

MApUCE

Modélisation Appliquée et droit de l'Urbanisme :
Climat urbain et Énergie

La modélisation des comportements énergétiques

Alexis Bourgeois, Jean-Pierre Lévy, Margot Pellegrino

CNRM

Modélisation climat
urbain et énergie
du bâti



FNAU

Réseau d'agences
d'urbanisme



Lab-STICC

Traitement de
données
géographiques



LATTS

Comportements
énergétiques



LIENSs

Analyse spatiale et
statistique de
données



LIEU

Droit de
l'urbanisme



LISST

Dynamique de
territoires et
politiques urbaines



LRA

Morphologie urbaine,
architecture



A l'origine : la recherche ENERGIHAB (2013)

- Obtenir une meilleure connaissance des causes et des effets des émissions énergétiques en réalisant une recherche située à l'interface d'une approche sociologique et technique de la question de l'énergie dans le logement

Construction et logique du programme

➤ 5 Tâches:

- **1** : Exploitation de l'Enquête Nationale sur le Logement : Construire des indicateurs synthétiques de consommation énergétique,
- **2** : **Enquête 1950 ménages (250 questions) résidant en région parisienne : affiner la connaissance de l'immeuble, du domicile, des ménages et de leur rapport résidentiel et énergétique,**
- **3** : Entretiens semi-directifs auprès de 60 ménages volontaires : constituer un « laboratoire d'observation » pour réaliser une analyse qualitative du comportement des ménages et de leur consommation énergétique ,
- **4** : Phase expérimentale des capteurs et des carnets de bord : tenter une observation quotidienne des actes énergétiques quotidiens,
- **5** : Distribution des carnets de bord et mise en place de capteurs de la consommation énergétique, récolte des données et analyse.

Indicateurs de comportements énergétiques

Trois indicateurs de mode de vie énergétique (MDVE) ont été construits :

- Le comportement de régulation énergétique (**CRE**) qui exprime un contrôle du chauffage des pièces, de la température du logement et de l'utilisation des gros ou des petits équipements.
- La possession de gros équipements (**EQ**) qui exprime le nombre d'équipements énergivores dans le logement.
- L'intensité d'usages de ces équipements (**IU**) qui exprime le rythme d'utilisation des équipements les plus énergivores.

Construction d'indicateurs de comportements énergétiques

COMPORTEMENT DE REGULATION ENERGETIQUE	Fort CRE	Faible CRE	Total
Chambres OCCUPEES et/ou autres pièces NON CHAUFFEES	8,2	2,6	4,9
Chambres OCCUPEES CHAUFFEE et autres pièces NON CHAUFFEES	14,2	5,3	8,9
Chambres OCCUPEES et toutes les pièces CHAUFFEES	33,8	43,5	39,6
Chambres VIDES et/ou autres pièces NON CHAUFFEES	16,4	4,5	9,3
Chambres VIDES CHAUFFEES et autres pièces NON CHAUFFEES	5,9	1,8	3,4
Chambres VIDES et toutes pièces CHAUFFEES	21,5	42,4	33,9
Faible régul gros éqpts	29,6	58,9	47
Variable régul gros éqpts	48,6	35,5	40,8
Forte régul gros éqpts	21,8	5,6	12,1
Faible régul petits éqpts	6,7	28,8	19,8
Variable régul petits éqpts	42,2	48,6	46
Forte régul petits éqpts	51,1	22,7	34,2
14°-19° hiver logement	54	18,9	33,1
20° hiver logement	31,8	31,8	31,8
21° et plus hiver logement	14,2	49,3	35,1
Coupe le chauffage avec aération des pièces	73,2	17,4	40
Ne coupe pas le chauffage avec l'aération des pièces	20,5	76,7	54
Ca dépend pour l'arrêt du chauffage avec aération de pièces	6,3	5,9	6
Total	100	100	100

POSSESSION GROS EQUIPEMENTS	Faible EQ	Fort EQ	Total
Gazinière	54,2	62,8	58,8
Chauffe-eau/ballon	50,6	69,5	60,8
Frigo sans congé	18,4	30,6	25
Frigo avec congelo	75,9	77,4	76,7
Réfrigérateur avec conservateur	10,3	19,4	15,2
Réfrigérateur américain	0,6	4,6	2,8
Congé	13,9	52,6	34,8
Micro-onde	67,8	94,2	82,1
Four électrique	57,8	84,2	72
Four à gaz	19	19,1	19
Four au butane	0,8	4	2,5
Four multti-énergies	1,3	3,8	2,7
plaques induction	10,7	22,7	17,2
Plaques vitro céramique	11,3	17	14,4
Plaques au gaz	31,6	56	44,8
Plaques à résistance	13,4	13,9	13,7
Combiné plaques four Lave vaisselle	1,3	4,6	3,1
Hotte	31,1	78,8	56,9
Combiné Lave linge Sèche linge	7,2	10,2	8,8
Lave linge seul	79,8	91,2	85,9
Sèche linge seul	6,1	41,3	25,1
Lave vaisselle	19,1	73,7	48,6
Climatiseur	1,1	5,8	3,6

INTENSITE USAGE	Faible IU	Forte IU	Total
Four_TLJ	6,2	12,6	9,4
Four_plusieurs/semaines	34,3	52,9	43,6
Four_1 fois/semaine	26	24,7	25,3
Four_moins 1 fois/semaine	33,5	9,8	21,7
Plaque_TLJ	78	93,4	85,9
Plaque_plusieurs/semaine	14,4	5,6	9,9
Plaque_1 fois/semaine	3,4	0,8	2
Plaque_moins 1 fois/semaine	4,2	0,2	2,2
Lave linge_TLJ	2,7	22,7	13
Lave linge_plusieurs/semaine	50,2	69,4	60,1
Lave linge_1 fois/semaine	36,3	7,5	21,5
Lave linge_moins 1 fois/semaine	10,8	0,4	5,5
Sèche linge_TLJ	1,6	10,4	9,4
Sèche linge_plusieurs fois par semaine	8,1	55,7	50,4
Sèche linge_1 fois par semaine	40,3	18,6	21
Sèche linge_moins une fois par semaine	50	15,4	19,2
Lave vaisselle_TLJ	3,3	19	16,5
Lave vaisselle_plusieurs fois/semaine	40,8	68,5	64
Lave vaisselle_1 fois/semaine	29,6	10,3	13,4
Lave vaisselle_moins une fois/semaine	26,3	2,1	6
Total	100	100	100

Sources : Enquête 2000 ménages (ENERGIHAB)

Variables RGP significatives (modélisation)

Mode de chauffage	Système de chauffage	Autre Collectif Electrique
	Combustible	Autre Electricité GPL
Logement	Type d'immeuble	Individuel Collectif
	Surface	Variable continue
Ménage	Age de la PR	Variable continue
	Nombre de personne	1
		2
		3 et plus
Situation familiale	En couple Seul	
Statut d'occupation	Propriétaire Autre	

Trois modèles de comportements énergétiques

Variable	Level	Coefficient	Odd_ratio
(Intercept)		0.47833094	1.613
Heating system	other		
	collective	-0.81014182	0.445
Fuel	electric	0.40774412	1.503
	other		
	electricity	0.66894832	1.952
	gaz bottle or tank	1.34467335	3.837
Age		-0.01967707	0.981

Sources : Enquête 2000 ménages (ENERGIHAB)

Modèle de comportement de forte regulation énergétique

Variable	Level	Coefficient	Odd_ratio
(Intercept)		0.17626944	1.193
age		-0.00959883	0.99
number of persons		0.35037936	1.42
couple	yes		
	no	-0.41011808	0.664

Sources : Enquête 2000 ménages (ENERGIHAB)

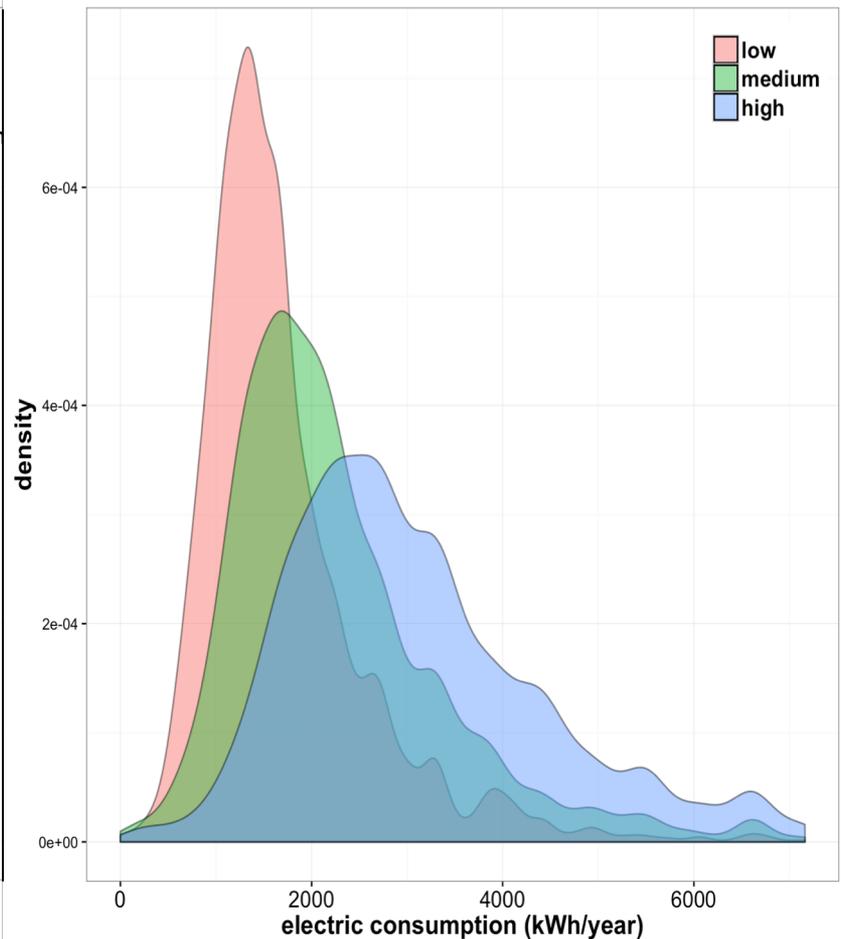
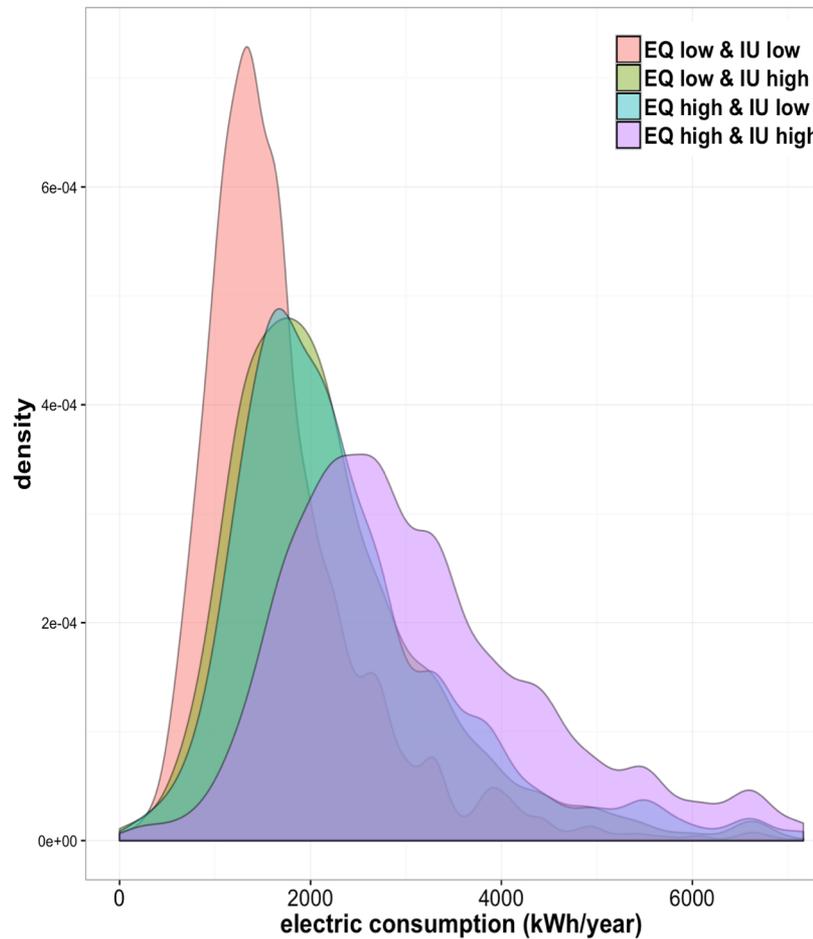
Modèle d'intensité d'usage élevée des équipements

Variable	Level	Coefficient	Odd_ratio
(Intercept)		-1.2159456	0.296
type of housing	individual		
	collective	-0.7266094	0.484
surface		0.5450018	1.725
number of persons	1		
	2	0.2286581	1.257
	3 or more	0.5737217	1.775
couple	yes		
	no	-0.5195437	0.595
occupancy	owner		
	others	-0.3977922	0.672

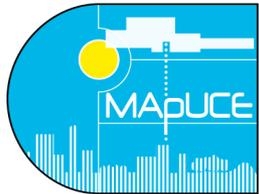
Sources : Enquête 2000 ménages (ENERGIHAB)

Modèle de forte possession de gros équipements

Tests modèles de comportements et liens avec les consommations énergétiques (ENL 2013)



Sources : ENL 2013

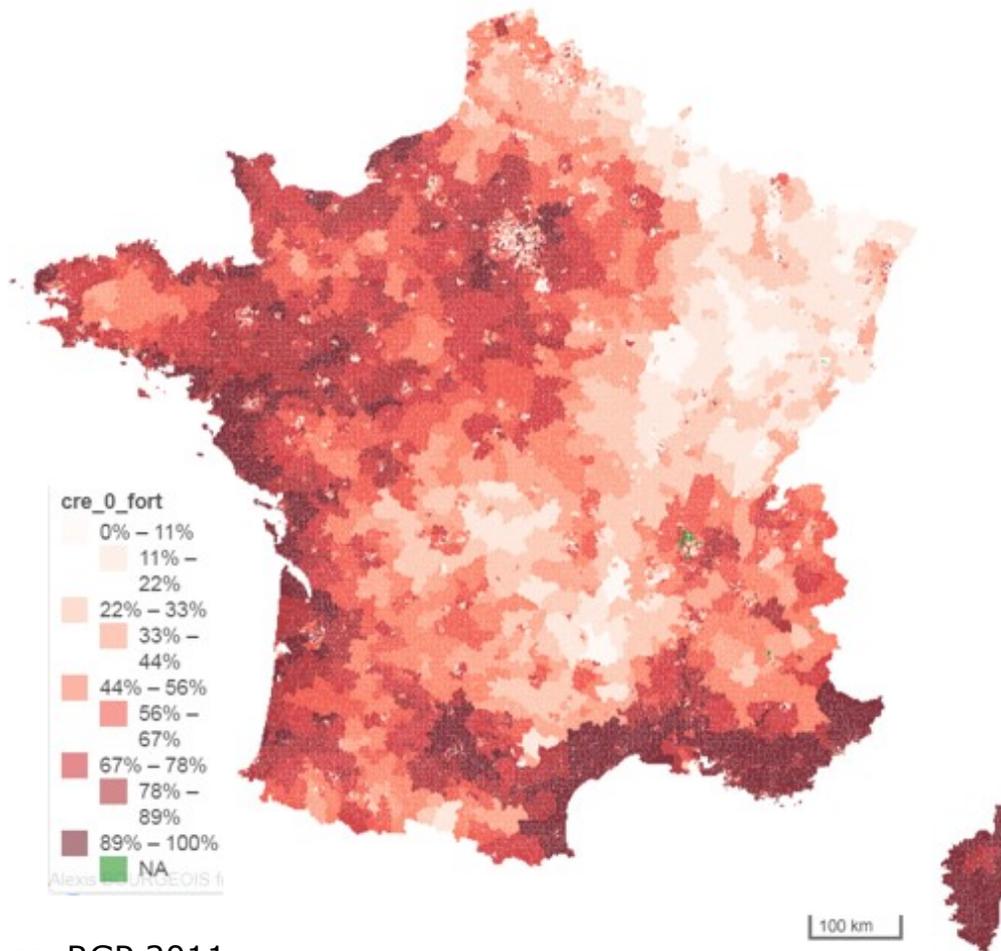


CNRM
LIEU
FNAU
Lab-STICC
LATTS
LIENSs
LISST
LRA

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'Agence Nationale de la Recherche portant la référence ANR-13-VBDU-0004

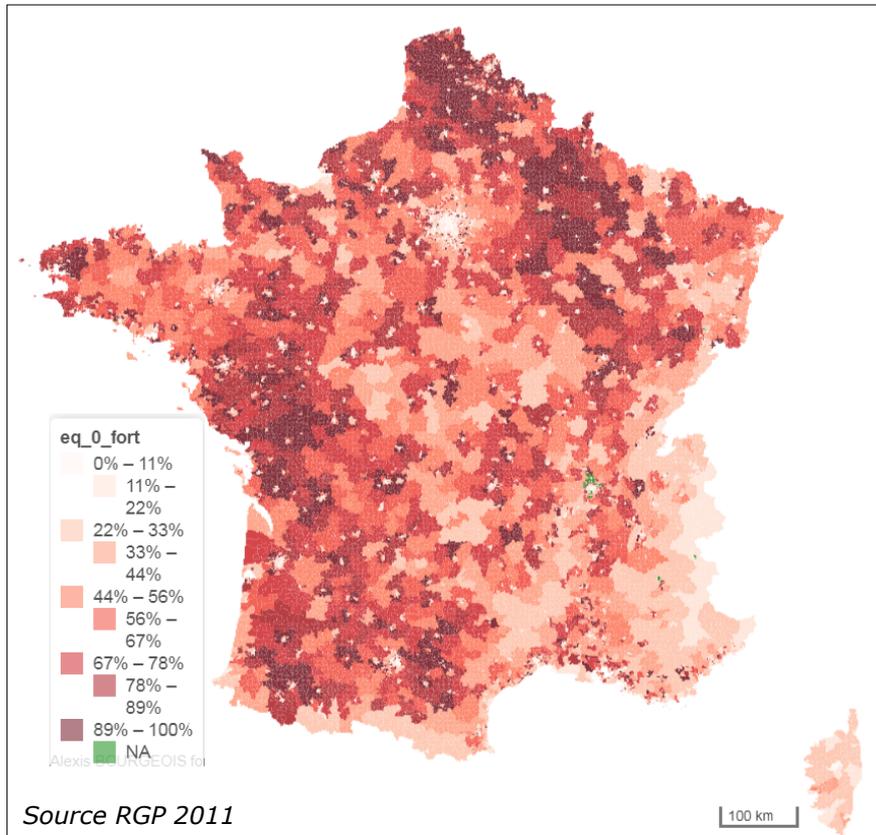


Comportements de régulation énergétique élevés en France en 2011 (échelle IRIS env. 14750)

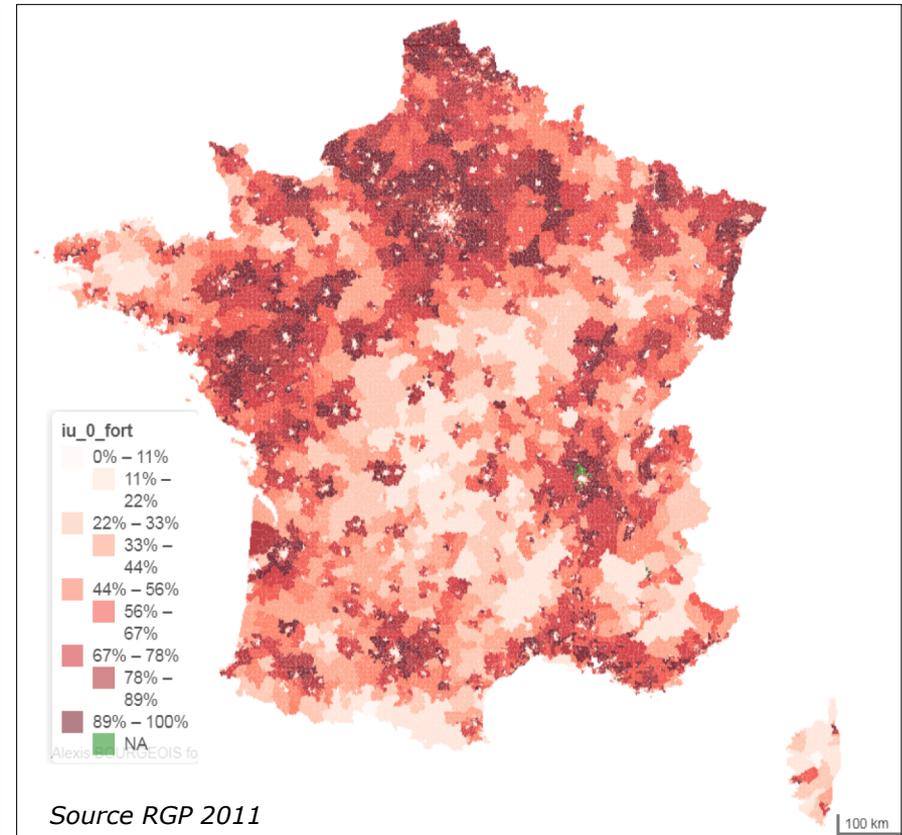


Source RGP 2011

Taux d'équipements et intensité d'usage en France en 2011 (échelle IRIS)



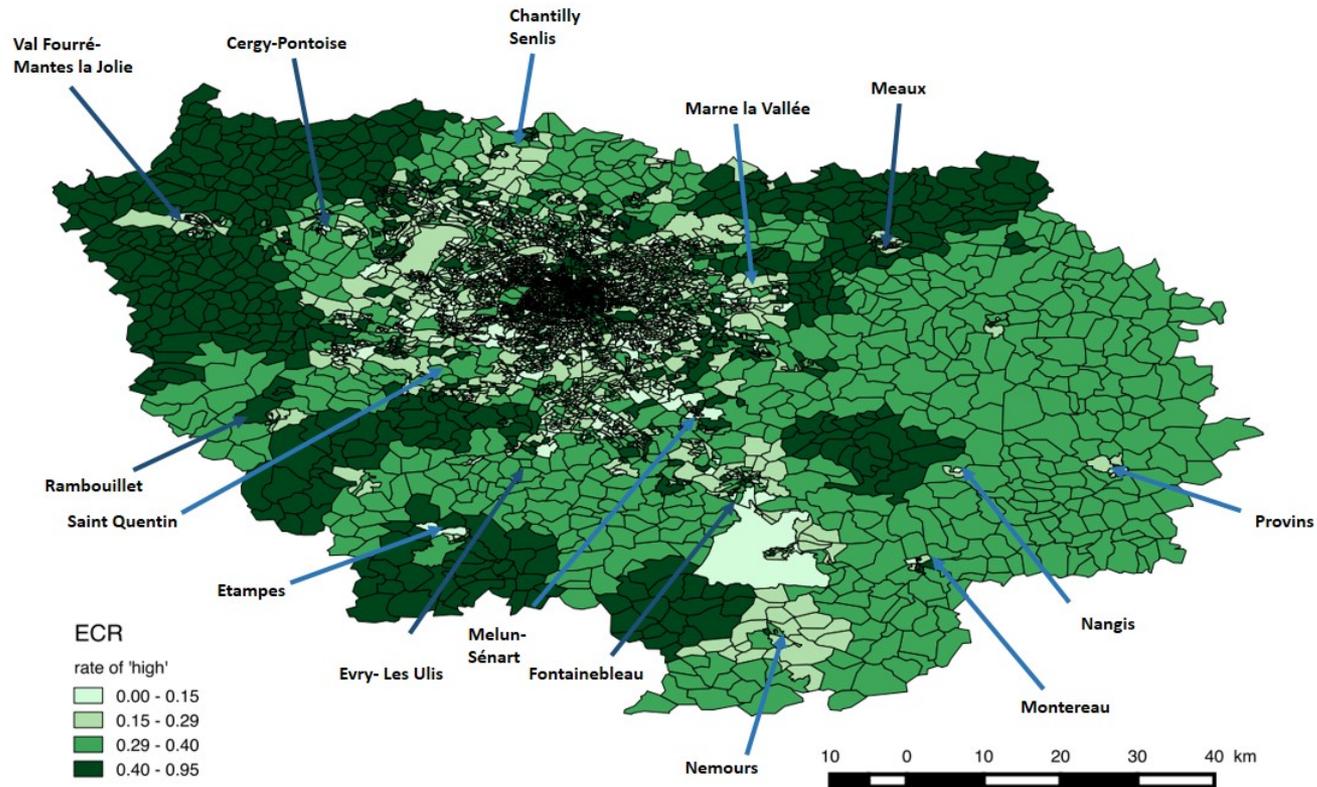
Taux d'équipements élevés



Intensité d'usage élevée des gros équipements

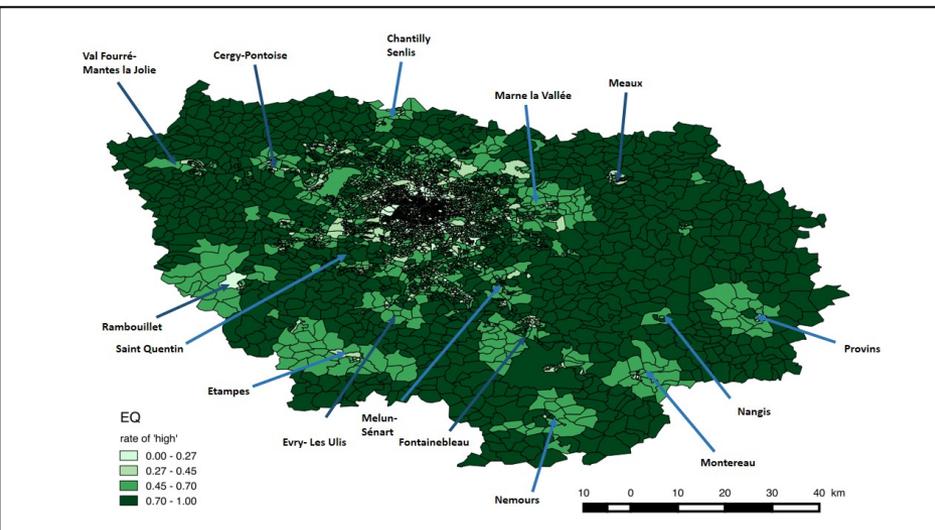
Zoom région Île de France :

Comportements de régulation énergétique élevés en 2011 (échelle IRIS : 5261)



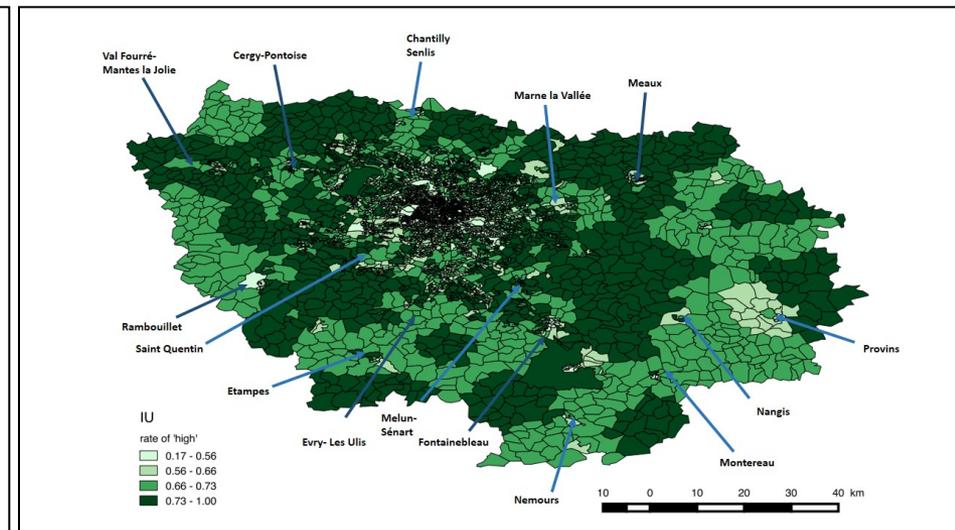
Source RGP 2011

Zoom région Île de France : Taux d'équipements et intensité d'usage en 2011 (échelle IRIS)



Source RGP 2011

Taux d'équipements élevés

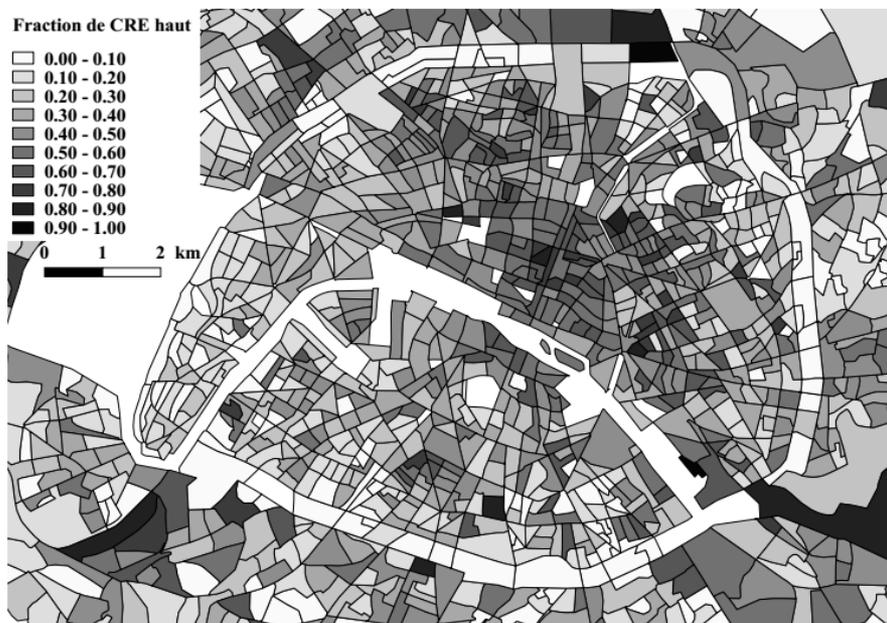


Source RGP 2011

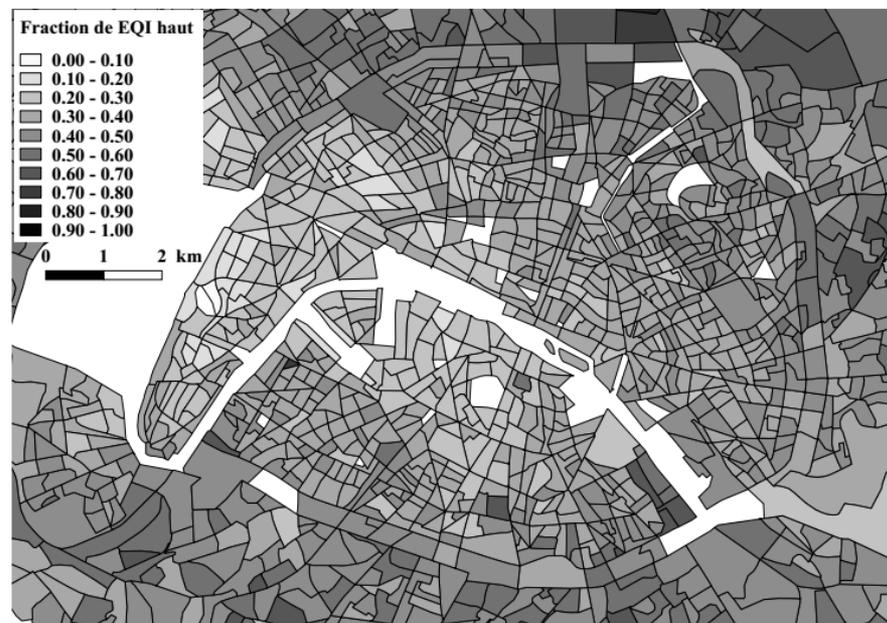
Intensités d'usage élevés des gros équipements

Zoom ville de Paris: Comportements de régulation énergétique, taux d'équipements et intensité d'usage en 2011 (échelle IRIS : 992)

Fraction de haut CRE



Fraction de haut EQ et IU



Source : Robert Schoetter, 2018

Perspectives

- **Modèle comportements énergétiques :**
 - ✓ Effets des projets urbains (type de logement et d'immeuble)
 - ✓ Effets démographiques (vieillesse de la population stable, évolution de la population)

- **Intégration dans TEB...**