

**EXAMEN PROFESSIONNEL D'AVANCEMENT DE GRADE DE
TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 1^{er} CLASSE**

SESSION 2023

ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS OPÉRATIONNELLES

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.

Durée : 3 heures
Coefficient : 1

SPÉCIALITÉ : ESPACES VERTS ET NATURELS

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 28 pages.

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend
le nombre de pages indiqué.**

S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

Vous êtes technicien principal territorial de 1^{er} classe au sein de la direction des espaces publics, responsable du service Nature et Jardins, de Techniville, commune de 60 000 habitants.

Dans un contexte de changement climatique, le Maire exprime son inquiétude face aux vagues de chaleur intense qui deviennent plus précoces et plus fréquentes en raison du changement climatique.

Dans un premier temps, la Directrice des Services Techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur le rôle des espaces verts dans le réchauffement climatique.

10 points

Dans un deuxième temps, votre DST vous sollicite pour élaborer un ensemble de propositions opérationnelles dans les prérogatives de votre service pour lutter contre les îlots de chaleur urbains en densifiant notamment la ville en espaces verts.

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

10 points

Liste des documents :

Document 1 : « Le changement climatique » - *Agence Parisienne du Climat* - Juillet 2022 - 5 pages

Document 2 : « Sol et végétal : au cœur des aménagements urbains » - *Cerema - Mars 2020* - 5 pages

Document 3 : « Faites fondre les îlots de chaleur » - *Technicités* – 19 Mai 2022 - 5 pages

Document 4 : « Technicien : que dit la réglementation ? » (extraits) - *Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires* - 3 pages

Document 5 : « Améliorer des îlots de fraîcheur et améliorer les espaces de vie : guide pour les gestionnaires d'habitation » - (extraits) - *Centre d'écologie urbaine de Montréal* - 2013 - 8 pages

Dans le cadre de sa politique environnementale, la cellule pédagogique nationale privilégie des impressions en noir et blanc. Les détails non perceptibles du fait de ce choix reprographique ne sont pas nécessaires à la compréhension du sujet et n'empêchent pas son traitement.

Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

Le changement climatique

Qu'est-ce que le réchauffement climatique ? Définition

Réchauffement, dérèglement, changement climatique... Quelles différences ?

Le **réchauffement climatique** est le constat d'une augmentation de la température terrestre moyenne sur de longues périodes. On parle aussi de **changement climatique** ou de **dérèglements climatiques** car on note des changements importants dans les phénomènes climatiques : des canicules plus fréquentes et intenses, une perturbation du cycle de l'eau avec plus de précipitations violentes mais aussi plus de sécheresses, des ouragans et des tempêtes plus nombreuses, un déplacement d'évènements saisonniers, etc. Il s'agit d'étudier et d'anticiper les variations de température pour l'ensemble du globe et sur des temps longs (étude du climat à grande échelle) et non la variabilité des températures à l'échelle de quelques jours ou sur une saison (prévisions météorologiques).

Les causes du réchauffement climatique : origine naturelle ou origine humaine (anthropique) ? L'effet de serre, un phénomène naturel

Un tiers des rayons du soleil que reçoit la terre est renvoyé par elle dans l'atmosphère sous forme de **rayonnement infrarouge** ; les deux tiers restants étant absorbés par les océans et les sols. Des gaz naturellement présents dans l'atmosphère, comme l'**ozone** (O₃), la **vapeur d'eau** (H₂O), le protoxyde d'**azote** (NO₂), le méthane (CH₄) ou le dioxyde de carbone (CO₂), empêchent une partie de ce rayonnement

de s'échapper dans l'espace et le renvoient vers la terre, ce qui la réchauffe. C'est l'**effet de serre**. Ce **phénomène naturel** nécessaire joue un **rôle de régulateur du climat** et permet à la terre d'avoir une température moyenne habitable (15°C au lieu de -18°C).

L'augmentation des gaz à effet de serre due aux activités humaines

Mais l'homme a modifié cet équilibre en envoyant de grandes quantités de **gaz à effet de serre** dans l'atmosphère depuis les **premières révolutions industrielles** jusqu'à nos jours (effet de serre additionnel). Principalement du CO₂ (77% des émissions) avec l'**utilisation massive des énergies fossiles** (pétrole, charbon, gaz) mais aussi du méthane avec l'agriculture intensive et les décharges. En cause également la déforestation, les forêts ayant un **rôle de captage du CO₂** (puits de carbone). Depuis 1850, le CO₂ a augmenté de 40%. Il était de **270 ppm** (parties par millions) à la fin du 19^e siècle. Il a dépassé les **410 ppm** aujourd'hui (moyenne annuelle), la plus forte concentration depuis au moins 2 millions d'années. Sa présence dans l'atmosphère peut durer plusieurs centaines d'années. L'augmentation du dioxyde de carbone dans l'atmosphère due aux activités humaines est la **principale cause du réchauffement climatique**, tandis que les émissions de méthane et de protoxyde d'azote, de puissants gaz à effet de serre, augmentent également dangereusement.

Il est sans équivoque que l'influence humaine a réchauffé la planète, les océans et les terres. Résumé pour

décideur du 6e rapport d'évaluation du premier groupe de travail du GIEC.

L'augmentation de la température moyenne

Résultat, la température moyenne à la surface de la planète est en constante augmentation. Au niveau global, elle a progressé d'environ **1,1°C** depuis la fin du 19^e siècle, davantage sur les terres qu'au-dessus des océans, et surtout sur les pôles. A Paris, les températures observées ont augmenté de 2,3 °C depuis le début de la période industrielle.

Les scientifiques s'attendent à ce qu'il se poursuive à court terme, d'après le dernier rapport du GIEC **la barre des 1,5 °C a de grande chance d'être dépassée avant le milieu du siècle**. D'ici 2100, le réchauffement dépendra grandement des émissions futures : le scénario à très faibles émissions testé par le GIEC limiterait le réchauffement à 1,4 °C, alors que **dans un scénario très émetteur il serait autour de 4,4 °C, et pourrait même dépasser largement les 5 °C**. Pour limiter les conséquences dramatiques pour l'humanité et la biosphère, il est urgent de **réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre, en limitant notamment l'utilisation des énergies fossiles**.

Qu'est-ce que le GIEC ?

Le **GIEC** (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) a pour mission **d'évaluer et synthétiser les nombreuses études sur le changement climatique publiées à travers le monde**. Régulièrement, le GIEC produit des rapports d'évaluation qui constituent un **état des lieux des connaissances scientifiques sur le changement climatique**. Le dernier rapport a été publié en 2013-2014, avec la participation de **plusieurs milliers de scientifiques de 170 pays**. La production du GIEC constitue **l'apport scientifique alimentant les négociations internationales sur le climat**.

Les conséquences du réchauffement climatique

À l'échelle de la planète, une hausse de la température moyenne de 1,1 °C a des conséquences considérables à l'échelle locale, à la fois sur les équilibres écologiques et sur nos sociétés.

Dérèglements météorologiques

Depuis des décennies à présent, météorologues et climatologues du monde entier observent les **effets du réchauffement sur les phénomènes météorologiques** : des canicules plus fréquentes et intenses, une augmentation des pluies intenses, des sécheresses et des cyclones tropicaux. La probabilité et l'intensité de ces phénomènes augmentera à mesure que le climat global se réchauffera.

Océans

Le réchauffement climatique entraîne une **élévation du niveau des océans**. Il a augmenté de **20 cm** entre 1901 et 2019, et cela devrait s'accélérer, pour atteindre entre 1 et 2 m environ dans un scénario très émetteur (entre 28 à 55 cm dans le scénario le moins émetteur du GIEC). En cause, la fonte des glaces dans l'antarctique et le recul des glaciers. A noter qu'il s'agit d'un phénomène irréversible, voué à se poursuivre pendant au moins des siècles.

Très préoccupant également : **l'acidification des océans**. La grande quantité de CO₂ captée par les océans rend ces derniers plus acides avec de graves interrogations sur la capacité d'adaptation des coquillages, des récifs coralliens ou du plancton. D'autant plus préoccupant que l'océan est le principal puits de carbone.

Biodiversité

Le changement climatique impose des conditions nouvelles face auxquelles de nombreuses espèces n'ont pas le temps de s'adapter : augmentation des températures, perturbation des événements saisonniers saisonniers,

prolifération d'espèces invasives, multiplication d'événements climatiques extrêmes (sécheresses, feux, cyclones...), etc. **Ces bouleversements ont déjà conduit à des mortalités massives et aux premières extinctions climatiques d'espèces**, et à la perte d'écosystèmes polaires, montagneux et équatoriaux. La biodiversité est d'autant plus en danger que le changement climatique s'ajoute à d'autres pressions d'origine humaine comme la destruction d'habitats naturels, l'exploitation directe des espèces ou la pollution des écosystèmes. L'équilibre des écosystèmes naturels, dont l'Homme dépend, s'en trouve modifié et menacé. À chaque dixième de degré de réchauffement, de nouvelles espèces sont menacés, avec un grand risque de mortalités massives dès 1,5 °C.

Les conséquences sur l'Homme

L'Homme n'est pas épargné par ces bouleversements. D'après le GIEC, **environ la moitié de la population mondiale vit dans des contextes très vulnérables au changement climatique**. Celui-ci affecte déjà les **rendements agricoles et de la pêche**, et la sécurité alimentaire de millions de personnes dans le monde est menacée par des événements climatiques extrêmes. **Avec un réchauffement de 2 °C, des centaines de millions de personnes supplémentaires pourraient se retrouver en sous-nutrition**. Celle-ci aggrave le risque de maladies, alors que de nombreuses devraient profiter du changement climatique : **chikungunya, dengue, malaria, choléra, zoonoses...** Les pénuries d'eau devraient également se multiplier. L'aggravation des **vagues de chaleur** augmentera le risque de surmortalité, notamment dans les villes, soumises à l'effet d'îlot de chaleur urbain. En France, un été caniculaire comme nous l'avons connu en 2003, qui avait fait 15 000 morts, deviendrait fréquent à la fin du siècle. Sans oublier les effets sur la santé mentale des bouleversements du climat.

Le changement climatique a aussi des **conséquences sur l'économie mondiale**. Il **bouscule déjà les équilibres sociaux, sanitaires et**

géopolitiques dans de nombreuses régions du monde, avec des effets particulièrement lourds pour les régions et les populations vulnérables. La raréfaction des ressources (alimentaires, énergétiques,...) fait peser le risque de **nouveaux conflits**. Les catastrophes climatiques ont déjà causé le déplacement interne de plus de 20 millions de personnes entre 2008 et 2020. Face à la multiplication de ces événements et à l'élévation du niveau de la mer, les réfugiés climatiques pourraient se compter en centaines de millions. Plus d'un milliard de personnes feront face à des dangers spécifiques aux côtes d'ici 2050 d'après le GIEC.

Quelles solutions face au changement climatique ?

Comment réagir face au changement climatique ? Quelles solutions envisager ? Deux stratégies complémentaires sont déjà à l'œuvre à l'échelle internationale et à l'échelle locale : atténuer le réchauffement climatique en limitant les émissions et adapter les territoires aux effets du changement climatique.

Stratégie d'atténuation

À l'échelle internationale, les négociations entre les Etats aboutissent à des objectifs climatiques de plus en plus ambitieux. Les Etats se sont engagés lors de la COP21 et l'Accord de Paris à maintenir le réchauffement global bien en deçà des 2 °C et de continuer les efforts pour le limiter sous les 1,5 °C. Un objectif rappelé dans le pacte de Glasgow, fruit de la COP26, qui a établi des temps de passage pour y parvenir, notamment la neutralité carbone en 2050, tout en reconnaissant que les engagements individuels des Etats étaient pour l'heure très insuffisants. Le GIEC déplore de son côté l'écart entre les objectifs affichés et les politiques mises en œuvre, alors que les émissions de gaz à effet de serre n'ont jamais été aussi élevées dans l'histoire humaine.

Parmi les principaux secteurs émetteurs de GES, on trouve l'énergie (35%), les transports (14%), l'agriculture (14%), le bâtiment (6%)... Dans ces secteurs,

la **révolution** pour réduire les émissions de gaz à effet de serre est **déjà en marche** : développement des transports en commun, covoiturage, véhicules électriques, rénovation du bâti, bâtiment basse consommation (BBC), réduction ou optimisation des déchets et de l'eau...

Collectivités, citoyens — et, de plus en plus, les entreprises — veulent réduire leur impact sur l'environnement, faire des économies d'énergie et réduire leurs déchets.

Vous l'oubliez peut-être, mais en prenant votre vélo plutôt que votre voiture ou en réduisant votre facture de chauffage, vous luttez contre le réchauffement climatique !



Stratégie d'adaptation et de résilience

Mais le changement climatique est déjà là et produit des effets réels partout dans le monde. Il est donc nécessaire de s'adapter. Cela passe par la **protection des biens et des personnes** (plan canicule, plan inondation, lutte contre la précarité énergétique...), l'**entretien et la préservation du patrimoine naturel** (forêts, dunes, digues...) ou l'aménagement de l'espace urbain (ordonnancement urbain et bâti ; fontaines et points de rafraîchissement, espaces verts et végétalisation...).

La lutte contre le réchauffement climatique en France

En quelques dates

- 2000 : premier programme de lutte contre le réchauffement climatique
- 2004 : premier plan climat : naissance des plans climat-énergie territoriaux (PCET)

- 2005 : objectif facteur 4 : division par 4 des émissions de GES entre 1990 et 2050
- 2006 : stratégie nationale d'adaptation au changement climatique
- 2010 : loi Grenelle 2 2011 : plan national d'adaptation au changement climatique
- 2015 : loi sur la transition énergétique pour la croissance verte, avec la première Stratégie nationale bas carbone (SNBC)
- 2019 : loi énergie et climat
- 2021 : loi climat et résilience

Depuis 2005, la France poursuit sa baisse des émissions de gaz à effet de serre pour atteindre **435 Mt CO₂eq** (lien externe) (millions de tonnes équivalent CO₂) en 2019 (avant la pandémie), soit une diminution de 20 % par rapport à 1990. En revanche, son empreinte carbone, qui prend en compte les émissions associées aux importations, a elle augmenté de 5 % entre 1995 et 2019, pour atteindre 660 Mt CO₂eq, soit un peu moins de 10 tonnes par personne.

Le réchauffement climatique à l'échelle de la ville

Les villes sont particulièrement concernées par le réchauffement climatique du fait de la densité des activités et des populations. A Paris, le climat change aussi. A la fois victimes du changement climatique et grandes émettrices de CO₂, les **villes sont aussi pourvoyeuses de solutions concrètes et innovantes**. Qu'on songe simplement aux efforts entrepris depuis quelques années dans les secteurs du transport, du bâtiment ou de l'aménagement du territoire. Dans cette stratégie d'atténuation et d'adaptation, les villes jouent donc un **rôle moteur**. Paris y prend toute sa part avec son Plan Climat Energie Territorial (PCET). Elle se retrouve parmi les leaders des grandes capitales mondiales en la matière.

Informer, sensibiliser, conseiller les Parisiens sur les économies d'énergie et la rénovation énergétique, et accompagner la mise en œuvre opérationnelle du plan climat énergie

de la ville de Paris, telles sont justement les missions de l'Agence Parisienne du Climat.

Les opportunités d'une société bas carbone

Comment tendre vers des **sociétés "zéro" carbone ou neutres en carbone** quand notre **modèle de développement repose encore majoritairement sur les énergies fossiles** ? Les solutions existent. Elles passent par la transition énergétique et concernent tous les secteurs de l'économie, l'ensemble de notre système de production et de consommation. La lutte contre le réchauffement climatique représente une formidable opportunité, un **gisement de développements et d'innovations tant sociétales qu'économiques.**

Au niveau international, la transition énergétique et la lutte contre le changement climatique sont des opportunités pour limiter les tensions et les conflits et tendre vers une justice sociale. De plus en plus de chercheurs montrent ainsi que les dérèglements climatiques (sécheresses, mauvaises récoltes) sont souvent des facteurs aggravants dans le déclenchement des conflits. Au niveau local, maîtriser les consommations énergétiques, en isolant notamment les logements, permet de faire baisser les dépenses des ménages et ainsi lutter contre la **précarité énergétique.**

Enfin, le secteur de l'économie sociale et solidaire (ESS) est l'une des chevilles ouvrières de la **transition énergétique et écologique.**

La transition énergétique et la lutte contre le changement climatique doivent être compatibles avec un **développement durable**, c'est à dire **socialement juste, économiquement viable et environnementalement sain.**

Sol et végétal : au cœur des aménagements urbains

Le renouvellement du quartier Victor Hugo à Bagneux

Cette série de fiches vise à faire connaître à travers des retours d'expérience des solutions variées de désimperméabilisation et de renaturation de sols urbains. Ces solutions concernent différentes échelles, de la rue à la ville en passant par le quartier. Elles visent à répondre aux enjeux de la ville de demain en lien avec l'adaptation au changement climatique mais aussi aux besoins exprimés de plus de nature en ville et de développement de la biodiversité.

Cette fiche présente une opération de renouvellement urbain, à l'échelle d'un quartier, réintroduisant la nature en ville. La structuration de l'espace par le végétal et la désimperméabilisation ont permis de densifier le secteur tout en préservant un cadre de vie agréable.

Les différents réaménagements ont eu pour objectifs :

- la réintroduction du végétal et le maillage du quartier par une trame verte ;
- la reconfiguration des espaces de vie pour une mixité des usages ;
- l'amélioration du cadre de vie, la lutte contre les îlots de chaleur ;
- la connexion entre quartiers par modes doux ;
- la gestion des eaux pluviales en surface par le biais de noues.



LES ENJEUX

- Gestion en surface des eaux pluviales
- Désimperméabilisation
- Cadre de vie
- Mixité sociale



Fiche n° 01 - Mars 2020

Descriptif

Dans un contexte de création de ZAC et de développement des transports en commun (prolongement des lignes 4 et 15 du grand Paris Express), en 2017 la ville de Bagneux a souhaité s'engager dans un aménagement durable de son territoire en prenant en compte l'environnement de façon globale et intégrée et en mettant en œuvre diverses solutions de désimperméabilisation et renaturation des sols dans ses espaces publics.

L'opération présentée dans le cadre de cette fiche se situe dans la ZAC de l'écoquartier Victor Hugo et plus spécifiquement dans le quartier du théâtre et se caractérise par :

- la création d'une continuité verte nord-sud par un réseau de circulation douce végétalisée;
 - la limitation de la place de la voiture;
 - la désimperméabilisation ou l'utilisation de matériaux perméables pour différents espaces :
 - destruction d'un ancien bâtiment et d'une dalle béton au profit d'un jardin partagé,
- revalorisation d'un ancien jardin privé en parc public avec sols perméables,
 - reconfiguration d'un parking avec plantation et zone de stationnement perméable,
 - trame verte piétonne ponctuée de bandes plantées et noues,
 - zone de jeux d'enfants en copeaux de bois,
 - désimperméabilisation d'une voie routière pour plantation,
- la gestion alternative des eaux pluviales avec rétention, récupération et réutilisation (économie de la ressource en eau).

Noue et bandes plantées
Source : Brigitte Sombié



Jeux d'enfants avec copeaux de bois
Source : Cerema



Projet de jardin partagé
Source : Arte Charpentier



Bandes plantées du parvis du théâtre et talus végétalisé (parking)
Source : Brigitte Sombié



Places de stationnement perméables
Source : Cerema



Parc public avec sol perméable
Source : Brigitte Sombié



Noues
Source : Arte Charpentier

Éléments clés du projet

Un portage politique fort des élus qui s'appuie sur l'approche environnementale de l'urbanisme (AEU)

- En prévision de l'arrivée de lignes de métro et de nouveaux logements, la ville de Bagnex s'est engagée en faveur de la maîtrise de la densification du quartier en prenant en compte l'environnement et en préservant la mixité sociale existante pour offrir un cadre de vie agréable pour l'ensemble des habitants et futurs usagers.
- La ville a ainsi souhaité réaménager ce quartier en un écoquartier, synonyme d'équilibre entre le social et l'environnement. Les premières réflexions menées avec l'Ademe via l'approche environnementale de l'urbanisme (AEU) en 2012 ont porté sur la gestion des eaux pluviales et la biodiversité en lien avec le développement de la trame verte et des espaces verts. C'est l'ensemble de la collectivité qui a participé au projet de réaménagement permettant ainsi une culture environnementale commune et partagée.

Mise en œuvre d'Opération d'Aménagement Programmé (OAP) et révision du PLU

Avec intégration des :

- **coefficient pleine terre**
- **coefficient de biotope**

Suite à l'AEU réalisée en 2012, une OAP 'Trame verte' - opposable au projet - a été intégrée au PLU, délimitant des zones vertes inconstructibles afin de préserver des cœurs d'îlots verts, même sur des parcelles privées ; de plus, une OAP sectorielle supplémentaire est mise en place pour le secteur de la ZAC V. Hugo pour préserver des zones inconstructibles (zone UBio et UBio, avec possibilité d'équipement public).



En 2016, la révision du PLU a permis d'intégrer :

- dans un même article, un coefficient de pleine terre, proposé dans le cahier des prescriptions de la ZAC et d'un coefficient de biotope pour les espaces qui ne sont pas en pleine terre (jardin sur dalle, toiture et façade végétalisées, potager sur toit, etc.), modulé selon les carences des secteurs (ex. de l'îlot de la gare avec de fortes contraintes techniques et de densité empêchant des fosses de pleine terre conséquentes : terrasses sur dalles à végétaliser avec une épaisseur minimum de 40 cm) ;
- une réglementation sur les clôtures perméables (petite faune).

Collectivité porteuse

- Ville de Bagnex

Maître d'ouvrage

- Ville de Bagnex
- MO délégué : SADEV94

Maître d'œuvre

- Arle Charpentier, architectes paysagistes (dont Nathalie LEROY, paysagiste DPLG pour les espaces publics)
- BET : Berim

Territoire concerné

- ZAC écoquartier V. Hugo : secteur du théâtre

Calendrier

- ZAC écoquartier Victor Hugo : début des réflexions en 2007
- Label écoquartier : 2016
- 100 quartiers innovants : 2017
- Réalisation : printemps 2019

Bénéfices

Par rapport à 2013

- + 190 % d'espaces verts publics
- + 3365 m² d'espaces verts
- + 314 arbres (totalité de la ZAC)
- 7300 m² de surface perméable soit + 2 %

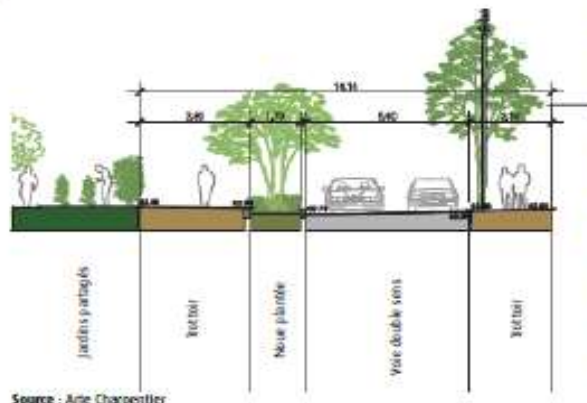
Coût

- Aménagements des espaces publics : **19,5 M € HT**
- Subvention de **93 000 €** de l'Agence de l'Eau Seine Normandie
- Subvention de **1,2 M €** : 100 quartiers innovants et écologiques

Des sols désimperméabilisés

De multiples aménagements sont créés, en fonction des usages et des contraintes environnementales, afin de gérer les eaux pluviales en surface en cœur de ville, de permettre leur rétention (au-delà du débit de fuite de 2 l/s/ha dans les secteurs non contraints) et leur récupération/réutilisation (même sur des parcelles privées).

Il s'agit de noues, de bandes plantées, d'un parc public, d'un jardin partagé, d'une aire de jeu et d'un parking perméable qui permettent à la fois au sol de rendre ses services et d'apporter davantage de nature en ville.



Des fosses de plantation communautaires

La faible disponibilité de l'espace public a conduit à planter les arbres dans des fosses de 6m³ contre 12 m³ en moyenne à Paris. Cependant la mise en place de fosses continues, en offrant davantage de place aux racines, assure un meilleur développement de l'arbre.

Une palette végétale étendue et adaptée aux sol/climat

Les espèces végétales ont été choisies pour leur bonne adaptation à la région, limitant les besoins en eau et en entretien, et parmi différentes strates : arbres à hautes tiges structurant la trame paysagère et arbres pour les zones humides en pleine terre, strate intermédiaire (arbres de moyen développement, cépées et arbustes) et strate basse (vivaces, plantes grimpantes, etc.).



Une co-construction/décision des aménagements avec les habitants

La ville a souhaité co-construire le projet de réaménagement du quartier avec les habitants, ce qui a donné lieu à :

- un diagnostic partagé du quartier entre la ville, le MOE et les habitants ;
- des ateliers de concertation, de co-conception et co-décision réalisés à chaque étape du projet (ateliers volontaires organisés pour la rédaction du cahier des prescriptions du MOE, participation d'habitants à des visites de terrain et au jury de désignation des architectes) ;
- une augmentation des surfaces végétalisées à la demande des habitants. Un ancien jardin privé a été revalorisé en parc public. Le choix a été fait de maximiser les surfaces perméables (réduction de la voie pompier aux abords du parc, trottoir...);
- la volonté des habitants de réserver le réseau de voies vertes nord/sud aux modes doux ;
- des actions de sensibilisation et formation auprès des jeunes et scolaires.



Source : Brigitte Sombié



Source : Aïte Chaperon

Quels bénéfices pour la collectivité ?

Une gestion des eaux pluviales à l'échelle de la parcelle, autant que possible en surface et dès que l'infiltration est suffisante en déconnexion du réseau unitaire.

Une trame verte reliant différents quartiers du nord au sud répondant à l'OAP Trame verte du PLU.

Un cadre de vie rendu plus agréable par la multiplication du végétal au sein des aménagements, la désimperméabilisation des sols. De nouveaux espaces de vie sont créés, véritables îlots de fraîcheur en ville dense, en réponse au besoin de nature et de qualité de vie des habitants.

Une meilleure gestion du quotidien et facilité de projection pour faire des choix d'aménagements grâce à la co-construction du projet avec les habitants.

Enseignements utiles pour d'autres territoires

Facteurs clés du succès

- une AEU à l'origine de la révision du PLU avec intégration des coefficients de pleine terre et de biotope ;
- participation des habitants à la construction du projet urbain souhaitée par la ville et prise en compte de leurs choix dans certaines opérations ;
- MOE par un paysagiste, sensibilisé à la gestion des eaux pluviales par des techniques faisant appel à la végétation, dès le début de l'étude ;
- sensibilité du MOE à la qualité biologique des sols qui conduit à la mise en place d'un programme de recherche sur un mélange allégé en terre végétale avec des composants naturels (cf. projet SITERRE).

Être vigilant

- réalisation des travaux (problème de réalisation des noues et de géotextile) ;
- composition de la terre végétale ;
- communication auprès des habitants et usagers sur les noues (utilité de ces espaces) ;
- prise en compte en amont du coût et du type de l'entretien.

Une action exemplaire

Osons désimperméabiliser les sols !

Retrouver un sol non bâti, vivant et perméable permet de profiter de son pouvoir d'infiltration pour gérer les eaux pluviales et accueillir la végétation, offrant ainsi davantage de nature en ville et une amélioration du cadre de vie.

Faites fondre les îlots de chaleur



Des arbres plantés à Lyon Confluence
Thierry Fournier - Métropole de Lyon

Dans un contexte de changement climatique, où les vagues de chaleur vont augmenter en fréquence et en intensité, les villes doivent se préoccuper du phénomène d'îlot de chaleur, à l'origine de températures d'air plus élevées en ville qu'à la campagne. Face à une telle problématique, les collectivités disposent déjà d'outils et de solutions pour pouvoir atténuer l'intensité des îlots de chaleur, voire créer des îlots de fraîcheur. et rendre nos villes plus vivables.

Le milieu urbain est à l'origine d'un ensemble de phénomènes physiques qui viennent modifier le climat des villes. Ainsi, sont observées en ville des températures de l'air plus élevées que dans la campagne environnante : c'est l'îlot de chaleur urbain (ICU).



À Mantes-la-Jolie (Yvelines), ce bassin vert traite naturellement les eaux de pluie et rafraîchit son environnement proche.

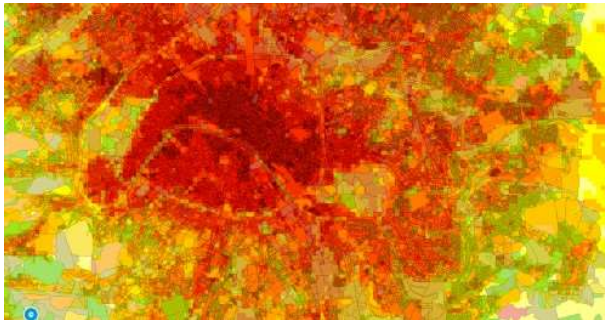
Particulièrement marqué en période nocturne, l'ICU expose les habitants des villes à des températures plus élevées, qui ne permettent pas aux organismes de récupérer suffisamment durant la nuit, avec des risques pour la santé. En France métropolitaine, la canicule de 2003 est à l'origine d'une surmortalité de 15 000 décès, liés à des coups de chaleur et à des pathologies (cardiovasculaires, respiratoires) dont l'intensité s'accroît avec les fortes chaleurs. L'ICU est également un enjeu sur le plan énergétique, du fait d'un recours accru de la climatisation, et enfin sur le plan de l'attractivité des villes.

Comprendre les causes des ICU s'avère indispensable pour lutter contre ce phénomène. Ce dernier s'explique par :

- le stockage de la chaleur dans les matériaux urbains : constituant bien souvent la voirie, les espaces publics, les matériaux urbains comme le béton, l'asphalte, ou bien encore le bitume ont tendance à absorber le rayonnement solaire incident, en raison d'un faible albédo (pouvoir réfléchissant d'un matériau). Les matériaux urbains de ce type accumulent ainsi beaucoup de chaleur, qui est ensuite rejetée durant la nuit, expliquant l'intensité de l'ICU durant la nuit ;
- le manque de végétal en ville : le végétal joue un rôle important pour rafraîchir, en

raison de l'ombre portée, de la photosynthèse qui capte une partie du rayonnement solaire, et de l'évapotranspiration (perte simultanée d'eau par évaporation et transpiration permettant de rafraîchir). En milieu urbain, le végétal s'avère souvent moins présent, au profit de surfaces artificialisées ;

- la forme urbaine : plus le vent est rapide, plus l'air s'écoule rapidement, plus la sensation de fraîcheur s'avère importante. Certaines formes architecturales vont ainsi modifier le régime des vents, créant des zones abritées, ce qui s'avère utile l'hiver, mais malheureusement très inconfortable en été ;
- la chaleur induite par les activités humaines : les moteurs des machines industrielles et des véhicules constituent des sources anthropiques de chaleur. Dans la mesure où l'air frais qu'elle produit à l'intérieur va de pair avec un rejet d'air chaud à l'extérieur, la climatisation constitue elle aussi une source anthropique de chaleur, à tel point qu'elle est qualifiée de solution de mal-adaptation.



Les îlots de chaleur de Paris sont simulés avec le modèle de climaturbain TEB grâce au projet Mapuce.

Le changement climatique ne constitue pas une cause du phénomène d'ICU, mais un facteur susceptible d'aggraver son intensité. Selon Météo France, la fréquence et la sévérité des vagues de chaleur augmenteront au XXI^e siècle par rapport à la période 1981-2010, quel que soit le scénario considéré. Il est donc impératif pour les collectivités de concevoir dès à présent des villes pouvant diminuer l'intensité des ICU, voire créer des îlots de fraîcheur, afin de s'adapter à un climat futur avec des vagues de chaleur encore plus fréquentes et plus sévères.

Des outils de diagnostic de la surchauffe urbaine



Des capteurs de température ont été installés dans les arbres de la rue Garibaldi à Lyon.

Une collectivité peut se demander si elle est concernée par les ICU, quelles sont les zones à forts enjeux, et déterminer l'efficacité des solutions qu'elle souhaite mettre en place. Le guide de méthodes de diagnostic de surchauffe urbaine publié par l'Ademe présente différents outils et méthodes à l'échelle de la ville et du quartier, dont :

- les mesures fixes : il s'agit de mesurer en deux points (ville et campagne) la température d'air, mais aussi des paramètres tels que l'hygrométrie et la vitesse des vents entrant dans le bilan énergétique d'une surface urbaine. Cette mesure peut se faire par l'installation de capteurs en instrumentant un point précis. Ce type d'approche a l'avantage d'être assez simple à mettre en œuvre. Il permet d'évaluer en un point, voire un réseau de points, l'effet de certaines solutions de rafraîchissement, ou bien encore de quantifier de façon ex-ante l'ICU en certains lieux d'une agglomération. Cependant, ces mesures fixes n'offrent que difficilement la possibilité de réaliser un diagnostic sur l'ensemble du territoire ;
- la télédétection, consistant à obtenir une information sur des objets en analysant des données collectées par des instruments n'étant pas en contact direct avec ces objets. Concrètement, il s'agit ici d'utiliser de l'imagerie satellitaire ou aérienne pour

reconstituer les températures de surface du milieu urbain. Cette méthode nécessite une analyse du rayonnement infrarouge thermique pour passer des températures de brillance aux températures de surface en connaissant l'émissivité des matériaux, et donc une connaissance de l'occupation du sol. Elle offre l'avantage de couvrir une grande zone urbaine, ce qui peut permettre de réaliser un diagnostic sur l'ensemble d'une agglomération, utilisable dans le rapport de présentation d'un plan local d'urbanisme intercommunal (PLUi). Actuellement, les capteurs embarqués sur satellite ne permettent pas d'obtenir nativement des images avec une résolution spatiale inférieure à environ 70 m. Il existe cependant des bureaux d'études qui proposent des méthodes de combinaison avec des images haute résolution dans le visible qui permettent d'obtenir une résolution spatiale de 10 m. Les images aéroportées, quant à elles, permettent d'atteindre des résolutions spatiales d'une dizaine de mètres mais sur une zone d'observation plus petite et avec une répétitivité temporelle beaucoup moins importante que les visites journalières disponibles par exemple avec le satellite Sentinel-3. La future mission Trishna (lancement prévu en 2024-2025) permettra des acquisitions d'images de température de brillance à une résolution d'environ 50 m avec un temps de revisite minimale de trois jours. Ce type d'approche ne rend pas compte de ce qui se passe en dessous des surfaces de canopée végétale, ou bien encore au niveau des surfaces verticales, qui vont également impacter l'ICU ;

- les modèles physiques de simulation du climat urbain : il s'agit d'outils permettant de modéliser les phénomènes physiques qui interviennent dans le climat urbain, en résolvant les équations de bilan énergétique. Des outils comme Envi-Met ou Solene Climat ont une résolution de 0,5 à 1 mètre permettant de comparer différentes solutions pour un projet d'aménagement, de façon très fine (autour de l'emplacement d'un arbre, la localisation d'un bâtiment, etc.). Le modèle TEB (Town Energy Balance) de Météo France modélise les phénomènes selon une maille

de 125 m de côté, ce qui permet plutôt de déterminer de grandes orientations pour un projet d'aménagement, ou les règles/préconisations sur certains secteurs d'un PLUi. Ces modèles fournissent des informations très utiles pour les aménageurs et les urbanistes, mais nécessitent du temps (en calcul ou en recueil de données), qui doit être prévu en amont par rapport aux exigences d'avancées d'un projet urbain.

Des modèles empiriques de simulation du climat urbain existent également. Calés sur la base d'études antérieures, ils mettent en corrélation des paramètres urbains (forme urbaine, occupation du sol, etc.) avec les caractéristiques climatiques locales. Ces outils très simplifiés sont utilisables pour un quartier (Score ICU d'ECIC, Indi-EN de Tribu), pour identifier certaines zones particulièrement concernées par l'ICU à l'intérieur des tissus urbains.

Des solutions de rafraîchissement urbain

Face aux ICU, les villes disposent de solutions, pour lesquelles les chercheurs et les praticiens ont un certain recul sur leur efficacité et leurs cobénéfices. Le Cerema et le bureau d'études Tribu ont ainsi élaboré pour le compte de l'Ademe un guide qui dresse un panorama complet des solutions disponibles :

- les solutions vertes, soit le champ des solutions fondées sur la nature (SFN), qui font appel au végétal et à l'eau : arbres, parcs, ouvrages paysagers de gestion des eaux pluviales (noues, jardins de pluies), plans d'eau et rivières. D'une façon générale, le rafraîchissement sera d'autant plus important que le taux de végétalisation est important. Toutefois, pour que cet effet rafraîchissant s'exerce durant l'été, il faut qu'il y ait de l'eau en quantité suffisante pour le végétal, dont les besoins peuvent être importants pour éviter le stress thermique lors de fortes chaleurs. La question de la disponibilité en eau peut donc se poser, notamment pour des territoires à climat aride ou méditerranéen ;

- les solutions grises, relatives aux infrastructures urbaines (revêtements, mobilier urbain, bâtiment), telles que fontaines et jets d'eau, formes urbaines bioclimatiques, arrosage des espaces urbains, panneaux solaires, revêtement urbain à fort albédo, isolation thermique/inertie des bâtiments. Les infrastructures urbaines ne sont pas à négliger, dès lors que l'on est sur des espaces publics contraints pour lesquels les SFN sont difficiles à mettre en œuvre (perte de visibilité due aux arbres dans le cas du pôle multimodal de Nice Saint-Augustin (Alpes-Maritimes), charges d'exploitation que doit supporter la dalle à Paris La Défense) ;
- les solutions douces, qui agissent sur les usages et les pratiques de la ville, à l'échelle individuelle et collective. Ces solutions agissent sur deux types de leviers. D'une part, la diminution des rejets de chaleur liés aux activités humaines comme la climatisation, ou les déplacements motorisés (modes doux, conduite apaisée, véhicules électriques, etc.). D'autre part, la réduction de la vulnérabilité des personnes face aux fortes chaleurs, via des mesures individuelles ou sociétales d'adaptation aux fortes chaleurs (ouverture des fenêtres la nuit, utilisation de systèmes de rafraîchissement alternatifs à la climatisation, alertes et campagnes d'information).



Lyon a expérimenté une peinture anti-chaleur. La température mesurée est passée de 47 à 37,9 °C.

Au niveau d'un projet d'aménagement, ce n'est pas forcément un seul type de solutions, mais bien plusieurs types de solutions qui peuvent ainsi être mobilisés.

Quelle est l'efficacité des solutions en matière de rafraîchissement urbain ? La réponse dépend de l'échelle considérée. Il y a ainsi l'échelle du piéton, avec des solutions qui vont améliorer son ressenti et son confort thermique. Il y a également l'échelle de la ville, où le déploiement général d'une solution va modifier le microclimat urbain. Cette distinction est importante, dans la mesure où certaines solutions ont un impact très faible en matière de confort pour l'utilisateur, mais peuvent s'avérer très pertinentes à grande échelle pour lutter contre les ICU et rafraîchir la ville dans son ensemble. Ainsi, les revêtements à albédo élevé constituent une solution appropriée de lutte contre les ICU, dès lors qu'ils sont généralisés. Pour le confort du piéton, l'efficacité est cette fois-ci plus discutable, dans la mesure où les revêtements à albédo élevé peuvent dégrader le ressenti thermique du piéton, en raison d'un plus grand rayonnement renvoyé vers le piéton.

En matière de rafraîchissement urbain, l'efficacité s'apprécie au regard de la période considérée. Une solution peut s'avérer plus efficace le jour que la nuit. À l'échelle du piéton, en période diurne, l'arbre joue un rôle positif en matière de rafraîchissement urbain, en raison de l'ombre portée et de l'évapotranspiration. En période nocturne, l'effet est plus faible, voire défavorable, en raison de l'obstacle au vent que peut représenter une couverture arborée.

Pour bien apprécier l'usage d'une solution, il faut dans l'idéal bien prendre en compte l'ensemble des cobénéfices et impacts négatifs, en termes de biodiversité, de ressource en eau, de coût global, de stockage carbone, de santé, etc. Cette analyse peut amener à des conclusions qui ne sont pas totalement univoques. Ainsi, de façon globale, les arbres contribuent à améliorer la qualité de l'air, en absorbant certains polluants

gazeux et en interceptant de façon temporaire les particules. Notons également que les effets positifs décrits précédemment peuvent être contrebalancés par des effets négatifs : émissions de composés organiques volatils par certaines espèces d'arbres, réduction de la vitesse des

vents pouvant entraîner localement une augmentation de la concentration des polluants ou émissions de pollens allergisants.

C'est toute cette complexité d'échelle, de temporalité, de cobénéfices et d'impacts qu'une collectivité ou un aménageur doit avoir en tête pour faire appel à des solutions pertinentes et efficaces en matière de rafraîchissement urbain. Chaque solution doit être adaptée au contexte urbain, ce qui nécessite une ingénierie, pour pouvoir aider les collectivités à faire les meilleurs choix.

Technicien : que dit la réglementation ?

Si la réduction des émissions de gaz à effet de serre à l'origine du réchauffement climatique demande une réponse et une coordination internationales, les impacts du changement climatique seront eux très différents d'un territoire à un autre. En plus du plan national d'adaptation au changement climatique, la réglementation prévoit donc plusieurs outils pour préparer son territoire et anticiper les impacts locaux du changement climatique.

La loi n° 2015-991 du 7 août 2015 portant sur la nouvelle organisation territoriale de la République, dite loi NOTRe, impose à chaque Région de métropole, hors Île-de-France, d'élaborer un Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET). Le SRADDET intègre et simplifie le schéma régional préexistant du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE) et les autres schémas relatifs à la cohérence écologique, aux transports, aux infrastructures et aux déchets en reprenant « les éléments essentiels » dans l'objectif d'une meilleure coordination des politiques d'aménagement du territoire. Ces documents sont conçus comme des outils intégrateurs des différentes politiques d'aménagement, ils sont prospectifs et prescriptifs.

En Île-de-France, Corse et Outre-mer, les orientations régionales sur le climat et notamment sur l'adaptation au changement climatique doivent figurer dans les outils de planification correspondants, respectivement le SDRIF (Schéma directeur de la Région Île-de-France), le PADDUC (Plan d'aménagement et de développement durable de la Corse) et les SAR (Schémas d'aménagement régionaux)

La Région doit fixer des objectifs de moyen et long terme et des règles générales pour un aménagement durable, équilibré et résilient à l'échelon intermédiaire entre le national et le local. Cet outil ensemble, qui sera approuvé in fine par le préfet de région, suppose donc une large concertation et un dialogue avec tous les acteurs qui concourent à l'aménagement durable du territoire et notamment les acteurs et décideurs qui élaborent les documents d'urbanisme d'échelle infrarégionale (Schéma de cohérence territoriale, plan climat-air-énergie territorial) car ce sont eux qui vont devoir mettre en œuvre, à l'échelle des intercommunalités, les orientations régionales.

La transition écologique et l'adaptation au changement climatique sont des thèmes transversaux déterminants des SRADDET qui seront approuvés d'ici 2020, et concernent notamment la gestion économe des ressources et du foncier et la lutte contre la consommation d'espaces agricoles, naturels et forestiers.

Au niveau intercommunal, le plan climat-air-énergie territorial a notamment pour objectifs de réduire les émissions de gaz à effet de serre du territoire et de l'adapter aux effets du changement climatique afin d'en diminuer la vulnérabilité.

Obligatoire pour toutes les intercommunalités de plus de 20 000 habitants, ce projet de territoire comprend notamment un diagnostic de la vulnérabilité du territoire intercommunal au changement climatique ; une stratégie et des objectifs chiffrés ; un programme d'actions ; un dispositif de suivi et d'évaluation.

De nombreux autres documents peuvent également participer à l'adaptation au changement climatique sur des échelles plus restreintes de thèmes ou de territoires. C'est notamment le cas :

- du Schéma de cohérence territoriale et du Plan local d'urbanisme
- des Schémas (directeurs) d'aménagement et de gestion des eaux,
- des plans de prévention des risques

- des plans de déplacements urbains
- des plans régionaux Santé-Environnement
- des plans documents stratégiques de façade ou des plans d'action sur les milieux marins sur le littoral
- des chartes de parc sur certains territoires.

Les projets, plans et programmes susceptibles d'avoir des impacts sur l'environnement doivent être accompagnés d'une évaluation environnementale puis faire l'objet d'une consultation du public. À travers un diagnostic des enjeux et l'analyse des impacts potentiels des actions prévues sur les facteurs environnementaux, l'évaluation environnementale permet l'optimisation du projet de territoire pour intégrer ces enjeux environnementaux, faciliter la décision et informer le public des problématiques environnementales.

54 plans et programmes des territoires font systématiquement l'objet d'une évaluation environnementale et 13 selon un examen d'opportunité, le cas par cas (cf. R 122-17 du code de l'environnement). Ces plans et programmes sont dédiés à :

- des stratégies de développement d'activité (Schémas régionaux des carrières, etc.)
- des stratégies environnementales (SDAGE, PCAET, PRSE, etc.)
- des stratégies territoriales (ScoT, PLUi, Chartes de Parc, etc.)

Le climat est un thème explicitement cité par l'article R 122-20 II 5°a) du code de l'environnement sur lequel étudier les « effets notables probables de la mise en œuvre du plan, schéma, programme ou autre document de planification sur l'environnement ». Ainsi, l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre mais aussi l'adaptation des autres thématiques environnementales et plus largement du territoire aux effets du changement climatique font partie des réflexions qui doivent venir nourrir les choix stratégiques développés.

Sur la base des dynamiques du diagnostic territorial, l'adaptation au changement climatique doit pouvoir orienter les choix stratégiques de ces documents pour aller vers plus de résilience et d'agilité. Il est fondamental de croiser ces objectifs avec d'autres enjeux environnementaux ou sociétaux afin de favoriser les co-bénéfices et les synergies :

- sécurité des personnes et des équipements sur les risques ;
- santé et qualité de vie ;
- facilitation des migrations d'espèces et du maintien d'une biodiversité ;
- gestion de l'eau et action touristique sur les territoires alpins.

Au niveau de la démarche d'évaluation environnementale, cela se traduit par l'« articulation avec d'autres plans, schémas, programmes ou documents de planification et, le cas échéant, si ces derniers ont fait, feront ou pourront eux-mêmes faire l'objet d'une évaluation environnementale » (Art. R 122-20 II 1 du code de l'environnement). Il s'agit en premier lieu d'identifier puis d'intégrer les orientations données par les stratégies nationales ou locales dédiées au climat, à l'air et à l'énergie comme le plan national d'adaptation au changement climatique, les schémas régionaux (SRCAE / SRADDET), les plans climat-air-énergie territoriaux...

Au niveau des 48 catégories soumises à études d'impact de projets, le thème « climat » est un des *facteurs environnementaux* qui doit être étudié dans l'ensemble de ses composantes au niveau de l'« état actuel de l'environnement », « des incidences du projet », « des solutions de substitution raisonnables » et les « mesures prévues par le maître d'ouvrage pour éviter, réduire et compenser, lorsque cela est possible les effets négatifs notables » (Cf. Art. R 122-5 du code de l'environnement).

Plus spécifiquement, il est demandé depuis 2016 à l'ensemble des projets soumis à étude d'impact d'analyser les « incidences du projet sur le climat et de la vulnérabilité du projet au changement climatique » (Cf. Art. 122-5 II 5° f du code de l'environnement).

Ce diagnostic de vulnérabilité du projet au changement climatique est nécessaire afin d'identifier et anticiper les fragilités des aménagements et de leurs usages. Cela permet ensuite de prévenir les dommages consécutifs au changement climatique sur les infrastructures en les adaptant. Cet alinéa est également à rapprocher de l'article 122-5 II 6° de code de l'environnement du fait des incidences avérées du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des événements météorologiques exceptionnels et donc aux catastrophes naturelles notamment

Il doit donc être présenté pour les tous les projets « *une description des incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné* » (Cf. Art. 122-5 II 6° du code de l'environnement).

Enfin, le code monétaire et financier impose aux grands investisseurs (sociétés de gestion de portefeuille, assurances, mutuelles, caisses de retraite...) de publier des informations sur l'intégration de paramètres environnementaux et sociaux dans leur politique d'investissement.

L'analyse des risques associés au changement climatique (notamment l'impact sur la valeur des actifs que pourraient avoir le changement climatique et les événements météorologiques liés à ce changement, les dégâts qu'ils entraînent ou encore les conséquences sur la disponibilité des ressources nécessaires aux activités économiques) ainsi que l'appréciation de leur contribution aux objectifs environnementaux de long terme font l'objet d'une attention particulière pour les entités et organismes de placement collectif dépassant le seuil de 500 M€ de bilan consolidé ou d'encours.

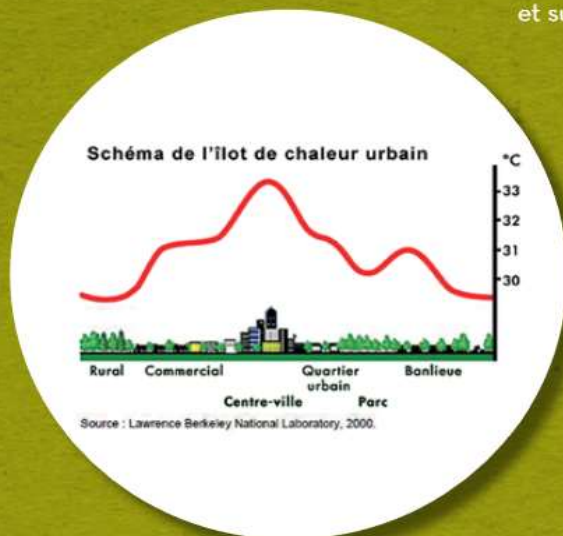
Extraits du site du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

Améliorer des îlots de fraîcheur et améliorer les espaces de vie : guide pour les gestionnaires d'habitation

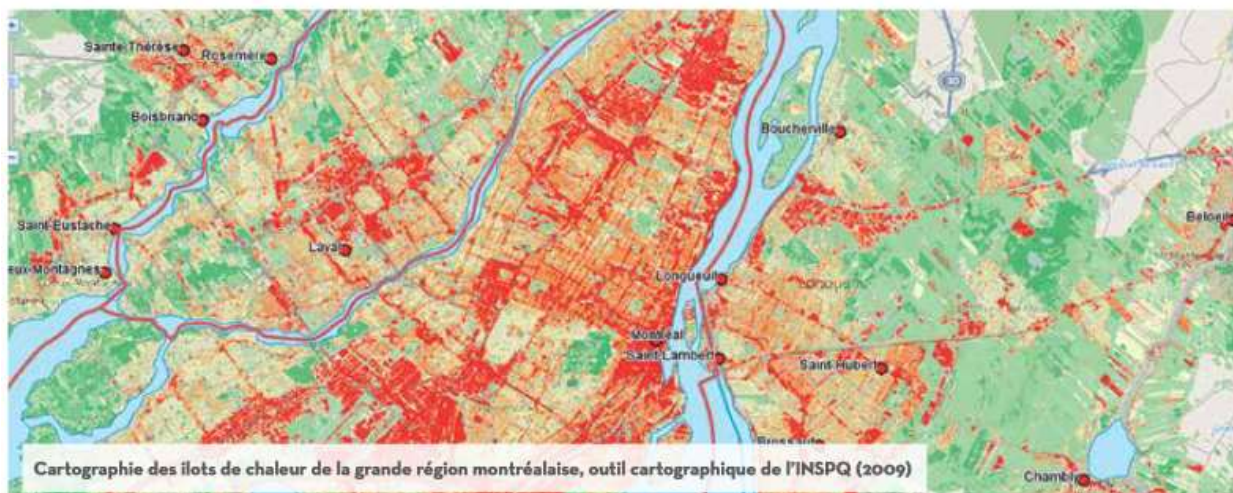
(...)

Pourquoi se
préoccuper
des îlots de
chaleur ?

L'expression « îlots de chaleur urbains » désigne une zone urbaine dont la température est significativement plus élevée que celle des zones rurales environnantes. Des études démontrent que les températures des villes peuvent atteindre jusqu'à 12 °C de plus que celle des régions à proximité, plus particulièrement dans les endroits fortement asphaltés ou bétonnés (p.ex. : centres-villes, zones industrielles et commerciales, grands stationnements et voies majeures de circulation). Ces îlots de chaleur ont des conséquences néfastes sur l'environnement et sur la santé des individus.



Le verdissement
d'espaces asphaltés
ou bétonnés
permet d'atténuer le
phénomène des îlots
de chaleur urbains



Diminution de la qualité de l'air et présence de smog

Les ilots de chaleur affectent grandement la qualité de l'air. À l'extérieur, ils contribuent à la formation du smog, alors qu'à l'intérieur des logements, ils facilitent la multiplication des acariens, des moisissures et des bactéries. La libération de substances toxiques, telles que les produits nocifs ou volatils contenus dans la colle de certains matériaux et meubles, peut également être accélérée avec l'accroissement de la chaleur.

Augmentation de la consommation d'énergie

La présence des ilots de chaleur engendre des besoins de réfrigération et de climatisation plus grands; la demande en énergie augmente alors considérablement, ayant un effet direct sur la quantité d'émissions de gaz à effet de serre. Ces ilots ont également un effet sur la consommation en eau potable qui est plus élevée en période de canicule (piscines, jeux d'eau, arrosage des plantes, etc.).

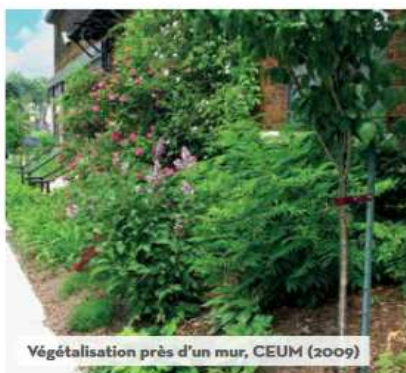
La chaleur accablante a aussi des effets marqués sur la santé : elle crée des stress thermiques pour les travailleurs, provoque des inconforts, augmente les risques et les symptômes de maladies respiratoires et cardiovasculaires, provoque des faiblesses, des coups de chaleur et augmente les risques de déshydratation.



La présence de grands végétaux près d'un mur, d'une fenêtre ou d'un toit permet de diminuer l'accumulation de chaleur par les matériaux et de maintenir la fraîcheur à l'intérieur des logements.

Planter des arbres et de la végétation

Le verdissement permet de réduire l'absorption de la chaleur en milieu urbain minéralisé. Cette réduction s'effectue en reflétant une partie des rayons solaires, en créant des zones ombragées et par l'évapotranspiration (transpiration des végétaux) qui permet de rafraîchir l'air ambiant. En effet, les fines gouttes d'eau se trouvant à la surface des feuilles nécessitent l'énergie (la chaleur) de l'air ambiant pour se transformer en vapeur d'eau, ce qui climatise naturellement l'air. La plantation ponctuelle d'arbres et de végétation permet également d'améliorer la qualité de l'air, car les végétaux captent une partie des polluants et des particules fines contenues dans l'air. Le verdissement permet également d'augmenter la biodiversité urbaine, de consolider des corridors verts et de diminuer le ruissellement urbain en favorisant l'infiltration naturelle de l'eau.



Végétalisation près d'un mur, CEUM (2009)

Verdir près des bâtiments

Les végétaux permettent de bloquer efficacement le rayonnement solaire direct sur les bâtiments. Il est préférable de planter de gros arbres feuillus qui, à maturité, créent de plus grandes zones d'ombrage. La présence de grands végétaux près d'un mur, d'une fenêtre ou d'un toit permet de diminuer l'accumulation de chaleur par les matériaux et de maintenir la fraîcheur à l'intérieur des logements. Pour rendre la technique encore plus efficace, plantez des arbres près des faces est, sud-est, sud-ouest et ouest des bâtiments.

TECHNIQUES POUR DENSIFIER LA VÉGÉTATION ET CRÉER DE LA FRAÎCHEUR



Maximiser les espaces d'ombre

Pour maximiser l'effet de lutte aux îlots de chaleur, il faut choisir des types de végétaux offrant le maximum d'ombre et ayant un bon potentiel d'évapotranspiration. Les grands arbres feuillus sont à privilégier par rapport aux conifères : ils donnent un meilleur ombrage au sol et aux façades des bâtiments; ils facilitent l'activité de photosynthèse, ce qui renvoie beaucoup plus d'eau dans l'atmosphère qu'un conifère; ils permettent au rayonnement solaire d'atteindre les bâtiments en hiver compte tenu de la chute des feuilles. Les arbres conifères font toutefois de bonnes haies brise-vent sur les façades plus au nord ou pour couper des vents nordiques en hiver.



Végétalisation d'un mur aveugle, habitations Ilots Saint-Martin, CEUM (2012)

Peu d'espace au sol ? Verdissez les murs !

L'espace au sol près des bâtiments ne permet pas de planter des arbres ou des arbustes ? Faites-y courir des plantes grimpantes pour créer des murs végétaux. Il existe deux principales catégories de murs végétaux : les façades recouvertes de plantes grimpantes et les façades de végétaux que l'on appelle les « murs vivants ». D'abord, le mur végétal de façade est un mur recouvert de plantes grimpantes plantées au sol et pouvant grimper jusqu'à 30 mètres de hauteur. À noter que pour ce type d'aménagement, un espace minimal de 15 cm² est requis au sol. Pour faciliter l'entretien, il est préférable de planter près des murs sans fenêtres (murs aveugles). Certaines plantes peuvent grimper directement sur la paroi du mur ou s'accrocher sur un support métallique ou un

treillis. Le mur vivant est, quant à lui, constitué de plants enracinés dans un médium fixé au mur. Cette installation est plus complexe et nécessite l'installation d'un système d'irrigation et de membranes imperméables. Il est à noter que plusieurs gestionnaires d'immeubles croient, à tort, que les plantes grimpantes nuisent aux revêtements des bâtiments. Pourtant, la littérature et la pratique démontrent : si la structure du revêtement d'un mur est en bon état et sans fissures, les plantes grimpantes peuvent même protéger les murs contre les intempéries et les variations extrêmes de température.



Clôture d'un stationnement avec plantes grimpantes, CEUM (2013)

Verdir une clôture

Végétaliser des clôtures consiste à planter des plantes grimpantes le long de celles-ci. Après quelques années, les plantes grimpantes occuperont la majeure partie de la surface et créeront un écran vert agréable pour les habitants ou les individus qui fréquentent les lieux. On peut également y planter des arbustes, des vivaces et des graminées tout le long des clôtures afin de créer des écrans visuels encore plus intéressants, particulièrement lorsque les locataires ont une vue imprenable... sur un grand stationnement voisin !



Bacs d'agriculture urbaine sur le toit-terrasse des habitations Jarry, CEUM (2012)

Cultiver des légumes sur les toits

L'agriculture en bacs sur un toit est pratique et mobile. C'est un choix à envisager lorsque la capacité portante d'un bâtiment est insuffisante pour y installer un toit vert. Le jardinage en bacs permet de profiter de l'espace l'été et de déplacer les bacs pour les entreposer l'automne venu. Il existe différents types de bacs aux dimensions variables. Certains sont à réserve d'eau (p.ex. : les bacs Alternatives et BIOTOP, et les bacs faits maison avec des matériaux récupérés), alors que d'autres ne possèdent pas de réserve d'eau (p.ex. : bacs en bois, Smart Pots, balconnières, pots pour balcons, etc.).



Potager collectif, habitations 620
Nobert, OMHL, CEUM (2013)

Créer des espaces de jardinage

Le jardin potager est un autre moyen de pratiquer l'agriculture en ville. Il se réalise directement en terre lorsque l'espace et la qualité du sol le permettent, ou en bacs déposés sur le sol, une terrasse, une toiture ou un balcon, dans le cas contraire. Le jardin potager peut devenir un équipement communautaire et/ou collectif qui permet aux locataires d'échanger et d'organiser des activités intergénérationnelles. Jardiner dans un potager permet également aux locataires d'améliorer leur autonomie alimentaire en cultivant et en récoltant des plantes potagères. Pour assurer son entretien et sa survie, il convient de mettre en place un comité de locataires qui assurera sa coordination et sa gestion. Pensez aussi à un budget d'entretien, ou encore, à une personne-ressource

pour l'animation horticole. Elle pourra appuyer le comité dans la planification des activités de plantation et donner des conseils techniques de jardinage.

Favoriser la ventilation naturelle

Pour favoriser la ventilation naturelle dans un nouveau bâtiment, l'architecte doit, en plus de concevoir des fenêtres ouvrantes, étudier le régime local des vents dominants. Un bâtiment placé dans un angle de 45 degrés par rapport au vent permettra des surpressions et des dépressions optimales favorisant la ventilation. La ventilation naturelle s'effectue donc en laissant entrer les courants d'air et le vent par les ouvertures d'un bâtiment. Elle peut être transversale, c'est-à-dire que l'on ouvre des fenêtres ou des portes situées sur des côtés opposés, permettant ainsi aux courants d'air de circuler dans les pièces. Elle peut aussi être à tirage naturel, qui consiste à laisser entrer l'air frais par des ouvertures préférablement situées dans le bas de la façade nord d'un bâtiment et laisser sortir l'air chaud par une ouverture située dans le haut du bâtiment.



Pare-soleil devanture d'un bâtiment,
Le panneau solaire (2013)

Bloquer le soleil et la chaleur avec des brise-soleil design

Les brise-soleil architecturaux représentent une solution pratique et esthétique pour lutter contre la chaleur. Installés sur des fenêtres ou autour de celles-ci, ils bloquent le rayonnement solaire d'été tout en laissant entrer la lumière. Bien sûr, il faut s'assurer d'avoir des mesures précises afin de ne pas se priver de l'ensoleillement en saison hivernale. Évitez d'installer un pare-soleil trop long qui bloquera l'entrée du rayonnement solaire en hiver, lorsque le soleil est plus bas.

Des pellicules pour les fenêtres

Certaines pellicules bloquent le rayonnement solaire - sans affecter la transparence du vitrage - lorsqu'elles sont collées à l'intérieur de la fenêtre. En fonction de la qualité, elles peuvent aussi bloquer un pourcentage important de rayons ultraviolets. Choisissez des pellicules aux teintes neutres ou claires et évitez d'utiliser des films foncés, car ceux-ci peuvent accumuler de la chaleur.



Des espaces réservés pour l'agriculture en ville

L'agriculture urbaine permet de produire un complément alimentaire. Outre le plaisir de jardiner, ses bénéfices sont multiples. Elle permet aux jardiniers de réaliser des économies, favorise la mixité sociale, la sécurité alimentaire et l'éducation populaire. Elle contribue à la biodiversité urbaine, diminue les îlots de chaleur urbains, favorise la gestion des matières biodégradables et contribue à la rétention des eaux de ruissellement. Elle se pratique en terre ou en bacs sur des balcons, des terrasses et des toits.



Prévoir une sortie d'eau

Près d'une sortie d'eau, il peut être utile d'aménager une petite tranchée drainante, composée de gravier 0-3/4, recouverte de dalles en béton. Ce type d'aménagement permet d'éviter que les végétaux soient piétinés lors du branchement des boyaux d'arrosage, en plus de favoriser la percolation des fuites d'eau dans le sol lors des périodes d'arrosage.



Aménager des plates-bandes comestibles

L'aménagement de plates-bandes avec des arbres, arbustes et vivaces comestibles est une option originale et souvent oubliée. Une plate-bande comestible produit de magnifiques végétaux qui fleurissent au printemps, attirant ainsi les insectes pollinisateurs et les oiseaux : pruniers, cerisiers, poiriers, bleuetiers, gadelliers, groseilliers, vigne à raisins, kiwi rustique, monardes, hémérocailles et fines herbes en sont des exemples. Il s'agit d'une option magnifique, utile et comestible à considérer!



Stationnement avec bande végétalisée
au parc de la Yamaska, Garant (2012)

Verdir les espaces de stationnement

Les stationnements sont des lieux favorisant grandement les îlots de chaleur. Verdir ces espaces réduit ainsi la proportion de surfaces minéralisées, contribue à atténuer l'accumulation de chaleur grâce à la création de zones ombragées et permet de mieux gérer les eaux de ruissellement. Le verdissement des stationnements peut se faire par la création d'îlots ou de bandes médianes parsemées d'arbres et de végétation qui séparent les espaces piétonniers des espaces réservés aux véhicules. Ces îlots verts permettent la biorétention des eaux pluviales; ils captent une partie des polluants contenus dans les eaux de ruissellement et réduisent les volumes d'eau acheminés dans le réseau d'égout unitaire, ce qui aide à prévenir les débordements lors de fortes

pluies ou de fontes de neige accélérées. Pour concevoir des stationnements verts, consultez le Bureau de normalisation du Québec sur la conception de stationnements écologiques.

Intégrer des espaces pour les transports actifs

Réserver des espaces pour les transports actifs (p.ex. : stationnements ou abris pour vélos) dans les projets de verdissement est une avenue des plus intéressantes. Encourager le transport actif permet de favoriser l'activité physique qui engendre des bénéfices pour la santé humaine. De plus, les espaces aménagés peuvent être bonifiés avec de la végétation et des mesures de gestion durable des eaux pluviales qui contribuent à la lutte aux îlots de chaleur.



Tranchée d'infiltration, Groupe
Rousseau Lefebvre (2012)

Construire des tranchées d'infiltration

Les tranchées d'infiltration sont des ouvrages superficiels d'une profondeur de un ou deux mètres. Elles sont souvent situées en aval d'un secteur imperméabilisé et utilisées pour l'assainissement pluvial des voiries ou des toitures. Elles sont remplies de matériaux poreux, tels que du gravier, et revêtues par la suite avec des végétaux, de la pelouse ou des dalles. Le principe de base de ce type d'aménagement est de permettre un stockage temporaire des eaux qui peuvent, par la suite, s'infiltrer dans le sol. On distingue deux types de tranchées : ouvertes ou fermées. Pour ce qui est des tranchées dites ouvertes, la couverture rocheuse servant à l'infiltration est apparente en surface. Pour les tranchées fermées, le média rocheux est recouvert de pelouse ou de pavage.



Simulation de plantation d'arbres
dans un stationnement commercial,
Fauteux et associés (2010)

Planter des arbres dans les stationnements

La plantation d'arbres au pourtour ou à l'intérieur d'un stationnement, avec des arbres feuillus de gros calibre, permet de créer des zones d'ombre qui diminuent la température de ces endroits fortement minéralisés. Cette plantation se fait : sur des îlots qui entourent un stationnement; des têtes d'îlots situés au bout de rangées de stationnement ou encore, sur des îlots gazonnés qui séparent deux rangées. Même si ces îlots verts ne sont pas aménagés et conçus pour gérer les eaux pluviales, ils contribuent tout de même à favoriser la percolation des eaux de pluie dans le sol et à diminuer les débits de ruissellement de pointe acheminés aux égouts dans les périodes de fortes pluies.



Aménager des jardins pluviaux

Les eaux pluviales des secteurs habités s'écoulent en général rapidement des surfaces dures, comme les toits et les voies d'accès pour automobile, et ruissellent jusque dans les égouts. Les jardins pluviaux peuvent réduire le volume des eaux de ruissellement en lui permettant d'être absorbé lentement dans le sol. Ils peuvent accueillir des plantes qui peuvent résister plusieurs heures submergées dans l'eau. L'aménagement sera ainsi constitué de pierres et de plantes résistantes aux conditions tant humides que sèches. Les quenouilles, la spirée, les fougères et les eupatoires seraient notamment des plantes adéquates pour ce type d'aménagement.



Opter pour des aires de stationnement à revêtements perméables

Les revêtements perméables sont une solution aux revêtements imperméables habituels tels que l'asphalte ou le béton. Ils réduisent le ruissellement pluvial vers les systèmes d'égouts et favorisent le drainage de l'eau. On les utilise de plus en plus pour des emplacements de stationnement, des places publiques, des rues piétonnes, des pistes cyclables, des ruelles, des entrées de garage, etc. Différents matériaux de revêtements poreux sont disponibles : béton drainant, asphalte poreux, éléments modulaires tels que des pavés et des dalles engazonnées. Des technologies de béton et d'asphalte poreux ont été testées l'hiver depuis quelques années par l'Université du New Hampshire; la perfor-

mance demeure intéressante. Le choix de ce type de revêtement dépend surtout de l'utilisation et de l'intensité de la circulation automobile que l'on y prévoit. Les revêtements de type asphalte poreux et béton drainant sont plus appropriés pour les stationnements, les ruelles et les voies de circulation de faible à moyenne circulation. Les pavés perméables (type pavé uni), les pavés alvéolés végétalisés remplis de gravier et autres éléments modulaires sont plus appropriés pour les entrées de garage, les voies piétonnes, certaines ruelles et certains espaces de stationnement à très faible circulation automobile.