

VÉGÉTALISER LA VILLE POUR CRÉER UN ENVIRONNEMENT URBAIN SAIN ET DURABLE

VILLE DURABLE ET URBANISME FICHE 3



Exemple de végétalisation en ville à Lille,
Crédit : MA Cuny

DE QUOI S'AGIT-IL ?

C'est en ville que vit plus de 75 % de la population française. Les villes concentrent une multitude de sources de pollution atmosphérique (résidentiel tertiaire, trafic routier, bâtiments et rues) qui contribuent à créer des îlots de chaleur urbains et limitent la diffusion des polluants. Or, la pollution de l'air et la chaleur ont des effets sanitaires avérés sur la population. Il est donc aujourd'hui nécessaire de repenser la ville pour offrir aux citoyens un environnement sain et durable. **Les végétaux font partie des stratégies développées pour atténuer les températures, piéger les polluants de l'air et améliorer la santé de la population.** Mais, ils ont aussi des inconvénients et leur utilisation ne s'improvise pas.

LA VÉGÉTALISATION PERMET-ELLE DE RÉDUIRE L'ÎLOT DE CHALEUR URBAIN ET LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ?

OUI...

La végétation en ville contribue à atténuer localement les îlots de chaleur urbains principalement grâce à l'ombre des arbres qui réduit la température au sol et à la surface des bâtiments. De plus, l'eau perdue par les végétaux par évapotranspiration et transférée du sol vers l'air, permet de le rafraîchir.

L'intensité et la portée de l'effet rafraîchissant varient selon le type et la superficie de la végétation. La diversité et la disposition des végétaux influencent la circulation de l'air rafraîchi. Les toitures et murs végétalisés peuvent jouer un rôle complémentaire en diminuant la température de surface des bâtiments et de l'air environnant. La végétation améliore aussi le confort thermique dans les bâtiments en réduisant le taux d'infiltration de l'air, frais en hiver et chaud en été. Elle permet ainsi de limiter les dépenses énergétiques et les émissions polluantes, liées au chauffage et à la climatisation des locaux.

Des expositions en laboratoire mettent en évidence les capacités d'absorption des polluants (NOx, COV, ozone) par les végétaux, qui varient selon le polluant et l'espèce végétale (arbres, arbustes, herbacées, feuillus, conifères, feuillage caduque ou persistant, etc.). Cependant peu d'évaluations concrètes sur le terrain ont été réalisées. Le piégeage des particules par les feuilles est avéré, mais il est transitoire et reste difficile à calibrer, car de nombreux facteurs interviennent. Les données actuelles ne permettent pas de dresser une liste d'espèces à planter pour réduire la pollution atmosphérique, la diversité de la végétation étant un facteur favorable à la qualité de l'air.

...MAIS

La végétation ne peut à elle seule réguler le microclimat urbain. D'autres facteurs entrent en jeu, tels que la disposition et l'encaissement des rues, la taille, la forme et la densité des bâtiments, mais aussi le pouvoir réfléchissant (ou albédo) des surfaces. Les solutions, qui semblent les plus efficaces pour diminuer les températures, sont celles qui associent une augmentation de la surface urbaine végétalisée (au sol et sur les bâtiments) à une augmentation de l'albédo des matériaux de revêtement (bâtiments et rues).



Bouleaux et graminées, Crédit : APPA NPC

La végétation implantée peut avoir un impact sanitaire non négligeable, lié aux espèces allergisantes, (tels que le bouleau, le noisetier, certaines espèces de cyprès, etc.) et à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques pour l'entretien des espaces verts. Elle impacte aussi l'environnement à cause des espèces envahissantes ou fortement émettrices de terpènes, de l'impact carbone et du coût d'entretien des espèces non locales, ou encore de l'aménagement et de la morphologie des arbres, qui peuvent freiner la dispersion des polluants dans les rues encaissées.



Crédit : APPA NPC

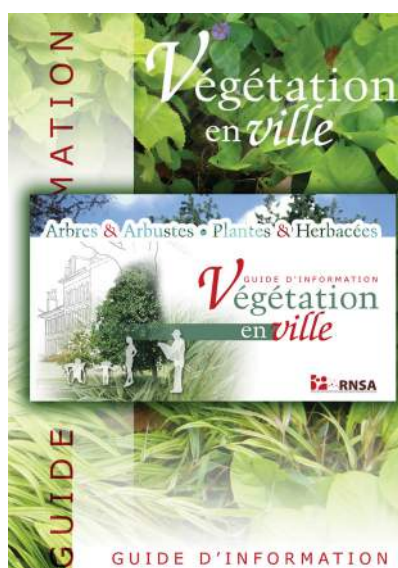
IMPACTS SUR LE CLIMAT ET L'ÉNERGIE	
PARAMÈTRES	EFFETS
Ombre des arbres	<ul style="list-style-type: none"> + Diminution des températures locales (de 1 à 5 °C). + Réduction de la quantité d'énergie solaire reçue par les bâtiments. + Baisse des coûts de climatisation en été. - Augmentation des coûts de chauffage en hiver si arbres à feuilles pérennes. Meilleure baisse globale des coûts énergétiques en plantant une majorité d'arbres à feuilles caduques.
Effet brise-vent des arbres	<ul style="list-style-type: none"> + Effet isolant : réduction du taux d'infiltration de l'air froid extérieur et de la perte de chaleur vers l'extérieur. + Réduction des apports énergétiques pour le chauffage des bâtiments, meilleur avec des arbres (haies) à feuilles pérennes.
Evapotranspiration (végétation rase des pelouses et arbres)	<ul style="list-style-type: none"> + Rafraîchit l'air dans les espaces verts non ombragés (effet 2x moindre que l'ombre des arbres).
Superficie de l'espace vert	<ul style="list-style-type: none"> + L'effet rafraîchissant augmente avec la superficie de l'espace vert. + Des espaces verts de plus petite surface peuvent aussi contribuer efficacement au rafraîchissement de l'air. + De petits espaces verts (10 ares), séparés d'intervalles suffisants (200 m) pourraient avoir une action globale plus efficace par rapport aux grands parcs.
Toitures et murs végétalisés	<ul style="list-style-type: none"> + Rafraîchissement de l'air environnant (sur les toits et dans la rue) par les plantes grimpantes sur les bâtiments (vigne, lierre). + Atténuation des pics de température estivaux au niveau des façades (de 4 à 6 °C). + Effet isolant : rafraîchissement de l'intérieur des bâtiments par les plantes grimpantes (vigne, lierre).
IMPACT SUR L'EFFET DE SERRE	
PARAMÈTRES	EFFETS
Photosynthèse	<ul style="list-style-type: none"> + Réduction des émissions de polluants liées aux chauffages et climatisation. - Parmi les espèces les plus efficaces pour la séquestration du CO₂ (35 % des quantités de CO₂ piégées), figurent des espèces indésirables et hautement invasives.
Emissions de composés chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Contribution indirecte à l'augmentation de l'effet de serre à cause des émissions de terpènes (COV donc précurseurs d'ozone, qui est un gaz à effet de serre).
IMPACT SUR LA QUALITÉ DE L'AIR	
PARAMÈTRES	EFFETS
Régulation des températures des bâtiments	<ul style="list-style-type: none"> + Réduction des émissions de polluants liées aux chauffages et climatisations.
Entrée des polluants gazeux via les stomates à la surface des feuilles	<ul style="list-style-type: none"> + Absorption du NO₂ par des herbacées, arbustes et arbres mise en évidence en laboratoire (espèces à feuilles caduques plus efficaces). + Effet faible mais significatif de la présence d'arbres sur la diminution des NO_x en milieu réel (site exposé au trafic routier). + Absorption des COV oxygénés par les arbres à feuilles caduques (par ex peupliers), mesurée dans plusieurs écosystèmes : absorption plus rapide dans les forêts denses et au niveau de la canopée.
Accumulation des particules sur les feuilles	<ul style="list-style-type: none"> + Piégeage des particules par les conifères (ex : mélèze, pin, cyprès, épicéa) mais aussi les feuillus (ex : érable, peuplier, chêne vert, alisier blanc). Les conifères et arbres à feuillage persistant seraient plus efficaces. + Fixation des PM10, PM2,5 et particules ultrafines par la végétation herbacée. + Contribution potentielle de la végétation grimpante (lierre) sur les façades et des toitures végétalisées (herbacées) pour le piégeage des particules.
Emissions de composés chimiques et aéro-contaminants	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions de terpènes variables selon les espèces végétales (les conifères par exemple émettent plus de terpènes). Les terpènes sont des précurseurs d'ozone, polluant secondaire oxydant et phytotoxique. - Emissions de pollens +/- allergisants selon les espèces végétales. Or 10 % de la population française est atteinte de pollinose.
Aménagement végétal et gestion de la végétation en ville	<ul style="list-style-type: none"> - Selon leur densité de plantation et leur morphologie, les arbres peuvent altérer l'écoulement de l'air dans les rues, ce qui concentre la pollution. - Usage de produits phytosanitaires pour l'entretien de la végétation urbaine.
Effet brise-vent des arbres	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des infiltrations d'air dans les bâtiments : concentration des polluants de l'air intérieur.

COMMENT VÉGÉTALISER SUR MON TERRITOIRE ?

Les pratiques de végétalisation peuvent être orientées de façon à agir sur le climat urbain, tout en limitant les risques sanitaires pour la population. Pour cela, les professionnels de l'aménagement peuvent se baser sur différents outils et guides mis à leur disposition.

VÉGÉTATION ET ALLERGIES

Le Réseau National de Surveillance Aérobiologique (RNSA) a créé le guide « Végétation en Ville », consultable et téléchargeable sur le site du RNSA, destiné à **informer sur le risque allergique des arbres, arbustes et herbacées communément retrouvés dans les villes**. Les bonnes pratiques de plantation et d'entretien de la végétation pour limiter les nuisances liées à l'allergénicité élevée des pollens de certaines espèces sont précisées, ainsi que les espèces à privilégier pour l'aménagement des haies, les arbres d'alignements ou encore la fixation des berges.



A télécharger sur le site du RNSA : <http://www.pollens.fr/>.

Le guide « Prise en compte du risque allergique dans la gestion des espaces verts » est un document créé par l'association Au Fil des Séounes en collaboration avec la Délégation Territoriale de Lot-et-Garonne de l'Agence Régionale de Santé d'Aquitaine. Il permet la prise en compte du risque allergique lors des plantations par les collectivités et les organismes publics en charge des espaces verts.



A télécharger sur le site aquitaine-santeenvironnement.org.

UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET GESTION DIFFÉRENCIÉE

Distribuée en Île-de-France par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt d'Île-de-France, dans le cadre du plan Ecophyto, la brochure « Phytosanitaires : le guide des bonnes pratiques en zone non agricoles » rappelle les bonnes pratiques et de la réglementation pour tout usage de produits phytosanitaires, les restrictions d'usages pour la protection de l'environnement et de la santé publique. Elle est agrémentée de fiches techniques à destination des utilisateurs et téléchargeable sur le site de la DRIAAF Ile-de-France.



A télécharger sur le site draaf.nord-pas-de-calais.agriculture.gouv.fr/.

Des fiches techniques sur le thème « Concevoir les aménagements paysagers pour une gestion sans produits phytosanitaires » sont téléchargeables sur le site « Plante et Cité ». Elles ont pour but de mettre en avant les leviers aux différentes phases d'un projet de conception pour anticiper une gestion sans produits phytosanitaires.

Des démarches exemplaires concluantes menées sur le territoire peuvent aussi guider les collectivités dans leurs projets de végétalisation.

RÉDUCTION DE L'USAGE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES EN NORD - PAS-DE-CALAIS

La Ville de Grande-Synthe fait figure de pionnière pour la mise en place de la gestion différenciée de ses espaces verts. Elle a ainsi créé des espaces de nature et de pédagogie, réfléchi à la mise en place d'un fleurissement alternatif en diversifiant les plantations d'espèces horticoles, champêtres et naturelles. L'utilisation des produits phytosanitaires a été raisonnée et peu à peu remplacée par l'implantation de paillage et de plantes couvre-sol. Des réseaux verts ont été créés par la plantation de haies reliant les espaces entre eux. Progressivement, la gestion différenciée a permis d'intégrer la nature en ville en favorisant la biodiversité (Source : site internet de l'AREHN).

La Commune de Douai suit un plan de désherbage depuis 2007 et un plan de gestion différenciée depuis 2009 avec le soutien financier du Conseil Départemental du Nord. Elle a signé le niveau 4 de la Charte d'entretien des espaces publics en 2010. Concrètement, la commune n'utilise plus de produits phytosanitaires en milieu urbain, sur les aires de jeux et dans ses parcs depuis 2009 et le plan de gestion différenciée est appliqué pour tous les nouveaux aménagements (parcs, pieds d'arbres, chemins, massifs fleuris, etc.). Une communication forte (bulletin municipal, panneaux explicatifs, presse, concours) et une politique volontariste ont permis une bonne acceptation des changements de pratique (source : Ville de Douai).

POUR ALLER PLUS LOIN

ZOOM SUR LE PROJET VEGDUD

Ce projet associait des équipes pluridisciplinaires : IRSTV (Cerma/Ensa Nantes, LHEEA/ECN, ESO/université de Nantes), Ifsttar, Plante & Cité, LaSIE (université de La Rochelle), LPGN (université de Nantes), Game (CNRM), Dota (Onera), IRSN, CSTB, Ephyse (Inra de Bordeaux). Il a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche dans le cadre de l'Appel à Projets « Villes Durables » 2009 et a également reçu le soutien de la Ville de Nantes et de Nantes Métropole. Il a été labellisé par les pôles de compétitivité PGCE et Végépolys.

Les éléments présentés ici sont extraits du document édité par Plante et Cité en septembre 2014, intitulé : « Impacts du végétal en ville - Fiches de synthèse : Programme de recherche VegDUD - Rôle du végétal dans le développement urbain durable » (auteurs : Guillaume Pommier, Damien Provendier, Caroline Gutleben et Marjorie Musy).

Les bienfaits du végétal urbain, appelés services écosystémiques, font l'objet de nombreuses études mais leur évaluation reste difficile car leurs déterminants sont multifactoriels. Dans le cadre du projet VegDUD, l'étude de l'impact du végétal s'est focalisée sur quatre thématiques, dont le micro-climat urbain et les aspects thermiques liés au bâtiment. La bibliographie montre que la

végétalisation des bâtiments peut influencer l'îlot de chaleur urbain en protégeant les bâtiments du rayonnement solaire (ce qui diminue le stockage de chaleur pendant le jour et le réchauffement de l'air la nuit), ainsi qu'en consommant de l'énergie par évapotranspiration (rafraîchissement de l'air et diminution des températures de surface).

Le projet a combiné plusieurs approches : un état de l'art de la littérature scientifique, des expérimentations (deux campagnes et des mesures de terrain à long terme) et de la modélisation (scénarios). De nombreuses mesures ont été effectuées à Nantes, notamment les observations météorologiques de façon permanente (capteurs dans le quartier Pin Sec depuis 2006) mais aussi lors de campagnes ponctuelles (2010 et 2012). Plusieurs modèles ont été utilisés et développés, leur spécificité permettant d'évaluer des enjeux et des échelles différentes.

Parmi les dispositifs de végétation, les toitures et façades végétalisées ont été testées. D'autres paramètres étaient pris en compte comme le mode de gestion (extensif ou intensif). La gestion extensive est plus favorable à la biodiversité, vise à réduire les intrants, l'arrosage et les tontes et permet de rationaliser les coûts. La forme urbaine dans laquelle est implantée la végétation a aussi été prise en compte : dans des îlots fermés, (parcs, squares), en linéaire (voiries), en ceinture ou en trame verte. Les études ont été réalisées à trois échelles urbaines : le bâtiment, la rue et le quartier ou la ville. Des simulations de l'impact des toitures végétalisées à l'échelle de la ville sur les villes de Nantes et Paris ont été effectuées.

RÉSULTATS DE LA SIMULATION SUR LA VILLE DE NANTES POUR LA PÉRIODE DE MAI 2011 À SEPTEMBRE 2012

Le but était de comparer la température au sol (à 2 mètres) entre un état de référence et un scénario de végétalisation des toitures de 50 % des bâtiments (administratifs et collectifs). Végétaliser la moitié des bâtiments sur le domaine étudié, revient à végétaliser 8 % de la surface totale du domaine. Dans cette modélisation, les toitures végétales ont un substrat de 15 cm d'épaisseur. Selon ce scénario, la température au sol n'évolue presque pas (-0.25°C) malgré une augmentation de 9 % de l'évapotranspiration.



Scénario de végétalisation des toitures à hauteur de 8% de la surface totale du domaine sur la ville de Nantes (Plante et Cité, 2014).

RÉSULTATS DE LA SIMULATION SUR LA VILLE DE PARIS

(par l'IFSTTAR (Chancibault K., Allard A.) et MeteoFrance (Lemonsu A, De Munck C) avec le modèle de surface et d'hydrologie TEB. Les résultats sur la ville de Paris sont issus de la thèse de De Munck C).

Dans ces simulations, le chauffage et la climatisation sont utilisés de façon raisonnée dans tous les bâtiments même pour le scénario de référence (végétation actuelle). Sur 10 ans de simulation (1999-2008), par rapport à la situation de référence, les toitures végétalisées permettent d'économiser de l'énergie quelle que soit la saison. En été, les gains atteignent 23 % (28 % si les toitures sont arrosées). En hiver, le gain de consommation relatif est plus faible (4,5 %), mais les économies d'énergie correspondantes sont plus importantes.

Pour une canicule équivalente à celle de 2003, la végétalisation

des toitures permet de réduire de 4 % la consommation d'énergie. De plus, si ces toitures sont arrosées, la réduction atteint 12 %. En revanche, les toitures végétalisées, même irriguées, améliorent peu le confort thermique à l'extérieur.

Ce projet a permis de progresser quant à la prise en compte de la végétation dans les modèles de climatologie urbaine et les premiers résultats des modélisations montrent des tendances d'évolutions entre les situations de référence et les scénarios de végétalisation. Toutefois, ces résultats sont à prendre avec prudence car ils correspondent à des configurations spécifiques et sont obtenus à partir d'hypothèses simplificatrices. De plus, ils sont validés sur des périodes et/ou des lieux spécifiques qui ne sont pas forcément extrapolables à des situations météorologiques ou géographiques différentes.

ZOOM SUR LE PROJET EPICEA

Le projet EPICEA (Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne) a été mené conjointement par Météo-France, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) et la Ville de Paris pour apporter un éclairage scientifique sur des possibilités d'adaptation du territoire face au changement climatique, en partenariat avec l'Atelier Parisien d'Urbanisme et l'Agence Parisienne du Climat. Il répond à l'appel à projets 2007 de la Ville de Paris et entre dans le cadre du Programme de Recherche « Paris 2030 ».

Les éléments présentés ici sont extraits du document de synthèse intitulé « Projet EPICEA - Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne (2008-2012) - Synthèse des résultats du projet » paru en octobre 2012.

Dans la perspective d'un nouveau contexte climatique marqué par des canicules plus fréquentes et comparables à celle de 2003, l'objectif central du projet EPICEA était d'évaluer l'impact du changement climatique à l'échelle de la ville et l'influence du bâti sur le climat urbain, en se basant sur l'épisode caniculaire d'août 2003. Le troisième volet du projet a été consacré à l'étude des paramètres influençant les îlots de chaleur urbains (ICU) et des stratégies d'adaptation du territoire parisien au changement climatique. Ces paramètres influents appelés « leviers urbains » concernent les propriétés radiatives des surfaces, les zones végétales et les zones aquatiques.

Différentes simulations ont été effectuées en modifiant ces paramètres dans Paris intra muros afin de quantifier leur impact sur le climat urbain, dans le contexte de la canicule 2003.

Les scénarios appliqués dans le projet sont :

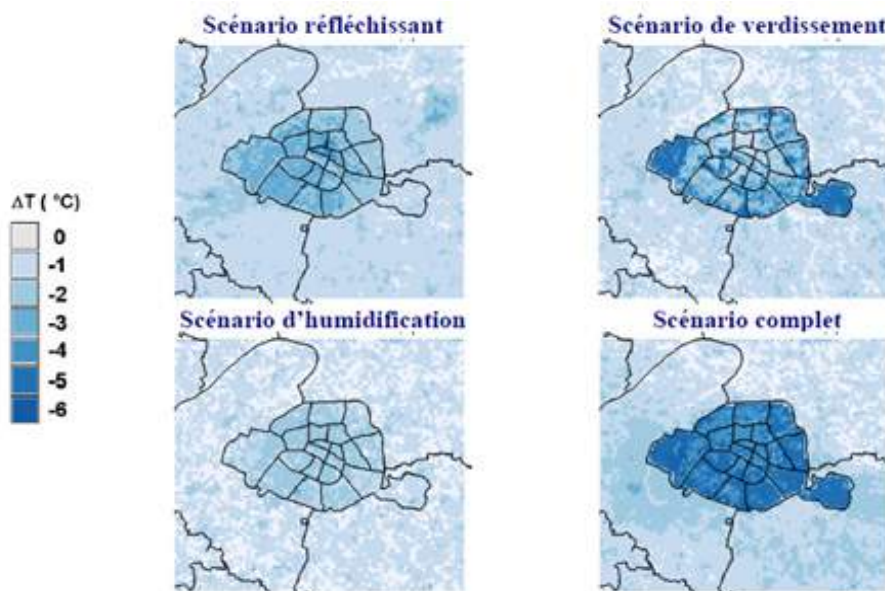
- (1) un scénario réfléchissant modifiant les propriétés radiatives des matériaux des bâtiments ;
- (2) un scénario de verdissement avec arrosage ou non de la végétation ;
- (3) un scénario d'humidification des chaussées ;
- (4) un scénario qui combine tous les aspects précédemment exposés, dit scénario « complet ».

Le scénario (2) correspondant au verdissement de la ville n'a un impact que si la végétation est maintenue dans un état permettant l'évapotranspiration (en l'absence de stress hydrique), ce qui n'est possible ici qu'avec un arrosage en raison de la sécheresse présente. En imposant un arrosage suffisant, on obtient ainsi un impact très important en journée : moins 1 à moins 3 °C sur toute la durée de l'épisode et moins 3 à moins 5 °C à un instant donné et ce d'autant plus que le taux de végétation est élevé (figure ci-dessous).

Les autres simulations mettent en évidence un impact relativement important de la variation des propriétés radiatives des parois opaques du bâti parisien (murs et toitures) : des matériaux rendus plus réfléchissants entraînent une diminution de 1 °C en moyenne sur toute la durée de l'épisode, qui atteint un maximum de 3 °C à un instant donné dans le centre densément construit.

Au contraire, l'humidification de la ville par aspersion d'eau dans les rues pendant la journée conduit à une diminution assez faible de l'intensité de l'îlot de chaleur urbain, inférieure à 0,5 °C en moyenne.

La modification simultanée de tous les paramètres entraîne une diminution de l'ICU atteignant 1 à 2 °C en moyenne pendant toute la durée de l'épisode, avec des baisses maximales de la température dans Paris pouvant atteindre 6 °C, en fin de matinée ou en fin d'après-midi.



Variations horaires de température à 2 m (en °C) les plus importantes (différence maximale) durant tout l'épisode caniculaire de température : scénario - référence pour chaque point de grille du domaine pour les différents scénarios (Synthèse EPICEA, 2012).

Ces scénarios à moyen ou long terme explorent des leviers possibles dont la faisabilité technique semble avérée au vu des développements en cours. Cependant, agir sur ces « leviers urbains » modifiera l'aspect de la ville. L'adoption de mesures nécessitera donc de prendre en compte en amont les performances escomptées mais aussi leurs coûts d'investissement et de maintenance, l'acceptabilité par les autorités et les usagers de la ville et les incidences de ces mesures d'adaptation sur d'autres facteurs sociétaux.

CE QU'IL FAUT RETENIR...

Pour permettre une bonne thermorégulation de l'air et des surfaces, et une bonne circulation de l'air rafraîchi par la végétation, il est conseillé de **diversifier les espèces** (espèces à feuilles caduques et espèces à feuilles persistantes) et de **varier les formes de végétation** plantées en ville (pelouses, arbres, arbustes, toitures végétalisées, etc.) ainsi que **leurs tailles** (jardins particuliers, parc urbain, etc.). Ceci permettra aussi d'améliorer la qualité de l'air en facilitant la dispersion des polluants. Les travaux ne permettent pas à l'heure actuelle de faire une liste d'espèces.

De plus, lors de la conception des plans d'aménagement et de végétalisation urbains, il faut veiller à **prendre en compte les autres paramètres qui peuvent impacter la température en ville et la pollution atmosphérique** : encaissement des rues, densité et disposition des bâtiments, revêtements des surfaces, intensité du trafic routier, sources de pollution de proximité, direction des vents dominants, etc.

Des études montrent, par ailleurs, les effets bénéfiques de la végétation sur la santé, le bien être psychologique, la sécurité en ville et la vie sociale des citoyens.

Pour optimiser ces bénéfices, il faut être **vigilant sur le choix des espèces et la gestion de la végétation** en ville et notamment :

- limiter les espèces invasives ;
- limiter les espèces les plus émettrices de terpènes ;
- éviter les espèces les plus allergisantes ;
- réduire l'usage des produits phytosanitaires ;
- favoriser la plantation d'espèces locales ;
- mettre en place des pratiques de gestion différenciée.



ÉTUDES ET PUBLICATIONS

1. Akbari H. - Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants, *Environmental Pollution*, 116, Supplement 1, p. S119-S126 - 2002.
2. Dimoudi A., Nikolopoulou M. - Vegetation in the urban environment: microclimate analysis and benefits, *Energy Build*, 35, p. 69-76 - 2003.
3. Escobedo F., Nowak D. - Spatial heterogeneity and air pollution removal by an urban forest, *Landscape and Urban Planning*, 90, p.102-110 - 2009.
4. Grundström M., Pleijel H. - Limited effect of urban tree vegetation on NO2 and O3 concentrations near a traffic route, *Environmental Pollution*, 189 : 73-6 - 2014
5. Ip K., Lam M., Miller A. - Shading performance of a vertical deciduous climbing plant canopy, *Building and Environment*, Volume 45, Issue 1, p.81-88 - 2010.
6. Jo H.-K., McPherson E.G. - Indirect carbon reduction by residential vegetation and planting strategies in Chicago, USA, *Journal of Environmental Management*, 61, Issue 2, p.165-177 - 2001.
7. Johnston J., Newton J. - *Building Green- A guide to using plants on roofs, walls and pavements* - Greater London Authority - ISBN 1 85261 637 - Mai 2004.
8. Mc Donald A.G., Bealey W.J. et al. - Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations, *Atmospheric Environment*, 41, Issue 38, p.8455-8467 - 2007.
9. Morikawa H., Takahashi M. et al. - Screening and genetic manipulation of plants for decontamination of pollutants from the environment. *Biotechnol Adv*; 22 : 9-15 - 2003.
10. Nowak D.J., Crane D.E. et al. - Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban Forestry & Urban Greening*, 4, Issues 3-4, p.115-123 - 2006.
11. Pommier G, Gutleben C et al. - Impact du végétal en ville, éditions Plante & Cité - septembre 2014.
12. Rosenfeld A.H., Akbari H. et al. - Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates, *Journal of Energy and Buildings*, 22, p.255-265. - 1995.
13. Rowe D. B. - Green roofs as a means of pollution abatement, *Environmental Pollution*, 159, Issues 8-9, p. 2100-2110 - 2011.
14. Santamouris M, Papanikolaou N, et al. - On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings, *Solar Energy* ; 70: 201-16 - 2001.
15. Scherer D. - Améliorer le climat urbain grâce aux petits espaces verts. Communiqué de presse de l'Université Technique de Berlin, 28.08.07 - 2007.
16. Shashua-Bar L, Hoffman ME. - Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees, *Energy and Buildings*; 31 : 221-35 - 2000.
17. Shashua-Bar L. et Hoffman M.E.- The Green CTTC model for predicting the air temperature in small urban wooded sites, *Building and Environment*, 37, Issue 12, p.1279-1288 - 2002.
18. Sternberg T., Viles H. et al. - Dust particulate absorption by ivy (*Hedera helix* L) on historic walls in urban environments, *Science of The Total Environment*, 409, Issue 1, p.162-168 - 2010.
19. Susca T, Gaffin SR et al. - Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environmental Pollution*; 159 : 2119-26 - 2011.
20. Taha H. - Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat, *Energy and Buildings*, 25, Issue 2, p. 99-103 - 1997.
21. Takahashi M, Higaki A et al. - Differential assimilation of nitrogen dioxide by 70 taxa of roadside trees at an urban pollution level, *Chemosphere*; 61: 633-9 - 2005.
22. Ville de Paris - Etude Pluridisciplinaire des Impacts du Changement climatique à l'Echelle de l'Agglomération parisienne (projet EPICEA), Rapport final du projet - Octobre 2012.
23. Ville de Douai - Fiche retour d'expérience « Réduction de l'usage des produits phytosanitaires et aménagement (communication personnelle) - 2014.
24. Weber F, Kowarik I et al. - Herbaceous plants as filters: immobilization of particles along urban street corridors, *Environmental Pollution*; 186: 234-40 - 2014.

SITES INTERNET

1. AREHN : fiche retour d'expérience « Mise en place de la gestion différenciée des espaces verts dans la ville de Grande-Synthe » : http://www.arehn.asso.fr/outils/Catalogue_actions_DD/04_grde-synthe.pdf
2. DRIA AF Ile de France : brochure « Phytosanitaires : le guide des bonnes pratiques en zones non agricoles » : <http://www.ecophytozna-pro.fr/documents/detail/369>
3. PRSE 2 Aquitaine : guide « Prise en compte du risque allergique dans la gestion des espaces verts » : <http://www.prse-aquitaine.fr/upload/documents/1312808929.pdf>
4. RNSA : guide « Végétation en Ville » : <http://www.vegetation-en-ville.org/introduction.php>