



# MultiCités

Optimisation énergétique multiscale et  
modélisation multicritères des formes urbaines

Équipe :

Luc ADOLPHE, Marion BONHOMME, Frédéric BONNEAUD, Geneviève BRETAGNE, Géraldine CASAUX-GINESTET, Patrice CONTART, Serge FARAUT, Tathiane MARTINS, Nathalie TORNAY.

N° de contrat : 1517C0030

Projet de recherche coordonné par : Luc ADOLPHE (LRA-ENSA Toulouse)

Appel à projets de recherche : APR MODEVAL URBA 2015

Coordination technique : Sophie DEBERGUE - Clémence HARLE

Service : Organisation urbaine



Institut VILLE  
de la



aua / Toulouse  
aire urbaine

**ADEME**



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie



## RESUME

Ces dernières décennies, face à un développement important des aires urbaines, et une maîtrise insuffisante de la gestion des ressources notamment énergétiques dans les projets d'aménagement, il convient de s'interroger sur le devenir morphologique et spatial de la ville : vers quel(s) modèle(s) de ville allons-nous ? Quels sont les liens entre ces formes urbaines et leurs impacts environnementaux et énergétiques ? Comment évaluer et « optimiser » ces performances énergétiques pour produire des îlots ou des quartiers durables ? Etant donné la complexité des enjeux urbains, il est indispensable d'intégrer les différentes disciplines, ainsi que d'emboîter les différentes échelles afin de pouvoir produire des connaissances utiles aux maîtres d'ouvrage urbains, et des modélisations énergétiques intégrées. Ce projet de recherche est une contribution prospective au renouvellement et à l'aide à la conception des zones urbaines à partir d'une approche énergétique, focalisée sur les formes construites et leur matérialité à trois échelles spatiales imbriquées: le quartier urbain, le bâtiment et le matériau. Le travail a pour but de réaliser une étude d'optimisation sur le potentiel d'exploitation raisonnée de l'énergie solaire et de conservation énergétique dans les typologies urbaines de référence des villes européennes traditionnelles et appliquée sur trois archétypes d'opérations de rénovation et/ou de développement en cours dans l'aire urbaine de Toulouse. Nous cherchons à élaborer une base de données présentant l'ensemble de variantes énergétiques « optimales » de ces projets, et permettant de communiquer aux aménageurs urbains et aux architectes sur un large éventail de potentialités. Ce travail permettra de les aider à gérer la complexité et comprendre l'impact de leur choix dans les réponses énergétiques urbaines, à la fois en termes de performance, mais aussi en termes de qualités des ambiances architecturales et urbaines, ainsi qu'en termes d'impacts socio-économiques. A partir d'un jeu d'indicateurs et de paramètres spatiaux de la morphologie urbaine, plusieurs archétypes urbains qui ont été définis dans le cadre des projets de recherche récemment portés par le LRA et ses partenaires (SAGAcités, MUSCADE et ACCLIMAT, MApUCE) serviront de base à cette étude prospective. Elles seront complétées par les connaissances ainsi associées à leur matérialité élaborées dans le projet MApUCE. Dans un premier temps ces archétypes seront évalués selon leur performance énergétique. Dans un second temps, les paramètres pertinents les définissant seront soumis à une étude de sensibilité afin d'identifier les facteurs ayant une plus forte influence sur les variables-réponse énergétiques d'intérêt. Ensuite, nous chercherons à utiliser des techniques innovantes d'optimisation basées sur le couplage d'un algorithme issu de la recherche opérationnelle (algorithmes évolutionnaires, génétiques, réseaux de neurones...), avec des modèles de calcul énergétique des bâtiments à des échelles géographiques variables. Ceci permettra, à partir de la comparaison de milliers de variantes morpho-techniques urbaines, de définir un ensemble de solutions optimales du point de vue énergétique et vis à vis d'un ensemble de critères prédéfinis. Ces connaissances nouvelles permettront de développer un prototype d'outil d'aide à la décision permettant une plus-value décisionnelle pour les décideurs, utile, à la fois à un diagnostic des potentialités solaires d'études de cas, et à l'orientation des phases de (pré) programmation des projets urbains. Ce travail aboutira à la production de données et de connaissances sur des variantes énergétiques urbaines « optimales ». L'expérience capitalisée dans d'autres projets sur ce type d'approche innovante a montré que les variantes optimales obtenues ne correspondent pas uniquement à des projets qui font table rase du passé. La grande majorité des variantes obtenues s'appuient sur des modifications typo-morphologiques relativement modestes par rapport à une typologie urbaine existante. Un quartier « optimal » du point de vue énergétique peut ainsi perpétuer le « changement dans la continuité » : des modifications typo-morphologiques faibles mais continues dans le temps et l'espace. Dans le cadre d'un projet de renouvellement urbain, ce travail peut ainsi apporter des connaissances opérationnelles inédites.