Sujet élaboré par une cellule pédagogique nationale

CONCOURS INTERNE ET DE 3ème VOIE DE TECHNICIEN TERRITORIAL

SESSION 2018

ÉPREUVE DE RAPPORT TECHNIQUE

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt.

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 territorial, au service des espaces verts, au sein de Technipole, une métropole de 440 000 habitants, qui comporte plusieurs communes urbaines denses.
Désireux de mobiliser le territoire autour de la lutte contre le réchauffement climatique, les élus veulent appuyer cette dynamique sur l'élaboration d'un plan climat-air-énergie territorial (PCAET).
Dans ce contexte, et au regard de l'impact grandissant de l'évolution du climat sur l'environnement urbain, le directeur des Espaces verts vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur les enjeux de la végétalisation du milieu urbain.

Liste des documents :

Document 1 : « Agir contre les îlots de chaleur urbains (ICU) » - Agence d'urbanisme région nîmoise et alésienne - *audrna.com* - Décembre 2014 - 4 pages

Document 2 : « A Paris, des « îlots de fraîcheur » pour rendre la canicule plus supportable » - S. Mandard - *lemonde.fr* - 17 juillet 2017 - 2 pages

Document 3 : «Végétalisation urbaine : le coefficient de biotope par surface sort de la marginalité » - *environnement-magazine.fr* - 19 novembre 2015 - 1 page

Document 4 : « Cahiers techniques de l'AEU2 : Ecosystèmes dans les territoires » (extrait) - *multimedia.ademe.fr* - Janvier 2015 - 1 page

Document 5 : « Les impacts de la végétation en ville sur l'air, le climat et la santé » - MA Cuny, L. Verrougstraete, M. Brocvielle, D. Cuny - *appa.asso.fr* - 11 février 2016 - 1 page

Document 6 : « Angers, Nantes et Strasbourg sacrées villes les plus vertes de France » - L. Van Eeckhout - *lemonde.fr* - 14 mars 2017 - 1 page

Document 7 : « Le programme de végétalisation de Paris » - Le Plan climat énergie de Paris - *observatoire.pcet-ademe.fr* - Août 2014 - 2 pages

Document 8 : « Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales » (extrait) - *ile-de-france.ademe.fr* - Octobre 2012 - 4 pages

Document 9 : « Une trame verte et bleue support de biodiversité et de réduction des îlots de chaleur » - *extranet-cournon-auvergne.fr* - Consulté le 12 octobre 2017 - 1 page

Document 10 : « Opération "Un habitant - Un arbre : livret final" » (extrait) - Communauté urbaine de Bordeaux - *bordeaux-metropole.fr* - 10 mars 2014 - 4 pages

Document 11 : « Les prescriptions en matière de plantations dans les EcoQuartiers » (extrait) - Centre d'Études Techniques de l'Équipement du Sud-Ouest - *nature-en-ville.com* - Décembre 2013 - 5 pages

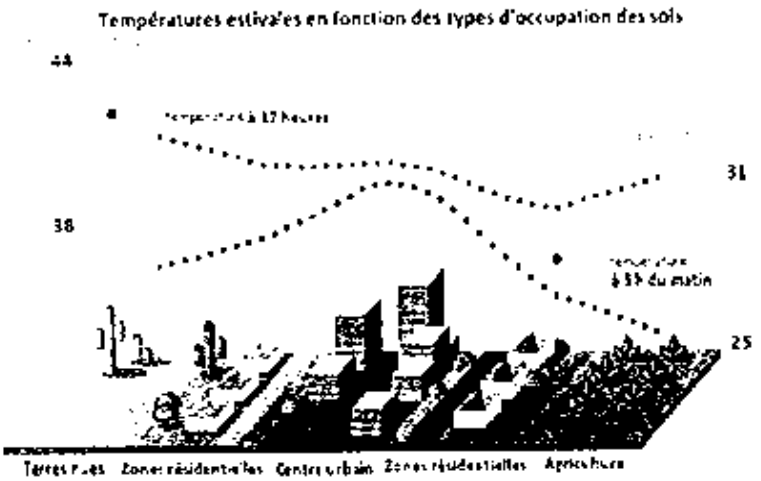
Documents reproduits avec l'autorisation du C.F.C.

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

DOCUMENT 1

Qu'est ce qu'un îlot de chaleur urbain (ICU) ?

L'ICU désigne une élévation de la température localisée observée en milieu urbain par rapport aux campagnes environnantes et par une diminution de l'amplitude thermique entre le jour et la nuit. Les ICU constituent des micro climats artificiels.



Les causes des ICU

- les configurations urbaines, qui [illegible] fonction [illegible] cette chaleur [illegible] ;
- l'importance des surfaces minérales des revêtements de sols et les matériaux de construction des bâtiments, qui absorbent la chaleur le jour, puis la restituent la nuit ;
- le dégagement de chaleur issue des activités humaines (rejets d'air chaud liés à la climatisation, [illegible]

Les principaux impacts

- des [illegible] d'inconfort thermique [illegible] sur la santé des citadins ;
- des transformations de phénomènes météorologiques et du climat de la ville, comme la diminution de l'humidité relative de l'air ou la modification du régime des pluies et des brises, qui ont des répercussions environnementales (taux et répartition des polluants, violents orages [illegible]

[illegible] chauffage [illegible]

Sur quels facteurs agir pour réduire le phénomène d'ICU ?

Outre l'environnement régional, de grands facteurs d'influence sur les ICU, et d'une manière plus générale sur le climat de la ville, sont prépondérants :

Les formes urbaines

« C'est l'un des premiers facteurs de formations des îlots de chaleur urbains » *(Source : IAU, Les îlots de chaleur urbains - L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines).*
Il s'agit de la morphologie urbaine qui se rapporte aux formes tridimensionnelles, à l'orientation et à l'espacement des bâtiments qui constituent la ville. Selon la morphologie urbaine, la chaleur peut être plus ou moins accumulée, restée captive ou pas, et des propriétés de refroidissement ou de réchauffement peuvent être plus ou moins développées.

Par exemple, une configuration de rues étroites, entourées de hauts bâtiments, peut nuire à la bonne ventilation car elle crée des « canyons » où se stocke la chaleur occasionnée par le rayonnement solaire ou les activités humaines.

Effet de réchauffement dans une rue étroite, peu ventilée

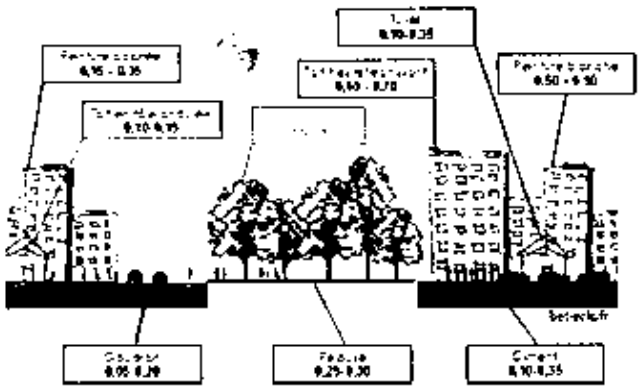
Source : IAU

le saviez-vous ?

Les matériaux de construction et les revêtements de sol de l'espace public

Les propriétés radiatives et thermiques des matériaux utilisés, dans les constructions ou pour les revêtements de sol, sont les premières raisons de la formation des ICU. L'ICU résulte de la combinaison de l'albédo* et de l'inertie thermique des matériaux employés.

Exemple d'albédo* par type de matériaux



Source : [illegible]

**albédo : indice de réfléchissement d'une surface qui permet de mesurer sa capacité à renvoyer l'énergie solaire incidente. On utilise une échelle graduée de 0 à 1, avec 0 correspondant à aucune réflexion (le noir) et 1 pour un corps diffusant dans toutes les directions et n'absorbant aucun rayonnement (le miroir parfait).*

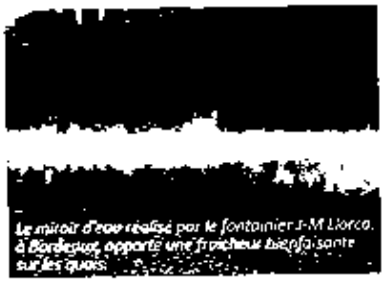
Certains revêtements engendrent un stockage de la chaleur émise par le rayonnement du soleil. Les [illegible] journée, ce qui provoque une élévation de la température de surface et un déstockage de la chaleur emmagasinée, la nuit.

L'inertie thermique joue également un rôle déterminant dans le processus. Le principe d'inertie thermique peut se résumer comme la capacité d'un matériau à accumuler, puis à restituer un flux thermique. Un matériau à forte inertie implique qu'il met un temps plus [illegible] grâce à apport un flux thermique important, mais qu'à l'inverse, il met tout autant de temps à se refroidir. D'une manière générale, les matériaux de construction ayant une inertie plus grande que celle de la terre, ils contribuent donc fortement à la création d'ICU.

Le béton brut, qui a une inertie thermique assez élevée et un albédo faible, absorbe près de 80% de l'énergie qu'il reçoit. Soumis au rayonnement du soleil, il [illegible] emmagasine une [illegible] d'énergie. La nuit, il commence à se refroidir tout aussi lentement, alors que la température de l'air extérieur qui l'entoure a déjà beaucoup baissé. Il restitue ainsi de la chaleur, qui amoindrit l'effet rafraîchissant de la nuit, favorisant la création d'ICU.

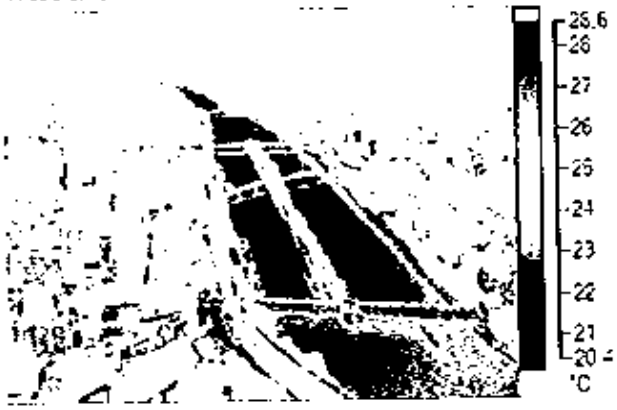
L'eau

L'eau constitue une source de fraîcheur grâce au phénomène d'évaporation. Au cours de ce processus, l'air ambiant se rafraîchit en cédant une partie de sa chaleur pour permettre l'évaporation. Les dispositifs de gestion des eaux de pluies ailant noues et zones humides, les fontaines, qui permettent la dispersion de l'humidité sous l'action du vent, les plans d'eau et les rivières sont essentiels dans les mécanismes de rafraîchissement de la ville.



Le miroir d'eau réalisé par le fontainier J-M Liorca, à Bordeaux, apporte une fraîcheur bienfaisante sur les quais.

Vue d'ensemble de la scène, montrant un soldeme à l'ombre impactée par l'écoulement de l'eau d'eau, le 2 août 2010, à 21h30

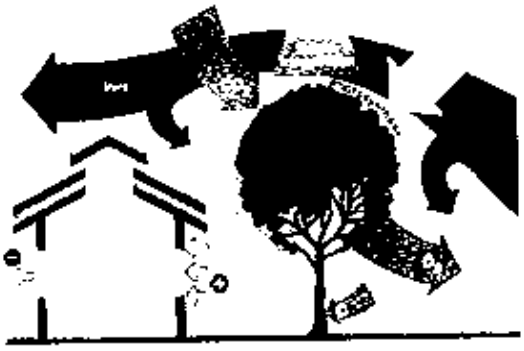


La végétation

L'absence, ou la diminution du végétal implique l'absence ou la perte de fraîcheur en milieu urbain. La végétation joue un rôle essentiel de protection contre la chaleur grâce au phénomène d'évapotranspiration et d'ombrage des sols et des bâtiments, qui permet à l'air ambiant de se refroidir.

Les activités humaines

Le dégagement de chaleur issu des activités humaines, tel que les rejets de chaleur dégagés par climatiseurs, les véhicules à moteur, et les industries contribuent à l'augmentation de la température de la ville, notamment dans les milieux urbains les plus denses où les activités sont concentrées.



le saviez-vous ?

En plein été l'écart de température entre une parcelle dépourvue de végétation et une autre végétalisée peut atteindre entre 4° et 8° C.

sur notre territoire

La caractérisation de l'ICU ou la modélisation nécessite de documenter [illegible] Le développement de l'usage d'indicateurs de ces facteurs, leur distribution et leur analyse est un premier pas, vers le passage à l'action dans la lutte contre les ICU.

Passer à l'action... comment les collectivites font face aux ICU ?

Intégrer l'action dans une démarche de développement durable

Les dynamiques qui président à la formation des ICU et leurs conséquences, sont aussi des facteurs du changement climatique actuellement engagé. La plupart des collectivités qui luttent contre les ICU n'abordent pas cette question comme un phénomène isolé. La question des ICU est traitée dans le cadre de la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique et de réduction de l'impact de la collectivité sur le climat, bien souvent au travers d'un Plan Climat Energie Territorial (PCET). Ainsi, les acteurs locaux inscrivent leurs actions dans une approche intégrant l'environnement dans sa globalité et mettent en perspective la problématique de l'ICU dans une démarche de développement durable.

Le Plan Climat Energie Territorial (PCET) est un projet territorial de développement durable axé sur la lutte contre le changement climatique. Il s'intègre au projet politique de la collectivité qui l'engage. Sa finalité est de définir un programme d'actions (dont par exemple, la résorption des îlots de chaleur) d'une part pour atténuer l'impact du territoire sur le climat en réduisant ses émissions à effet de serre et d'autre part pour rendre moins vulnérable le territoire face au changement climatique en cours. Le cadre stratégique du PCET permet donc d'articuler les actions pour réduire les ICU, avec d'autres types d'actions sur les bâtiments, sur l'agriculture, les déchets, les déplacements, au bénéfice d'un objectif commun qui est la lutte contre le changement climatique.

L'Agenda 21 local est une démarche globale et concrète, dont l'objectif est de mettre en œuvre progressivement et de manière pérenne le développement durable, à l'échelle d'un territoire. Il est axé sur les 5 finalités qui sont :

- la lutte contre le changement climatique et la protection de l'atmosphère,
- la préservation de la biodiversité, la protection des milieux et des ressources,
- l'épanouissement de tous les êtres humains,
- la cohésion sociale et solidarité entre territoires et entre générations,
- les dynamiques de développement suivant des modes de production et de consommation responsables.

Il est porté par la collectivité et mené en concertation avec tous ses acteurs : élus et personnels, habitants, associations, entreprises, structures décentralisées de l'Etat, réseaux de l'éducation et de la formation, [illegible] un programme d'actions visant à améliorer la qualité de vie des habitants, économiser les ressources naturelles et renforcer l'attractivité du territoire.

sur notre territoire

La mise en place des PCET est prévue par les lois Grenelle 1 et 2 pour les collectivités de plus de 50000 habitants (avec mise à jour tous les 5 ans). La CANM s'est engagée dans son élaboration en 2011. Elle a réalisé le « Profil Climat Energie » du territoire qui lui permet d'identifier sa vulnérabilité face aux enjeux du changement climatique et de connaître son profil d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), et travaille actuellement à la définition de sa stratégie et de ses objectifs.

partenaires

L'ADEME

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) met à disposition des entreprises, des collectivités locales, et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable, pour la mise en œuvre des politiques publiques. Elle aide en outre, au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre. Depuis quelques années, elle porte une attention particulière à la lutte contre le changement climatique et l'adaptation aux conséquences de ce changement. Elle aide notamment les collectivités avec l'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU², voir page 11), destinée à favoriser une plus-value environnementale dans les pratiques urbaines.

DOCUMENT 2

lemonde.fr
17 juillet 2017

A Paris, des « îlots de fraîcheur » pour rendre la canicule plus supportable

Par Stéphane Mandard

Une étude inédite offre une cartographie des zones de chaleur et de fraîcheur dans Paris et préconise des aménagements urbains pour s'adapter au réchauffement climatique.

Lors de l'épisode de canicule de juin, certaines rues de Paris se sont transformées en piscines. Des centaines de bouches à incendie avaient été ouvertes sauvagement, créant des geysers urbains. Heureusement, il existe des techniques moins dangereuses et moins consommatrices en eau pour se rafraîchir lorsque le mercure monte dans le rouge.

Une étude inédite, dont *Le Monde* révèle les résultats, se focalise sur les « îlots de fraîcheur » à Paris. Jusqu'ici, ce sont surtout les « îlots de chaleur urbains » (ICU) qui avaient retenu l'attention des chercheurs et des pouvoirs publics. Un phénomène dû à la densité du bâti et à une minéralité excessive qui ne permet plus aux grandes villes de se refroidir la nuit. Ainsi, une étude publiée le 29 mai dans la revue *Nature Climate Change* prévoit que d'ici à 2100, les 5 % de villes les plus peuplées seront confrontées à des hausses de températures pouvant dépasser 8 °C (*Le Monde* daté du 31 mai) si rien n'est fait pour lutter contre cet effet d'ICU qui amplifie les phénomènes caniculaires.

« Stratégie d'adaptation au réchauffement climatique »

« Le but de l'étude était de trouver des solutions aux îlots de chaleur et de construire une stratégie d'adaptation au réchauffement climatique, explique Célia Blauel, maire adjointe chargée de l'environnement. *Nous avons renversé la logique des ICU pour identifier et développer des îlots de fraîcheur. »*

Réalisée entre 2014 et 2016 par la Mairie et l'Atelier parisien d'urbanisme (APUR), l'étude a cherché à analyser très précisément le rôle thermorégulateur des espaces verts et des milieux humides. Concrètement, une campagne de mesures météorologiques au sol a été menée à l'été 2014 sur divers types d'espaces végétalisés : parcs, « petite ceinture » ferroviaire, canal Saint-Martin, toiture végétalisée. Elle a été complétée par des survols thermographiques de Paris en avion en conditions estivales normales, dites « témoins », à l'été 2015, et caniculaires, un an plus tard.

Les relevés météo ont mis en évidence que tous les espaces végétalisés sont plus frais en fin de nuit (entre 3 heures et 7 heures du matin) que les espaces minéralisés alentour. De l'ordre du dixième de degré pour le plus petit square (Georges-Cain, dans le 3e arrondissement), jusqu'à 2 °C pour le plus grand parc (Monceau, dans le 8e). *« Les espaces végétalisés participent donc au rafraîchissement de la ville durant la nuit »*, conclut sans surprise l'étude.

Le phénomène inverse est observé pour les milieux aquatiques. Durant la nuit, l'importante inertie thermique de l'eau combinée à un débit relativement bas en été rend l'évacuation de la chaleur très lente. Ainsi, la masse d'eau du canal Saint-Martin a une température plus élevée (entre 22 °C et 23 °C en moyenne) que celle de l'air (inférieure à 21 °C). En revanche, en journée, la température de l'eau (jusqu'à 23 °C ou 24 °C) est plus faible que celle de l'air (entre 26 °C et 32 °C).

Des différences confirmées par les thermographies aériennes. Ainsi, outre le canal Saint-Martin, le lac Daumesnil (en bordure du bois de Vincennes) et la Seine gardent des températures supérieures à 20 °C les nuits d'été « normales ». Avec une légère nuance pour la Seine lors des jours de canicule, l'étude relevant *« un rôle de rafraîchissement intéressant en début de nuit »*, puisqu'elle est moins chaude que l'espace urbanisé.

Des rues plus chaudes que d'autres

En condition caniculaire, les zones les plus chaudes (supérieures à 23 °C en début de nuit et à 20 °C en fin de nuit) sont sans surprise les surfaces goudronnées (rues, avenues, carrefours, ponts) et les éléments en pierre (promenades, fontaines).

Les relevés thermographiques permettent de repérer des rues plus chaudes que d'autres. Ce sont les rues étroites dont l'ouverture au ciel ne permet pas une évacuation rapide de la chaleur (supérieure à 18 °C contre 16 °C à 17 °C dans les rues plus larges pour une nuit d'été témoin). Lorsqu'elles sont, de surcroît, bordées d'immeubles hauts, elles se transforment en « canyons » urbains où la chaleur reste emprisonnée.

Ainsi, l'étude offre une cartographie précise des zones les plus chaudes de Paris – qui évolue durant la nuit. *« Par abus de langage, on cite souvent des "îlots de chaleur urbains" alors qu'il s'agit surtout de microzones de chaleur qui se forment selon des combinaisons de formes urbaines, natures de sols,* (absence de) *nature en ville et activités humaines »*, relèvent les urbanistes de l'APUR.

Réduire les rejets d'air chauds anthropiques

Ils en tirent plusieurs recommandations en termes d'aménagement urbain. *« Des règles qu'il faudra désormais suivre pour rendre la ville plus supportable »*, précise Célia Blauel. Remplacer les matériaux de revêtement de sol qui emmagasinent la chaleur la journée et la restituent la nuit (enrobés, sols asphaltés, dalles en béton) par des matériaux aux propriétés thermiques plus intéressantes : pavés, bois (pour les ponts et passerelles notamment), stabilisé (sable ou gravier), gazon. Créer de l'ombrage en plantant des grands arbres le long des rues ou avenues et au centre des parcs, mais pas n'importe comment : *« Le positionnement des arbres est stratégique et doit être pensé en fonction des ombrages créés le jour mais en prévoyant également les pièges radiatifs qu'ils peuvent créer la nuit »*. Utiliser des couleurs claires sur l'espace public, car la thermographie a mis en évidence qu'elles gardaient moins la chaleur. Réduire les rejets d'air chauds anthropiques : circulation automobile (interdiction temporaire ou piétonisation), sorties de climatisation (développer le réseau froid de la Ville de Paris à la place de la climatisation individuelle).

L'étude a également permis à l'APUR de finaliser la première cartographie des îlots de fraîcheur dans la capitale. Elle sera accessible aux Parisiens dans les prochains jours, et une application numérique pour identifier ces îlots et des « parcours de fraîcheur » devrait être disponible l'été prochain. La cartographie, qui recense près de 700 « points frais » (550 espaces végétalisés, 36 lieux de baignade, 49 musées...), fait notamment apparaître les zones qui ont le plus fort pouvoir « rafraîchissant » (entre 2° C et 4 °C la nuit). Il s'agit des bois de Boulogne et de Vincennes, des grands linéaires ouverts vers le ciel (larges avenues, boulevard des Maréchaux) et des faisceaux ferroviaires des gares.

Concernant les parcs, l'étude relève que seuls ceux d'une certaine taille (au moins 30 000 m²) et comportant une mixité de végétation entre arbres (au moins 30 %) et pelouses (au moins 20 %) ont un véritable effet de rafraîchissement pendant la nuit. Lors des épisodes de fortes chaleurs, l'étude recommande d'utiliser davantage l'eau en journée dans les parcs sous forme de diffusion de fines gouttelettes (fontaines à jets, brumisateurs). Une bonne alternative à l'ouverture intempestive des bouches à incendie.

DOCUMENT 3

environnement-magazine.fr
19 novembre 2015

Végétalisation urbaine : le coefficient de biotope par surface sort de la marginalité

Cet indicateur créé mais non imposé par la loi Alur, qui établit un ratio entre la surface favorable à la nature et la surface d'une parcelle construite, a du mal à se faire une place dans les politiques de nature en ville. Pourtant des communes s'y mettent et l'intègrent discrètement dans leurs documents d'urbanisme.

Outil d'une politique de densification raisonnée, l'émergence du coefficient de biotope par surface (CBS) ressort clairement d'une ***enquête menée auprès des villes par l'Observatoire de la biodiversité végétale en ville***, qui vient d'en dévoiler les résultats portant plus globalement sur les pratiques et stratégies en la matière. Transmise l'été dernier à environ 900 villes de plus de 10.000 habitants et à leurs intercommunalités, elle a récolté – score honorable - environ 10% de réponses. Soit 88 communes et sept EPCI, représentant au total 8,4 millions d'habitants. Parmi ses enseignements figure la multiplicité des pratiques de végétalisation des équipements et éléments constitutifs de l'urbanisme. Jardins sur toiture ou sur dalle urbaine, végétalisation de parkings... près de 200 opérations différentes ont été recensées.

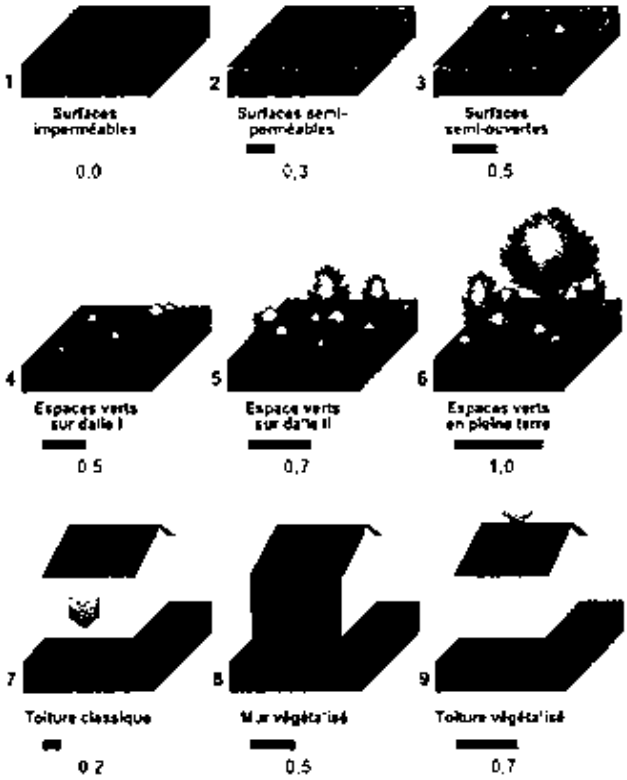
Une question portait aussi sur le zonage affecté dans les plans locaux d'urbanisme aux jardins. Certaines communes classent les jardins familiaux dans une sous-zone N (zone naturelle et forestière). Et 13% des répondants intègrent un coefficient de biotope par surface (CBS), souvent assorti d'obligations et qui varie en fonction de l'endroit considéré dans la ville. Bourg-en-Bresse (Ain) a ainsi introduit un coefficient de pleine terre dans l'article 13 de son règlement de PLU. A Pont-Saint-Esprit (Gard), ce CBS impose qu'à la construction d'une parcelle, 40 % de celle-ci soit en espaces verts. Meudon (Hauts-de-Seine) le met aussi en place. Tout comme Dijon, dans le cadre de la révision de son PLU, mais aussi Beauvais, Douai, Guyancourt, Malakoff, Paris, Vitry-sur-Seine, La Teste de Buch (Gironde), Vire (Calvados), etc. « Le CBS permet la sauvegarde d'espaces naturels en ville, en combinant les moyens susceptibles d'être mobilisés : sols végétalisés, toitures et terrasses végétalisées, murs et façades végétalisés, surfaces alvéolées perméables, etc. Il concerne naturellement, par priorité, les zones urbaines denses où les pressions peuvent être fortes sur les milieux naturels », défendait Philippe Bies, député du Bas-Rhin, dans ***un avis publié en juillet 2013*** au nom de la commission développement durable sur le projet de loi Alur.

MB

LE COEFFICIENT DE BIOTOPE
par surface (CBS)

n°11

PRÉCISIONS



1. Revêtement imperméable pour l'air et l'eau, sans végétation (béton, bitume, dallage avec couche de mortier)

2. Revêtement perméable pour l'air et l'eau, sans végétation (clinker, dallage mosaïque, dallage avec couche de gravier/sable)

3. Revêtement perméable pour l'air et l'eau, infiltration d'eau de pluie, avec végétation (dalle de bois, pierres de treillis de pelouse)

4. Espaces verts sur dalles de rez-de-chaussée et garages, souterrains avec une épaisseur de terre végétale inférieure à 60 cm

5. Espaces verts sans corrélation en pleine terre avec une épaisseur de terre végétale supérieure à 80 cm.

6. Continuité avec la terre naturelle, disponible au développement de la flore et de la faune.

7. Infiltration d'eau de pluie pour enrichir la nappe phréatique, infiltration dans des surfaces plantées

8. Végétalisation des murs aveugles jusqu'à 10 m

9. Végétalisation des toitures extensive ou intensive

[illegible] http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/fr/bff_berechnung.shtml

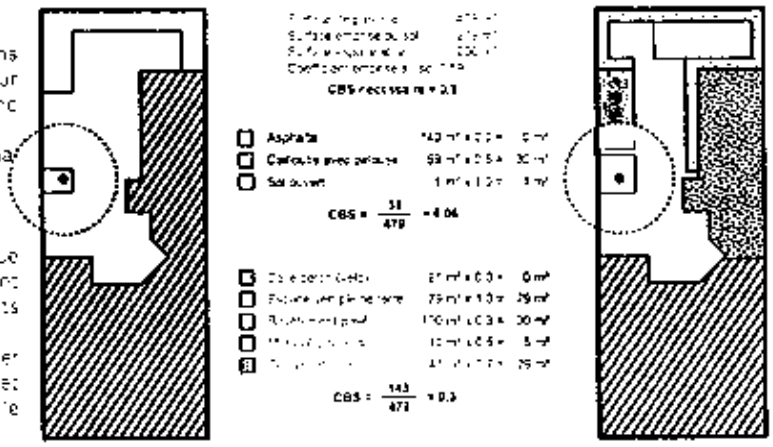
EXEMPLES D'APPLICATION

- A Paris et Montreuil

L'objectif de la Ville de Paris est d'insérer davantage le végétal dans les secteurs où il y a des carences. Le CBS minimal défini pour les opérations de renouvellement ou de réhabilitation est donc différent d'un arrondissement à l'autre selon les besoins.
Le PLU de la ville de Montreuil exige également un CBS minimal pour toute nouvelle opération.

- Calcul du CBS d'une parcelle

Dans l'exemple ci-contre, le coefficient est égal à 0,05 alors que le CBS minimal à atteindre est de 0,3 (exigé par le document d'urbanisme ou le cahier des charges du projet). Différents scénarios sont donc proposés pour l'atteindre.
Dans la variante apparaissant en bas du schéma, le choix de changer le revêtement en asphalte par un revêtement de petits pavés et d'installer une toiture végétalisée sur 41 m² permet d'atteindre le CBS de 0,3.



[illegible] http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/fr/bff_berechnung.shtml

Cibles utilisateurs

- Bureaux d'études en aménagement et urbanisme
- Collectivités

Source :
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/fr/bff_berechnung.shtml

DOCUMENT 5

Les impacts de la végétation en ville sur l'air, le climat et la santé

Conférence aménagement urbain et changement climatique Loos – 11 février 2016

Impact de la végétation sur l'effet de serre

Séquestration du CO_2 par les arbres
variable en fonction de l'espèce, l'âge, la hauteur et le diamètre:

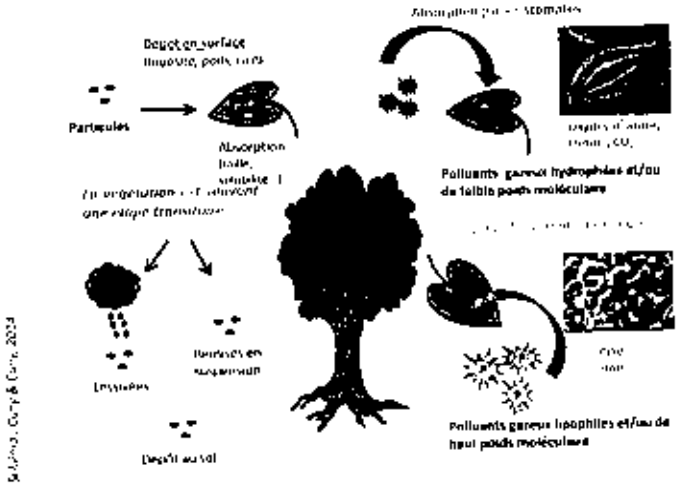
peuplier hybride (Robusta x Skousland) de 20 m de haut de 33 ans: 29,6 kg/an
pin blanc et 13,6 m de haut de 34 ans : 15,2 kg/an
frêne vert de 11 m de haut : 10,8 kg/an

Programme « MillionTreesNYC » : 1 million d'arbres plantés à New-York (en plantant chaque année 100 000 arbres, pendant 10 ans – 2007 à 2017)

→ selon les estimations : les 100 000 arbres plantés pourront capter un maximum de **1500 T de CO_2/an**, soit 15 kg de CO_2 /an/arbre.

Impact de la végétation sur la pollution atmosphérique

- ✓ Effets directs via l'absorption/adsorption des polluants par les végétaux (ex. PM, O_3, NOx..)
- ✓ Effets indirects via le rôle « climatiseur » des végétaux : diminution des émissions liées aux climatisations et chauffages



Sources : Nowak et al., 2006 ; Smirnopoulos et al., 2001. Cuny & Cuny, 2014

Impacts de la végétation sur les NOx.

- toitures végétales

20 % des toitures des locaux commerciaux et industriels de Détroit recouverts de *Sedum*

⬇

Diminution de 889 tonnes par an des quantités de NO_2 dans l'air

Clark et al. 2005 et 2009

Différentes espèces de Sedum (sources Internet)

Toiture végétale sur le toit de la Ford Motor Compagny à Dearborn, Michigan; (Brad Rowe, 2010)

→ *Espèce la + pertinente ?*

Recouvrement des **murs et des toits** des bâtiments et des routes du **bassin de Los Angeles** avec du **pétunia** (26°/217 plantes testée en fumigation)
→ assimilation de **16 000 T /an**, soit **3,1 %** des émissions annuelles liées au trafic

Impacts de la végétation sur les particules

Effet de la couverture végétale (arbres + végétation rase)
En G.B. : estimation de l'effet de l'augmentation de la couverture végétale totale
↗ du couvert végétal de 3,7 à 16,5 % => ↘ des concentrations moyennes de PM_{10} de 10%
soit une élimination annuelle de **110 t/an**.

↗ du couvert végétal (+ 54%) = ↘ **[PM_{10}] de 30%**, soit élimination de **200 T/an.**

Santiago du Chili : variation de la couverture végétale
↗ Du couvert végétal de 12 à 26% => ↘ [PM_{10}] de **59 à 84 µg/m³**

Plantes grimpantes
Hedera helix , (façades des bâtiments historiques) est capable de fixer PM 2,5 et PM1 µ
→ rendement de 2,9.10 ¹⁰ particules par m² de lierre.

Végétation herbacée
Mise en évidence de la fixation des PM
et particules ultrafines par la végétation herbacée

Photo : Cuny & Cuny, 2014

Toitures végétalisées
2000 m² d'herbes non coupées : jusqu'à 4000 kg de particules atmosphériques piégées
→ soit **2 kg par m²** d'herbe sur la toiture végétale.

Sources : Cuny et Cuny 2014, Escobedo et Nowak, 2009, Johnson et Newton, 1996, McDonald et al., 2007 ; Nowak et al., 2006 ; Rowe, 2011 ; Sternberg et al., 2010 ; Weber et al., 2014.

DOCUMENT 6

lemonde.fr
L. Van Eeckhout
14 mars 2017

Angers, Nantes et Strasbourg sacrées villes les plus vertes de France

Dans le palmarès publié le 14 mars par l'Union nationale des entreprises du paysage et Hortis, Angers décroche la palme de la ville la plus verte de France. Elle est suivie de Nantes et de Strasbourg.

Deuxième consécration pour Angers : comme dans leur premier palmarès de 2014, l'Union nationale des entreprises du paysage (UNEP) et Hortis, organisation professionnelle des responsables d'espaces verts en ville, ont consacré, mardi 14 mars, la préfecture du Maine-et-Loire, « ville la plus verte de France ». Elle est talonnée par Nantes et Strasbourg, qui détrône Limoges à la troisième place. Paris est classée au quatorzième rang.

Ce palmarès s'appuie sur une enquête, réalisée de juillet 2016 à janvier 2017, auprès des 50 villes les plus peuplées de France, à partir des données publiques et des questionnaires remplis par les services des espaces verts des municipalités concernées.

« Avec près de 100 mètres carrés d'espaces verts par habitant - loin devant la moyenne nationale de 48 mètres carrés - Angers fait figure d'exception. Les espaces verts publics (hors forêts) couvrent plus de 14 % de la superficie de la ville », notent l'UNEP et Hortis. Avec son Agence 21 pour la biodiversité, *« Angers s'est fixé des objectifs ambitieux pour lutter contre toute disparition de faune et de flore sur son territoire »*, ajoutent-ils. Quelque 300 mini-jardins ont été créés, ainsi que 50 « greenpods », jardinières installées sur la voirie et entretenues par des collectifs d'habitants et de commerçants.

Nantes, la « ville aux 100 jardins », est saluée pour avoir investi, en 2016, *« plus de 17 millions d'euros dans la création de nouveaux espaces verts, soit près de quatre fois plus que les autres villes »*. Strasbourg, dotée de 116 mètres carrés d'espaces verts par habitant, se distingue, quant à elle, par son plan « grandeur nature », dont l'objectif est de *« lier biodiversité et solidarité, végétal et citoyenneté »*.

Paris consacre 105,4 euros par an et par habitant à l'entretien et à la création d'espaces verts, contre 69 euros à Nantes, 67 euros à Angers et 60 euros à Lyon, alors que le budget moyen au niveau national est de 46,5 euros. *« La plupart des villes ont une vision des espaces verts encore très court-termiste, alors que la demande des citoyens est de plus en plus pressante et que la nature en ville joue un rôle déterminant contre les effets du réchauffement climatique et de l'urbanisation »*, relève Catherine Muller, présidente de l'Unep.

Les espaces verts sont néanmoins de moins en moins considérés comme de simples éléments décoratifs. Parmi les 50 villes interrogées, une douzaine déclare avoir effectué un inventaire total de la faune et de la flore composant la biodiversité de leur commune. Le patrimoine arboré est aussi l'objet d'une attention croissante. *« Et les villes optent de plus en plus les plantes indigènes, véritablement adaptées au climat et au sol de leur territoire »* observe Jean-Pierre Gueneau, président de Hortis. [...]

- **Réduire les effets d'îlots de chaleur urbains et améliorer le confort d'été des Parisiens**
- **Végétalisation de toutes les constructions neuves**
- **100 ha supplémentaires de toitures et façades végétalisées à Paris dont 1/3 consacré à la production de fruits et légumes**
- **30 ha de nouveaux espaces verts à Paris**
- **20 000 arbres supplémentaires dans Paris**
- **200 lieux de proximité à végétaliser**

En lien avec le Plan Biodiversité de Paris :

- **Étudier et définir le schéma des trames vertes et bleues**
- **Renforcer le maillage vert et son rôle de corridor écologique**

23 % du territoire parisien végétalisé

62 ha de nouveaux espaces verts ouverts au public à Paris depuis 2001

47 000 m² de toitures végétalisées sur les bâtiments municipaux (inventaire 2012)

Plus de 100 000 arbres dans Paris intra-muros (hors bois)

11 000 teqCO_2 captées par an par les deux bois parisiens (18,5 km²) (Bilan carbone 2009)

Depuis 2007, le programme de végétalisation de Paris constitue une des orientations de **la stratégie d'adaptation du Plan Climat et Énergie de Paris** qui prépare la ville aux évolutions climatiques et à la raréfaction des ressources.

La végétalisation dans Paris peut prendre plusieurs formes : parcs et jardins publics (+ de 500), bois, 20 cimetières arborés, jardins partagés (près de 90 à ce jour), jardins privés, agriculture urbaine, boulevards arborés et rues enherbées, Petite Ceinture ferroviaire, jardins de pluie, végétation intégrée aux bâtiments jusqu'aux abribus végétalisés ! Le programme de végétalisation concerne tous ces endroits de végétation dans la ville, qui représentent près d'un quart de la superficie du territoire, par touches répétées et interconnectées afin **d'améliorer la qualité de vie et l'attractivité de Paris**. Un de ces objectifs est de **réduire les effets d'îlots de chaleur urbains dans Paris et sa proche périphérie**.

En 2003, lors des épisodes de fortes chaleurs, la température nocturne observée dans le cœur de Paris s'est élevée jusqu'à 8°C au-dessus de celles relevées dans le reste de la région Île-de-France. Les plantes, par le phénomène d'évapotranspiration, humidifient et refroidissent l'air. L'effet d'ombrage des arbres permet par ailleurs d'éviter l'échauffement des bâtiments et des rues. Ainsi, la végétation peut être un atout majeur pour le rafraîchissement de la ville en période estivale chaude en luttant contre les microclimats engendrés par la densité urbaine. La végétalisation de l'espace public et des bâtiments permet alors d'améliorer le confort d'été des Parisiens dans un contexte caniculaire tendant à devenir la norme.

Néanmoins, ce rafraîchissement est conditionné à une double contrainte :

- l'irrigation importante nécessaire en périodes répétées de sécheresses et canicules, confirmé par les résultats de l'étude EPICEA (menée par Météo-France pour la Ville de Paris). Ces résultats montrent l'importance de l'hydratation des végétaux pour obtenir un effet rafraîchissant dans la Ville.
- l'adaptation des espèces et des essences d'arbres notamment pour résister aux nouvelles conditions climatiques.

En 2012, Paris était récompensé par un **prix Territoria d'argent dans la catégorie « Aménagement de l'espace public » pour ses expérimentations de toitures végétales**. Cette même année, la végétalisation de l'espace public concernait 5 705 m² d'espaces verts supplémentaires et 6 430 m² de toitures de bâtiments publics pour un montant de 158 000 €. En 2014, **30 projets innovants de végétalisation urbaines sont en cours d'expérimentation** en conditions réelles et une **étude sur le rôle thermorégulateur des espaces verts et milieux humides à Paris** tente d'évaluer et de quantifier l'effet rafraîchissant des espaces végétalisés et aquatiques à Paris en période estivale.

En parallèle, le Plan biodiversité de Paris, voté en 2011, prône la préservation et le renforcement de la nature en ville avec des objectifs précis en matière de pratique de gestion pour limiter les pollutions et nuisances sur l'environnement. Les enjeux sont différents de ceux du Plan Climat Énergie mais la végétalisation est une réponse commune. Il s'agit alors de **caractériser concrètement comment la végétation, notamment sur les équipements publics, peut répondre au double enjeu du rafraîchissement et de la biodiversité** : épaisseurs de sol minimales, espèces à planter, systèmes d'hydratation des végétaux, etc. Dans le Plan biodiversité, la Ville s'est donnée comme objectif à 2020 de programmer 7 hectares de toitures végétalisées sur l'ensemble du territoire parisien. Cet objectif est renforcé par le programme de mandature 2014-2020 qui prévoit la création de 100 nouveaux hectares de toitures et façades végétalisées.

Plébiscitées également dans le futur Plan Pluie de Paris, **les toitures végétalisées et la désimperméabilisation des sols, rendue possible par la présence des végétaux, constituent une réponse importante au risque d'inondations auquel Paris doit faire face lors de pluies intenses**. Elles soulagent la sollicitation du réseau d'évacuation et de traitement des eaux pluviales et limitent les rejets en Seine. A ce sujet, la Ville s'est plus largement engagée dans une réflexion sur la mise en place d'un zonage pluvial visant à contraindre les maîtres d'ouvrage à abattre une quantité d'eau de pluie minimale à l'échelle de la parcelle en cas de construction neuve.

Enfin pour les espaces privés, qui comptent aussi beaucoup dans le verdissement de la Ville, une riche documentation pour aider au changement de pratique et à la mise en œuvre est mise à disposition des Parisiens.

Le milieu urbain est à l'origine de processus radiatifs, thermiques, dynamiques et hydriques qui modifient le climat de la ville. La couche superficielle du sol, avec la présence plus ou moins importante de surfaces végétales ou d'eau ; les activités humaines qui induisent des rejets de chaleur et de polluants ; et la structure urbaine avec des matériaux de construction et une certaine morphologie du cadre bâti ; sont les principaux facteurs de ces modifications. Le climat urbain a pour effet principal de limiter la baisse des températures durant la nuit, diminution qui, lors de vagues de chaleur, est pourtant essentielle pour permettre aux organismes humains de récupérer après de fortes chaleurs diurnes.

Voté en novembre 2011, le Plan de Biodiversité de Paris se concrétise en 30 actions. Les objectifs sont de renforcer les trames verte et bleue et favoriser les continuités écologiques essentielles au maintien d'une diversité du vivant en ville et de faire de la biodiversité un élément structurant de l'action municipale pour préserver les nouveaux équilibres écologiques de la capitale. La mobilisation des acteurs du territoire, pour transmettre à tous les Parisiens et aux générations futures une culture de l'écologie urbaine, se fait via l'Observatoire Parisien de la Biodiversité qui assure un rôle de veille scientifique et fournit aux professionnels des outils pour des pratiques et des modes de gestion favorables à la biodiversité.

C – VÉGÉTALISATION ET FRAICHEUR DES ESPACES URBAINS

Le territoire et la ville

Augmenter l'indice global de végétalisation de la commune

Une stratégie territoriale de végétalisation en milieu urbain a pour objectif d'augmenter l'indice global de végétalisation d'une ville. Cette augmentation passe par un développement diffus à l'échelle du territoire et de la ville. Des éléments structurant comme les espaces boisés, les parcs urbains et les jardins doivent être complétés par une végétation diffuse permettant de faire perdurer l'effet de refroidissement ressenti. Cette action passe par une stratégie territoriale de végétalisation qui favorisera la végétalisation :

- Des axes de transport (mails, avenues, lignes ferroviaires, plantations d'alignement...).
- Des emprises foncières publiques (espaces verts, espaces extérieurs des équipements publics...)
- Des terrains privés (pourtour des bâtiments, verdissement des pieds d'immeubles, façades végétalisées...) par une politique d'urbanisme incitative.

Ainsi, les arbres d'alignement feuillus participent à ombrager les rues mais aussi les façades d'immeubles, permettant ainsi aux logements de ne pas surchauffer. De même, les espaces verts, que ce soient de petits squares de quartiers ou de grands parcs urbains, fournissent aux citadins des lieux où l'on peut se rafraîchir lorsque la température de la ville est trop forte. La densification de ces éléments par une végétation diffuse permettra d'atteindre les objectifs du SDRIF, à savoir, dans les secteurs déficitaires en espaces verts, 10m² d'espaces verts publics par habitant.

Développer les continuités vertes et veiller à la sauvegarde des espaces verts

Comme la perte du couvert végétal contribue à l'augmentation de la chaleur en milieu urbain, la conservation et la création d'espaces verts, ainsi que le verdissement, sont essentiels. Il n'est pas question ici d'empêcher le développement urbain, mais de l'harmoniser aux besoins de la population en protégeant, entre autres, les milieux naturels, ou en recréant ceux qui ont disparu. Il s'agit d'une occasion de développer les continuités vertes existant sur le territoire et d'en tisser une trame verte.

Favoriser l'implantation de grands espaces verts en amont des vents dominants

La bonne répartition et la préservation des espaces verts sont essentielles en milieu urbain. Bien repartis, ils doivent créer une trame verte continue à travers les villes et leur territoire, facilitant de même leur appropriation par les habitants. L'implantation de grands espaces verts en amont des vents dominants permet de pré-rafraîchir l'air en période estivale avant qu'il ne pénètre au sein de l'espace urbain. Une trame verte bien constituée participe à la réduction de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

La coulée verte du Sud Est Parisien (Archipel)

Aménagement de la vallée du réveillon – Source : CG94

Coulée verte Créteil Santeny – Source : CG94

Desserte des espaces verts dans la Trame verte (Source : IAU)

Flux d'énergie zone urbaine/zone rurale
Source: Colombert, 2008

Le quartier et la rue

Développer l'accès à des aires de rafraîchissement

Le rafraîchissement de l'espace urbain passe à l'échelle de chaque quartier par la création de diverses aires de rafraîchissement : aires de repos ombragées, installation d'étendues d'eau (bassins, fontaines, jets d'eau ou brumisateurs).

La végétation a un rôle important à jouer : elle participe à la protection solaire. Elle apporte un ombrage et crée un microclimat par évapotranspiration. Le choix des espèces est important car la qualité de l'ombre d'un arbre dépend de sa densité (Voir figure ci-contre). Ainsi, le feuillage d'un arbre peut filtrer de 60 à 90% du rayonnement solaire. Un tapis de végétation réduit également le rayonnement solaire réfléchi par le sol. Quel que soit le projet de verdissement, le choix de la verdure pour remplacer de l'asphalte ou du béton sera toujours plus bénéfique pour le rafraîchissement de l'espace.

Assurer la pérennité et la croissance des essences plantées

Pour que les arbres puissent fournir de la fraîcheur, leur bonne croissance est essentielle. Un développement en pleine terre ou en aménagements cellulaires adaptés est dans un premier temps à privilégier. Un arbre occupant un espace restreint dans le sol n'atteindra pas sa taille maximale et sa durée de vie en sera écourtée. Le choix d'espèces indigènes, tolérantes aux variations climatiques de la région parisienne et la pollution urbaine est aussi un paramètre primordial. L'application de ces recommandations permettra de pérenniser les aires de rafraîchissement qui viendront ponctuer la ville.

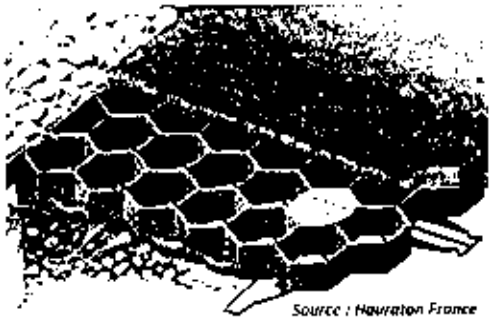
Végétaliser les aires de stationnements

Les stationnements, construits généralement avec du bitume, un matériau à faible *albédo* (Voir E.), contribuent au stockage de chaleur. La végétalisation d'une partie des aires de stationnement est une alternative à l'imperméabilisation pour réduire cet effet et participer au rafraîchissement du quartier. Ils représentent en effet un potentiel surfacique important. Cette mesure passe par :

- La végétalisation des pourtours des places de stationnements (bandes végétalisées, plantation d'arbres…)
- Le choix de revêtements semi-végétalisés pour les emplacements de stationnement (modules alvéolaires…)

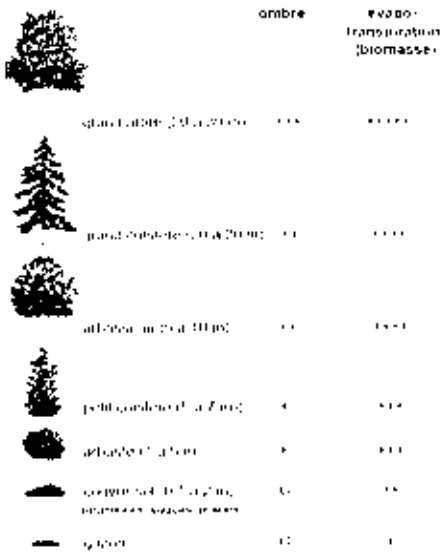
Cela permet ainsi d'augmenter les surfaces d'évapotranspiration et de lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain. La qualité de l'air en est aussi améliorée (Voir A.). La question de l'entretien de ces espaces ne devra néanmoins pas être éludée afin de pérenniser leur action dans le temps.

Illustation des aires de rafraîchissement issue de balades urbaines - Source : La Giudice, 2008



Source : Houraton France

Source : Ecovegetal



	ombre	évapo-transpiration (biomasse)
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

Source : Guide sur le verdissement

Encourager la gestion alternative des eaux pluviales

La gestion « classique » des eaux pluviales consiste à diriger les eaux pluviales vers un réseau de conduite souterraine à l'aide de puisards disposés sur les chaussées, les stationnements et les autres surfaces imperméabilisées qui récupèrent les eaux ruisselées. Après traitement, elles sont redirigées vers les cours d'eau de la région.

Une gestion alternative des eaux pluviales se préoccupe quant à elle de traiter les eaux pluviales à la source en veillant à leur qualité et protège ainsi les nappes souterraines et les cours d'eau récepteurs. Les eaux pluviales sont mises en valeur au sein du paysage urbain favorisant le développement d'écosystèmes. Leur gestion implique un maintien de l'eau sur site et un écoulement plus lent, favorisant ainsi l'évapotranspiration et l'infiltration naturelle. Cette approche permet de mettre en valeur le territoire tout en limitant les impacts environnementaux et en optimisant les investissements publics.

Les avantages d'une gestion alternative des eaux pluviales sont en effet multiples. Elle permet de limiter les coûts liés à la gestion du réseau d'assainissement et au traitement des eaux avant rejet, de mettre en valeur les milieux humides améliorant ainsi le cadre de vie et de réduire l'effet d'îlot de chaleur urbain.

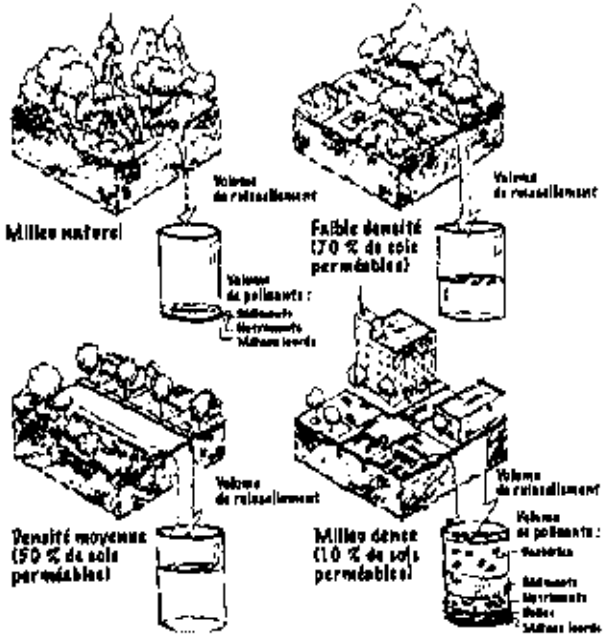
Une gestion durable des eaux pluviales passe par la mise en place d'une planification et d'une stratégie urbaine en ce sens favorisant les techniques alternatives et limitant l'imperméabilisation des sols.

Définir des exigences de débit de fuite à la parcelle

Afin d'accentuer le recours à une gestion alternative des eaux pluviales, la définition d'exigence en matière de débit de fuite à la parcelle et sur l'espace public est indispensable. Elle favorise la mise en place d'ouvrages de rétention participant à la présence d'étendues d'eau en milieu urbain, la réduction des surfaces imperméables et le recours à une infiltration naturelle.

La définition d'une exigence de débit de fuite participe de plus à désengorger le réseau public souvent saturé lors des événements pluvieux. Cette exigence doit être définie au sein du règlement du Plan Local d'Urbanisme de chaque commune où au sein du cahier des prescriptions pour une opération de ZAC.

L'écoquartier de Bonne (Source : Ecoquartiers suivez le guide)



Volumes de ruissellement
(Source. La gestion durable des eaux pluviales)

Gérer les eaux pluviales avec des techniques alternatives de surface

À l'échelle d'un quartier, plusieurs techniques alternatives de gestion des eaux pluviales peuvent être combinées. L'objectif est de permettre une intégration paysagère favorisant la végétalisation, d'augmenter l'infiltration des eaux à proximité et de favoriser la filtration naturelle. On distingue :

Les bassins de rétention

Deux types de bassin à ciel ouvert peuvent être mis en œuvre : les bassins en eau et les bassins secs. L'un conserve de l'eau en permanence et offre une étendue d'eau permanente rafraîchissant ainsi l'air ambiant. L'autre est mis en eau ponctuellement en cas de fortes pluies. Les bassins ont l'avantage de pouvoir être intégrés à un espace public ou paysager. Le bassin en eau permettra le développement de végétaux spécifiques et notamment de plantes aquatiques filtrantes limitant ainsi la pollution de l'eau avant un rejet éventuel ou avant leur infiltration (phyto-épuration ou phyto-remédiation).

On notera que les dispositifs de stockage type bassin de rétention et noue présentent un entretien plus simple que des ouvrages enterrés.

Les drains et les noues paysagères

Les drains et les noues permettent d'acheminer l'eau naturellement en surface. Les noues, ou fossés engazonnés, permettent aussi le stockage, le traitement et l'infiltration éventuelle des eaux pluviales. Les noues sont végétalisées et comportent généralement un fond drainant constitué de sols perméables. Combinées à certains végétaux, les eaux de ruissellement peuvent être filtrées. Végétalisées et permettant le stockage de l'eau de pluie, les noues participent au rafraîchissement local d'une rue, d'une cour ou d'un espace public.

Les puits d'infiltration

Les puits d'infiltration recueillent les eaux de ruissellement et permettent leur infiltration dans le sol. Ils sont utilisés notamment pour recueillir les eaux de ruissellement des toits. Leur conception est simple et demande peu d'espace au sol

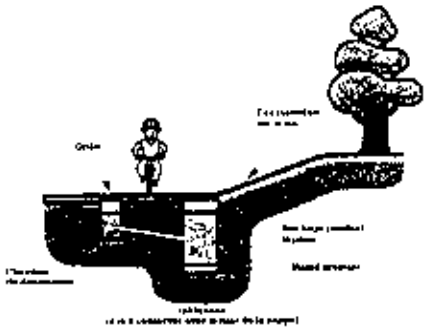
Les chaussées à structure réservoir

Les chaussées à structure réservoir sont constituées de pavés poreux favorisant l'infiltration de l'eau à la source. Elles ont un albédo plus élevé que le bitume et emmagasinent ainsi moins de chaleur que ce dernier. Associé à un drain, elles permettent d'acheminer les eaux vers un ouvrage de rétention.

Les toitures végétalisées (voir [illegible]).

Secteur du Trapèze – SAEM Val de Seine – Patrick Chavannes et Thierry Laverne (Source : H. bbadie - SAEM Val de Seine)

Source : Mairie de Paris – DU – MCC – J.Leroy

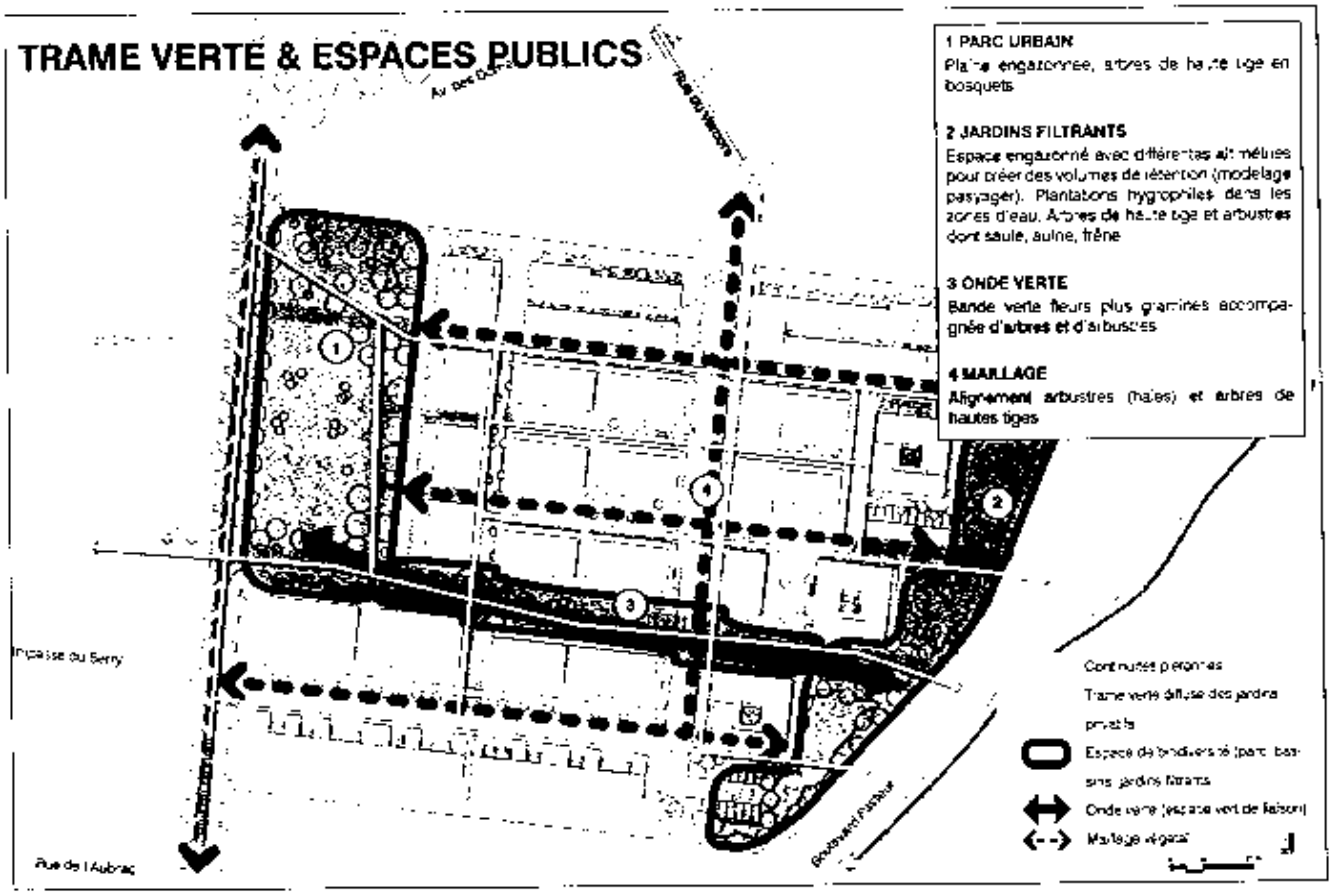


Puits d'infiltration (Source : Grand Lyon)

Noues végétalisée à Nanterre (Source : CG 92)

Coupe d'une chaussée à structure réservoir (Source : SEPIA Conseil)

DOCUMENT 9



Une trame verte et bleue support de biodiversité et de réduction des îlots de chaleur

Affirmer l'identité urbaine de Cournon comme ville verte, en préservant et restaurant la nature en ville, est un des objectifs de l'écoquartier du Palavezy

Aussi, le programme d'aménagement intègre une part importante d'espaces naturels afin d'y valoriser leurs fonctions thermique, sanitaire, environnementale et sociale.

S'appuyant sur la biodiversité particulièrement riche de son territoire (coteaux et Val d'Allier) la ville de Cournon d'Auvergne souhaite renforcer cette richesse patrimoniale à travers la déclinaison d'une trame verte et bleue sur l'écoquartier

La trame verte est composée du grand parc du Morvan, des jardins d'eau, de l'onde verte et du maillage planté du quartier. Le grand parc du Morvan et les jardins d'eau constitueront les deux zones réservoirs de biodiversité reliés par l'onde verte. Un mini-réseau écologique est ainsi projeté au cœur du quartier. L'ensemble des parcelles comprend en outre des espaces végétalisés à travers des jardins privatifs.

Le principe de gestion des eaux pluviales s'orientera vers des techniques dites alternatives Les eaux de ruissellement seront collectées par des noues puis acheminées vers des ouvrages de rétention ou d'infiltration localisés à l'est du quartier Ces noues accompagneront les voiries primaires et secondaires. Un traitement écologique et paysager favorisera leur intégration dans l'aménagement urbain et contribuera à la création de la trame bleue du quartier.

Quelques exemples d'aménagements paysagers

Cette trame verte et bleue à proximité des logements favorisera également le rafraîchissement de l'air ambiant et l'abaissement des températures extérieures L'introduction massive d'espaces verts et d'arbres, en atténuant les îlots de chaleur urbains permettra de limiter les effets des pics de chaleur auxquels les villes devront faire face dans les prochaines décennies.

DOCUMENT 10

Opération "Un habitant - un arbre"

ENJEUX

L'opération «Un habitant - un arbre» est une opération destinée à **mobiliser tout acteur du territoire** (particuliers, entreprises, acteurs publics) **afin de renforcer le patrimoine végétal de la Cub** dans une perspective d'adaptation du territoire au changement climatique.

OBJECTIFS

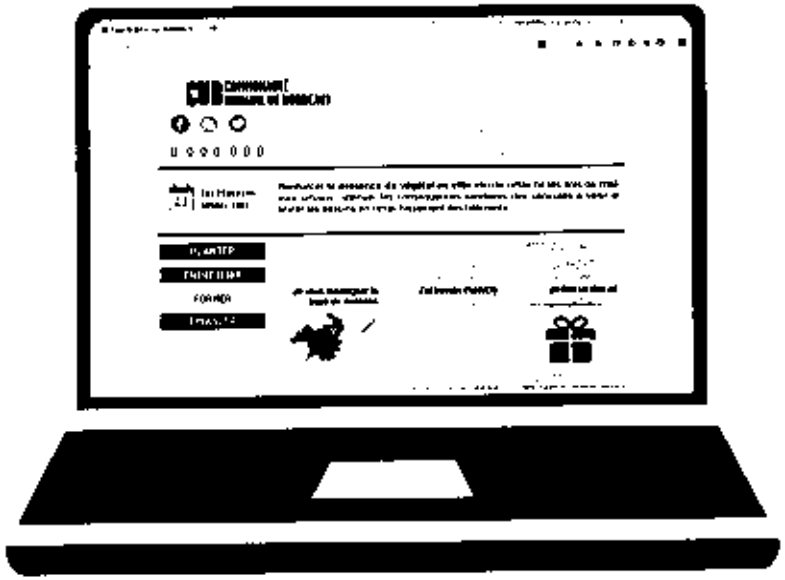
Il s'agit par cette opération de répondre à **trois objectifs stratégiques** :

- **Mobiliser des ressources privées** afin de renforcer le patrimoine végétal de la Cub, dans un **contexte de dépenses publiques contraintes** ;
- **Sensibiliser et informer les habitants** sur les enjeux de l'adaptation au changement climatique, le rôle du végétal en ville et la gestion de l'arbre l'urbain ;
- Mutualiser les financements publics et privés.

UN OUTIL NUMERIQUE AU SERVICE DU PROJET

En pratique, ce projet s'appuie sur un outil numérique comme :

- Vecteur efficace de communication et d'information ;
- Solution permettant de faciliter le passage à l'acte des particuliers.

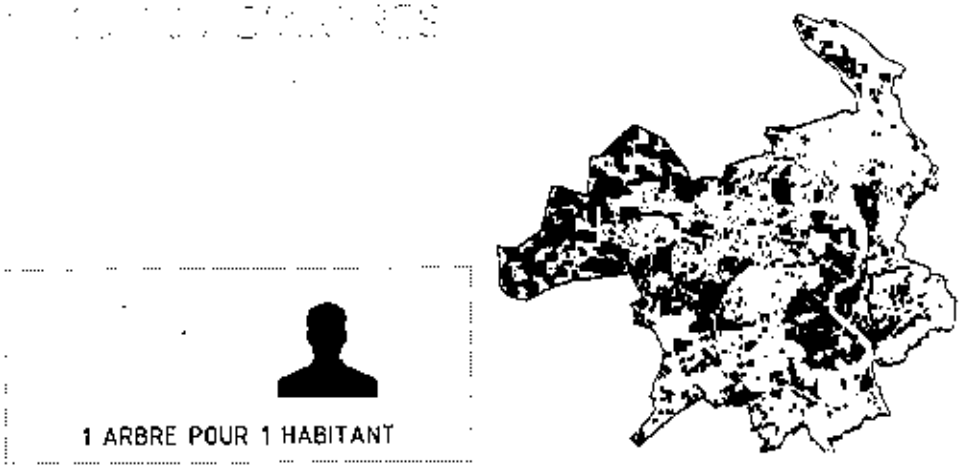


RÔLE DE LA CUB DANS LE CADRE DE CE PROJET

Au delà de son rôle de maîtrise d'ouvrage et de l'**exemplarité** dont elle doit faire preuve dans le cadre des aménagements qu'elle réalise, la Cub a également un rôle **d'animation et de facilitation** à endosser pour **permettre un véritable déploiement de ses politiques grâce à l'intervention des acteurs privés** : particuliers et entreprises.

C'est un rôle que la Cub assume déjà dans le cadre des conventions «trottoirs plantés» et qui permettra de contribuer grâce à la mobilisation d'un plus grand nombre d'acteurs, aux objectifs qu'elle s'est fixée dans le cadre de son **Plan Climat** notamment.

QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR POUR FIXER LES ESPRITS



Cf. et comparer des exemples [illegible]

REFERENCES

Ce projet s'appuie sur **des expériences comparables menées dans d'autres métropoles internationales** : Montréal, New York, ...

★ Cf. benchmark en annexe

Opération "Un habitant - un arbre"

OBJECTIF GLOBAL

MOBILISER TOUS LES ACTEURS DU TERRITOIRE
AFIN DE RENFORCER L'INFRASTRUCTURE VERTE DE LA CUB
DANS UNE PERSPECTIVE D'ADAPTATION DU TERRITOIRE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE.

SOUS-OBJECTIFS

Matériels

[redacted]

DÉFINITION D'UN PROGRAMME DE PLANTATION
OBJECTIFS QUALITATIF ET QUANTITATIFS

[redacted]

CONSTRUCTION & DÉVELOPPEMENT D'UNE BASE DE DONNÉES CANOPÉE

Immatériels

SENSIBILISER LES ACTEURS DU TERRITOIRE AU RÔLE DU VÉGÉTAL POUR L'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE & SA GESTION DURABLE

OUTILS DE FORMATION & SENSIBILISATION

MODES DE CONTRIBUTION POSSIBLE À L'OPÉRATION POUR RÉPONDRE À CES 3 SOUS-OBJECTIFS

QUI ?
QUEL TYPE D'ACTEUR ?

- ACTEURS PUBLICS
- ENTREPRISES
- SOCIÉTÉ CIVILE
- PROFESSIONNELS DU VIVANT

QUOI ?
QUEL TYPE DE CONTRIBUTION ?

- € FINANCEMENT
- RESSOURCES HUMAINES
- RESSOURCES MATÉRIELLES

OUTILS / MOYENS

UN PROGRAMME D'ANIMATION

[redacted]

RECHERCHE, DOCUMENTATION, EXPERTISE TECHNIQUE, ACCOMPAGNEMENT DE PORTEUR DE PROJET, ..

[redacted]

FINANCEMENT PARTICIPATIF, DONS, MÉCÉNAT, FONDS DE DOTATION ET AUTRES LEVIERS DE DÉFISCALISATION, INVEST. PUBLICS, FONDS EUROPÉENS, ..

[redacted]

ÉVENEMENTIEL, NEWSLETTERS, RÉSEAUX SOCIAUX CUB, RÉSEAU NATURE, RELAIS COMMUNAUX, ..

Dispositif numérique

[redacted]

Dispositif physique

[redacted]

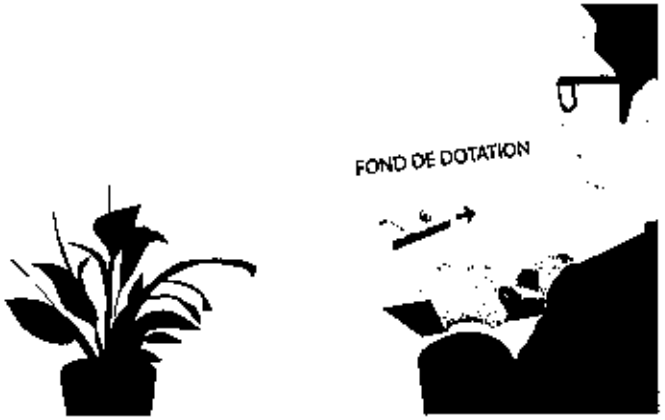
Comment contribuer à l'opération ?

SULPICE habite dans une échoppe dans le centre ville de Bordeaux. Pour faire plaisir à ses enfants, il décide de planter 3 arbres fruitiers dans son jardin. Comme il apprécie les variétés anciennes, il achète ces plants à moindre coût auprès du CVRA, dont il a eu connaissance grâce au portail "Un habitant - un arbre".

Il renseigne la base de données du patrimoine de la Cub, et remarque sur la cartographie collaborative que Jeanne, qui habite dans le quartier, a également planté un verger dans son jardin. Il la contacte via la plateforme et va lui rendre visite pour lui demander quelques conseils de plantation et d'entretien. Il en profite pour lui proposer du compost qu'il produit lui-même grâce au lombri-composteur qui lui a été donné par la Cub.

est une association loi 1901 de planteurs de haies qui intervient sur l'ensemble du département de la Gironde et coordonne des programmes de plantations de haies à base d'essences champêtres, en milieu rural, subventionnés par les Collectivités Territoriales (Conseil Régional d'Aquitaine, Conseil Général de la Gironde).

Elle propose aussi des collaborations autour d'études d'études/diagnostics environnementaux et paysagers ainsi que d'interventions et d'éducation à l'environnement.



LA SOCIETE WORDLCAST SYSTEM est une entreprise implantée à Mérignac, qui fabrique des émetteurs. Engagée dans une démarche de développement durable, l'entreprise participait au programme de Yann Arthus Bertrand pour compenser ses émissions de gaz à effet de serre, mais l'approche manquait de traçabilité sur les dons. C'est pourquoi elle décide de créer le fonds de dotation « Proximité carbone », qui collecte des dons pour planter des arbres localement sur le territoire.

Forte de son expérience, elle propose d'apporter des conseils à la Cub pour la mise en place du projet "1 habitant - 1 arbre" ainsi que pour la création d'un fonds de dotation similaire. Elle propose également de participer à l'animation du dispositif grâce à des témoignages ou l'organisation d'événements de plantation.

LA COMMUNE DE TALENCE a lancé en 2009 l'opération "1500 jours - 1500 arbres" destinée à planter 1 500 arbres sur son territoire en 4 ans.

Cette opération s'appuit notamment par la mise en place d'un dispositif de don d'arbres aux habitants de la Ville, qui se déroule, une fois par an, sur le marché fermier.

En complément, la commune :

- a signé la charte européenne de l'arbre d'agrément,
- a effectué l'inventaire détaillé de son patrimoine arboré.
- offre via son site internet la possibilité de classer réglementairement des arbres.

Programme de plantation

CARTOGRAPHIE DES POSSIBLES

Cette cartographie présente les différentes possibilités d'interventions qui peuvent entrer dans le champs de l'opération "un habitant - un arbre".

QUI ?
SUR QUEL FONCIER ?

Les différents types d'acteurs suivants disposent de foncier sur lequel ils peuvent intervenir de manière directe pour contribuer au programme "un habitant - un arbre".

Leurs intérêts et leur capacité d'investissement sont différents, de même que les outils ou dispositifs qui peuvent être développés pour favoriser une intervention de leur part.

Nous proposons par la suite de **décliner le programme "un habitant - un arbre" en répartissant l'objectif global à atteindre**, par exemple 1 million d'arbres en 15 ans, **entre ces différents acteurs.**

1. **CUB & COMMUNES**
   Espaces publics communautaires, projets urbains sous MOA Cub, **espaces verts communaux** hors forêts communales
2. **AUTRES ETABLISSEMENTS PUBLICS**
   Espaces privatifs de foncier et immobilier public (cours d'écoles, ...).
3. **BAILLEURS SOCIAUX**
   Foncier des bailleurs sociaux.
4. **[illegible] IMMOBILIÈRES PRIVÉES [illegible]**
   Y compris opérations 50 000 logements (la Fab), OIN Euratlantique (EPA Euratlantique), ...
5. **PARTICULIERS**
   Jardins individuels, espaces verts collectifs, voiries de lotissement.
6. ENTREPRISES ET COMMERCES
   Foncier d'entreprises ou de commerces (parking, ...)

Foncier agricole

Forêts privées ou communales

OÙ ?
DANS QUEL TYPE D'ESPACE ?

En fonction **de la** situation urbaine où l'on se trouve, **les enjeux en matière d'adaptation au changement climatique ainsi que les opportunités d'actions** vont être différents. Les **objectifs** (type de plantation, priorité d'action, objectifs quantitatifs, ...) du programme "un habitant - un arbre" pourront donc varier en fonction de ces types d'espaces.

Ces espaces pourraient être caractérisés en fonction du % de canopée existante (calculé sur la base de la photographie aérienne infraRouge).

ZONE URBAINE DENSE
Espaces fortement minéralisés qui concentrent population et activités et qui présentent donc une vulnérabilité importante vis-à-vis de l'îlot de chaleur urbain.
De fait de la présence de sols déjà minéralisés, et de la faible proportion d'espaces disponibles, les actions de plantation sont également plus compliquées à mettre en oeuvre.

ZONE EN DENSIFICATION
Espaces pour lesquels il est possible d'agir en amont pour intégrer du végétal et prévenir l'apparition de l'effet d'îlot de chaleur urbain.

ZONE PEU DENSE
Espaces moins vulnérables vis-à-vis de l'îlot de chaleur urbain mais qui présentent un patrimoine végétal à conserver et à renforcer, notamment pour augmenter les impacts positifs à l'échelle métropolitaine.

QUOI ?
QUEL FORME VÉGÉTALE ?

A. **ARBRES**
Arbres d'alignement ou isolés.

B. **[illegible] PLANTE**
Selon le dispositif prévu par la Cub.

C. **INTEGRE AU BATI**
Toitures & façades plantées.

D. **MAIL**
En lien avec les exploitations agricoles et les projets menés par Arbres et Paysages 33.

E. **MASSIF**

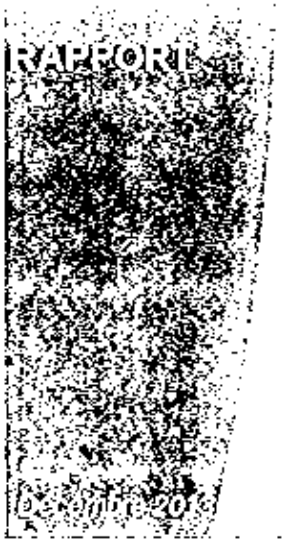
F. **HERBES & ZONES HUMIDES**
En lien avec les travaux menés par l'équipe Tex.

QUELLES INTERVENTIONS ?

- **PROTECTION DU PATRIMOINE EXISTANT**
- ii FOURNITURE DES VÉGÉTAUX
- iii PLANTATION EN JARDINIÈRE
- iv PLANTATION EN PLEINE TERRE
- v PLANTATION EN TOITURE
- vi PLANTATION SUR SURFACE REVETUE
- vii ENTRETIEN : RAMASSAGE DES FEUILLES
- viii ENTRETIEN : COUPE & TAILLE

COMMENT ?
DISPOSITIF DE FINANCEMENT ?

- $1 BUDGET INTERNE
- $2 FOND D'INTERVENTION COMMUNAL
- $3 CONTRAT DE CODÉV.
- $4 AUTRES FINANCEMENTS PUBLICS
  Conseil Régional, Etat, Europe
- $5 FONDS DE DOTATION
- $6 FINANCEMENT PARTICIPATIF
- $7 AUTRES LEVIERS : INCITATIONS FINANCIÈRES, DEFISCALISATION



Les prescriptions en matière de plantations dans les EcoQuartiers

[...]

2 - La composition d'un espace paysager

[...]

2.2 - Les trois strates végétales

Tout projet comporte si possible au moins trois strates de végétation: arborée haute, arbustive et herbacée.

Le choix des plantations est souvent réalisé en fonction de la hauteur des espèces végétales à maturité. Ce choix est dicté par différents critères, notamment :

- la sécurité : ne pas gêner la circulation ;

  l'ambiance : dégager, souligner ou masquer certaines vues ;

  l'échelle du lieu : dimension des bâtiments, dimension et nature espaces libres (espaces piétons, circulations, cheminements doux, jardins...).

Exemple de l'Ecoquartier Luciline-Rives de Seine à Rouen

Le cahier des prescriptions architecturales paysagères et environnementales très didactique décrit et schématise la trame paysagère du quartier.

Les végétaux sont d'abord présentés sous forme de strates puisque l'étalement et la variété des essences végétales permet de multiplier les ambiances et les situations en fonction des îlots de l'écoquartier.

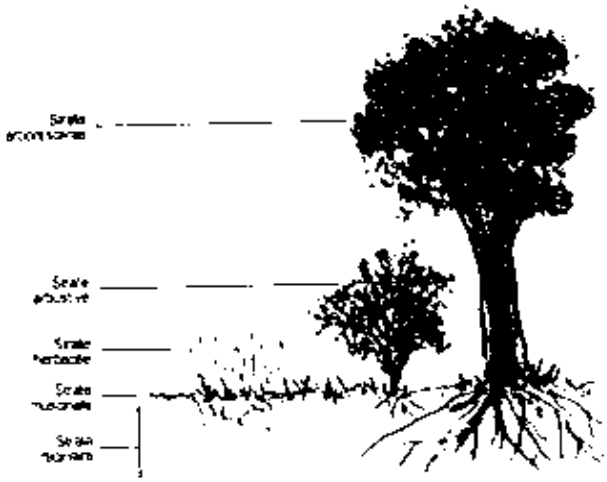
La strate haute, des grands arbres est la strate arborée dominante, commune à l'ensemble du quartier. Implantés de manière aléatoire ou régulière, les grands arbres de type caduc offrent un couvert boisé à l'échelle du bâti.

La strate moyenne, des petits arbres, d'un aspect propre à chaque espèce présente particulière permet d'identifier chaque îlot (ambiance, couleur).

Sont choisis, des arbres fruitiers ou à faible développement, d'échelle humaine.

La strate basse, des arbustes et des couvre-sol, est utilisée sous forme de haies pour délimiter les espaces.

Source : http://lamaisondelzaz.wordpress.com/2010/11/01/association-vegetale_un-revelateur/



2.3 - L'élaboration d'une trame verte

A l'échelle du quartier, la trame verte et bleue se dessine principalement par la continuité des espaces verts (squares, places et rues plantées, noues, jardins...). Le végétal peut être présent à toutes les échelles, depuis l'échelle individuelle de l'habitat, jusqu'à l'échelle collective (la rue, le quartier). Au niveau individuel, les jardinières implantées sur les balcons des différents étages de bâtiments et d'immeubles d'habitation, prolongent la présence végétale en hauteur.

Afin d'assurer les connexions au-delà du territoire urbain, les arbres et végétaux existants dont le rôle écologique est avéré, sont repérés et conservés ; les végétaux complémentaires à implanter seront choisis en cohérence avec l'ensemble des continuités écologiques à préserver.

Enfin, pour favoriser « l'échange» entre les végétaux des espaces publics et des espaces privés, une connexion physique est recherchée, soit par un développement suffisant de la ramure, au-delà de clôtures éventuelles, soit par l'implantation au niveau des jardins d'arbres, d'arbrisseaux et d'arbustes.

Différents travaux sont actuellement menés, en France, notamment par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), en Europe et dans le mode afin d'améliorer les connaissances relatives à la biodiversité urbaine et évaluer les actions menées pour la favoriser (http://www.mnhn.fr).

Retour sur les critères de choix des plantations mis en avant dans le cadre de l'appel à projet 2011

Concernant les critères de choix des plantations mis en avant dans le cadre des dossiers de l'appel à projet écoquartier, la plantation « d'espèces locales » [1] arrive loin devant les autres critères (20 % des dossiers).

On retrouve ensuite quelques autres prescriptions, cependant peu nombreuses (inférieur à 5%). Ainsi par exemple, trouve-t-on au niveau de certains dossiers, le souhait de diversifier sur un même espace les espèces plantées, de planter des espèces des 3 strates (strates herbacée, arbustive et arborée).

Quant à la gestion de ces espaces, certains dossiers font référence au choix des plantations :espèces « robustes », « rustiques », « peu gourmandes en eau » ou encore « adaptées au milieu ». Peu de dossiers (7 seulement) traitent du lien entre allergie et plantation.

A noter enfin qu'au niveau de cette partie, très peu évoquent la notion de sens (esthétique notamment). Cela peut sans doute s'expliquer par la structure du dossier plus que par l'absence de considération pour cet argument.

[1] *A noter la profusion des termes employés : indigènes, locales, endogènes, méditerranéenne (pour la région PACA) etc*

Exemple de L'Ecoquartier Clause-Bois Badeau à Brétigny sur Orge

Le cahier général des prescriptions paysagères et écologiques indique que la continuité des milieux écologiques constitue un élément fondateur et essentiel de l'organisation et de la définition de la structure paysagère du projet d'ensemble. Cet objectif qualitatif induit une palette végétale spécifique.

En règle générale, une emprise minimum des espaces extérieurs sera traitée en espaces plantés (incluant les jardins privatifs). Ces espaces plantés devront être en pleine terre autant que possible. Chaque unité résidentielle aura au minimum un arbre tige ou cépée planté pour 100m² d'espaces plantés.

Les allées et cours de l'écoquartier présenteront une strate végétale représentative des espaces naturels de la région (continuité écologique). Le cahier de prescriptions fournit une liste d'espèces pour:

- les arbres de haut jet pour plantations ponctuelles en isolé, en bosquets ou en alignement,
- les arbres, arbustes et arbrisseaux pour constitution des haies bocagères,
- les végétaux adaptés au milieu humide pour les noues,
- les plates bandes de vivaces adaptées en fonction de l'exposition ; quatre espèces au minimum composeront les massifs.

Les jardins collectifs seront conçus selon deux ambiances: jardin de type verger complétés d'espaces de prairies et de plate-bandes de vivaces de type potagères ou condimentaires ou bosquet d'arbres de plus grand développement complétés de plantations de vivaces et de prairies. Les listes d'espèces sont également fournies.

Enfin, les jardins privatifs auront une emprise plantée en pleine terre et des haies de mélange seront installées en limite. La plantation d'un arbre tige (fruitier) est souhaitée lorsque la parcelle privée fait une surface minimale de 50 m². Cet arbre peut être planté en limite avec une partie commune, et même être intégré dans la haie.

D'une manière générale, la création de grands massifs monospécifiques est à éviter ; tout comme les plantations selon un plan «régulier» ou systématique, en particulier pour les haies. Prôner dans la mesure du possible les discontinuités et l'irrégularité. Il conviendra de privilégier la plantation de vivaces au pied des arbres, ou ne pas faucher à leurs pieds (limitation de l'évaporation de l'eau du sol notamment).

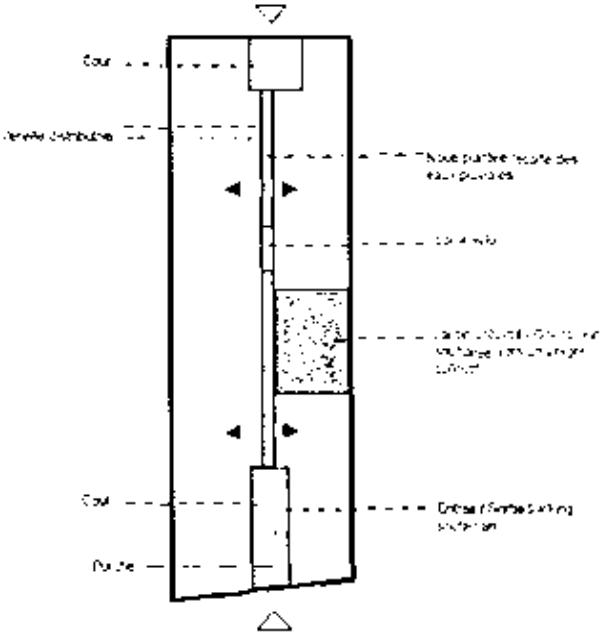


Plate-bandes de vivaces

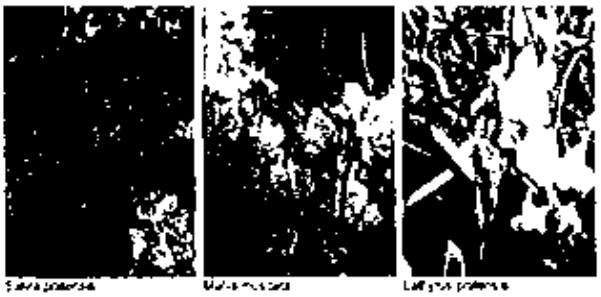
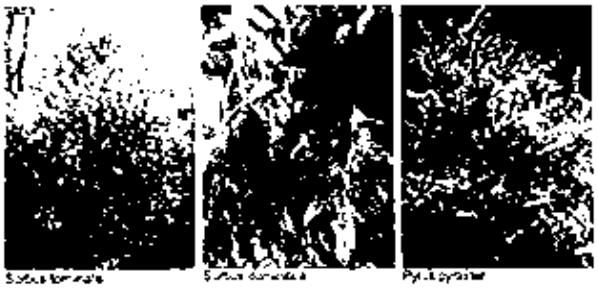


Plate-bandes de vivaces



3 - Les outils de l'aménagement paysager

3.1 - Le pré-verdissement

Le pré-verdissement consiste à réaliser les plantations d'espaces verts en début du chantier, avant l'aménagement de la zone bâtie, de sorte que la végétation ait le temps de prendre possession du site et de se développer avant l'arrivée des usagers. Si ce procédé nécessite une protection et une sensibilisation accrue en phase chantier, les intérêts sont nombreux, en particulier : améliorer l'aspect qualitatif paysager, favoriser une installation et un meilleur développement de la biodiversité, voire même, inciter à un plus grand respect des lieux pendant les travaux.

3.2 - Les PADD, PLU, plan paysage, charte

Les prescriptions en matière de plantations peuvent se traduire sous des formes très variables et être intégrées :

- soit à des documents spécifiques, dédiés aux espaces verts et aux paysages de l'écoquartier : charte paysagère ou notice paysagère. Des prescriptions peuvent également être présentées au niveau du fascicule 35 du Cahier des Clauses Techniques Générales (CCGT), document officiel qui s'applique aux marchés publics de travaux des aménagements paysagers. Il s'agit d'un outil juridique, détaillant la mise en oeuvre des travaux espaces verts respectant les règles de l'art. Il peut constituer également un guide technique dans le cadre de la rédaction du dossier de consultation des entreprises, notamment au niveau des prescriptions essentielles : provenance des végétaux, mode d'exécution des travaux, les opérations préalables à la réception , etc .

- soit à des documents plus généraux, distinguant une sous-partie paysage et biodiversité : un chapitre paysager, au niveau d'une charte environnementale, d'une Charte de l'écoquartier, d'un Cahier de recommandations, d'un Règlement de lotissement ou encore d'un Cahier des charges des prescriptions environnementales et de développement durable...

Plus ou moins développées, les prescriptions paysagères s'accompagnent généralement d'illustrations (plans d'aménagement, plan d'ouvrage, photographies de référence)...permettant de visualiser le propos.

Retour sur les écoquartiers 2011

Retour sur les outils

Au même titre que pour l'énergie, l'outil de prescription principal mis en avant dans le cadre des dossiers d'appel à projets est le cahier de prescriptions (ici dans plus d'un quart des projets). Le volet paysager peut contenir des listes de plantations prescrites, recommandées ou interdites.

D'autres outils peuvent également être utilisés à l'échelle de la commune ou du territoire. C'est le cas par exemple des cahiers de recommandations qui peuvent être produits par un service espace vert.

Exemple de l'Écoquartier Ivry Confluences à Ivry-sur-Seine

Le cahier des prescriptions architecturales et urbaines de l'Écoquartier détaille des prescriptions d'aménagements pour les cours, jardins et allées. Elles ont parfois un caractère obligatoire présentant des prescriptions générales sur l'ensemble des espaces et supports végétalisés participant des lots privés qui devront, eux-mêmes faire l'objet d'un projet détaillé, annexé à la demande d'autorisation de construire. Celui-ci indiquera donc les conditions spécifiques de sol et de micro-climat, le choix détaillé de végétaux à planter. Des préconisations très précises sont également reportées pour les différents types de végétaux: végétation de pleine terre, sur dalle, en terrasse, grimpante, haies (espèces préconisées et interdites, densité, type de taille, gestion future...).

II -4 La végétation grimpante

Végétaux autonomes (s'accrochant sous à crampons ou ventouses

. Hedera helix (Lierre commun) ,
. Parthenocissus tricuspidata (Vigne vierge ou Lierre japonais) ,
. Hydrangea petiolaris (Hortensia grimpant)

Végétaux volubiles ou à palissage :

. Clematis diverses (Clématite) ;
. Jasminum nudiflorum (Jasmin d'hiver) ,
. Rosa diverses (Rosier grimpant dans ce cas)
. Wisteria (Glycine)

Les troncs et grottes de ces végétaux seront physiquement protégés.

Les prescriptions liées aux plantations peuvent être directement transmises aux futurs habitants. Dans ce cas, l'annexe paysagère du cahier des charges pourra être jointe aux actes de vente; un cahier de recommandations de développement durable pourra être distribué aux habitants

La conception des espaces privés mutualisée et réalisée par un seul paysagiste permet de limiter échantillonnage de la végétation et d'assurer une cohérence globale.

Les chartes ou cahiers des charges paysagers sont bien sûr adaptés à l'échelle de l'écoquartier pour lequel ils sont préconisés. Cependant, ces derniers s'inscrivent eux-même dans un contexte urbain et naturel global dont ils ne pourraient être dissociés. Ainsi les différentes préconisations liées aux plantations doivent obligatoirement prendre en compte les différents enjeux présents à une échelle plus large : celle de l'ensemble de la ville et même du territoire.