



HAL
open science

Planification de l'offre de soins et télémédecine

Myriam Le Goff-Pronost, Virginie Lethiais

► **To cite this version:**

Myriam Le Goff-Pronost, Virginie Lethiais. Planification de l'offre de soins et télémédecine. Géographie, Économie, Société, 2003, 5 (3-4), pp.359-378. 10.1016/S1295-926X(03)00056-X . hal-02138136

HAL Id: hal-02138136

<https://hal.science/hal-02138136>

Submitted on 29 Apr 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

Planification de l'offre de soins et télémédecine

Supply of medical care planification and telemedicine

Myriam Le Goff-Pronost *, Virginie Lethiais

*GET/ENST–Bretagne, département Économie et Sciences Humaines, technopole Brest Iroise,
CS 83818, 29238 Brest cedex 3, France*

En France, les disparités géographiques en matière d'offre de soins sont fortes et posent la question de l'adéquation entre la demande et l'accès aux soins. Ce dernier dépend fortement de la répartition de l'offre et de l'allocation financière des ressources consacrées à chaque région, et à chaque structure médicale au sein d'une même région. Les deux priorités du gouvernement dans le domaine de la santé, qui sont l'égalité dans l'accès aux soins et le contrôle des dépenses de santé, peuvent être contradictoires. Actuellement, on observe une concentration des activités médicales dans certaines régions, ainsi qu'une agglomération des hôpitaux spécialisés dans les centres urbains. Les méthodes mises en place par le gouvernement pour planifier l'offre de soins semblent donc insuffisantes pour résorber le déséquilibre géographique. Une solution innovante pourrait, selon nous, provenir de l'investissement des acteurs du domaine de la santé dans les NTIC. Le développement de la télémédecine, en particulier, permettrait de délocaliser l'offre, notamment l'offre de soins spécialisés. Le premier apport de notre article est de fournir un modèle théorique visant à expliquer les disparités intrarégionales dans l'accès aux soins hospitaliers, observées en France. Nous cherchons ici à caractériser le mécanisme d'allocation des ressources hospitalières d'une région qui est, selon nous, le principal déterminant de l'offre de soins qui s'adresse à la population de cette région. Il apparaît que ce mécanisme d'allocation conduit à un déséquilibre important entre les zones rurale et urbaine, en terme de qualité des soins et d'utilité. Dans un second temps, nous cherchons à déterminer dans quelle mesure la télémédecine pourrait résorber les disparités dans l'accès aux soins existantes. Nous montrons que la télémédecine ne permet d'augmenter le bien-être au sein de la région que si les infrastructures hospitalières de la zone urbaine sont beaucoup plus développées que celles de la zone

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : myriam.legoff@enst-bretagne.fr (M. Le Goff-Pronost), virginie.lethiais@enst-bretagne.fr (V. Lethiais).

rurale. Cela implique que la télémédecine doit être considérée comme une alternative à une éventuelle tentative de décentralisation de l'offre de soins. Nous proposons ensuite des orientations de politique publique en ce qui concerne le développement de la télémédecine.

Abstract

The existence of geographical disparities in the French supply of medical care begs the question of the adjustment between needs and effective access to medical care. This access depends on the sharing out of financial resources, first between regions and second between medical infrastructures in each region. The two priorities of the government in the field of Health, which are equality in medical care access and the control of medical public spending, may obviously be conflicting. The concentration of medical activities in some regions and the agglomeration of specialized hospitals in urban centers can be observed. So the methods used by the government to plan medical supply seem to be inefficient in resolving this geographical imbalance. The use of Information and Communication Technologies (ICT) in the field of Health appears to be an innovative solution. In particular, the development of telemedicine may resolve the problem of medical supply concentration. The first contribution of the paper is to develop a theoretical model in order to explain the French disparities in hospital medical care access between urban and rural areas in the same region. It describes the allocation of public funds to hospitals in a region, which determines the medical care supply in this region. We show that the optimal allocation mechanism leads to large disparities between the two areas in terms of quality of medical care access and of utility. Second, we introduce telemedicine into our model to measure its effect on the inequality in medical care access. We show that telemedicine increases regional utility only if the urban area has a great advantage in terms of medical infrastructures. This result implies that telemedicine has to be considered as an alternative to public policies attempting to re-allocate the funds between the two areas. We then propose some public policy recommendations concerning the development of telemedicine.

Mots clés : Économie de la santé ; Allocation financière ; Télémédecine ; Modèle centre-périphérie ; Politiques publiques

Keywords: Health economy; Financial allocation; Telemedicine; Centre-periphery model; Public policies

1. Introduction

En France, les disparités géographiques en matière d'offre de soins sont fortes (Mougeot, 1999) et posent la question de l'adéquation entre la demande et l'accès aux soins. Ce dernier dépend fortement de la répartition de l'offre et de l'allocation financière des ressources consacrées à chaque région, et à chaque structure au sein d'une même région.

La préoccupation d'égalité d'accès est essentiellement concrétisée par l'intermédiaire des interventions publiques dans la répartition spatiale de l'offre de soins. Cela se traduit par des outils réglementaires tels que la carte sanitaire¹, les schémas régionaux d'organi-

¹ La carte sanitaire (1972) vise un objectif de répartition équilibrée des moyens sur le territoire et permet une appréciation quantitative des équipements (matériels lourds, IRM, scanners) et des installations (lits, places).

sation sanitaire (SROS)², le schéma national des services collectifs sanitaires³. La planification sanitaire mêle ainsi l'objectif de maîtrise des dépenses de santé à l'objectif d'égalité d'accès et ces deux objectifs sont naturellement difficiles à départager. Le rôle de la tutelle est alors primordial afin de réduire le conflit entre équité et efficacité et conduire au meilleur aménagement sanitaire du territoire. Toutefois, la concentration des activités médicales dans certaines régions, l'hypercentralisation parisienne et l'agglomération des centres hospitaliers spécialisés dans les villes se maintiennent. Les méthodes de planification de l'offre actuellement utilisées par l'État semblent aujourd'hui insuffisantes pour contrecarrer cette tendance au déséquilibre spatial.

Une solution innovante pourrait, selon nous, provenir de l'investissement des acteurs du domaine de la santé dans les NTIC. Le développement de la télémédecine, en particulier, permettrait de délocaliser l'offre, notamment l'offre de soins spécialisés. La télémédecine est *l'utilisation de tous les moyens de transmission à distance d'informations utiles à la pratique médicale* (Thierry, 1993). Ce nouveau téléservice est donc susceptible d'offrir des soins diversifiés, et ce quelle que soit la distance, en établissant le service par réseau. La localisation de l'utilisateur et celle du médecin ou de l'établissement hospitalier devient un facteur moins déterminant pour l'accès aux soins.

Plusieurs auteurs se sont intéressés au problème des inégalités, intra- et interrégionales, dans l'accès aux soins. Peu d'études portent cependant sur les inégalités dans l'accès aux soins hospitaliers. Rican et al. (1999) et De Bousingen (2001) s'intéressent aux inégalités dans la localisation des médecins généralistes entre zone urbaine et zone rurale et Lucas et Tonnellier (1997) traitent de ces mêmes inégalités entre pôles urbains et zones péri-urbaines. Seuls les travaux de Coca (1998) portent spécifiquement sur les soins hospitaliers ; il dresse, à partir de données empiriques, un constat sur les inégalités inter- et intrarégionales concernant les dépenses hospitalières en France, sans toutefois fournir d'explications à l'existence de telles disparités.

Le premier apport de notre article est de fournir un modèle théorique visant à expliquer les disparités intrarégionales dans l'accès aux soins hospitaliers, observées en France. Nous cherchons ici à caractériser le mécanisme d'allocation des ressources hospitalières d'une région qui est, selon nous, le principal déterminant de l'offre de soins qui s'adresse à la population de cette région.

Dans un second temps, nous cherchons à déterminer dans quelle mesure la télémédecine pourrait résorber les disparités dans l'accès aux soins existantes. Les projets de télémédecine sont actuellement développés uniquement par des hôpitaux. Nous excluons donc de notre étude les soins de médecine générale, peu concernés à l'heure actuelle par la télémédecine. De plus, ces projets relient exclusivement des structures hospitalières, le plus

² Les SROS (1991) déterminent au sein de chaque région une répartition équilibrée de l'offre. Pour cela, ils permettent la réalisation des objectifs fixés par la carte sanitaire en déterminant la répartition géographique des installations et activités de soins. Ils abordent la réorganisation des urgences, la mise en réseau des établissements de soins et l'ajustement du nombre de lits.

³ Le schéma national des services collectifs sanitaires (1999) vise à fixer dans une perspective de 20 ans les principales orientations en matière d'évolution des services collectifs sanitaires afin d'assurer un égal accès en tout point du territoire à des soins de qualité, de corriger les inégalités intra- et interrégionales en matière d'offre de soins.

souvent au sein d'une même région⁴. C'est donc dans un premier temps les disparités intrarégionales que la télémédecine tendrait à réduire (opposition zone urbaine/zone rurale), ce qui explique que nous ne nous soyons ici intéressés qu'à ce type de disparités.

Nous construisons un modèle théorique décrivant les mécanismes d'allocation des ressources entre deux zones pour les hôpitaux publics d'une même région. Dans ce modèle, un planificateur partage une enveloppe globale⁵ entre deux zones géographiques, une zone urbaine et une zone rurale, de manière à maximiser l'utilité sur l'ensemble de la région. Nous supposons que la zone urbaine dispose d'infrastructures hospitalières plus développées que la zone rurale. Les patients de la zone rurale peuvent se déplacer vers la zone urbaine s'ils souhaitent bénéficier de soins spécialisés, non disponibles dans la zone rurale. Cependant, un effet de congestion implique qu'une trop grande migration de population vers la ville dégrade la qualité des soins dans cette zone. Dans ce contexte, nous cherchons à déterminer le mécanisme d'allocation optimal, en fonction du coût de transport supporté par les patients qui choisissent de se déplacer, ainsi que de l'avantage structurel que présente la zone urbaine. Il apparaît que ce mécanisme d'allocation conduit à un déséquilibre important entre les deux zones, en terme d'accès aux soins et par conséquent d'utilité. En effet, à l'optimum, le planificateur a intérêt à attribuer une grande partie de l'allocation de la région à la zone urbaine, laissant ainsi la population de la zone rurale se déplacer pour accéder à des soins spécialisés. Ce déséquilibre est d'autant plus important que le coût de transport est faible et que la zone urbaine bénéficie d'un avantage conséquent en terme de structures hospitalières.

Dans un second temps, nous nous interrogeons sur les impacts de la télémédecine sur cette structure. Nous supposons que la télémédecine permet de faire bénéficier à l'ensemble de la population de la région d'un accès aux soins identique, et cela sans supporter de coût de transport. Nous montrons que, même dans ce contexte « utopique », la télémédecine ne permet d'augmenter le bien-être au sein de la région que si l'avantage structurel de la zone urbaine est important, c'est-à-dire si les infrastructures hospitalières de la zone urbaine sont beaucoup plus développées que celles de la zone rurale. Ce résultat nous permet, dans une seconde partie, de proposer quelques recommandations de politiques publiques quant au développement de la télémédecine.

Le modèle est présenté dans la section suivante. Nous étudions, dans la section 3, le mécanisme d'allocation optimal des ressources consacrées aux structures hospitalières entre la zone urbaine et la zone rurale d'une même région ainsi que ses effets sur l'accès aux soins. Dans une quatrième section, nous introduisons la télémédecine dans le modèle afin d'étudier l'impact de l'utilisation de ce type de technologie sur le bien-être et nous proposons des recommandations de politiques publiques en ce qui concerne son adoption. Enfin, nous concluons dans une dernière section.

⁴ Les projets interrégionaux ne représentent que 6 % de l'ensemble des projets de télémédecine et les projets internationaux 3 %.

⁵ Depuis 1996, date du début de la régionalisation du système de santé, les dépenses associées à l'hospitalisation publique sont réparties en dotations régionales déléguées aux agences régionales d'hospitalisation (ARH). Ces dernières répartissent les enveloppes financières régionales entre les établissements en tenant compte de l'activité de chacun et des objectifs négociés chaque année avec eux.

2. Le modèle

Dans cette section, nous développons un modèle d'allocation des ressources publiques dédiées aux soins hospitaliers entre deux zones d'une même région.

2.1. Le schéma centre-périphérie

Soit une région dans laquelle on distingue deux zones :

- la zone urbaine, qui correspond au centre, caractérisée par une infrastructure hospitalière importante. Les variables relatives à cette zone seront indicées U ;
- la zone rurale, qui correspond à la périphérie, caractérisée par une infrastructure hospitalière nettement moins développée. Les variables relatives à cette zone seront indicées R .

La part de la population dans la zone urbaine est n_U et la part de la population dans la zone rurale est n_R , avec $n_U + n_R = 1$. Nous supposons que la zone urbaine est plus peuplée que la zone rurale, soit $n_U \geq n_R$.

2.2. L'hétérogénéité des individus

Dans chacune des zones, les individus sont décrits par une caractéristique θ qui correspond au niveau de sévérité de leur maladie. On suppose que les θ_i suivent une loi uniforme sur l'intervalle $[0,1]$.

2.3. Le programme du planificateur

Un planificateur⁶ reçoit une enveloppe dont il attribue une part α à la zone urbaine et une part $(1 - \alpha)$ à la zone rurale, de manière à maximiser la somme des utilités.

2.4. L'avantage structurel de la zone urbaine

Nous supposons que la zone urbaine possède un « avantage structurel passé » par rapport à la zone rurale du fait de ses structures hospitalières plus développées. Cet avantage, que nous noterons A , est supposé exogène au modèle ; en effet, il découle de choix de politique publique en terme de planification sanitaire, indépendants du mécanisme d'allocation du budget de fonctionnement des hôpitaux qui nous intéresse ici. Nous partons donc du constat qu'il existe un déséquilibre en terme de structures hospitalières entre les deux zones.

2.5. La qualité de l'accès aux soins

Dans chacune des zones, on définit un indice de « qualité » de l'accès aux soins qui dépend :

- des infrastructures hospitalières installées dans chacune des zones, et par conséquent de l'avantage A de la zone urbaine par rapport à la zone rurale ;

⁶ Ce planificateur est en fait l'agence régionale hospitalière qui a pour mission de répartir le montant de l'allocation versée à la région entre les différents hôpitaux et cliniques.

- de la diversité et du niveau de technicité des soins offerts aux malades ; or, la mise en place de services spécialisés, nécessitant des investissements importants, l'indice de qualité de l'accès des soins dépend de la part de l'enveloppe attribuée à la zone⁷ ;
- du nombre de malades soignés dans la zone⁸ ; il existe un effet congestion qui implique que l'augmentation du nombre de malades soignés dans l'une ou l'autre des zones, parce qu'elle implique des délais plus longs dans l'accès aux soins, une moindre disponibilité du personnel soignant, etc., dégrade la qualité de l'accès⁹.

L'indice de qualité ne mesure donc pas la qualité des soins au sens strict, mais le fait d'avoir accès à des soins spécialisés, et ce dans des délais raisonnables.

Les indices de qualité de l'accès s'écrivent alors :

$$q_U = \sqrt{\alpha} \sqrt{A - [n_U + (1 - \tilde{\theta}) n_R]^2}$$

$$q_R = \sqrt{1 - \alpha} \sqrt{1 - [\tilde{\theta} n_R]^2}$$

où $A \geq 1$.

Le premier membre de chaque expression représente ce que nous appellerons *l'effet financement* : une augmentation de la part du financement régional attribuée à une zone a un impact positif sur la qualité de l'accès dans cette même zone et négatif sur la qualité de l'accès aux soins délivrés dans l'autre zone. Comme α est inférieur à 1, la racine carrée implique que cet effet est plus que proportionnel. On suppose donc que, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de la part allouée à une zone augmente plus que proportionnellement la qualité de l'accès, soit que les investissements médicaux, en personnel ou équipement, sont à rendements croissants. Le second membre de l'expression décrivant la qualité correspond à *l'effet congestion*. Une augmentation de la population soignée dans une zone dégrade la qualité de l'accès dans cette même zone. La perte de qualité est plus que proportionnelle à l'augmentation de la population soignée, sauf pour la zone urbaine lorsque cette dernière détient un avantage structurel important, c'est-à-dire pour de grandes valeurs de A .

On peut noter que si l'allocation est égale dans les deux zones et que le même nombre de patients est soigné dans les deux zones, l'indice de qualité des soins dans la zone urbaine est plus important que dans la zone rurale, du fait de son avantage structurel (A). Cette hypothèse peut aussi être interprétée en terme de « capacité ». En effet, toujours pour une allocation égale entre les deux zones, un plus grand nombre de malades pourra être soigné dans la zone urbaine, à qualité de l'accès équivalente.

Le choix d'une forme multiplicative entre ces deux effets nous semble justifié par le fait qu'un financement très faible, même s'il ne s'adresse qu'à une population soignée peu nombreuse, ne peut, selon nous, conduire à un très bon niveau de qualité, du fait du manque de diversité des soins proposés.

⁷ L'objet de cet article étant l'inégalité entre deux zones d'une même région, c'est la règle de partage de l'enveloppe entre les deux zones qui nous intéresse ici et non son montant.

⁸ On suppose que le nombre total de personnes dans la région ne varie pas.

⁹ Ce modèle s'applique donc plus spécifiquement à des services qui nécessitent des délais d'intervention relativement courts, tels que les urgences, ou pour lesquels il y a un manque de personnel qualifié, tels que la périnatalité ou la cancérologie.

2.6. L'utilité des patients

L'utilité d'un patient à être soigné dépend du niveau de sévérité de sa maladie et des soins auxquels il a accès. On suppose qu'un individu plus malade a besoin d'avoir accès à des services plus spécialisés, et ce dans des délais plus courts. Il retire donc une plus grande utilité qu'un individu peu malade à bénéficier d'une qualité de l'accès aux soins importante.

Les individus de la zone rurale peuvent choisir de se déplacer pour être soignés dans la zone urbaine. Ils supportent dans ce cas un coût de transport t .¹⁰

L'utilité d'un individu i qui habite la zone urbaine est :

$$u_U^i = \theta_i \cdot q_U$$

et l'utilité de l'individu j qui habite la zone rurale est :

$$u_R^j = \begin{cases} \theta_j \cdot q_R & \text{s'il est soigné dans la zone rurale} \\ \theta_j \cdot q_U - t & \text{s'il est soigné dans la zone urbaine} \end{cases}$$

Les individus de la zone rurale vont donc comparer les niveaux de qualité dans les deux zones et se déplaceront pour être soignés dans la zone urbaine si :

$$\theta_j \cdot q_U - t \geq \theta_j \cdot q_R$$

On définit donc un niveau de sévérité de la maladie $\tilde{\theta} = \frac{t}{q_U - q_R}$ tel que tous les individus de la zone rurale caractérisés par $\tilde{\theta}_j > \tilde{\theta}$ se déplacent pour être soignés dans la zone urbaine. La part de la population rurale qui se déplace est alors égale à $1 - \tilde{\theta}$.

3. Planification de l'offre de soins

Le planificateur a pour objectif de maximiser le bien-être social de sa région, qui correspond à la somme des utilités des individus sur l'ensemble des deux zones. La variable stratégique est la part de l'enveloppe allouée à la région qu'il attribue à chacune des zones.

3.1. Résolution

Le programme s'écrit :

$$\max_{\alpha} U \quad \text{avec} \quad u = n_U \int_0^1 (\theta_i \cdot q_U) d\theta_i + n_R \left(\int_0^{\tilde{\theta}} (\theta_j \cdot q_R) d\theta_j + \int_{\tilde{\theta}}^1 (\theta_j \cdot q_U - t) d\theta_j \right)$$

u_U u_R

où u_U et u_R sont respectivement les niveaux d'utilité dans la zone urbaine et la zone rurale.

¹⁰ On ne considère ici que le coût de transport supporté par le malade, qui correspond autant au coût de déplacement si l'individu se rend par ses propres moyens dans les structures hospitalières de la zone urbaine, qu'au dérangement infligé au patient qui se voit soigné loin de chez lui. Le coût de transport supporté par la collectivité n'étant pas intégré dans l'enveloppe affectée aux dépenses hospitalières, nous supposons ici que le planificateur n'en tient pas compte.

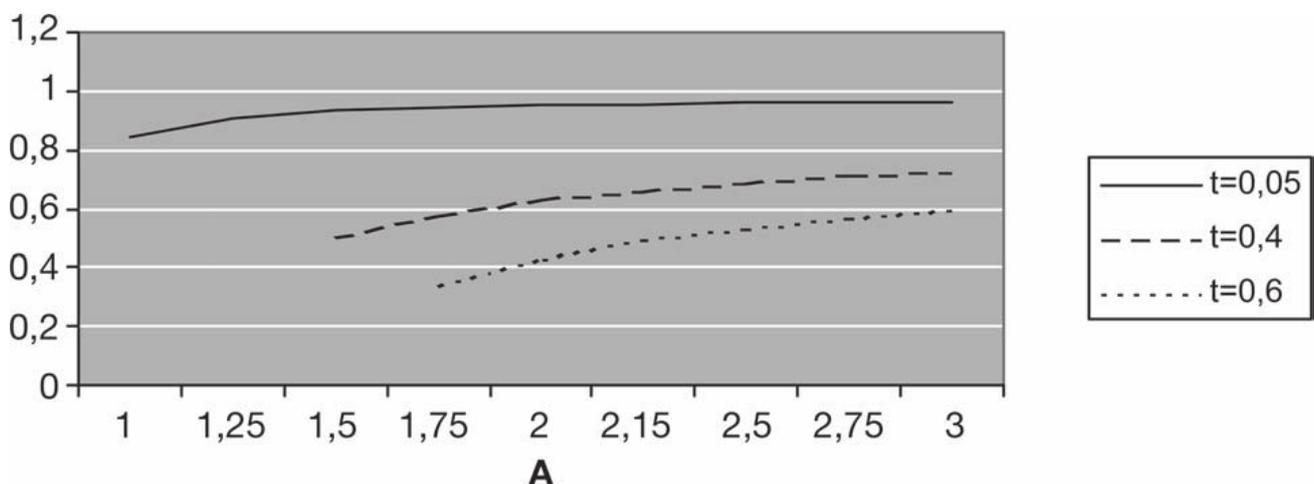
Pour résoudre ce programme, nous procédons de manière itérative. En effet, nous supposons qu'à une période t donnée, le planificateur observe $\tilde{\theta}_{t-1}$ qui indique le nombre de malades de la zone rurale qui se déplacent pour obtenir des soins dans la zone urbaine. Il choisit alors α_t de manière à maximiser le bien-être de la région, étant donné $\tilde{\theta}_{t-1}$. Les niveaux de qualité de l'accès aux soins q_{U_t} et q_{R_t} s'établissent dans chacune des zones, qui vont déterminer $\tilde{\theta}_t$ et par conséquent le nombre de malades de la zone rurale qui se déplacent à cette nouvelle période. Le planificateur observe alors $\tilde{\theta}_t$ et détermine la part α_{t+1} qui maximise le bien-être, étant donné $\tilde{\theta}_t$. Il ajuste donc à chaque période sa décision aux déplacements qu'il observe.

Nous partons de l'itération 0, caractérisée par $\tilde{\theta}_0 = 1$, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de déplacement entre les deux zones, et cherchons le point fixe $\tilde{\theta}$. Une résolution analytique étant ici impossible, des simulations nous permettent de calculer le point fixe en fonction de l'avantage structurel A dont bénéficie la zone urbaine par rapport à la zone rurale, et pour plusieurs valeurs du coût de transport. Une fois le point fixe calculé, on peut en déduire la part de financement accordée à chacune des zones, ainsi que les niveaux de qualité et d'utilité. De plus, nous avons choisi de traiter deux cas en ce qui concerne la taille relative des deux zones ; nous considérons en effet le cas d'une région faiblement polarisée — la zone urbaine regroupe 60 % de la population — et le cas d'une région fortement polarisée — la zone urbaine regroupe 80 % de la population. Cependant, les deux cas donnant des résultats équivalents, nous ne présenterons dans cet article que les résultats obtenus dans le cas de la région faiblement polarisée.

3.2. Résultats

Pour faciliter la lecture, nous ne présenterons dans le corps de l'article que les graphiques issus des résultats numériques. Le détail de ces résultats figure dans les tableaux de l'Annexe 1.

Le Graphique 1 fait apparaître la part de la population de la zone rurale qui se déplace pour avoir accès aux soins offerts dans la zone urbaine en fonction de l'avantage structurel dont cette dernière dispose (A). Lorsque le coût de transport est faible ($t = 0,05$), cette part est supérieure à 84 % quel que soit l'avantage structurel dont dispose la zone urbaine. En revanche, pour un coût de transport plus important, cette part peut être largement inférieure, voire nulle si l'avantage structurel est faible. De plus, pour des coûts de transport relative-



Graphique 1. Part de la population rurale qui se déplace.

ment importants, on observe une discontinuité dans la proportion de malades qui se déplacent. En effet, pour $t = 0,4$, personne ne se déplace si $A < 1,39$ et la proportion de malades qui se déplacent varie entre 45,3 % pour $A = 1,39$ et 72,7 % pour $A = 3$; de même, pour $t = 0,6$, personne ne se déplace si $A < 1,71$ et la proportion de malades qui se déplacent varie entre 31,2 % pour $A = 1,71$ et 59,2 % pour $A = 3$.

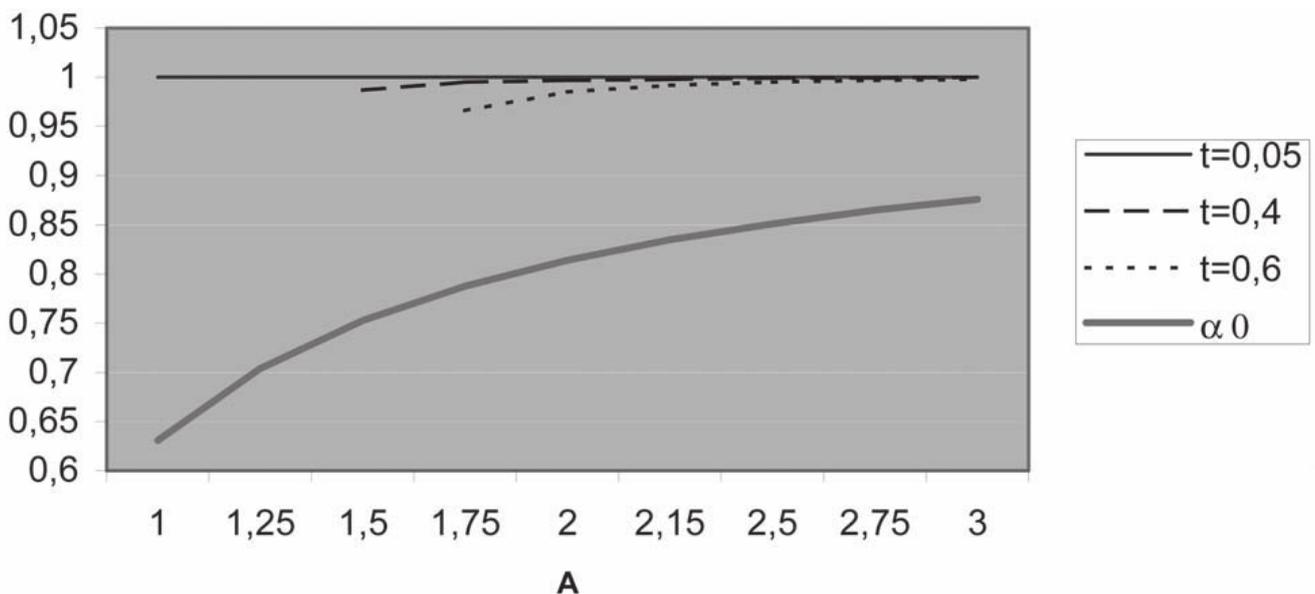
Cette discontinuité dans la proportion de malades qui se déplacent, que nous retrouvons dans les autres résultats, s'explique par le choix d'une méthode itérative, qui nous semble en outre la mieux adaptée. Les résultats itération par itération, que nous n'avons pas jugé utile de présenter dans l'article, montrent qu'à la première itération la part de la population rurale qui se déplace est une fonction continue de (A, t) . Cependant, si personne ne se déplace à la première itération, la part du budget allouée à la seconde itération est la même qu'à la première et par conséquent, personne ne se déplace à la seconde itération. Ce processus se répète à l'identique et le point fixe est caractérisé par l'absence de déplacement. En revanche, si une part très faible de la population se déplace à la première itération, le planificateur alloue à la zone urbaine, à l'itération suivante, un budget plus important qu'à la première itération. Cela contribue à augmenter la proportion de malades qui se déplacent. On a donc, d'itération en itération, un budget de plus en plus important pour la zone urbaine et une proportion croissante de malades qui se déplacent, et ce jusqu'au point fixe. On entre donc dans un processus cumulatif dans lequel la part de malades qui se déplacent converge vers un niveau largement supérieur à celui de la première itération. Le point fixe $\tilde{\theta}$, obtenu à chaque point de discontinuité est donc largement inférieur à 1, alors que pour une valeur très légèrement inférieure de A , il est égal à 1.

Enfin, la discontinuité de la part de malades qui se déplacent implique une discontinuité de la part de financement attribuée à chaque zone et des niveaux de qualité et d'utilité.

On s'intéresse maintenant à la stratégie du planificateur. On montre alors que :

- *Résultat 1 : la part du financement attribuée à la zone urbaine est d'autant plus grande que cette dernière bénéficie d'un avantage structurel — lié à ses structures hospitalières plus importantes — et que le coût de transport est faible*

Le Graphique 2 fait apparaître la part du budget allouée à la zone urbaine par le planificateur. Pour $t = 0,4$, aucun malade ne se déplace si $A < 1,39$. De même, pour



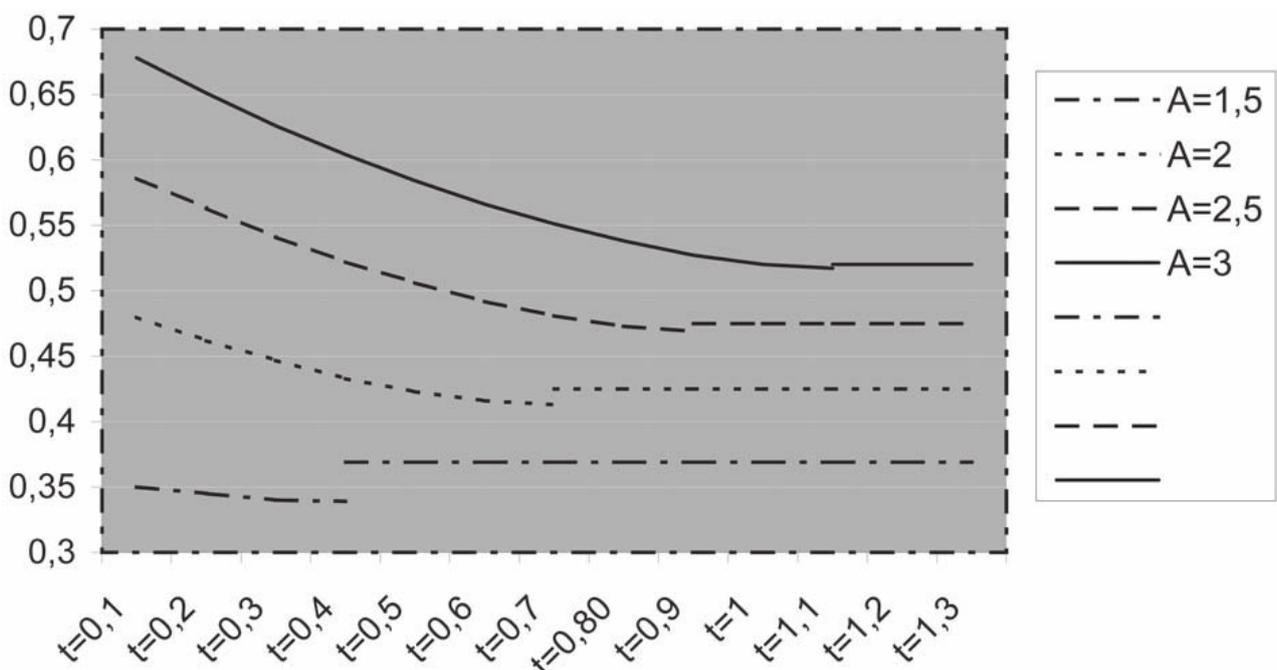
Graphique 2. Part du budget attribuée à la zone urbaine.

$t = 0,6$, aucun malade il n'y a pas de migration si $A < 1,71$; dans ces deux cas, la part attribuée à la zone urbaine est égale à a_0 .

On observe que dès qu'une part minime de la population se déplace à la première itération, on entre dans un processus cumulatif qui conduit le planificateur à allouer plus de 95 % du budget hospitalier de la région à la zone urbaine. À chaque itération, le planificateur observe plus de déplacements et donc alloue une plus grande part du budget à cette zone. L'effet congestion vient cependant contrecarrer ce mécanisme d'autorenforcement, la force relative de chacun de ces deux effets opposés dépendant de A et t . En effet, on note que la part a est d'autant plus importante que l'avantage structurel de la zone urbaine est conséquent et que le coût de transport est faible. Un avantage structurel important joue un rôle d'accélérateur sur l'effet financement dans la zone urbaine, car il atténue l'effet congestion. Si le coût de transport est faible, la population de la zone rurale est « facilement » mobile. Dans ce cas, le planificateur, en attribuant une grosse part du budget de la région à la zone urbaine, privilégie un très bon accès aux soins dans cette zone, les malades de la zone rurale pouvant se déplacer, à faible coût, pour bénéficier de ces soins. En revanche, si le coût de transport est important le déplacement vers la zone urbaine ne sera justifié que pour la population « très malades ». Le planificateur doit alors garantir un accès aux soins minimum dans la zone rurale, pour ne pas trop dégrader l'utilité des malades qui ne se déplacent pas. Nous allons maintenant chercher à comprendre les choix du planificateur et déterminer les impacts de ce déséquilibre sur les niveaux de qualité et d'utilité, d'abord au niveau global, puis pour chacune des zones.

- *Résultat 2 : la migration de la zone rurale vers la zone urbaine peut engendrer une perte d'utilité au sein de la région, même lorsque les coûts de transport sont très faibles.*

Le Graphique 3 fait apparaître l'utilité totale de la région. Nous avons ici choisi de l'exprimer en fonction du coût de transport, t , pour différentes valeurs de l'avantage



Graphique 3. Utilité totale dans la région.

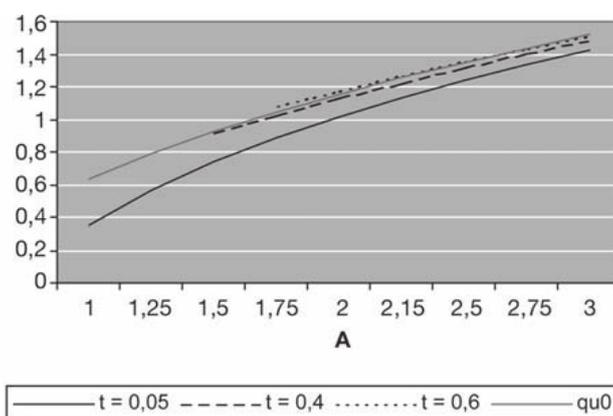
structurel de la zone urbaine, A , afin de faire clairement apparaître les points de discontinuité. Tout d’abord, on observe que l’utilité totale croît avec A , ce qui n’a rien d’étonnant car un avantage structurel plus important dans la zone urbaine bénéficie à l’ensemble de la région. Pour chaque valeur de A , il existe une valeur de t , que nous appellerons $t_s(A)$, telle que si $t < t_s(A)$, une part positive de la population de la zone urbaine se déplace vers la zone rurale, et dans ce cas l’utilité totale décroît avec le coût de transport et si $t \geq t_s(A)$, plus personne ne se déplace, et dans ce cas, l’utilité ne dépend plus du coût de transport. De plus, on observe que, pour chaque valeur de A , l’utilité est plus importante lorsque t est supérieur à $t_s(A)$, c’est-à-dire après le point de discontinuité, qu’en $t_s(A) - \varepsilon$, soit juste avant le point de discontinuité. Cela implique que la migration des patients peut engendrer, pour certaines valeurs de t et A , une perte d’utilité. De plus, on peut noter que, plus A est faible, plus l’intervalle des valeurs de t pour lesquelles la migration engendre une perte d’utilité est grand. En particulier, pour $A = 1,5$, la migration engendre une perte quel que soit t . À l’inverse, si $A = 3$, la migration engendre un gain d’utilité sauf pour des valeurs de t très proches du point de discontinuité.

Le résultat 2 suggère donc que, lorsque l’avantage structurel de la zone urbaine n’est pas suffisant, il peut être optimal d’empêcher la population de la zone rurale de se déplacer vers la zone urbaine.

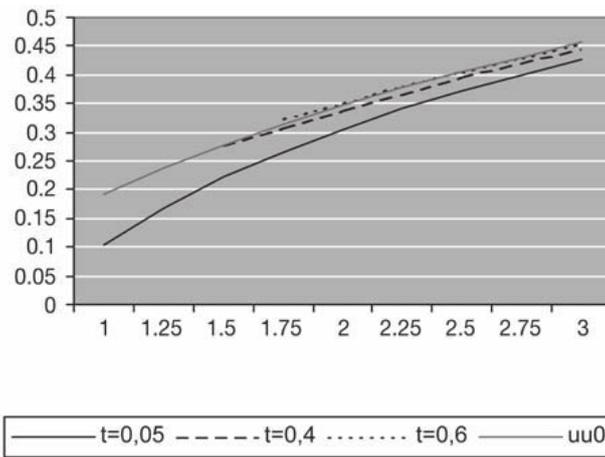
La question que l’on peut se poser maintenant est de déterminer quelle zone supporte la perte éventuelle — ou le gain éventuel — liée à la migration.

Les Graphiques 4 à 7 font apparaître les niveaux de qualité de l’accès et d’utilité spécifiques à chaque zone, pour plusieurs valeurs du coût de transport ($t = 0,05$, $t = 0,4$ et $t = 0,6$) et en l’absence de déplacements (indités u_0 pour la zone urbaine et r_0 pour la zone centrale).

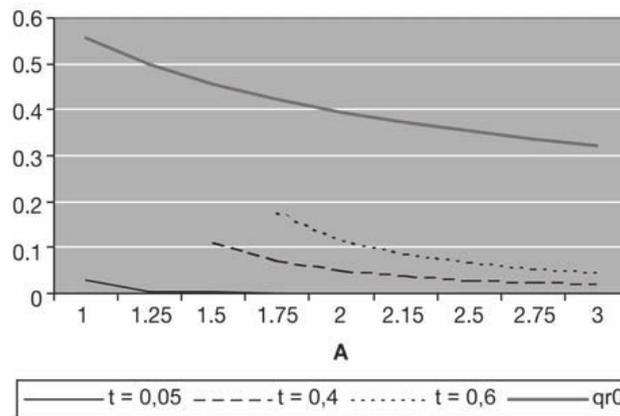
Pour la zone urbaine, les migrations se traduisent par une diminution des niveaux de qualité de l’accès aux soins dans la majorité des cas, et en particulier lorsque le coût de transport est faible. En effet, bien que la zone urbaine reçoive la presque totalité du budget hospitalier attribué à la région, cet effet financement est contrecarré par l’effet congestion car une part importante de la population de la zone rurale vient se faire soigner dans la zone urbaine. La zone urbaine voit donc son utilité diminuée par ces migrations, sauf lorsque le coût de transport est suffisamment élevé pour limiter les



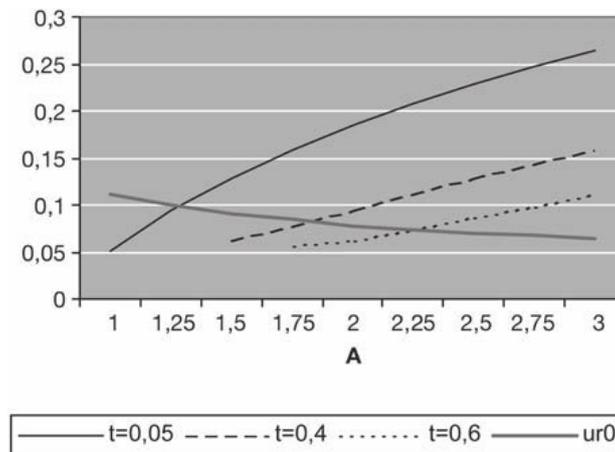
Graphique 4. Qualité dans la zone urbaine.



Graphique 5. Utilité dans la zone urbaine.



Graphique 6. Qualité dans la zone rurale.



Graphique 7. Utilité dans la zone rurale.

déplacements ou que l'avantage structurel est trop faible pour que le planificateur ait intérêt à attribuer la majorité du budget à la zone urbaine.

Pour la zone rurale, on observe sur le Graphique 6, que la qualité de l'accès aux soins est largement plus faible qu'en l'absence de migration et qu'elle est d'autant plus faible que le coût de transport est petit. Cependant, la migration permet à la population de la zone rurale d'avoir accès aux soins offerts dans la zone urbaine, ce qui, dans la plupart des cas, se traduit par une augmentation de l'utilité, comme le montre le Graphique 7 — sauf si l'avantage structurel est faible et que le coût de transport est élevé.

3.3. Implications

Cette première partie tend à expliquer l'existence d'une forte inégalité entre l'accès aux soins entre les zones urbaines et les zones rurales. Il apparaît dans le modèle qu'il est optimal, en terme d'utilité globale d'allouer une très grosse part du budget de la région à la zone urbaine, et ce d'autant plus que cette dernière bénéficie déjà d'un avantage structurel et d'autant plus que le coût de transport est faible. Bien que cela dégrade, dans la plupart des cas l'utilité de la population de la zone urbaine et oblige les malades de la zone rurale à se déplacer, cette stratégie est optimale car, du fait de l'avantage de la zone urbaine en terme de structures hospitalières, l'investissement est plus efficace dans cette zone.

Les politiques, qui viseraient à allouer une part plus importante du budget hospitalier des régions aux zones rurales afin qu'elles rattrapent une partie de leur retard en terme d'accès aux soins, semblent donc ici peu appropriées. Comme nous l'avons déjà suggéré en introduction, l'investissement des acteurs du domaine de la santé dans les NTIC et en particulier le développement de la télémédecine nous apparaît comme une alternative, qui pourrait à terme permettre de résorber les inégalités dans l'accès aux soins.

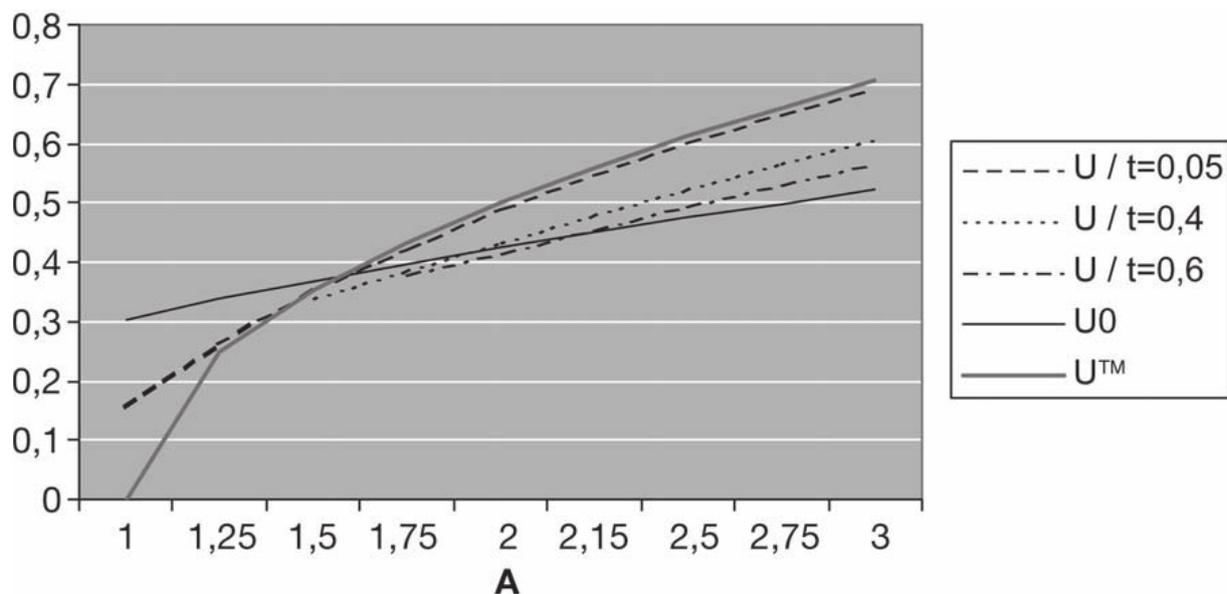
4. Introduction de la télémédecine

Dans cette section, nous cherchons à caractériser l'impact de la télémédecine sur la planification des soins, afin de déterminer dans quelle proportion son utilisation pourrait permettre un meilleur accès aux soins dans les régions rurales et ainsi augmenter l'utilité au sein de la région.

Dans une première partie, nous reprenons le modèle présenté dans la section précédente et supposons que la télémédecine permet à tous les malades de la région — qu'ils soient localisés dans la zone rurale ou dans la zone urbaine — d'accéder aux mêmes soins, afin de déterminer dans quelle mesure une généralisation des projets de télémédecine peut être efficace. Les résultats obtenus sont présentés dans une seconde section. Enfin, dans une dernière partie, ces résultats nous permettent de donner des recommandations de politiques publiques, quant au développement de la télémédecine.

4.1. Résolution

Dans cette section, nous reprenons le modèle présenté dans la partie précédente en supposant que toute la population de la région peut accéder aux mêmes soins — ceux offerts dans la zone urbaine — sans supporter de coût de transport. En effet, la télémédecine permet une pratique médicale par liens électroniques : les experts de la zone urbaine émettent leur diagnostic à distance sur les cas présentés, les malades de la zone rurale ne se déplacent plus et bénéficient d'une prise en charge médicale de proximité en liaison avec le centre de référence. Deux exemples sont la réalisation d'examens d'imagerie par les praticiens locaux avec l'aide en direct et en temps réel de spécialistes à distance et la réalisation d'une consultation à distance avec examen du patient par visioconférence ou sur la base des résultats biologiques et radiographiques transférés. Nous supposons ici que l'ensemble de la population, sans distinction de zone, a accès au même niveau de qualité. En terme de budget, l'accès de tous à la télémédecine implique que la totalité de l'allocation



Graphique 8. Utilité totale.

est attribuée à une entité unique qui soigne l'ensemble de la population de la région¹¹. Cela revient à poser $\alpha = 1$, et à supposer que la zone urbaine soigne l'ensemble de la population. La qualité de l'accès est alors la même pour tous et est égale à :

$$q^{TM} = \sqrt{A - 1}$$

L'utilité totale s'écrit alors :

$$U^{TM} = (n_U + n_R) \int_0^1 \theta_i q^{TM} d\theta_i$$

Afin de pouvoir comparer l'utilité dans chacune des zones avec et sans télé-médecine, on attribue cette utilité globale à chaque zone proportionnellement à leur population, soit :

$$u_U^{TM} = n_U U^{TM} \quad \text{et} \quad u_R^{TM} = n_R U^{TM}$$

4.2. Résultats

Comme dans la partie précédente, les résultats seront présentés sous forme de graphique. Les résultats numériques apparaissent en Annexe 2.

- *Résultat 3 : la télé-médecine engendre une augmentation de l'utilité totale uniquement lorsque la zone urbaine présente un avantage suffisant en terme de structures hospitalières. Ce gain d'utilité est d'autant plus grand que l'avantage structurel est important.*

Le Graphique 8 fait apparaître l'utilité totale au sein de la région, en l'absence de migration (U_0), en présence de migration pour plusieurs valeurs du coût de transport (U/t), et lorsque l'on intègre la télé-médecine (U^{TM}).

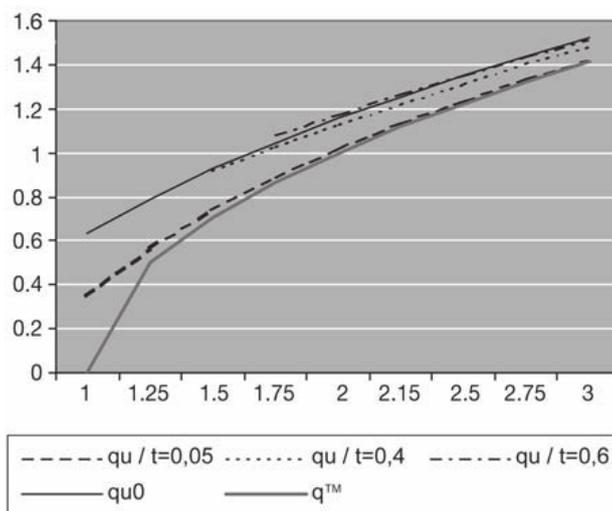
On observe que, si l'avantage structurel de la zone urbaine est supérieur à 1,625, alors l'utilité avec télé-médecine est supérieure à l'utilité en l'absence de migration et avec

¹¹ Les projets actuels de télé-médecine sont principalement financés par des subventions nationales, et non par les structures qui les mettent en place. Ils ne font donc pas partie intégrante du budget que les structures hospitalières reçoivent par la région et par conséquent n'apparaissent pas de manière explicite dans notre modèle.

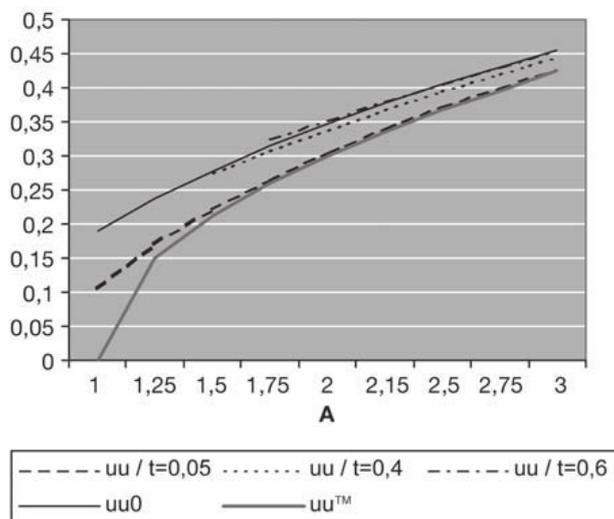
migration quel que soit le coût de transport. En revanche, pour des valeurs inférieures de l'avantage structurel, l'introduction de la télé-médecine peut engendrer une perte d'utilité, autant par rapport à la situation sans migration que par rapport aux situations avec migration.

Les Graphiques 9 à 12 donnent l'explication de ce résultat, et nous permettent de déterminer laquelle des deux zones bénéficie de l'avantage — ou supporte la perte. Ils complètent les Graphiques 4 à 7 en ajoutant le niveau de qualité et les niveaux d'utilité dans chaque zone en présence de télé-médecine (respectivement q^{TM} , uu^{TM} et ur^{TM}).

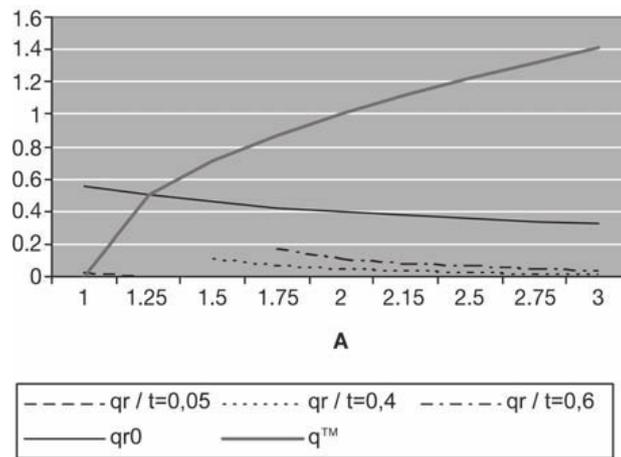
On observe que la télé-médecine engendre une perte de qualité et d'utilité pour la zone urbaine. Dans le modèle, la télé-médecine implique que les malades ont accès aux mêmes soins, sans distinction de zone. Cela revient à supposer que la zone urbaine reçoit la totalité du budget avec lequel elle soigne l'ensemble de la population de la région, qui ne supporte pas de coût de transport. En l'absence de télé-médecine, on peut observer, dans les tableaux de l'Annexe 2 que la zone urbaine reçoit une part du budget plus importante que la proportion de la population qu'elle soigne. Par exemple, pour $A = 2$, si le coût de transport est égal à 0,05, la zone urbaine reçoit 100 % du budget hospitalier pour soigner 98 % de la population, pour un coût de transport égal à 0,4, elle reçoit 99 % du budget pour soigner 85 % de la population, et pour un coût de transport égal à 0,6, elle reçoit 98 % du budget



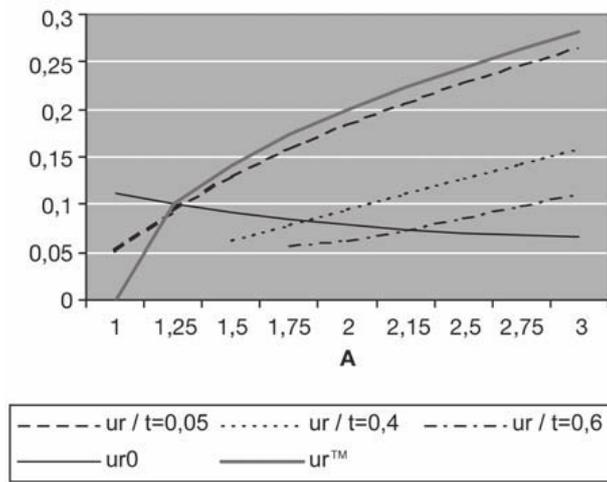
Graphique 9. Qualité dans la zone urbaine.



Graphique 10. Utilité dans la zone urbaine.



Graphique 11. Qualité dans la zone rurale.



Graphique 12. Utilité dans la zone rurale.

pour soigner 77 % de la population. La perte de qualité — et d'utilité — supportée par la zone urbaine est donc d'autant plus importante que le coût de transport est élevé.

En revanche, pour la zone rurale, la télémédecine se traduit par un gain d'utilité, grâce à l'accès à des soins plus diversifiés, sauf lorsque l'avantage structurel de la zone urbaine est très faible ($A < 1,25$). Cette amélioration de la qualité de l'accès est d'autant plus importante que le coût de transport est élevé.

La télémédecine, bien qu'elle dégrade l'utilité dans la zone urbaine engendre une amélioration de l'utilité plus que proportionnelle dans la zone rurale, lorsque l'avantage structurel est suffisant. Dans ce cas, elle permet donc, non seulement d'améliorer l'utilité globale au sein de la région, mais aussi de rétablir l'équité entre les deux zones géographiques.

4.3. Implications et recommandations de politiques publiques

Un des points du résultat 3 sur lequel il nous semble important d'insister est que, bien que nous ayons choisi l'hypothèse la plus haute quant à l'introduction de la télémédecine — à savoir qu'elle permet de faire disparaître la totalité des coûts de transport — il existe des cas dans lesquels elle ne permet pas d'améliorer l'utilité. En effet, lorsque la zone urbaine ne bénéficie pas d'un avantage important en terme de structures hospitalières, la télémédecine n'apparaît pas comme un moyen d'augmenter le bien-être.

Cela implique tout d'abord que, si on se positionne en terme de qualité de l'accès aux soins, l'existence de fortes disparités en terme de structures hospitalières entre les zones concernées apparaît comme une condition nécessaire au développement efficace de la télémédecine. Les projets portant sur des opérations exceptionnelles à distance entre gros hôpitaux, outre leur intérêt « technique », ne nous semblent pas être prioritaires du point de vue du bien-être social. Dans une optique d'équité, la priorité devrait être donnée à des projets reliant les petites structures peu spécialisées des zones rurales aux hôpitaux des zones urbaines qui possèdent un plateau technique approprié et une bonne expertise médicale.

Le résultat 3 suggère, de plus, que la télémédecine ne doit pas être considérée comme un complément à une politique de rééquilibrage de l'allocation des ressources, mais bien comme un substitut à ce type de politiques. En effet, la télémédecine apparaissant d'autant plus efficace que le déséquilibre en terme de structures hospitalières entre les zones concernées est important, la mise en place de politiques de « réallocation des ressources » entre les zones urbaines et les zones rurales visant à résorber ce déséquilibre ne nous paraît pas ici appropriée. Il nous semble, au contraire, que le développement de la télémédecine nécessite le maintien préalable de structures minimales dans les zones rurales qui seraient « rattachées » à des structures offrant des prestations diverses et de qualité au sein des zones urbaines.

Enfin, il s'avère nécessaire de préciser que l'hypothèse selon laquelle la télémédecine fait disparaître la totalité des coûts de transport est une hypothèse forte. La réalité est bien plus nuancée, dans le sens où certains déplacements devront compléter le recours aux nouvelles technologies. De plus, la télémédecine ne se développe actuellement que sur certains types d'activités et de soins¹². Pour les soins qui ne seront pas disponibles via la télémédecine, il subsistera donc des coûts de transport pour la population rurale, si ces derniers ne sont accessibles que dans les zones urbaines. Un bon compromis peut alors être de conserver des structures minimales dans les zones rurales qui assurent un double rôle : offrir les soins de premier recours à la population locale et servir de relais pour la télémédecine.

5. Conclusion

Les réflexions portant sur les réformes qui entourent les politiques de gestion du système de santé et sur le déséquilibre dans l'accès aux soins sont actuelles et encore peu modélisées. Le premier objectif de cet article était d'éclaircir, de manière théorique, le mode de répartition actuel de l'enveloppe financière remise aux instances chargées de la planification sanitaire hospitalière au sein d'une région. Nous montrons, et ce contrairement à ce que voudrait l'intuition, qu'il n'est pas optimal de tenter de réduire les déséquilibres existants entre les zones urbaines et rurales en matière de financement. Il est plus avantageux en terme de bien-être social d'attribuer une forte part des ressources aux villes, qui disposent déjà d'infrastructures importantes et par conséquent utilisent ces fonds plus efficacement, et de laisser les habitants des zones rurales se déplacer.

¹² La périnatalité, les urgences, la cardiologie, sont actuellement des priorités de santé publique sur lesquelles de nombreux projets de télémédecine se développent.

Le second objectif de cet article était de présenter la télémédecine comme une possible alternative aux politiques de rééquilibrage de la répartition des budgets hospitaliers. Elle permet aux habitants de la zone rurale de disposer des soins spécialisés offerts dans la zone urbaine sans supporter la désutilité des coûts de transport. La télémédecine peut donc devenir un levier majeur de transformation du système de santé en offrant la possibilité de faire appel à une expertise délocalisée et améliorant l'accès à des soins de qualité. On établit cependant qu'un préalable nécessaire au développement efficace de la télémédecine est la présence d'un avantage important de la zone urbaine en terme de structures hospitalières (plateau technique approprié, informatisation...). Cela implique que le déséquilibre ville-campagne ne doit pas être réduit préalablement à la mise en place de la télémédecine, par des politiques de rééquilibrage géographique de l'offre de soins, mais qu'il sera résorbé par le développement de cette pratique nouvelle.

Le maintien de structures minimales dans les zones rurales qui permettraient d'assurer les soins de proximité et de servir de relais pour la télémédecine, nous apparaît en revanche comme une priorité. Cela confirme les anticipations du ministère de l'emploi et de la solidarité (2000), en terme d'évolution du système de santé, qui prévoit un double mouvement :

- le renforcement des centres hospitaliers en concentrant l'expertise sur les techniques diagnostiques et thérapeutiques les plus innovantes ;
- le développement des prises en charge de proximité par les procédures de travail en réseau avec télémédecine et expertise à distance.

La question du maintien des structures nécessaires au développement de la télémédecine au sein des zones rurales se pose alors et nous apparaît comme une suite logique aux préoccupations présentes dans cet article.

Enfin, la mise en place de la télémédecine a un coût, dont nous avons volontairement fait abstraction dans le modèle car il ne rentre pas en compte dans les budgets régionaux, la plupart des projets étant actuellement financés par des subventions nationales. Cependant, l'étude de l'impact économique de la télémédecine implique la prise en compte de ces coûts et nécessite donc l'évaluation des projets. L'évaluation économique de la télémédecine est à ses débuts, notamment en ce qui concerne l'utilisation de méthodologies appropriées (Le Goff-Pronost et Strauss, 2003). Notre modèle, bien qu'il ait permis de faire apparaître l'impact de la télémédecine en terme de réduction de l'inégalité dans l'accès aux soins, ne mesure pas le coût financier de son développement. Une analyse plus approfondie des coûts et avantages financiers de la télémédecine, devra donc compléter notre recherche, afin de fournir aux décideurs tous les éléments de réflexion nécessaires à la mise en place d'une politique efficace.

Annexe 1. Résultats des simulations du modèle sans télémédecine

Pour chacun des tableaux, on donne la part de malades de la zone rurale qui se déplacent vers la zone urbaine, la part du financement attribuée à la zone urbaine, les niveaux de qualité et d'utilité dans chaque zone et enfin l'utilité totale, en fonction des valeurs de A . Le premier tableau correspond à l'hypothèse dans laquelle les déplacements entre les deux zones seraient impossibles. Les trois tableaux suivants donnent les valeurs de ces variables,

une fois le point fixe atteint, pour trois valeurs différentes du coût de transport. A_S est la valeur de A à partir de laquelle une part non nulle de la population de la zone rurale se déplace pour être soignée dans la zone urbaine. Cette part est donnée par $1-\theta_S$.

Tableau 1

Résultats lorsqu'il n'y a pas de migration – variation de A

A	1	1,25	1,5	1,75	2	2,15	2,5	2,75	3
$1-\theta$	0	0	0	0	0	0	0	0	0
α_0	0,631	0,704	0,753	0,788	0,814	0,835	0,851	0,865	0,876
q_{C0}	0,636	0,792	0,926	1,047	1,156	1,256	1,349	1,438	1,521
q_{R0}	0,556	0,498	0,455	0,422	0,395	0,372	0,353	0,337	0,323
u_{C0}	0,191	0,237	0,278	0,314	0,347	0,377	0,405	0,431	0,456
u_{R0}	0,111	0,1	0,091	0,084	0,078	0,074	0,07	0,068	0,065
U_0	0,302	0,337	0,369	0,398	0,425	0,451	0,475	0,499	0,521

Tableau 2

Résultats lorsque les coûts de transports sont faibles, $t = 0,05$ – variation de A

A	1	1,25	1,5	1,75	2	2,15	2,5	2,75	3
$1-\theta$	0,844	0,911	0,933	0,944	0,951	0,956	0,96	0,963	0,965
α	1	1	1	1	1	1	1	1	1
q_C	0,348	0,566	0,744	0,891	1,019	1,133	1,238	1,334	1,424
q_R	0,028	0,005	0,002	0,001	0	0	0	0	0
u_C	0,104	0,169	0,223	0,264	0,306	0,34	0,373	0,4	0,427
u_R	0,0512	0,094	0,129	0,159	0,184	0,207	0,228	0,247	0,265
U	0,1552	0,263	0,352	0,423	0,49	0,547	0,601	0,647	0,692

Tableau 3

Résultats lorsque les coûts de transports sont moyens, $t = 0,4$ – variation de A

A	1	1,25	1,5	1,75	2	2,15	2,5	2,75	3
$1-\theta$	0	0	0,505	0,581	0,629	0,663	0,689	0,71	0,727
α	0,631	0,704	0,987	0,995	0,997	0,998	0,999	0,999	1
q_C	0,636	0,792	0,919	1,025	1,128	1,224	1,316	1,403	1,485
q_R	0,636	0,792	0,112	0,071	0,05	0,038	0,03	0,024	0,02
u_C	0,556	0,498	0,276	0,308	0,338	0,367	0,395	0,421	0,445
u_R	0,191	0,237	0,063	0,078	0,095	0,111	0,128	0,143	0,159
U	0,111	0,1	0,339	0,386	0,433	0,478	0,523	0,564	0,604

(Point de discontinuité : $A_S = 1,395$; $1-\theta_S = 0,453$)

Tableau 4

Résultats lorsque les coûts de transports sont forts, $t = 0,6$ – variation de A

A	1	1,25	1,5	1,75	2	2,15	2,5	2,75	3
$1-\theta$	0	0	0	0,336	0,433	0,491	0,533	0,566	0,592
α	0,631	0,704	0,753	0,966	0,985	0,992	0,995	0,997	0,998
q_C	0,636	0,792	0,926	1,081	1,175	1,266	1,352	1,436	1,515
q_R	0,556	0,498	0,455	0,177	0,117	0,0868	0,068	0,055	0,046
u_C	0,191	0,237	0,278	0,324	0,352	0,38	0,406	0,431	0,454
u_R	0,111	0,1	0,091	0,056	0,063	0,074	0,086	0,099	0,112
U	0,302	0,337	0,369	0,38	0,415	0,454	0,492	0,53	0,566

(Point de discontinuité : $A_S = 1,71$; $1-\theta_S = 0,312$)

Annexe 2. Résultats des simulations du modèle avec télé-médecine

Le tableau suivant présente les niveaux d'utilité et le niveau de qualité lorsqu'on intègre la télé-médecine.

Tableau 5
Résultats avec télé-médecine sans coûts de transport – variation de A

A	1	1,25	1,5	1,75	2	2,15	2,5	2,75	3
U^{TM}	0	0,25	0,353	0,433	0,5	0,559	0,612	0,661	0,707
q^{TM}	0	0,5	0,707	0,866	1	1,118	1,224	1,322	1,414
uc^{TM}	0	0,15	0,212	0,259	0,3	0,335	0,367	0,396	0,424
ur^{TM}	0	0,1	0,141	0,173	0,2	0,223	0,244	0,264	0,282

Références

- Coca, E., 1998. Les inégalités entre hôpitaux. Berger-Levrux, Paris.
- De Bousingen, D., 2001. "French Government Tries to Persuade more Doctors to Work in Rural Areas". The Lancet 358, 218.
- Le Goff-Pronost, M., Strauss, A., 2003. « Évaluation économique de la télé-médecine a-t-elle un sens ? » à paraître dans *Informatique et Santé*.
- Lucas, V., Tonnellier, F., 1997. « Les indicateurs de santé en milieux urbains et zones rurales aujourd'hui ». Actualités et Dossiers en Santé Publique, Revue Trimestrielle du Haut Comité de la Santé Publique, 19, pp. XVI–XX.
- Ministère de l'emploi et de la Solidarité, CREDES, 2000. Quel système de santé à l'horizon 2020 ? Rapport préparatoire au schéma des services collectifs sanitaires. La Documentation Française, Paris.
- Mougeot, M., 1999. Régulation du système de santé, Rapport pour le Conseil d'Analyse Économique. La Documentation Française, Paris.
- Rican, S., Simon, M., Charraud, A., Salem, G., 1999. « Répartition spatiale des médecins : une analyse selon le zonage en aires urbaines ». Solidarité Santé Études Statistiques, 1, pp. 23–33.
- Thierry, J.P., 1993. La télé-médecine, enjeux médicaux et industriels, Rapport au Ministère de l'Industrie, des Postes et des Télécommunications et du Commerce Extérieur, au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche des Affaires Sociales. de la Santé et de la Ville.