

MOOC CLIMAT

Causes et enjeux du changement climatique



SEMAINE 5 : IMPACTS REGIONAUX ET ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ce document contient les transcriptions textuelles des vidéos proposées dans la partie « Les zones urbaines » de la semaine 5 du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.

Ville et changement climatique

Aude LEMONSU

Chargée de recherche – CNRS

Donc je vais vous parler dans cette présentation des interactions entre le climat urbain et le changement climatique et des stratégies d'adaptation des villes face à ces effets combinés.

- Donc la ville modifie l'environnement par un effet d'anthropisation, particulièrement en raison d'une imperméabilisation importante des couverts naturels.
- Donc face à cette modification du milieu, la ville est le siège d'un climat local très spécifique que les météorologues appellent le climat urbain.
- ⇒ Et un des processus les plus connus de ce climat urbain est le phénomène d'îlot de chaleur urbain.
- Cet îlot de chaleur urbain se traduit par un effet de surchauffe en ville, c'est-à-dire que l'on observe très fréquemment dans les rues d'une ville des températures de l'air qui sont plus

chaudes de plusieurs degrés de celles qui peuvent être observées dans la campagne environnante.

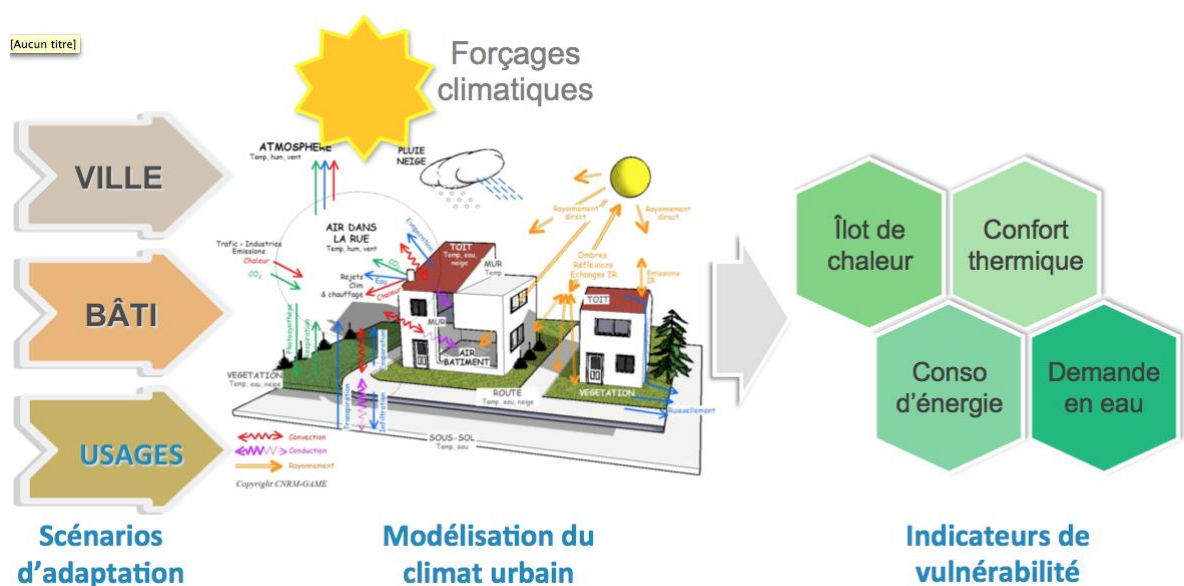
- C'est au cours de la nuit que ce phénomène d'îlot de chaleur urbain est le plus intense et il est encore amplifié lors d'événements météorologiques particuliers.
- ⇒ C'est le cas lors de situations météorologiques estivales, chaudes et ensoleillées et plus particulièrement lors de canicules.
- Alors, ça a été particulièrement le cas lors de la canicule de 2003 sur la région Île-de-France.
- ⇒ En effet, durant cette période, la canicule a donné lieu à des températures très élevées sur toute la région pendant plusieurs journées, et à cela s'est ajouté cet effet d'îlot de chaleur urbain qui a été particulièrement fort puisqu'il a atteint plus de 10°C sur Paris intra-muros.
- Donc cet îlot a limité le refroidissement nocturne dans la ville et donc a contribué à aggraver les impacts sanitaires d'un événement météorologique qui était déjà exceptionnel.
- ⇒ Donc cet exemple illustre bien tout l'enjeu du climat urbain et du problème d'îlot de chaleur urbain mais aussi la question des impacts régionaux du changement climatique puisqu'aujourd'hui, on sait de façon quasi certaine que dans le futur, les événements de canicule deviendront de plus en plus fréquents.
- Donc une étude plus spécifiquement sur la région parisienne a été menée sur cette question, à partir de l'analyse d'un grand jeu de projections climatiques issues de modèles régionaux de climat et les résultats que je présente sur cette figure montrent qu'à l'horizon 2100, les canicules devraient devenir non seulement plus fréquentes mais également beaucoup plus longues et beaucoup plus intenses.
- ⇒ En moyenne, on s'attend à ce qu'en 2100, sur la région Île-de-France, la zone soit affectée par une à deux canicules par an, ce qui représente environ 11 jours de situation de canicule chaque année.
- Donc, le couplage entre le climat urbain d'une part et le changement climatique d'autre part, nous laisse penser que la vulnérabilité de la ville et des villes en général devrait augmenter dans le futur.

Une autre question, un autre enjeu de ces effets du changement climatique en ville est également la question énergétique.

- Donc sous l'effet du réchauffement global, on s'attend également à ce que l'usage de l'énergie pour le chauffage et pour la climatisation évolue, on a déjà observé une

augmentation des équipements en climatisation dans les villes et on pourrait observer dans le futur une augmentation des pics de surconsommation d'énergie en été, liée à l'usage de la climatisation.

- Dans ce contexte, les acteurs institutionnels et les professionnels de l'aménagement urbain sont de plus en plus interpellés sur ces problématiques-là et ils s'interrogent aujourd'hui sur les stratégies d'adaptation des villes face à ces enjeux et sur leur efficacité.
- Alors, la question de produire, enfin d'imaginer et d'évaluer des stratégies d'adaptation pour les villes est particulièrement complexe et ardue puisqu'on se place sur des échelles de temps très longues (donc typiquement à la fin du siècle), et donc sur ces échelles de temps-là, il faut non seulement prendre en compte l'évolution du changement climatique et de ses impacts régionaux mais pas seulement.
- ⇒ On doit également tenir compte de l'évolution de la ville elle-même sous l'effet de la pression démographique, l'expansion urbaine mais aussi de l'évolution des méthodes architecturales et des méthodes constructives et il faut également tenir compte de l'évolution des modes de vie notamment en termes d'usage de l'énergie et en termes de modes de transport.
- Donc ce constat nous montre qu'il est impératif, du moins nécessaire, d'aborder cette question des stratégies d'adaptation plutôt par des approches systémiques et interdisciplinaires de manière à prendre en compte l'ensemble des processus ou du moins une grande partie des processus qui interviennent et qui interagissent.
- C'est ce que font un grand nombre de projets de recherches actuellement qui font appel à des experts de différentes disciplines pour étudier ces processus.



⇒ Donc notamment des experts en climat, en météorologie urbaine mais également en architecture, en urbanisme, en économie ou encore en géographie et en sciences humaines et sociales.

⇒ Et on assiste également à une implication de plus en plus forte des acteurs institutionnels dans ce type de projet.

Alors, récemment, différents projets de recherches ont été menés plus particulièrement sur la région Île-de-France et sur la ville de Paris et aujourd'hui, une compilation des différents résultats obtenus nous permet de dégager certains résultats particulièrement intéressants.

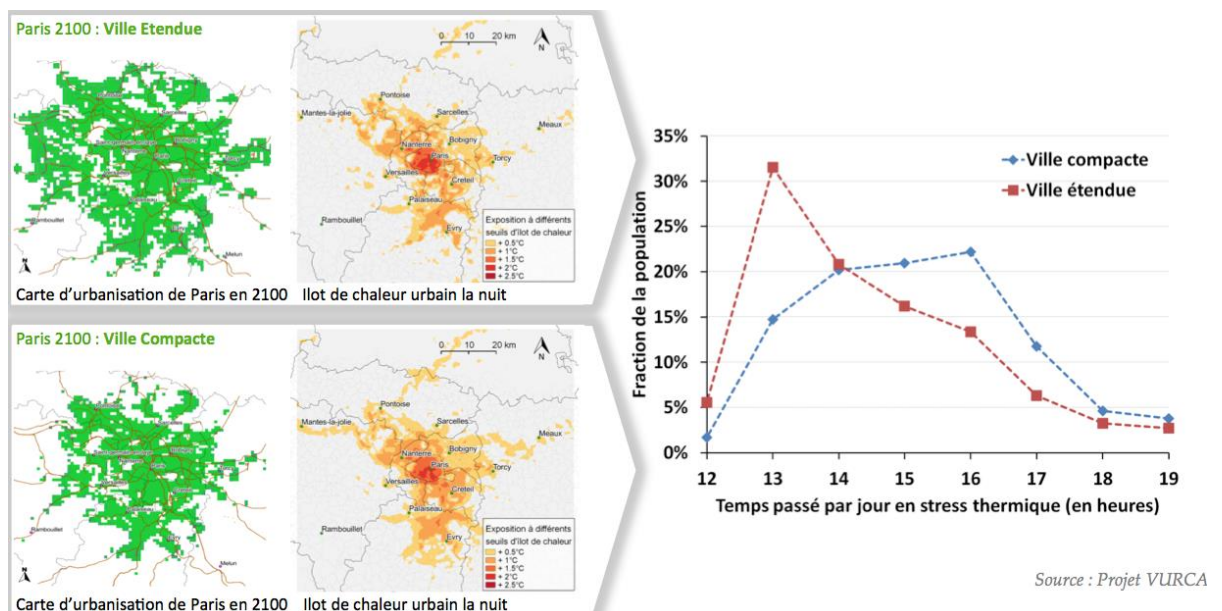
➤ Alors, d'une part, les premières études se sont intéressées à l'impact des politiques de planification urbaine à l'échelle de la ville entière ou de l'agglomération et en particulier, se sont intéressées à l'impact des stratégies d'expansion urbaine des villes.

➤ Alors ici, je vous présente les résultats qui ont été obtenus pour la ville de Paris à l'horizon 2100 où deux scénarios d'expansion de Paris ont été comparés.

- Un scénario de ville étendue, c'est-à-dire que l'on laisse la ville s'étendre sans contrainte particulière et donc dans ce cas-là cela favorise plutôt le développement des quartiers résidentiels peu denses tout autour de Paris ;

- Et au contraire, un scénario que l'on va appeler scénario de ville compacte (donc en bas sur ce graphique), où les politique de planification urbaine vont restreindre l'étalement urbain. Donc dans ce cas-là, on va plutôt avoir une densification de la ville existante, et on va favoriser des formes architecturales compactes et du logement collectif.

➤ Donc la question est de savoir comment ces stratégies vont affecter l'îlot de chaleur urbain et les conditions de confort climatique dans la ville.

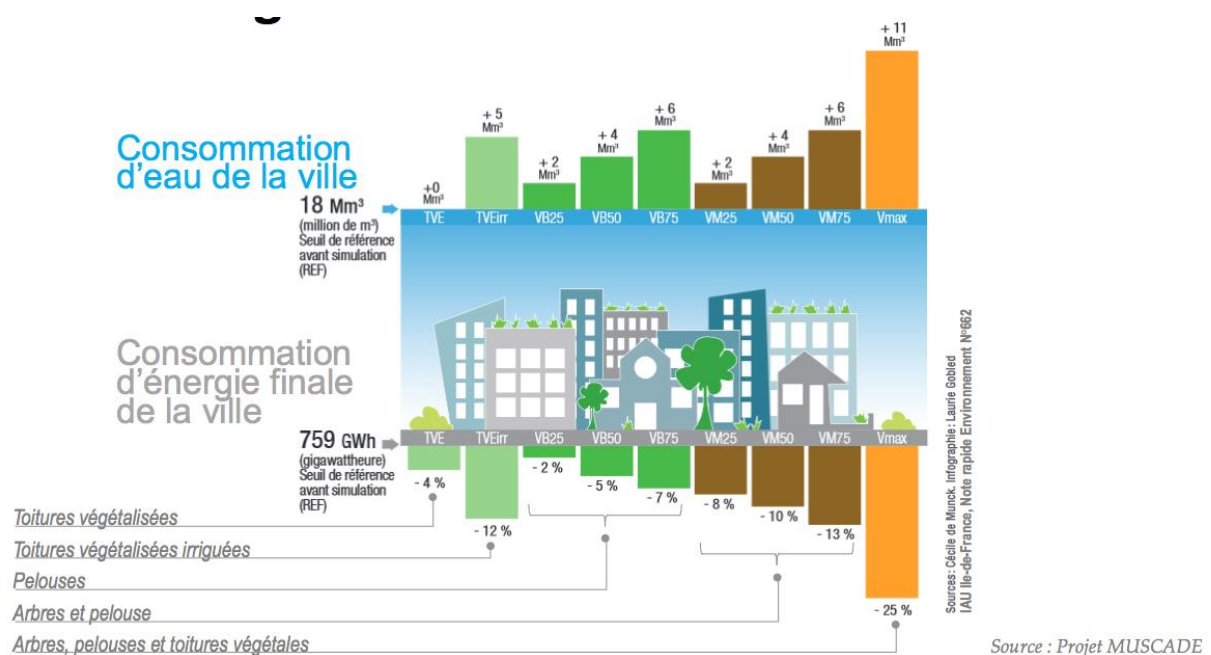


- Alors, les résultats nous indiquent que l'îlot de chaleur urbain lui-même, donc sur les figures au centre de l'image est très peu affecté finalement par la forme et la taille de la ville.
- Cet îlot de chaleur urbain, il est plus marqué sur les zones centrales, donc Paris intra-muros et la proche banlieue, et finalement son intensité est tout à fait comparable dans le cas des deux scénarios étudiés.
- Par contre, si on analyse les résultats sous une perspective différente, notamment en tenant compte de la distribution de la population dans la ville, les résultats peuvent être sensiblement différents.
- En effet, lorsqu'on est dans le cas d'une ville compacte, la répartition de la population se fait de façon privilégiée vers le centre de la ville, donc la population est concentrée dans le centre, qui sont aussi les zones les plus vulnérables car les plus affectées par le phénomène d'îlot de chaleur urbain et donc sur la figure sur la droite, on voit bien que les conditions d'exposition à la chaleur dans le cas d'une canicule sont plus défavorables dans le cas d'une ville compacte que dans le cas d'une ville étendue.

Les stratégies d'adaptation aux changements climatiques et les stratégies d'atténuation de l'îlot de chaleur urbain font souvent référence aux stratégies de végétalisation du milieu urbain.

- Alors, pour évaluer l'effet de telles stratégies à grande échelle, une étude a été menée également sur la région parisienne et on s'est intéressé à différents systèmes végétaux.
- ⇒ Donc d'une part des stratégies qui ont favorisé l'implantation de toitures végétales sur une grande partie des bâtiments de la région parisienne ont été testées ;
- ⇒ Mais aussi des stratégies où on a favorisé une réintroduction de la végétation de pleine terre sur les surfaces au sol disponibles. Donc une végétation de pleine terre qui peut prendre la forme soit de pelouse, soit la forme d'une végétation mixte qui combine végétation herbacée et végétation arborée.
- En termes de rafraîchissement sur la température de l'air dans les rues, les résultats nous indiquent que finalement c'est la végétation de pleine terre qui a un rôle prépondérant sur cet effet de rafraîchissement, et de façon assez intuitive, on se rend compte que plus on ajoute de végétation en ville, plus l'effet de rafraîchissement est efficace.
- ⇒ Et c'est particulièrement le cas lorsque la végétation est une végétation mixte avec de la pelouse et de la végétation arborée.
- Par contre, en ce qui concerne les toitures végétalisées, l'effet sur la température de l'air dans la rue est relativement marginal.

- ⇒ Par contre, cette toiture végétalisée peut avoir un rôle positif, c'est ce que l'on présente sur cette figure-ci, en particulier sur la consommation d'énergie.
- ⇒ En effet, les toitures végétalisées vont jouer un rôle d'isolant sur les bâtiments et vont également réduire les variations de température des toits structuraux et par conséquent, cela va permettre une économie non négligeable d'énergie liée à l'usage du chauffage en hiver et à l'usage de la climatisation en été.
- Donc, comme on peut le voir, effectivement, les différentes stratégies de végétalisation peuvent avoir un effet positif sur le microclimat urbain et sur le confort, sans parler également des aspects positifs en termes de biodiversité ou également d'amélioration des ambiances urbaines.
- Toutefois, il est important de souligner qu'on ne peut pas imaginer des stratégies de végétalisation sans prendre en compte la question de la ressource en eau associée au fonctionnement de cette végétation et à son efficacité.



- ⇒ Et là sur ce graphique du haut, les barres représentent la consommation d'eau associée aux différentes stratégies de végétalisation qui ont été testées, et donc, on imagine bien que dans le futur, on peut se trouver rapidement confronté à une problématique d'usage de l'eau, en particulier en contexte estival et en contexte de sécheresse, notamment lorsque l'on observe un abaissement du débit des rivières.

Enfin, pour terminer, au vu des différents résultats de ces études mais également de notre connaissance actuelle du changement climatique et du réchauffement global, il apparaît difficile aujourd'hui d'envisager les villes du futur sans climatisation afin que les habitants puissent assurer leur confort intérieur dans les bâtiments.

- ⇒ Malgré tout, un usage massif et sans restriction de la climatisation pose forcément de sérieux problèmes, d'une part en termes de consommation d'énergie mais aussi en termes d'aggravation des îlots de chaleur urbains.
- ⇒ En effet, les climatiseurs rejettent de l'air chaud vers l'extérieur, ce qui va avoir tendance à augmenter de façon significative la température de l'air dans la rue.
- Alors, on a pu voir que certains leviers d'action permettent de réduire cette demande en énergie, c'est le cas de la végétation, c'est aussi le cas de l'amélioration des performances énergétiques des bâtiments.
- Malgré tout, les résultats nous montrent que le comportement des habitants dans la ville et de leurs usages énergétiques peut jouer un rôle prépondérant sur l'efficacité des stratégies qui peuvent être mises en œuvre.
- Et des gestes simples comme l'usage de protection solaire en fermant ses volets pendant la journée ou un usage plus raisonné de la climatisation en régulant la température de consigne dans les bâtiments peuvent véritablement jouer un rôle prépondérant sur les consommations d'énergie.
- ⇒ Donc il apparaît aujourd'hui essentiel de réfléchir à une sensibilisation de la population et à une information de la population sur ces problématiques et à inciter les gens à sensiblement adapter leur comportement quotidien dans leur logement et dans leur lieu de travail.

Solutions d'aménagements urbains en prévention / adaptation des îlots de chaleur urbains

Fabienne DAVID

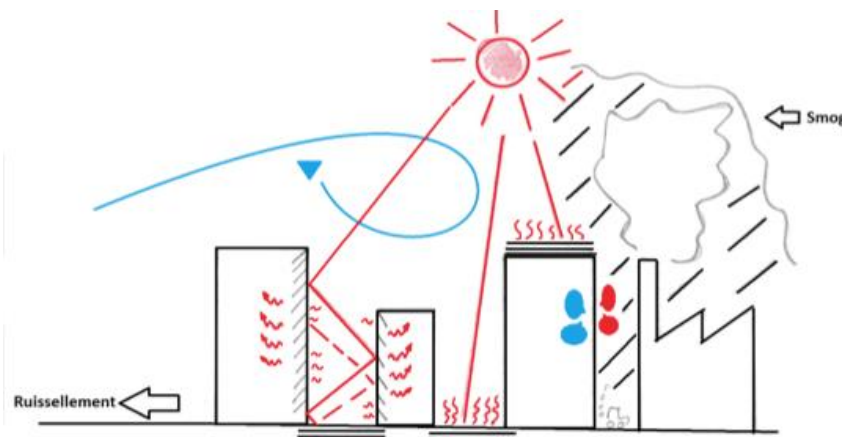
Véolia Recherche et Innovation

Je vais vous parler dans cette présentation des îlots de chaleur urbains. Le Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat s'accorde sur une intensification future des événements météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur.

Dans le cadre d'une démarche de résilience aux changements climatiques, certaines villes ont mis en œuvre des stratégies d'atténuation des îlots de chaleur urbains. Ces stratégies peuvent être envisagées à l'échelle du territoire et de la ville mais également à l'échelle du quartier et de la rue.

Alors qu'est un îlot de chaleur urbain ?

- Un îlot de chaleur urbain correspond d'une part à une élévation localisée des températures de l'air en milieu urbain, celle-ci étant significativement plus élevée que les températures en zone périurbaine et d'autre part à une diminution de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit.
- C'est un phénomène physique, climatique d'origine naturelle et anthropique étroitement lié à la modification environnementale générée par l'accroissement urbain.



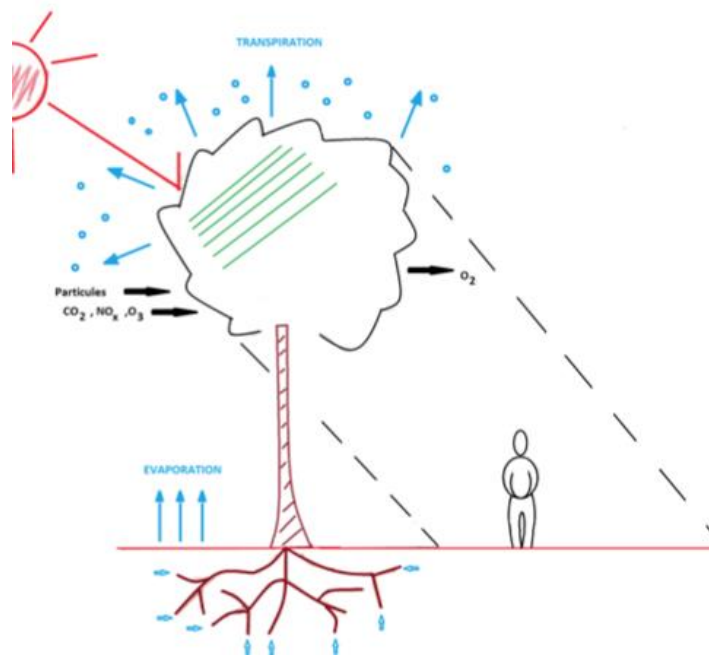
- Il dépend du climat local et de perturbations liées à l'activité humaine telles que la diminution de la couverture végétale, l'imperméabilisation et les propriétés des matériaux, la morphologie urbaine propice au piégeage radiatif et à la perturbation de la dynamique des masses d'air et à l'activité humaine qui génère pollution et chaleur.

Alors, quels sont les impacts des îlots de chaleur urbains ?

- Les îlots de chaleur urbains ont pour conséquence d'exacerber des épisodes de chaleur intense et ont de nombreux impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Ils participent à la pollution atmosphérique de par la dépendance de la concentration de certains polluants avec la température de l'air, ils favorisent le smog, l'accumulation et la stagnation des pollutions ainsi que la dégradation de la qualité de l'air intérieur au sein des bâtiments.
- La chaleur accablante accentuée par les îlots de chaleur urbains, peut provoquer des troubles de la santé allant de l'inconfort jusqu'à certaines maladies pouvant causer la mort, par exemple les maladies cardio-vasculaires.
- ⇒ L'épisode caniculaire de 2003 a mis en évidence le phénomène d'îlot de chaleur urbain de manière dramatique dans certaines villes françaises et plus largement européennes.
- Bien que nul ne soit à l'abri, certaines populations sont bien plus vulnérables telles que les jeunes enfants et les personnes âgées.

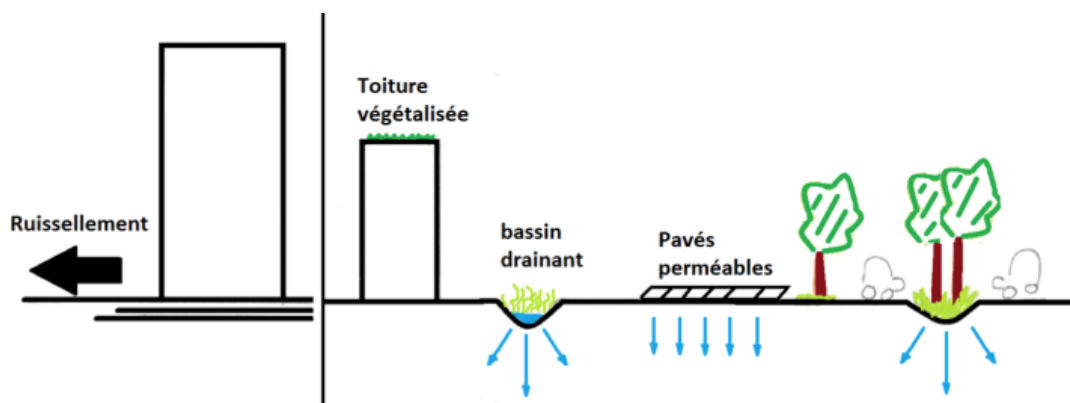
Alors, quels sont les mesures locales qui permettent de lutter contre les îlots de chaleur urbains ?

- Le milieu urbain se caractérise par une forte densité du bâti ainsi qu'une minéralisation importante.
- Les propriétés radiatives et thermiques des matériaux favorisent la rétention de la chaleur le jour qui est rediffusée durant la nuit.
- Alors, pour limiter l'impact des îlots de chaleur urbains, il faut réduire la température de surface des matériaux.
- ⇒ On peut mettre en place un certain nombre de mesures au niveau des infrastructures, notamment utiliser des matériaux avec des réflectivités et des émissivités élevées ;
- ⇒ Ou encore des peintures ou des revêtements de couleur pâle au niveau des trottoirs, au niveau donc des aires de stationnement ou des routes.
- ⇒ On peut également utiliser des revêtements ou des membranes réfléchissantes au niveau des toitures.
- Pour limiter l'impact des matériaux, on peut également envisager de mettre en œuvre des stratégies de végétalisation.



- Cette approche est d'ailleurs l'une des mesures les plus utilisées, la plus pratiquée actuellement.
- ⇒ Elle permet un rafraîchissement localisé de la température de l'air grâce à une augmentation du taux d'humidité par évapotranspiration.
- Alors, il existe diverses mesures qui peuvent être utilisées et même combinées telles que l'implantation d'espaces verts, de parcs, mais également d'arbres et d'arbustes qui favorisent d'ailleurs le phénomène d'écran et d'ombrage et permettent une diminution de la température au niveau du sol mais également au niveau des bâtiments.
- ⇒ On peut mettre en œuvre des toitures et des murs végétalisés qui protègent les bâtiments du rayonnement solaire ou encore végétaliser les aires de stationnement pour augmenter la surface d'évapotranspiration.
- La végétalisation a de nombreux avantages :
 - Elle permet d'améliorer la qualité de l'air ;
 - C'est également un bienfait social (effectivement les parcs et les espaces verts sont des espaces recherchés par les citoyens).
 - Et elle permet aussi une meilleure gestion des eaux de ruissellement en, tout simplement, limitant les flux allant vers les réseaux d'assainissement ou les cours d'eau.
- En effet, certains matériaux de construction ont la particularité d'être imperméables. Ils ne peuvent pas permettre donc l'infiltration, ni l'absorption des eaux de pluie.

- ⇒ Ils favorisent l'augmentation des ruissellements urbains et peuvent même contribuer à des phénomènes d'inondation intense.
- La gestion durable des eaux de pluie est un moyen de lutte contre les îlots de chaleur urbains. Elle implique de mettre en œuvre des stratégies, je dirais, des stratégies qui permettent l'implantation de techniques alternatives.
- Il existe un certain nombre de techniques alternatives. Ces techniques permettent de maintenir l'eau sur site en favorisant l'évapotranspiration, l'infiltration naturelle, la biodiversité, et donc de réduire la température de l'air localement.
- ⇒ Alors on peut citer les fossés engazonnés, les tranchées drainantes, les chaussées perméables et encore donc les toitures végétalisées.



- ⇒ Toutes ces techniques permettent de remettre en valeur l'eau au sein du paysage urbain.
- Cette remise en valeur de l'eau au sein du paysage urbain, au sein du cadre du bâti, correspond à un réel besoin pour le développement durable de nos urbanisations.
- Il est d'ailleurs proposé aux citoyens, à la population l'accès à certains lieux privilégiés donc qui mettent d'ailleurs en valeur le quartier grâce à l'eau.
- ⇒ Donc vous avez des îlots de fraîcheur, tels que des aires aquatiques, des fontaines, des bassins et plus récemment des miroirs d'eau et l'utilisation d'humidification des surfaces qui font d'ailleurs l'objet d'expérimentations par notre groupe à Lyon et qui permettent la réduction de la température de surface.

L'étalement urbain impose une réflexion plus globale et une stratégie à l'échelle du territoire en matière d'aménagement et des déplacements urbains.

La ville en constante évolution peut intégrer ces différentes stratégies au sein des plans de restructuration, de développement, ou encore de revalorisation urbanistique.

Il existe différentes applications aujourd'hui qui sont à la portée des municipalités, des entrepreneurs mais aussi des citoyens pour lutter contre les îlots de chaleur urbains et contribuer à l'amélioration de la santé et de l'environnement.