

# PROPOSITION SUJETS DE THESE CONTRATS DOCTORAUX 2023-2026

**Appel ciblé :** Contrat doctoral fléché FR Agorantic

**Directeur(trice) de thèse principal :** Rosa FIGUEIREDO (procédure ADR)

**Laboratoire de rattachement Avignon Université :** LIA

**Co-directeur(trice) :** Cyrille GENRE-GRANDPIERRE

**Laboratoire : (laboratoire différent du directeur principal) :** ESPACE

**Titre en français :** Nouvelles Méthodes d'optimisation pour l'Aménagement du Territoire (NMATE)

**Titre en anglais :** New optimization Methods for spatial planning

**Résumé en 7 lignes :** L'allocation dans l'espace de ressources (équipements, services) est une problématique récurrente de l'aménagement du territoire. Dans un contexte d'austérité financière, l'optimisation de cette allocation (par ajout ou réduction de ressources) se pose de façon aiguë. Or, si des méthodes dédiées existent depuis longtemps, elles ne correspondent souvent plus ou mal aux exigences et modes de vie contemporains. L'objectif de cette thèse consiste donc à améliorer et/ou développer des méthodes d'optimisation pratiques répondant aux contraintes contemporaines de l'aménagement.

**Mots-clés :** Optimisation ; allocation de ressources ; p-médiane ; aménagement du territoire.

## 1 - Présentation détaillée du sujet (3 pages maximum) :

**Contexte scientifique :** La réduction de la dépense publique est partout affichée comme une priorité. En France cet objectif s'est par exemple traduit par la RGPP de 2007 (Révision Générale des Politiques Publiques) ou encore la MAP de 2012 (Modernisation de l'Action Publique). La rigueur budgétaire, appelée aussi austérité, est peu à peu devenue un véritable référentiel d'action pour l'État comme pour les collectivités (Streeck, 2014, Gourgues et al, 2017). D'un point de vue spatial, les géographes ont montré combien « l'urbanisme d'austérité » (Peck, 2015) était générateur d'inégalités et, plus globalement, combien l'aménagement du territoire, sous contrainte d'austérité, pouvait s'éloigner des politiques de redistribution ancrées dans son histoire, pour satisfaire des exigences d'efficacité, et aller jusqu'au « délaissement » de certains secteurs géographiques, notamment les moins peuplés (Tautelle, 2012). Aux échelles nationale et régionale, cette recherche de la réduction des dépenses s'est par exemple traduite par une diminution significative du nombre d'implantations de nombreux services publics (école, poste, justice, santé, etc.) dans les territoires les moins denses (Barczak, Hilal, 2017).

Cette problématique, d'allocation spatiale de ressources se pose aux échelles nationales et régionales pour les services publics, mais aussi aux échelles plus locales des communes et intercommunalités. Celles-ci sont en effet de moins en moins dotées par l'État et sont ainsi privées de marges de manœuvre fiscales (Le Gand, 2012) tout en étant récipiendaires d'un nombre croissant de

compétences. Elles mettent donc en œuvre nombre de politiques susceptibles de générer à terme des inégalités sociospatiales (pour les services à la petite enfance, la collecte des déchets, les équipements sportifs, etc.).

Pour concilier réduction de la dépense publique (qu'elle se justifie ou pas) et maintien d'une certaine qualité de service en termes de desserte spatiale du territoire, le recours aux TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) est souvent plébiscité. Le numérique doit en effet permettre le développement de la télémédecine, de la téléadministration ou encore du téléenseignement. Toutefois, si le numérique, et les services à distance qu'il permet, constitue assurément une piste intéressante, il ne peut pas être l'unique solution ne serait-ce qu'en regard aux problèmes d'exclusion que ces services à distance posent pour les plus fragiles, comme les personnes mal équipées ou ne maîtrisant pas l'informatique.

Outre les téléservices permis par le numérique, et si on exclut l'ouverture de nouvelles antennes de services ou équipements pour satisfaire les exigences financières, la limitation des inégalités spatiales ou sociospatiales peut aussi être recherchée en optimisant la distribution des ressources actuelles pour mieux les adapter à la demande et aux exigences contemporaines de l'aménagement. Or, bien que les implantations des services publics et/ou équipements soient souvent anciennes et qu'elles puissent de ce fait possiblement ne plus correspondre aux distributions et dynamiques actuelles des populations, il est « paradoxal » de constater que la question de leur possible optimisation reste très rarement posée, sans doute parce que la pression de l'austérité était au préalable moins importante.

Pourtant, l'utilisation en aménagement du territoire de méthodes permettant d'optimiser l'allocation de ressources est déjà ancienne (cf l'école de Louvain La Neuve au début des années 80), mais les développements se font quasi exclusivement en recherche opérationnelle - optimisation (Prodhon et Prins, 2014) et force est de constater que ces nouvelles méthodes demeurent assez peu mobilisées concrètement en aménagement et ne correspondent pas ou mal aux problématiques de l'aménagement du territoire contemporain. Ainsi, l'approche la plus utilisée pour allouer une ressource à une demande localisée est celle de la « p-médiane » (on la trouve notamment dans les applications géomarketing des Systèmes d'Information Géographique les plus connus). Elle consiste, dans la perspective d'une recherche d'efficacité, à allouer une ressource (ex des postes) de façon à minimiser la somme des distances qu'auront à parcourir les usagers potentiels.

Un des problèmes avec ces méthodes d'allocation basées sur la p-médiane vient de leur caractère « mono-service ». Pour prendre l'exemple des services publics, on localise dans une logique en silo dénoncée par la Cour des comptes (2019) les écoles, les postes, les services de santé, etc. indépendamment les uns des autres. Or réfléchir à des méthodes prenant en compte simultanément différents types de ressources paraît nécessaire pour mieux répondre aux besoins des aménageurs qui eux, dans une perspective plus politique, doivent considérer simultanément différentes ressources : par exemple on pourrait envisager d'allouer une poste à une commune à condition qu'il y ait déjà une école ou au contraire de privilégier les unités spatiales qui n'ont pas d'équipement d'aucune sorte.

De plus les méthodes actuelles d'allocation sont systématiquement mono-échelle, c'est-à-dire qu'un seul échelon territorial est considéré (exemple les communes), qui plus est, sans prendre en compte leurs relations spatiales, par exemple de contiguïté. Or les territoires se construisent et se vivent à travers les relations spatiales (qui est à côté de qui ?) et dans une logique d'emboîtement d'échelles : une commune fait partie d'une intercommunalité, qui est dans un SCOT, qui est lui-même dans un département, etc. Intégrer ces relations spatiales et les emboîtements d'échelles dans les méthodes

d'optimisation est donc aujourd'hui une nécessité, notamment pour éviter que de grands « trous » ne se forment dans la couverture spatiale des services ou équipements publics. Pour revenir aux services publics, cela reviendrait par exemple pour envisager la fermeture d'une école dans une commune  $i$  devenue trop peu peuplée, à prendre en compte, par la formulation de contraintes spécifiques, la situation de  $i$  par rapport à ses  $j$  voisins et/ou à considérer le(les) échelon(s) supérieur(s) dans le(s)quel(s) la commune  $i$  est intégrée : l'école de  $i$  ne peut fermer que s'il existe une alternative dans une commune contigüe d'ordre 1, 2, 3, etc. ; ou encore l'école de  $i$  ne peut fermer que si une école existe encore dans son intercommunalité  $K$ , ou son SCOT  $L$  (rien n'empêche en effet avec les méthodes actuelles que les autres communes de  $K$  et  $L$  subissent simultanément à  $i$  des fermetures si les unités spatiales sont considérées indépendamment les unes des autres).

Enfin, les méthodes actuelles relèvent de logiques « relativement simples » : efficacité, équité, égalité, avec une prédominance de l'efficacité qui conduit souvent à indurer les structures actuelles, les ressources (nouvelles ou réaffectées) allant systématiquement aux zones de fortes demandes, c'est à dire les zones les plus densément peuplées (Markusen, 1994). Or, de nombreux choix d'aménagement relèvent de logiques plus complexes, de compromis difficiles à formaliser et qui mêlent efficacité, équité, égalité.

**Travaux de l'équipe :** Ce projet de thèse s'inscrit dans une histoire, déjà ancienne, de collaboration entre les optimisateurs du LIA et les géographes-aménageurs du laboratoire ESPACE. Trois thèses soutenues à Avignon Université (A. Melnikava, 2016 ; C. Sahuc, 2020, Q. Godoye, 2022) ont permis de montrer tout l'intérêt d'intégrer les méthodes d'optimisation pour l'aide à la décision dans l'aménagement urbain.

Cette thèse s'inscrit plus spécifiquement dans la continuité de celle de Quentin Godoye (2022) qui a mobilisé des méthodes d'optimisation combinatoire pour explorer, pour une offre donnée ou décroissante, les possibilités de réduction des inégalités spatiales d'accès aux services publics, mais qui a été restreint dans ses recherches par les limites des méthodes actuelles que cette thèse a pour objet de lever (intégration des logiques multiservices et multiéchelles notamment).

**Objectifs de la thèse :** Dans ce contexte général, et en réponse aux limites des méthodes actuelles, cette thèse vise à la formalisation de nouveaux modèles d'optimisation mobilisables et appropriables par les acteurs de l'aménagement pour répondre à leurs besoins en termes d'affectation de ressources à des demandes localisées, ainsi qu'au développement de méthodes de résolution pratiques qui soient efficaces et appropriables. Plus précisément, cette thèse vise la **formalisation des nouvelles versions du problème de la  $p$ -médiane**, très peu ou pas du tout étudiées dans la littérature, ainsi que **le développement des méthodes de solution efficaces pour ces problèmes**.

Comme la conception d'un système de service public suit une logique multi-ressource, un des objectifs de cette thèse est de construire des modèles permettant la localisation de services de natures différentes, et en les considérant les uns par rapport aux autres. Intégrer cette idée consistera à formuler des règles (ou contraintes), établies de préférence avec les gestionnaires et/ou élus, pour spécifier ce qu'il est possible de faire en termes de localisation. Ici on se concentrera sur des versions de la  **$p$ -médiane avec différents types d'installations et des contraintes additionnelles** (I. Contreras et al, 2019).

La conception d'un système de service public doit aussi intégrer la dimension multi-échelle de l'organisation territoriale et cela implique la formulation des contraintes spécifiques pour les localisations. D'une manière générale, ces contraintes imposent qu'au moins une installation soit

ouverte dans un secteur donné. Nous envisageons deux types de ces contraintes. Dans le premier, on considère un ensemble de secteurs d'une zone géographique (par exemple une division administrative en départements) et chaque secteur doit être couvert par une installation. Dans le deuxième, on considère plusieurs niveaux de divisions administratives de la même zone géographique (par exemple, départements, régions) et différents niveaux de contraintes de couverture seront définis avec des pénalités associées à la non-satisfaction de ces contraintes. Les problèmes d'optimisation combinatoire ici sont des nouvelles versions de la ***p-médiane avec des contraintes de couverture***.

Notons que le contexte applicatif détaillé jusqu'à présent motive l'étude de nouveaux problèmes d'optimisation combinatoire essentiellement absents de la littérature. Cette étude mènera à des recherches méthodologiques fondamentales pour ces types de problèmes, impliquant le développement d'algorithmes de solution efficaces basés sur des études polyédrales et/ou des méthodes de décomposition (C. Duran-Mateluna et al, 2022). Ces algorithmes pourront être exacts (typiquement basés sur des techniques d'énumération implicite) ou approchés (W. Mu et al 2020), afin de passer à l'échelle de pouvoir obtenir de bonnes solutions aux données réelles.

Ainsi, les objectifs de la thèse sont doubles. D'une part, elle permettra une avancée méthodologique en recherche opérationnelle, au travers de l'**étude de nouveaux algorithmes efficaces** pour deux variantes importantes de la p-médiane. D'autre part, ces algorithmes permettront d'aider à la conception de systèmes de service public. Les **applications des méthodes développées** porteront prioritairement **sur la problématique des services publics en Région Sud** pour lesquels des données longitudinales, issues de la thèse de Quentin Godoye (2022), sont d'ores et déjà disponibles, mais d'autres applications thématiques pourront être envisagées. Les méthodes de solution (exactes ou approchées) seront adaptées à la taille des instances définies à partir de ces données.

**Les axes scientifiques de la FR :** Ce projet de thèse s'inscrit dans l'axe Méthodologie et interdisciplinarité et dans Expérience et mise en récit de l'urbain qui cherche notamment à étudier l'information du numérique (l'info en temps réel) sur le vécu des individus et les territoires.

Précisons que les méthodes développées dans cette thèse ont des applications thématiques potentielles très variées. Par exemple, elles pourront être mobilisées pour poursuivre les travaux portant sur la redistribution des députés en France (dans la perspective de la réduction de leur nombre) qui ont été réalisés en collaboration entre géographes et politistes d'Avignon Université (Genre-Grandpierre et al 2021).

## **2 - Profil du candidat(e) (1 page maximum) : (attention pas nominatif)**

La personne candidate doit être titulaire d'un master 2 en informatique/mathématiques appliquées, ou d'un diplôme équivalent (école d'ingénieurs). Elle doit avoir une formation solide en recherche opérationnelle et l'optimisation combinatoire. Enfin, elle doit avoir une forte attirance pour les applications étant donné le caractère pluridisciplinaire du sujet et la nécessité d'un dialogue avec les géographes-aménageurs. Une expérience de recherche dans le sujet de la thèse (p-médiane, problèmes de localisation) est un atout pour la candidature.

## **3 - Références bibliographiques :**

A. Barczak, M. Hilal, 2017 : « Quelle évolution de la présence des services publics en France », in Courcelle, Fijalkow and Taulelle, Services publics et territoires : adaptations, innovations et réactions. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

I. Contreras, C. Ortiz-Astorquiza, (2019). Hierarchical facility location problems. In *Location Science* (pp. 365-389). Springer, Cham.

C. Duran-Mateluna, Z. Ales, S. Elloumi, (2022). "An efficient Benders decomposition for the p-median problem." *European Journal of Operational Research*. Available Online.

P. Le Gand, (2012). Crise financière et ressources des collectivités territoriales », *Revue française d'administration publique* 144 (4), pp. 943-951.

Q. Godoye, (2022). Austérité et aménagement du territoire. Diagnostic des inégalités d'accès aux services publics et développement de méthodes d'optimisation pour limiter les inégalités territoriales., thèse de doctorat.

G. Gourgues, M. Houser (dir.), (2017). Austérité et rigueur dans les finances locales, Paris, L'Harmattan, 296 p.

A. Markusen, (1994). American federalism and regional policy, *International Regional Science Review*, 16 (1&2), pp. 3-15.

A. Melnikava, (2016). Elaboration de méthodes d'optimisation de la densité d'activité humaine pour des territoires urbains, thèse de doctorat, Avignon Université.

W. Mu, D. Tong, (2020). On solving large p-median problems. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 47(6):981-996.

J. Peck, (2015). Austerity urbanism. The neoliberal crisis of American cities, Rosa Luxemburg Stiftung, New York Office, 28 p.

C. Prodhon, C. Prins, 2014 : A survey of recent research on location-routing problems, *European Journal of Operational Research*, Volume 238, pp 1-17.

C. Sahuc, (2020). Approches mathématiques pour l'aménagement de zones commerciales : modèles linéaires, algorithmes et systèmes multi-agents, thèse de doctorat, Avignon Université.

W. Streeck, (2014) . The Politics of Public Debt: Neoliberalism, Capitalist Development and the Restructuring State, *German Economic Review*, 15 (1), pp. 143-165.

F. Tautelle (coord.) (2012). Le délaissement du territoire. Quelles adaptations des services publics dans les territoires ruraux? ", *Sciences de la Société*, n°86, 178 p.

#### **4 - Opportunités de mobilité à l'international du doctorant(e) dans le cadre de sa thèse : oui**

Rosa Figueiredo collabore avec des chercheurs de plusieurs laboratoires à l'étranger (Portugal, Belgique, Brésil) parmi lesquels on trouve des spécialistes dans les problèmes de localisation, le développement d'algorithmes exacts et heuristiques, le traitement de données incertaines. Cyrille Genre-Grandpierre collabore avec le National Centre for Geocomputation (Irlande) spécialisé sur la mobilisation de méthodes de géocomputation à des fins de diagnostic et d'aménagement. Enfin, les encadrants de cette thèse possèdent un réseau de collaboration dont pourra bénéficier le.e doctorant.e pour une mobilité à l'international.

Maximum 5 pages (titre fichier : acronymesujet-labo-nom-Dirthèse-AGORANTIC23)

**Les sujets devront être adressés à [agorantic@univ-avignon.fr](mailto:agorantic@univ-avignon.fr)**

**x J'ai informé le Directeur de mon unité**

**Avant le 3 janvier 2023 midi**