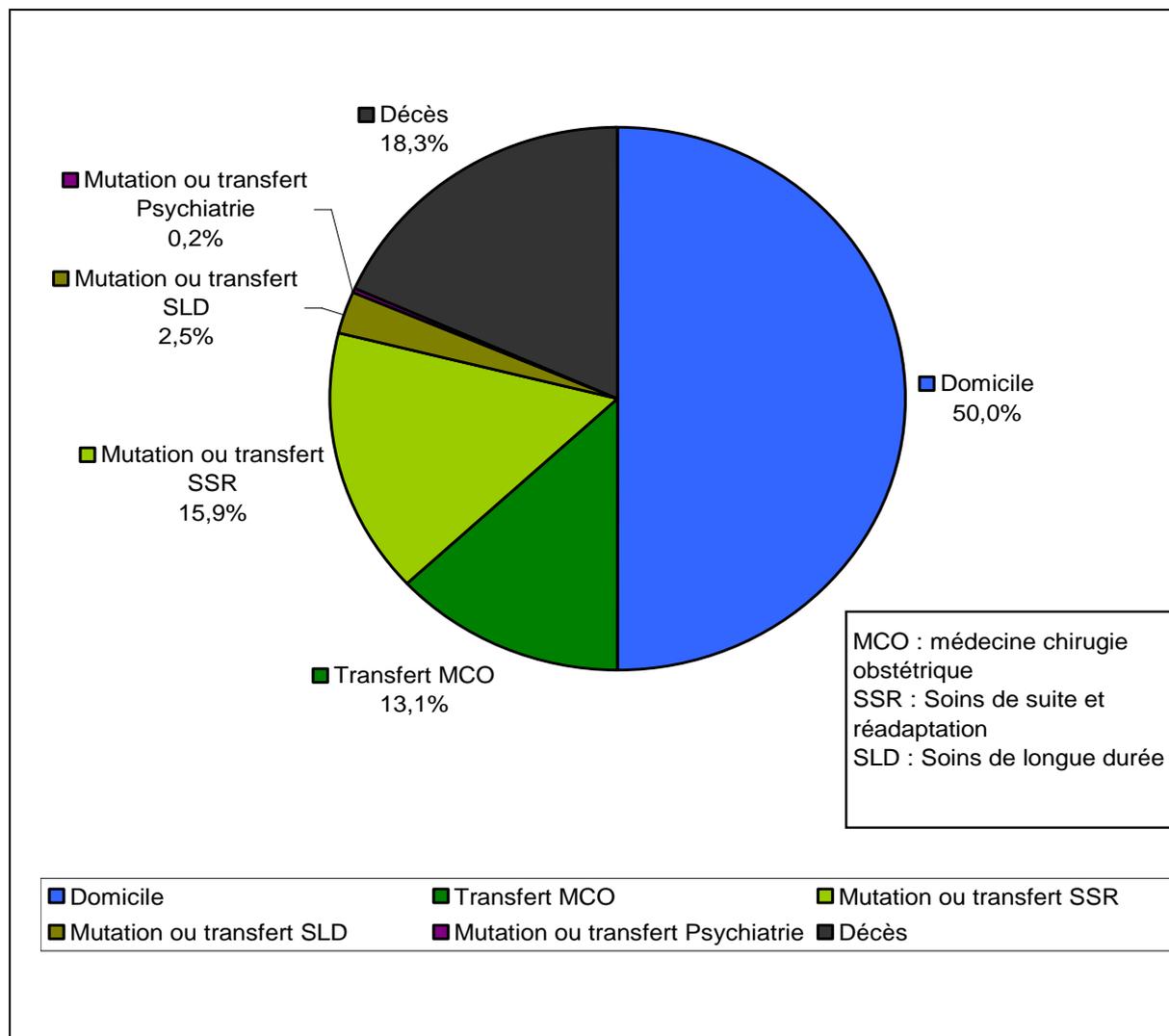
A partir des données issues du PMSI nous avons étudié les modes d'entrée et de sortie des patients atteints d'AVC. Nous avons sélectionné tous les patients bourguignons et tous les patients hospitalisés en Bourgogne.

Le mode d'entrée principal des patients atteints d'AVC est le domicile (89% des séjours), 10% des entrées se fait par transfert et seulement 1% par mutation, les trois quart des transferts proviennent d'une structure MCO (médecine, chirurgie, obstétrique).

La Figure 11 présente la proportion des différents modes de sortie (incluant les destinations en cas de transfert ou mutation) pour les patients hospitalisés pour AVC. Il apparaît que la moitié des patients rentrent chez eux au terme de leur séjour hospitalier tandis que 18% décèdent à l'hôpital, 16% sont transférés en soins de suite et réadaptation et 13% restent dans le champ MCO (médecine chirurgie obstétrique).

Ils sont très peu nombreux à être transférés ou mutés en soins de longue durée (SLD) (2,5%) ou en psychiatrie (0,2%).

La Figure 12 montre la répartition des différents modes de sortie en fonction des groupes d'âge. On remarque alors que plus l'âge augmente moins le retour à domicile est fréquent et plus les décès sont nombreux. Les personnes âgées sont davantage transférées ou mutées en soins de suite et réadaptation ou soins de longue durée que les jeunes mais sont moins souvent transférés dans d'autres unités MCO.

Figure 11: Modes de sortie des patients atteints d'AVC

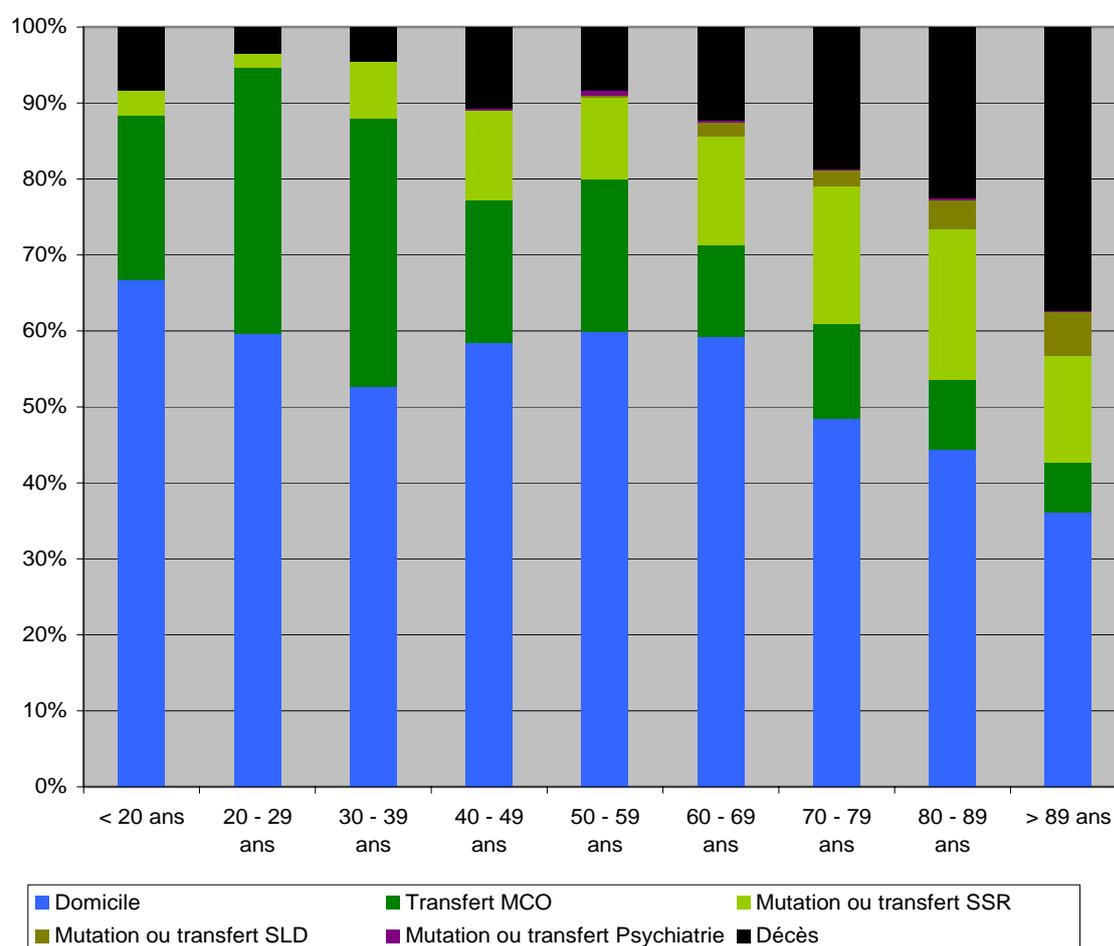
3.5 Taux de fuite et taux d'attraction

A l'aide de la base de données du PMSI nous avons pu calculer les taux de fuite et d'attraction de la région Bourgogne et de chacun de ses quatre départements (Méthodes en page 82).

Nous avons calculé en premier lieu les taux de fuite et d'attraction intra bourgogne, c'est-à-dire les taux de fuite d'un département bourguignon au profit des autres départements de la région et les taux d'attraction d'un département bourguignon de la part des autres départements bourguignons.

Les résultats rapportés dans le Tableau 13 montrent notamment que le territoire le plus attractif pour les patients bourguignons est sans conteste le département de la Côte d'Or (taux d'attraction de 12,94%), les autres territoires n'attirant que peu les bourguignons. Les patients du département de la Côte d'Or se dirigent peu vers les établissements des trois autres départements bourguignons (taux de fuite : 0,91%). La Nièvre est le territoire qui a le taux de fuite au profit du reste de la région le plus élevé (12,32%). Dans la base de données issue du PMSI pour l'année 2002 nous n'avons recensé aucune fuite de Côte d'Or au profit de la Nièvre et aucune fuite de la Saône-et-Loire au profit de l'Yonne. En effet la traversée du Morvan est peu aisée, ce qui rend les échanges transversaux difficiles et peu fréquents.

Figure 12: Modes de sortie des patients atteints d'AVC par groupe d'âge



Enfin, pour l'ensemble de la région les taux de fuite (10,9%) et d'attraction (10,38%) vers les autres régions sont équilibrés (Tableau 13).

Le Tableau 13 présente également les taux de fuite et d'attraction de chaque département vers la France entière. Il apparaît que les taux d'attraction de la Côte d'Or, de la Nièvre et de la Saône et Loire sont assez élevés, l'attraction de la Nièvre et de la Saône et Loire provient

pour l'essentiel d'autres régions que la Bourgogne. Les taux de fuite de la Nièvre, la Saône et Loire et l'Yonne sont très élevés, la fuite des Icaunais se fait principalement au profit de la région parisienne.

Tableau 13: Taux de fuite et d'attraction des départements bourguignons

		Taux de fuite	Taux d'attraction
Attraction et fuite intra bourgogne	Côte d'or	0,91%	12,94%
	Nièvre	12,32%	0,82%
	Saône et Loire	9,46%	3,40%
	Yonne	6,36%	1,74%
Attraction et fuite France entière	Côte d'or	4,85%	18,78%
	Nièvre	25,08%	16,55%
	Saône et Loire	22,14%	17,56%
	Yonne	19,40%	8,02%
	Bourgogne	10,90%	10,38%

L'analyse de la base de données du PMSI nous a fourni une grande quantité d'information que nous résumons dans le Tableau 14.

Tableau 14: Récapitulatif des résultats de l'analyse de la base de données du PMSI

✓ Incidence par âge et sexe	Augmentation de l'incidence avec l'âge 2/3 des patients ont plus de 70 ans
✓ Incidence par codes postaux	Variation entre 100 et 700 AVC par ans pour 100 000 habitants Variation de l'incidence selon les zones
✓ Mode d'entrée	89 % de provenance domicile
✓ Mode de sortie	50 % retour à domicile 20 % de décès Personnes âgées : sorties principales : décès puis transfert ou mutation Jeunes : sorties principales: domicile

4 Différence entre AVC observés et AVC attendus

Nous avons comparé le nombre de cas d'AVC observés (à partir des données du PMSI) au nombre de cas d'AVC attendus (calculés à partir des données du registre des AVC de Dijon) (Méthodes en page 80), dans le but d'évaluer la fiabilité des données du PMSI.

Les différences entre les deux bases sont de deux ordres :

Le registre des AVC de Dijon recense les cas de novo tandis que la base de données du PMSI (sur une année) permet de recenser les nouveaux cas de l'année.

Le registre de Dijon recense les cas hospitalisés et non hospitalisés tandis que la base de donnée du PMSI ne recense que les cas hospitalisés.

Nous avons posé les hypothèses suivantes :

Le nombre de cas observé (issu de la base de données du PMSI) devrait être plus élevé que le nombre de cas attendus calculé à partir du registre de Dijon puisqu'il tient compte des récidives à plus d'un an.

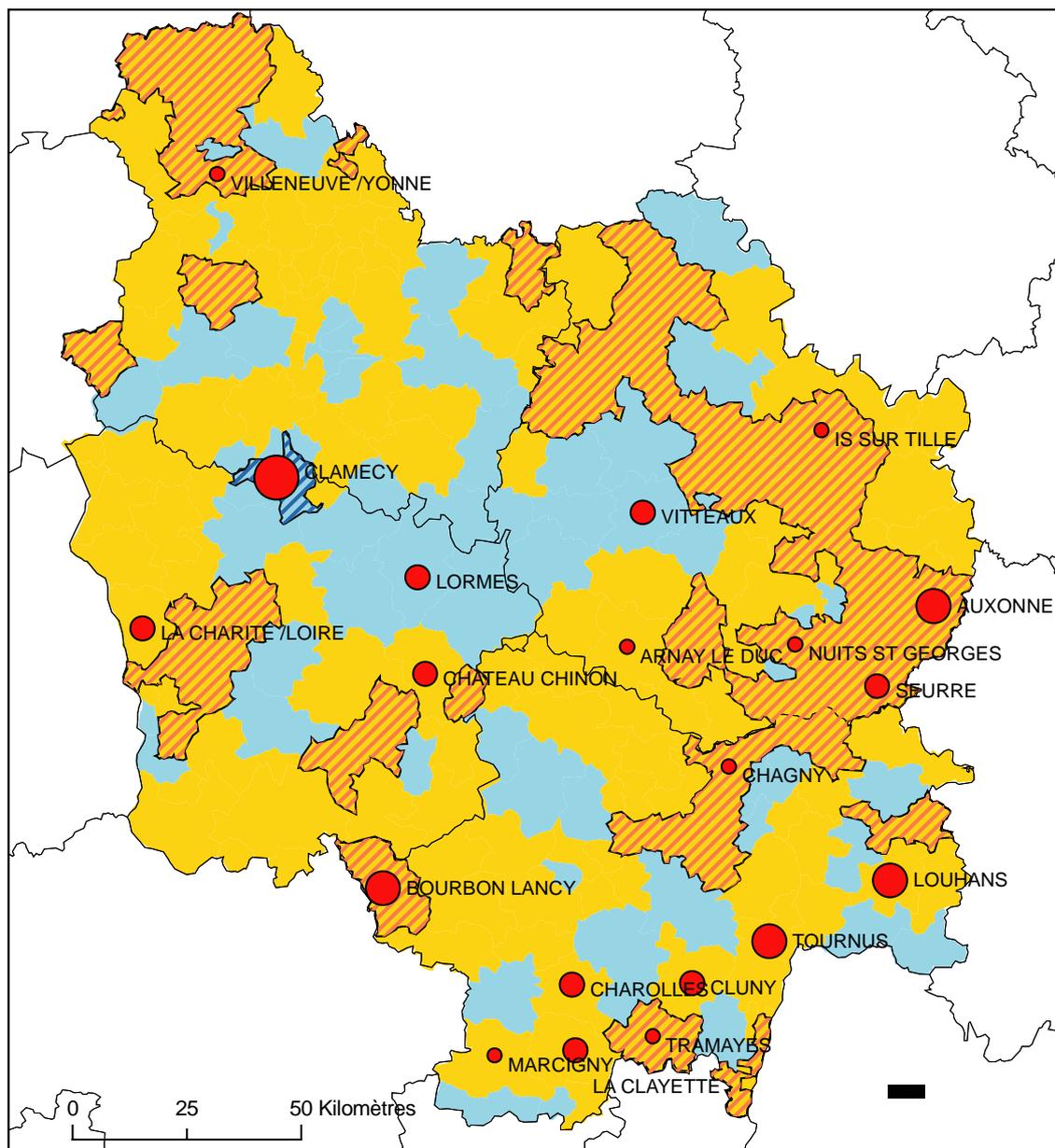
En revanche, si l'on observe un nombre de cas attendus plus élevé que le nombre de cas observé, cela démontrera une sous hospitalisation des AVC.

La valeur du SIR (standardized incidence ratio) qui estime la différence entre le nombre de cas attendus et observés est représentée Carte 10.

Alors que l'on s'attend à une majorité de zones dont le nombre de cas observé (issu du PMSI) est plus élevé que le nombre de cas attendus, on observe l'effet inverse sur un certain nombre de zones. Elles sont situées au centre et au sud de la région Bourgogne, ainsi qu'au centre de l'Yonne. Ces zones sont donc caractérisées par une sous hospitalisation des AVC. Cependant parmi ces zones, une seule a une différence significative par test du χ_2 ; il s'agit de la zone située autour de la commune de Clamecy.

Ce phénomène de sous-consommation hospitalière pourrait s'expliquer par la non exhaustivité de la base de donnée du PMSI. En effet, alors que tous les établissements hospitaliers doivent procéder à la description de leur activité par le PMSI, certains hôpitaux ne figurent pas dans la base de donnée du PMSI (Carte 10). Les hôpitaux de Bourgogne ne figurant pas dans le PMSI ne sont pas négligeables puisqu'en terme de lits, ils représentent 7,5% des lits de médecine (Tableau 15).

Carte 10: Différence entre l'incidence théorique et observée



Légende

SIR (Standardized incidence ratio)
(NBcas observés / NBcas attendus)

- Nb cas attendus < Nb cas observés (Non Significatif)
- Nb cas attendus < Nb cas observés (Significatif alpha=5%)
- Nb cas observés < Nb cas attendus (Non Significatif)
- Nb cas observés < Nb cas attendus (Significatif alpha=5%)

Hopitaux ne figurant pas dans le PMSI
Nombre de lits de médecine

- 5 - 10
- 11 - 16
- 17 - 22
- 23 - 30

Tableau 15: Nombre de lits de médecine selon leur présence ou non dans la base du PMSI par territoire sanitaire

Territoire sanitaire	Nombre de lits Médecine	Pourcentage	PMSI
Nord Saône-et-Loire	633	95,7%	OUI
	28	4,3%	NON
	661		TOTAL
Sud Saône-et-Loire	402	79,7%	OUI
	102	20,3%	NON
	504		TOTAL
Nièvre	402	90,3%	OUI
	43	9,7%	NON
	445		TOTAL
Nord Yonne	254	96,6%	OUI
	9	3,4%	NON
	263		TOTAL
Sud Yonne	365	92,4%	OUI
	30	7,6%	NON
	395		TOTAL
Cote d'Or	1265	94,8%	OUI
	69	5,2%	NON
	1334		TOTAL
Bourgogne	3321	92,2%	OUI
	281	7,8%	NON
	3602		TOTAL

Les hôpitaux ne figurant pas dans le PMSI sont pour la plupart des hôpitaux locaux sauf 5 d'entre eux qui sont des centres hospitaliers (La Charité sur Loire, Château-Chinon, Bourbon-Lancy, Charolles et Clamecy). L'absence dans la base de donnée du PMSI des données de l'hôpital de Clamecy (qui possède 30 lits de médecine), pourrait expliquer la sous représentation du nombre de cas d'AVC observé dans cette zone par rapport aux nombre de cas attendus, il en est de même pour de nombreux petits hôpitaux du sud de la Saône et Loire. Ce territoire possède un taux élevé d'hôpitaux ne figurant pas dans le PMSI (ils représentent près de 20% des lits de médecine du territoire).

Les différences entre les deux sources de données les rendent difficilement comparable, mais nous avons tout de même pu dégager une tendance de sous hospitalisation au centre de la région, au centre de l'Yonne et au sud de la région Bourgogne. Cette impression de sous hospitalisation peut cependant être biaisée par le fait que certains hôpitaux ne fournissent pas les données du PMSI.

Les données du registre de Dijon ont été comparées dans plusieurs études à des données provenant d'autres registres internationaux (Sudlow and Warlow, 1997; Wolfe, Giroud et al., 2000; Warlow, Sudlow et al., 2003). Il en ressort que l'incidence observée à Dijon est plus

faible que celle observée dans d'autres pays européens. Les raisons de cette différence ont été discutées et pourraient provenir de la sous identification des cas ou bien la protection contre les maladies vasculaires grâce à une alimentation saine ou la consommation quotidienne (mais en faible quantité) d'alcool comme le vin rouge (Law and Wald, 1999).

Cette différence entre les données observées à Dijon et dans d'autres pays, implique que la valeurs des cas attendus que nous avons calculé à partir des données du registre est sous évaluée par rapport aux données internationales.

Une étude (Lemesle, Giroud et al., 1996) effectuée en Bourgogne a comparé les données d'incidence et de mortalité par AVC issues du registre de Dijon (qui concerne uniquement les habitants de Dijon intramuros) et des données provenant de la ville d'Avallon. L'étude a été menée entre 1989 et 1993 et avait pour but d'étudier les différences d'incidence et de mortalité des AVC entre une population rurale (Avallon) et une population urbaine (Dijon).

Les résultats obtenus montrent des taux d'incidence et de mortalité plus élevés dans la ville d'Avallon que dans celle de Dijon. Les auteurs expliquent les différences entre les taux d'incidence par un taux d'hypertension non traitée plus important à Avallon qu'à Dijon et les différences entre les taux de mortalité par un plus grand taux d'AVC hémorragiques et de patients comateux à Avallon. Les auteurs concluent que les population urbaines et rurales n'ont peut être pas les même facteurs de risque.

Les données d'incidence (provenant du registre de Dijon) que nous avons utilisées pour calculer le nombre de cas attendus, sont donc plus faibles que les données d'incidence observée dans d'autres pays et plus faible que les données d'incidence observée dans une population rurale proche (Avallon).

Si le taux d'incidence observé à Dijon se révélait plus faible que dans le reste de la région Bourgogne, cela signifie que le nombre de cas attendu que nous avons calculé est sous évalué ce qui accentuerait d'autant le phénomène de sous hospitalisation souligné lors de la comparaison avec les données du PMSI.

Pour tenter de diminuer les différences dues aux récurrences à plus d'un an contenues dans la base de données du PMSI, nous avons dans un premier temps songé à diminuer les valeurs d'incidence obtenues à l'aide d'un facteur récurrence. Cette tentative s'est révélée impossible. En effet les taux de récurrences varient considérablement selon les études (récurrence à un an entre 3 et 8%, à 3 ans entre 6 et 25 %, à 10 ans de 43 % (Hardie, Hankey et al., 2003; Hillen, Coshall et al., 2003)), selon le nombre d'années d'observations (récurrence à 1 an différent de récurrence à 5 ans), selon le nombre de récurrences déjà survenues (un patient ayant eu 2 AVC à un taux de récurrence attendu plus élevé qu'un patient qui n'en a eu qu'un) et selon

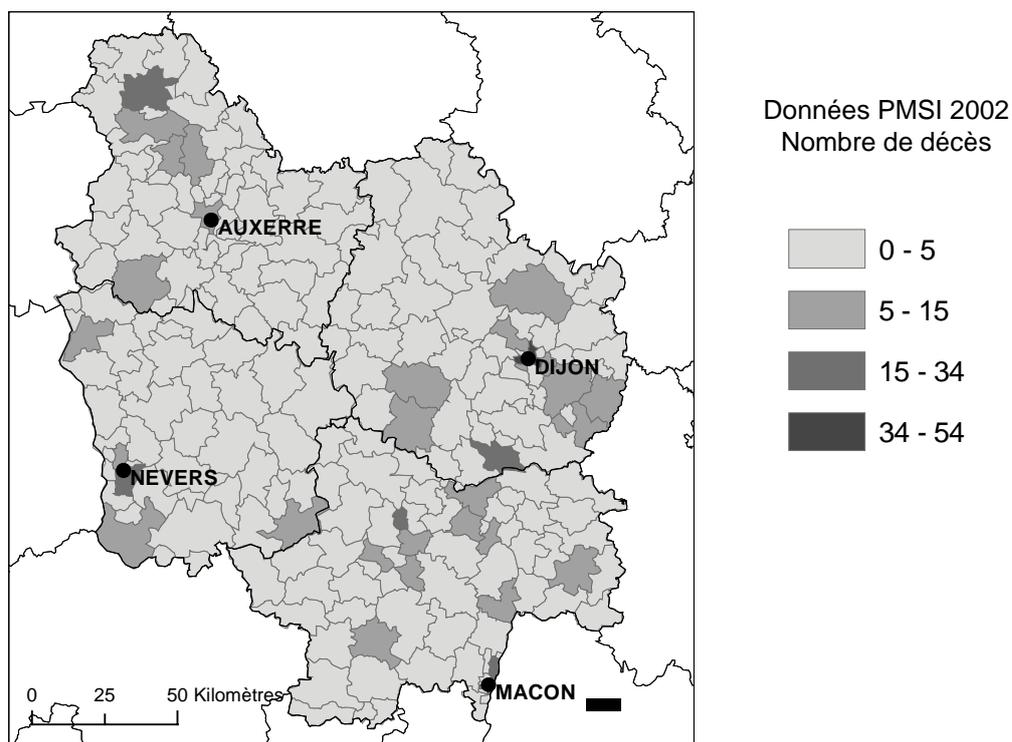
le type d'AVC. Intégrer un facteur récidive n'aurait donc fait qu'ajouter un biais à la comparaison des données, nous ne l'avons donc pas fait.

5 Comparaison des données de décès

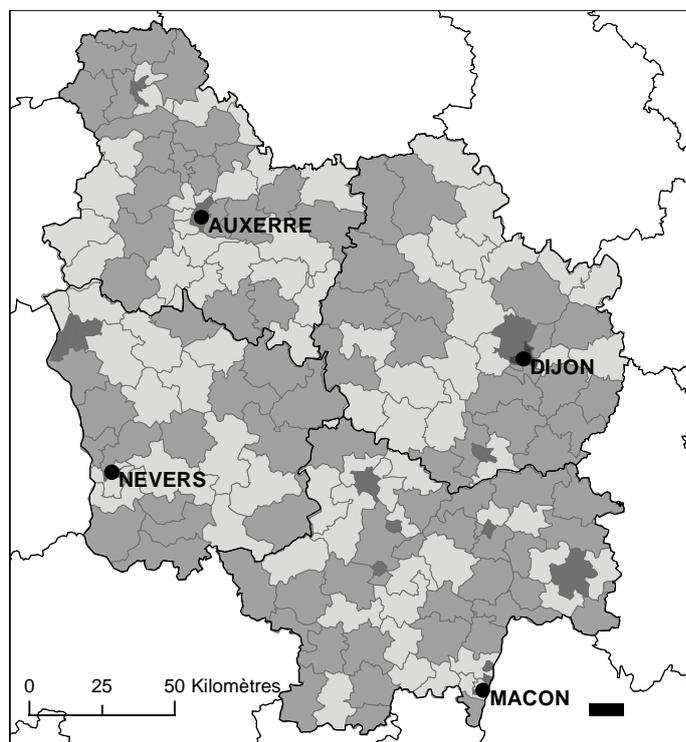
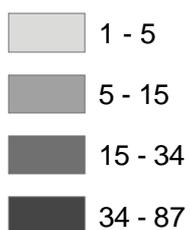
Nous avons comparé les données de décès de l'ORS et les données de décès par accident vasculaire cérébral (et autres maladies cérébrovasculaires) issues du PMSI (Méthodes en page 82). Le PMSI donne le nombre de décès observé dans le secteur hospitalier pendant l'année 2002, et l'ORS donne le nombre moyen de décès observé par maladies vasculaires cérébrale par cantons.

Ces deux types de données représentent toutes deux des données observées. La Carte 11 présente le nombre de décès recueillis par le PMSI et le nombre de décès selon l'ORS. Les codes postaux sont des regroupement de communes différents des cantons (non emboîtés), il est donc difficile de comparer les données de l'ORS avec les données du PMSI autrement que cartographiquement. Il apparaît clairement que la base de données du PMSI donne des valeurs beaucoup plus faible que l'ORS. Cette sous estimation provient du fait que la base de données du PMSI est une base de donnée hospitalière uniquement, et n'y figurent donc que les décès survenus au sein de l'hôpital dans le champ MCO (médecine, chirurgie, obstétrique). Le nombre de décès survenus en dehors du champ MCO (autres champs d'activité (Soins de suite et réadaptation, soins de longue durée, psychiatrie) ou à domicile) serait alors très élevé. Le champ MCO du PMSI ne suffit apparemment pas à évaluer les taux de décès puisqu'il sous estime de beaucoup la réalité, beaucoup de décès ont lieu à domicile, dans des maisons de retraite ou des centres de soins de suite ou réadaptation ou des centres de psychiatrie.

Carte 11: Nombre de décès par AVC source PMSI et source ORS



Données ORS
Nombre moyen de décès
(1998-2000)



6 Etude de flux domicile hôpital

Afin d'étudier les trajectoires des patients nous avons utilisé une méthode fondée sur l'utilisation réelle des services, en exploitant la base de données du PMSI. Nous avons effectué l'analyse des déplacements de la population bourguignonne vers les différents établissements avec une visualisation en oursins. Afin d'étudier l'adéquation entre le lieu d'hospitalisation et l'établissement de soins le plus proche du domicile du patient nous avons comparé les oursins aux polygones de Voronoï formés à partir du réseau d'établissements (Méthodes en page 83).

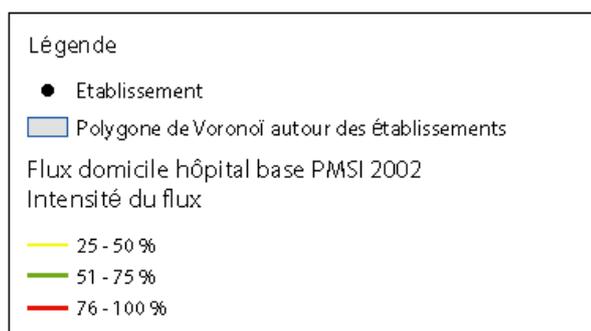
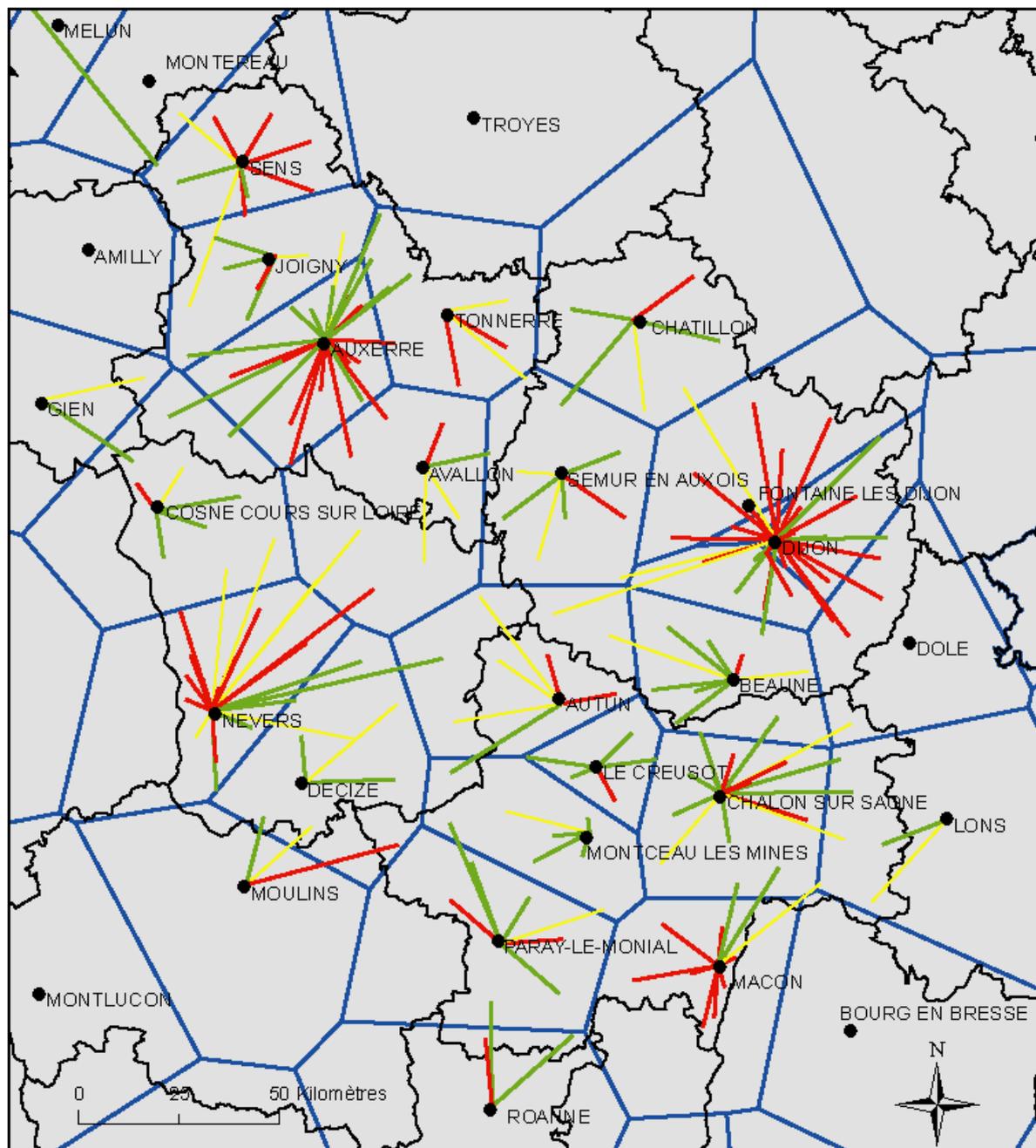
Le fichier du PMSI ne permet pas de distinguer les établissements publics appartenant à la même entité juridique, ainsi les flux vers l'hôpital de Montbard sont cumulés sur ceux de Châtillon sur seine (il s'agit du centre hospitalier intercommunal de Châtillon-Montbard).

Nous avons cherché à étudier le choix du patient envers un établissement plutôt qu'un autre. Dans un contexte d'urgence, comme le sont les AVC, le choix du lieu d'hospitalisation du patient devrait se faire en faveur d'une offre de proximité, cependant la gravité de cette pathologie peut également amener les patients à choisir un hôpital offrant davantage de service, plus gros, donc plus attractif.

Les résultats sont présentés sur la Carte 12. La représentation en oursins, dont seul le flux principal de chaque code postal est représenté permet de bien visualiser l'attraction très forte de Dijon, Nevers et Auxerre. Pour ces trois hôpitaux, les flux principaux sont situés au-delà de la limite des polygones de Voronoï qui leurs sont associés, et sont pour la plupart des flux de plus de 75%.

Pour les établissements de plus petite taille, la délimitation des polygones de Voronoï semble un peu mieux refléter leurs aires d'attraction. Au centre de la région, où la densité d'établissements est moins importante, les flux principaux sont plus faibles (pour la plupart ce sont des flux de moins de 50%) ce qui indique qu'aucun hôpital de cette zone n'est plus attractif que les autres. De manière générale les patients hospitalisés pour AVC semblent attirés par les hôpitaux proches de plus grande taille.

Carte 12: Destinations principales des patients bourguignons pour les AVC et polygones de Voronoï



7 Modélisation du réseau routier via ChronoMap

Afin de calculer les temps d'accès, le réseau routier doit être modélisé par ChronoMap. La modélisation créée à partir d'un réseau routier, quel qu'il soit, un graphe au format ChronoMap, cette étape indispensable, est automatique grâce au menu de ChronoMap.

Un certain nombre de réseaux sont reconnus automatiquement par ChronoMap grâce à leur structure, dont le réseau routier IGN500 (et IGN120 qui est structuré de la même manière) que nous avons utilisé.

Après la modélisation, les codes fluidité sont rattachés à chaque tronçon. Cette étape, supposée simple et sans problème apparent puisque le réseau que nous utilisons est reconnu par ChronoMap, n'est en réalité pas si fiable.

En effet, la base de donnée IGN500 renseigne pour chaque tronçon de route, entre autres champs, le type de route, le nombre de voies et le nombre de chaussées. En fonction de ces paramètres, Chronomap définit un code fluidité qui déterminera la vitesse selon le véhicule choisi.

Selon Chronomap la correspondance entre les codes fluidité et le type de route est la suivante :

- Code fluidité 0 : voie piétonne ou de type inconnu
- Code fluidité 1 : voie cyclable
- Code fluidité 2 : petite rue urbaine, voie carrossable
- Code fluidité 3 : bretelle d'échangeur, rue urbaine "normale" non principale
- Code fluidité 4 : voie artérielle, grand axe urbain
- Code fluidité 5 : liaison locale, liaison régionale à 1 voie
- Code fluidité 6 : liaison régionale, voie rapide urbaine à 1 voie
- Code fluidité 7 : voie rapide urbaine à 2 voies et plus
- Code fluidité 8 : autoroute

Chaque véhicule dispose d'une correspondance entre les codes fluidité et la vitesse sur le tronçon.

Or, lors de la modélisation, Chronomap attribue aux tronçons des codes fluidités qui ne correspondent pas à leur type. En effet, les liaisons principales sont pour la plupart codées en code fluidité 5, les liaisons régionales et locales en code fluidité 4, les bretelles et les

autoroutes sont par contre bien codées. Ainsi sur l'ensemble du réseau 83% des tronçons ont un code fluidité de 4 (voie artérielle ou grand axe urbain), ce qui, associé avec un véhicule ambulance correspondrait à une vitesse de 40km/h.

Nous avons donc recodé l'ensemble des tronçons de sorte que les codes fluidité correspondent aux types décrits par la base de donnée de l'IGN. Nous avons recodé les liaisons principales en code fluidité 6, les liaisons locales en code fluidité 5 et les liaisons régionales en code fluidité 5 ou 6 suivant le nombre de voies (5 pour les tronçons ayant une voie et 6 pour les tronçons de plus d'une voie).

Ce recodage est indispensable pour avoir des données fiables de temps d'accès, car tous les résultats qui suivent en dépendent.

Une deuxième méthode peut également être utilisée ; elle consiste à modifier les vitesses en créant un nouveau véhicule, ce qui reviendrait à ne plus prendre en compte les types de routes définis par l'IGN, mais ceux définis par Chronomap. Cette méthode est beaucoup plus rapide mais ne permet pas de bien discriminer les différents types de routes. Pour le réseau bourguignon la majorité des routes seront considérées comme voie artérielle ou grand axe urbain (codé en code fluidité 4) avec une vitesse définie par l'utilisateur.

On peut définir un véhicule dont les vitesses associées à chaque code fluidité sont les suivantes :

Code Fluidité 0 : 5 Km/h

Code fluidité 1 : 10 Km/h

Code fluidité 2 : 20 Km/h

Code fluidité 3 : 30 Km/h

Code fluidité 4 : 70 km/h

Code fluidité 5 : 85 Km /h

Code fluidité 6 : 90 Km /h

Code fluidité 7 : 90 Km/h

Code fluidité 8 :110 Km/h

Ces codes et les vitesses qui leurs sont associées peuvent être comparées avec les vitesses associés aux codes fluidité du véhicule de type ambulance illustré Figure 6 en page 75, les vitesses de ce véhicule sont plus élevées mais la majorité des routes sont codées par Chronomap en Code fluidité 4.

La méthode qui consiste à utiliser cet exemple de véhicule à la place du véhicule de type ambulance sans changer les types de routes codées par Chronomap donne pratiquement les mêmes résultats que la méthode qui consiste à garder le véhicule ambulance et modifier la modélisation du réseau effectuée par Chronomap.

Ces résultats semblent en accord avec les connaissances du terrain que nous avons contrairement aux résultats trouvés avant recodage des tronçons qui augmentaient exagérément les temps d'accès.

8 Flux et secteur de proximité via le réseau routier

Nous avons précédemment étudié les flux domicile hôpital basés sur les flux principaux et les polygones de Voronoï. Les polygones de Voronoï permettent de calculer les secteurs de proximité par une distance euclidienne. Or la distance euclidienne n'est pas la distance réelle parcourue. Nous avons donc calculé les secteurs de proximité par la distance temps et étudié l'adéquation de ces nouveaux secteurs avec les flux obtenus à partir de la base PMSI 2002. La distance temps a été calculée à partir du réseau IGN Route 500 et à l'aide du logiciel Chronomap qui nous a permis de calculer les secteurs de proximité associés à chaque établissement de la région Bourgogne (Méthodes en page 85).

Nous avons calculé les secteurs de proximité via le réseau routier IGN ROUTE 500® à l'aide du logiciel Chronomap. Nous possédions ce réseau uniquement pour la région Bourgogne, les calculs de secteurs ont donc été effectués uniquement pour les hôpitaux de la région.

La Carte 13 représente les secteurs de proximité autour de chaque hôpital ainsi que les flux principaux domicile hôpital. Pour chaque code postal un seul flux principal est représenté.

Nous avons représenté le secteur de Clamecy bien que l'hôpital de Clamecy ne figure pas dans la base de données du PMSI, ce qui, à défaut d'étudier l'attraction de la zone, nous permet d'étudier les fuites de son secteur de proximité.

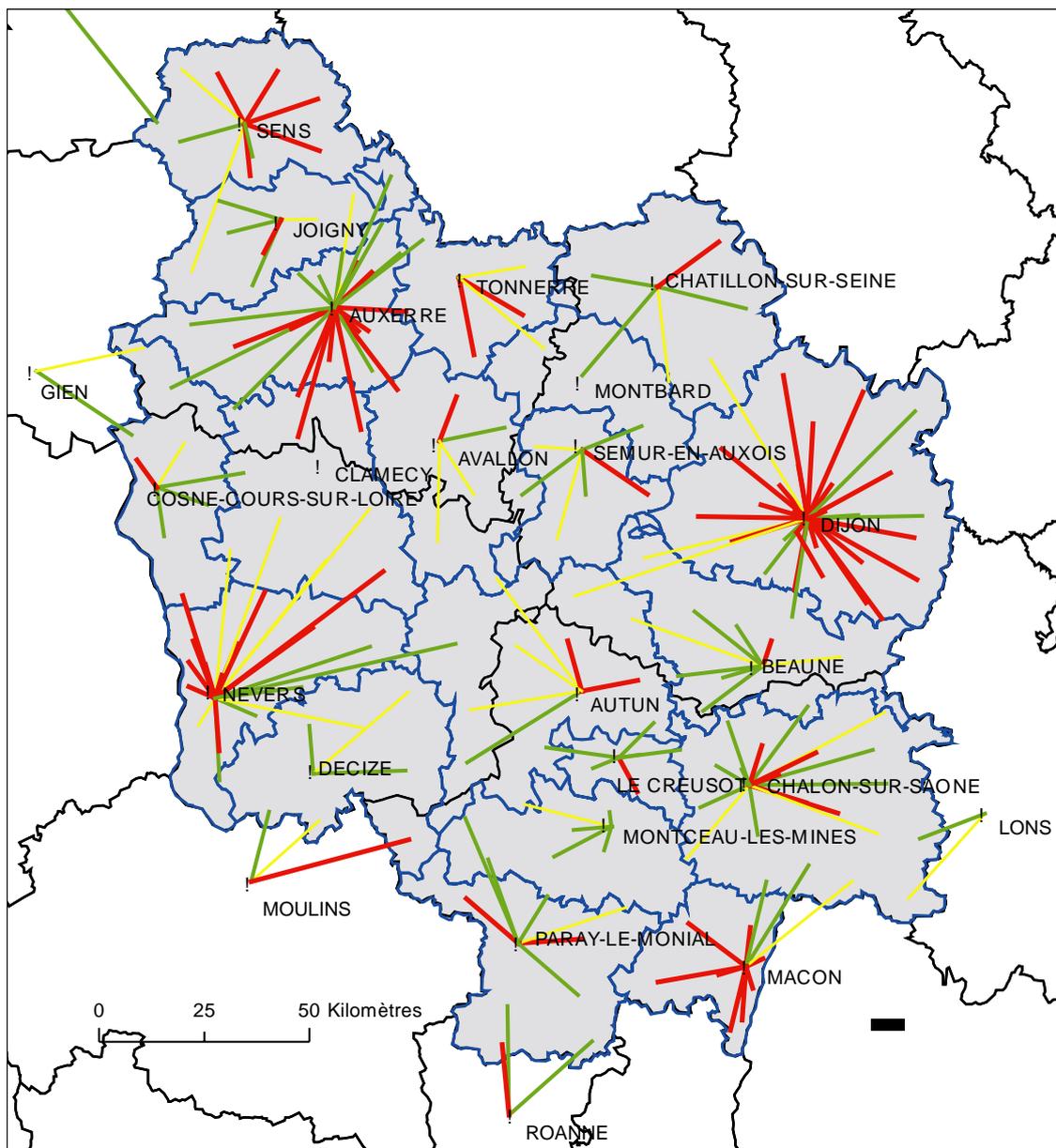
Les établissements de Châtillon sur seine et Montbard appartiennent à la même entité juridique (centre hospitalier intercommunal de Châtillon Montbard) il n'est donc pas possible de les différencier sur le fichier du PMSI, les flux des deux établissements sont cumulés sur Châtillon sur seine, on ne peut donc analyser pleinement les flux autour de ces deux établissements.

La représentation des flux et des secteurs permet de voir les fortes attractivités de Dijon, Auxerre et Nevers. Le secteur de Dijon est très étendu, il couvre presque le tiers du département de la Côte d'or ; les flux associés à Dijon sont nombreux mais ceux qui sortent de son secteur sont des flux de faible intensité.

Les flux associés à Auxerre sortant de la zone de proximité sont nombreux, ils viennent principalement de communes rattachées à Clamecy. Le secteur associé à Autun est très étendu, les flux y sont peu nombreux.

De manière générale la délimitation des secteurs semble assez bien refléter les aires d'attraction des petits établissements (Joigny, Tonnerre, Le Creusot, Autun, Avallon).

Carte 13: Destinations principales des patients bourguignons pour les AVC et secteurs de proximité



Légende

- & Etablissement accueillant les urgences
- ▭ Secteur de proximité via le réseau routier

Flux domicile hôpital base PMSI 2002
Intensité du flux

- 25 - 50 %
- 51 - 75 %
- 76 - 100 %

9 Comparaison des secteurs de proximité obtenus avec la distance euclidienne et la distance temps

Les résultats obtenus pour les études de flux avec les polygones de Voronoï (distance euclidienne) d'une part et avec les distances temps d'autre part, semblent assez similaires. Nous avons voulu regarder plus précisément les différences obtenues avec deux méthodes de calcul des secteurs de proximité.

Nous avons comparé (Carte 14) deux méthodes de construction des secteurs de proximité : la méthode utilisée avec les polygones de Voronoï qui utilise la distance euclidienne, et les secteurs de proximité calculés à l'aide de Chronomap et du réseau routier IGN ROUTE 500 qui utilise la distance temps. Nous n'avons pas tenu compte des régions limitrophes puisque nous possédions le réseau Route 500 uniquement pour la région Bourgogne.

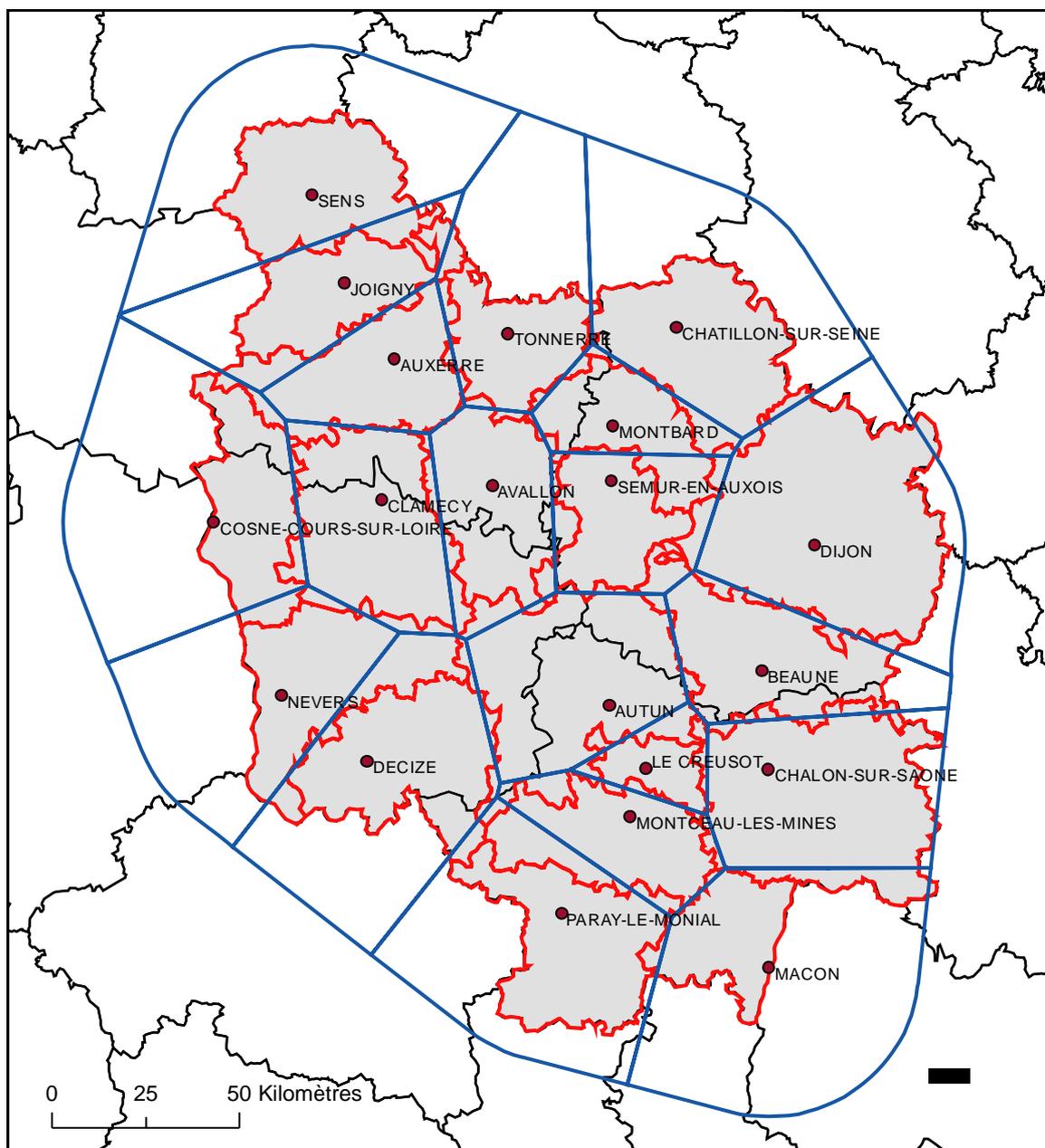
Nous avons calculé les secteurs de proximité autour de chaque hôpital accueillant les urgences.

La comparaison des zones de proximité obtenues avec les deux méthodes montre que les secteurs obtenus sont assez similaires pour la plupart des zones. Certaines sont remarquablement similaires (entre Dijon et Beaune ou Joigny et Auxerre).

Les zones qui diffèrent sont celles situées entre Semur en Auxois et Montbard, entre Paray le Monial et Montceau les mines et entre Decize et Nevers.

Les zones montagneuses du centre de la région n'entraînent pas davantage de différences entre secteurs temps et les secteurs distance euclidienne.

Carte 14: Comparaison des secteurs de proximité calculés avec la distance euclidienne et la distance temps



- Sites accueillant les urgences
- ▭ Secteurs de proximité distance temps (réseau Routier ROUTE 500)
- ▭ Secteur de proximité distance euclidienne (Polygones de Voronoï)
- ▭ Limites départementales

10 Accessibilité

10.1 Temps d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale

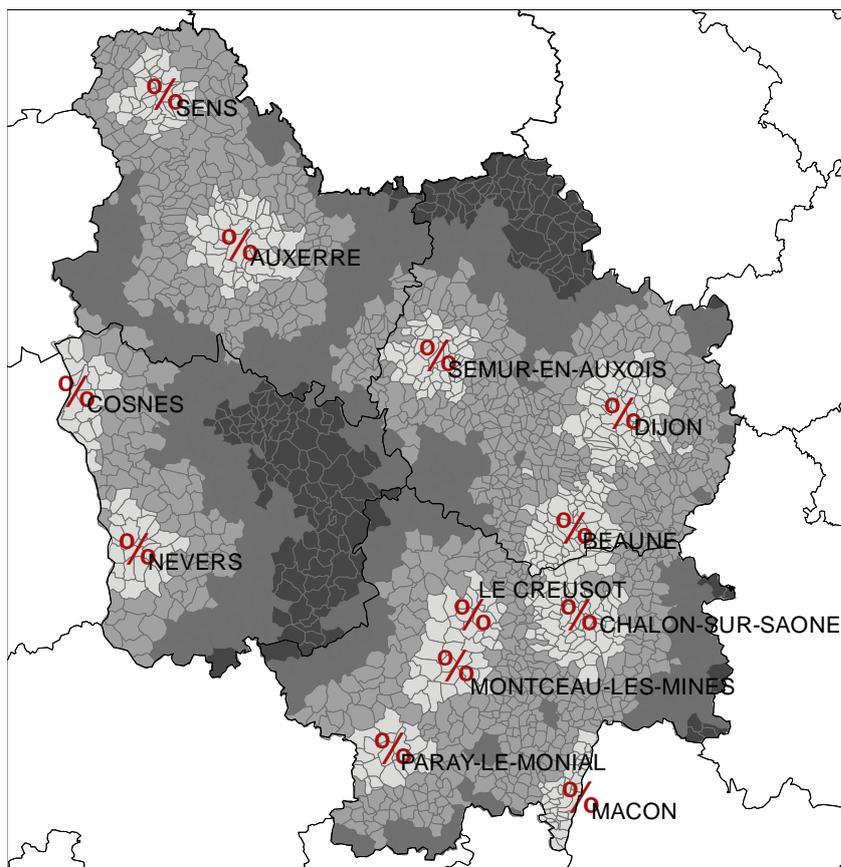
A l'aide du logiciel Chronomap, nous avons calculé les temps d'accès de chaque commune de Bourgogne vers les appareils d'imagerie cérébrale (scanner ou IRM) existants. Ces calculs ont été effectués via les deux réseaux routiers de l'IGN en notre possession : ROUTE 500® et ROUTE 120®.

10.1.1 Réseau IGN ROUTE 500®

Nous possédons le réseau ROUTE 500® de l'IGN pour la région Bourgogne. Nous avons calculé les temps d'accès de chaque commune de Bourgogne vers les appareils d'imagerie cérébrale de la région. La Carte 15 représente les temps d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale (scanners ou IRM) les plus proches calculés via le réseau routier ROUTE 500® à l'aide de Chronomap.

De nombreuses communes sont situées au-delà du temps maximum tolérable de 45 minutes, principalement dans le centre de la région (Morvan) et dans le nord à la frontière des départements de la Côte d'or et de l'Yonne. Cette région est une région moins densément peuplée mais dont la majorité de la population est âgée (Carte 1 en page 50). Le sud de la région est relativement bien doté en scanner et IRM et les temps d'accès aux appareils d'imagerie y sont souvent de moins de 30 minutes, sauf à l'est de la Saône et Loire.

La Carte 16 représente le nombre d'appareils à moins de 45 minutes pour chaque commune. La région est divisée en 3 zones transversales, le sud entre Dijon et Paray le monial, très richement doté en appareils d'imagerie cérébrale (plus de 3 sites à moins de 45 minutes pour la majorité des communes de cette zone) ; le centre, entre le nord de la Côte d'or et le sud de la Nièvre, où de nombreuses communes n'ont aucun appareil à moins de 45 minutes ; enfin le nord, intermédiaire avec un ou deux sites à moins de 45 minutes.

Carte 15: Temps d'accès à l'appareil le plus proche (Réseau IGN ROUTE 500)**Temps d'accès à l'appareil
d'imagerie cérébrale le plus proche**

0 - 15 minutes

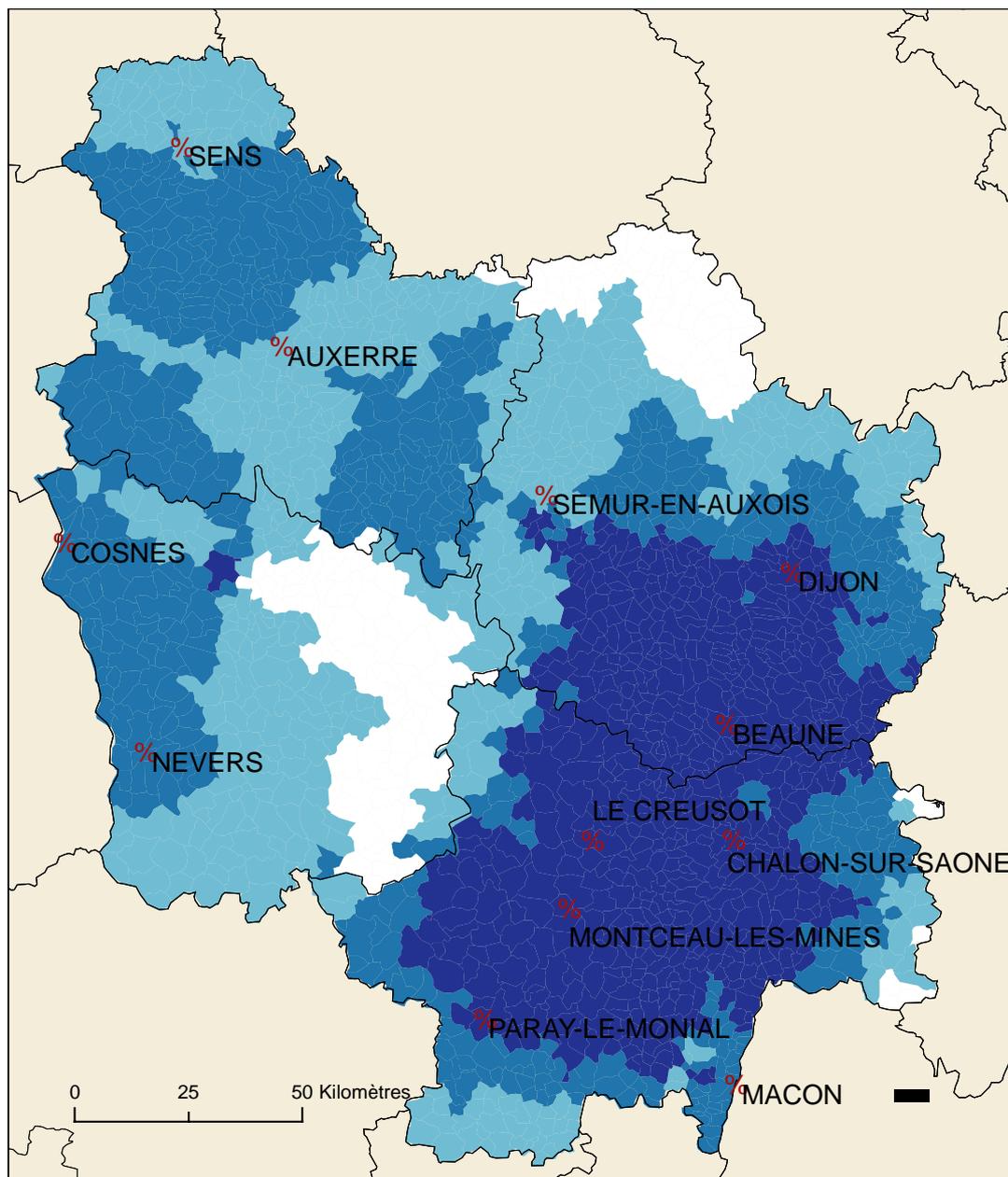
15 - 30 minutes

30 - 45 minutes

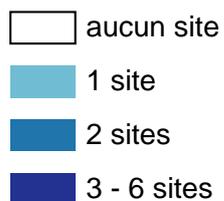
45 - 75 minutes

% Appareil d'imagerie
cérébrale

**Carte 16: Nombre d'appareils d'imagerie cérébrale à moins de 45 minutes
(Réseau IGN ROUTE 500)**



**Nombre de sites équipés
d'un appareil d'imagerie
cérébrale situés à moins de
45 minutes
Réseau ROUTE 500**



 Appareil d'imagerie
cérébrale

10.1.2 Réseau IGN ROUTE 120®

Nous avons travaillé sur le réseau routier IGN ROUTE 120® sur la France entière, ce qui nous a permis de prendre en compte les appareils d'imagerie cérébrale des régions limitrophes à la Bourgogne.

Ainsi on peut comparer (Carte 17 (a et b)), les temps d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale avec et sans prise en compte des appareils des régions limitrophes. Les zones situées en périphérie de la région bénéficient des appareils des régions voisines. Celles qui ont des temps d'accès aux appareils d'imagerie élevés et qui en profitent le plus sont le nord de la Côte d'Or (avec Chaumont et Troyes) ainsi que l'est de la Saône et Loire (avec Lons le Saunier et Bourg en Bresse) et le sud du département de la Nièvre qui bénéficie de la proximité de Moulins.

La Carte 18 (a et b) représente le nombre de sites équipés d'appareils d'imagerie cérébrale situés à moins de 45 minutes de chaque commune. Il existe de grandes disparités entre le nord et le sud de la région. Au sud, le département de la Saône et Loire et le sud de la Côte d'or ont entre 3 et 6 sites équipés d'un appareil d'imagerie cérébrale tandis que le nord de la région n'a qu'un ou deux sites équipés (sans prendre en compte les régions limitrophes). On constate grâce à cette carte que le nord de l'Yonne bénéficie beaucoup de sa proximité avec la région parisienne (Montargis, Nemours, Fontainebleau, Melun) fortement équipée en imagerie cérébrale, ce qui augmente sensiblement le nombre d'appareils à moins de 45 minutes.

10.1.3 Comparaison des deux réseaux routiers

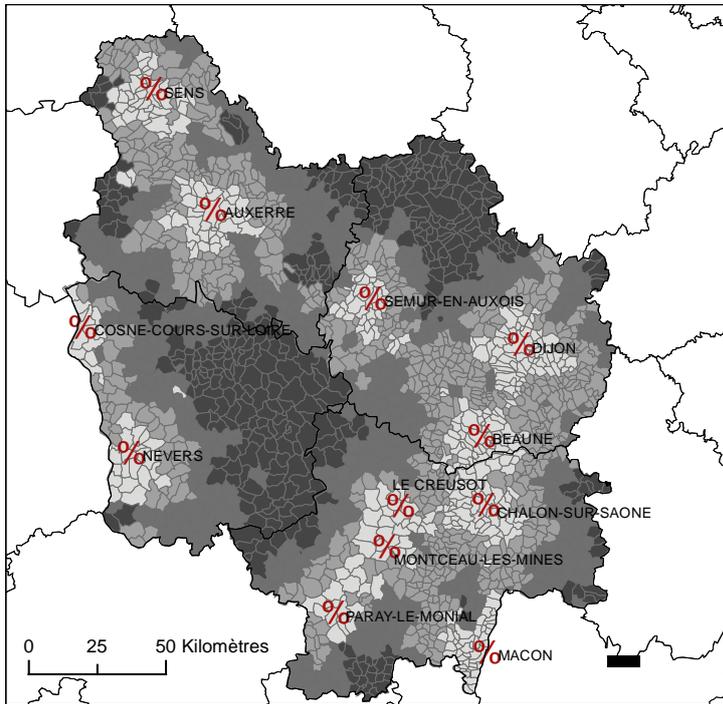
On constate, en comparant les résultats obtenus avec les deux réseaux, que les temps d'accès calculés avec le réseau routier IGN ROUTE 120® sont plus grand que ceux calculés avec le réseau routier IGN ROUTE 500®. Les zones à plus de 45 minutes sont largement plus étendues pour les temps d'accès calculés avec le réseau ROUTE 120®.

10.2 Part de la population située à moins de 45, 60 et 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale

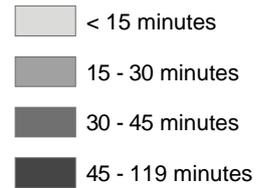
10.2.1 Réseau IGN ROUTE 500®

Nous avons calculé la part de la population bourguignonne située à moins de 45, 60 et 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale. Le calcul du temps d'accès a tout d'abord été effectué via le réseau IGN ROUTE 500® (Méthodes en page 86).

Carte 17: Temps d'accès avec et sans prise en compte des appareils situés hors Bourgogne (réseau IGN ROUTE 120)



a) Temps d'accès à l'appareil le plus proche sans prise en compte des régions limitrophes

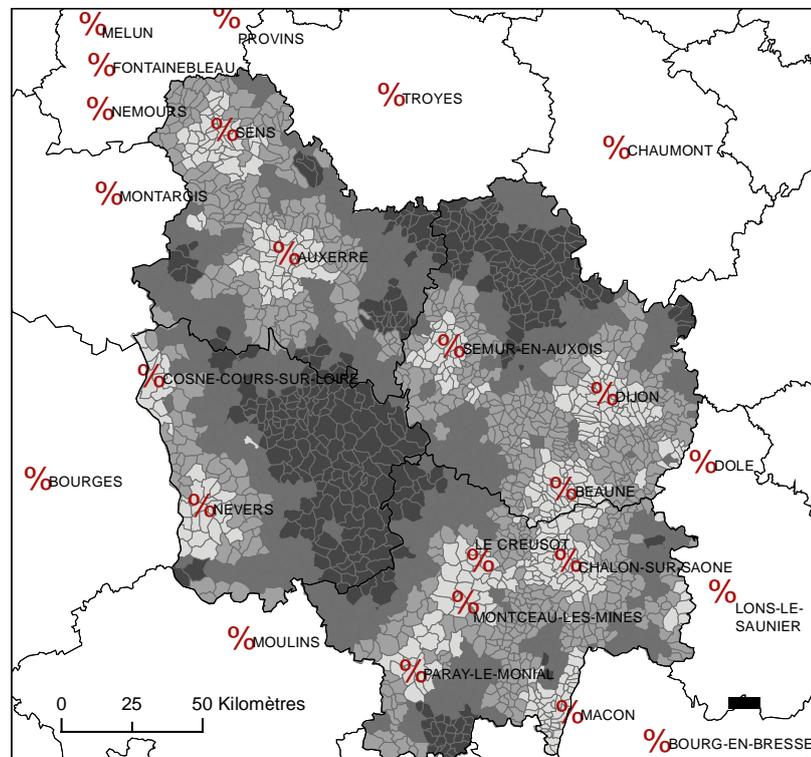


% Appareil d'imagerie cérébrale

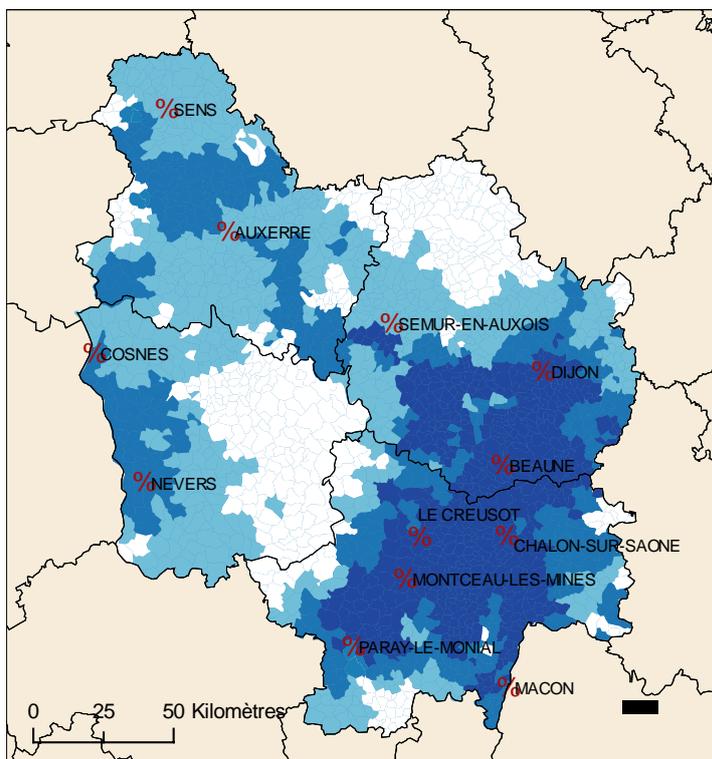
b) Temps d'accès à l'appareil le plus proche avec prise en compte des régions limitrophes



% Appareil d'imagerie cérébrale



Carte 18: Nombre d'appareils d'imagerie avec et sans prise en compte des appareils situés hors Bourgogne (Réseau IGN ROUTE 120)



a) Sans prise en compte des appareils des régions voisines

Nombre de sites équipés
d'un appareil d'imagerie
cérébrale situés à moins de
45 minutes
Réseau ROUTE 120

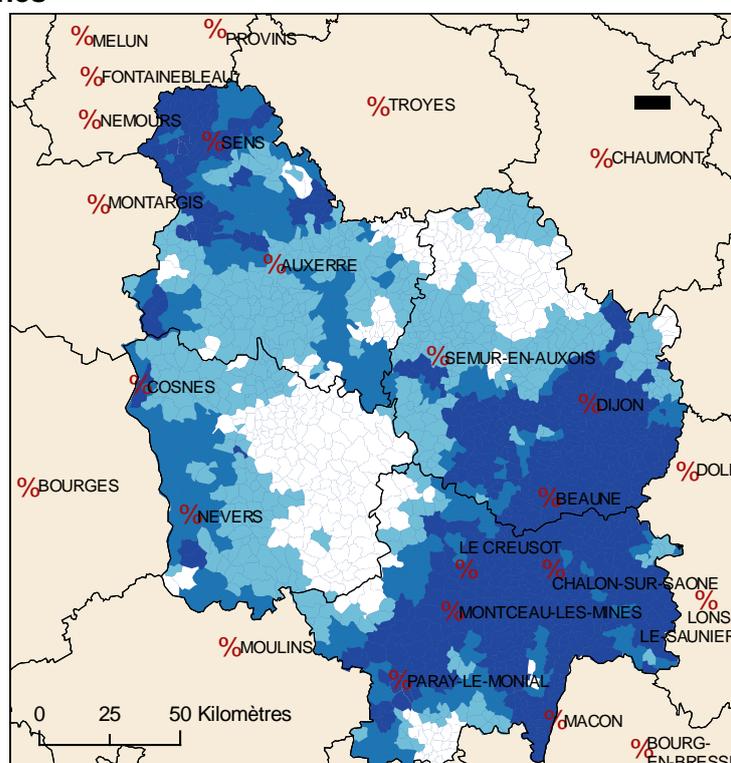
□ aucun site

■ 1 site

■ 2 sites

■ 3 - 6 sites

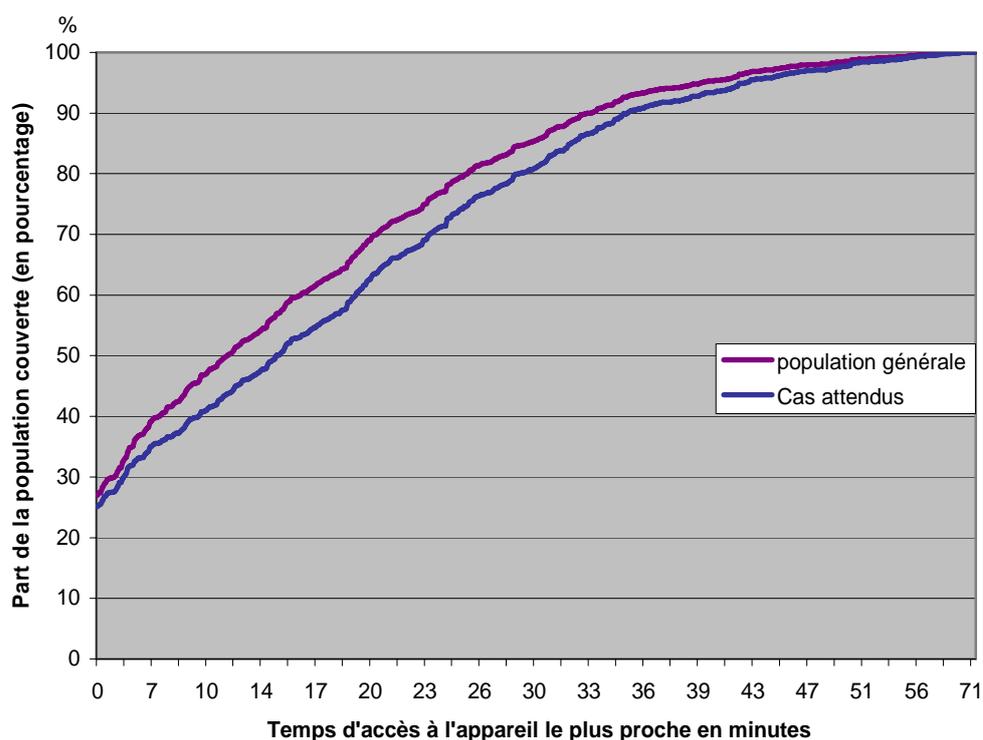
% Appareil d'imagerie
cérébrale



b) Avec prise en compte des appareils des régions voisines

Les deux graphes de la Figure 13 représentent respectivement la part de la population totale et la part des AVC attendus (population des cas attendus) situés à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale. La part de la population à moins de 45 minutes d'un appareil est de 97,3% pour la population totale et 96,1% pour la population des cas attendus. La part de la population à moins de 60 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale est de 99,8% pour la population totale et 99,6% pour les malades. L'ensemble de la population est situé à moins de 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale. On relève de fortes différences entre la couverture de la population des cas attendus et celle de la population générale entre 10 et 30 minutes, la population générale étant mieux couverte que celle des cas attendus. Les appareils d'imagerie ne sont donc pas placés idéalement pour couvrir la population à plus haut risque d'AVC. Ceci s'explique par le fait que la population à plus haut risque est la population âgée et qu'elle est située majoritairement au centre de la région Bourgogne (Carte 1 en page 50).

Figure 13: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 500



10.2.2 Réseau IGN ROUTE 120®

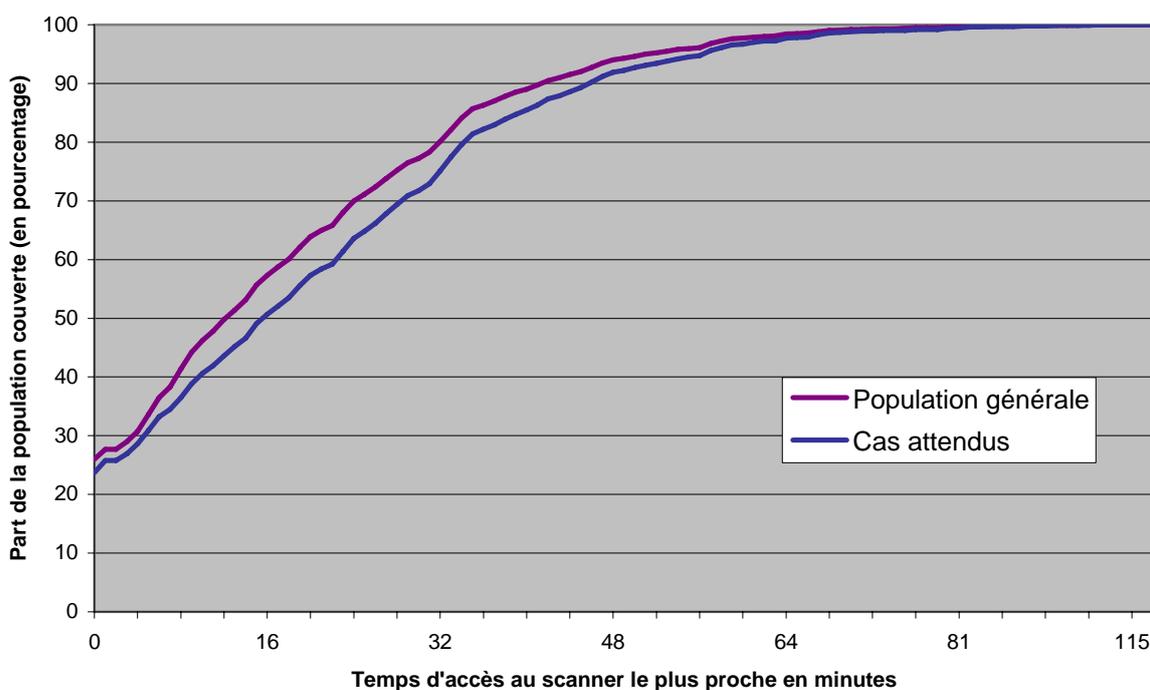
10.2.2.1 Appareils bourguignons

Nous avons calculé la part de la population située à moins de 45, 60 et 75 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale via le réseau routier IGN ROUTE 120®.

Les résultats sont présentés sur la Figure 14, les deux courbes représentent respectivement la part de la population totale et la part des AVC attendus situés à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale. La part de la population à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale pour la population générale et la population des cas attendus est respectivement de 92% et 89,3%. La part de la population à moins de 60 minutes d'un appareil pour la population générale et la population des cas attendus est respectivement de 97,7% et 96,6%. Pour le seuil de 75 minutes, 99,3% de la population générale et 99% de la population des cas attendus est couverte. Le temps maximum d'accès à l'appareil d'imagerie cérébrale le plus proche est de 120 minutes via le réseau routier IGN ROUTE 120®.

De la même manière que pour le réseau IGN ROUTE 500®, on observe avec le calcul via le réseau IGN ROUTE 120®, de fortes différences entre la couverture de la population des cas attendus et celle de la population générale (surtout entre 10 et 45 minutes) ; la population générale étant mieux couverte que celle des cas attendus.

Figure 14: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 120

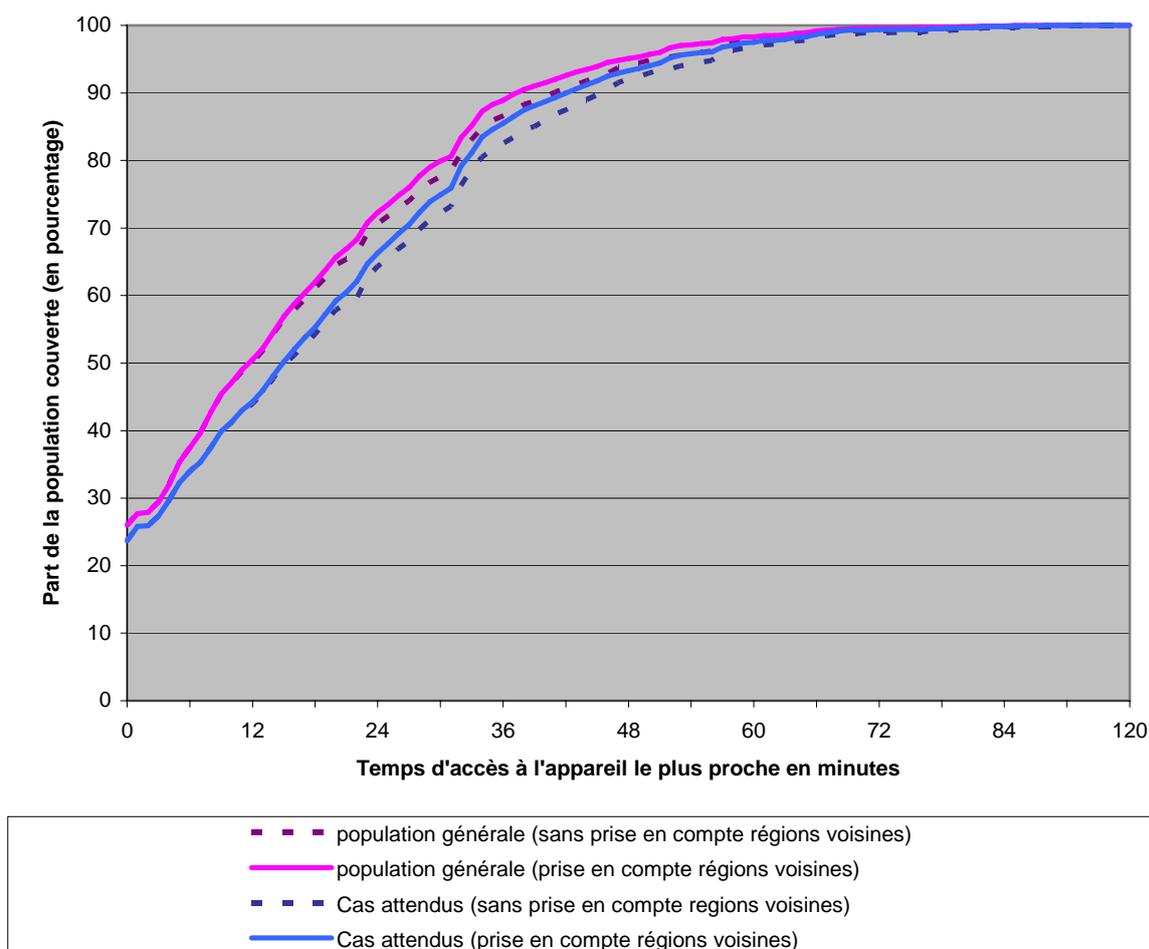


10.2.2.2 Prise en compte des appareils des régions voisines

Le réseau IGN ROUTE 120® sur la France entière, nous a permis de prendre en compte dans le calcul, les appareils des régions limitrophes à la Bourgogne. Parmi les sites des régions voisines, 11 ont un effet sur l'accessibilité des bourguignons aux appareils d'imagerie cérébrale (Troyes, Bourg en Bresse, Chaumont, Dole, Fontainebleau, Lons le saunier, Melun, Montargis, Moulins et Nemours).

Les courbes de la Figure 15 représentent respectivement la part de la population totale et la part des AVC attendus (population des cas attendus) située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale en considérant ou non les appareils des régions limitrophes à la Bourgogne.

Figure 15: Part de la population située à moins de t minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale avec le réseau IGN Route 120 avec et sans prise en compte des appareils des régions limitrophes à la Bourgogne



La part de la population générale et de la population à risque (nombre de cas attendus) située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale est respectivement de 93,9% et 91,8% en prenant en compte les régions limitrophes, à 60 minutes elle est respectivement de 98,3% et 97,5%. La part de la population totale et à risque située à moins de 75 minutes est respectivement de 99,6% et 99,4%. Le temps maximum d'accès à un appareil d'imagerie cérébrale est de 90 minutes soit 30 minutes de moins que la valeur maximale trouvée sans prise en compte des régions limitrophes.

On observe une différence de couverture de la population obtenue avec ou sans prise en compte des appareils des régions limitrophes (principalement entre 15 et 54 minutes).

La couverture de la population est bien entendu meilleure en prenant en compte les régions limitrophes à la Bourgogne mais cette différence est relativement faible. En effet, les zones qui en bénéficient sont les zones de la bordure extérieure de la région qui sont déjà celles où sont placées le plus d'appareil.

10.2.3 Comparaison des deux réseaux routiers

Les temps d'accès calculés via le réseau IGN ROUTE 120® étant plus élevés que ceux calculés via le réseau IGN ROUTE 500®, on trouve une meilleure couverture avec le réseau IGN ROUTE 500®. Les différences entre les taux de couvertures sont plus importants pour la population à risque que pour la population générale, elles atteignent 7% à 45 minutes pour la population à risque (89,3% de couverture avec le réseau IGN ROUTE 120® et 96,1% avec le réseau IGN ROUTE 500®). Ces différences diminuent pour la couverture à 60 et 75 minutes elles atteignent respectivement 1% et 3 % à 60 minutes pour la population générale et la population à risque, et moins de 1% à 75 minutes.

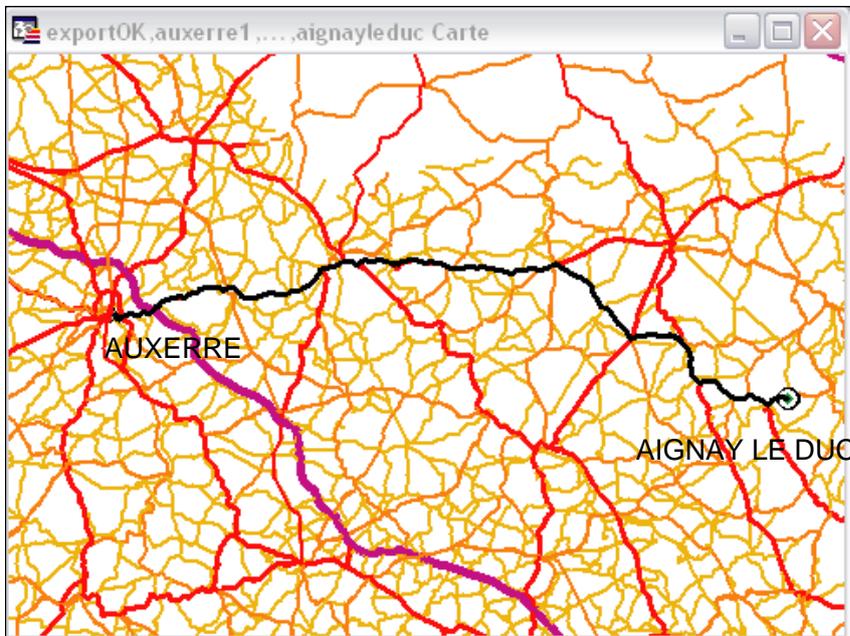
Les résultats obtenus sont sensiblement différents selon que l'on utilise le réseau routier IGN ROUTE 500® ou le réseau routier IGN ROUTE 120®. Le réseau IGN ROUTE 120® comporte 120 000Km de routes (autoroutes, routes nationales, routes départementales principales), tandis que le réseau routier IGN ROUTE 500® est composé de 500 000 Km de routes (autoroutes, routes nationales, routes départementales et routes secondaires). L'échelle du réseau routier IGN 500® est donc plus fine que celle du réseau routier IGN ROUTE 120®.

La Carte 19 représente le trajet suivi entre 2 communes (Aignay-le-duc et Auxerre) selon que l'on utilise l'un ou l'autre des réseaux. Les deux chemins parcourus sont différents puisque le réseau routier ROUTE 500® possède des routes qui ne figurent pas dans IGN 120®. Avec le réseau IGN 500® le trajet est effectué via des voies principales et secondaires, tandis qu'avec le réseau IGN 120® le trajet ne peut être effectué que sur des

Carte 19: Exemple de trajet avec le réseau routier IGN Route 500 et le réseau routier IGN Route 120

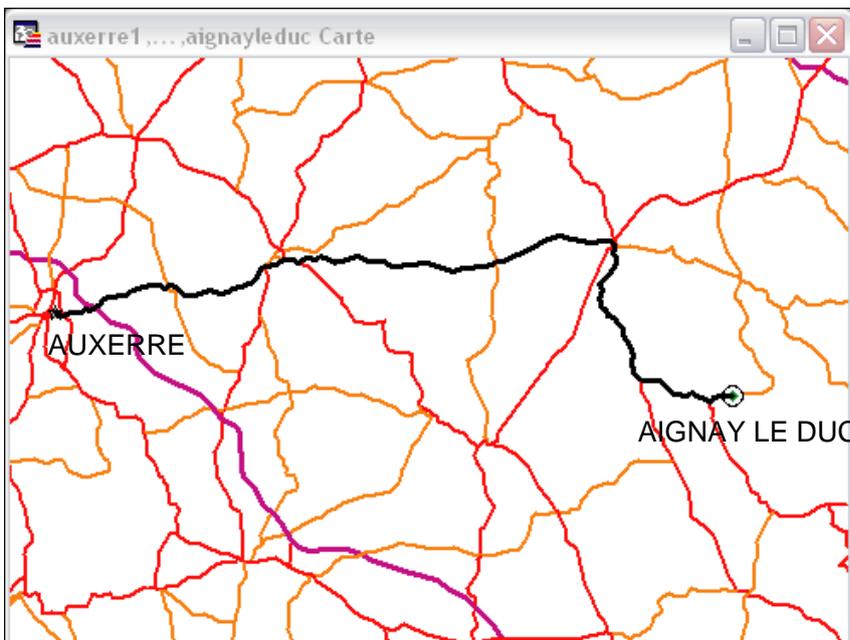
Trajet Auxerre- Aignay-le-Duc par Route500

Temps de trajet estimation Chronomap : 88 minutes



Trajet Auxerre- Aignay-le-Duc par Route120

Temps de trajet estimation Chronomap : 109 minutes



routes de type nationales ou départementales principales d'où l'allongement du temps de parcours. Les temps de parcours via le réseau routier IGN 120® est donc plus élevé puisque le réseau nécessite parfois de faire des détours. Selon l'échelle utilisée les résultats ne sont donc pas les mêmes, et cela peut avoir une incidence sur les prises de décision puisque selon le réseau les couvertures de population sont différents.

D'autres outils de calculs d'itinéraires sont disponibles sur Internet. Nous en avons testé plusieurs : Mappy, Viamichelin et GoogleMaps.

L'estimation du temps de parcours entre Auxerre et Aignay-le-duc (calcul entre les deux centre ville) par ViaMichelin⁶ est de 100 minutes, de 107 minutes sur Mappy⁷ et 158 minutes par Google Maps⁸. Si l'on considère les temps de parcours de l'hôpital d'Auxerre vers le centre ville d'Aignay-le-duc les temps de parcours calculés par ViaMichelin, Mappy et Google Maps sont respectivement de 105 minutes, 111 minutes et 162 minutes. Ils sont donc plus longs de quelques minutes. On observe d'importantes différences entre les résultats trouvés sur chacun des sites Internet, cependant les modes de calculs n'étant connus nous ne pouvons pas les expliquer.

Le Tableau 16 récapitule les valeurs de couverture de la population générale et à risque obtenues selon les réseaux routiers utilisés et les valeurs de temps seuils considérées.

Tableau 16: Récapitulatif des valeurs de population couvertes selon les temps seuils considérés et le réseau utilisé

		Population générale	Population à risque
Couverture à 45 minutes	ROUTE 500	97,3%	96,1%
	ROUTE 120 (sans régions voisines)	92,0%	89,3%
	ROUTE 120 (avec régions voisines)	93,9%	91,8%
Couverture à 60 minutes	ROUTE 500	99,8%	99,6%
	ROUTE 120 (sans régions voisines)	97,7%	96,6%
	ROUTE 120 (avec régions voisines)	98,3%	97,5%
Couverture à 75 minutes	ROUTE 500	100,0%	100,0%
	ROUTE 120 (sans régions voisines)	99,3%	99,0%
	ROUTE 120 (avec régions voisines)	99,6%	99,4%

⁶ <http://www.viamichelin.fr>

⁷ <http://www.mappy.com>

⁸ <http://maps.google.fr>

10.3 Amélioration de l'accessibilité existante

Afin d'améliorer l'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale nous avons étudié l'impact qu'aurait l'ajout de nouveaux appareils d'imagerie sur l'accessibilité spatiale de la population bourguignonne.

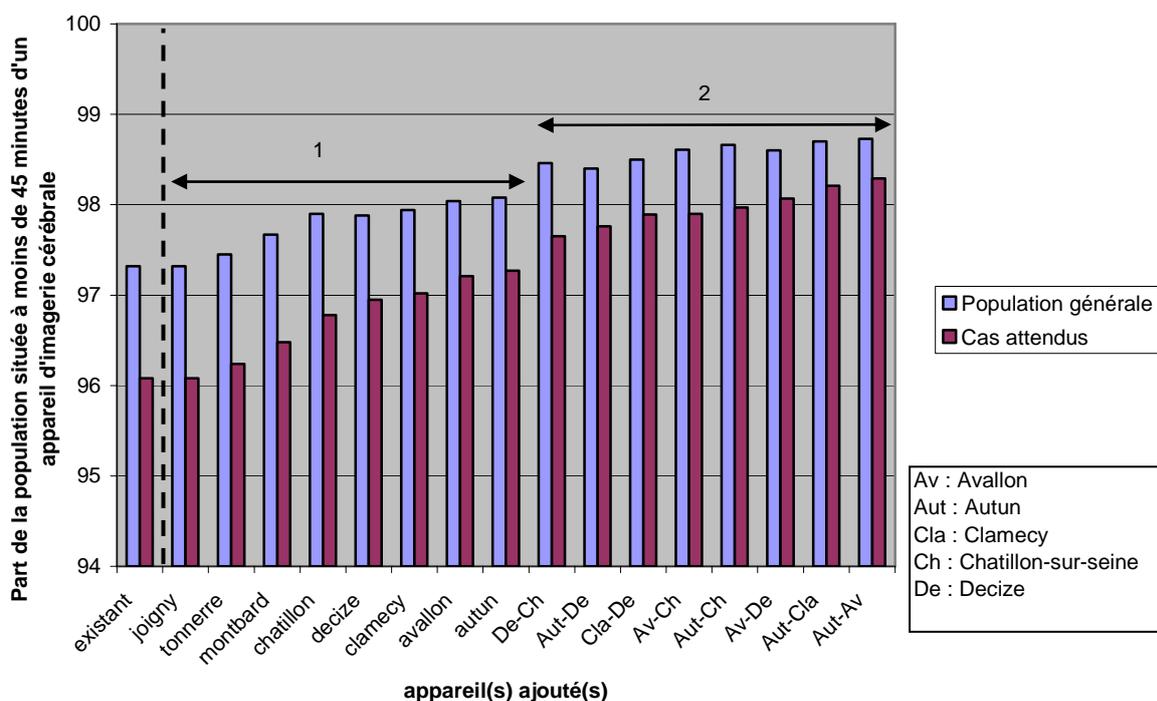
Nous avons calculé la part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale en considérant qu'il y a un ou plusieurs appareils supplémentaires dans la région, ceux-ci étant situés dans un des sites potentiels. Les sites potentiels sont les hôpitaux accueillant les urgences mais qui ne sont pas équipés d'appareil d'imagerie cérébrale (Carte 7).

La stratégie qui consiste à ajouter un appareil dans un site déjà équipé n'a pas d'effet sur cette mesure puisque cela ne modifie pas les temps d'accès.

10.3.1 Réseau IGN ROUTE 500®

Les Figure 16 et Figure 17 permettent de comparer la part de la population générale située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale en fonction de l'emplacement et du nombre d'appareils ajoutés. Les calculs de temps d'accès sont effectués avec le réseau IGN ROUTE 500®.

Figure 16: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout d'un ou deux appareils



La Figure 16 montre l'évolution de la part de la population (générale et à risque) située à moins de 45 minutes d'un appareil selon que l'on ajoute un ou deux appareils dans des sites potentiels. Les scanners et IRM existants, tels qu'ils sont répartis sur le territoire bourguignon permettent de couvrir 97,3% de la population générale en 45 minutes et 96,1% de la population à risque. En ajoutant un appareil d'imagerie cérébrale dans un seul des sites potentiels la couverture passe au maximum à 98,1% (Autun) pour la population générale et à 97,3% (Autun) pour les AVC potentiels (cas attendus). L'augmentation est nulle pour l'ajout d'un appareil sur le site de Joigny, car Joigny est situé entre Auxerre et Sens et ne couvre donc pas davantage de population que ces deux sites.

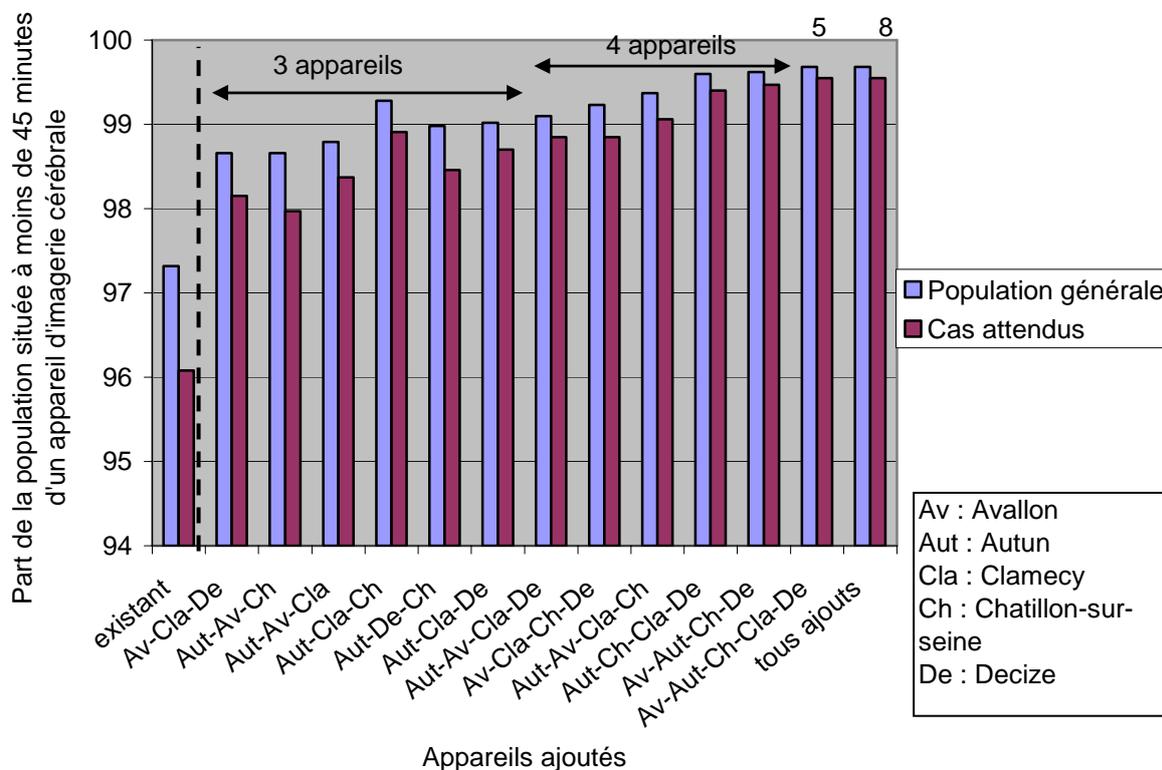
La différence entre la population générale et la population à risque diminue légèrement dès l'ajout d'un appareil. Selon les emplacements, cette diminution est plus ou moins marquée. Si l'on compare l'évolution de la mesure après ajout d'un appareil sur les sites de Châtillon sur seine et Clamecy on remarque que pour la population générale la part de la population couverte est presque la même en revanche la population à risque (cas attendus) est mieux couverte par le site de Clamecy.

En ajoutant deux appareils (Autun et Avallon) on atteint au maximum une couverture de 98,73% de la population générale et 98,29% des cas attendus.

La Figure 17 permet d'étudier l'évolution de la mesure si l'on ajoute 3 appareils ou plus dans des sites potentiels. Les taux de couverture en ajoutant 4 et 5 appareils, sont respectivement de 99,62% et 99,68% pour la population générale et 99,47% et 99,55% pour la population des cas attendus (au maximum selon les emplacements choisis).

Il existe une unique configuration de 5 emplacements (Autun, Avallon, Châtillon-sur-seine, Decize, Clamecy) pour laquelle l'accessibilité spatiale est maximale ; au-delà, on arrive à saturation, l'ajout d'un appareil supplémentaire n'augmente plus le taux de population couverte à moins de 45 minutes. Cette saturation s'explique par l'existence de zones communes entre les couvertures des appareils.

Figure 17: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie selon les emplacements considérés (ajout de 3 appareils et plus)



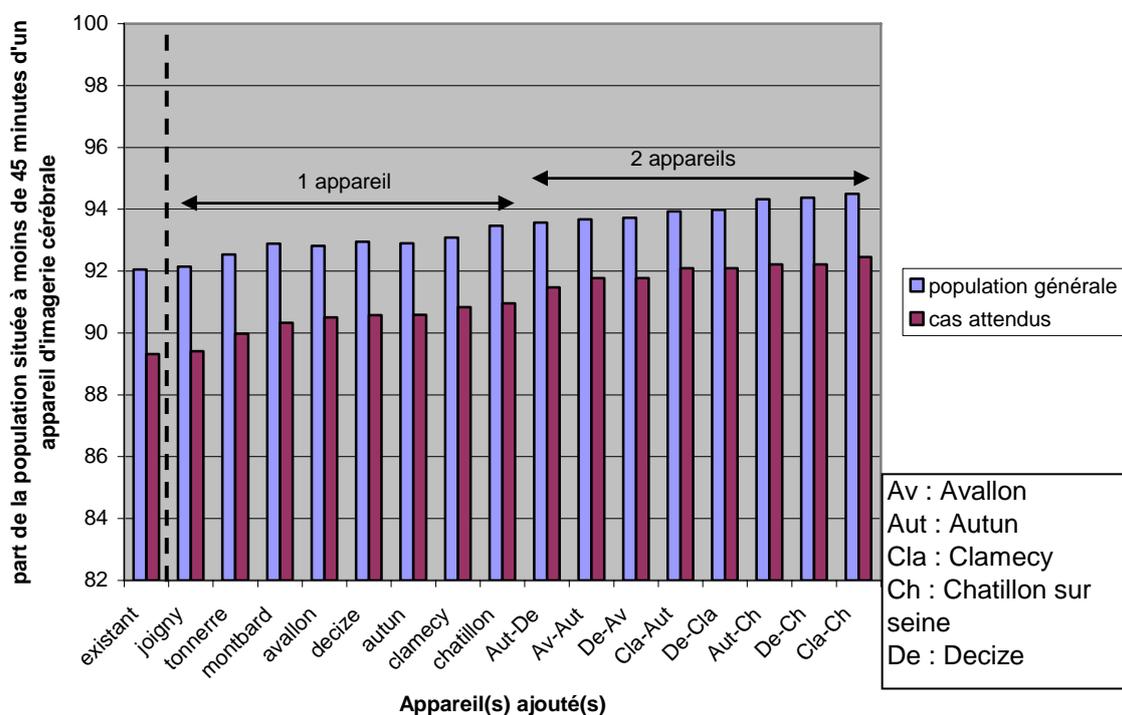
10.3.2 Réseau IGN ROUTE 120®

Les Figure 18 et Figure 19 représentent la part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout d'un ou plusieurs appareils dans des sites potentiels, les calculs ayant été effectués via le réseau routier IGN ROUTE 120®.

Sur la Figure 18 on peut étudier l'impact de l'ajout d'un ou deux appareils selon les emplacements choisis. La couverture de la population augmente de 0,1% (Joigny) à 1,4% (Châtillon sur seine) pour la population générale et de 0,1%(Joigny) à 1,6% (Châtillon sur seine) pour la population des cas attendus.

Avec l'ajout de deux appareils supplémentaires on atteint au maximum (Clamecy et Châtillon sur seine) une couverture de la population générale et de la population à risque (cas attendus) respectivement de 94,5% et 92,4%.

Figure 18: Part de la population situé à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout d'un ou deux appareils

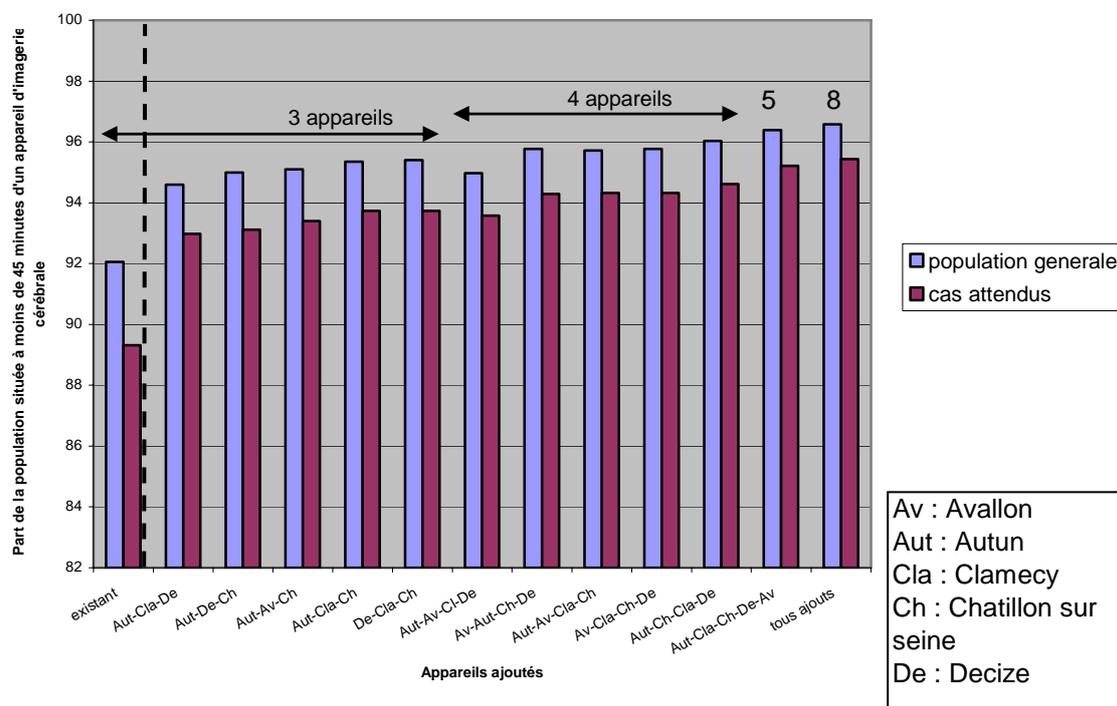


La Figure 19 illustre l'impact de l'ajout de 3 appareils ou plus sur l'accessibilité des bourguignons aux appareils d'imagerie cérébrale.

Les taux de couverture en ajoutant 4 et 5 appareils, sont respectivement de 95,4% et 96,3% pour la population générale et 93,7% et 94,6% pour la population des cas attendus (au maximum selon les emplacements choisis).

Un effet de saturation est obtenu avec la même configuration de 5 emplacements que celle trouvée avec le réseau routier IGN ROUTE 500® (Autun, Avallon, Châtillon-sur-seine, Decize, Clamecy). L'ajout d'un appareil supplémentaire sur un site autre que ces 5 sites n'a aucun effet sur la couverture de la population.

Figure 19: Part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie cérébrale après ajout de plusieurs appareils (3 ou plus)



10.3.3 Comparaison des deux réseaux routiers

L'apport des appareils n'est pas le même suivant le réseau routier considéré. Avec le réseau routier IGN ROUTE 120®, les sites ayant le plus d'impact sur la population sont Châtillon sur seine puis Clamecy (viennent ensuite Decize et Autun) et avec les calculs via IGN ROUTE 500® les sites ayant le plus d'impact sont Autun et Avallon (puis Clamecy et Decize).

Cependant quel que soit le réseau utilisé l'effet de saturation est atteint avec la même configuration de 5 sites potentiels (Autun, Decize, Avallon, Clamecy, Châtillon-sur-seine). Les trois sites Joigny Tonnerre et Montbard ont une couverture à 45 minutes redondante par rapport à la couverture obtenue avec les autres sites.

Le Tableau 17 récapitule les résultats principaux de l'étude des taux de couverture de la population.

Tableau 17: Récapitulatif des résultats de l'étude des taux de population couverte

✓ Le réseau route 500 donne des temps d'accès plus rapide que le réseau route 120
✓ La population générale est mieux couverte que la population à risque
✓ L'apport de couverture maximale après ajout d'un appareil est obtenu avec Autun pour le réseau route 500
✓ L'apport de couverture maximale après ajout d'un appareil est obtenu avec Châtillon pour le réseau route 120
✓ Un effet de saturation après ajout de 5 appareils (Autun, Châtillon, Decize, Avallon et Clamecy) est observé avec les deux réseaux routiers

10.4 Mesure de l'accessibilité spatiale de Joseph et Bantock

10.4.1 Demande potentielle associée à chaque appareil

La mesure d'accessibilité spatiale de Joseph et Bantock (Méthodes en page 87) prend en compte à la fois la proximité des appareils d'imagerie et la population associée à chacun de ces appareils (demande potentielle).

La demande potentielle d'un site est calculée de la manière suivante :

$$D_j = \sum_i \frac{pop_i}{(temps_{i,j})^2}$$

La demande potentielle est proportionnelle à la population et inversement proportionnelle au carré de la distance séparant la population de l'appareil. Ce facteur traduit l'impact du bassin de population de chaque appareil sur la disponibilité potentielle de l'appareil. Plus la demande est forte plus l'accessibilité sera faible.

Nous avons calculé la demande potentielle associée à chacun des 12 sites de la région possédant au moins un appareil d'imagerie cérébrale. La demande est tout d'abord évaluée pour le site (la commune) puis pour chaque appareil situé sur le site. Si 2 appareils sont situés dans la même commune, la demande associée à chaque appareil est deux fois plus faible que la demande associée au site. Les appareils considérés sont tous les scanners et les IRM.

Les résultats sont énoncés dans le Tableau 18. Les valeurs de la demande potentielle par appareil sont comprises entre 1390 (Semur en Auxois, demande faible) et 7468 (Le Creusot demande forte). Les appareils ayant la plus faible demande sont ceux de Semur en Auxois, Paray le Monial, et Cosnes cours sur Loire. Ceux qui ont la plus forte demande sont Le Creusot, Montceau les Mines, Beaune et Dijon. Cependant ces 4 sites sont assez proches, mais la mesure de la demande ne prend pas en compte la configuration spatiale des appareils, elle est en revanche prise en compte dans la mesure de l'accessibilité.

Tableau 18: Demande potentielle associée à chaque site et chaque appareil

	Nombre d'appareil sur le site	Demande de la population générale	Demande par appareils
Semur en Auxois	1	1390	1390
Paray le Monial	1	2723	2723
Cosnes cours sur Loire	1	3181	3181
Sens	2	7275	3637
Nevers	3	11361	3787
Macon	2	9421	4710
Chalon sur Saône	3	15041	5014
Auxerre	2	10532	5266
Dijon	7	42555	6079
Beaune	1	6981	6981
Montceau les Mines	1	7105	7105
Le Creusot	1	7468	7468

10.4.2 Accessibilité de la population générale

Nous avons calculé les valeurs de l'accessibilité pour trois valeurs seuil : 45, 60 et 75 minutes (Carte 20). Les calculs ont été effectués à l'aide du réseau routier IGN ROUTE 500® (Méthodes en page 87).

La valeur de l'accessibilité est très sensible à la distance, l'accessibilité varie selon les communes de $0,6 \times 10^{-7}$ à 1798×10^{-7} .

Les communes dans lesquelles il existe un scanner ou une IRM ont une très bonne accessibilité qui peut être plus ou moins étendue aux communes avoisinantes. La commune de Semur en Auxois a une accessibilité de 1798×10^{-7} , c'est la commune ayant de loin la meilleure accessibilité (car la demande est plus faible qu'ailleurs), les autres communes équipées d'un appareil d'imagerie cérébrale ont une accessibilité comprise entre 344×10^{-7} (Le Creusot) à 920×10^{-7} (Paray le Monial).

L'étendue des communes voisines de Semur en Auxois dont l'accessibilité est bonne est grande, en revanche autour de Sens le nombre de communes avoisinantes ayant une très bonne accessibilité est moindre. La grande étendue des communes voisines de Semur en Auxois ayant une bonne accessibilité s'explique par la faible demande associée au site de Semur en Auxois. Autour du Creusot et Montceau les Mines en revanche, l'étendue de la zone ayant une très bonne accessibilité est moins grande parce que la demande est forte, mais la concentration des équipements permet tout de même à la zone autour de ces communes d'avoir une bonne accessibilité.

De nombreuses communes ont une accessibilité nulle pour un temps d'accès à 45 minutes (Carte 20-a) ; ce sont des communes situées à l'est du département de la Nièvre et au nord de celui de la Côte d'or. Le sud de la région (département de la Saône et Loire) a une bonne accessibilité aux scanners et aux IRM ; la mesure d'accessibilité prend en compte le nombre d'appareils situés à moins de 45 minutes et cette partie de la région est richement dotée en appareils d'imagerie (certaines communes ont jusqu'à 6 sites équipés de scanners ou d'IRM à moins de 45 minutes).

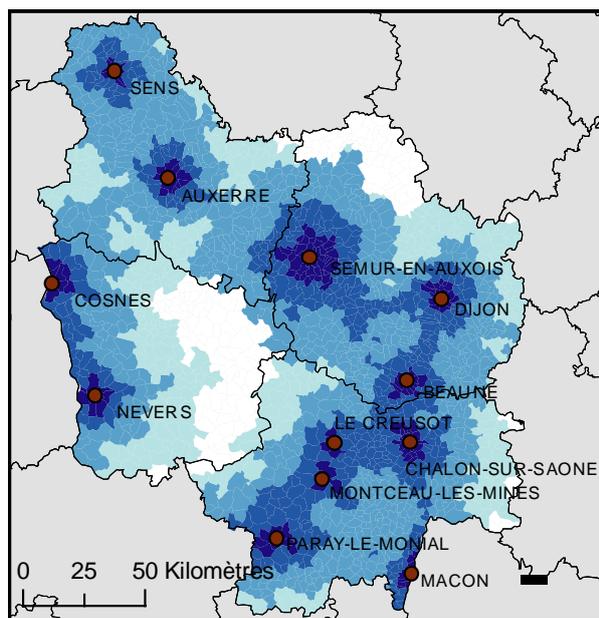
A 60 minutes, quelques communes du Morvan et du Nord de la région ont une accessibilité nulle aux appareils d'imagerie cérébrale. Les communes de l'est du département de la Nièvre ont une faible accessibilité, c'est également le cas des communes situées en bordure est de la région (Carte 20-b).

Toutes les communes ont au moins un appareil d'imagerie cérébrale à moins de 75 minutes. Les communes de l'est de la Nièvre et du nord de la côte d'or ont une mauvaise accessibilité à l'imagerie cérébrale (Carte 20-c).

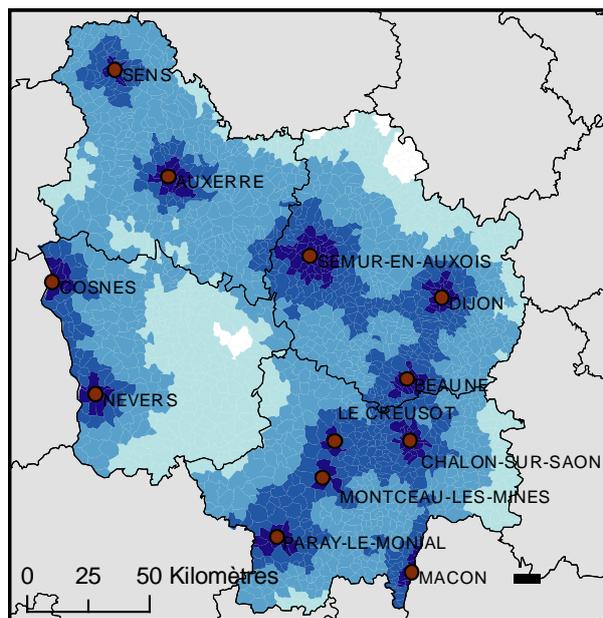
10.4.3 Amélioration de l'accessibilité

Pour améliorer l'accessibilité spatiale de la population bourguignonne aux appareils d'imagerie cérébrale, nous avons étudié l'impact qu'aurait l'ajout de nouveaux scanners ou IRM sur l'accessibilité selon deux stratégies : la première stratégie consiste à ajouter un appareil dans un site n'en possédant pas, et la deuxième consiste à ajouter un appareil supplémentaire dans un lieu déjà équipé (Méthodes en page 89).

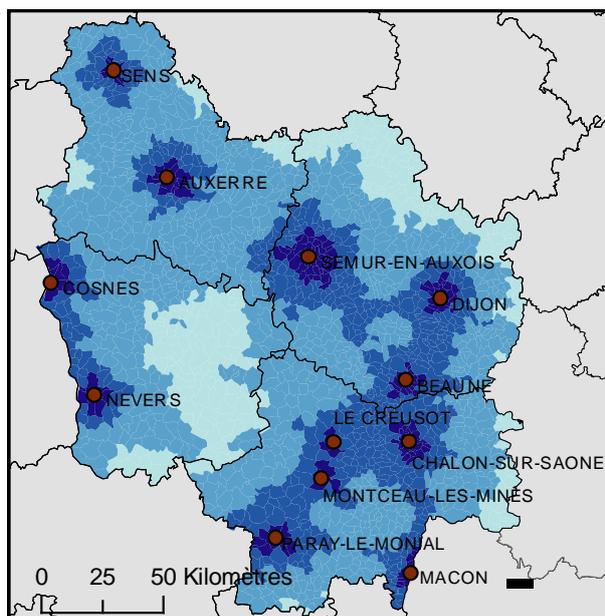
Carte 20: Accessibilité de la population générale à 45, 60 et 75 minutes



a) Accessibilité à 45 minutes



b) Accessibilité à 60 minutes



c) Accessibilité à 75 minutes

Légende

- Appareil d'imagerie cérébrale
- Accessibilité de la population générale ($\times 10^7$)
- Accessibilité nulle (pas d'appareil situé sous le temps seuil)
- 0,6 - 3,7
- 3,7 - 11
- 11 - 39,9
- 40 - 1798

10.4.3.1 Ajout d'appareil dans un site non équipé

Les sites potentiels auxquels on pourrait ajouter un appareil sont les sites accueillant les urgences non équipés d'appareil d'imagerie cérébrale (Carte 7 en page 90).

Nous avons donc calculé l'accessibilité spatiale à 45 minutes en considérant qu'il y a un appareil supplémentaire situé dans un des 8 sites potentiels.

Les demandes potentielles sont données dans le Tableau 19.

La demande potentielle varie de 921 (Decize) à 1834 (Châtillon sur seine). Elles sont moins élevées que la plupart des demandes des sites déjà équipés (sauf Semur-en-Auxois dont la demande potentielle est de 1390).

Tableau 19: Demande potentielle des sites non équipés

	Decize	Tonnerre	Joigny	Autun	Avallon	Clamecy	Montbard	Châtillon sur seine
Demande par appareil	921	1035	1208	1299	1400	1489	1741	1834

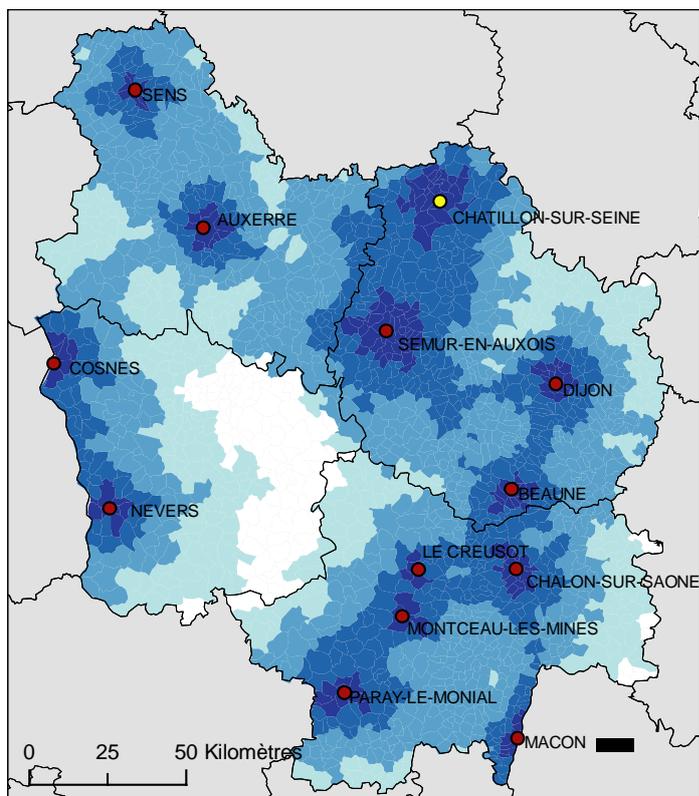
Nous présentons (Carte 21 (a et b)) deux cartes d'accessibilité à 45 minutes après ajout d'appareil dans un site n'en possédant pas. La première carte représente l'accessibilité après ajout d'un appareil à Châtillon sur Seine puisque c'est le site auquel est associée la demande la plus forte et Autun car c'est le site qui augmente le plus la part de la population couverte (Résultats en page 144).

L'ajout d'un appareil à Châtillon sur seine (Carte 21-a) permet d'obtenir une très bonne accessibilité sur le nord du département de la Côte d'Or, zone qui avec l'emplacement actuel des appareils a une accessibilité nulle à 45 minutes (pas d'appareils situés à moins de 45 minutes). Les communes situées à plus de 45 minutes de Châtillon sur seine ne voient pas leur accessibilité augmenter.

L'ajout d'un appareil à Autun (Carte 21-b) permet d'améliorer l'accessibilité d'une partie de la population du Morvan qui n'avait aucun accès en moins de 45 minutes à un appareil d'imagerie. L'accessibilité à 45 minutes est très bonne autour d'Autun et Le Creusot (grande étendue de la zone dont l'accessibilité est élevée). Une partie de la population reste avec une accessibilité nulle dans le Morvan et le nord du département de la Côte d'Or.

Les solutions d'ajout ne sont pas incompatibles, on peut choisir d'ajouter un appareil à Autun et un à Châtillon de manière à améliorer à la fois la couverture de la population située au nord de la Côte d'or (dont la demande est forte) et celle de la population proche d'Autun (de manière à couvrir un maximum de population).

Carte 21: Accessibilité à 45 minutes après ajout d'un appareil à Châtillon sur Seine et Autun



a) Accessibilité après ajout d'un appareil à Châtillon sur seine

- Appareil d'imagerie cérébrale existant
- Appareil d'imagerie cérébrale ajouté

Accessibilité de la population générale ($\times 10^7$)

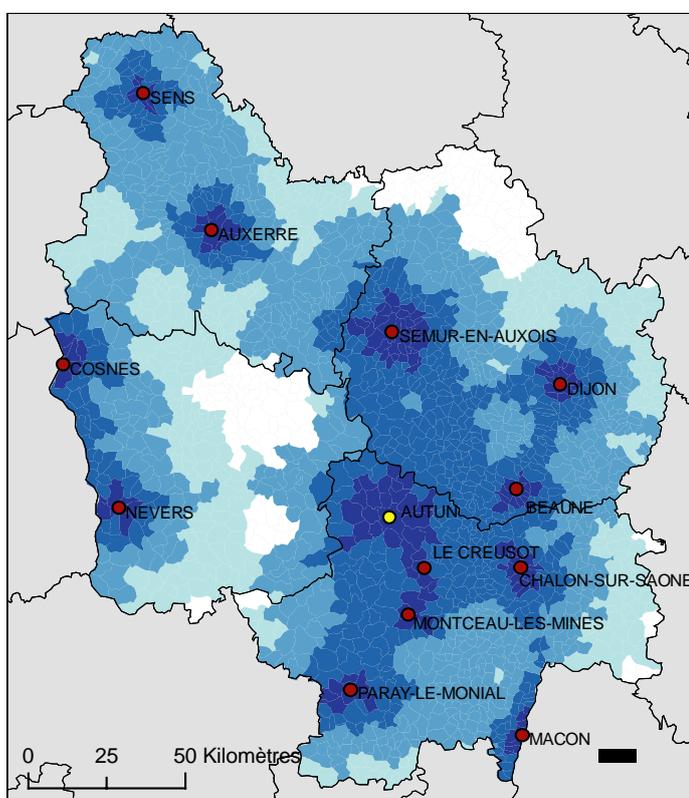
□ Accessibilité nulle (aucun appareil situé à moins de 45 minutes)

0,6 - 3,9

3,9 - 11,5

11,5 - 42,4

42,4 - 1800



b) Accessibilité après ajout d'un appareil à Autun

10.4.3.2 Ajout d'appareil dans un site déjà équipé

La deuxième stratégie consiste à ajouter un appareil supplémentaire dans un site déjà équipé. Cette stratégie d'ajout n'aura pas d'influence sur le temps de transport le seul élément qui variera alors dans la mesure de l'accessibilité de Joseph et Bantock est donc la demande potentielle associée à chaque appareil. Cependant la seule étude de la demande potentielle n'est pas suffisante puisqu'elle ne prend pas en compte la configuration spatiale des différents sites équipés (regroupement de plusieurs appareils dans la même zone).

Le site équipé qui a la demande la plus forte est Le Creusot. La Carte 22 (a et b) montre l'accessibilité pour le département de la Saône et Loire avec la configuration actuelle des appareils et après ajout d'un appareil supplémentaire au Creusot. L'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale est améliorée autour de la ville du Creusot principalement au Nord. La population située à moins de 45 minutes de la ville du Creusot verra son accessibilité à 45 minutes augmenter ; l'étendue des communes qui bénéficient significativement de cet ajout est faible mais la population y est nombreuse. L'ajout d'un appareil dans ce site dont la demande est forte permet d'améliorer l'accessibilité d'une grande partie de la population, mais ne permet pas d'augmenter la couverture de la population non couverte.

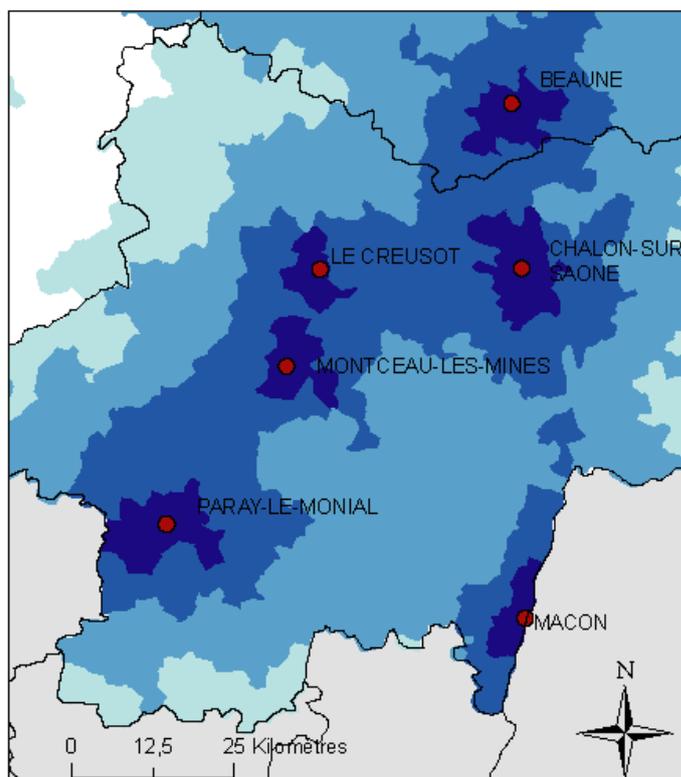
Il est difficile de comparer les apports d'un appareil supplémentaire sur un site plutôt qu'un autre, puisqu'il faut comparer deux cartes, qui toutes deux permettront d'améliorer une partie de la population.

Le Tableau 20 donne une vue d'ensemble des principaux résultats obtenus par l'étude de l'accessibilité spatiale de Joseph et Bantock.

Tableau 20: Récapitulatif des résultats de l'étude de l'accessibilité de Joseph et Bantock

- ✓ Zone avec une très bonne accessibilité plus ou moins étendue autour des sites équipés
- ✓ 2 stratégies d'ajout :
 - Site équipé : Diminution nette de la demande potentielle par appareil
 - Site non équipé : demandes potentielles plus faibles, mais amélioration de l'accessibilité de la population non couverte
- ✓ Augmentation ponctuelle de l'accessibilité après ajout d'un appareil

Carte 22: Evolution de l'accessibilité à moins de 45 minutes après ajout d'un appareil au Creusot



a) Accessibilité à 45 minutes avec les appareils existants

Légende

● Appareil d'imagerie cérébrale

Accessibilité de la population générale ($\times 10^7$)

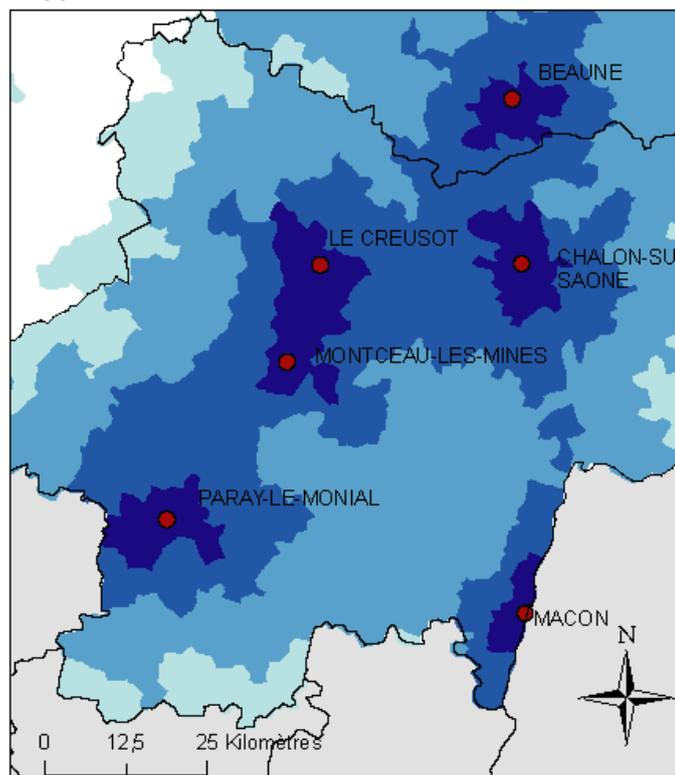
□ Accessibilité nulle (aucun appareil situé à moins de 45 minutes)

□ 0,8 - 3,8

□ 3,8 - 11,2

□ 11,2 - 41,4

□ 41,4 - 1798



b) Accessibilité à 45 minutes après ajout d'un appareil au Creusot

10.5 Comparaison des deux stratégies d'ajout

L'amélioration de l'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale passe par l'ajout d'un ou plusieurs appareils. L'ajout d'un appareil peut se faire selon deux stratégies : la première stratégie consiste à ajouter un appareil dans un site non équipé et la deuxième consiste à ajouter un appareil dans un site déjà équipé.

Pour la première stratégie d'ajout, le premier indicateur (part de la population située à moins de 45 minutes d'un appareil d'imagerie) est un bon outil d'aide à la décision puisque les taux de part de la population couverte peuvent être facilement comparés. Ce choix pose cependant le problème de sous utilisation de l'appareil, l'étude peut donc être complétée par le calcul de la demande potentielle, afin de vérifier que la demande est suffisamment importante pour que l'appareil soit rentable et correctement utilisé.

En Bourgogne, avec cette première stratégie, la couverture maximale des appareils d'imagerie cérébrale est obtenue avec 5 appareils supplémentaires dans une configuration géographique unique (Autun, Avallon, Châtillon-sur-seine, Decize, Clamecy), cette saturation s'explique par l'existence de zones communes entre les couvertures des appareils. Ce résultat constitue une aide précieuse pour le planificateur qui peut diminuer les inégalités d'accès au système de soin tout en minimisant les coûts. Les sites de Châtillon, Clamecy, Avallon et Autun ont une demande potentielle relativement élevée qui permet de justifier l'ajout d'un appareil dans ces quatre sites. Le site de Decize a une faible demande, il faudrait donc évaluer le coût d'un appareil supplémentaire sur ce site par rapport à la population supplémentaire qu'il permet de couvrir.

La deuxième stratégie peut être évaluée uniquement à l'aide du deuxième indicateur.

Cette stratégie permet d'améliorer l'accessibilité de la majorité de la population en désengorgeant les appareils les plus sollicités. Mais la variation de la mesure après ajout d'un appareil n'est pas simple à interpréter. Les communes qui ont un appareil d'imagerie cérébrale ont une accessibilité bien meilleure que les communes qui n'en possèdent pas. La comparaison peut se faire au niveau de l'étendue des communes ayant une accessibilité bonne ou très bonne autour du site en question.

Quatrième partie

Discussion

1 Apport de l'information géographique

A l'aide de diverses méthodes issues de l'information géographique, nous avons pu d'une part mettre en évidence des inégalités d'accès aux soins pour les patients atteints d'AVC, et d'autre part proposer des outils d'aide à la décision au planificateur en santé pour tenter de réduire ces inégalités. Nous allons montrer en quoi ces outils constituent une aide précieuse pour le planificateur en santé, de quelle manière les outils et méthodes de l'information géographique peuvent prendre leur place dans la planification sanitaire, et quelles sont leurs limites.

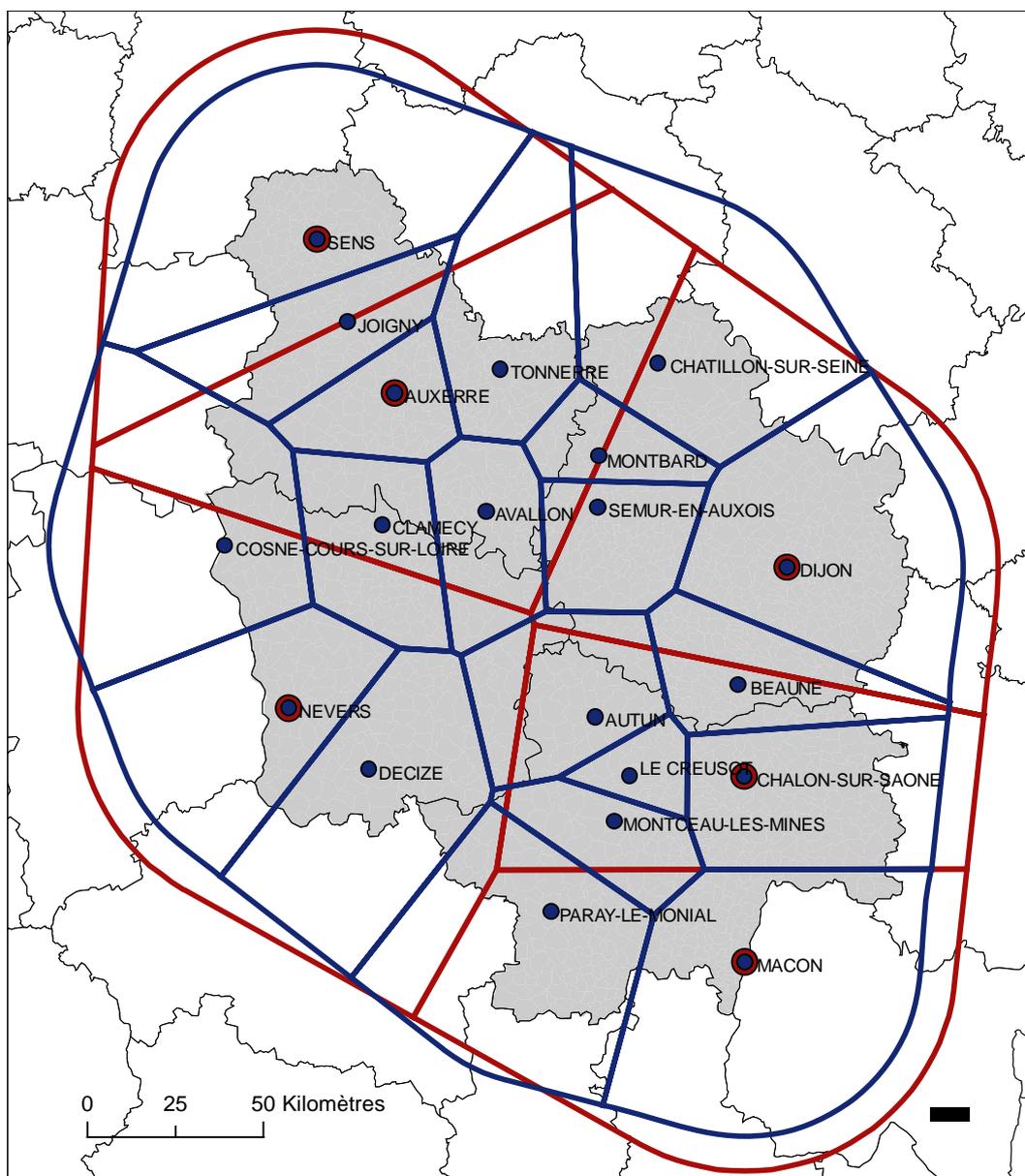
Les méthodes que nous avons utilisées sont : d'une part des méthodes de visualisation cartographiques qui permettent de mieux définir les besoins (répartition des cas attendus sur le territoire) ou les pratiques des patients (choix de l'hôpital en fonction du domicile), d'autre part des méthodes d'analyse spatiale (secteur de proximité, modélisation de l'accessibilité physique) permettant d'évaluer l'adéquation entre les ressources et les besoins.

Nous avons tout d'abord pu déterminer les secteurs de proximité associés à chaque hôpital. Ces secteurs sont basés sur une distance-temps qui a pu être calculée grâce aux outils de la géomatique (logiciels de calculs de temps d'accès et données géoréférencées). La définition de ces secteurs constitue un résultat très utile pour le planificateur puisque chaque commune peut ainsi être rattachée à l'hôpital le plus proche.

Le SROS 3 spécifie qu'une organisation graduée des plateaux techniques doit être mise en place. Sur la Carte 23 nous présentons deux découpages du territoire bourguignon effectués à l'aide des polygones de Voronoï, selon deux graduations de soin considérées. Les deux graduations de soins considérées sont d'une part les sites accueillant les urgences et d'autre part les pôles des territoires sanitaires actuels (tels qu'ils sont définis dans le SROS 3 de Bourgogne) qui possèdent des plateaux techniques plus performants. Les découpages sont très différents selon le niveau d'équipement considéré, et ne sont pas emboîtés. Cette technique, très simple d'utilisation, permet d'élaborer différents découpages territoriaux en vue d'une organisation graduée des plateaux techniques.

Dans le cadre de notre étude, pour une prise en charge optimale des AVC, nous avons associé chaque commune à l'hôpital le plus proche accueillant les urgences et disposant d'un appareil d'imagerie cérébrale. Cette méthode peut s'étendre à d'autres pathologies, pour différents niveaux de prise en charge ; et l'on peut imaginer à terme posséder une base de données indiquant pour chaque commune l'hôpital le plus proche selon le niveau de prise en charge requis.

Carte 23: Découpage territorial à l'aide des polygones de Voronoï autour des établissements accueillant les urgences et autour des pôles de territoires sanitaires



- SAU ET UPATOU
- Polygones de Voronoï autour des SAU - UPATOU
- Pole de territoire sanitaire
- Polygones de Voronoï autour des pôles de territoires sanitaires

Nous avons également mis en œuvre deux mesures d'accessibilité spatiale complémentaires (dont une prenant en compte à la fois l'accessibilité physique (temps d'accès) et la disponibilité des appareils). L'utilisation de ces deux mesures nous a permis non seulement de mettre en relief des inégalités d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale, mais également de fournir des solutions pour diminuer ces inégalités et augmenter l'accessibilité spatiale des bourguignons aux appareils d'imagerie cérébrale.

L'analyse géographique de la région Bourgogne associée à la pathologie des AVC, nous a permis de mettre en évidence de grandes différences d'incidence sur le territoire ainsi que des inégalités d'accès aux soins très marquées. De forts contrastes existent sur le territoire en terme de répartition de la population, d'incidence des AVC et d'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale. Le centre de la région est une zone peu peuplée mais dont la population est majoritairement âgée, donc à risque pour les AVC ; l'incidence y est donc relativement élevée. Or cette zone est une zone montagneuse ce qui rend les temps d'accès longs et dans laquelle sont situées peu de structures de soins, dont très peu accueillent les urgences et aucune ne dispose d'un appareil d'imagerie cérébrale. Nous avons pu prouver grâce à notre étude sur l'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale, que globalement la population à risque de la région Bourgogne était moins bien couverte que la population générale. Ce résultat est important et illustre des particularités géographiques propres au territoire bourguignon. En effet, deux études effectuées l'une en Ecosse (Seymour, Cairns et al., 2005) et l'autre au Canada (Scott, Temovsky et al., 1998) portant sur l'accessibilité géographique aux services d'imagerie de la population générale et à risque pour les AVC (population âgée) trouvent une accessibilité physique similaire pour les deux populations.

Ces particularités de répartition de la population, de structures d'âge et de localisation des structures de soins propres au territoire bourguignon justifient une approche spatiale de l'étude de la pathologie des AVC et l'utilisation des outils de l'information géographique sans lesquels ces disparités n'auraient pas pu être mises en évidence.

De profondes inégalités d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale ayant pu être mises en évidence au sein de la région, nous avons cherché à fournir des outils d'aide à la décision permettant de réduire ces inégalités.

Afin de réduire les inégalités d'accès aux appareils d'imagerie cérébrale, il convient d'ajouter des appareils pour couvrir au mieux la population.

La méthode utilisée consiste à mesurer l'accessibilité spatiale après modification théorique de l'offre de soins selon différentes stratégies d'ajout et à comparer les différents résultats obtenus à l'accessibilité réelle existante. Cet outil simple d'utilisation permet au planificateur

en santé de prévoir les effets de différentes stratégies de modification de l'offre hospitalière sur l'accessibilité spatiale aux services de santé. Ainsi nous fournissons aux planificateurs en santé une méthode d'optimisation de la localisation des équipements lourds pour obtenir une localisation cohérente et complémentaire de l'offre.

L'ajout d'appareil peut se faire selon deux stratégies (compatibles) ; la première est l'ajout d'un appareil dans un site non équipé et pouvant potentiellement le devenir (les sites potentiels sont choisis selon un critère particulier, dans notre étude : le fait d'accueillir les urgences), et la deuxième consiste à ajouter un appareil dans un site déjà équipé. Les deux stratégies étudiées ne sont pas incompatibles, mais émanent de toutes façons d'un choix politique.

La première stratégie, qui consiste à ajouter un appareil dans un site non équipé vise à établir une certaine équité en maximisant le nombre de centres disposant d'un appareil d'imagerie cérébrale. Ce choix permet d'augmenter sensiblement l'accessibilité de la population mal ou non couverte, mais d'un point de vue économique coûte plus cher, avec le risque que les appareils soient sous-utilisés. Cette stratégie peut donc être accompagnée d'une étude de la demande potentielle associée à l'appareil ajouté pour l'ensemble des pathologies qui nécessitent un recours à cet appareil. Notre étude porte sur l'imagerie dans le cadre de la prise en charge des AVC, mais les scanners et les IRM sont des équipements qui ne sont pas réservés au traitement des AVC. Nous avons calculé la demande potentielle pour l'ensemble de la population qu'elle soit ou non à risque pour les AVC.

Le choix de cette stratégie s'inscrit dans une optique de diminution des inégalités d'accès aux soins sur le territoire. Les nouveaux appareils seront placés de telle sorte qu'une partie de la population située loin d'un appareil d'imagerie voie ses temps d'accès diminuer.

La deuxième stratégie qui consiste à ajouter un appareil dans un site déjà équipé permet de désengorger les appareils les plus sollicités et améliorer ainsi l'accessibilité de la majorité de la population (située dans les grandes villes). Cette concentration des services permet de réaliser des économies d'échelles mais ne diminue pas les inégalités.

L'ajout d'un appareil avec cette stratégie ne permet pas de diminuer les temps d'accès aux sites équipés, mais permet en revanche de diminuer les temps d'attente associés aux appareils dont la demande potentielle est forte.

Tous les cas de figure doivent être examinés ; augmentation du nombre d'appareils dans un site qui en possède déjà, ajouts d'un ou plusieurs appareils dans un site n'en possédant pas. Les contraintes financières nécessitent de trouver un compromis entre accessibilité, qualité et coût, ce qui revient à trouver un équilibre entre équité et efficience. Mais la question de la

répartition de l'offre de soins est certes d'ordre politique mais également éthique, puisque dès lors qu'une partie de la population n'a pas accès aux structures de soins dont elle a besoin dans des délais raisonnables (voire nécessaires à sa survie), l'égalité des chances n'existe pas.

En Bourgogne, l'égalité d'accès aux appareils d'imagerie n'est pas respectée, et c'est en premier lieu la population la plus à risque pour les AVC (la population âgée) qui en souffre.

Afin de réduire ces inégalités, l'ajout d'appareil d'imagerie est indispensable et la méthode que nous avons élaborée permet au planificateur en santé de décider des emplacements les plus propices.

Cette méthode suppose cependant d'avoir un choix entre plusieurs emplacements, ce qui suggère qu'elle peut s'appliquer pour la localisation des équipements lourds ou des personnels hospitaliers sur la base de structures existantes, et s'inscrit donc dans une optique de planification sanitaire hospitalière. Elle ne peut en l'état pas s'appliquer aux médecins libéraux puisqu'ils n'ont à priori pas un nombre fini de choix d'emplacements.

Les méthodes d'amélioration de l'accessibilité que nous avons utilisées sont des outils d'aide à la décision pour le planificateur en santé. Ces outils sont simples à mettre en œuvre, et l'interprétation des résultats plus ou moins complexe selon les stratégies employées ou les mesures utilisées.

Les résultats obtenus dépendent toutefois de la qualité de la modélisation du réseau routier et de la fiabilité des temps d'accès pris en compte.

2 Limites des outils de l'information géographique

Les temps d'accès obtenus avec le réseau ROUTE 120® sont plus longs que les temps d'accès obtenus avec le réseau ROUTE 500®. Les différences observées sont dues aux différences d'échelles entre les deux bases de données. La base de données IGN ROUTE 120® est une base de données à petite échelle tandis que la base de données IGN ROUTE 500® est à grande échelle.

Les routes parcourues pour aller d'un point à un autre sont différentes selon le réseau routier considéré ce qui a une incidence sur les temps d'accès obtenus. Le réseau routier ROUTE 120 possède moins de routes que le réseau ROUTE 500, les trajets effectués sont donc souvent moins directs et génèrent des détours inutiles.

De plus, comme nous l'avons vu précédemment, les résultats de temps d'accès obtenus sont fortement dépendants de la modélisation préalable effectuée sur les réseaux routiers pour leur utilisation sous Chronomap. C'est l'étape primordiale pour le calcul des temps d'accès et elle nécessite d'y consacrer du temps, pour vérifier que les temps obtenus correspondent à la réalité du terrain.

D'après notre connaissance du terrain, il apparaît que les résultats de temps d'accès obtenus avec le réseau IGN ROUTE 500® sont plus proches de la réalité que ceux obtenus avec IGN ROUTE 120®. La base de donnée IGN ROUTE 500® est beaucoup plus précise et pour une étude régionale comme celle que nous avons menée, semble mieux refléter la réalité terrain des routes empruntées par la population, et des temps de parcours réellement effectués.

Bien que nous n'ayons pu vérifier et modifier tous les tronçons de route pour que tous les temps de parcours obtenus par Chronomap correspondent à la réalité terrain, nous savons que sur certains tronçons les temps d'accès sous-estiment ou sur-estiment la réalité. En effet, pour certaines routes, l'état de la chaussée ne permet pas de rouler à la vitesse maximale autorisée, le réseau IGN ROUTE 500® semble alors sous-estimer les temps de parcours. Les routes sont modélisées par Chronomap en fonction d'un certain nombre de critères, elles sont classées par niveaux selon les caractéristiques provenant de la base de données de l'IGN. Mais au sein d'un même niveau défini par l'IGN, les routes sont hétérogènes ; et selon l'état de la chaussée, la vitesse sera plus ou moins élevée.

Les points de départs et d'arrivées utilisés pour calculer les temps d'accès sont les centroïdes des communes. L'échelle communale ainsi que les réseaux routiers et les données en notre possession ne nous ont pas permis de calculer les temps de parcours à

l'intérieur des villes. Les trajets urbains ne peuvent être calculés via les réseaux routiers utilisés, les temps trouvés sous-évaluent donc probablement les temps de parcours réels puisqu'il faudrait y ajouter les temps de traversée des villes, parfois rendus difficiles par les embouteillages.

L'ensemble de l'étude d'accessibilité que nous avons menée repose sur les temps de parcours et donc la qualité et la fiabilité des données utilisées. La mise à jour des données conformément à la réalité du terrain est donc indispensable pour obtenir des résultats fiables, et utiles. Une région qui souhaiterait mettre en œuvre ce type de calcul d'accessibilité aurait tout intérêt à modéliser de façon très précise les tronçons de route, de sorte que les temps d'accès obtenus s'approchent le plus possible de la réalité. Une telle modélisation peut prendre beaucoup de temps mais elle ne peut être que bénéfique pour la région et peut, en outre, servir pour d'autres applications que l'aide à la planification sanitaire.

Nous avons pu montrer des inégalités d'accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale entre la population générale et la population à risque (population âgée). A priori cette différence n'est établie que pour la dimension spatiale de l'accessibilité, puisque nous n'avons pas pris en compte la dimension d'accessibilité sociale ou économique. La méthode utilisée suggère que tous les habitants d'une même commune ont la même accessibilité aux appareils d'imagerie cérébrale. Or, les personnes âgées peu aisées, qui vivent seules et qui ont peu de relations sociales, auront une accessibilité réelle moindre aux différentes structures de soins. Le manque de données, surtout au niveau individuel, rend difficile la conduite d'études prenant en compte l'isolement et les caractéristiques sociales des individus.

Dans notre étude, nous avons également utilisé les données issues du PMSI (programme médicalisé des systèmes d'information) pour les AVC, qui nous ont permis de dégager une prise en charge très globale des AVC à l'aide des modes d'entrées et sorties dans le champ MCO (médecine chirurgie obstétrique). On a ainsi pu montrer que le mode de sortie est différent selon l'âge du patient ; les personnes âgées sont plus fréquemment décédées ou transférées à l'issue de leur séjour que les jeunes qui reviennent plus fréquemment à domicile. Deux phénomènes peuvent expliquer ces résultats, soit les AVC sont plus graves chez les sujets âgés (il peut s'agir notamment de récives d'AVC), soit la prise en charge n'est pas la même selon les patients.

Le mode d'entrée est principalement (89 % des cas) le domicile, le mode d'entrée ne peut être codé qu'en domicile, mutation (même entité juridique) ou transfert ; un mode d'entrée domicile n'indique en aucun cas que la pathologie s'est déclarée à domicile ni que le lieu de prise en charge (si la prise en charge a été faite par une ambulance) est le domicile. De plus, la base de donnée du PMSI ne permet pas de connaître le mode de transport ou le premier service consulté (urgences ou non) qui est un élément très important dans la prise en charge du patient.

A l'échelle de la région l'utilisation de la base de données du PMSI est un outil intéressant qui permet de donner les chiffres clés d'incidence des AVC hospitalisés et les modes d'entrée et sortie principaux. En revanche si l'on veut faire une étude à une échelle plus fine comme l'échelle du code postal des patients, les résultats sont moins satisfaisants. L'absence de certains hôpitaux dans la base de données du PMSI biaise fortement les résultats et l'approche géographique devient peu fiable.

La base de données du PMSI ne permet pas non plus d'étudier les modes de prise en charge spécifiques puisqu'elle ne permet pas d'identifier les services de prise en charge (Neurologie, unité neurovasculaire ou autre service).

Nous avons étudié dans un premier temps les taux de fuite et d'attraction de la Bourgogne à un niveau régional (fuite et attraction vers les autres régions françaises) puis à un niveau départemental (fuite et attraction vers un département français autre que le département de résidence) à partir des données issues de la base de données du PMSI pour l'année 2002. Au niveau régional, les taux de fuite et d'attraction de la Bourgogne se compensent. En revanche au niveau départemental, on observe de grandes différences selon les départements certains sont très attractif (Côte d'or) d'autres ont un taux de fuite élevé (Yonne).

Nous avons ensuite souhaité étudier les phénomènes de fuite et d'attraction à un niveau infrarégional. Pour cela nous avons utilisé une méthode utilisant les secteurs de proximité des hôpitaux (le secteur de proximité de l'hôpital A est constitué de l'ensemble des codes postaux dont l'hôpital A est l'hôpital le plus proche) et une visualisation en oursins. Cette méthode permet de voir dans quelle mesure les patients se rendent dans l'hôpital le plus proche de chez eux. Il s'agit donc d'une méthode de visualisation des fuites et attraction à l'échelle de l'hôpital. Les zones de proximité des hôpitaux sont évalués de deux façons : avec les polygones de Voronoï (distance euclidienne) et avec les secteurs de proximité utilisant la distance temps.

Cette seconde méthode de visualisation des fuites et attraction au niveau hospitalier révèle des différences à l'intérieur des départements et selon les hôpitaux. Les patients semblent aller vers les hôpitaux les plus importants et les plus proches de chez eux (sans prise en compte des limites départementales), mais il est difficile de dégager une tendance nette d'attraction ou de fuite au niveau infrarégional. En effet à grande échelle on dispose de plus de détail, mais le surplus d'information rend la vision d'ensemble difficile.

Le PMSI est donc un outil utile pour avoir une vision globale d'une pathologie mais inadapté pour une analyse géographique plus fine. Si la base de données du PMSI recensait de manière exhaustive l'ensemble des séjours, et si la localisation des patients pouvait se faire au niveau de la commune, on pourrait étudier de façon beaucoup plus précise les flux de patients et ainsi adapter la répartition des lits et des équipements sur le territoire en prenant en compte les flux entrants et sortants.

Les outils issus de l'information géographique sont des outils performants d'aide à la planification sanitaire. Mais de manière générale ils dépendent grandement des données auxquelles on les associe. Nous avons vu que le PMSI, qui pourrait être un outil permettant d'étudier les flux réels de patients, n'est en réalité pas utilisable à l'échelle régionale parce que trop de séjours sont manquants, du fait de l'absence de certains hôpitaux de la base de données du PMSI (8% des lits) ce qui biaise les résultats.

L'échelle d'étude est souvent imposée par les données (code postal pour le PMSI) ; si plusieurs types de données sont utilisés et qu'elles ont des échelles différentes ou des niveaux de découpages différents cela peut rendre les analyses très complexes.

Or il faut pouvoir utiliser l'échelle adaptée à l'information que l'on souhaite obtenir, par exemple une échelle infra départementale pour connaître le recours aux hôpitaux de proximité par rapport aux plus gros hôpitaux, et une échelle départementale pour connaître les zones (ou les territoires sanitaires) qui ont un fort taux d'attraction ou de fuite. Mais ce n'est pas toujours possible, car les données à l'échelle voulue ne sont pas toujours disponibles.

Une autre limite classique de l'utilisation des outils de l'information géographique est le problème de la délimitation de l'aire d'étude, cette aire est parfois imposée par les données elles-mêmes ou peut être déterminée par l'utilisateur.

Nous possédons le réseau routier ROUTE 500 pour la région Bourgogne, et le réseau routier ROUTE 120 pour la France entière. La modélisation du réseau routier ROUTE 500 nous a paru donner des résultats plus proches de la réalité, c'est pourquoi nous avons souvent privilégié le choix de ce réseau au détriment du réseau ROUTE 120. En revanche, il

nous a paru important, notamment pour les calculs d'accessibilité physique de prendre en compte les régions voisines. Bien que les limites administratives existent, les patients bourguignons n'ont pas de contrainte de choix d'établissements hospitaliers et peuvent se faire soigner dans une région différente de celle dans laquelle ils sont domiciliés. De plus, en dehors du choix et des préférences des patients, pour les patients situés en bordure de région, l'hôpital le plus proche peut être situé en dehors de la région de son domicile.

Nous avons donc tenu compte de l'apport des régions voisines pour le calcul de la part de population située à moins d'un certain temps seuil d'un appareil d'imagerie cérébrale. Nous avons effectué les calculs de temps d'accès via le réseau ROUTE 120 en ajoutant les appareils d'imagerie cérébrale des régions voisines de la Bourgogne.

Pour le calcul de l'accessibilité de Joseph et Bantock nous n'avons pas tenu compte des régions voisines, puisqu'il aurait fallu ajouter non seulement les appareils mais également la population des régions limitrophes, de manière à prendre en compte tous les flux entrants et sortants potentiels, ce qui pose le problème de la limite à donner à l'étude. Nous n'en avons pas tenu compte, ce qui peut être un biais puisque les flux de patients entre les régions existent bel et bien. Il conviendrait donc, pour annuler ce biais de prendre en compte les équipements en appareils d'imagerie des départements limitrophes pour les flux sortant et leur population pour les flux entrants. Cependant les décisions de planification sanitaire sont prises à un niveau régional et les découpages administratifs restent un frein à la conduite d'études interrégionales même si des partenariats interrégionaux peuvent exister sur le terrain.

Les données de l'IGN sont fournies avec les frontières régionales, et il n'est pas possible d'obtenir un réseau sur une région et d'obtenir en plus une zone tampon autour de la région choisie. Ainsi si l'on souhaite étudier la région Bourgogne et prendre en compte les régions voisines il faut soit posséder le réseau pour la France entière (ce que nous possédions pour le réseau IGN ROUTE 120®) soit acheter toutes les régions limitrophes en l'occurrence pour la Bourgogne 6 régions supplémentaires (Ile-de-France, Champagne-Ardennes, Franche-Comté, Rhône-Alpes, Auvergne, Centre) ce qui augmente considérablement les frais de l'étude.

3 Limites de l'étude

Les outils de l'information géographique nous ont permis d'élaborer une méthode pour optimiser l'implantation des appareils d'imagerie cérébrale, cependant ces appareils ne sont rien sans les moyens humains nécessaires. L'accessibilité que nous avons calculée suppose que tous les appareils sont en service, et ne prend pas en compte les horaires d'ouverture spécifiques de nuit ou de week-end. Durant ces périodes, les appareils sont souvent indisponibles faute de personnel. Notre enquête par questionnaire a montré que la préoccupation des médecins face à la pénurie de moyens humains est grande.

Une des grandes difficultés rencontrées par la plupart des établissements est un problème de personnel, certaines régions ont beaucoup de mal à attirer les médecins et se retrouvent donc en sous effectifs. Le problème ne se pose pas uniquement à l'échelle des régions mais également à l'échelle des hôpitaux. Les petits hôpitaux peinent souvent à attirer les médecins. Pour un médecin, rejoindre un petit hôpital signifie davantage de responsabilités, davantage de gardes, et aujourd'hui les médecins préfèrent les grandes structures ayant des moyens techniques performants, et des tours de gardes moins contraignants.

Dans le cadre des AVC, le problème se pose en premier lieu pour les neurologues, ou les médecins formés à la neurologie vasculaires ; cette situation de pénurie pouvant aller jusqu'à l'absence de neurologues titulaires dans les hôpitaux publics de tout un département, où ils n'exercent que dans le cadre de vacations ce qui limite leur disponibilité auprès des patients. Le problème se pose également pour les radiologues, avec des déséquilibres géographiques importants (surreprésentation en Ile de France, Provence alpes côte d'azur). L'importance des postes hospitaliers vacants dans cette spécialité est préoccupante.

Pour tenter de contourner le problème, d'autres modes d'organisation sont mis en place. C'est le défi de la télé transmission d'image. En Bourgogne par exemple, les autorisations de scanner ou d'IRM ne sont accordées que si les hôpitaux participent au réseau de télétransmission d'image (dont le site pivot est situé à Dijon). Ainsi les images sont transmises au site pivot qui émet un avis d'expert.

Dans le cadre de la neurologie, le réseau de télé médecine ReBoN (Réseau Bourgogne Neurologie) permet ainsi d'obtenir l'avis diagnostique et thérapeutique d'un expert dans les 45 minutes. Le patient peut être ou non transféré au sein de l'UNV, mais dans tous les cas, le suivi du patient est assuré régulièrement par l'expert. Ce dispositif ne remplace pas la présence d'un neurologue ou d'un radiologue titulaire mais permet de traiter les patients se présentant avec un AVC d'une manière efficace, malgré le manque de moyens.

Si l'on se place dans l'éventualité d'un traitement thrombolytique dont l'administration doit être effectuée dans les 3 heures suivant l'apparition des symptômes, le recours au réseau de télémédecine semble pouvoir permettre à davantage de patients de bénéficier de ce traitement. En réalité, la thrombolyse est un acte autorisé seulement par les médecins spécialistes en neurologie et au sein des seules UNV, ce qui implique un transfert du patient vers l'UNV induisant donc un temps supplémentaire avec le risque de dépasser la fenêtre temps de 3 heures.

En France en 1999 (Hommel, Deblasi et al., 2003) seuls 4 % des patients ayant fait un AVC étaient admis en UNV. Parmi eux de nombreux patients présentent des contre-indications pour le traitement par thrombolyse ou arrivent dans un délai supérieur à 3 heures. Selon les experts, durant l'année 2003, (année d'autorisation de mise sur le marché de traitement thrombolytique pour les AVC en France), environ 2% des patients admis dans ces services spécialisés ont bénéficié d'un traitement thrombolytique par rt-PA. La relative jeunesse d'autorisation de mise sur le marché, ainsi que les nombreuses contre indications peuvent expliquer en partie le faible recours à ce traitement. L'augmentation du nombre d'UNV ainsi que leur bonne répartition sur le territoire pourrait permettre dans les années à venir à davantage de patients de bénéficier de ce traitement. On estime (Hankey and Warlow, 1999) qu'entre 5 et 10 % des patients atteints d'AVC pourraient en bénéficier.

L'autorisation de délivrer le traitement par d'autres médecins que les seuls spécialistes en neurologie, après avis favorable d'un expert référent (par exemple par le biais de la télémédecine), et avant transfert en UNV, pourrait également permettre d'augmenter le nombre de patients pouvant bénéficier de ce traitement. Mais cette autorisation doit se faire dans un cadre strict parce que les contre indications au traitement thrombolytique par rt-PA sont nombreuses et les conséquences d'une mauvaise administration peuvent être fatales.

Le vieillissement attendu de la population laisse présager une augmentation du nombre de patients atteints d'AVC dans les années à venir. La prévision de cette augmentation, la plus grande conscience de l'impact de cette pathologie sur la société par les décideurs publics, et l'implication des médecins, devraient rapidement faire évoluer le nombre d'UNV au sein des hôpitaux français, et ainsi améliorer la prise en charge des patients atteints d'AVC.

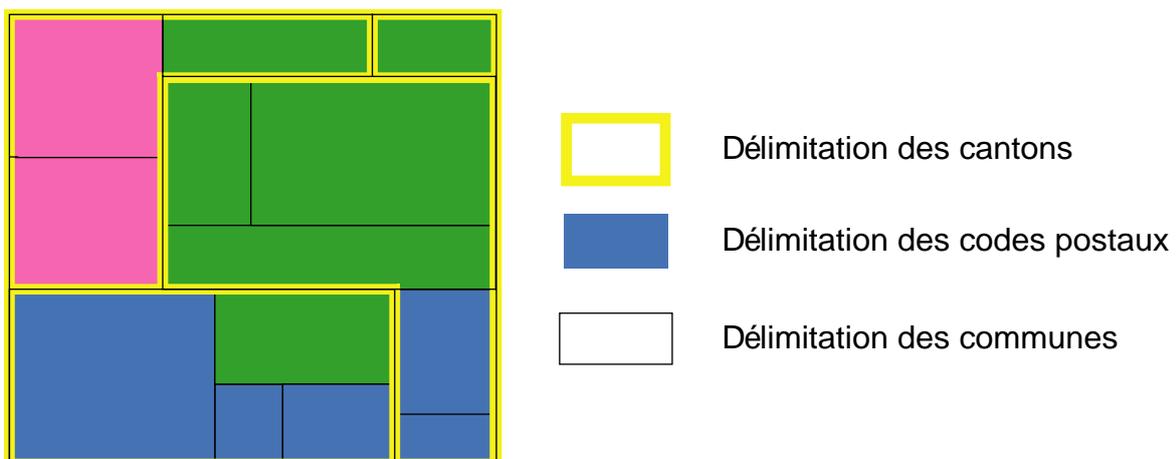
En terme d'équipement, l'évolution des hôpitaux peut être rapide. Le nombre et la localisation des appareils d'imagerie cérébrale (scanner et IRM) que nous avons pris en compte dans notre étude reflètent l'état de l'équipement en mars 2006. D'ici peu, on pourra ajouter au modèle un scanner (Auxerre) et deux IRM (Dijon et Montceau-les-Mines) d'ores et

déjà autorisés sur le territoire bourguignon mais non encore installés, puis il faudrait prendre en compte entre 4 et 6 scanners et une IRM supplémentaires qui devraient être autorisés et installés d'ici 2011, d'après les objectifs quantifiés de l'offre de soins du SROS 3.

La circulaire N°101/DHOS/O/2004 du 5 mars 2004 relative à l'élaboration des SROS de troisième génération préconise d'identifier des territoires de santé pertinents pour l'organisation des soins dont les frontières tiennent compte des réalités locales, indépendamment des limites administratives (départements ou régions).

Les territoires de santé de Bourgogne sont au nombre de 6 (Carte 2 en page 52) et ils suivent les limites départementales (à l'exception du canton de Clamecy qui a été rattaché au territoire sanitaire du sud de l'Yonne), les départements de l'Yonne et de la Saône et Loire, ont chacun été divisés en deux territoires sanitaires. L'objet de ces divisions est de contrer les fuites en grand nombre vers l'Île de France pour le territoire du nord de l'Yonne et vers Rhône-Alpes pour le territoire du sud Saône et Loire. Selon le rapport de l'ARH, ces territoires ont été créés à partir des flux domicile hôpital observés sur la base de données du PMSI. La base de données du PMSI est à l'échelle du code postal (regroupement de communes), or la carte des territoires de Bourgogne représente des découpages par cantons, les cantons et les codes postaux sont deux regroupements de communes différents et non emboîtables (Figure 20). Il est donc difficile de comprendre quelle technique de découpage territorial a réellement été adoptée.

Figure 20: Illustration des regroupements de communes par codes postaux et cantons



Le PMSI bien qu'il ait été créé comme un outil d'analyse de l'activité des établissements hospitaliers peut-il être utilisé comme un outil de planification ?

Il s'agit, à première vue, d'une source de données inestimable pour le planificateur en santé parce qu'elle contient l'ensemble des hospitalisations survenues en France. Mais nous avons vu plus haut que l'absence de certaines données (parfois des hôpitaux entiers) et l'échelle de localisation des patients (code postal) biaisent très fortement les résultats des études régionales menées à partir de cette base, et rendent très complexes les interprétations. L'utilisation de la base de données du PMSI comme outil de planification suppose en outre que l'on considère uniquement les patients hospitalisés, donc uniquement les demandes exprimées voire satisfaites. Or les demandes non exprimées doivent non seulement être prises en compte mais également réduites. La prise en compte de la pratique réelle des patients est utile mais ne doit pas être l'unique objet de l'étude pour l'élaboration des territoires sanitaires ; si les flux principaux montrent une attraction très forte vers un pôle, faut-il pour autant fermer tous les autres hôpitaux et concentrer les moyens au profit de ce pôle ? Ne faut-il pas plutôt comprendre pourquoi les flux se font au profit d'un centre hospitalier et tenter d'enrayer la fuite des patients en renforçant la prise en charge dans les autres centres hospitaliers ?

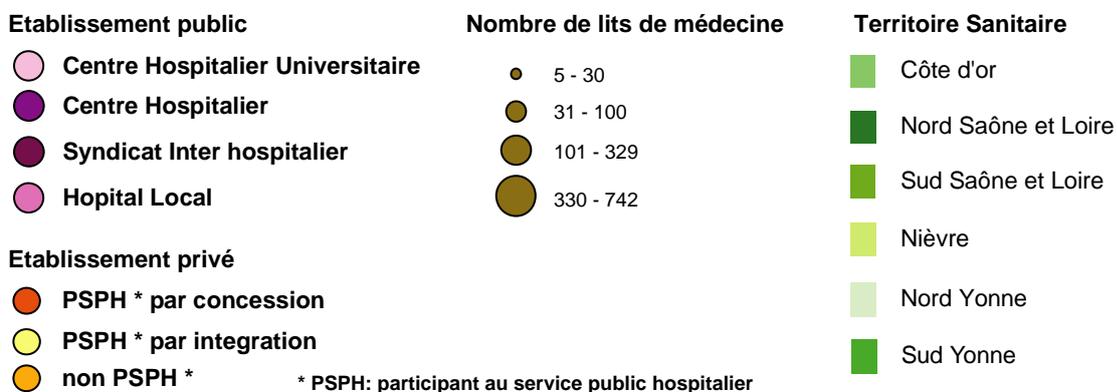
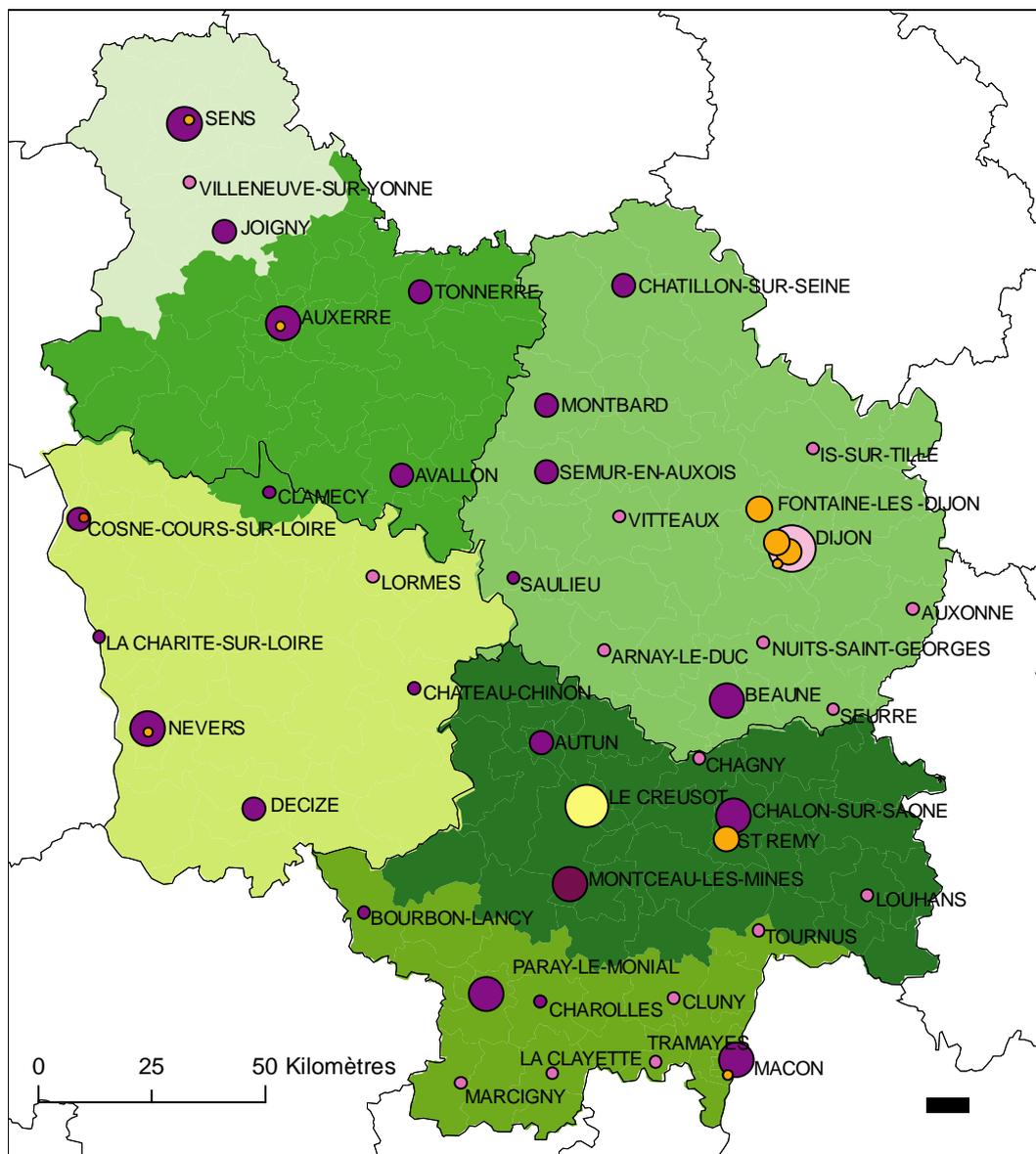
Les secteurs de proximités (Carte 14 en page 131) que nous avons créés autour de chaque hôpital accueillant les urgences s'affranchissent des limites départementales, notamment les secteurs de proximité d'Autun, Avallon, Clamecy, et Cosnes cours sur Loire.

Nous avons étudié les flux de patients dans le strict cadre de la prise en charge des AVC, qui ne reflètent pas les pratiques spatiales des patients pour l'ensemble des pathologies, cependant ils reflètent très probablement les pratiques des patients pour le recours aux urgences. Dans le cas d'un recours à une prise en charge aux urgences, il conviendrait au minimum que chaque commune soit située dans le même territoire sanitaire que l'hôpital le plus proche accueillant les urgences, ce qui n'est pas le cas des territoires définis dans le SROS de bourgogne de troisième génération.

En regroupant les secteurs de proximité que nous avons identifiés, en des territoires sanitaires pertinents pour l'organisation des soins (avec différents niveaux de prise en charge), on parviendrait davantage à se conformer aux réalités locales et suivre ainsi la directive issue de la circulaire N°101/DHOS/O/2004 du 5 mars 2004 relative à l'élaboration des SROS de troisième génération. Cette circulaire précise que les limites départementales ne doivent pas être prises en compte lors de l'élaboration des territoires sanitaires mais qu'il faut créer des territoires respectant les réalités locales.

La carte des territoires de Bourgogne issue du SROS 3 (Carte 2 en page 52), semble comporter des territoires plutôt équilibrés. Cependant, les hôpitaux qui figurent sur cette carte ne sont pas représentés en fonction de leur taille mais en fonction de leur type (CHU, CH, hôpital local, établissements privés..). Cette représentation est très trompeuse, puisqu'elle place sur le même plan des hôpitaux comme Auxerre (territoire du sud de l'Yonne) et Charolles (territoire du sud de la Saône-et-Loire) qui ont respectivement 443 et 15 lits MCO. Si l'on représente les hôpitaux selon leur taille et non selon leur type, le déséquilibre entre les territoires semble plus marqué (Carte 24). L'illustration cartographique comme toute représentation de la réalité a ses limites, et il faut étudier chaque carte avec un œil critique, en se demandant ce qui a réellement été représenté mais également ce qui ne l'a pas été et pourquoi.

Carte 24: Répartition des lits de médecine par territoires sanitaires



Conclusion et perspectives

L'objectif de cette thèse était de montrer les apports et les limites de l'utilisation des méthodes de l'information géographique (notamment l'analyse spatiale) pour la planification sanitaire. Pour cela nous avons utilisé des outils et des méthodes issus de la géographie de la santé permettant de modéliser les particularités géographiques locales (temps d'accès, dispersion de la population, répartition des malades) et les contraintes techniques (spécialisation, moyens et localisation des établissements) afin d'optimiser la localisation des structures de soins.

Les outils de l'information géographique permettent au planificateur en santé d'envisager d'autres aspects que ceux uniquement liés aux hospitalisations observées ou à l'équipement existant. Ils permettent par exemple de déterminer la répartition des cas attendus ou de prévoir l'impact de l'implantation de nouveaux équipements sur l'accessibilité et donc la prise en charge des patients.

Nous avons pu montrer via l'exemple de la prise en charge des AVC en Bourgogne que les outils et méthodes issues de l'information géographique peuvent devenir de véritables outils d'aide à la décision pour le planificateur en santé. L'enjeu d'une bonne prise en charge des AVC passe en premier lieu par l'information du public, il faut éduquer l'ensemble de la population de sorte qu'elle ait le réflexe d'appeler le centre 15 dès les premiers signes d'alertes.

La méthodologie mise en œuvre peut cependant s'étendre à d'autres pathologies et l'intérêt des outils utilisés est valable pour la planification sanitaire de manière générale, et non pas uniquement pour le cas spécifique des AVC.

Les limites principales de ces méthodes proviennent des données utilisées, de leur qualité, leur exhaustivité ou de leur échelle. En s'assurant de la qualité des données, la généralisation de l'utilisation des méthodes de l'information géographique pour la planification sanitaire, ne peut être que bénéfique tant pour l'efficacité de la planification sanitaire que pour la visibilité et la reconnaissance de l'information géographique.

Plusieurs perspectives peuvent être envisagées à l'issue de cette étude. Tout d'abord, au vu des résultats que nous avons obtenus, on peut envisager de créer un SIG (système d'information géographique) sur la région Bourgogne de sorte que chaque commune soit rattachée aux structures de soins pouvant prendre en charge les AVC selon le niveau d'équipement et de prise en charge disponible dans chaque structure. Outre les données concernant les structures de prise en charge, leurs équipements et leurs personnels, ainsi

qu'un réseau routier correctement modélisé (selon l'état des routes), le SIG pourrait comporter des données de trafic ainsi que des données météorologiques actualisées fréquemment voire en temps réel. Les données météorologiques servent à envisager l'utilisation d'un des deux hélicoptères sanitaires de la région, qui ne sont pas utilisables par temps de brouillard ou de fortes pluies. La mise en œuvre de ce SIG permettrait au SAMU de définir très rapidement quel est le centre le plus proche du patient et de vérifier la disponibilité de l'appareil d'imagerie cérébrale, pour prendre la décision d'envoyer le patient vers ce centre ou vers un autre plus éloigné mais dont le scanner ou l'IRM est disponible.

Ce travail pourrait ensuite être étendu à l'ensemble du territoire français, pour faire en sorte de créer un véritable réseau de prise en charge des AVC, qui nécessiterait également la création de coopérations interrégionales.

Références bibliographiques

-
- Albert, D. P., W. M. Gesler and P. S. Wittie. *Geographic information system and health : an educational resource. journal of Geography*,(1995) **94**(2): 350-356.
- Amarenco, P. [*Management of cerebral ischemia in acute phase*]. *Bull Acad Natl Med*,(2002) **186**(7): 1189-207.
- Asplund, K., K. Hulter Asberg, et al. *Riks-stroke - a Swedish national quality register for stroke care. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 5-7.
- Bénié, G. B., C. Müller-Poitevin and H. H. Ngo. *La géomatique de la santé : tendances actuelles. Festival international de géographie de saint-dié, Saint Dié*,(2000).
- Boulos, M. N., A. V. Roudsari and E. R. Carson. *Health geomatics: an enabling suite of technologies in health and healthcare. J Biomed Inform*,(2001) **34**(3): 195-219.
- Bouyer, J., D. Hémon, et al. (1995). *Epidémiologie : principes et méthodes quantitatives*1995,498.
- Brabyn, L. and C. Skelly. *Modeling population access to New Zealand public hospitals. Int J Health Geogr*,(2002) **1**(1): 3.
- Brainin, M. and M. Steiner. *Acute stroke units in Austria are being set up on a national level following evidence-based recommendations and structural quality criteria. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 29-32.
- Busse, O. *Stroke units and stroke services in Germany. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 8-10.
- Ceccato, P., S. J. Connor, I. Jeanne and M. C. Thomson. *Application of Geographical Information Systems and Remote Sensing technologies for assessing and monitoring malaria risk. Parassitologia*,(2005) **47**(1): 81-96.
- Clarke, K. C., S. L. McLafferty and B. J. Tempalski. *On epidemiology and geographic information systems: a review and discussion of future directions. Emerg Infect Dis*,(1996) **2**(2): 85-92.
- Cockings, S., C. E. Dunn, R. S. Bhopal and D. R. Walker. *Users' perspectives on epidemiological, GIS and point pattern approaches to analysing environment and health data. Health Place*,(2004) **10**(2): 169-82.
- Cromley, E. K. *GIS and disease. Annu Rev Public Health*,(2003) **24**: 7-24.
- Croner, C. M. *Public health, GIS, and the internet. Annu Rev Public Health*,(2003) **24**: 57-82.
- Croner, C. M., J. Sperling and F. R. Broome. *Geographic information systems (GIS): new perspectives in understanding human health and environmental relationships. Stat Med*,(1996) **15**(17-18): 1961-77.
- Curtis, S. and I. R. Jones. *Is there a place for geography in the analysis of health inequality ? Sociology of Health and Illness*,(1998) **20**(5): 645-672.
- Czlonkowska, A., D. Milewska and D. Ryglewicz. *The polish experience in early stroke care. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 14-5.

-
- Dale, P. E., S. A. Ritchie, et al. *An overview of remote sensing and GIS for surveillance of mosquito vector habitats and risk assessment. J Vector Ecol*,(1998) **23**(1): 54-61.
- Denègre, J. and F. Salgé (1996). *Les systèmes d'information géographique*. Paris, PUF1996,
- Dere, L., P. Adeleine, et al. *Factors influencing early admission in a French stroke unit. Stroke*,(2002) **33**(1): 153-9.
- Dunn, C. E., J. Woodhouse, R. S. Bhopal and S. D. Acquilla. *Asthma and factory emissions in northern England: addressing public concern by combining geographical and epidemiological methods. J Epidemiol Community Health*,(1995) **49**(4): 395-400.
- Dutt, A. K., H. M. Dutta, J. Jaiswall and C. Monroe. *Assessment of service adequacy of primary health care physicians in a two county region of Ohio, U.S.A. Geojournal*,(1986) **12**(4): 443-455.
- Evans, A., I. Perez, et al. *Can differences in management processes explain different outcomes between stroke unit and stroke-team care? Lancet*,(2001) **358**(9293): 1586-92.
- Fortney, J. C., B. M. Booth, F. C. Blow and J. Y. Bunn. *The effects of travel barriers and age on the utilization of alcoholism treatment aftercare. Am J Drug Alcohol Abuse*,(1995) **21**(3): 391-406.
- Gesler, W. M. and M. S. Meade. *Locational and population factors in health care-seeking behavior in Savannah, Georgia. Health Serv Res*,(1988) **23**(3): 443-62.
- Glass, G. E., B. S. Schwartz, et al. *Environmental risk factors for Lyme disease identified with geographic information systems. Am J Public Health*,(1995) **85**(7): 944-8.
- Goodchild, M. F. *Communicating geographic information system in a digital age. Annals of the association of medical geographers*,(2000) **90**(2): 344-355.
- Groupe de travail AVC. *Accidents vasculaires cérébraux*. Paris, Agence Régionale de l'Hospitalisation d'Ile de France,2002.
- Guagliardo, M. F. *Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. Int J Health Geogr*,(2004) **3**(1): 3.
- Hacke, W., M. Kaste, et al. *European Stroke Initiative Recommendations for Stroke Management-update 2003. Cerebrovasc Dis*,(2003) **16**(4): 311-37.
- Hacke, W., M. Kaste, et al. *European Stroke Initiative: recommendations for stroke management. Organisation of stroke care. J Neurol*,(2000) **247**(9): 732-48.
- Handschu, R., A. Garling, et al. *Acute stroke management in the local general hospital. Stroke*,(2001) **32**(4): 866-70.
- Hankey, G. J. and C. P. Warlow. *Treatment and secondary prevention of stroke: evidence, costs, and effects on individuals and populations. Lancet*,(1999) **354**(9188): 1457-63.
- Hardie, K., G. J. Hankey, et al. *Ten-year survival after first-ever stroke in the perth community stroke study. Stroke*,(2003) **34**(8): 1842-6.

-
- Higgs, G. and M. Gould. *Is there a role for GIS in the 'new NHS'?* *Health Place*,(2001) **7**(3): 247-59.
- Higgs, G., D. P. Smith and M. I. Gould. *Findings from a survey on GIS use in the UK National Health Service: organisational challenges and opportunities.* *Health Policy*,(2005) **72**(1): 105-17.
- Hillen, T., C. Coshall, et al. *Cause of stroke recurrence is multifactorial: patterns, risk factors, and outcomes of stroke recurrence in the South London Stroke Register.* *Stroke*,(2003) **34**(6): 1457-63.
- Hommel, M., A. Deblasi, K. Garambois and A. Jaillard. *The French stroke program.* *Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 11-3.
- Indredavik, B. *Stroke units - the Norwegian experience.* *Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 19-20.
- Indredavik, B., F. Bakke, et al. *Stroke unit treatment. 10-year follow-up.* *Stroke*,(1999) **30**(8): 1524-7.
- Indredavik, B., S. A. Slordahl, et al. *Stroke unit treatment. Long-term effects.* *Stroke*,(1997) **28**(10): 1861-6.
- Jeanblanc, G., *Enjeux et perspectives de la planification des soins dans la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux : Etude des déterminants de la planification des unités neuro-vasculaires.* Université Paris XI faculté de médecine paris - sud,
- Joseph, A. E. and P. R. Bantock. *Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: a method and case study.* *Soc Sci Med*,(1982) **16**(1): 85-90.
- Kistemann, T., F. Dangendorf and J. Schweikart. *New perspectives on the use of Geographical Information Systems (GIS) in environmental health sciences.* *Int J Hyg Environ Health*,(2002) **205**(3): 169-81.
- Launois, R., M. Giroud, et al. *Estimating the cost-effectiveness of stroke units in France compared with conventional care.* *Stroke*,(2004) **35**(3): 770-5.
- Law, M. and N. Wald. *Why heart disease mortality is low in France: the time lag explanation.* *Bmj*,(1999) **318**(7196): 1471-6.
- Lemesle, M., M. Giroud, et al. *Incidence and case-fatality rates of stroke in Burgundy (France). Comparaison between a rural (Avallon) and a urban (Dijon) population, between 1989 and 1993.* *European Journal of Neurology*,(1996) **3**: 109 -115.
- Lucas-Gabrielli, V., N. Nabet and F. Tonnellier. *Les soins de proximité : une exception française ?* CREDES,2001.
- Luo, W. *Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians.* *Health Place*,(2004) **10**(1): 1-11.
- Maclachlan, J. C., M. Jerrett, et al. *Mapping health on the Internet: A new tool for environmental justice and public health research.* *Health Place*,(2006).
- McLafferty, S. L. *GIS and health care.* *Annu Rev Public Health*,(2003) **24**: 25-42.

-
- McPherson, K. M. and H. K. McNaughton. *When is a stroke unit not a stroke unit? Qual Saf Health Care*,(2005) **14**(1): 6.
- Melo, T. P. and J. M. Ferro. *Stroke units and stroke services in Portugal. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 21-2.
- Minier, D., C. Milan, et al. *Evaluation de la charge de travail de l'infirmière et de l'aide soignante en phase aiguë d'un accident vasculaire cérébral. Rev. Neurol.*,(2004) **160**(11): 1040-1047.
- Moon, L., P. Moise, S. Jacobzone and A.-S. E. Group. *Stroke care in OECD Countries : A comparison of treatment costs and outcomes in 17 countries. OECD*,2003.
- Mott, K. E., I. Nuttall, P. Desjeux and P. Cattand. *New geographical approaches to control of some parasitic zoonoses. Bull World Health Organ*,(1995) **73**(2): 247-57.
- Nattinger, A. B., R. T. Kneusel, R. G. Hoffmann and M. A. Gilligan. *Relationship of distance from a radiotherapy facility and initial breast cancer treatment. J Natl Cancer Inst*,(2001) **93**(17): 1344-6.
- Noor, A. M., P. W. Gikandi, et al. *Creating spatially defined databases for equitable health service planning in low-income countries: the example of Kenya. Acta Trop*,(2004) **91**(3): 239-51.
- Oliver, A. and E. Mossialos. *Equity of access to health care: outlining the foundations for action. J Epidemiol Community Health*,(2004) **58**(8): 655-8.
- OMS. *Geographical Information Systems (GIS). Mapping for epidemiological surveillance. Wkly Epidemiol Rec*,(1999) **74**(34): 281-5.
- Pancioli, A. M., J. Broderick, et al. *Public perception of stroke warning signs and knowledge of potential risk factors. Jama*,(1998) **279**(16): 1288-92.
- Parker, E. B. and J. L. Campbell. *Measuring access to primary medical care: some examples of the use of geographical information systems. Health Place*,(1998) **4**(2): 183-93.
- Penchansky, R. and J. W. Thomas. *The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction. Med Care*,(1981) **19**(2): 127-40.
- Phillips, R. L., Jr., E. L. Kinman, et al. *Using geographic information systems to understand health care access. Arch Fam Med*,(2000) **9**(10): 971-8.
- Picheral, H. (1984). *La géographie de la santé. In: Picheral, H. Les concepts de la géographie humaine. Paris. Masson*,1984.
- Randremanana, R. V., R. Migliani, S. Rakotomanga and I. Jeanne. *[Geographic Information Systems and health: application to Antananarivo city]. Arch Inst Pasteur Madagascar*,(2001) **67**(1-2): 74-8.
- Ricketts, T. C. *Geographic information systems and public health. Annu Rev Public Health*,(2003) **24**: 1-6.
- Rudd, A. G., A. Hoffman, et al. *Stroke units: research and reality. Results from the National Sentinel Audit of Stroke. Qual Saf Health Care*,(2005) **14**(1): 7-12.

-
- Rushton, G. *Public health, GIS, and spatial analytic tools. Annu Rev Public Health*,(2003) **24**: 43-56.
- Salem, G. (1998). Espace société territoire et santé. In: Salem, G. *La santé dans la ville*.Karthala,1998. 53-81.
- Samuels, S. J., J. J. Beaumont and N. E. Breslow. *Power and detectable risk of seven tests for standardized mortality ratios. Am J Epidemiol*,(1991) **133**(11): 1191-7.
- Scott, P. A., C. J. Temovsky, et al. *Analysis of Canadian population with potential geographic access to intravenous thrombolysis for acute ischemic stroke. Stroke*,(1998) **29**(11): 2304-10.
- Seymour, J., J. Cairns, et al. *Geographical access to imaging facilities for stroke patients in Scotland. Health Place*,(2005).
- Silver, F. L., J. W. Norris, A. J. Lewis and V. C. Hachinski. *Early mortality following stroke : a prospective review. Stroke*,(1984) **15**(3): 492-6.
- Sterzi, R., G. Micieli and L. Candelise. *Assessment of regional acute stroke unit care in Italy: the PROSIT study. Cerebrovasc Dis*,(2003) **15 Suppl 1**: 16-8.
- Stroke Unit Trialists' Collaboration. *Collaborative systematic review of the randomised trials of organised inpatient (stroke unit) care after stroke. . Bmj*,(1997) **314**(7088): 1151-9.
- Stroke Unit Trialists Collaboration. *How do stroke units improve patient outcomes? A collaborative systematic review of the randomized trials. . Stroke*,(1997) **28**(11): 2139-44.
- Stroke Unit Trialists Collaboration. *Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. The cochrane database systematic reviews, Issue 3. Art. No; / CD000197. DOI:10.1002/14651858.CD000197*,(2001).
- Stroke Unit Trialists Collaboration. *Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. Cochrane Database Syst Rev*,(2002) (1): CD000197.
- Sudlow, C. L. and C. P. Warlow. *Comparable studies of the incidence of stroke and its pathological types: results from an international collaboration. International Stroke Incidence Collaboration. Stroke*,(1997) **28**(3): 491-9.
- Thomas, C. J. and S. W. Lindsay. *Local-scale variation in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing. Trans R Soc Trop Med Hyg*,(2000) **94**(2): 159-63.
- Tonnellier, F. and E. Vigneron. *Géographie de la santé en France*. Paris, 1997.
- Travis, L. H., K. D. Flemming, et al. *Awareness of stroke risk factor, symptoms and treatment is poor in people at highest risk. Journal of stroke and cerebrovascular diseases*,(2003) **12**(5): 221-227.
- Warlow, C., C. Sudlow, et al. *Stroke. Lancet*,(2003) **362**(9391): 1211-24.
- Wiborg, A. and B. Widder. *Teleneurology to improve stroke care in rural areas: The Telemedicine in Stroke in Swabia (TESS) Project. Stroke*,(2003) **34**(12): 2951-6.

Woimant, F., T. De Broucker and P. Vassel. *[Management of stroke in France. Results of 3 national surveys]*. *Rev Neurol (Paris)*,(2003) **159**(5 Pt 1): 543-51.

Woimant, F., M. Hommel, et al. *[Recommendations for the creation of neuro-vascular units]*. *Rev Neurol (Paris)*,(2001) **157**(11 Pt 1): 1447-56; discussion 1457-8.

Wolfe, C. D., M. Giroud, et al. *Variations in stroke incidence and survival in 3 areas of Europe. European Registries of Stroke (EROS) Collaboration*. *Stroke*,(2000) **31**(9): 2074-9.

Bibliographie

-
- Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group. N Engl J Med,(1995) 333(24): 1581-7.*
- European Stroke Initiative recommendations for stroke management. European Stroke Council, European Neurological Society and European Federation of Neurological Societies. Cerebrovasc Dis,(2000) 10(5): 335-51.*
- European Stroke Services: From Evidence to Practice. Proceedings of the satellite symposium to the 11th European Stroke Conference. Geneva, Switzerland, May 29-June 1, 2002. Cerebrovasc Dis,(2003) 15 Suppl 1: 1-32.*
- Andersen, R. M., A. McCutcheon, et al. *Exploring dimensions of access to medical care. Health Serv Res,(1983) 18(1): 49-74.*
- Ashton, C. M. and K. Pietz. *Setting a new standard for studies of geographic variation in hospital utilization rates. Med Care,(2005) 43(1): 1-3.*
- Bereczki, D., L. Csiba, B. Fulesdi and I. Fekete. *Stroke units in Hungary - the Debrecen experience. Cerebrovasc Dis,(2003) 15 Suppl 1: 23-5.*
- Bogousslavsky, J., M. Kaste, et al. *Risk factors and stroke prevention. European Stroke Initiative (EUSI). Cerebrovasc Dis,(2000) 10 Suppl 3: 12-21.*
- Boulos, M. N. *Towards evidence-based, GIS-driven national spatial health information infrastructure and surveillance services in the United Kingdom. Int J Health Geogr,(2004) 3(1): 1.*
- Brainin, M., A. Dachenhausen and M. Steiner. *[Epidemiology of stroke]. Wien Med Wochenschr,(2003) 153(1-2): 3-5.*
- Cadilhac, D. A., J. Ibrahim, et al. *Multicenter comparison of processes of care between Stroke Units and conventional care wards in Australia. Stroke,(2004) 35(5): 1035-40.*
- Combier, E., M. Naiditch, G. Breart and G. de Pouvourville. *[Risk factors, diseases and health care acceptance in perinatology: a predictive model of hospital use]. Rev Epidemiol Sante Publique,(1999) 47(3): 249-61.*
- Combier, E., J. Zeitlin, et al. *Choosing where to deliver: decision criteria among women with low-risk pregnancies in France. Soc Sci Med,(2004) 58(11): 2279-89.*
- Dennis, M. *Stroke services in Scotland. Cerebrovasc Dis,(2003) 15 Suppl 1: 26-8.*
- Dodel, R. C., C. Haacke, et al. *Resource utilization and costs of stroke unit care in Germany. Value Health,(2004) 7(2): 144-52.*
- Douglas, V. C., D. C. Tong, et al. *Do the Brain Attack Coalition's criteria for stroke centers improve care for ischemic stroke? Neurology,(2005) 64(3): 422-7.*
- Elneihom, A. M., M. Goransson, P. Falke and L. Janzon. *Three-year survival and recurrence after stroke in Malmo, Sweden: an analysis of stroke registry data.*

-
- Stroke*,(1998) **29**(10): 2114-7.
- Evans, A., F. Harraf, N. Donaldson and L. Kalra. *Randomized controlled study of stroke unit care versus stroke team care in different stroke subtypes*. *Stroke*,(2002) **33**(2): 449-55.
- Eyles, J. *How significant are the spatial configurations of health care systems?* *Soc Sci Med*,(1990) **30**(1): 157-64.
- Feigin, V. L., C. M. Lawes, D. A. Bennett and C. S. Anderson. *Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century*. *Lancet Neurol*,(2003) **2**(1): 43-53.
- Friday, G., M. Alter and S. M. Lai. *Control of hypertension and risk of stroke recurrence*. *Stroke*,(2002) **33**(11): 2652-7.
- Gatrell, A. C. and T. C. Bailey. *Interactive spatial data analysis in medical geography*. *Soc Sci Med*,(1996) **42**(6): 843-55.
- Gesler, W. *The uses of spatial analysis in medical geography: a review*. *Soc Sci Med*,(1986) **23**(10): 963-73.
- Giroud, M. and M. Lemesle. *[Management of stroke. The value of the Dijon Stroke Registry]*. *Rev Epidemiol Sante Publique*,(1996) **44 Suppl 1**: S70-7.
- Giroud, M., M. Lemesle, et al. *A hospital-based and a population-based stroke registry yield different results: the experience in Dijon, France*. *Neuroepidemiology*,(1997) **16**(1): 15-21.
- Grieve, R., J. Hutton, et al. *A comparison of the costs and survival of hospital-admitted stroke patients across Europe*. *Stroke*,(2001) **32**(7): 1684-91.
- Hacke, W., M. Kaste, et al. *Acute treatment of ischemic stroke. European Stroke Initiative (EUSI)*. *Cerebrovasc Dis*,(2000) **10 Suppl 3**: 22-33.
- Hacke, W., M. Kaste, et al. *European Stroke Initiative (EUSI) recommendations for stroke management. The European Stroke Initiative Writing Committee*. *Eur J Neurol*,(2000) **7**(6): 607-23.
- Hardie, K., G. J. Hankey, et al. *Ten-year risk of first recurrent stroke and disability after first-ever stroke in the Perth Community Stroke Study*. *Stroke*,(2004) **35**(3): 731-5.
- Heller, R., R. O'Connell, et al. *Variation in in-patient stroke management in ten centres in different countries: the INCLLEN multicentre stroke collaboration*. *J Neurol Sci*,(1999) **167**(1): 11-5.
- Hillen, T., C. Coshall, et al. *Cause of stroke recurrence is multifactorial: patterns, risk factors, and outcomes of stroke recurrence in the South London Stroke Register*. *Stroke*,(2003) **34**(6): 1457-63.
- Jiang, B., W. Z. Wang, et al. *Effects of urban community intervention on 3-year survival and*

-
- recurrence after first-ever stroke. *Stroke*,(2004) **35**(6): 1242-7.
- Jorgensen, H. S., H. Nakayama, et al. *The effect of a stroke unit: reductions in mortality, discharge rate to nursing home, length of hospital stay, and cost. A community-based study.* *Stroke*,(1995) **26**(7): 1178-82.
- Kaneko, Y., T. Takano and K. Nakamura. *Visual localisation of community health needs to rational decision-making in public health services.* *Health Place*,(2003) **9**(3): 241-51.
- Kaste, M., T. Skyhoj Olsen, et al. *Organization of stroke care: education, stroke units and rehabilitation. European Stroke Initiative (EUSI).* *Cerebrovasc Dis*,(2000) **10 Suppl 3**: 1-11.
- Keyser, G. S. J. w. E. M. L. N. M. M. J. D. *Admitting Acute Ischemic Stroke Patients to a Stroke Care Monitoring Unit Versus a Conventional Stroke Unit* *Stroke*,(2003) **34**: 101-104.
- Kwiatkowski, T. G., R. B. Libman, et al. *Effects of tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke at one year. National Institute of Neurological Disorders and Stroke Recombinant Tissue Plasminogen Activator Stroke Study Group.* *N Engl J Med*,(1999) **340**(23): 1781-7.
- Langhorne, P. and M. S. Dennis. *Stroke units: the next 10 years.* *Lancet*,(2004) **363**(9412): 834-5.
- Larrue, V., P. Amarenco, et al. *[Recommendations for the use of intravenous thrombolytic therapy in cerebrovascular ischemic accident. French Society of Neurovascular Disorders].* *Rev Neurol (Paris)*,(2000) **156**(12): 1178-85.
- Lemesle, M., G. Madinier, et al. *Incidence of transient ischemic attacks in Dijon, France. A 5-year community-based study.* *Neuroepidemiology*,(1998) **17**(2): 74-9.
- Lemesle, M., C. Milan, et al. *Incidence trends of ischemic stroke and transient ischemic attacks in a well-defined French population from 1985 through 1994.* *Stroke*,(1999) **30**(2): 371-7.
- Leys, D. *[7 reasons for hospitalizing stroke patients in special treatment units].* *Presse Med*,(1999) **28**(4): 181-3.
- Maheswaran, R. and P. Elliott. *Stroke mortality associated with living near main roads in England and wales: a geographical study.* *Stroke*,(2003) **34**(12): 2776-80.
- McNaughton, H., K. McPherson, W. Taylor and M. Weatherall. *Relationship between process and outcome in stroke care.* *Stroke*,(2003) **34**(3): 713-7.
- Noor, A. M., D. Zurovac, et al. *Defining equity in physical access to clinical services using geographical information systems as part of malaria planning and monitoring in Kenya.* *Trop Med Int Health*,(2003) **8**(10): 917-26.
- Perry, B. and W. Gesler. *Physical access to primary health care in Andean Bolivia.* *Soc Sci*

-
- Med*,(2000) **50**(9): 1177-88.
- Phillips, S. J., G. A. Eskes and G. J. Gubitz. *Description and evaluation of an acute stroke unit. Cmaj*,(2002) **167**(6): 655-60.
- Picheral, H. E. *Place, space and health. Soc Sci Med*,(1994) **39**(12): 1589-90.
- Prencipe, M., F. Culasso, et al. *Long-term prognosis after a minor stroke: 10-year mortality and major stroke recurrence rates in a hospital-based cohort. Stroke*,(1998) **29**(1): 126-32.
- Rothwell, P. M., A. J. Coull, et al. *Change in stroke incidence, mortality, case-fatality, severity, and risk factors in Oxfordshire, UK from 1981 to 2004 (Oxford Vascular Study). Lancet*,(2004) **363**(9425): 1925-33.
- Rothwell, P. M. and C. P. Warlow. *Timing of TIAs preceding stroke: time window for prevention is very short. Neurology*,(2005) **64**(5): 817-20.
- Shwartz, M., E. A. Pekoz, et al. *Do variations in disease prevalence limit the usefulness of population-based hospitalization rates for studying variations in hospital admissions? Med Care*,(2005) **43**(1): 4-11.
- Smallman-Raynor, M. R., K. R. Muir and S. J. Smith. *The geographical assignment of cancer units: patient accessibility as an optimal allocation problem. Public Health*,(1998) **112**(6): 379-83.
- Stegmayr, B., K. Asplund, et al. *Stroke units in their natural habitat: can results of randomized trials be reproduced in routine clinical practice? Riks-Stroke Collaboration. Stroke*,(1999) **30**(4): 709-14.
- Stroke Unit Trialists' Collaboration. *Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. Cochrane Database Syst Rev*,(2000) (2): CD000197.
- Sulter, G., J. W. Elting, et al. *Admitting acute ischemic stroke patients to a stroke care monitoring unit versus a conventional stroke unit: a randomized pilot study. Stroke*,(2003) **34**(1): 101-4.
- Wellstood, K., K. Wilson and J. Eyles. *'Reasonable access' to primary care: assessing the role of individual and system characteristics. Health Place*,(2006) **12**(2): 121-30.
- Wolfe, C. D., K. Tilling, et al. *Variations in care and outcome in the first year after stroke: a Western and Central European perspective. J Neurol Neurosurg Psychiatry*,(2004) **75**(12): 1702-6.

Sites web consultés

ARH Bourgogne : <http://www.arh-bourgogne.fr/>

Claude Grasland : <http://www.grasland.cicrp.jussieu.fr/grasland/>

DRASS - DDASS Bourgogne : <http://bourgogne.sante.gouv.fr/>

Finess : <http://finess.sante.gouv.fr/finess/index.jsp>

Google Maps : <http://maps.google.fr>

Institut d'analyse géographique : <http://www.iag.asso.fr/articles.htm>

La santé observée en Bourgogne : <http://orsbourgogne.free.fr/sante.php>

Mappy : <http://www.mappy.com>

Territoires et accès aux soins : <http://www.sante.gouv.fr/htm/publication/dhos/sros/>

ViaMichelin : <http://www.viamichelin.fr>

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire

ENQUETE SUR LES FILIERES DE PRISE EN CHARGE DES AVC

Ville :Hôpital : Service :.....

Votre statut dans le service :

Nom : Prénom :(facultatif)

1. Existe-t-il une Unité Neuro-Vasculaire (UNV) dans votre hôpital ?

oui non

Si oui : nombre de lits :

Si non : y a-t-il un lieu disponible pour créer une UNV ?

oui non

2. En l'absence d'UNV, y a-t-il dans votre hôpital des lits dédiés aux AVC ?

oui non

Si oui : dans quel service sont-ils situés :

nombre :

Si non : votre service a-t-il des conventions de transfert vers des unités spécialisées ?

oui non Lesquelles (Hôpital-ville) :

3. Vous compris, y a-t-il dans votre hôpital des médecins formés en neuro-vasculaire (neurologues ou non, ayant validé le DIU de pathologie neuro-vasculaire ou reconnus compétents en pathologie neuro-vasculaire) ?

oui non

Si oui : nombre de médecins (vous compris):.....

Combien d'équivalents temps plein (vous compris) :

Si non : y a-t-il des médecins qui pourraient recevoir une formation en neurologie vasculaire ?

oui non

Si oui : combien et quelle est leur spécialité :

4. Votre hôpital possède-t-il un ou des scanners ?

oui non

Si oui : nombre :.....

Disposez-vous d'un accès prioritaire (en moins d'une heure) au scanner ?

oui non

Fonctionne(nt)-il(s) 24h/24 ?

oui non

Si non : plage(s) horaire(s) :.....

Si non : vers quel établissement (hôpital-ville) dirigez-vous vos patients pour réaliser ces examens ?

5. Votre hôpital possède-t-il une ou des IRM ?

oui non

Si oui : nombre :.....

Disposez-vous d'un accès prioritaire (en moins d'une heure) à l'IRM ?

oui non

Fonctionne(nt)-il(s) 24h/24 ?

oui non

Si non : plage(s) horaire(s) :.....

Si non : vers quel établissement (hôpital-ville) dirigez-vous vos patients pour réaliser ces examens ?

6. Votre hôpital possède-t-il un service de neuroradiologie ?

oui non

Si oui : quels en sont les horaires ?

7. Votre hôpital est-il équipé d'un plateau de télémedecine?

oui non

Si oui : Quel(s) hôpital(/aux) fait appel à vous ?.....

Ou à quel(s) hôpital(/aux) faites vous appel ?.....

Si non : y a-t-il un projet de réseau de télémedecine pour votre hôpital ?

oui non ne sais pas

8. Pouvez vous faire appel au sein de votre hôpital à un avis spécialisé :

Réanimateur : oui non

Si oui : 24h/24 : oui non

Ou plages horaires :

Neurochirurgien : oui non

Si oui : 24h/24 : oui non

Ou plages horaires :

Neuroradiologue : oui non

Si oui : 24h/24 : oui non

Ou plages horaires :

Chirurgien vasculaire : oui non

13. Disposez-vous dans votre hôpital des personnels suivants :

Psychologues : oui non ne sais pas

Si oui : nombre :

Assistante sociale : oui non ne sais pas

Si oui : nombre :

14. Disposez-vous 24h/24 des examens de biologie conventionnels (hematologie, bactériologie, biochimie, enzymologie, hémostase, gazométrie) ?

oui non

15. Disposez-vous des examens suivants dans les 24h ?

Explorations ultrasonores des vaisseaux extra et intracrâniens :

oui non

Echocardiographie :

oui non

16. Si vous deviez mettre en place un réseau de soins pour la prise en charge des AVC dans votre région, quelles sont les mesures qui, selon vous, seront difficiles à mettre en œuvre ? Selon vous, comment résoudre ces difficultés ?

17.a A votre connaissance, dans votre région, y a-t-il un ou des hôpitaux généraux habilités à recevoir les urgences (SAU ou UPATOU) mais ne disposant pas de service de neurologie ni de neurologue ? (hôpital-ville)

.....
.....

17.b Dans un tel établissement, par qui et comment (organisation des soins) sont pris en charge les AVC (de la phase aiguë jusqu'au moment du transfert en SSR) ?