

Une ville durable ? Objectifs :

- 1) contrôler émissions et concentrations de Gaz à Effet de Serre et de toxiques
- 2) maîtriser les risques associés aux événement climatiques extrêmes



2 objectifs

1/ Limiter les émissions et concentrations de GES et de toxiques

Sont concernés :

GES (CO₂, HFC, PFC, ...) : surtout les villes des pays riches

Toxiques (CO, NO, NO₂, PM2.5, PM10, ...) : surtout les grandes villes des PVD

Pourquoi le faire :

- Limiter la contribution des espaces urbains (50% de la pop et environ 50% de la contribution à l'effet de serre additionnel) au changement climatique ;
- améliorer la santé humaine ;
- réduire l'altération des matériaux ;
- favoriser la biodiversité;
- ...

2/ Maîtriser les risques associés aux événements climatiques extrêmes

Sont concernées : surtout les villes à été chauds

En jeu : îlot de chaleur urbain, écoulement des eaux pluviales, ...

Pourquoi le faire :

- Améliorer la santé humaine ;
- Faire des économies d'énergie ;
- Limiter les risques d'inondations ;
- ...

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

a) Transports : émettre moins de toxiques et de GES par km effectué

Émissions en gramme de CO₂ par km (gCO₂/km) en ville

Vélo, marche, roller : 0

Tramway : 20*

Bus : 80*

Voiture en ville (par personne, avec 3 voyageurs) : 103*

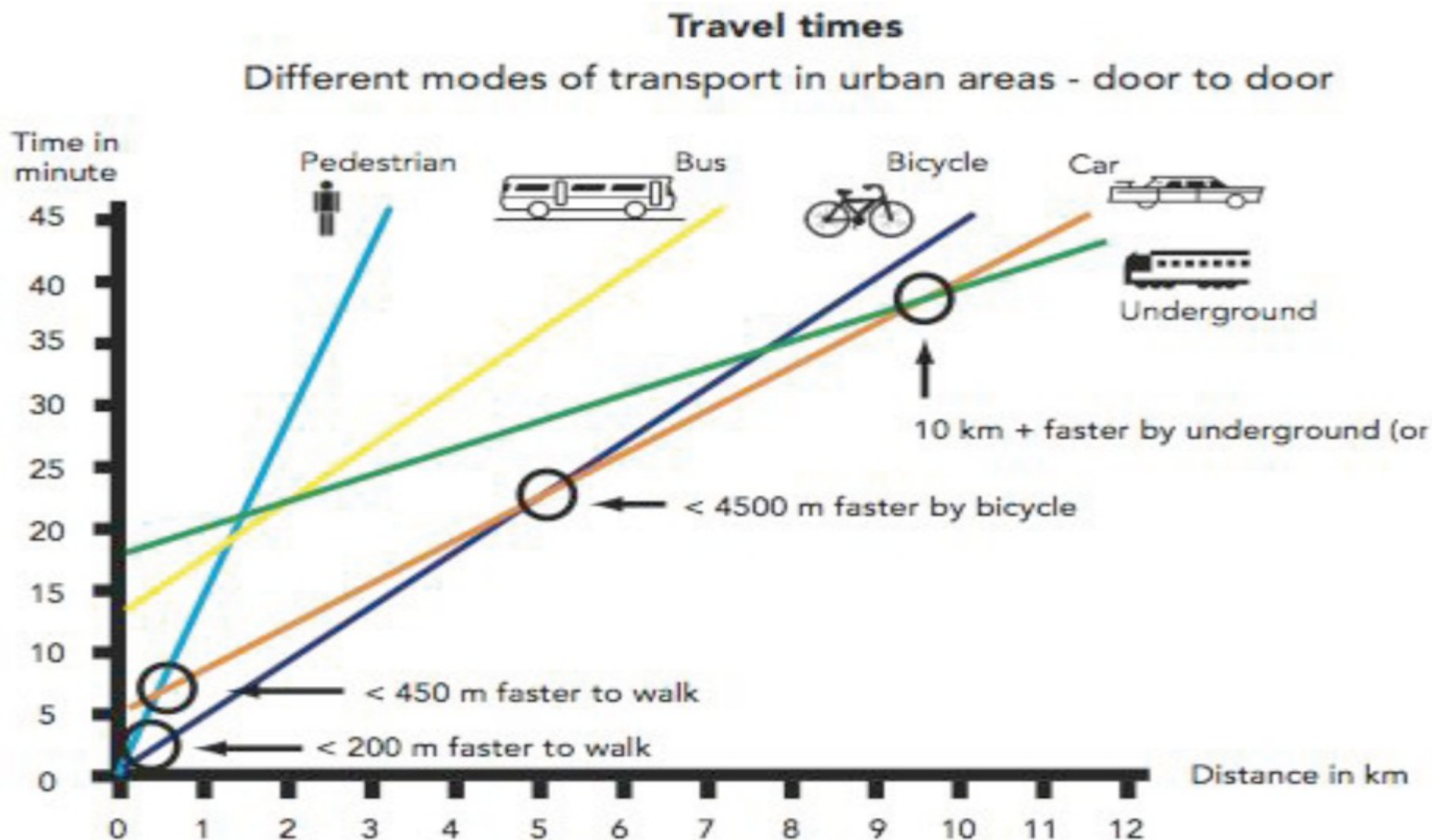
Voiture en ville (personne seule) : 310*

Ce ne sont que des moyennes ; une voiture neuve consomme en théorie aux alentours de 160g/km.
Le taux de remplissage moyen des voitures est de 1,57 personne/auto.

==> Privilégier les modes de transports efficaces énergétiquement

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

a) Transports : relations distances / temps de parcours selon le mode

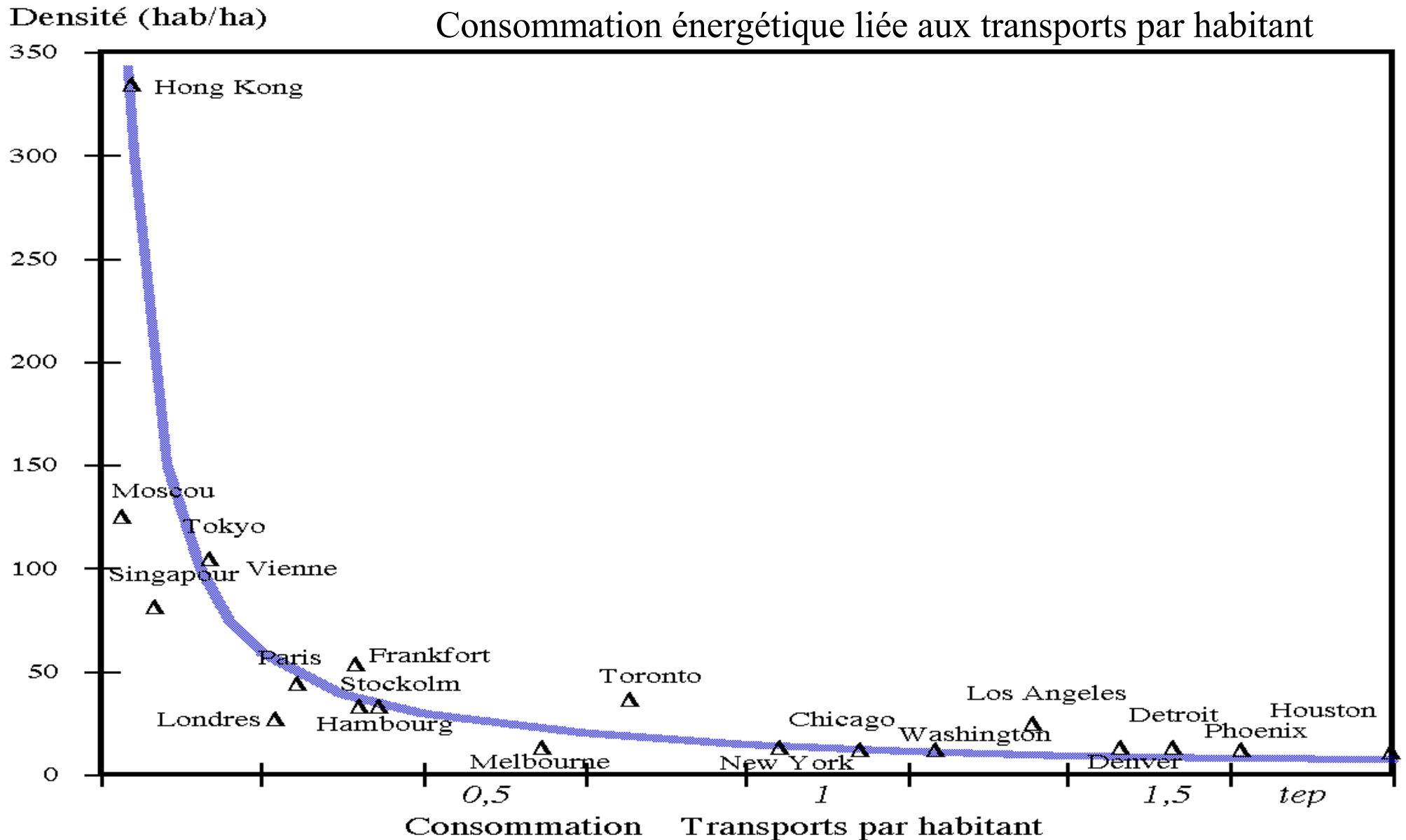


Source: From Prof. J. Whitelegg, *Transport for a Sustainable Future - The Case for Europe*

==> utiliser des moyens de transport rapides et adaptés aux distances à parcourir

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

a) Transports: relation énergie dans les transports / densité démographique



==> Aménager la ville pour faire moins de km : levier : les PLU

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

b) Végétalisation : pour absorber une partie des GES et toxiques

Rôle des végétaux sur la pollution de l'air à Washington District

Air Pollution Removal Value of Washington D.C.'s Parks, 2005

Pollutant Type	Tons of Pollutant Removed*	Dollars Saved per Ton Removed	Total Pollutant Removal Value
Carbon dioxide	10.4	\$870	\$9,089
Nitrogen dioxide	43.7	\$6,127	\$267,572
Ozone	83.7	\$6,127	\$512,771
Particular matter	70.3	\$4,091	\$287,709
Sulfur dioxide	35.5	\$1,500	\$53,246
Total	243.6	—	\$19,871,863

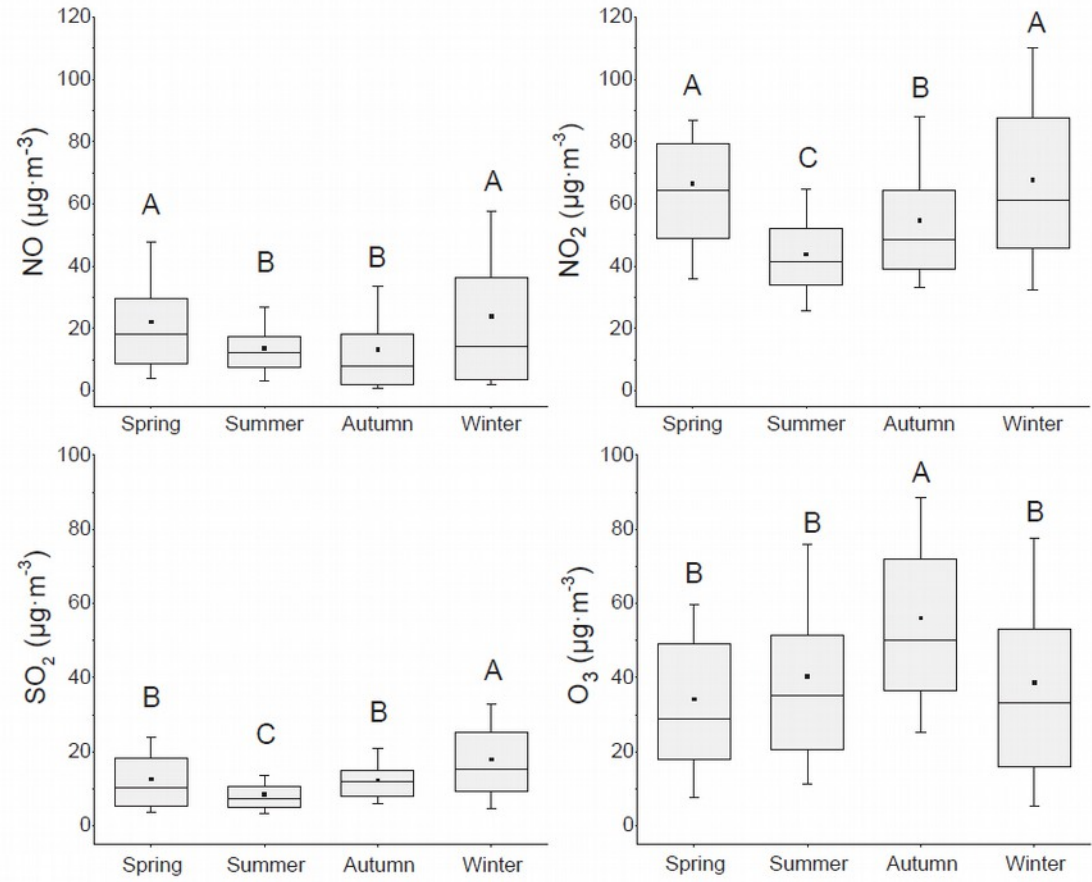
*Based on the city's 60.5% tree cover (4,839 acres) of 7,999 acres total parkland.

==> **Parcs : absorbent une partie des particules fines et gaz polluants**

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

b) Végétalisation : pour absorber une partie des GES et toxiques

Guangzhou, Chine, 2013 : concentrations saisonnières moyennes de 4 gaz affectant la Qualité de l'Air



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Atmospheric Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv



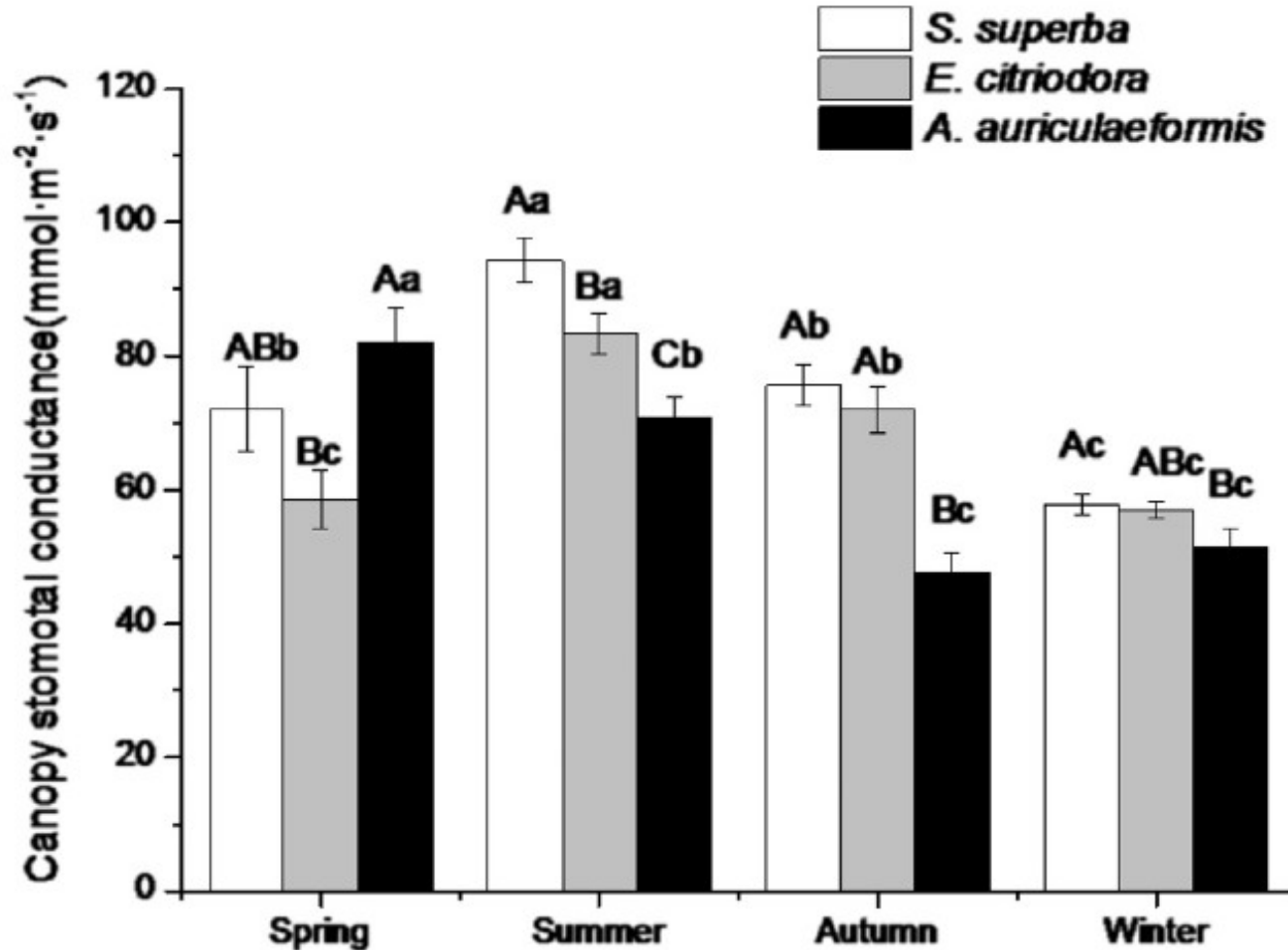
Seasonal variation of daily average concentrations. Different letters indicate significant differences (Duncan's test, α 0.05). Boxes represent 25 and 75 percentiles. The median line and average dot are presented inside. Error bars represent the 10th and 90th percentiles.



1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

b) Végétalisation : pour absorber une partie des GES et toxiques

Guangzhou, Chine, 2013 : conductance stomatique saisonnière de la canopée selon trois essences



Seasonal variation of daytime mean canopy stomatal conductance for VPD 0.2 kPa.

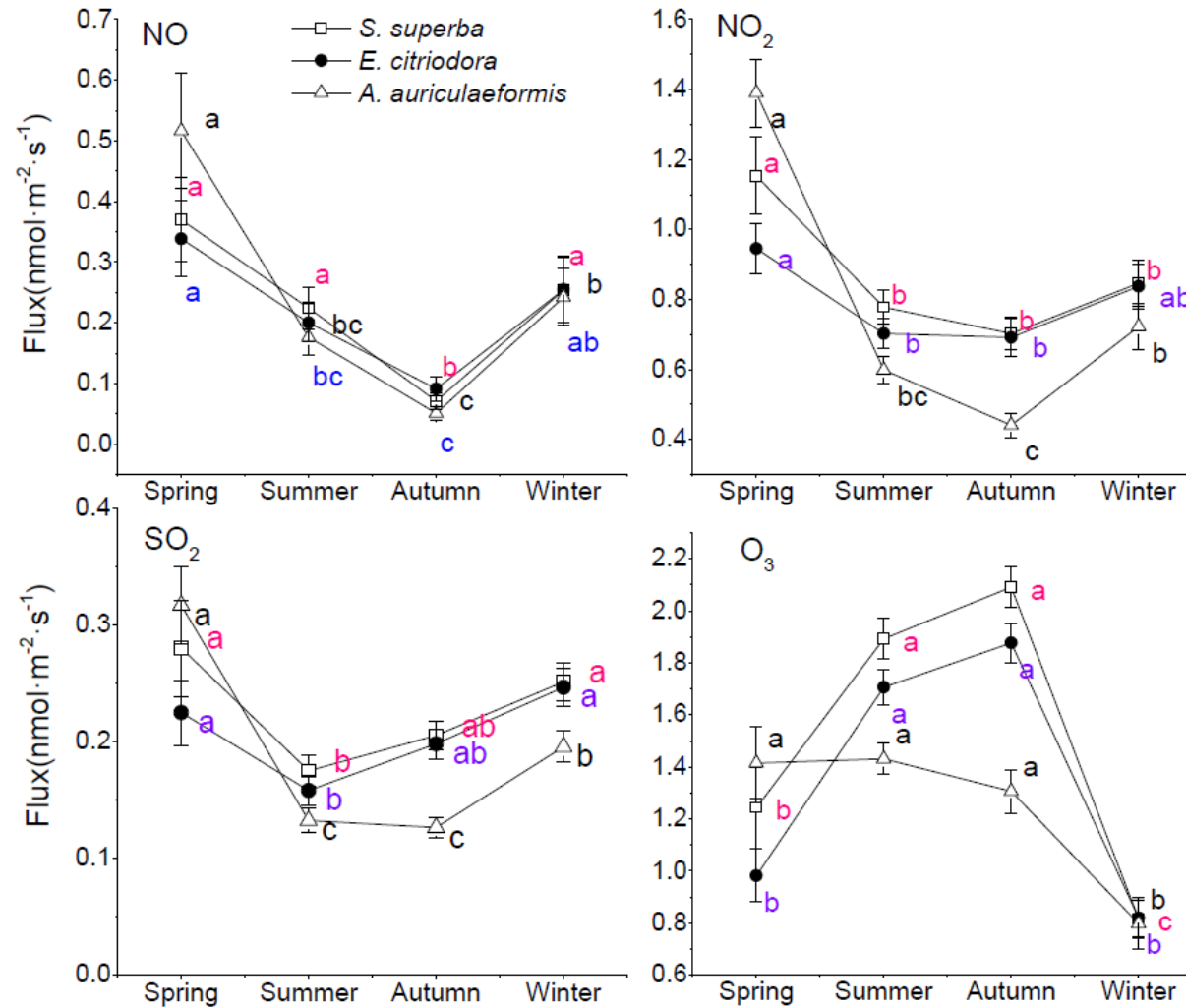
Different capital letters indicate significant differences among different tree species for a given season (Duncan's test, $\alpha = 0.05$).

Different lowercase letters indicate significant differences among different seasons for a given tree species (Duncan's test, $\alpha = 0.05$).

1) diminuer les émissions et les concentrations en toxiques

b) Végétalisation : pour absorber une partie des GES et toxiques

Guangzhou, Chine, 2013 : flux stomacaux de gaz traces selon trois essences



Seasonal variation of daytime average fluxes for trace gases for vapour pressure deficit 0.2 kPa.

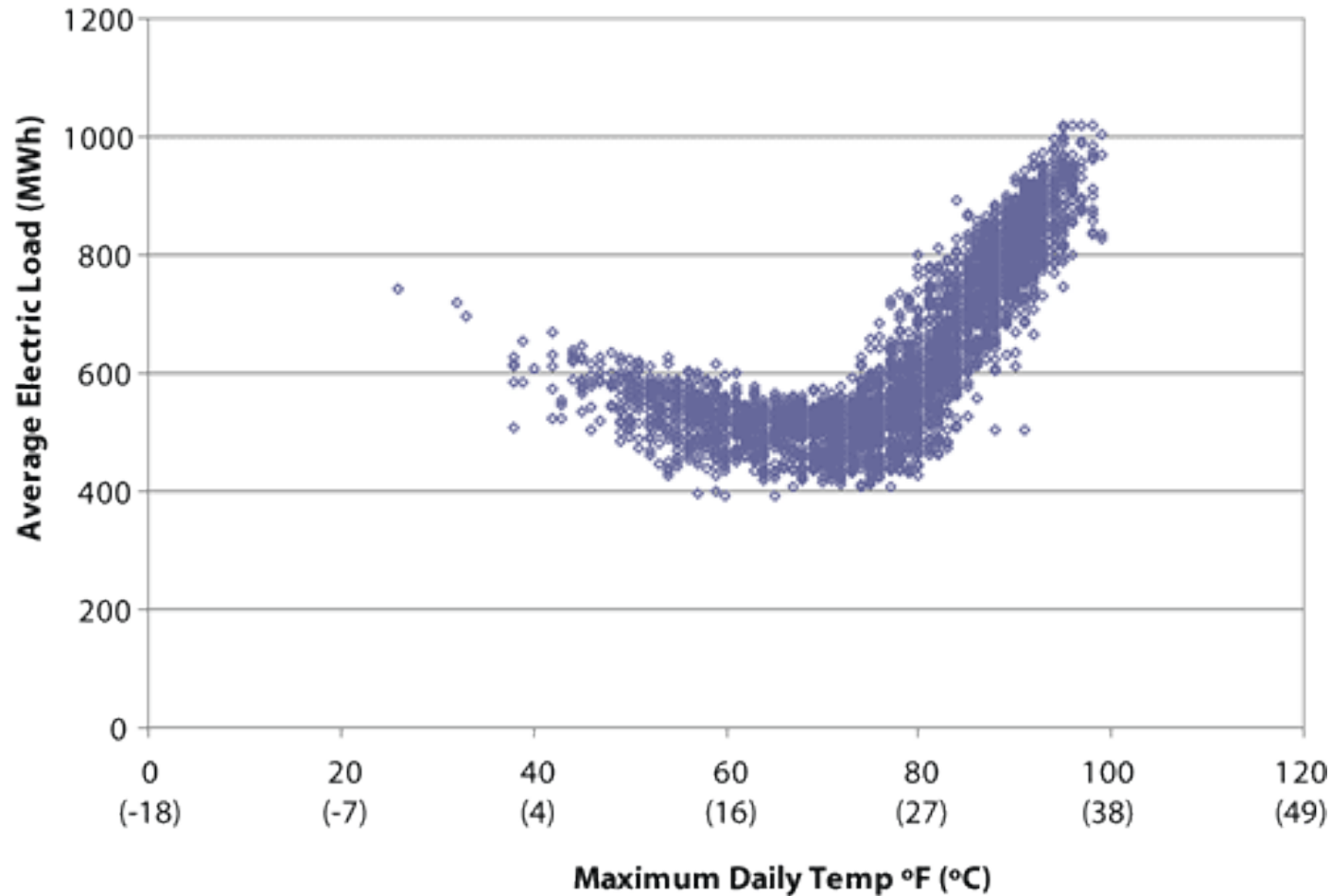
Different letters indicate significant differences among different seasons for a given tree species (Duncan's test, α 0.05).

Annual cumulative stomatal flux for NO, NO₂, O₃ and SO₂ was 100.19 ± 3.76 , 510.68 ± 24.78 , 748.59 ± 52.81 and 151.98 ± 9.33 mg m² a⁻¹, respectively.

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

a) Réduire les coûts

Consommation électrique et température à La Nouvelle Orléans



==> En été, T° élevées source de sur-consommation d'énergie

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

b) Réduire les risques associés aux vagues de chaleur

Villes: albédo réduit car :

- canyons, sièges de réflexions multiples, se comportant donc comme des corps noirs.
- bâtiments et surfaces urbaines foncés



http://www.neuchatelville.ch/album/La%20ville%20vue%20du%20ciel/slides/DSC_5833.html



http://www.routard.com/images_contenu/communaute/photos/publi/012/pt11588.jpg

Albédo moyen des villes

- Europe et Amérique du Nord : 0.15 à 0.30
- Afrique du Nord : 0.45 à 0.60

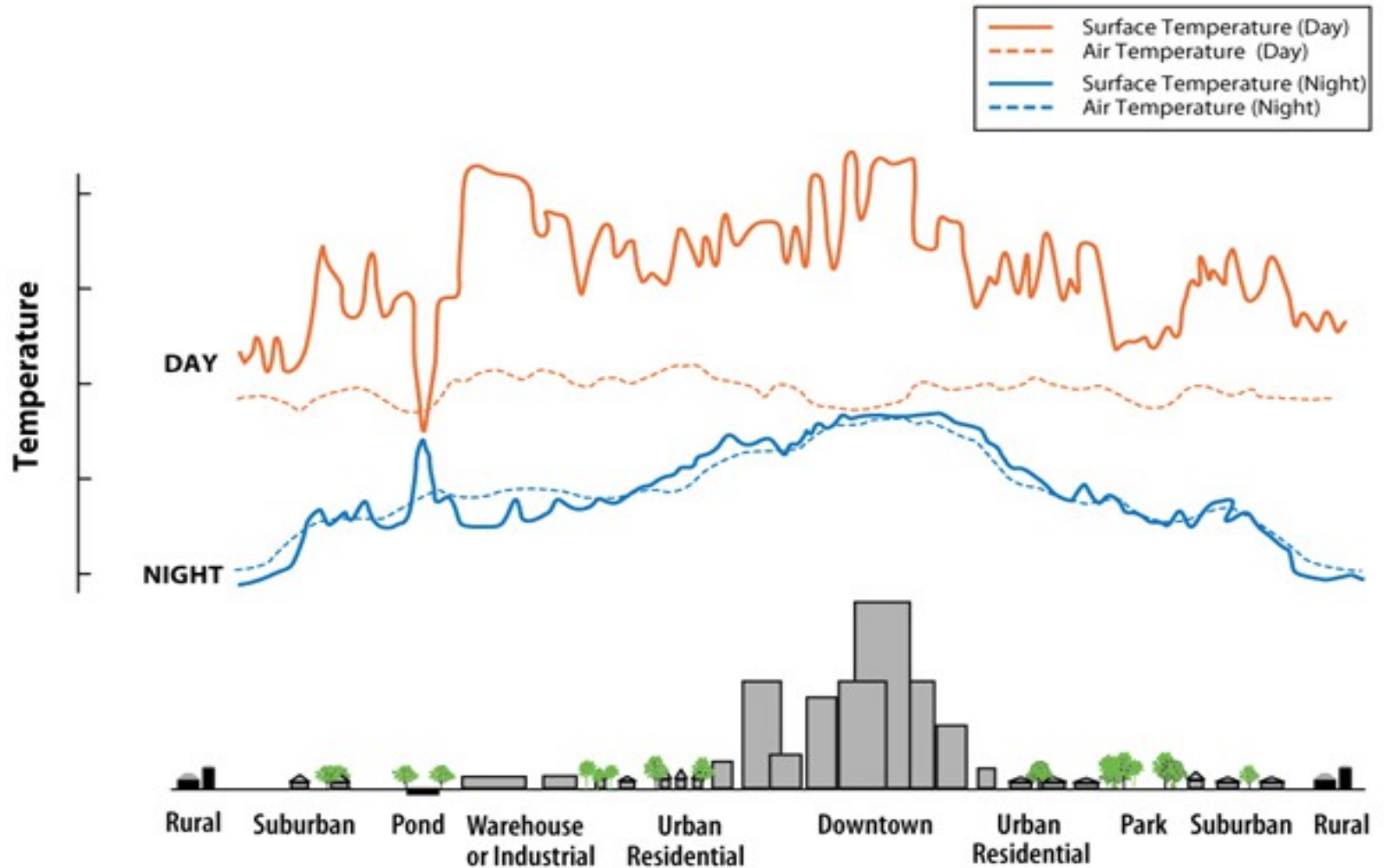
<http://www.ensmp.fr/Fr/Services/PressesENSMP/Resumes/cooling-1res.pdf>

==> Urbanisme : augmenter l'albédo : couleur et facteur d'ouverture

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

b) Réduire les risques associés aux vagues de chaleur

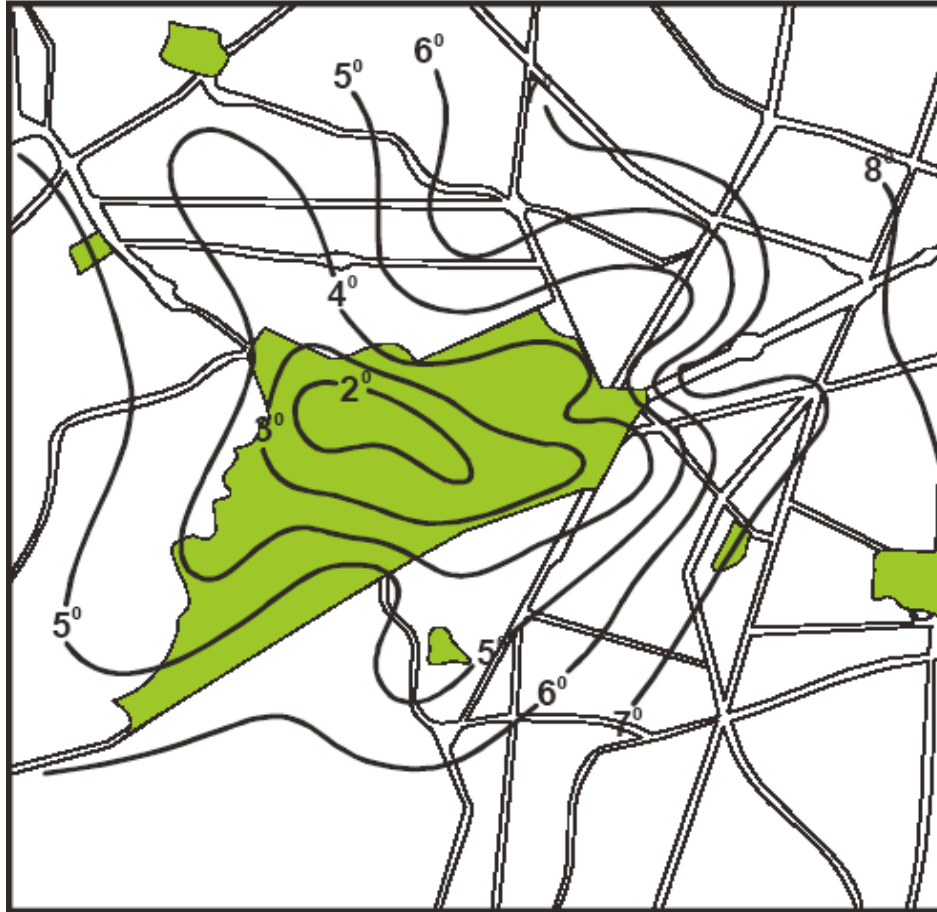
**Urbanisme : végétaliser peut-il permettre de réduire l'îlot de chaleur urbain?
Si oui dans quelle mesure?**



2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

b) Réduire les risques associés aux vagues de chaleur

L'impact de la végétation sur la température :
(Exemple du Parc Chapultepec de Mexico, Mexique)



Isothermes dans le parc Chapultepec
le 3 décembre 1970 (5:28 to 6:48)
par ciel clair et temps calme

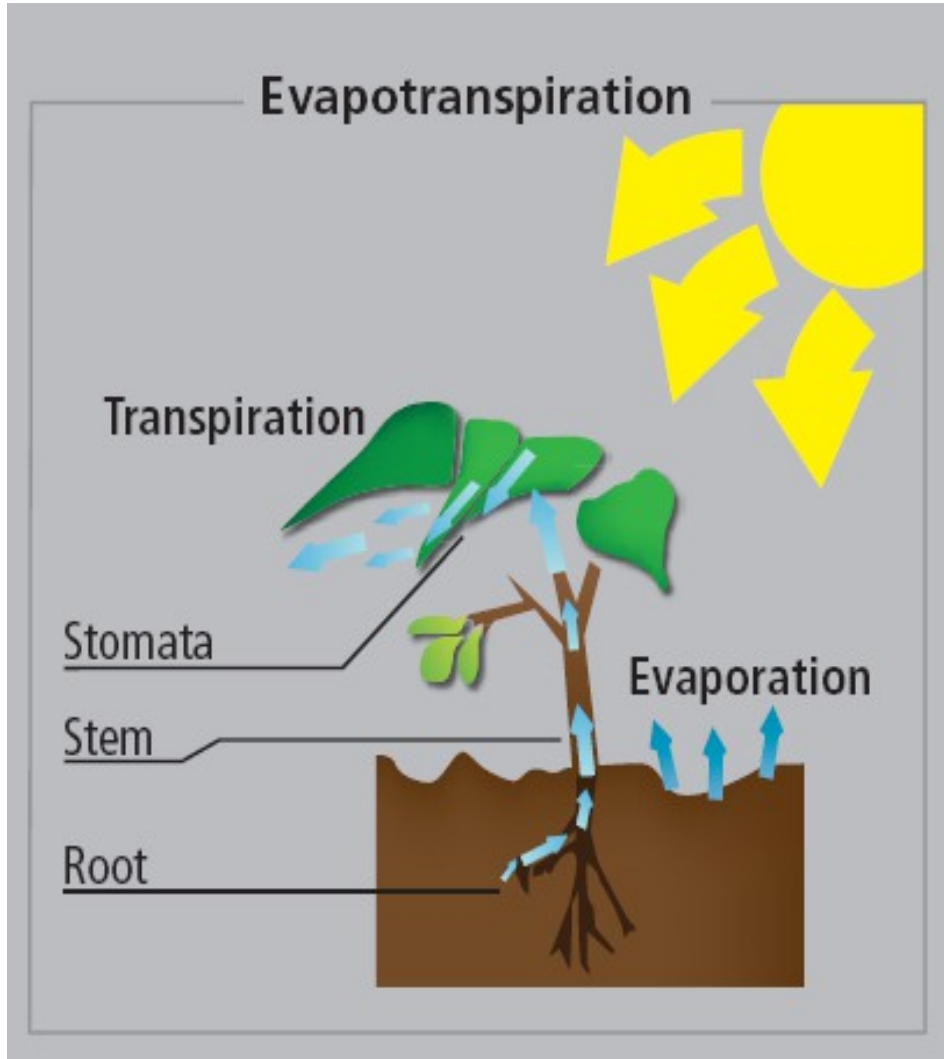
Source : International Association for Urban Climate Newsletter, Issue n°4, February 2004
<http://www.indiana.edu/~iauc/>

==> Végétalisation : impact de plusieurs °C par temps radiatif

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

b) Réduire les risques associés aux vagues de chaleur

Impact de la végétation sur la température



L'évapotranspiration, seule ou combinée avec l'ombre, peut aider à réduire les températures maximales de l'air en été. Plusieurs études ont montré les réductions suivantes :

- la température maximale de l'air dans les bosquets d'arbres est 5°C plus fraîche qu'en terrain ouvert ;
- la température au-dessus de champs agricoles irrigués est 3°C plus fraîche que qu'au-dessus de sols nus ;
- les aires péri-urbaines avec des arbres adultes sont 2 à 3°C plus fraîches que les aires péri-urbaines sans arbre ;
- la température au-dessus des pelouses des terrains de sport est 1 à 2°C plus fraîches que dans les aires alentour.

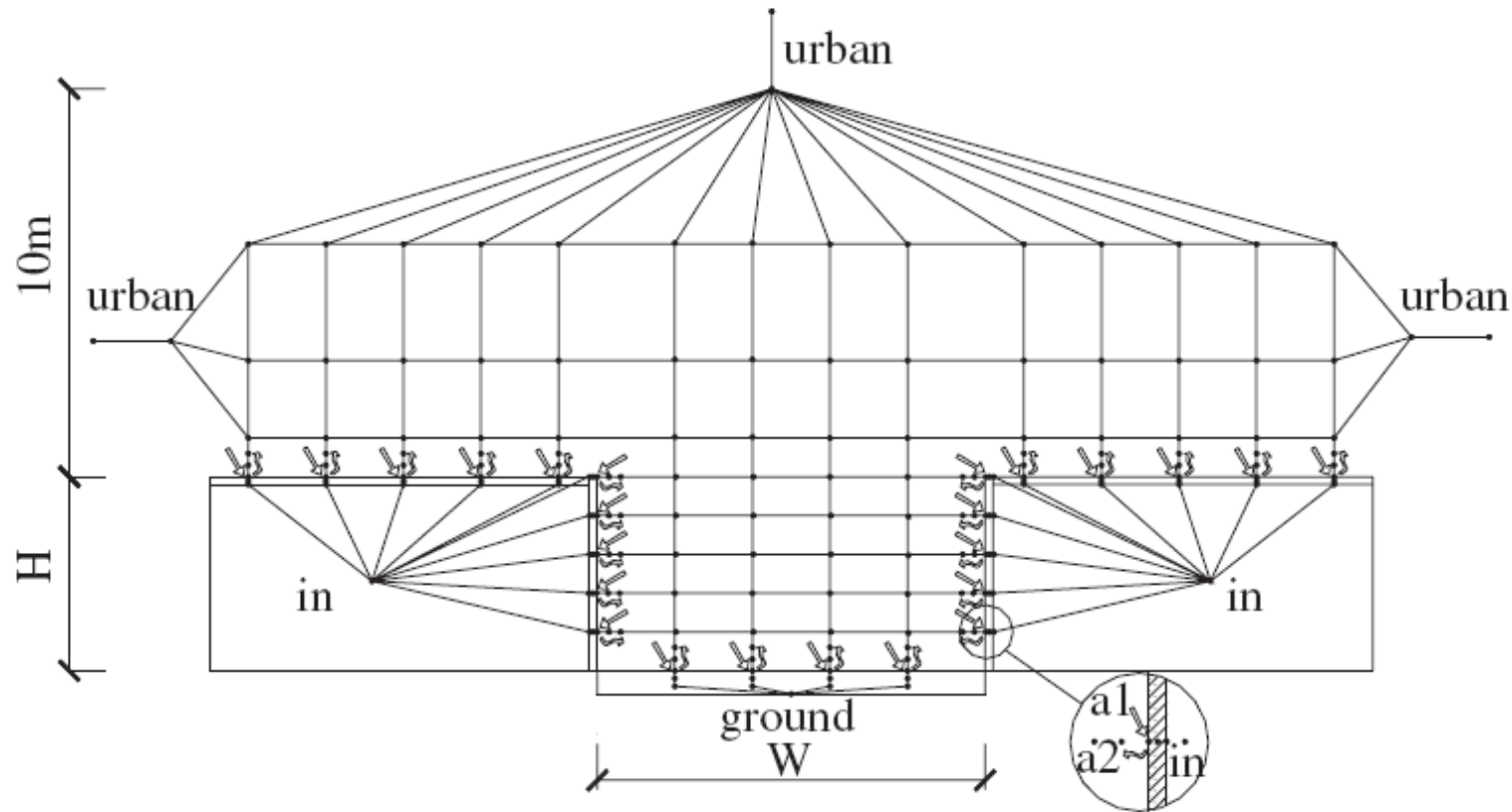
Les plantes prélèvent de l'eau dans le sol avec leurs racines et l'émettent via la transpiration de leurs feuilles. L'eau peut aussi s'évaporer à partir des surfaces de l'arbre comme les tiges, ou à partir des sols autour des arbres.

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

b) Réduire les risques associés aux vagues de chaleur

Simuler le rôle des murs et de toitures végétalisés

Construction d'un modèle de canyon à deux dimensions



Source : Alexandri E. and P. Jones (2008) Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*, **43**, 480–493.

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, **43**, 480–493.

Effectuer des simuler pour des climats et des morphologies urbaines variés

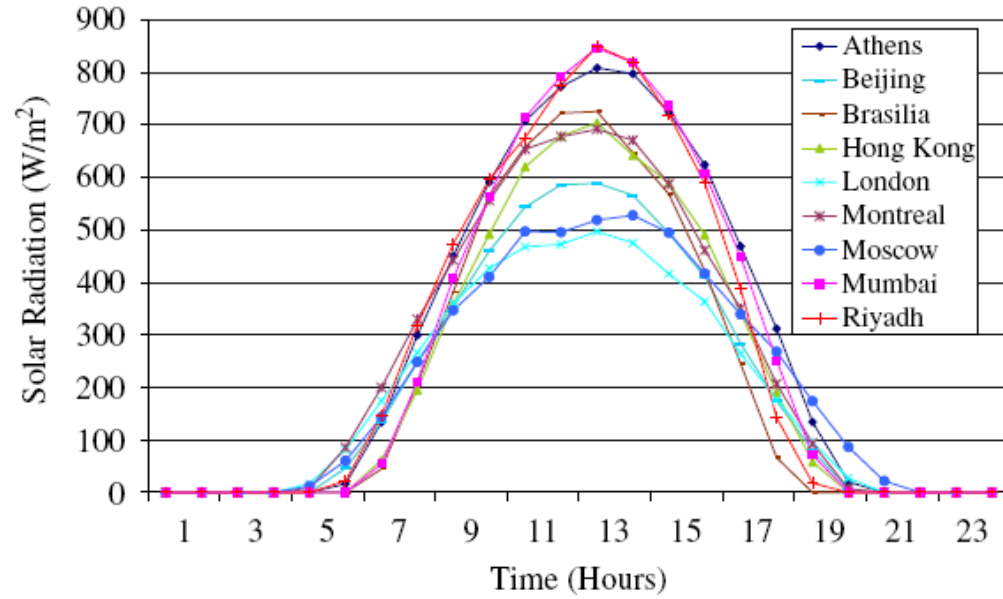
City	Climate	Location
London, UK	Temperate	51.32N, 0
Montréal, Canada	Subarctic	45.31N, 73.34W
Moscow, Russia	Continental cool summer	55.45N, 37.37E
Athens, Greece	Mediterranean	37.59N, 23.43E
Beijing, China	Steppe	39.48N, 116.23E
Riyadh, Saudi Arabia	Desert	24.38N, 46.43E
Hong Kong, China	Humid subtropical	22.16N, 114.12E
Mumbai, India	Rain forest	18.54N, 72.5E
Brasília, Brazil	Savanna	15.48S, 47.54W

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.

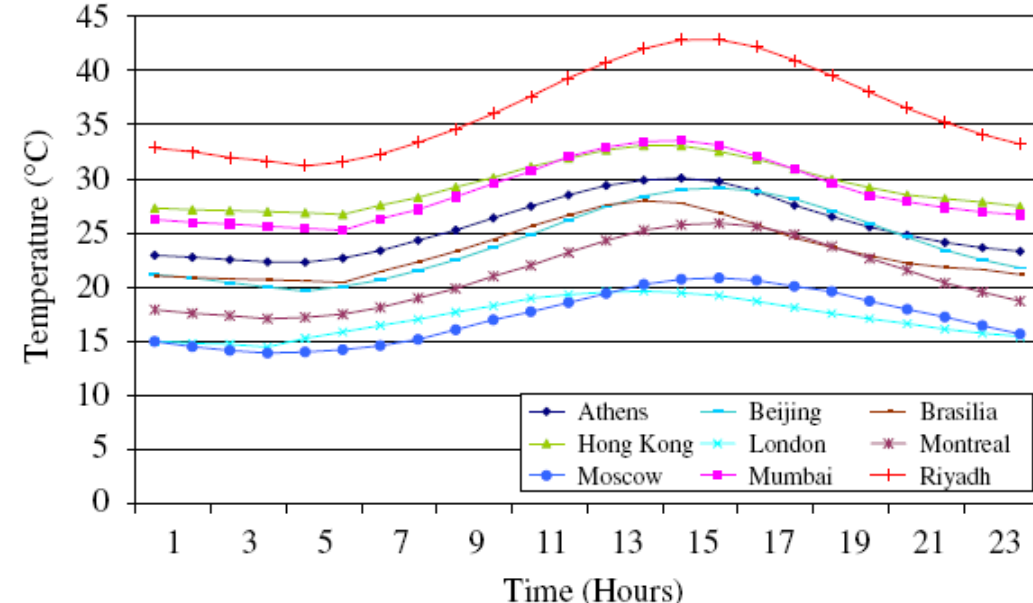
Building and Environment, **43**, 480–493.

Profils diurnes, surfaces planes, mois le plus chaud, sans ombre (sorties du modèle)

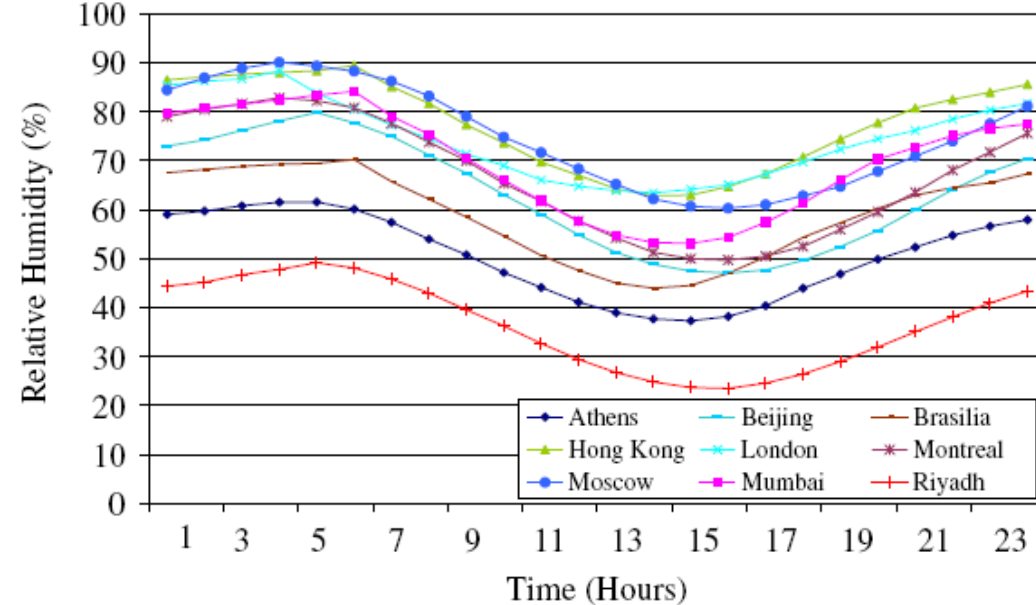
Total Solar Radiation on a Horizontal Plane



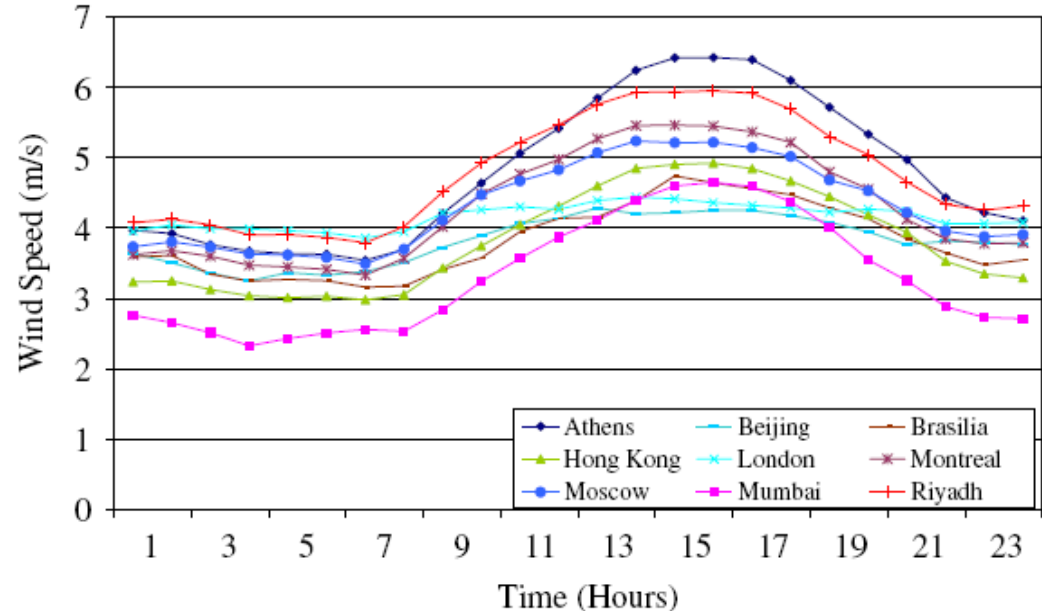
Air Temperature



Relative Humidity



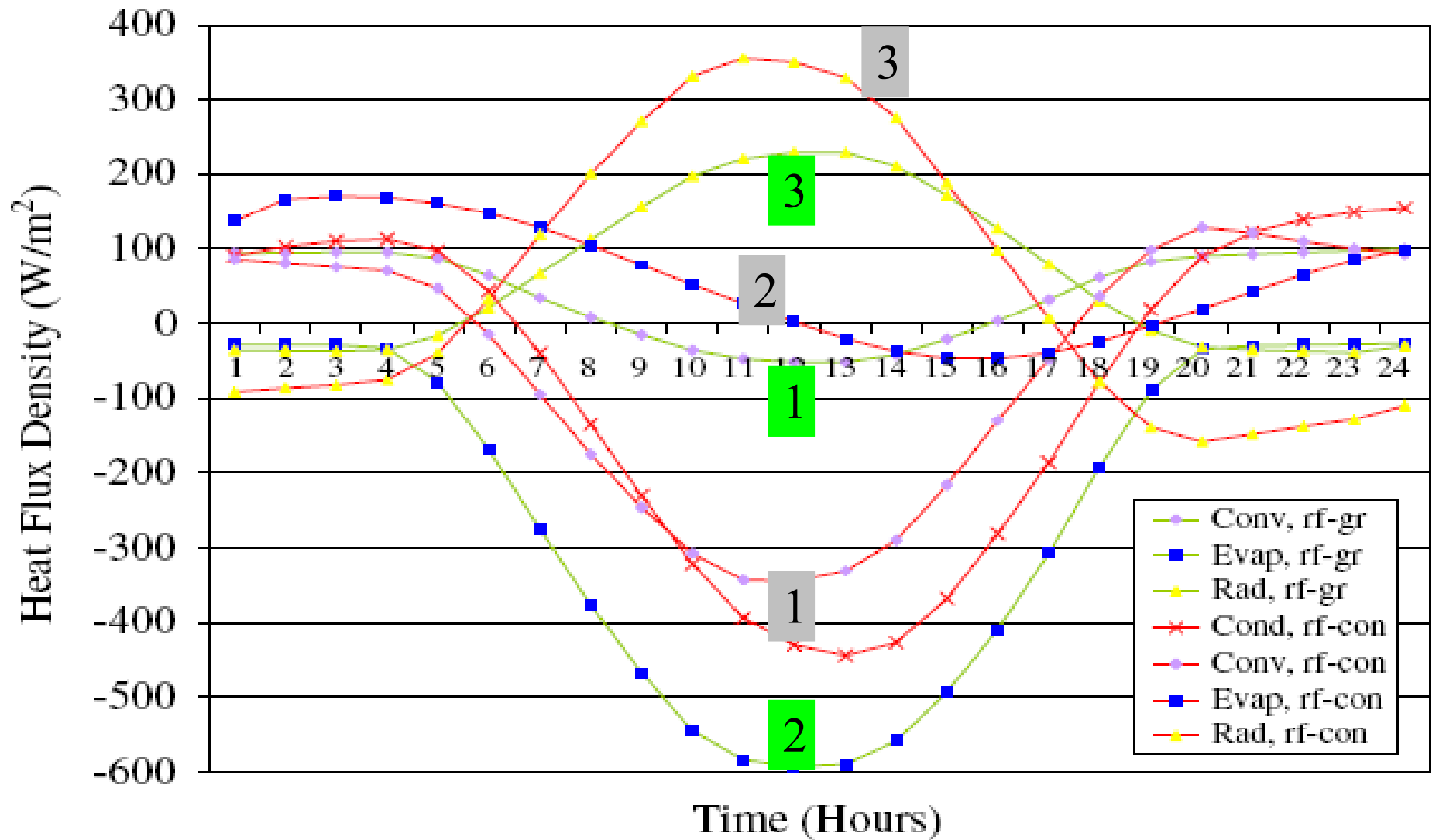
Wind Speed



Source : Alexandri E. and P. Jones (2008)

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, **43**, 480–493.

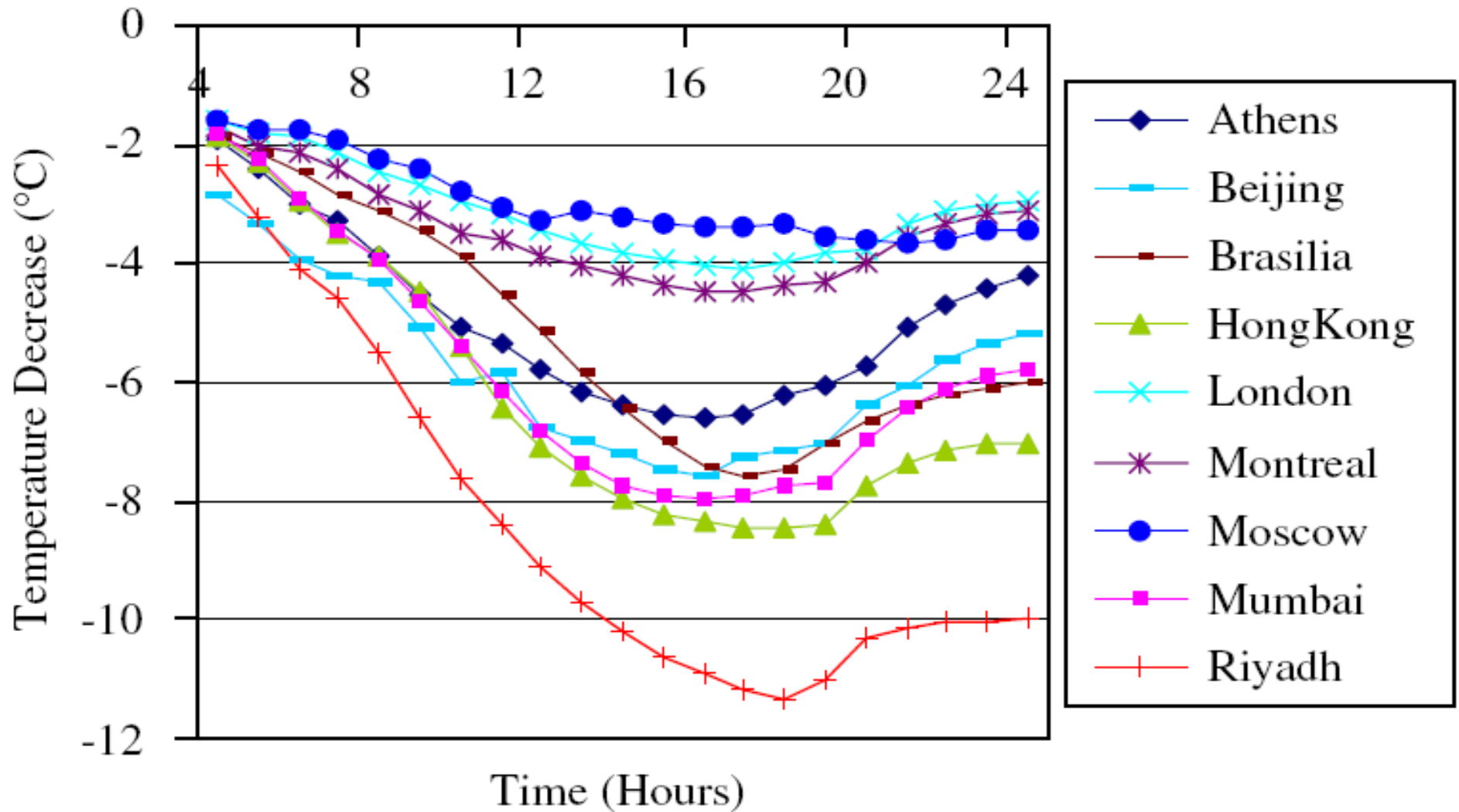
Convection, évaporation, radiations courtes et grandes longueurs d'ondes, flux de chaleur sur un toit en béton et un toit en herbe à Montréal



Convective (Conv), evaporative (Evap), long and short-wave radiative (Rad) and conductive (Cond) heat fluxes on a concrete roof (rfcon) and on a green roof (rf-gr) in Montréal.

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

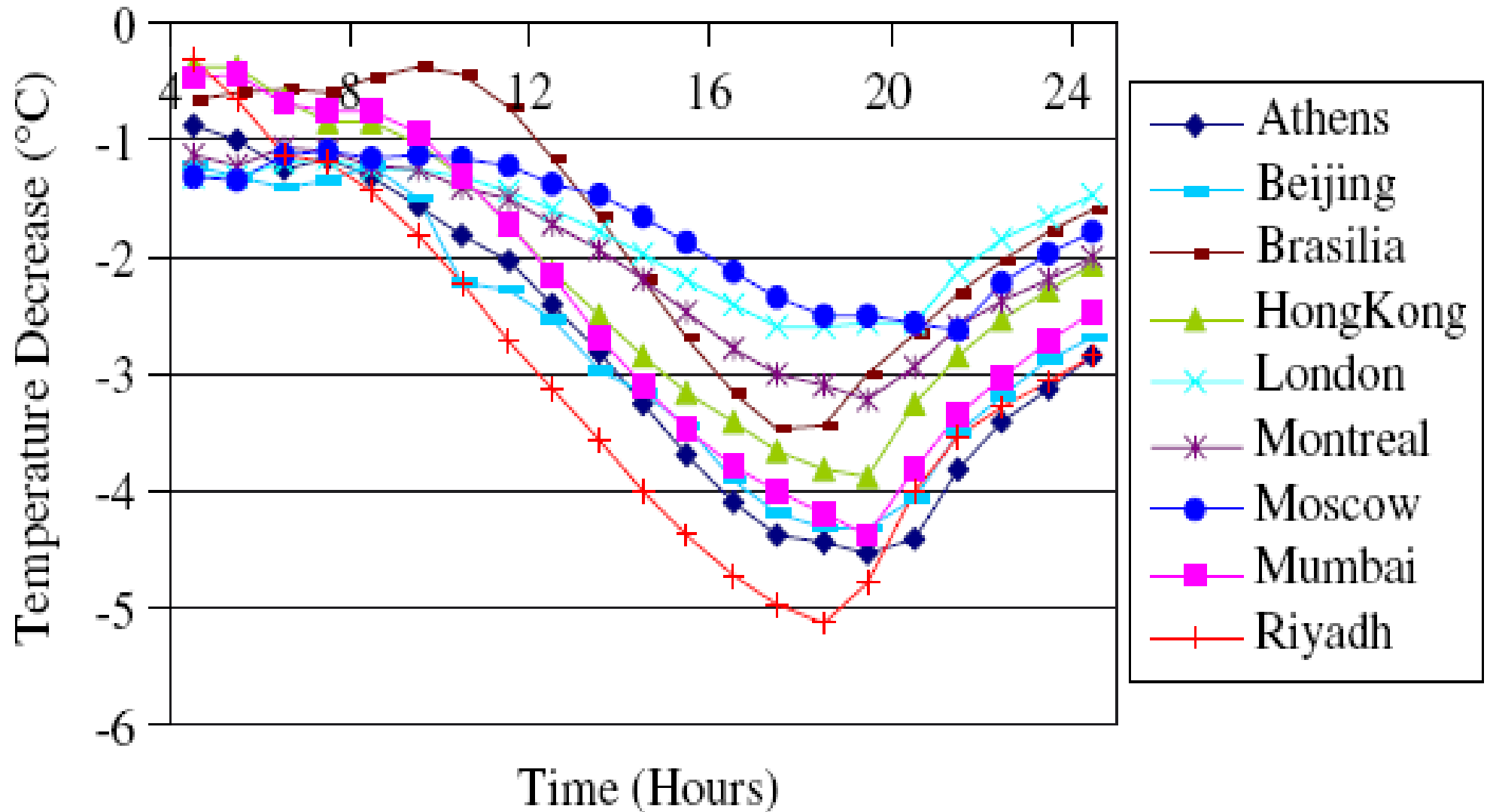
Diminution de la température dans un cañon Est-Ouest, vents parallèles au cañon, Toits et murs intégralement couverts de végétation



Air canyon temperature decrease in the EW, H5W10 canyon, with parallel wind flow, when both roofs and walls are covered with vegetation, for all climates examined.

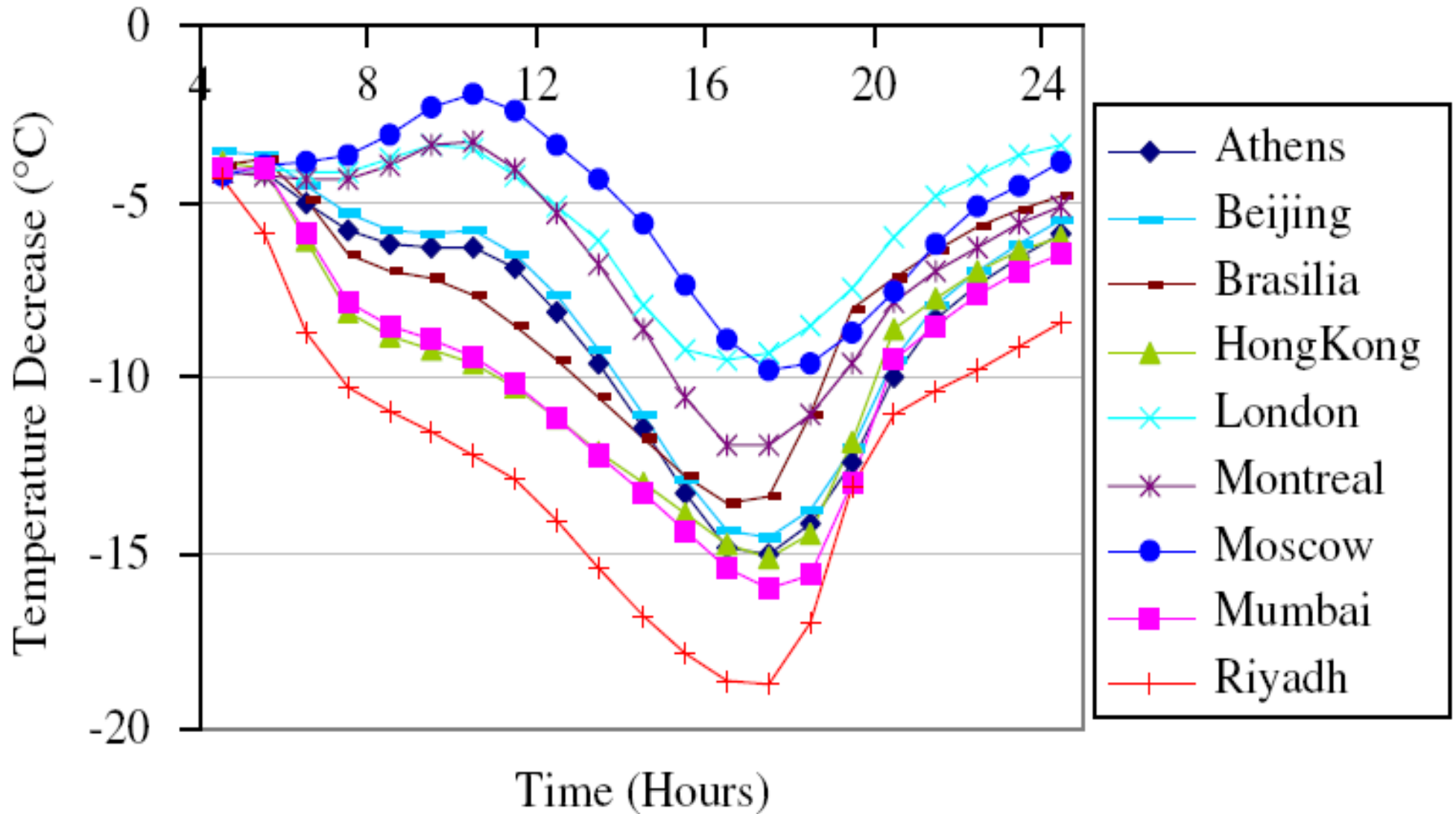
Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

Diminution de la température dans un cañon Est-Ouest, vents parallèles au cañon, Murs seulement intégralement couverts de végétation



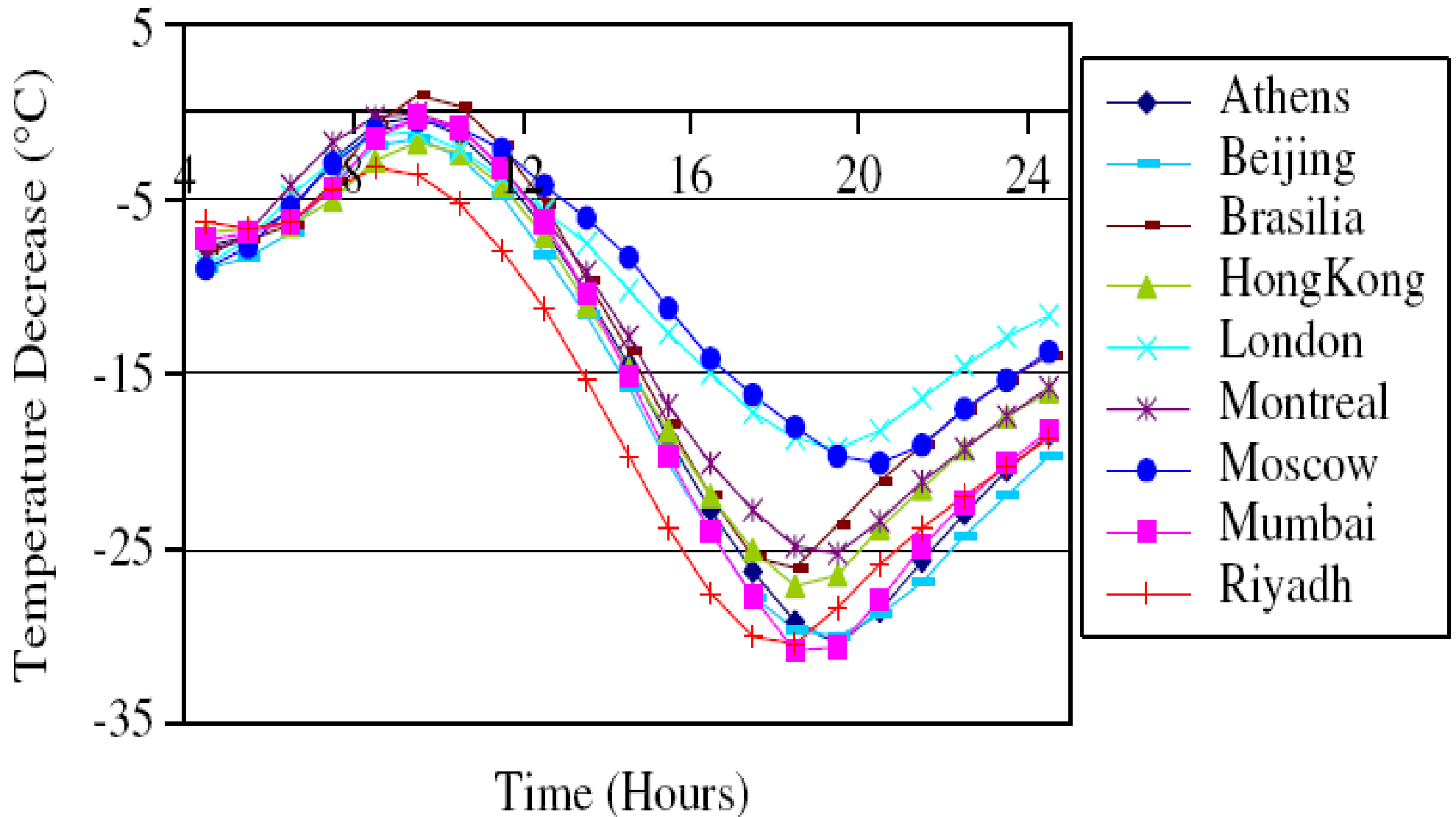
Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

Diminution de la température du mur Sud
dans un cañon Est-Ouest, vents parallèles au cañon,
Mur intégralement couvert de végétation



Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

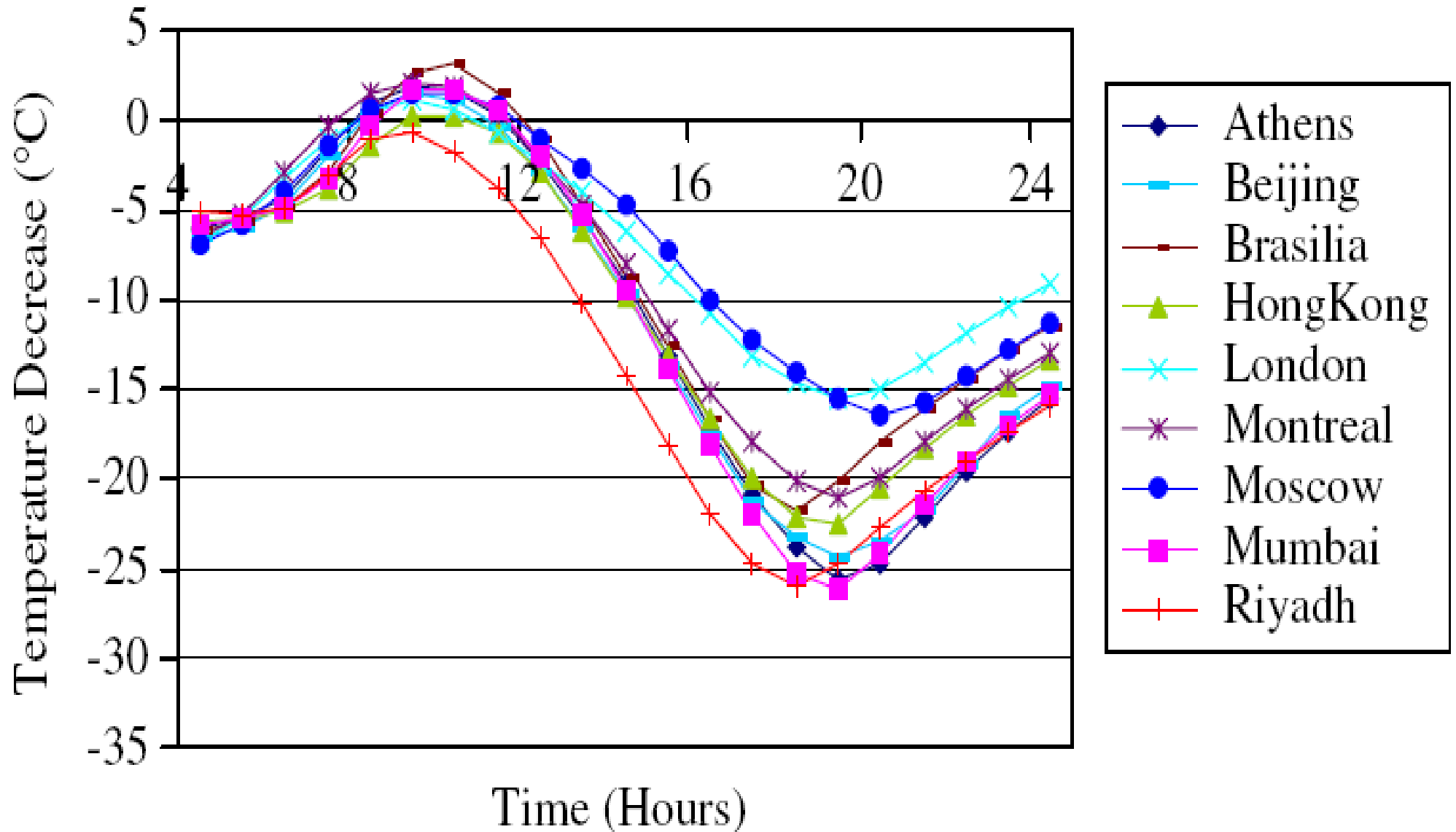
Diminution de la température de surface du toit Toit intégralement couvert de végétation



Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

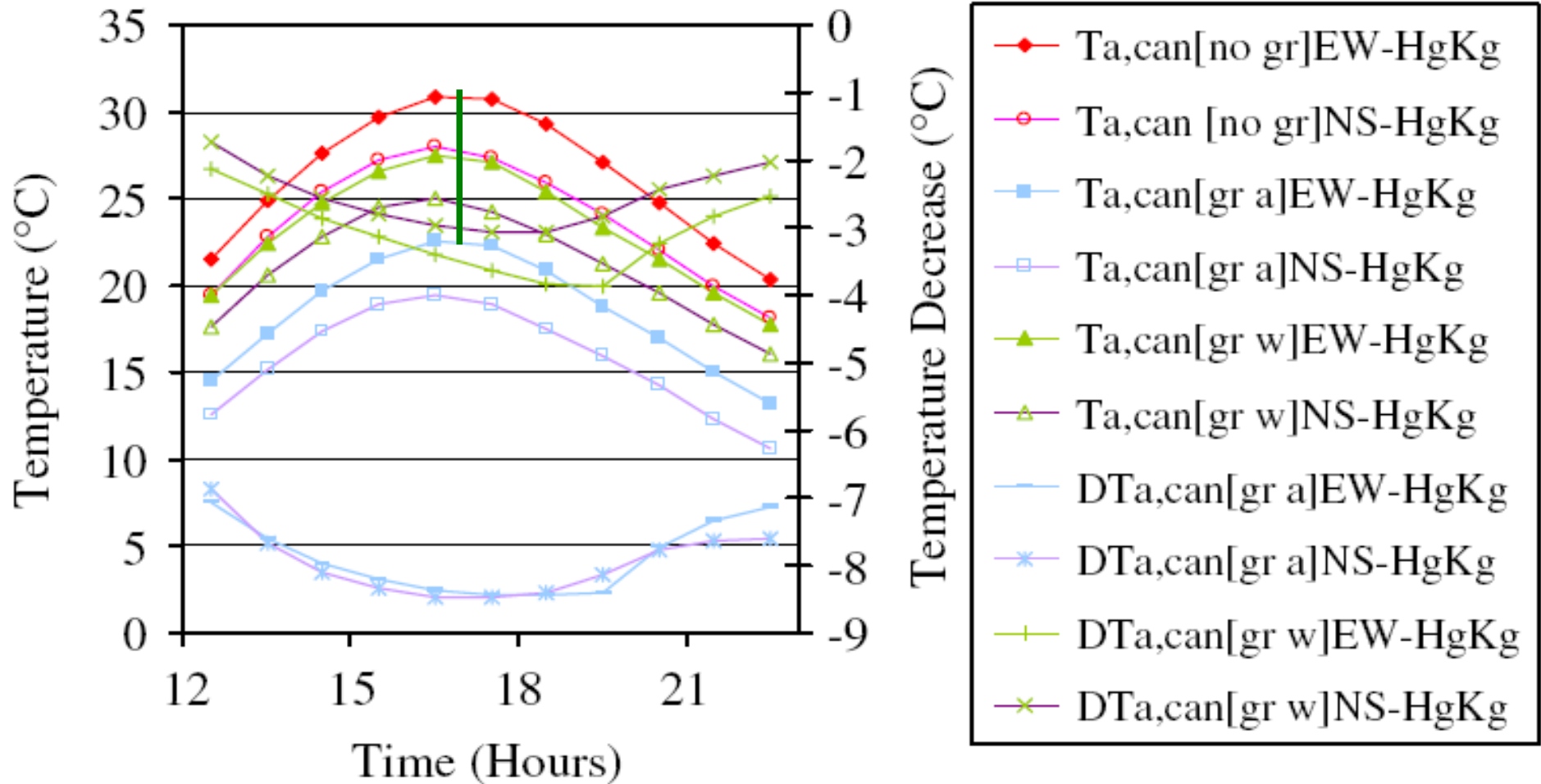
Diminution de la température à 1 mètre au-dessus du toit
Murs et toits intégralement couverts de végétation

Decrease of air temperature 1m above the roof



Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, **43**, 480–493.

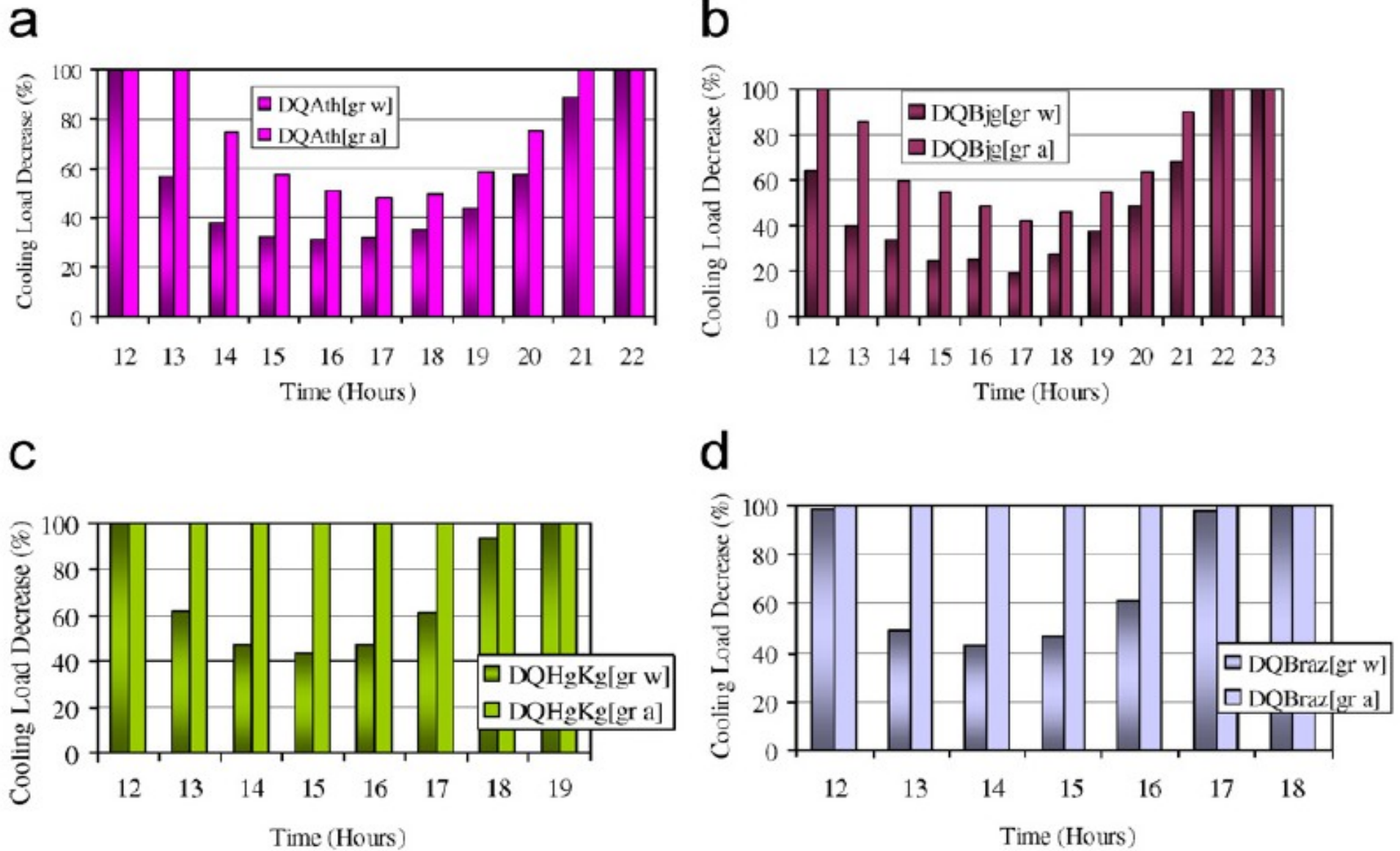
Hong Kong : Températures dans le canyon (Est-Ouest et Nord-Sud) Avec et sans végétation



Hong Kong temperature distributions and decreases inside the canyon for no-green [no-gr], green-all [gr-a], green-walls [gr-w], for EW and NS oriented H5W10 canyon.

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, 43, 480–493.

Diminution de l'énergie nécessaire pour obtenir une température intérieure de 23°C

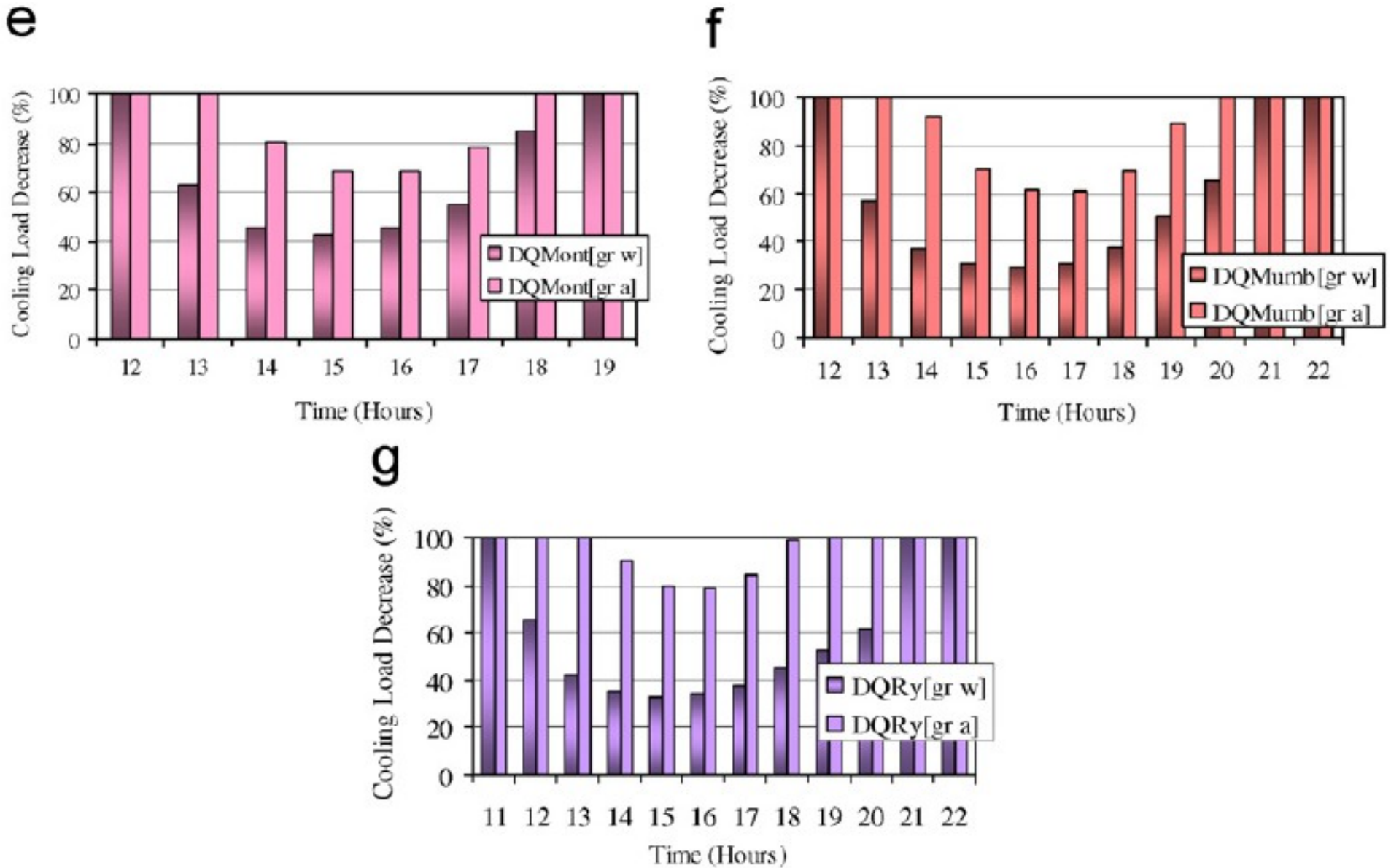


Cooling load decreases (%) for (a) Athens, (b) Beijing, (c) Hong Kong, (d) Brasilia for green-all and green-walls cases.

Source : Alexandri E. and P. Jones (2008)

Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates.
Building and Environment, **43**, 480–493.

Diminution de l'énergie nécessaire pour obtenir une température intérieure de 23°C



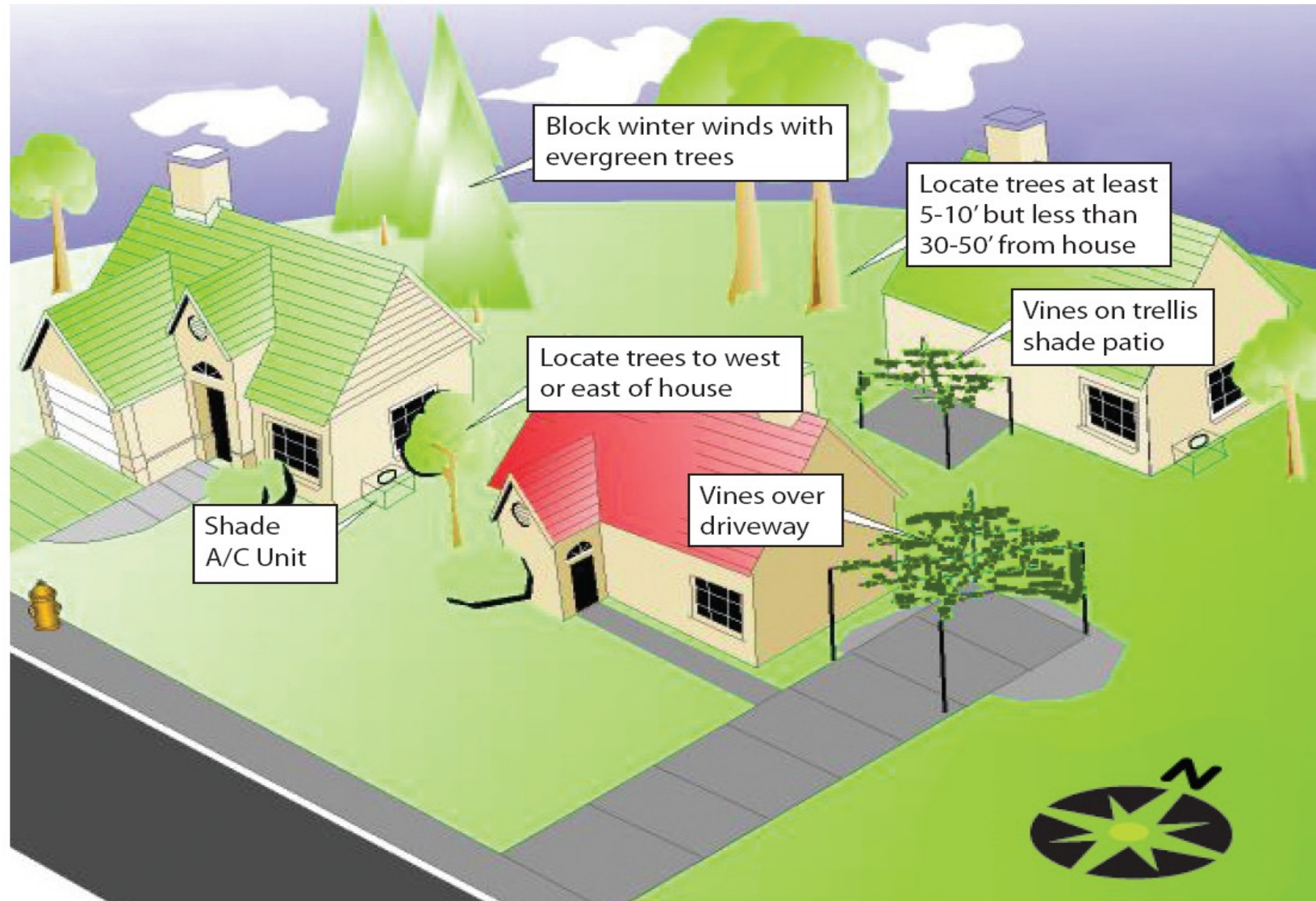
Cooling load decreases (%) for (e) Montréal, (f) Mumbai and (g) Riyadh for green-all and green-walls cases.

Source : Alexandri E. and P. Jones (2008)

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

c) Réduire les risques associés aux vagues de froid

Les bonnes essences au bon endroit



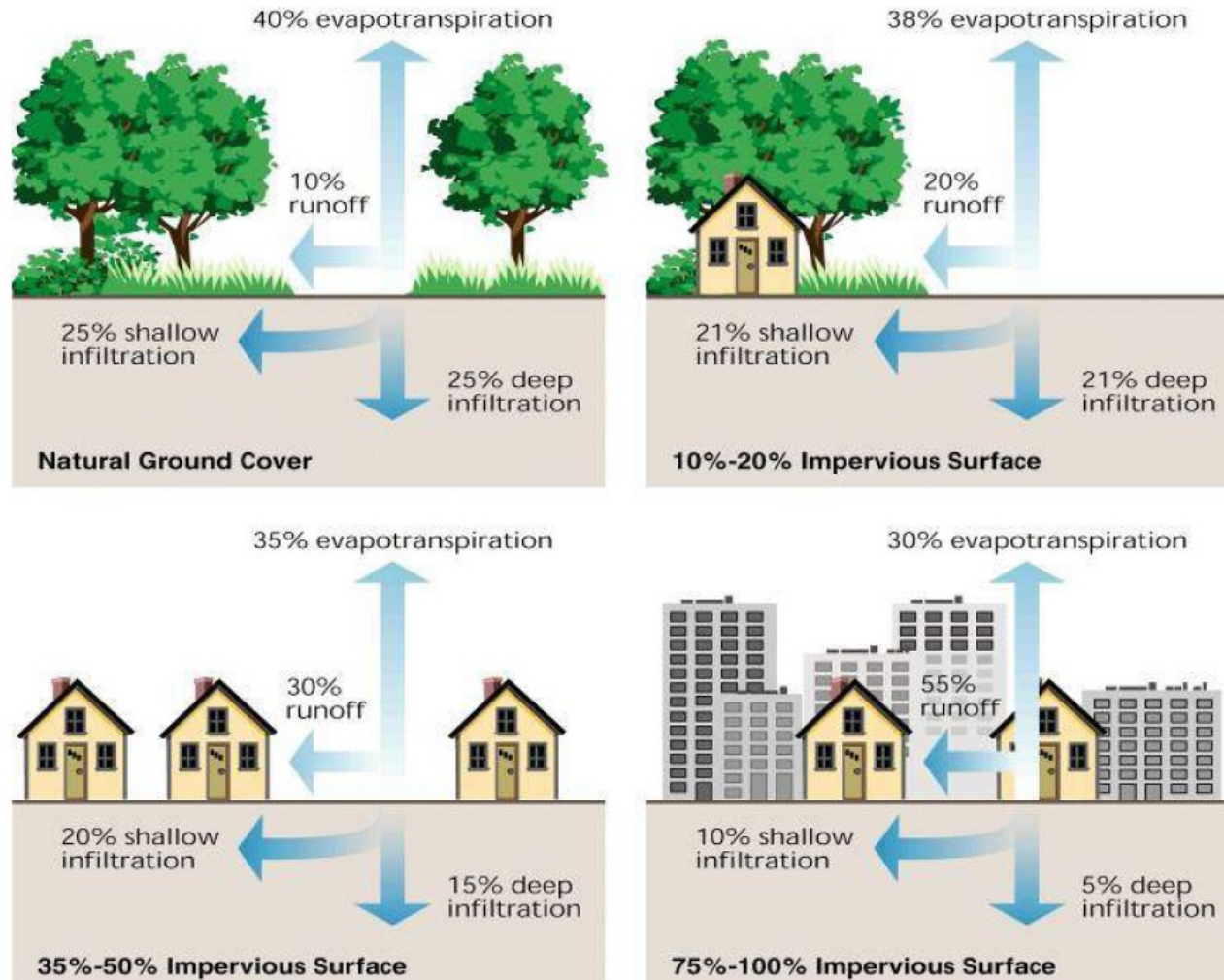
<http://www.epa.gov/heatland/resources/pdf/TreesandVegCompendium.pdf>

==> Jouer sur localisation différenciée caducifoliers / sempervirents

2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

d) Réduire les risques associés aux pluies intenses

Water Quantity Impacts: Changes in Land-Water Linkages



2) Réduire les risques associés aux événements climatiques extrêmes

d) Réduire les risques associés aux pluies intenses

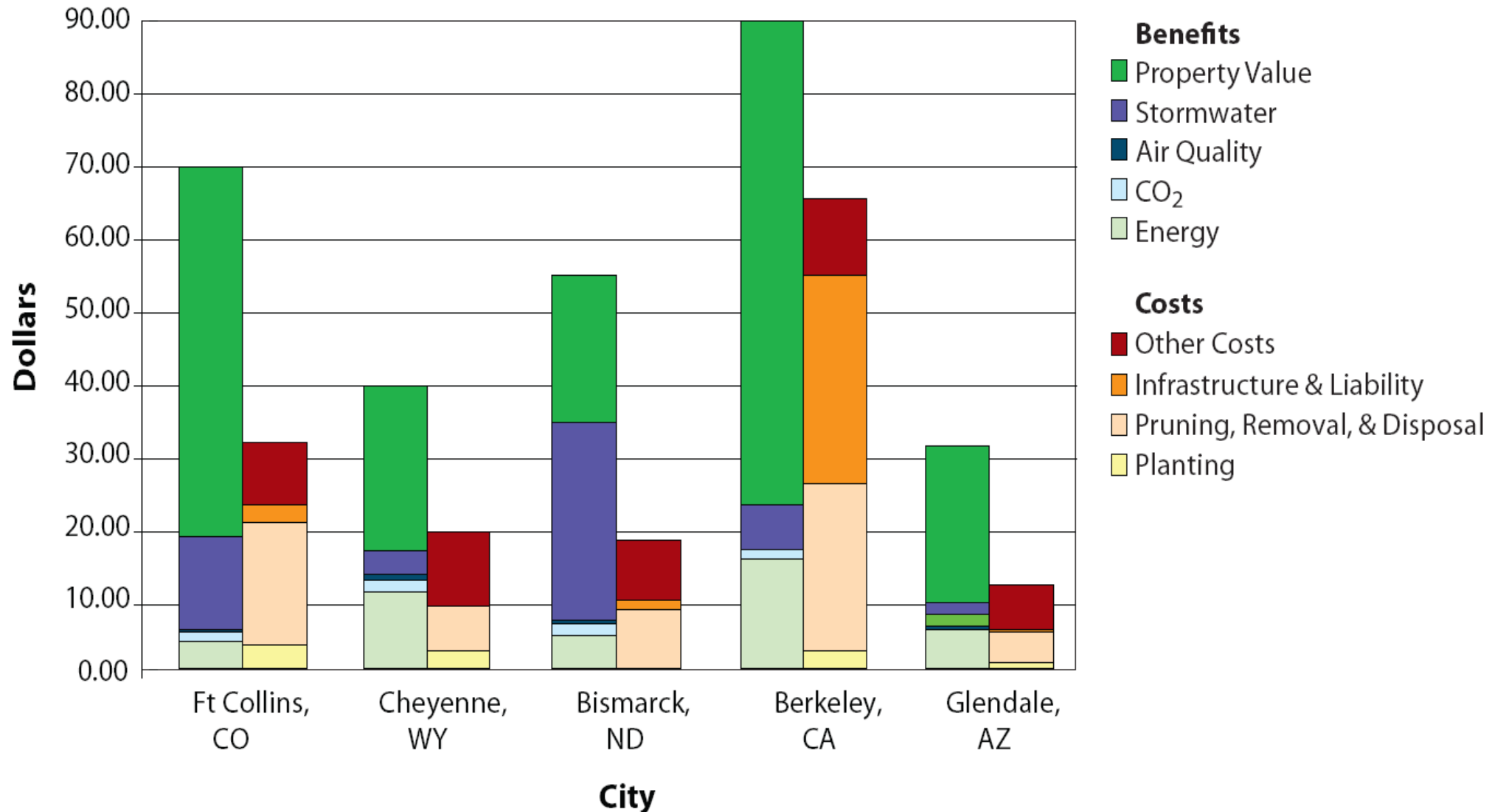


© Hélène Toussaint / Alterre Bourgogne

Larges cunettes à pentes douces (fossés peu profonds), les noues sont des aménagements qui stockent les eaux pluviales en surface et en ralentissent leur évacuation.

Conclusion

Végétaliser la ville : coûts et bénéfices : 5 exemples américains



Net benefits were positive for all five cities, ranging from \$21 per tree in Cheyenne to \$38 per tree in Ft. Collins. Blue and green categories indicate benefits; red, orange, and yellow indicate costs.

Conclusion

Végétaliser la ville : coûts et bénéfices : l'exemple dijonnais

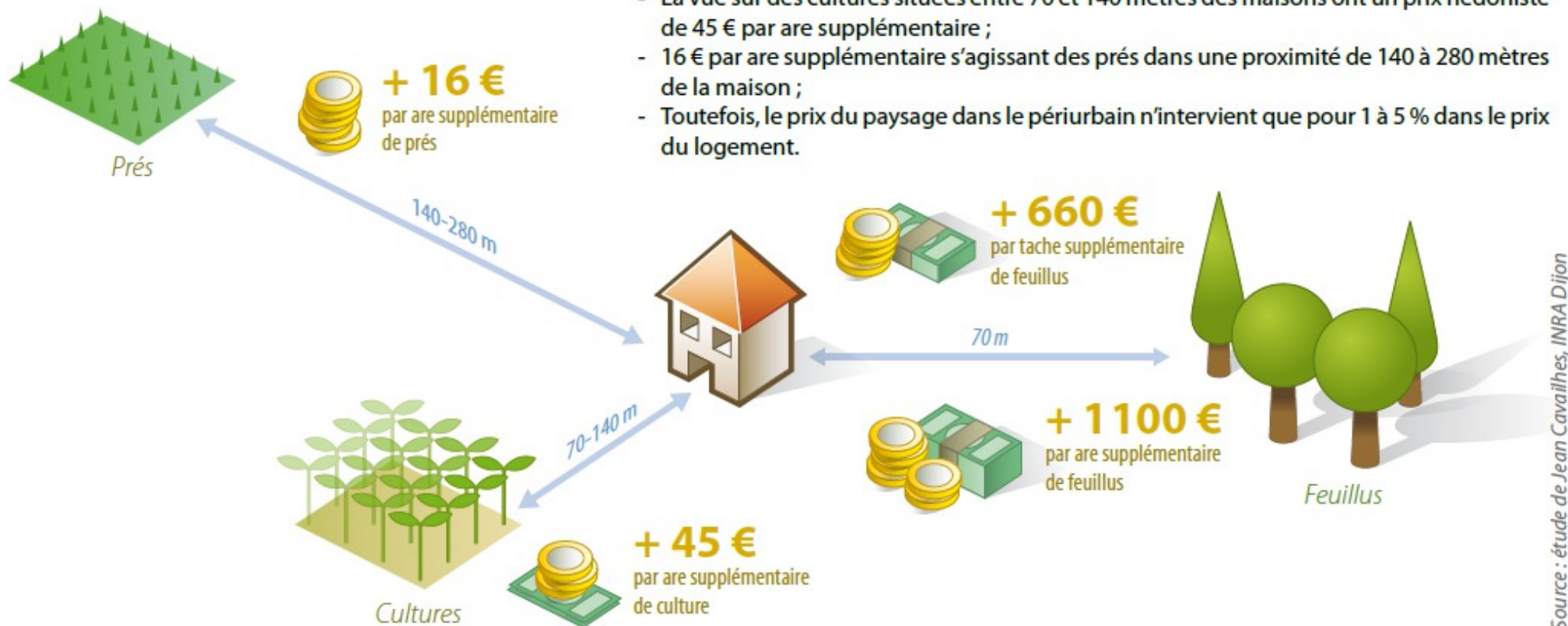
Le prix hédoniste de la vue des logements dans un périmètre de 30 km autour de Dijon

C'est la proximité directe de la nature qui a un prix :

- L'évolution des prix n'est plus significative au-delà de 70 mètres autour des maisons ;
- Un are supplémentaire de feuillus vu dans cette proximité de 70 mètres a un prix hédoniste de 1 100 € ;
- La forme des feuillus a un effet significatif sur le prix : une tache supplémentaire de feuillus dans un rayon de 70 mètres a un prix de 660 €.

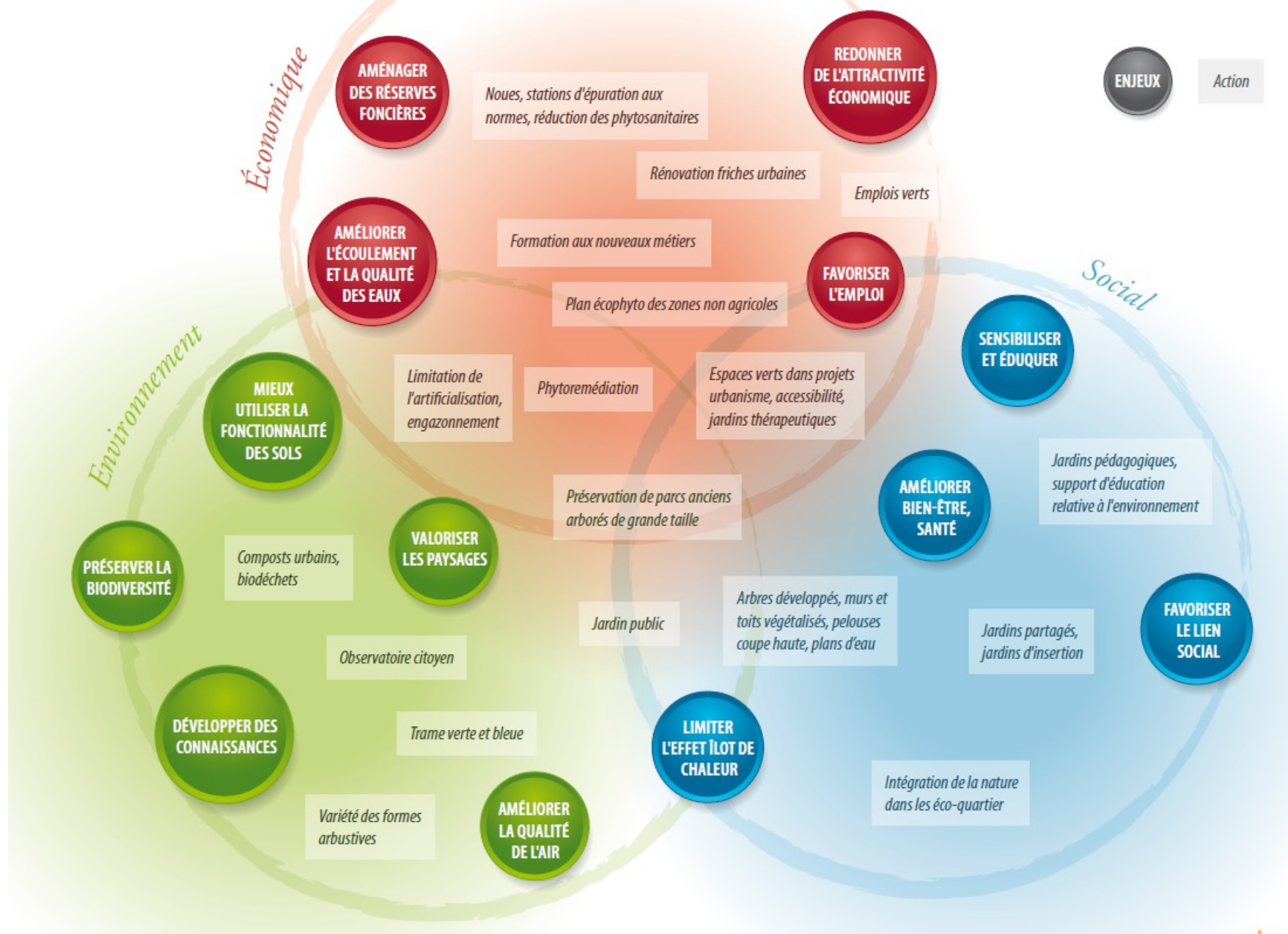
À l'inverse, le prix de la longueur des lisières de feuillus est négatif : - 25 € ;

- La vue sur des cultures situées entre 70 et 140 mètres des maisons ont un prix hédoniste de 45 € par are supplémentaire ;
- 16 € par are supplémentaire s'agissant des prés dans une proximité de 140 à 280 mètres de la maison ;
- Toutefois, le prix du paysage dans le périurbain n'intervient que pour 1 à 5 % dans le prix du logement.



Conclusion

Les enjeux de développement durable de la ville et les solutions que peut apporter la nature en ville



Conclusion

Des collectivités territoriales ont procédé à des aménagements urbains redonnant place au végétal (exemple de Séoul, Corée du Sud)



Restoration zone of Cheong-Gye Stream in Seoul.

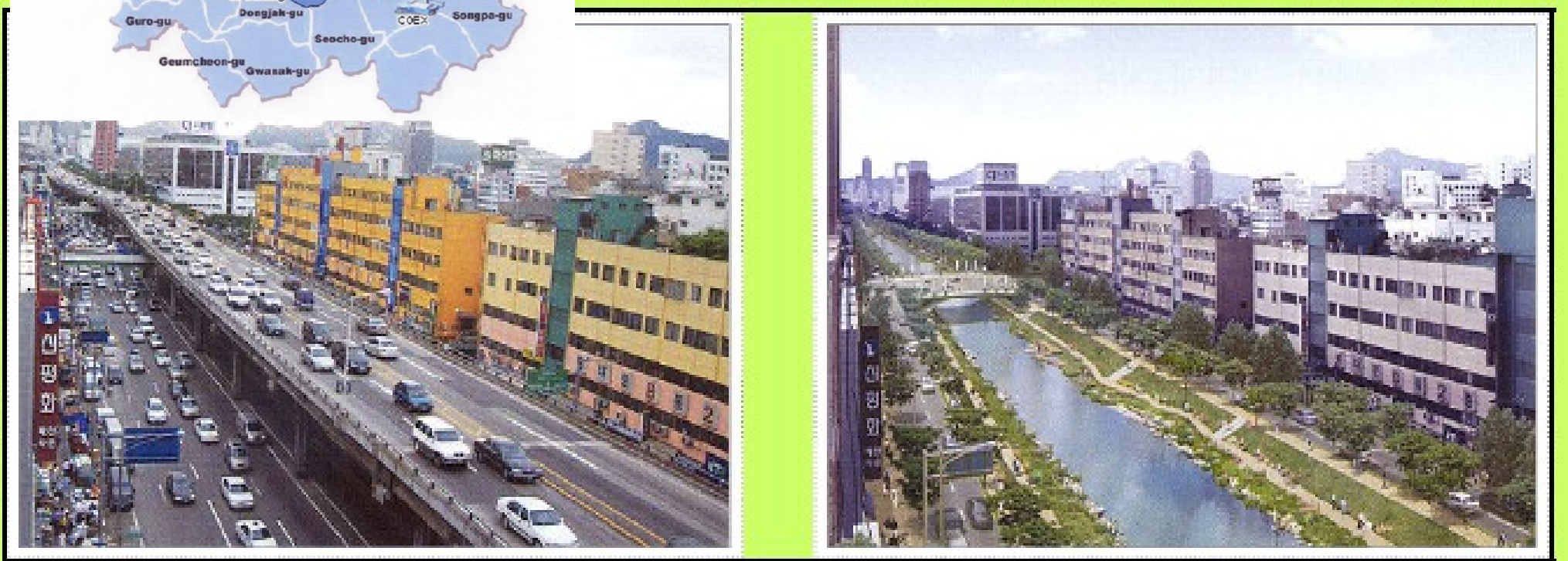


Fig. 1. The view of Cheong-gye stream before and after restoration.

Source : International Association for Urban Climate Newsletter, Issue n°11, June 2005

Annexes

Urbanisme

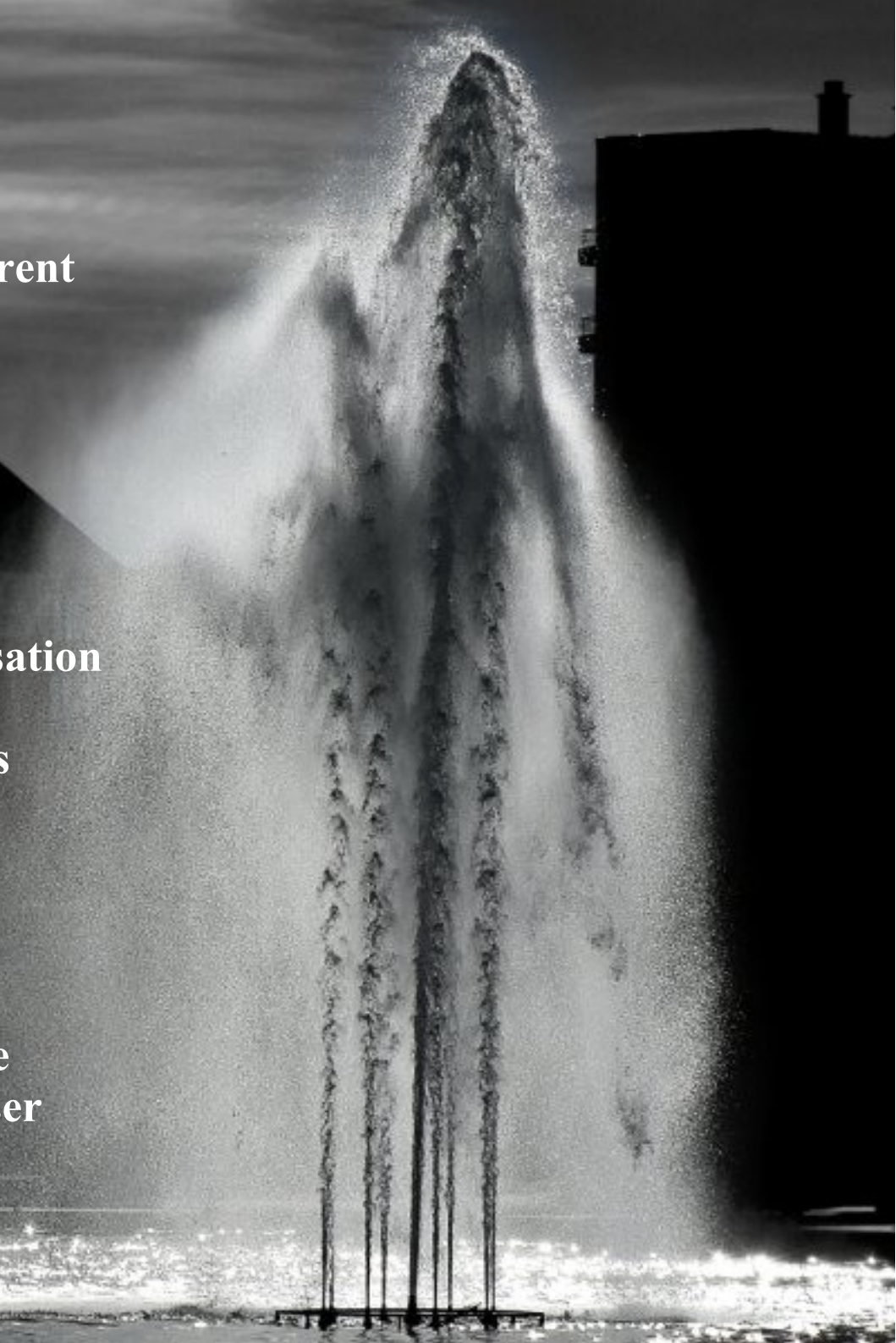
De l'eau SVP!

**Rôle de l'eau et des puits de fraîcheur.
Masse d'eau : comportement thermique différent
de la plupart des autres surfaces**

**Présence d'une grande masse d'eau ==>
baisse de T° de l'air sous le vent
(que l'on peut chiffrer selon la vitesse du vent
et la longueur de la masse de l'eau)**

**Étangs et les fontaines : dispositifs de climatisation
efficaces dans des espaces ouverts en raison
de leur capacité à maintenir des températures
de l'eau inférieures à la température de l'air,
et à leur faible réflectivité.
(Pendant que l'eau s'évapore, sa température diminue).**

**L'évaporation est proportionnelle à la surface
de contact air/eau, et donc il vaut mieux utiliser
des fontaines et des pulvérisateurs
(gouttes ayant un petit diamètre)**



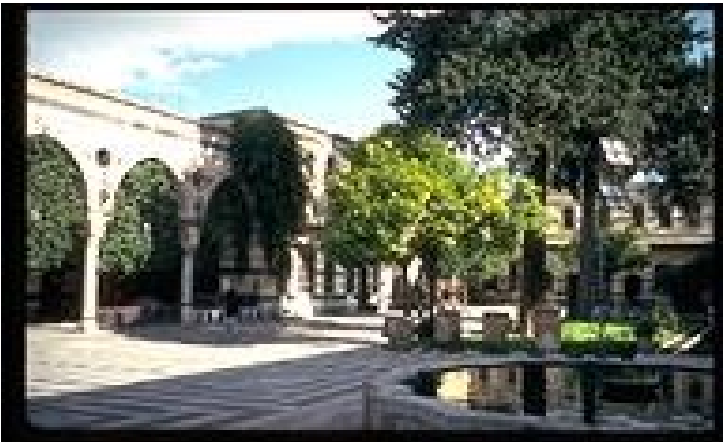
Architecture

Chauffer et climatiser moins, isoler, développer les énergies renouvelables et végétaliser...

La végétation agit sur trois facteurs du climat :
Le rayonnement solaire, le vent et l'humidité de l'air



En matière d'ambiances et selon leur mode d'implantation, dans les espaces extérieurs de proximité ou attenants aux habitations et à ses effets sur le comportement thermique des bâtiments.



Architecture

Exemples de murs végétalisés

Le cycle saisonnier à 4 temps fait apparaître une variation des besoins



Urbanisme

Des caducifoliers SVP!

- Photosynthèse : réduit légèrement l'effet de serre.
- Feuilles : filtre efficace pour : NO , NO_2 , SO_2 et O_3 .



- Proximité des arbres et de la végétation modifie considérablement l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments, directement et indirectement : ombrage et protection contre le vent mais aussi effet de refroidissement dû à l'évapotranspiration.



L'utilisation d'énergie pour la climatisation peut être réduite de 40 à 50 % en ombrageant fenêtres et murs.

Architecture

Exemples de toits végétaux



Architect Peter Zumthor's naturalistic approach in the Swiss Alps.



Proposed design for the Portland Building Green Roof – Graphic by Andrea Saven, Macdonald Environmental Planning



The Palais Omnisports de Paris-Bercy in France



The world's only suspended greenroof in Lyon, France; Photos by Haven Kiers



Le mur végétal de Croix Rouse



Le premier mur végétal de Lyon a été placé Boulevard des Canuts, à hauteur du Monoprix de Croix-Rousse, dans le 4ème arrondissement de Lyon. D'un coût de 12 000 euros, il est muni d'un système de panneau solaire permettant d'assurer un arrosage du mur de façon autonome. D'une dimension de 2 mètres de hauteur pour [...]

Le mur végétal de Perrache



Depuis Octobre 2007, quelques murs de l'horrible centre d'échange de Perrache sont désormais végétalisés. 400 m² de "mur végétal dépolluant" ont ainsi été plantés, ou du moins accrochés, à une façade du centre d'échange. Le principe est d'absorber l'air vicié d'un parking et de ventiler cet air dans le terreau de ces murs végétalisés. Des bactéries présentes dans ce terreau sont censées filtrer les particules nocives de l'air.

C'est l'entreprise Lyonnaise Canevaflor qui a été chargée de la réalisation du mur végétal de Perrache. Ce mur d'un cout de 213 000 euros devrait être étendu à 2000 m² pour couvrir l'ensemble des murs du centre d'échange de Perrache.

La façade du musée du Quai Branly, Paris



Halles et parking, Avignon, 2005.



Pont Juvénal, Aix-en-Provence, août 2008.



Rue
d'Alsace,
Paris, août
2008.



Une ville, demain?

