

# ADAPTATION DES VILLES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Regards croisés îlots de chaleur urbains et viabilité hivernale

6 septembre 2023



# INTRODUCTION

Dans le Grand Est, l'été est chaud mais l'hiver n'a pas disparu.

Les solutions pour rafraîchir la ville en été sont-elles compatibles avec la gestion hivernale ?

⇒ Regards croisés et échanges entre des experts en îlots de chaleur urbains et en viabilité hivernale sur la compatibilité des différentes solutions

- Rafraîchir la ville grâce à des solutions de rafraîchissement basées sur la nature
- Réduire le risque hivernal et améliorer le confort thermique en agissant sur les chaussées et revêtements
- Penser la ville de manière globale

# Les solutions de rafraichissement fondées sur la nature



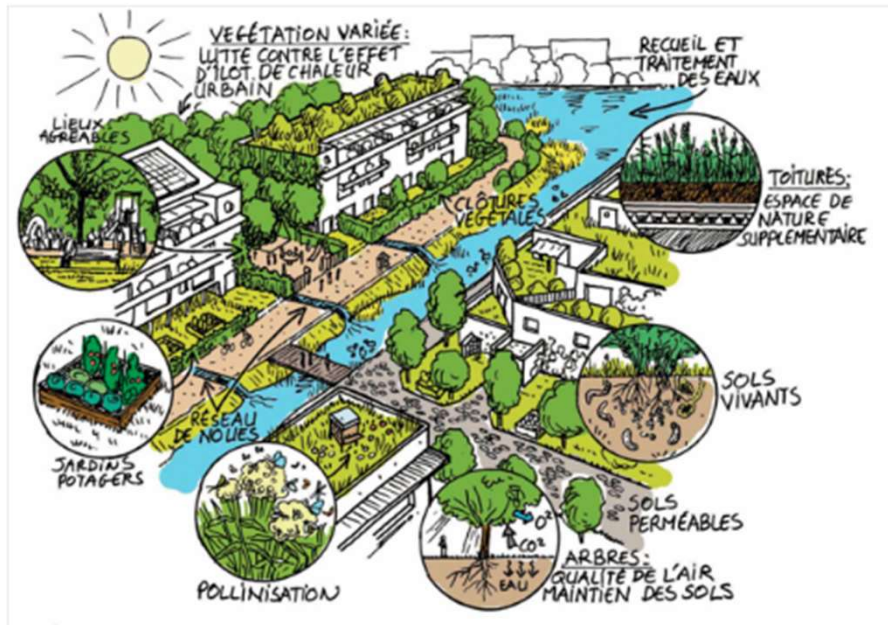
# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT

Les solutions de rafraichissement se basent sur les solutions fondées sur la nature (SFN).

Elles définissent trois catégories d'actions relatives aux écosystèmes :

- La préservation d'écosystèmes fonctionnels et le bon état écologique
- L'amélioration de la gestion des écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines
- La restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes

# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT



- [Natureparif, 2013]



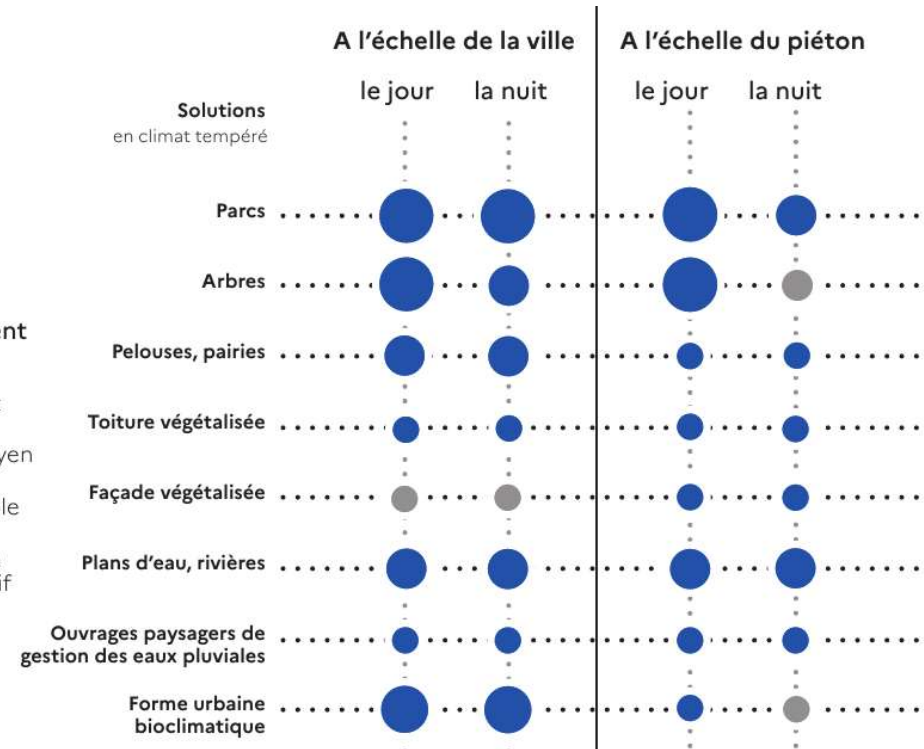
# LES SOLUTIONS DE RAFRAICHISSEMENT



Cerema / Tribu  
Édité par l'ADEME  
ISBN: 979-10-297-1748-2

Effet de rafraîchissement

- effet fort
- effet moyen
- effet faible
- effet non significatif



# RIVIÈRES ET PLANS D'EAU

## Ilots de chaleur urbains

### Les rivières :

- Jusqu'à 5°C de diminution de température sur les berges
- Importance des aménagements à proximité, de la largeur de la rivière

### Les plans d'eau :

- Plus faible impact car eau statique
- Peut dégrader le confort thermique



### Impact sur le risque hivernal

Apport d'humidité => augmentation du risque de gelées blanches, de brouillard givrant localisé...

⇒ Surveillance spécifique voire traitement précuratif

### Impacts potentiel de l'activité VH

Apport de chlorures du fait du salage

⇒ Gérer les eaux routières pour éviter un déversement direct

⇒ Optimiser les traitements (réduire le sel) :

- maîtrise des techniques (bouillie, saumure...)
- optimisation des dosages
- étalonnage du matériel...

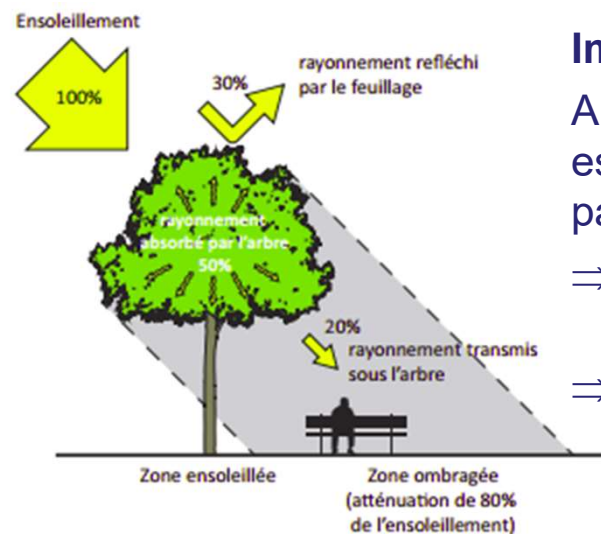
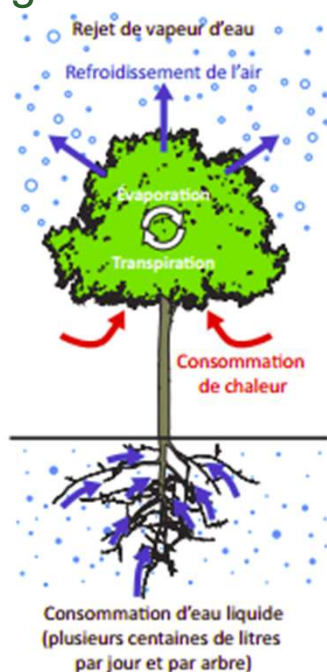
NB : ne pas penser que VH routière mais aussi pistes cyclables le long des berges...

# LES AMÉNAGEMENTS VÉGÉTALISÉS

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

Ils permettent de diminuer les températures d'air et de surface par (suivant les échelles) :

- L'évapotranspiration des plantes
- Les effets d'ombrages



## Impact sur le risque hivernal

Ombre => Température de surface plus faible, maintien de l'humidité plus longtemps sur la chaussée => Risque de gel plus important => Surveillance spécifique

## Impact potentiel de l'activité VH

Apport de chlorures => certaines espèces végétales y sont particulièrement sensibles

- ⇒ Réfléchir au choix des végétaux (voir travaux de l'équipe TEAM)
- ⇒ Optimiser les traitements : maîtrise des techniques (bouillie, saumure sursaturée...), optimisation des dosages, étalonnage du matériel...



# SENSIBILITE DES ARBRES AU SEL

Essence	Sensibilité
Hêtre	Très sensible
Peuplier blanc 'Raket'	Très sensible
Erable	Sensible
Noisetier de Byzance	Sensible
Pin	Peu sensible
Frêne	Peu sensible
Cerisier à grappes	Peu sensible
Orme	Tolérant
Ailante	Tolérant
Chêne vert	Tolérant
Févier	Tolérant
Peuplier blanc type	Tolérant

Source : *Impact du sel sur les arbres - Yaël Haddad – CAUE 77- 25ème rencontre se Seine et Marne « L'arbre en conditions hivernales » – Février 2012*

# LES PARCS URBAINS

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

De -0,15 °C à -5,9 °C à l'échelle de la ville

Effet rafraîchissant corrélé à la taille du parc

Effet seuil

Impact de forme du parc

L'effet s'estompe en sortant du parc



## Impact viabilité hivernale

A priori aucun

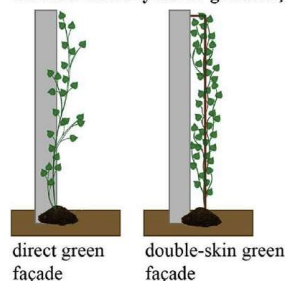
VH à envisager si itinéraire cyclable structurant traversant le parc



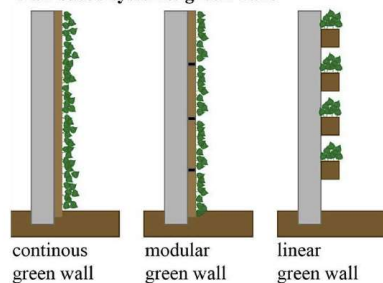
# LES FAÇADES ET MURS VÉGÉTALISÉS

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

### Ground based systems: green façades



### Wall-based systems: green walls



### Façades



Réduction de la température de surface (de  $-1^{\circ}\text{C}$  à  $-2,7^{\circ}\text{C}$ )

### Murs vivants



Forte réduction de la température d'air à proximité

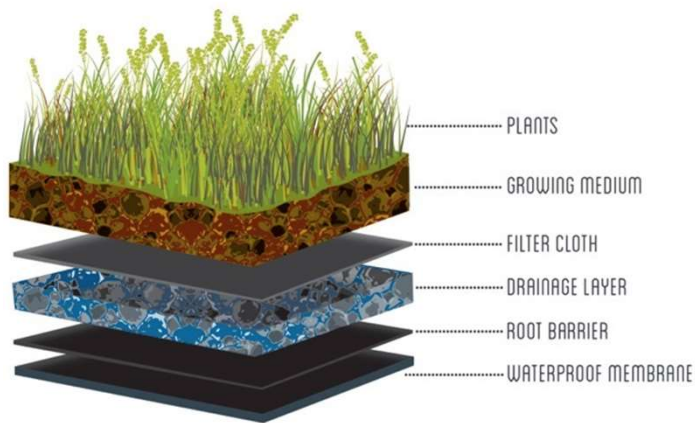
Perini, K., Ottelé, M., Fraaij, A. L. A., Haas, E. M., & Raiteri, R. (2011). Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, 46(11), 2287-294. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.009>  
Besir et al, 2018, Green roofs and facades : a comprehensive stpdy, *Renewable and sustainable energy reviews*, 82 (2018), pp915-939

## Impact viabilité hivernale

Vigilance à avoir sur le « salage » des trottoirs par les riverains Regards croisés ICU/VH

# LES TOITURES VÉGÉTALISÉES

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains



De  $-1^{\circ}\text{C}$  à proximité de la toiture à  $-0,5^{\circ}\text{C}$  à l'échelle de la ville si toutes les surfaces disponibles sont pourvues de TV.

Jim, C. Y. (2015). Assessing climate-adaptation effect of extensive tropical green roofs in cities. *Landscape and Urban Planning*, 138, 54-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lan-urbplan.2015.02.014>  
de Munck, C. (2013). Modélisation de la végétation urbaine et stratégies d'adaptation pour l'amélioration du confort climatique et de la demande énergétique en ville [Ph. D. Thesis]. Université de Toulouse.

**Impact viabilité hivernale : A priori aucun**

# LES PARKINGS VÉGÉTALISÉS

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

- Diminue la température de surface jusqu'à  $-6.8^{\circ}\text{C}$
- Pas de données sur les températures d'air

Les bénéfices environnementaux des revêtements de sol perméables - Rapport d'étude 1 : îlots de chaleur urbains. O2D Environnement, [https://www.o2d-environnement.com/wp-content/uploads/2020/12/Rapport-d-Etude-Revêtements-de-sol-permeables-1-ICU\\_bd.pdf](https://www.o2d-environnement.com/wp-content/uploads/2020/12/Rapport-d-Etude-Revêtements-de-sol-permeables-1-ICU_bd.pdf)

## Impact sur le risque hivernal

Température de surface potentiellement plus faible et humidité => gelée blanche plus fréquente  
MAIS peu de risque de perte d'adhérence (structure) + peu de trafic + faible vitesse => pas de nécessité de traiter en VH

## Impact potentiel de l'activité VH

Zone de parking a priori non traitée => pas de risque

MAIS apport potentiel depuis les espaces traités adjacents ou zone de dépôt de neige polluée

⇒ Gérer les circulations d'eaux routières

⇒ Choisir des espèces végétales résistantes au sel

⇒ Réduire l'usage du sel, optimiser les traitements (techniques, dosages, contrôle du matériel)



# LES AUTRES AMÉNAGEMENTS VÉGÉTALISÉS

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

### Noues :

Effets locaux uniquement, peu de données chiffrées



Question : utilisation des noues comme zone de dépôt de neige ?

### Pelouse:

De  $-1.2^{\circ}\text{C}$  au niveau de la pelouse à  $-1^{\circ}\text{C}$  à l'échelle de la ville



### Jardins de pluie:

Effet très locaux uniquement, pas de données chiffrées



### Impact viabilité hivernale

Idem parking végétalisé

=> pas d'impact direct, mais gérer la proximité avec réseau traité (cyclable ou route ou autre)

# D'AUTRES SOLUTIONS EN MILIEU URBAIN



Crédit: STEP Carrière de Comblanchien



Crédit: Soprema

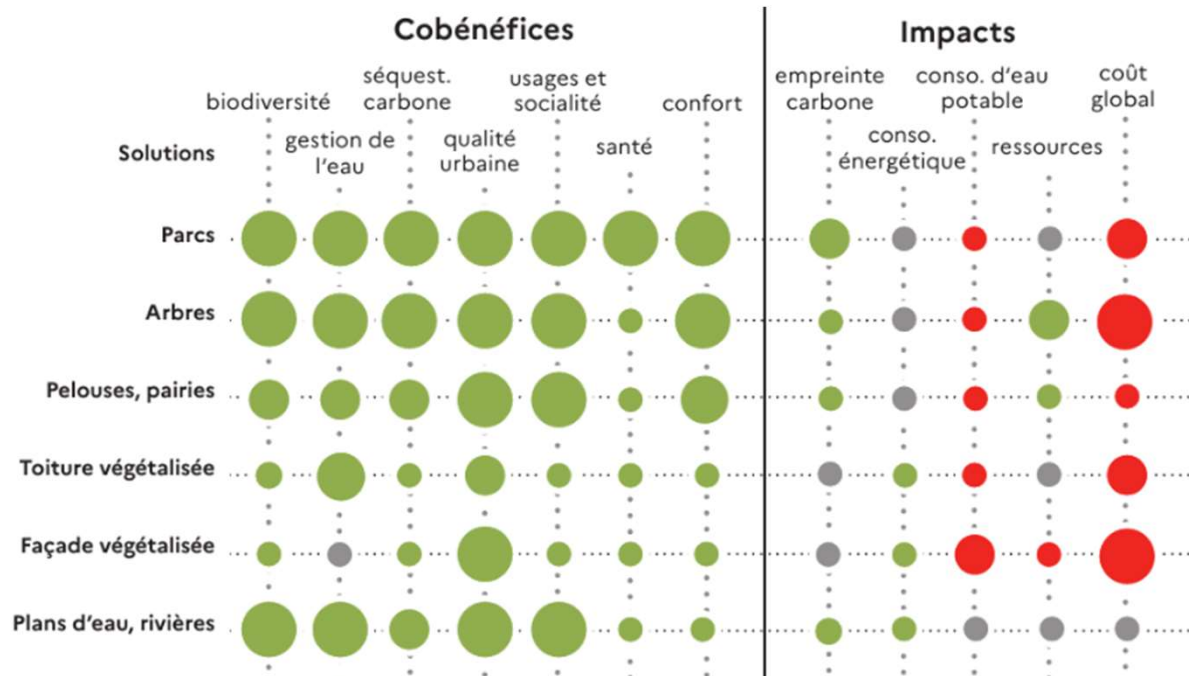


Crédit: Soprema

# ANALYSE COMPARATIVE DES SOLUTIONS FONDÉES SUR LA NATURE

## Impacts et Cobénéfices

- effet très positif
- effet positif
- effet neutre
- effet négatif
- effet très négatif



Risque hivernal	Vigilance impact VH
Faible (pistes cyclable)	Modéré
Sans objet	Notable
Sans objet	Modéré
Sans objet	Sans objet
Faible (trottoirs)	Faible
Existant	Notable

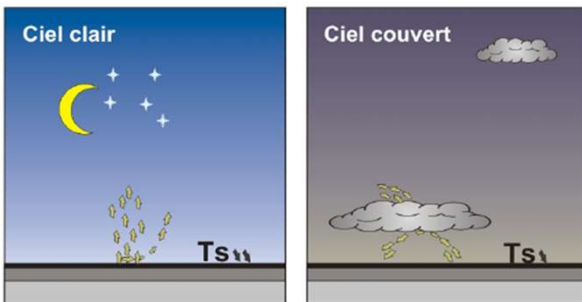
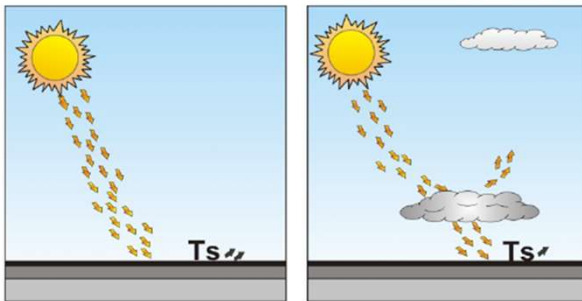


# Chaussées / trottoirs : choix des revêtements innovation



# CHOIX DES REVÊTEMENTS : COULEUR (ÉMISSIVITÉ)

## Échanges thermiques par rayonnement



Voûte céleste  $T < -50^{\circ}\text{C}$

## Impact sur le risque hivernal

Un revêtement « noir » se refroidit beaucoup plus vite la nuit qu'un revêtement « clair »

⇒ Plus la chaussée est claire (réfléchissante) moins le risque hivernal est élevé.

⇒ Choix de la couleur des granulats, du liant (un BBSG présente plus de risque qu'un Béton de ciment), ... *Vigilance à avoir sur les liants végétaux (résistance au sel ?)*

*Attention à la peinture : problème d'adhérence*

## Intérêt pour les îlots de chaleur urbains

Chaussée claire : moins de stockage d'énergie dans le sol

Peinture réfléchissante : à éviter, problème de réverbération, confort des usagers....

# CHOIX DES REVÊTEMENTS : STRUCTURES

Les **revêtements drainants** présentent un risque hivernal plus important en VH (plus grande surface en contact avec l'air, humidité stagnante dans les pores, sel restant prisonnier dans la structure, effet « isolant » ne permettant pas un réchauffement par le sol...)

⇒ l'usage est de déconseiller les BBDR dans les zones soumises à de fortes rigueurs hivernale.

**Cependant** : ils peuvent présenter des avantages importants pour la gestion des eaux pluviales et de ruissellement

⇒ Il convient donc de pondérer les risques et de ne pas exclure systématiquement cette technique, mais plutôt de l'accompagner (surveillance accrue, interventions anticipée...)



**Attention particulière à avoir sur le revêtements des pistes cyclables si on veut qu'elles soient aussi utilisées en hiver !**

# CHAUSSÉES « CHAUFFANTES » OU « REFROIDISSANTES »

Circulation d'un fluide (ex: géothermie) dans des tuyaux immédiatement sous la chaussée => échangeur de chaleur

Permet de refroidir en été (+ la chaleur récupérée peut être réutilisée pour par exemple chauffer des piscines)

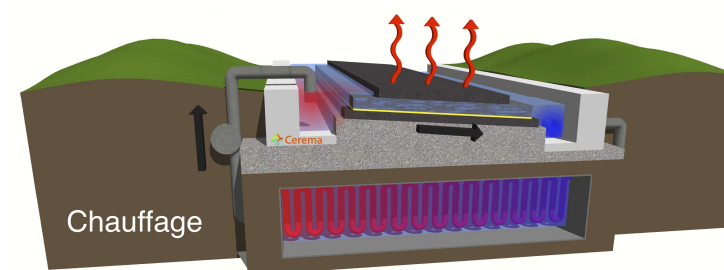
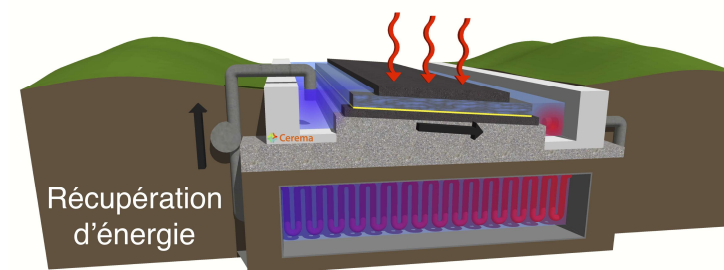
Permet de réchauffer en hiver et éviter les verglas

Recherche en cours sur l'ajout de MCP, matériaux qui au moment de leur changement de phase absorbent de l'énergie (et donc refroidissent le milieu) ou en dégagent (et donc réchauffent le milieu)

En fonction du choix et des associations de MCP, possibilité d'atténuer les changements de températures au niveau de la chaussée.

*Limites : coûts, non transposables à de grands linéaires, impact environnemental global (construction, gestion de l'eau...) à évaluer, résistance au trafic lourd ?...*

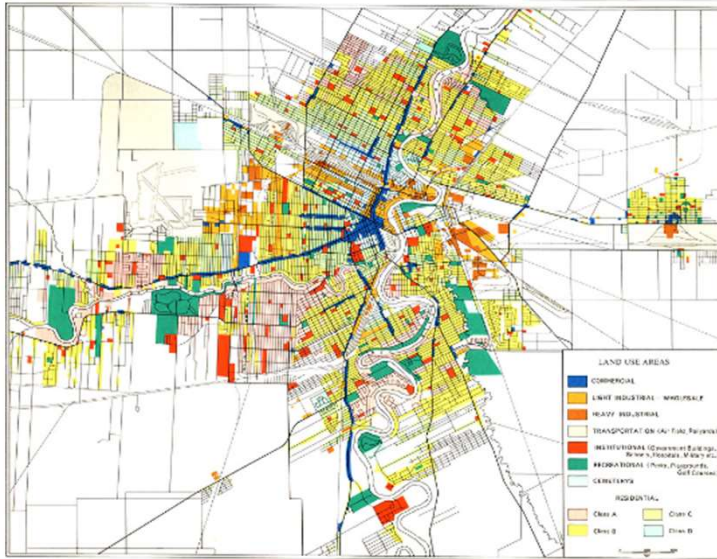
*Cible : plutôt places de centre-ville, zones piétonnes...*



# La stratégie – la planification urbaine



# LA STRATÉGIE – PLANIFICATION URBAINE



Penser dès la conception (planification, projets d'urbanisme...) à tous les usages et usagers.  
Repenser la mobilité : continuité transports en commun / mobilité douce.  
Intégrer toutes les thématiques : urbanisme, gestion des eaux pluviales, confort thermique, exploitation (dont VH)...  
Ne pas opposer les sujets mais dialoguer, pondérer les risques, faire des choix techniques éclairés et accompagner leurs conséquences.

# Les ressources



# RESSOURCES CEREMA

**Rafrâichir les villes – Des solutions variées** : <https://www.cerema.fr/fr/actualites/rafraichir-villes-guide-synthetique-propose-proche> (ISBN 979-10-297-1748)

**SESAME : un projet innovant sur les arbres et arbustes urbains, et l'adaptation au changement climatique** :

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/sesame-projet-innovant-arbres-arbustes-urbains-adaptation-au>

**Viabilité Hivernale – Définir une stratégie de traitement des routes** – Guide Cerema

<https://www.cerema.fr/fr/centre-ressources/boutique/viabilite-hivernale>



## Merci de votre attention

**Rémy Claverie** ([remy.claverie@cerema.fr](mailto:remy.claverie@cerema.fr)) - 06 37 47 33 44

Cerema Est – Agence de Nancy - Équipe de Recherche TEAM

**Heidi Kauffmann** ([heidi.kauffmann@cerema.fr](mailto:heidi.kauffmann@cerema.fr)) – 06 70 10 05 66

Cerema Est – Agence de Nancy – Pôle Viabilité Hivernale

