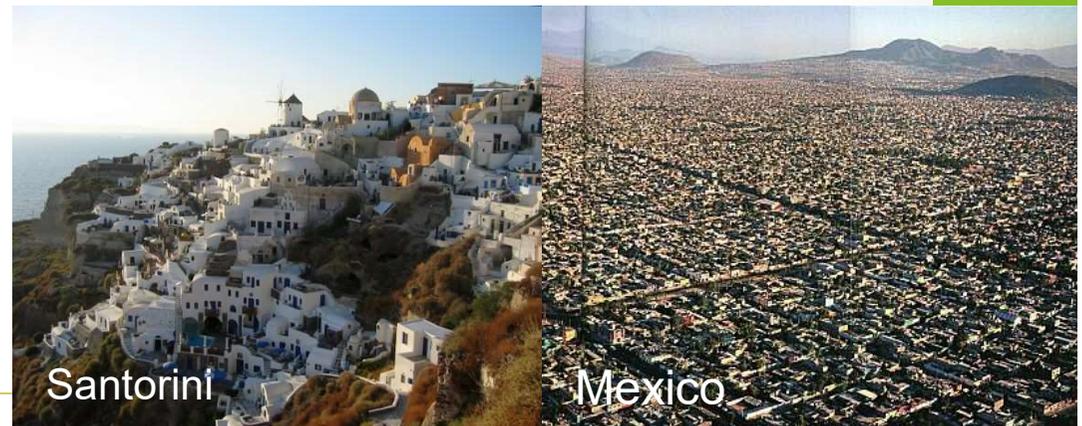


Les îlots de chaleur urbains: le contexte

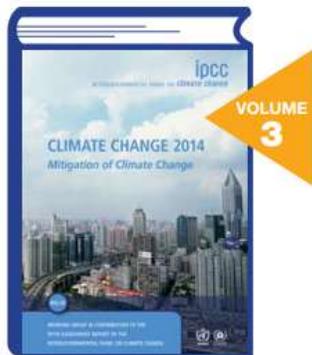
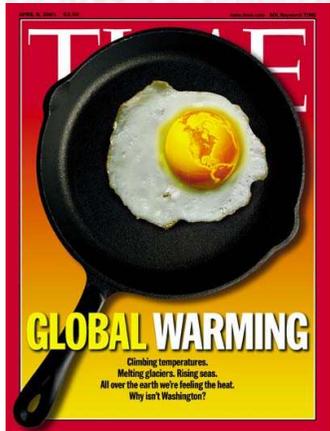
Francis Allard
LaSIE UMR CNRS/Université
de La Rochelle
francis.allard@univ-lr.fr



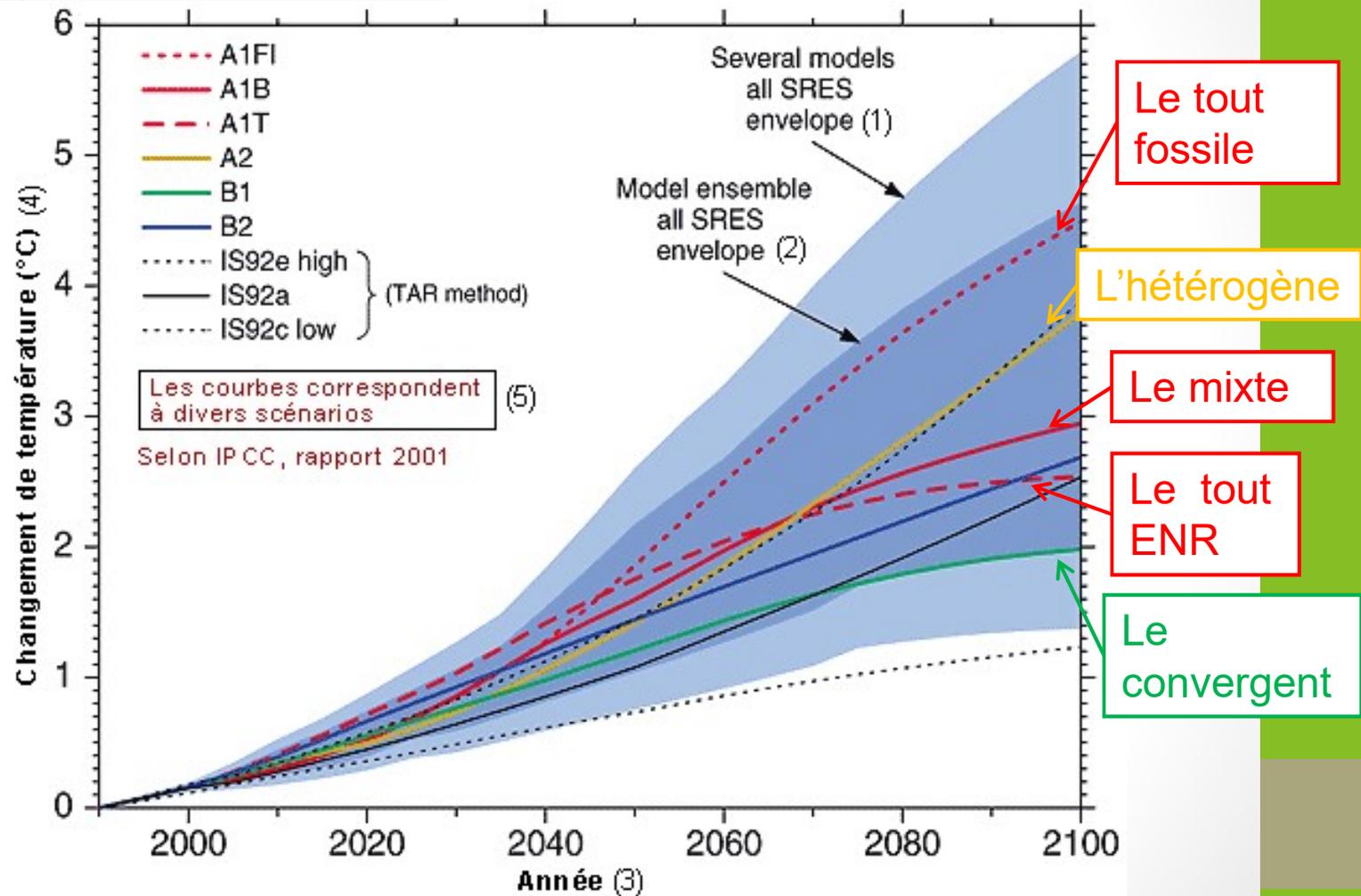
Santorini

Mexico

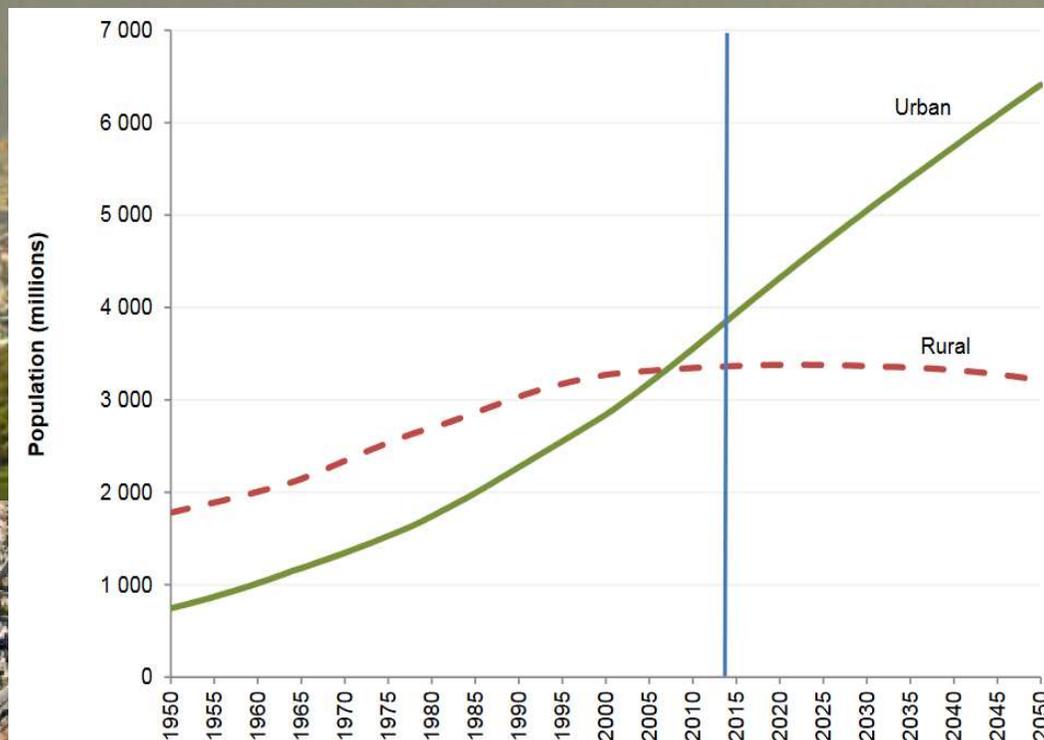
Contexte – Réchauffement climatique global



LE TROISIÈME VOLUME du 5^e rapport d'évaluation du GIEC (AR5, Assessment Report) a été publié en avril 2014, après l'adoption à l'unanimité du résumé à l'intention des décideurs par les 195 délégations membres du GIEC.



Contexte – Densification urbaine



Accroissement la part de population urbaine à l'échelle du globe, (source: United Nations, 2015)

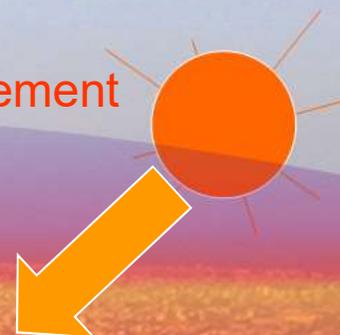


MICROCLIMAT URBAIN EN CONDITIONS D'ÉTÉ

Charges anthropiques
(bâtiments, transports, ...)



Ensoleillement



Effet du Smog urbain

Développement de la
climatisation d'été

(+1000% de vente en Italie de 1990 à 1997)

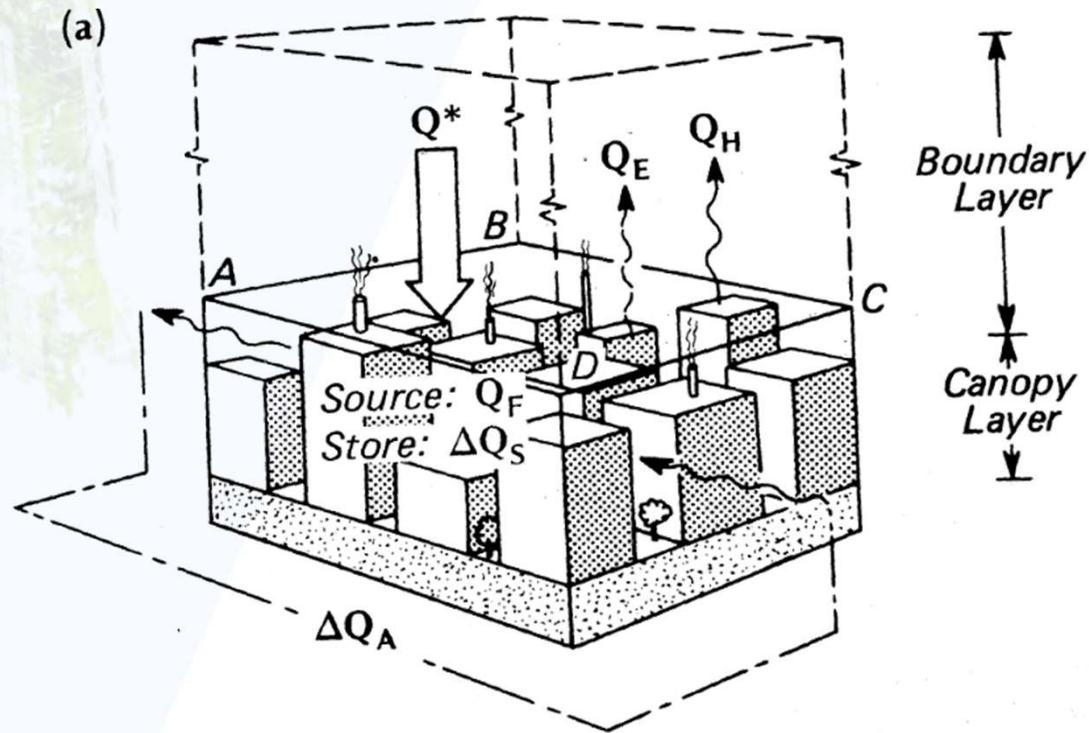


Athènes

Population urbaine: 76% de la population en Europe (2001)

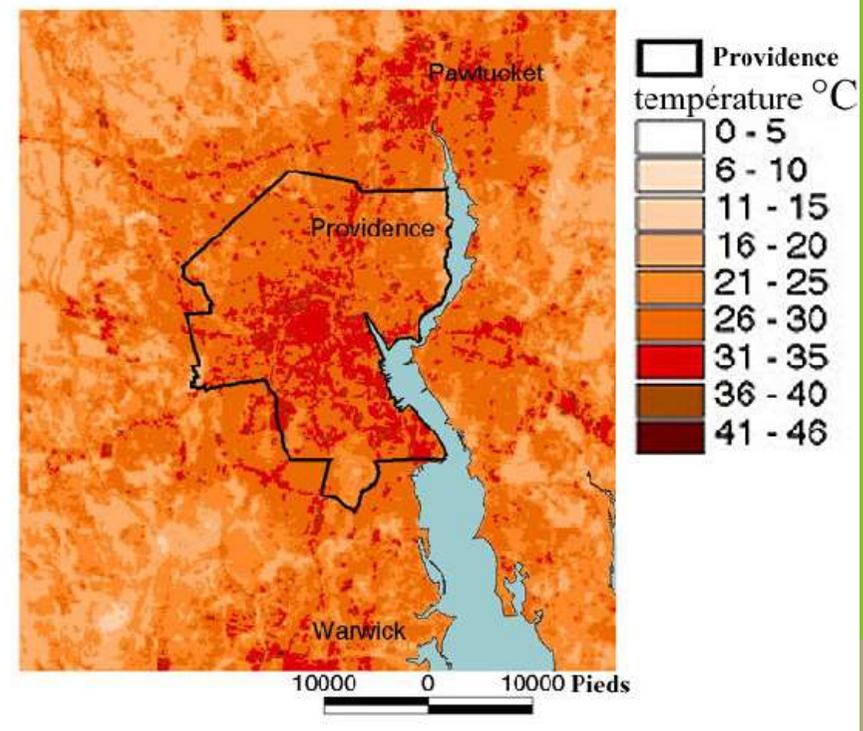
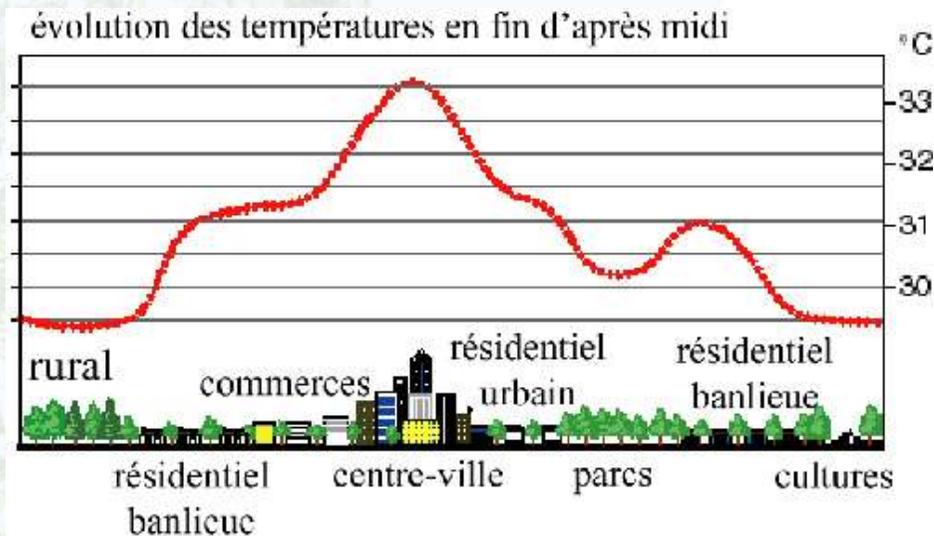
Accumulation de chaleur
(matériaux, formes urbaines,
absence de végétation)

Bilan énergétique du milieu urbain



Le microclimat urbain et l'effet d'îlot de chaleur (ICU)

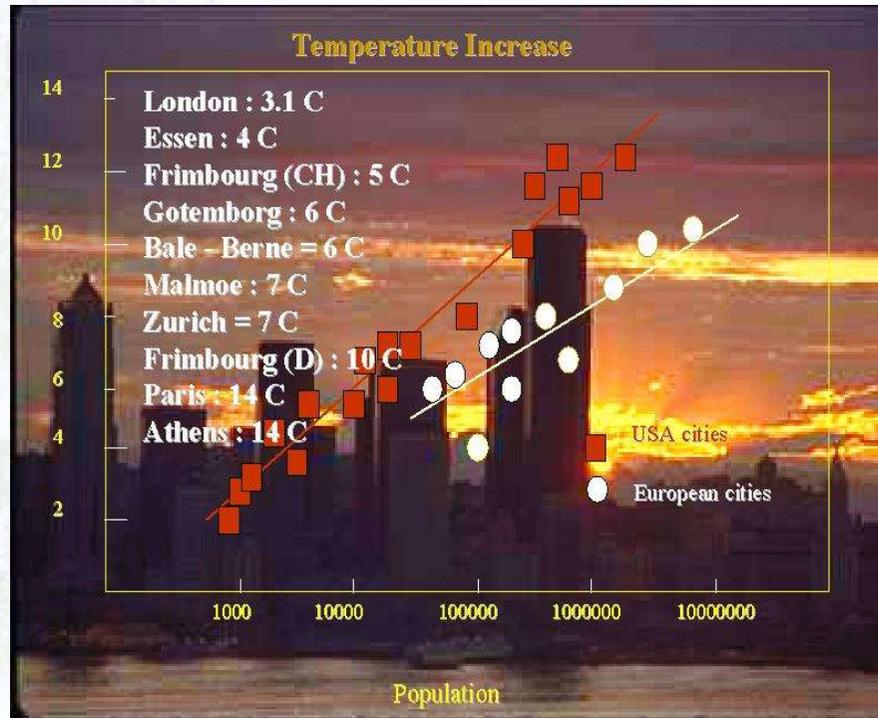
Observations du phénomène



Intensité d'îlot de chaleur urbain

<i>Ville</i>	<i>Continent</i>	<i>Intensité d'îlot de chaleur (°K)</i>
New Delhi	Asie	6.0
Calcutta		6.5
Madras		4.0
Kuala Lumpur – Petaling Jaya		6.0 – 7.0
Kota Kinabalu		3.0
Athènes		2.0 – 15.0
Goteborg	Europe	3.5 – 6.0
Malmö		7.0
Essen		3.0 – 4.0
Stolberg		6.0
Fribourg		10.0
Paris		14.0
Zurich		7.0
Atlanta		Amérique
Buenos Aires	7.4	
Johannesburg	Afrique	2.0

ICU et densité urbaine



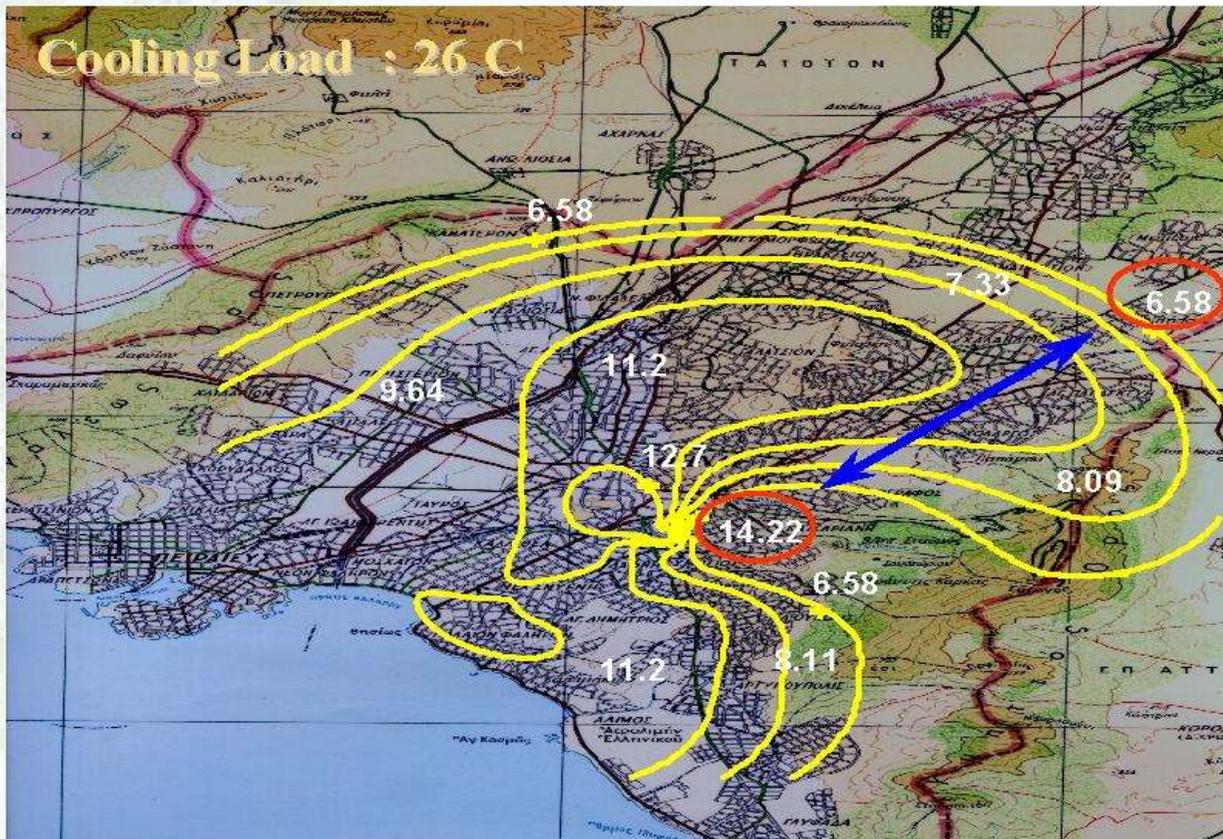
Quantification

$$\Delta T_{ur} = 0,25 \frac{P^{\frac{1}{4}}}{\sqrt{u}}$$

Oke (1973)

Maximum difference in urban and rural temperature for US and European cities. From [Littlefair, 2000], data from (Oke 1982).

Effet directs et indirects sur la demande énergétique des bâtiments



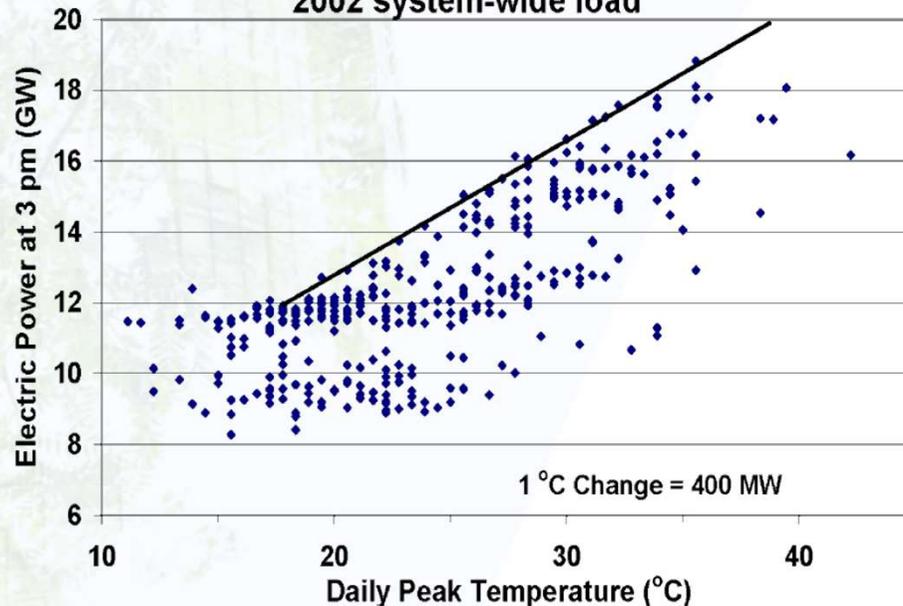
- Les charges de climatisation peuvent être plus que doublées
- COP des systèmes de climatisation réduits (-25% à Athènes)
- Pics de puissance accrus (2 à 4% pour 1°C supplémentaire)

Distribution of cooling load [kWh/m³] in Athens 2004, for a set point of 26°C. (Santamouris et al, 2004)

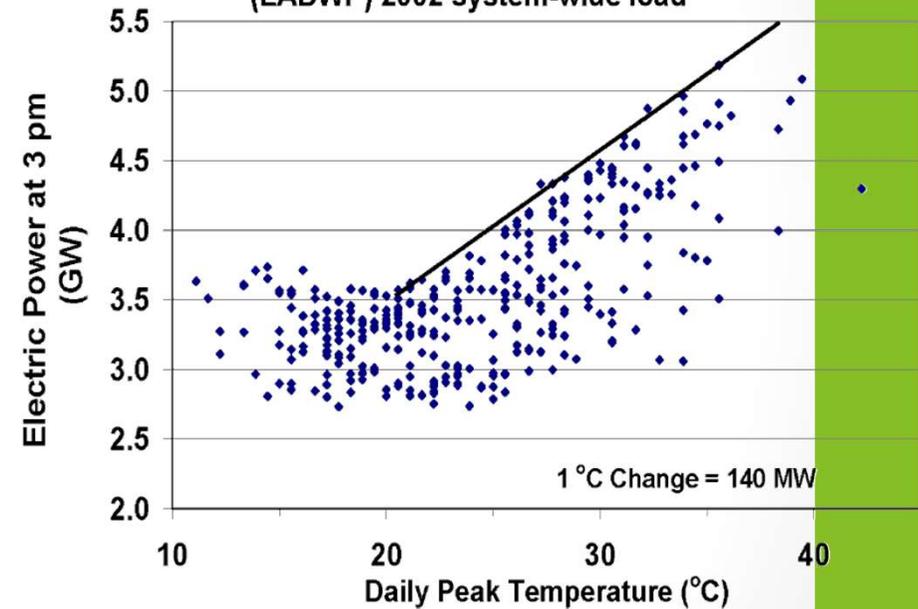
Effet de l'îlot de chaleur sur les pics de demande énergétique

(Akbari et al, 2009)

a) Southern California Edison Company (SCE)
2002 system-wide load

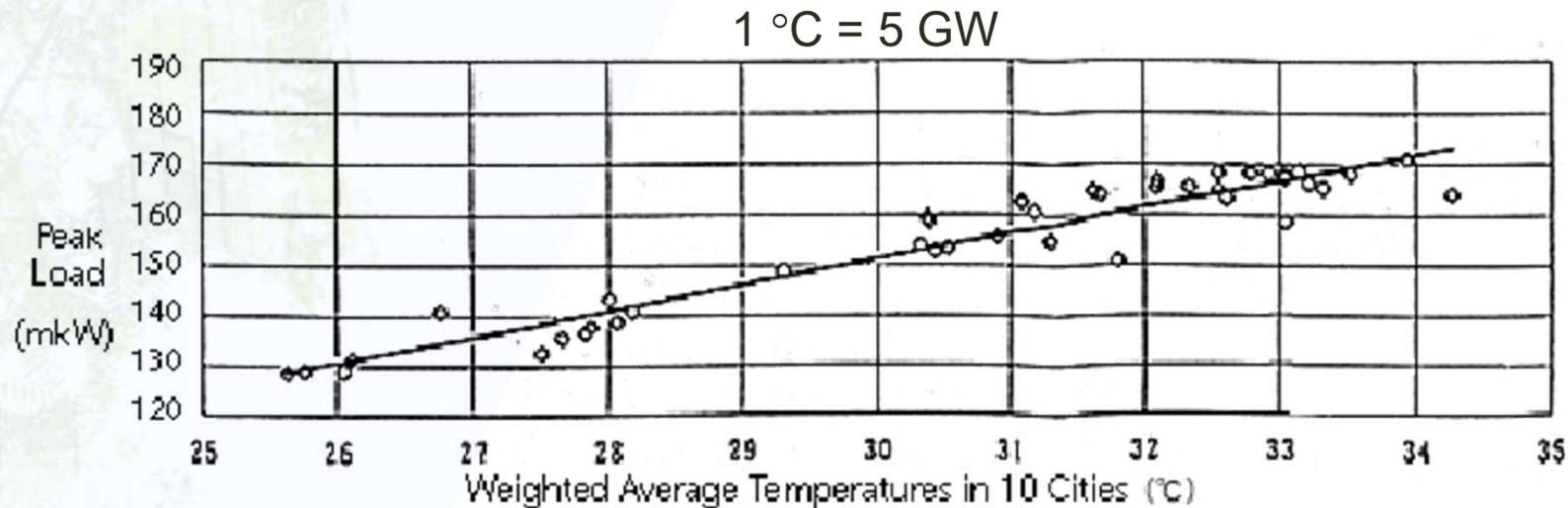


b) Los Angeles Department of Water and Power (LADWP) 2002 system-wide load



Effet de l'îlot de chaleur sur les pics de demande énergétique

Correlation Ratio between Peak load and Temperature for 10 Japanese Cities

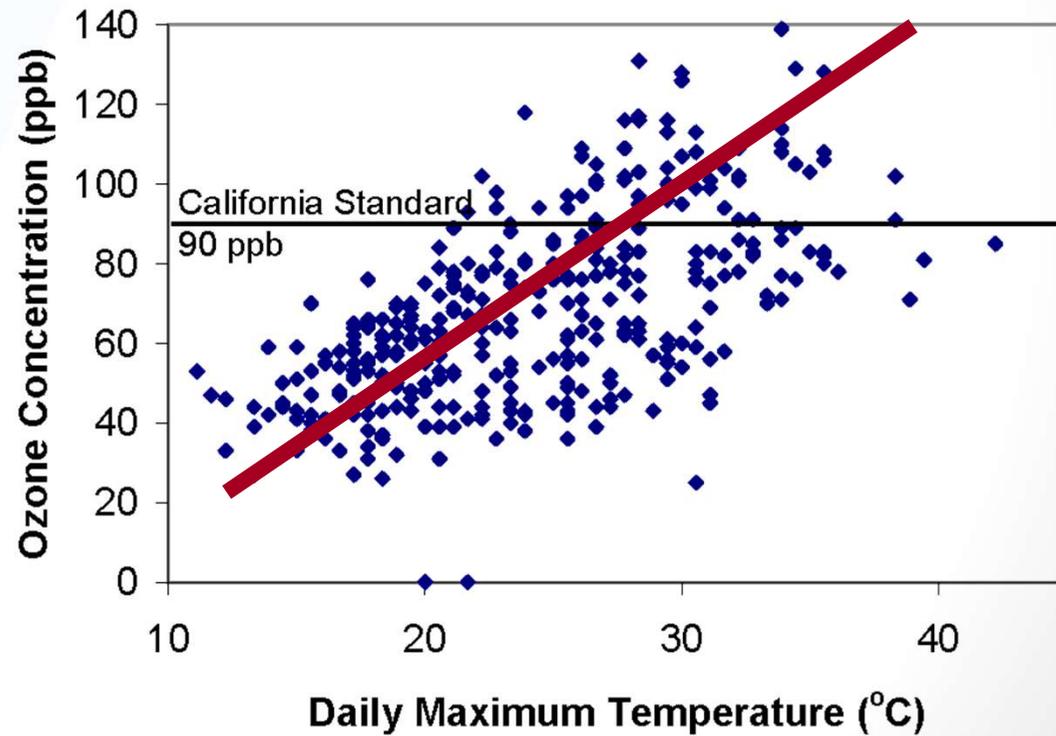


Source: Hiroji Ohta, FEPC Chairman, 10 September 1999

Effet indirect – formation de smog

Effet de l'élévation de température sur les concentrations max d'ozone

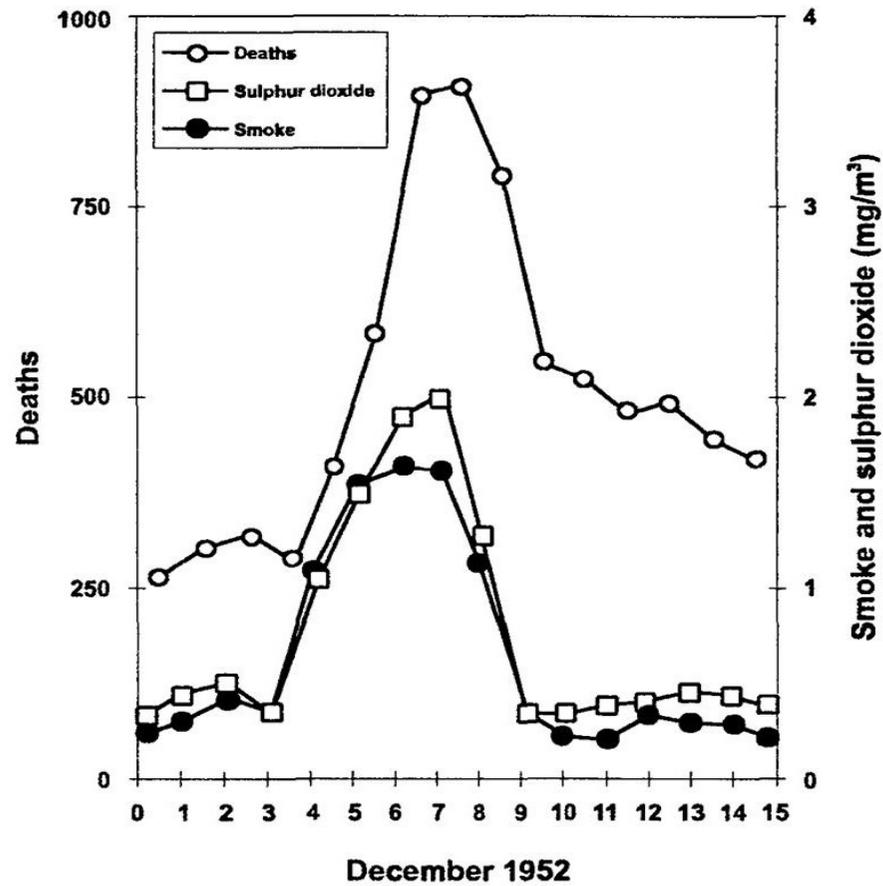
Ozone concentration measured at Los Angeles, W Flint Street, 2002



Effets Sanitaires

**Pic de mortalité
et smog à
Londres en
1952**

Source: Wilkins (1954)



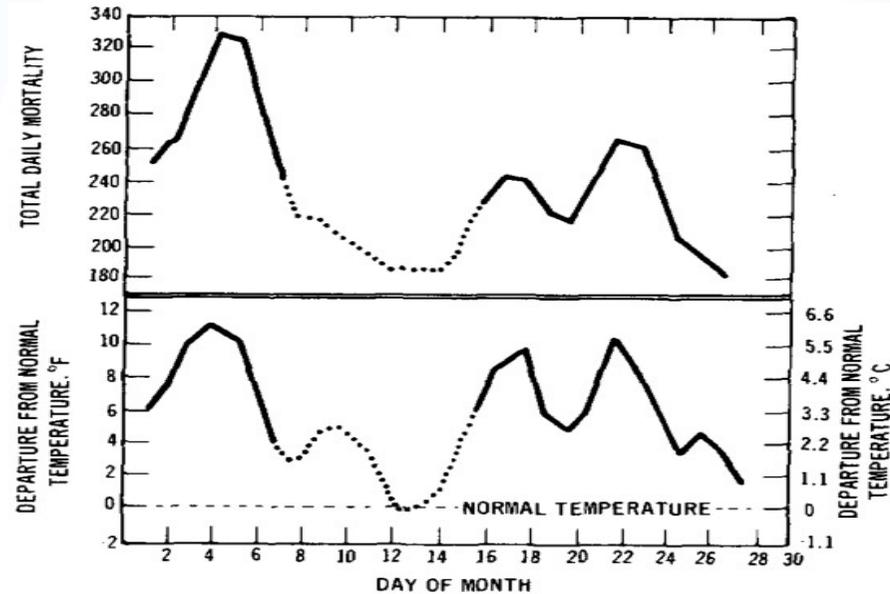
Effets Sanitaires

Location	Year	Health Impacts
United States (eastern)	1901	9,500 killed
United States (Midwest)	1980	1,700 killed
Greece (Athens)	1987	More than 1,000 killed
United States (Chicago)	1995	739 killed
Europe	2003	70,000 killed
India (Andhra Pradesh and Telangana)	2015	More than 2,200 killed

Effet sur la surmortalité des principales vagues de chaleur étudiées à ce jour. (source: Planting Healthy Air Report 2016)

Effets Sanitaires

Moyenne glissante sur 3 jours de l'écart de température par rapport à la normale mesurée à New-York (Central Park, États-Unis) et moyenne glissante sur 3 jours de la mortalité pour la ville de New-York, juillet 1955.



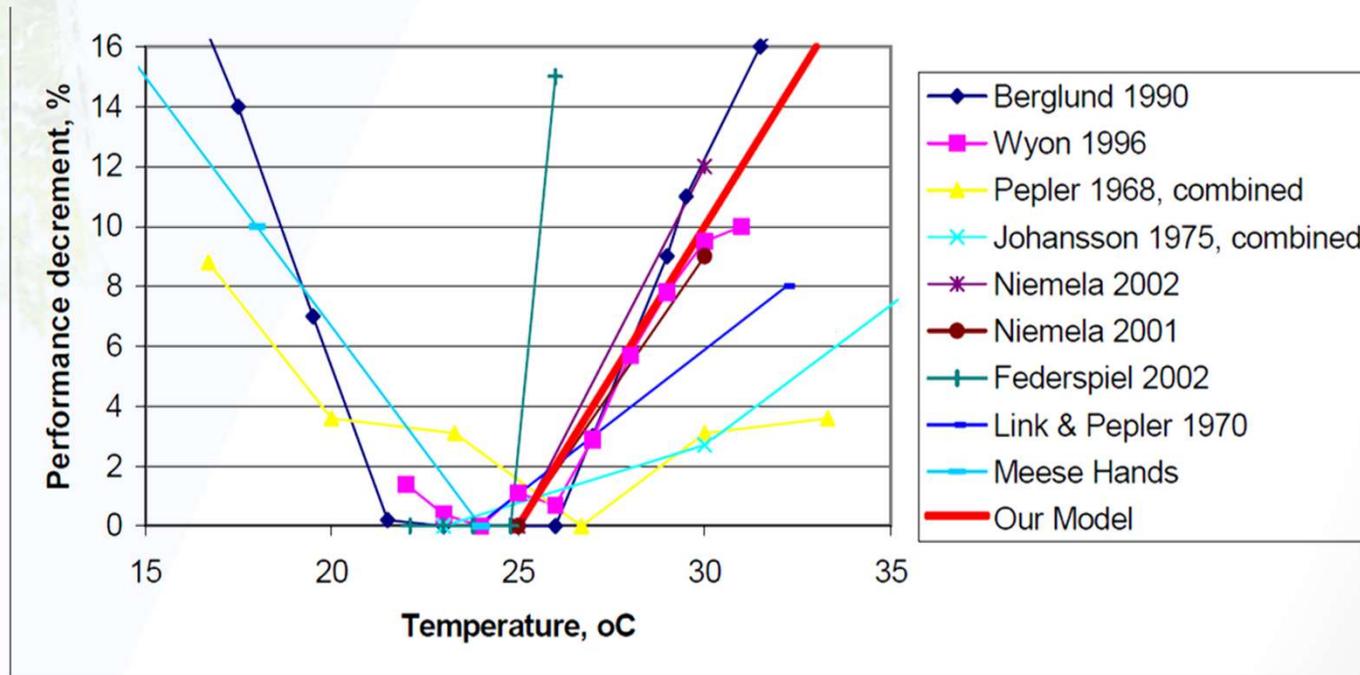
Source: Clarke, 1972

$T_{ext} >$	32,2°C	35°C	37,8°C	40,6	43,3°C
surmortalité	Négligeable	27%	75%	200%	346%

Source: Buechley, Van Bruggen, et Truppi, 1972

Effets « mesurables » sur les occupants dans les bâtiments et en zone urbaine

productivité



Source: SEPPÄNEN, FAULKNER, et WANDLING, 2005

Stratégies de traitement

Stratégie

Action

Résultat

Globale:

- urbanisme
- végétation...
- eau

Locale:

- Traitement des bâtiments et des surfaces urbaines

Systemes:

- basse conso. ENR,

Réduction de la T° (ICU)

Réduction des charges C,V,C

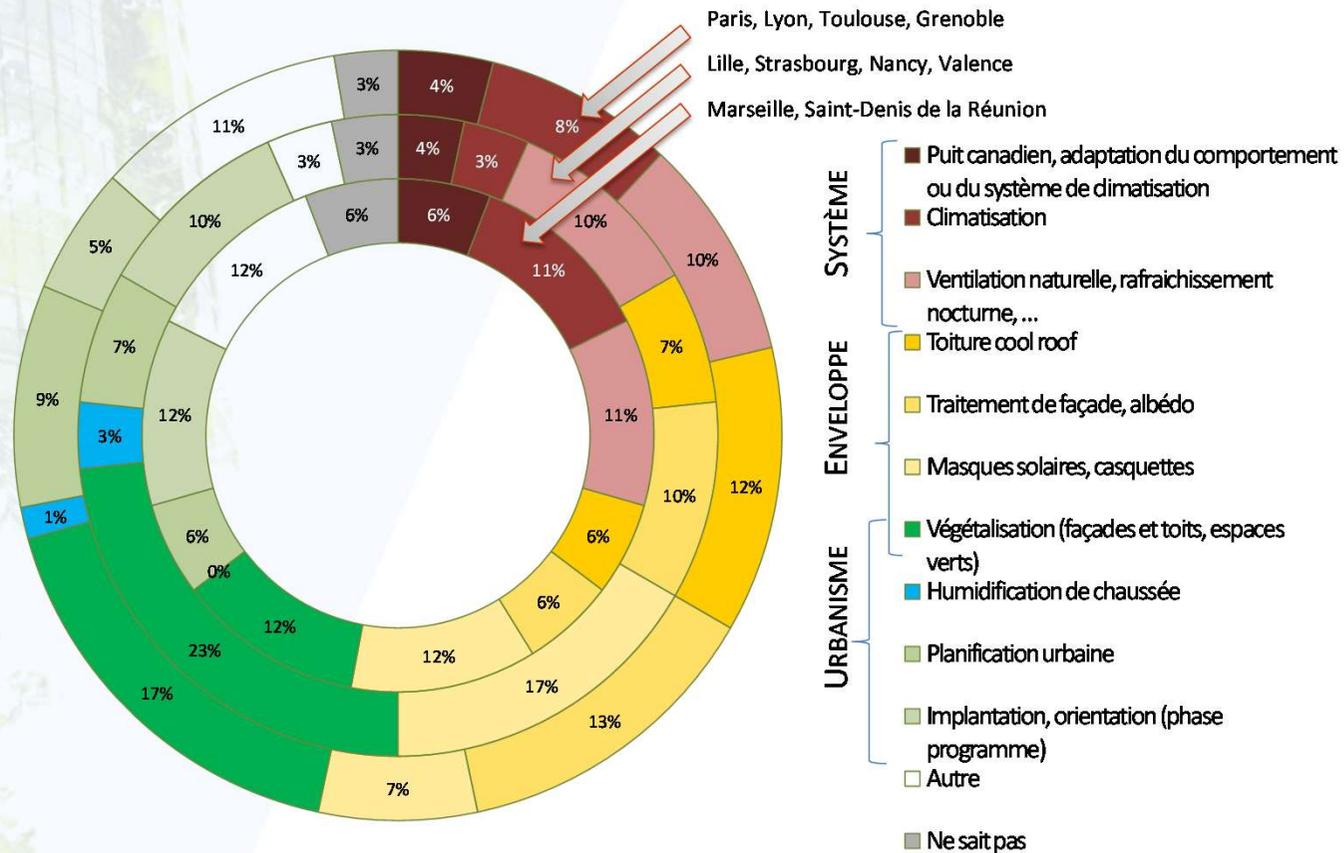
Réduction de la puissance appelée et de la charge anthropique

Réduction de O3

Réduction de NO2, CO2, COV

Réduction de la demande énergétique

Stratégies mises en œuvre



Source : E. Bozonnet, 2016

Conclusion

- Le phénomène d'îlot de chaleur urbain est récurrent, son intensité augmente avec la taille des agglomérations,
- Plus de 70% des bâtiments sont aujourd'hui localisés en site urbain,
- L'amélioration de la qualité des milieux urbains (confort, santé) et celle des bâtiments (efficacité énergétique) passent par une approche globale intégrant les interactions entre bâtiment et microclimat urbain,
- Des stratégies de remédiation existent à divers échelles, mais cette approche globale est encore trop rare,
- Des outils d'analyse et de simulation à diverses échelles sont nécessaires,
- Des expérimentations sur site (lourdes et délicates) sont indispensables aujourd'hui pour progresser.