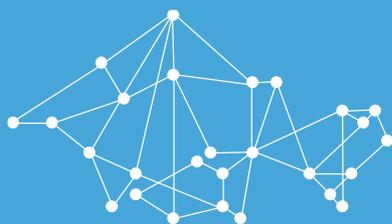


# STRESS THERMIQUE ET QUALITÉ DE L'AIR EN RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE

—

## ETAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES D'AVENIR

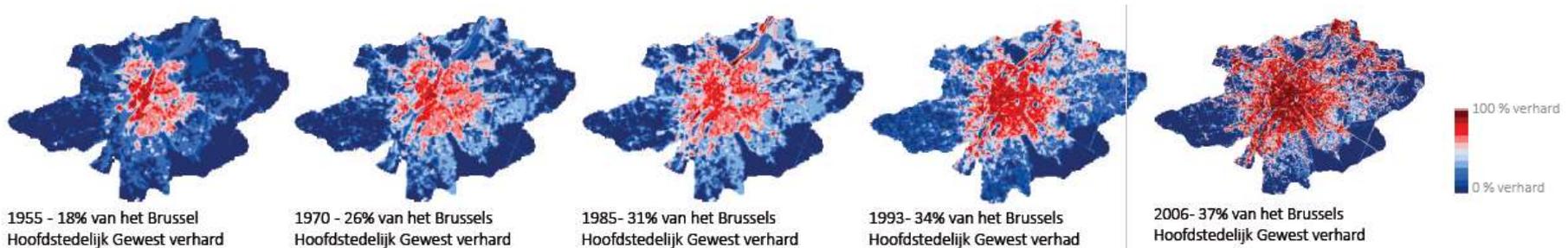
26/11/2021



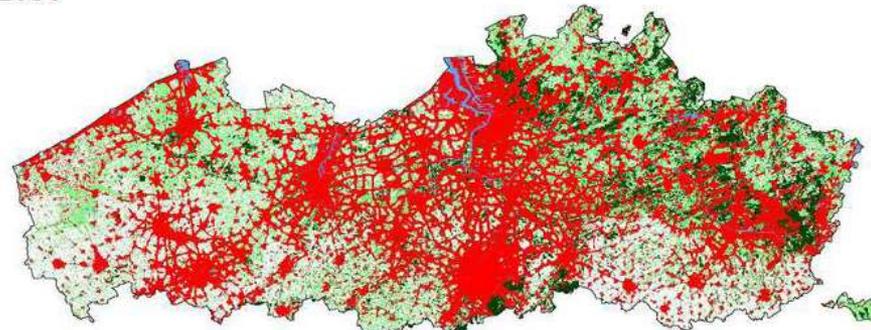
Lauwaet Dirk ([dirk.lauwaet@vito.be](mailto:dirk.lauwaet@vito.be))  
Stijn Vranckx, Stefanie Dens, Koen De Ridder,  
Hans Hooyberghs, Filip Lefebvre

# INTRODUCTION

- Présentation basée sur 2 études pour Bruxelles Environnement:
  - Cartographie de l'effet d'îlot de chaleur en RBC (2018)
  - Impact des 'Solutions fondées sur la nature' sur l'exposition des citoyens à la pollution de l'air, au bruit ou aux températures élevées (2020)
- Les problèmes de Bruxelles en matière de stress thermique et de qualité de l'air sont pour une grande part dus à l'augmentation importante des surfaces pavées et du trafic motorisé ces dernières décennies.



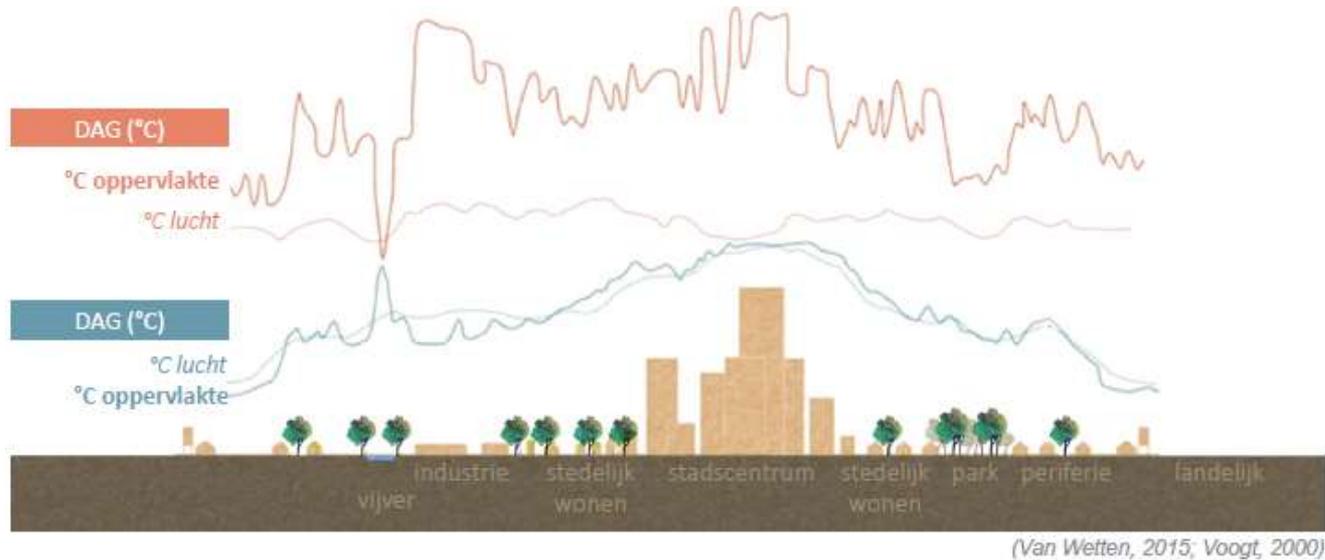
2050



Landgebruik in 2050 bij "business-as-usual" scenario:  $\pm 20\%$  van Vlaanderen en Brussel verhard  
(PhD L.Poelmans, KU Leuven)

## STRESS THERMIQUE – ETAT DES LIEUX

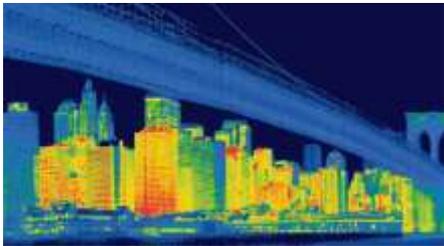
- La ville est plus chaude que la campagne (le soir et la nuit) => effet d'îlot de chaleur urbain



- Le stress thermique ne se limite pas à la température de l'air. Cela concerne aussi le rayonnement, l'humidité et la vitesse du vent. Un bon indicateur reconnu à l'échelle nationale et internationale est le «Wet Bulb Globe Temperature».
- Impact important sur la santé (sommeil nocturne) et la mortalité (par ex. surmortalité pendant la canicule d'août 2020)

# STRESS THERMIQUE – ETAT DES LIEUX

## Causes du stress thermique accru en ville



Manque de végétation  
et d'eau : moins  
d'évapotranspiration

Chaleur d'origine anthropique

- Chauffage/climatisation
- Emissions du trafic

La chaleur stockée dans  
les bâtiments et les rues  
est libérée la nuit

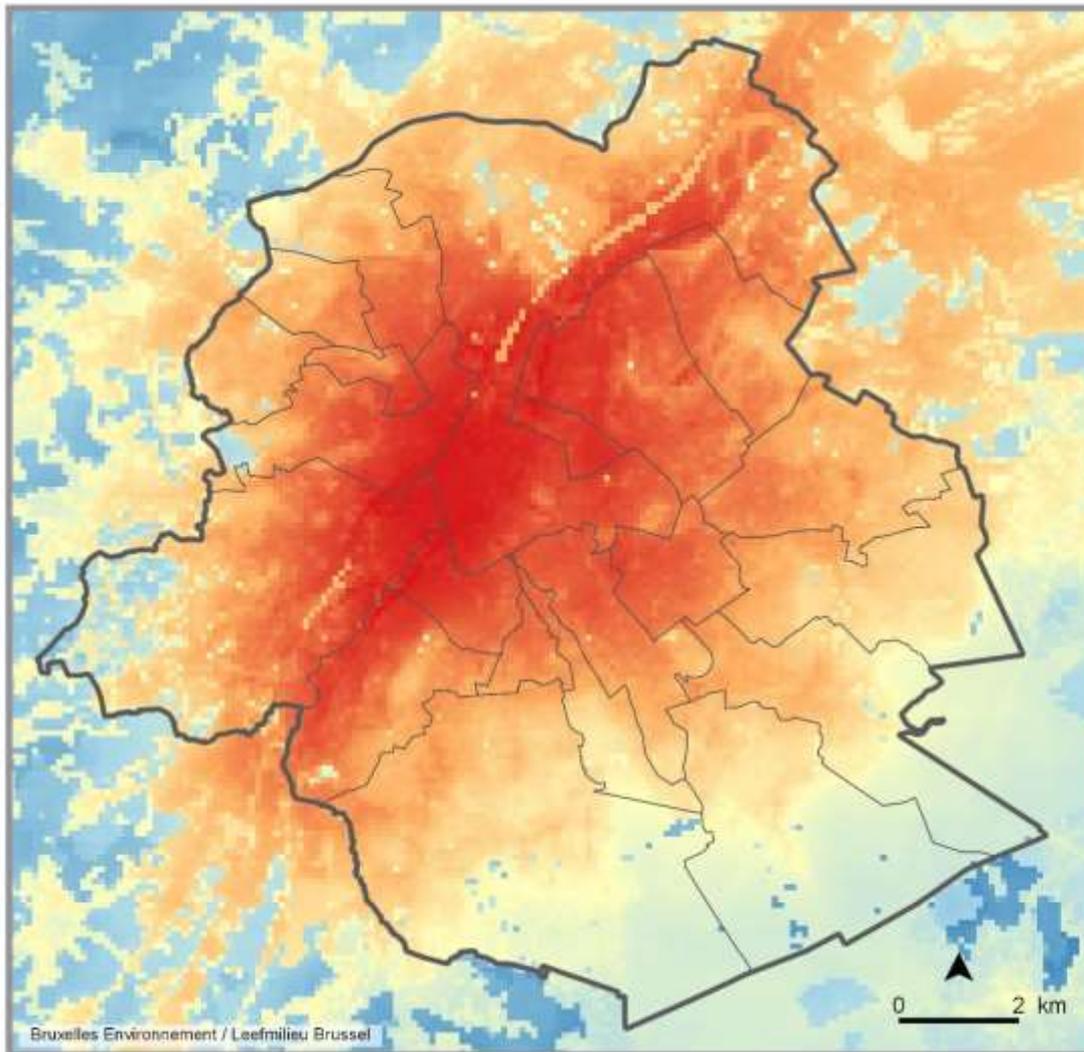
Rayonnement  
réfléchi entre les  
bâtiments

Ventilation réduite  
dans les rues  
canyon



# STRESS THERMIQUE – ETAT DES LIEUX

- L'îlot de chaleur urbain de Bruxelles a été cartographié en détail avec le modèle de climat urbain UrbClim de VITO



## Cartographie des îlots de fraîcheur dans la Région de Bruxelles-Capitale

### Cartografie van de koelte-eilanden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Îlot de chaleur moyen de Bruxelles à 23h durant les mois d'été (juin-août) pour la période 1987-2016

Het gemiddelde stedelijke warmte-eiland van Brussel om 23u tijdens alle zomermaanden (juni-augustus) van de periode 1987-2016

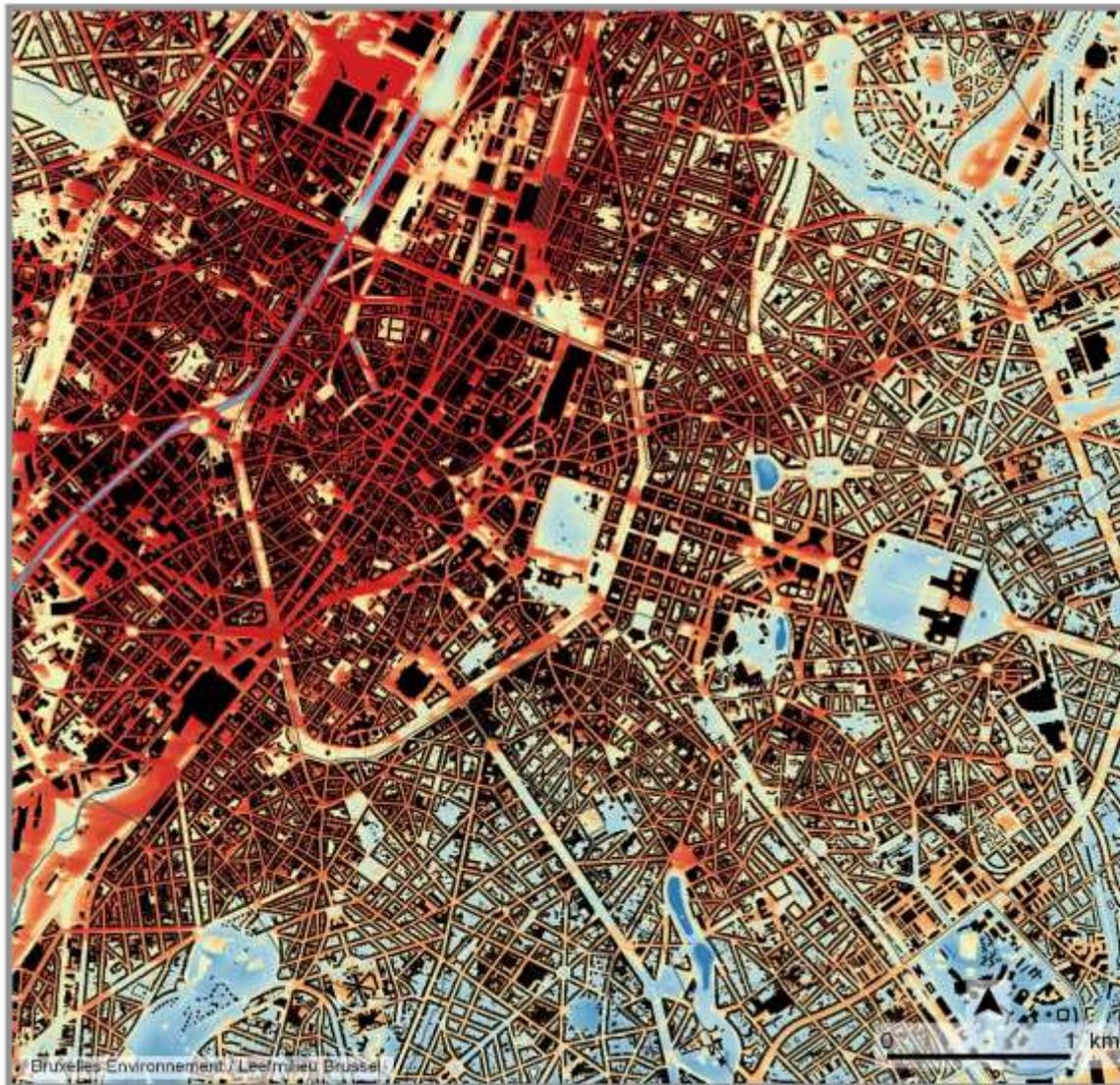


Fond de plan / Achtergrond :  
Brussels UrbIS © - CIRB-CIBG  
© IGN-NGI



# STRESS THERMIQUE – ETAT DES LIEUX

- Modélisation détaillée du WBGT pendant une chaude journée d'été typique

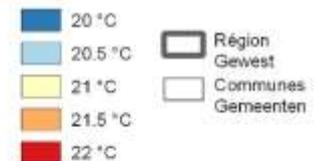


## Cartographie des îlots de fraîcheur dans la Région de Bruxelles-Capitale

## Cartografie van de koelteilanden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Température au thermomètre-globe mouillé (Wet Bulb Globe Temperature) pour toutes les heures du jour du 24 août 2016 dans le centre de Bruxelles

De gemiddelde Wet Bulb Globe Temperature over alle uren van de dag op 24 augustus 2016 in het centrum van Brussel



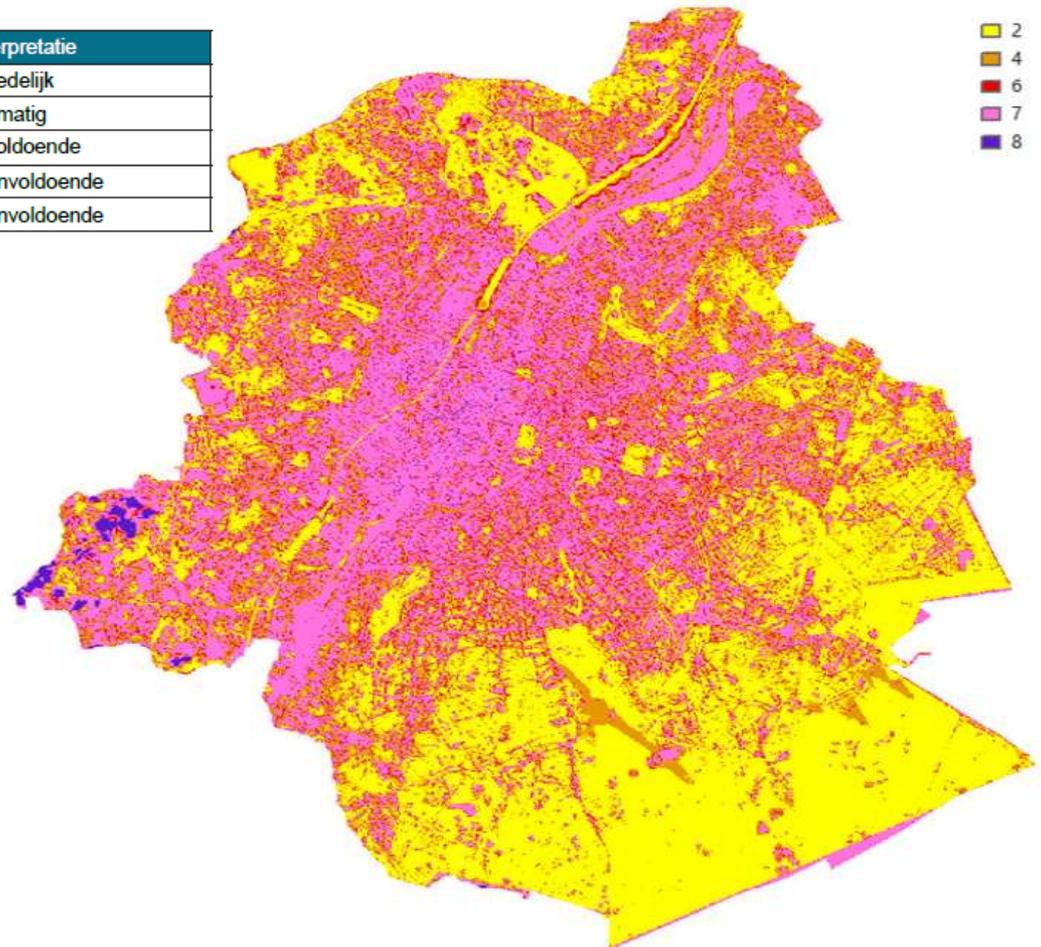
Fond de plan / Achtergrond :  
Brussels Urbis © - CIRB-CIBG  
© IGN-NGI



## STRESS THERMIQUE – ETAT DES LIEUX

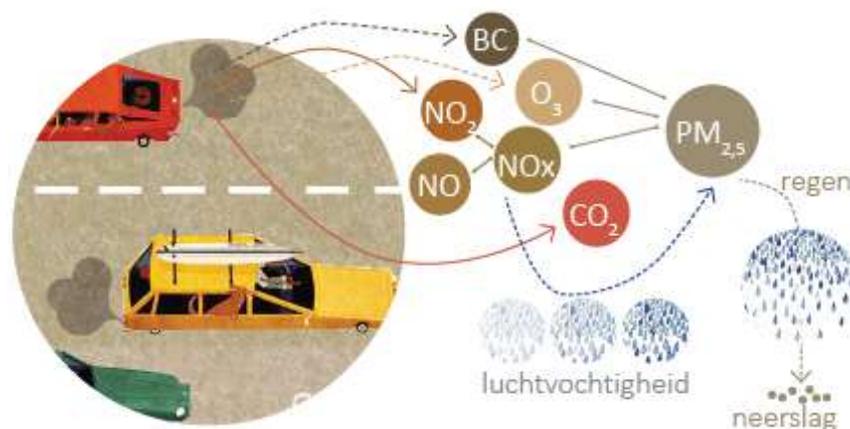
- Imagerie détaillée des lieux problématiques à bruxelles => Dépistage des effets de santé (Gezondheids- Effect Screening – GES)
- Traduction de la carte de base en carte de scores ( 0 à 8) sur base de valeurs seuils de santé.

GES - score	Maximum WBGT [°C]	Interpretatie
2	< 24	redelijk
4	24 - 25	matig
6	25 - 26	onvoldoende
7	26 - 27	ruim onvoldoende
8	>27	zeer onvoldoende



## QUALITÉ DE L'AIR – ETAT DES LIEUX

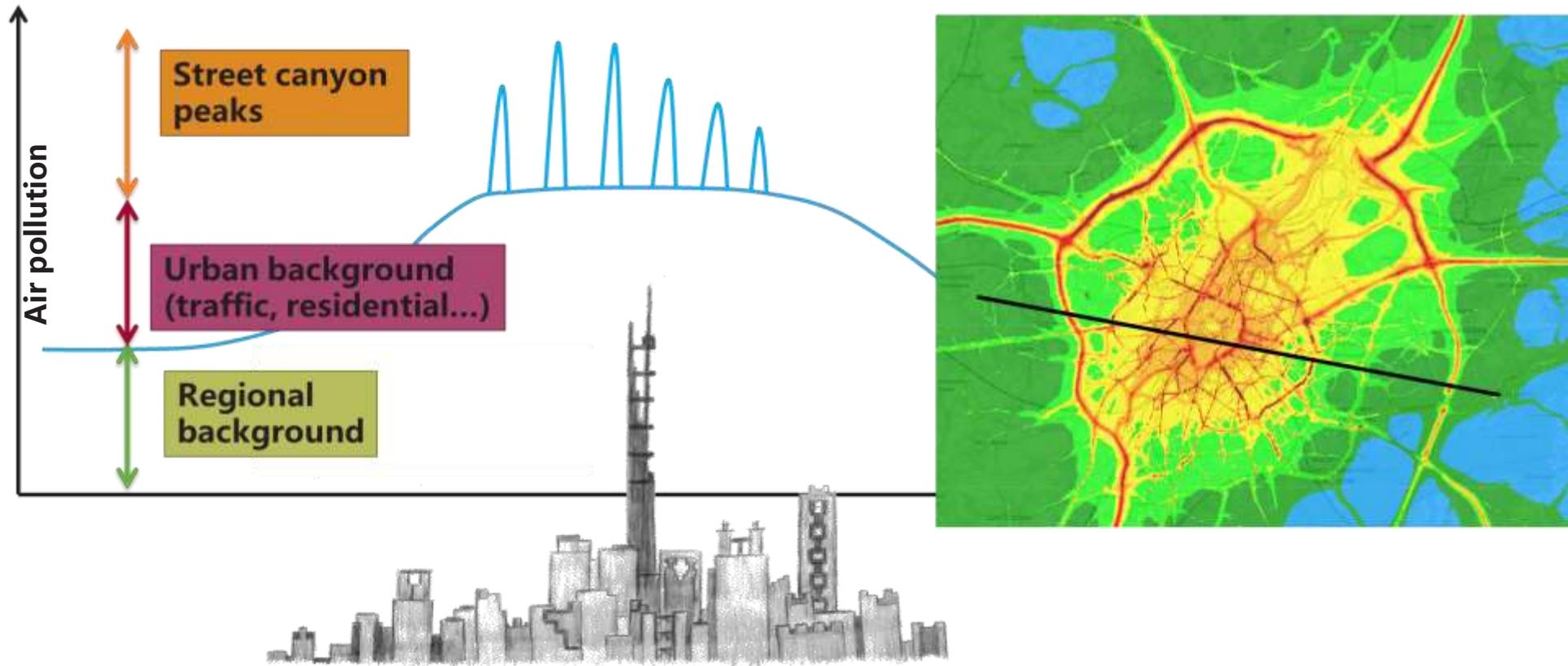
- La pollution de l'air comprend différents composants, comme les particules fines ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ),  $NO_2$  et  $O_3$ .
- La qualité de l'air s'améliore en Europe de l'Ouest, mais des valeurs trop élevées sont encore observées dans les centres urbains.
- Importants effets sanitaires, en terme de mortalité (400.000 décès par an en Europe) que de morbidité



- Dans cette présentation, focus sur le  $NO_2$  vu le caractère local (les particules fines et l'ozone sont plus difficilement influencés par la politique locale)
- $NO_2$  est un bon indicateur de la pollution atmosphérique due au trafic (processus de combustion)

## QUALITÉ DE L'AIR – ETAT DES LIEUX

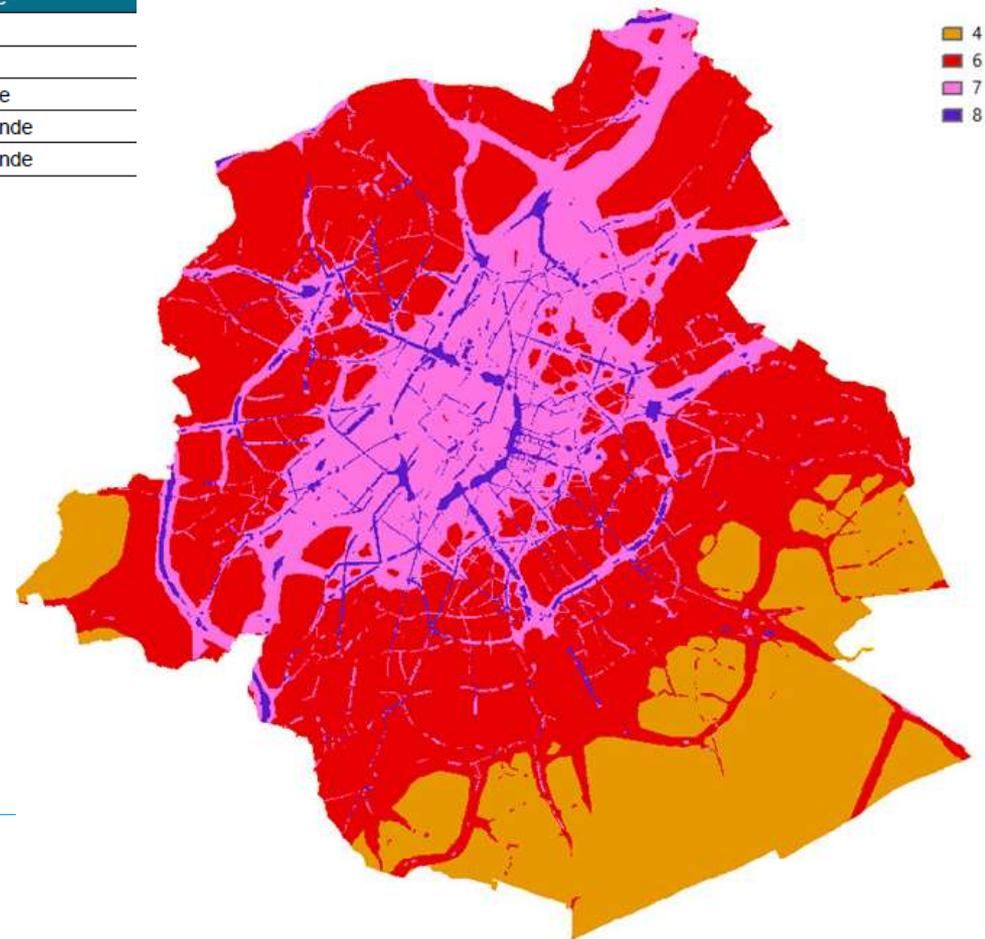
- La pollution de l'air est une problématique “multi-échelles”



## QUALITÉ DE L'AIR – ETAT DES LIEUX

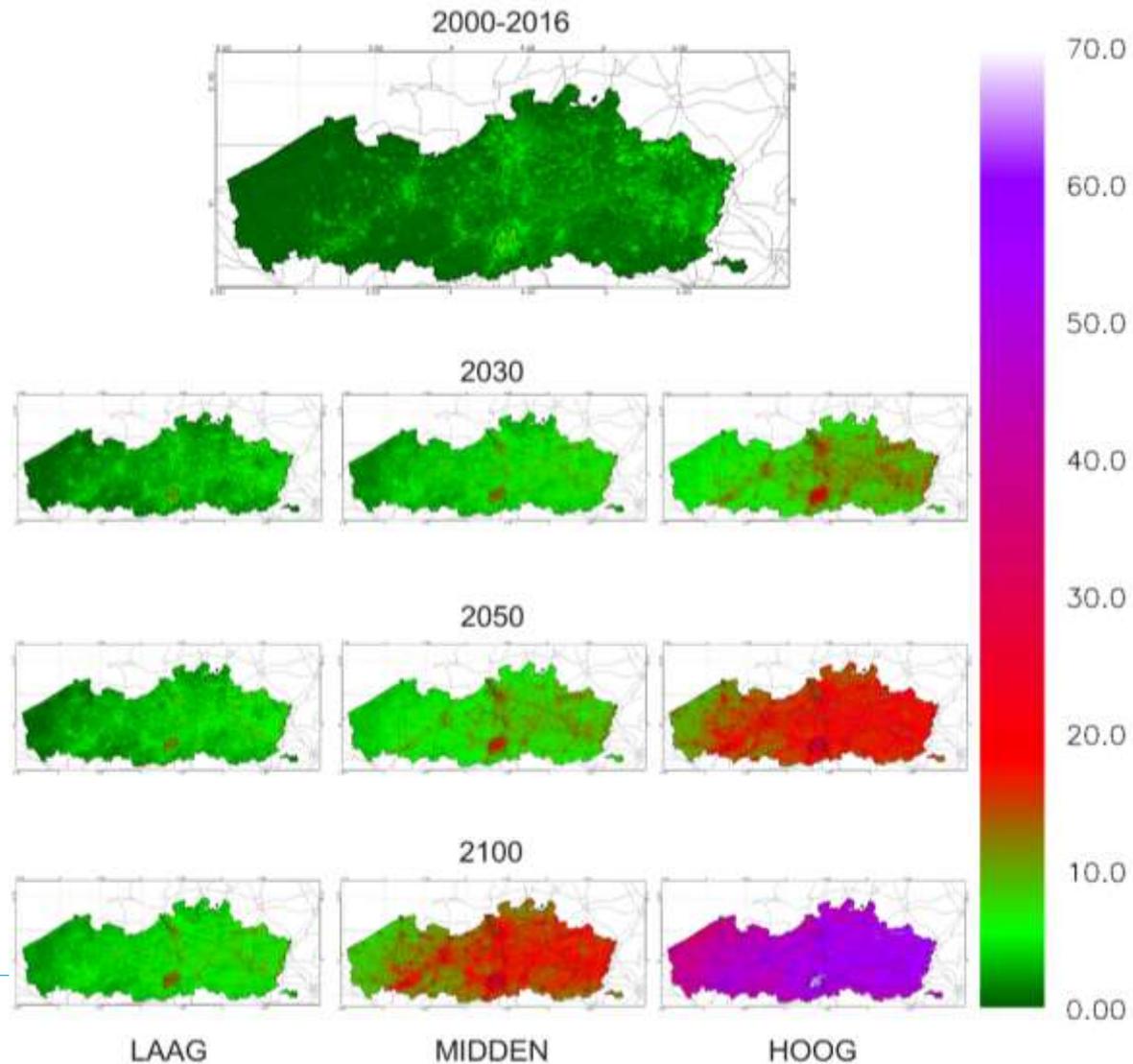
- Carte GES (Gezondheids- Effect Screening – GES => Dépistage des effets de santé) basée sur les concentrations moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> (mêmes valeurs seuils qu'en Flandre)
- La valeur seuil a récemment été ajustée par l'OMS de 40 à 10 µg/m<sup>3</sup>

GES-score	Jaargemiddelde NO2 [µg/m <sup>3</sup> ]	Interpretatie
1	0 - 10	goed
4	10 - 20	matig
6	20 - 30	onvoldoende
7	30 - 40	ruim onvoldoende
8	>40	zeer onvoldoende



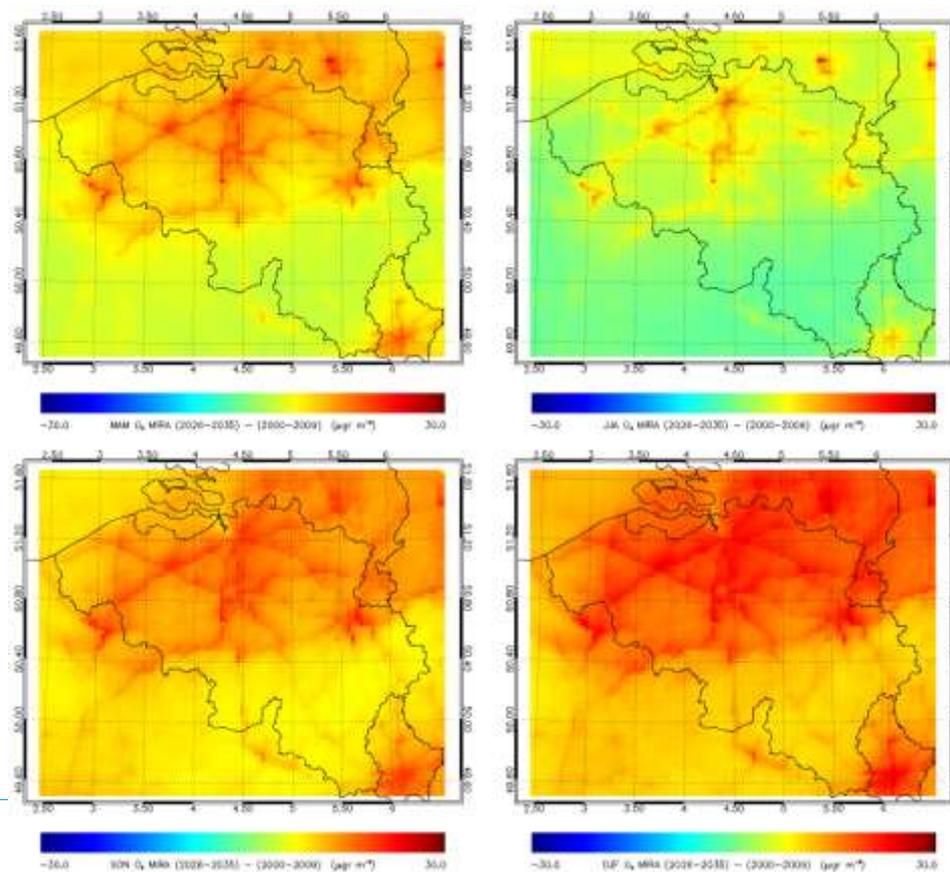
# STRESS THERMIQUE – PERSPECTIVES D'AVENIR

Nombre de jours de canicules par an



## QUALITÉ DE L'AIR – PERSPECTIVES D'AVENIR

- Une (forte) amélioration est attendue dans les décennies à venir au niveau des concentrations de particules et de  $\text{NO}_2$  en raison de l'amélioration énergétique généralisée du parc automobile, du chauffage des maisons et de la réduction des émissions industrielles.
- La réduction des émissions de  $\text{NO}_x$  entrainera une augmentation des concentrations d' $\text{O}_3$



## SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

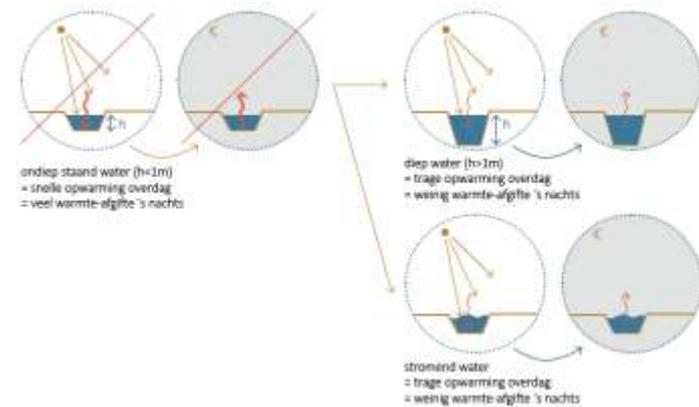
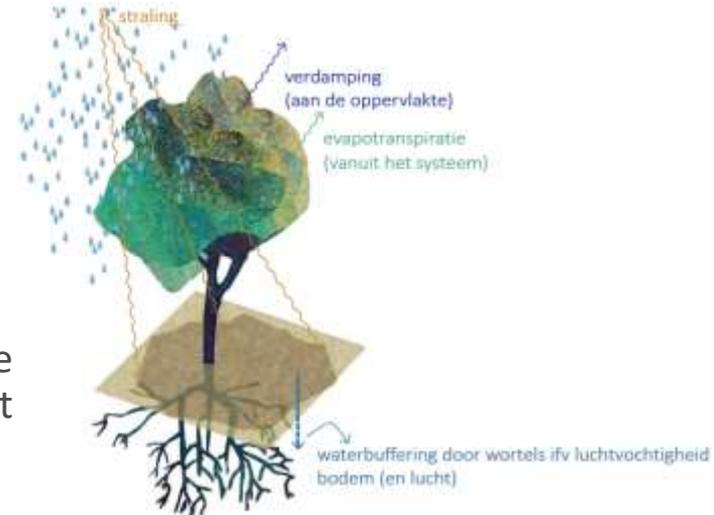
- Les solutions fondées sur la nature sont définies comme des « actions inspirées, soutenues par ou imitées de la nature » => ensemble de solutions durables qui utilisent des éléments naturels pour solutionner des problèmes d'origine anthropique.
- Les SFN sont multifonctionnelles. L'accent est mis dans cette présentation sur la qualité de l'air et le stress thermique, mais ils ont également un impact sur la pollution sonore, la rétention d'eau, la biodiversité, la séquestration du CO<sub>2</sub>, les loisirs et la qualité de vie.
- Les SFN comprennent les interventions vertes (arbres de rue), les espaces verts publics, la végétalisation verticale, les toits verts, la gestion intégrée de l'eau, la restauration des rivières et les techniques de bio-ingénierie.
- Voir l'aperçu des SFN dans le manuel technique d'Unalab ([UNaLab technical handbook of nature-based solutions | UNaLab](#))



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## IMPACT DU STRESS THERMIQUE

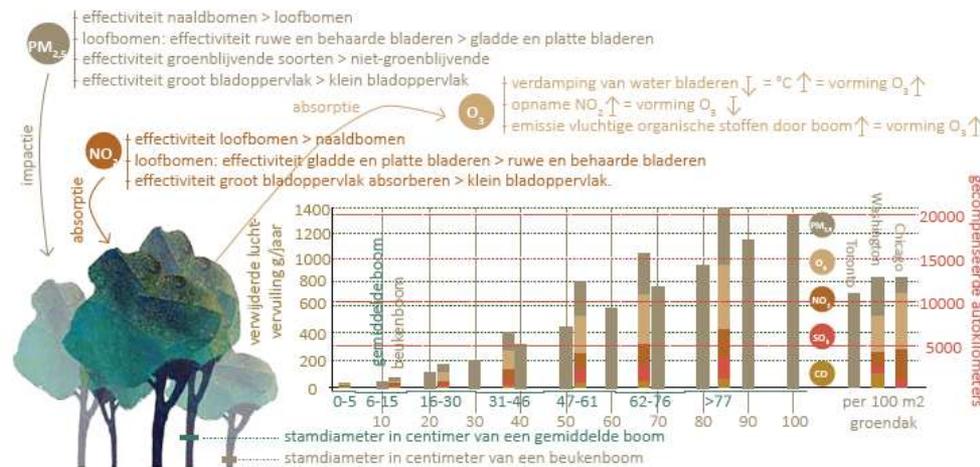
- Effet rafraîchissant de la végétation
  - Ombrage, évapotranspiration
  - Effet local
  - Plus l'espace vert est grand, mieux c'est
  - Les arbres sont les plus efficaces
  - Réduction de la température de l'air durant une chaude journée d'été jusqu'à 3°C ; également beaucoup d'impact sur le WBGT si ombrage
- Effet rafraîchissant de l'eau
  - Plus il y a d'évaporation, plus l'effet rafraîchissant est important
  - Privilégier les brumisateurs et fontaines plutôt que les surfaces d'eau stagnantes
  - Eviter les eaux stagnantes et peu profondes
  - Réduction de la température de l'air jusqu'à 3°C, effet sur le WBGT beaucoup plus limité



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR

- Effet filtrant de la végétation
  - Selon le type de végétation, le type de contamination, la localisation et l'implantation
  - Les arbres sont les plus efficaces
  - Impact jusqu'à 2% des concentrations présentes

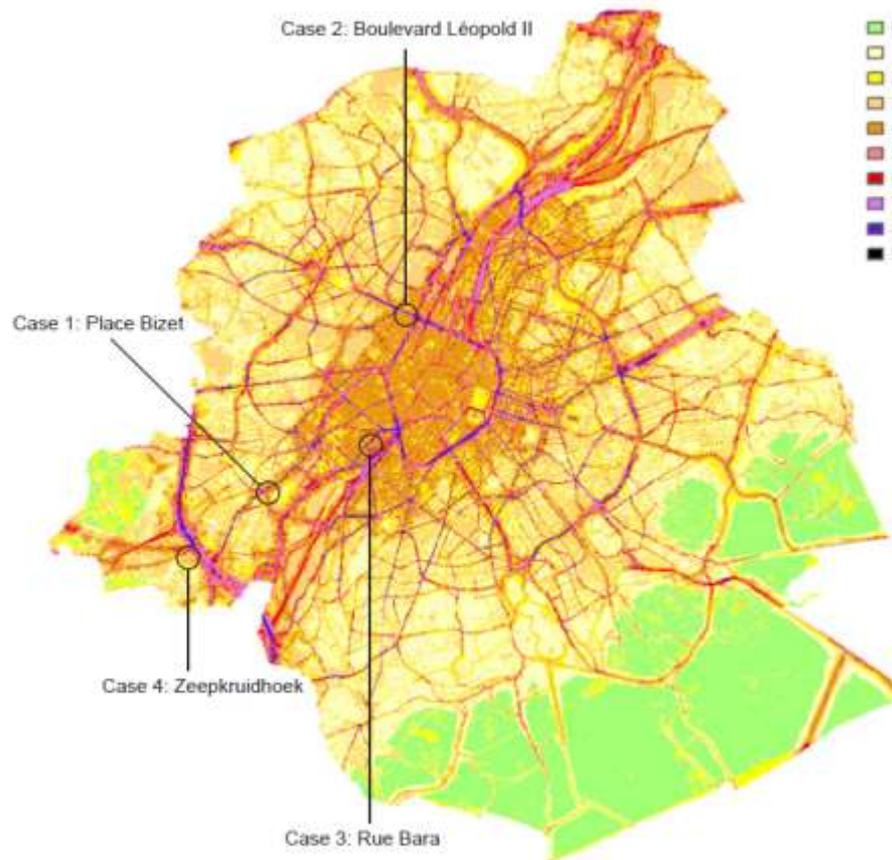


- Effets aérodynamiques de la végétation
  - Fonction de protection si la végétation est entre la source et le récepteur (tampon)
  - Effets jusqu'à 20% des concentrations locales
  - S'assurer que la végétation ne gêne pas la ventilation.

# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## ETUDES DE CAS A BRUXELLES

- Essais de SFN pour 4 cas bruxellois + expertise de leur impact (pas de modélisation)
- Focus sur le potentiel des SFN.
- Pour chaque cas, plusieurs scénarios + comparaison avec une réduction de 50% du trafic motorisé.



## SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

### Place Bizet – Anderlecht

- Problèmes de qualité de l'air, de nuisances sonores, de stress thermique et d'inondations.

	Indicator score		GES score	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Hittestress	24 °C WBGT	26.5 °C WBGT	4	7
Geluidoverlast	70 Lden	78 Lden	7	8
Luchtkwaliteit	32 µg/m³ NO <sub>2</sub>	50 µg/m³ NO <sub>2</sub>	7	8



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## Place Bizet – Anderlecht

- Scénario avec des réaménagements de grande ampleur

1/ ontharden  
parkeerplaatsen



2/ gevelgroen



3/ fietspad  
verhard voetpad



4/ waterelement  
met spuitertje/  
fonteinje



5/ loofbomen met  
dicht bladerdek  
en laag groen



1/Déminéraliser des  
places de parking

2/Murs végétaux

3/Piste cyclable / trottoir  
pavé

4/Présence d'eau avec  
brumisateur et fontaine

5/Arbres à feuilles  
caduques au feuillage  
épais



## SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

### Place Bizet – Anderlecht

- Les SFN parviennent à résoudre les problèmes de stress thermique et peuvent même transformer la place en une zone de fraîcheur si elles sont appliquées à grande échelle.
- Pour les nuisances sonores, l'impact maximal des SFN se rapproche d'une réduction drastique (-50%) du trafic routier.
- Pour la qualité de l'air, les SFN n'améliorent que faiblement la situation locale (bien moins que la réduction du trafic)
- Idéalement les SFN devraient être accompagnées de mesure de réduction à la source

		Indicator score		GES score	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Hittestress	Referentie	24 °C WBGT	26.5 °C WBGT	4	7
	Minimaal	24 °C WBGT	25.5 °C WBGT	4	6
	Maximaal	23.5 °C WBGT	25 °C WBGT	3	5
Geluidoverlast	Referentie	70 Lden	78 Lden	7	8
	Minimaal	68 Lden	76 Lden	7	8
	Maximaal	67.5 Lden	75.5 Lden	6	8
	Verkeer -50%	67 Lden	75 Lden	6	8
Luchtkwaliteit	Referentie	32 µg/m³ NO2	50 µg/m³ NO2	7	8
	Minimaal	31 µg/m³ NO2	48 µg/m³ NO2	7	8
	Maximaal	30 µg/m³ NO2	47 µg/m³ NO2	6	8
	Verkeer -50%	28.5 µg/m³ NO2	37.5 µg/m³ NO2	6	7



## SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

Boulevard Leopold 2 – Molenbeek (large rue canyon)

- Problèmes de qualité de l'air, nuisances sonores et stress thermique.
- Axe climatique potentiel vers le centre

	Indicator score		GES score	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Hittestress	26 °C WBGT	27 °C WBGT	7	7
Geluidoverlast	73 Lden	78 Lden	8	8
Luchtkwaliteit	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	60 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	8	8



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## Boulevard Leopold 2 – Molenbeek (large rue canyon)

- Scénario avec des réaménagements de grande ampleur



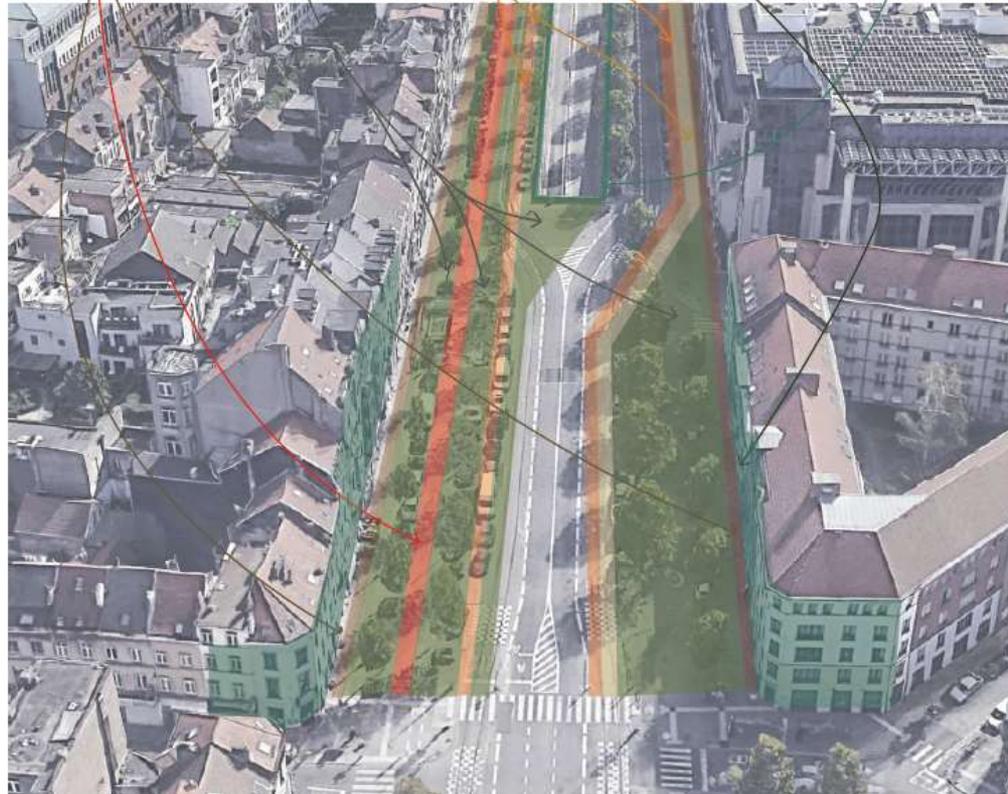
1/Piste cyclable / trottoir pavé

2/Combinaison d'arbres à feuilles caduques avec un feuillage continu dense

3/Places de parking et voies de tram déminéralisées

4/Murs végétaux

5/Ecran végétalisé



## SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

### Boulevard Leopold 2 – Molenbeek (brede street canyon)

- De nouveau, presque tous les problèmes de stress thermique peuvent être résolus grâce aux SFN. La disposition asymétrique proposée dans le scénario maximal est très axée sur la prévention du stress thermique.
- Concernant les nuisances sonores, il y a probablement des gains grâce aux SFN, mais cela dépend fortement de leur localisation précise, notamment avec une disposition asymétrique.
- Pour les nuisances sonores et la qualité de l'air, il faut surtout s'intéresser à la gestion à la source

		Indicator score		GES score	
		Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Hittestress	Referentie	26 °C WBGT	27 °C WBGT	7	7
	Minimaal	25 °C WBGT	25.5 °C WBGT	6	6
	Maximaal	23.5 °C WBGT	25.5 °C WBGT	3	6
Geluidoverlast	Referentie	73 Lden	78 Lden	8	8
	Minimaal	69 Lden	74 Lden	7	8
	Maximaal	68 Lden	77 Lden	7	8
	Verkeer -50%	70 Lden	75 Lden	8	8
Luchtkwaliteit	Referentie	40 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	60 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	8	8
	Minimaal	39 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	56 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	7	8
	Maximaal	38 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	54 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	7	8
	Verkeer -50%	35 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	45 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>	7	8



# SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## CONCLUSIONS

- Stress thermique
  - Les mesures de végétalisation sont une manière efficace d'atténuer le stress thermique.
  - Les arbres sont les plus efficaces grâce à l'ombrage. A combiner avec une végétation basse et la présence d'eau (brumisateurs/fontaine, pas d'eau stagnante).
  - De préférence, de manière contiguë et sur une zone aussi vaste que possible.
  - Effet rafraîchissant local, => prévoir de la végétation partout dans la ville
  - Effets jusqu'à 3°C sur la température de l'air, jusque 2.5°C sur le WBGT
  - Les effets sont assez importants et peuvent atténuer les effets du changement climatique à l'horizon 2050 mais cela ne réduit pas tous les problèmes de stress thermique.
- Pollution de l'air
  - Les SFN ont un effet significatif sur la qualité de l'air
  - Les arbres sont les plus efficaces pour capter les polluants, suivis des arbustes, des plantes herbacées et du gazon.
  - La végétation peut former un tampon entre la source et le récepteur Groen kan buffer vormen tussen bron en ontvanger (Attention à ne pas aggraver la situation localement en empêchant la ventilation)
  - Dans certaines situations, il est préférable de combiner avec une infrastructure dure (par exemple, des bâtiments écrans)
  - Effets jusqu'à 11% des concentrations totales de NO<sub>2</sub> et même jusqu'à 40% de la contribution totale.
  - Les effets sont toujours secondaires par rapport aux mesures de grande envergure à la source

## CONCLUSION

- La situation bruxellois en matière de stress thermique et de qualité de l'air est pour l'instant problématique.
- En raison des changements climatique, le stress thermique va s'accroître à l'avenir, alors que la qualité de l'air devrait s'améliorer progressivement.
- Les SFN peuvent avoir un impact significatif pour résoudre les problèmes. Leur effet est local ; elles doivent être mises en oeuvre à l'échelle de la ville. Ce sont des mesures "no-regret".
- Les SFN ne sont pas des solutions miracles, d'autres mesures sont aussi nécessaires (par ex. En matière de politique de ressources, d'infrastructures, de mobilité,...)
- Certaines situations sont difficilement rectifiables a posteriori via les SFN ou d'autres mesures. Lors de la construction de nouveaux bâtiments, il est préférable de bien réfléchir à l'implantation/l'architecture.

