

ARBRE ET CLIMAT URBAINS

L'apport des arbres dans la réduction des îlots de chaleur urbain

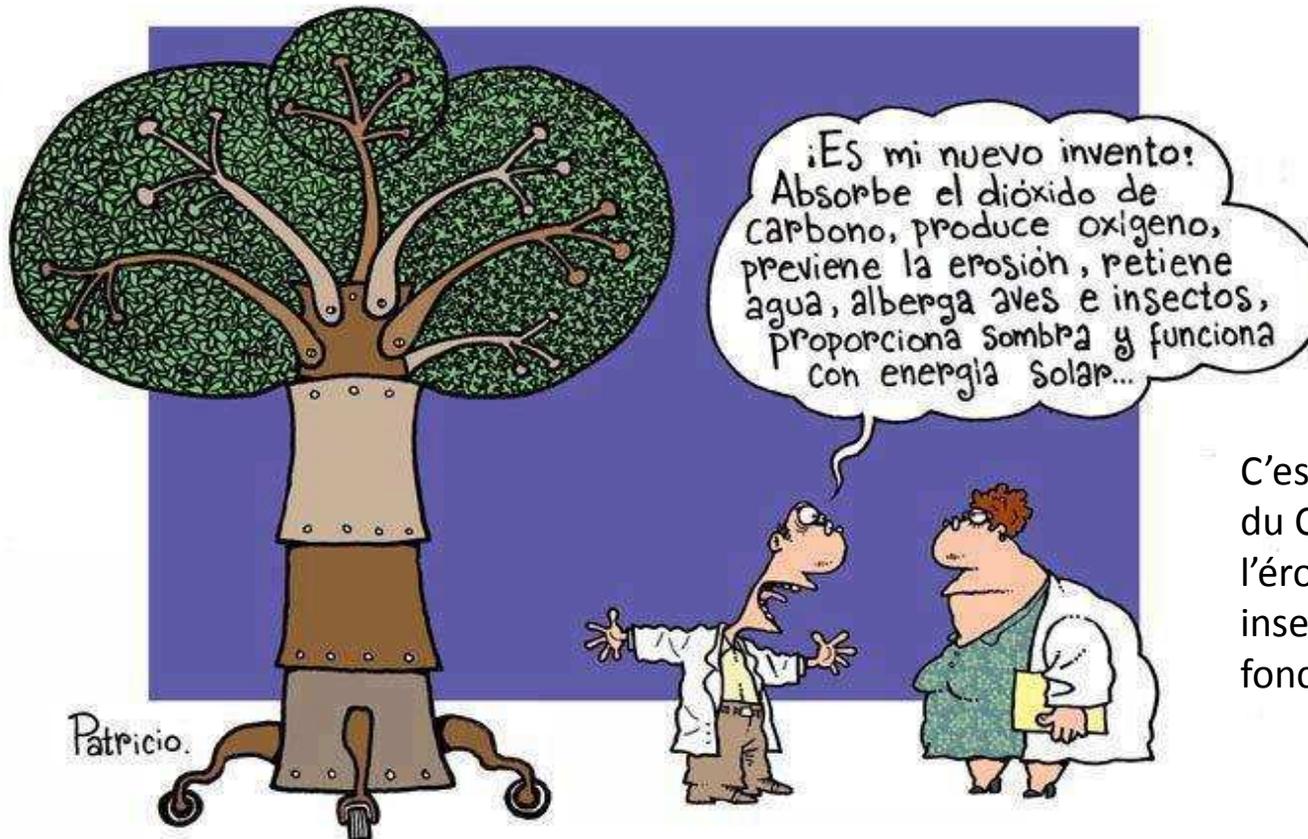


Cynthia Binazzi, architecte dplg & Patrick Brusseau, paysagiste-concepteur ithp
Mémoire de formation DDQE Lyon – Octobre 2015

PREAMBULE			
INTRODUCTION	3		
Chapitre 1 : L'arbre urbain – être vivant	5		
1.1 Définition de l'arbre	5		
1.2 Systématique et nomenclature	7		
1.3 Fonctionnement de l'arbre	8		
1.3.1 Les racines	9		
1.3.2 Les parties aériennes	10		
1.4 Incidence du milieu urbain sur l'arbre - Besoins de l'arbre urbain	13		
1.4.1 Notions de facteurs écologiques	13		
1.4.2 Le milieu urbain	13		
1.4.3 Facteurs climatiques en milieu urbain	13		
1.4.4 Facteurs hydriques en milieu urbain	14		
1.4.5 Facteurs atmosphériques	14		
1.4.6 Sols urbains	15		
Chapitre 2 : L'arbre en ville : son histoire	16		
2.1 Introduction	16		
2.2 Evolution des formes végétales et des formes urbaines	17		
2.2.1 De l'Origine à la civilisation antique	17		
2.2.2 La ville Médiévale	18		
2.2.3 Les premiers jardins et la Renaissance	19		
2.2.4 Le XVIIIème siècle et les Lumières	20		
2.2.5 De l'ère napoléonienne à l'époque Pré-industrielle	22		
2.2.6 Des Cîtés-jardins aux premiers grands ensembles	24		
2.2.7 La remise en cause d'un modèle urbain	25		
2.3 L'arbre dans la ville contemporaine : les tendances et pratiques	26		
2.3.1 Le tournant environnemental de 1990	26		
2.3.2 La ville durable : entre densité et espaces verts	27		
2.4 La nature contemporaine	28		
Chapitre 3 : Apports de l'arbre au développement durable de la ville	29		
3.1 Action sur le climat urbain	29		
3.1.1 L'arbre climatiseur	29		
3.2 L'arbre au service d'une gestion écologique de l'eau urbaine	30		
3.3 L'arbre préserve et améliore les sols	31		
3.4 L'arbre améliore la qualité de l'air des villes	32		
3.4.1 Action sur le gaz carbonique	32		
3.4.2 Action sur les polluants atmosphériques	32		
3.4.3 Filtration des poussières et des aérosols	32		
3.5 L'arbre et les effets sur le bruit	33		
3.6 L'arbre anti-éblouissement	34		
3.7 L'arbre, un élément essentiel du paysage urbain	34		
3.8 L'arbre, support de biodiversité	36		
3.7 L'arbre, facteur d'apaisement social	36		
3.8 L'arbre, fonctions économiques	37		
Chapitre 4 : L'arbre et l'îlot de chaleur urbain	39		
4.1 Le Climat et la ville	39		
4.2 L'îlot de chaleur urbain	40		
4.3 Le Climat et les enjeux urbains	45		
4.4 L'arbre face au changement climatique	47		
4.5 Etudes sur l'évolution du climat urbain et l'adaptabilité des villes	50		
4.5.1 L'indispensable adaptation	50		
4.5.2 Scénarios	51		
4.5.3 La modélisation	52		
4.5.4 Les projections et simulations	54		
4.5.5 L'arbre comme contribution à l'amélioration de l'ICU	57		
Chapitre 5 : L'arbre : avenir des villes	60		
5.1 Trames vertes et bleues (TVB)	60		
5.2 Biodiversité et zones humides	62		
5.3 Evolution dans la planification de la ville	62		
5.4 Vers une démarche participative et volontariste	63		
5.4.1 Les jardins gérés par les habitants dans l'espace public/partagé	63		
5.4.2 L'agriculture urbaine	64		
5.4.3 La reconquête de zones industrielles	67		
5.4.4 Les Eco-quartiers	67		
CONCLUSION			69
BIBLIOGRAPHIE			70
ANNEXES			

- Apports de l'arbre au développement durable de la ville

« Existe-t-il de meilleurs modèles de développement durable que les arbres ? »
Francis Hallé in *Du bon usage des arbres*.



C'est ma nouvelle invention ! Il absorbe du CO₂, produit de l'oxygène, limite l'érosion, retient l'eau, abrite oiseaux et insectes, fournit de l'ombre ... et fonctionne à l'énergie solaire !

« Partout où l'arbre a disparu, l'Homme a été puni de son imprudence »
Châteaubriand

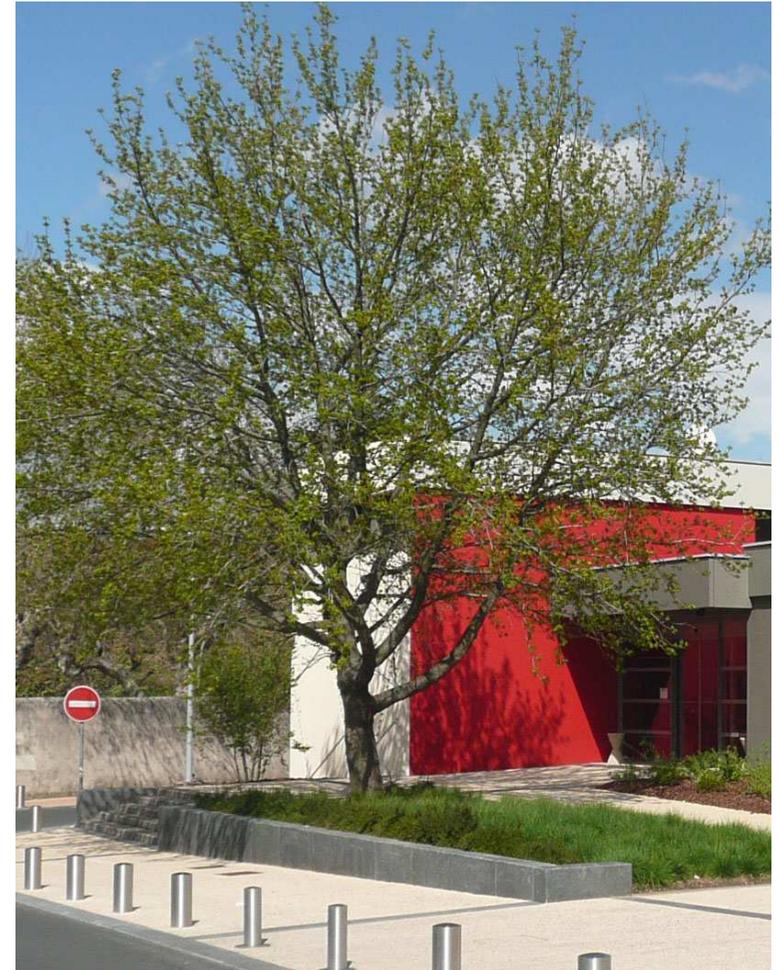
L'arbre urbain – être vivant

On a tendance à l'oublier : l'arbre est un être vivant comme les autres. Il naît, vit et meurt.

Il peut être victime de maladies, parfois de mauvais traitements.

L'arbre a un cycle de vie.

Il a des exigences vitales et doit s'adapter aux nombreux facteurs écologiques (climatique, atmosphérique ou biotique).

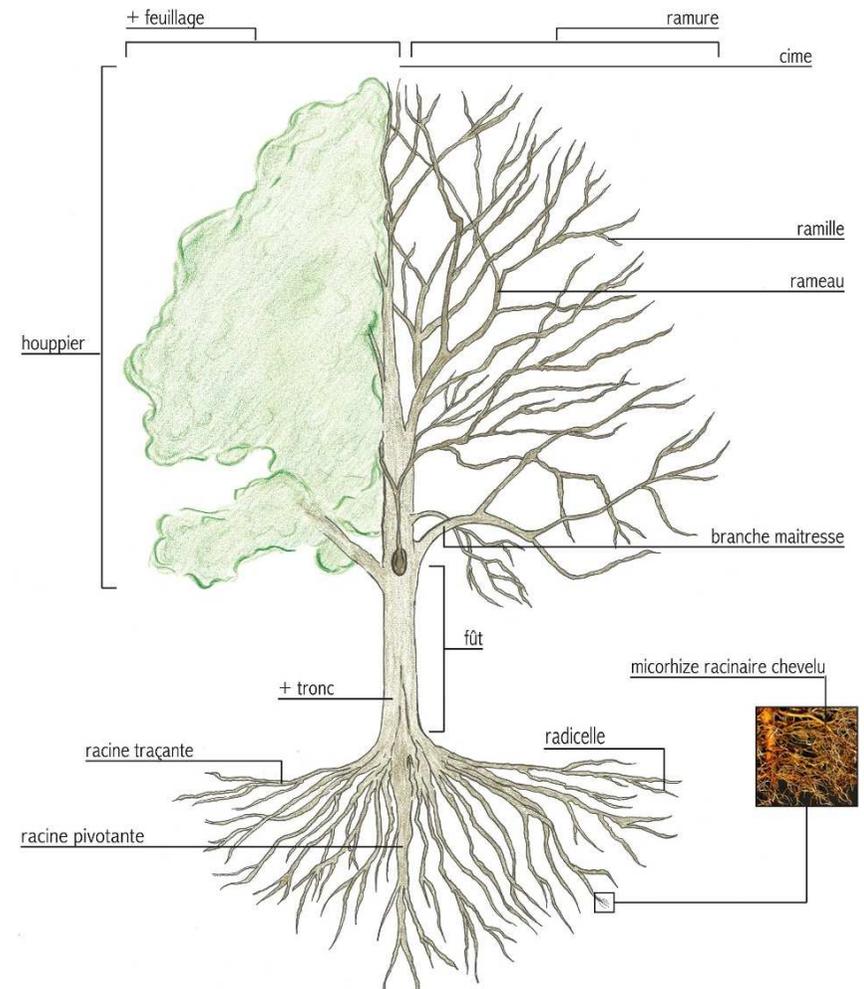


Liquidambar printanier à Villefranche s/ Saône Photo P Brusseau (04/2009)

- Fonctionnement de l'arbre :

- « On perd de vue que les arbres sont des êtres vivants et qu'ils ont besoin d'air, d'eau, de lumière, de vie sociale, d'espace et de temps, comme nous en avons besoin nous-mêmes. Parce qu'elles sont souterraines et difficiles à voir, on oublie souvent leurs racines, pourtant nombreuses, parfois plus longues que leurs branches et dont le rôle est vital. »

Francis Hallé dans Du bon usage des arbres



Architecture de l'arbre – Dessin de J. Brusseau d'après www.lecoledesfees.canalblog.com

- Contraintes du milieu urbain pour l'arbre :

- Facteurs climatiques en milieu urbain

- Lumière
- Température
- Vent

- Facteurs hydriques en milieu urbain

- Sols asphyxiants : excès d'eau dans le sol
- Sécheresses climatiques : défaut d'eau dans le sol

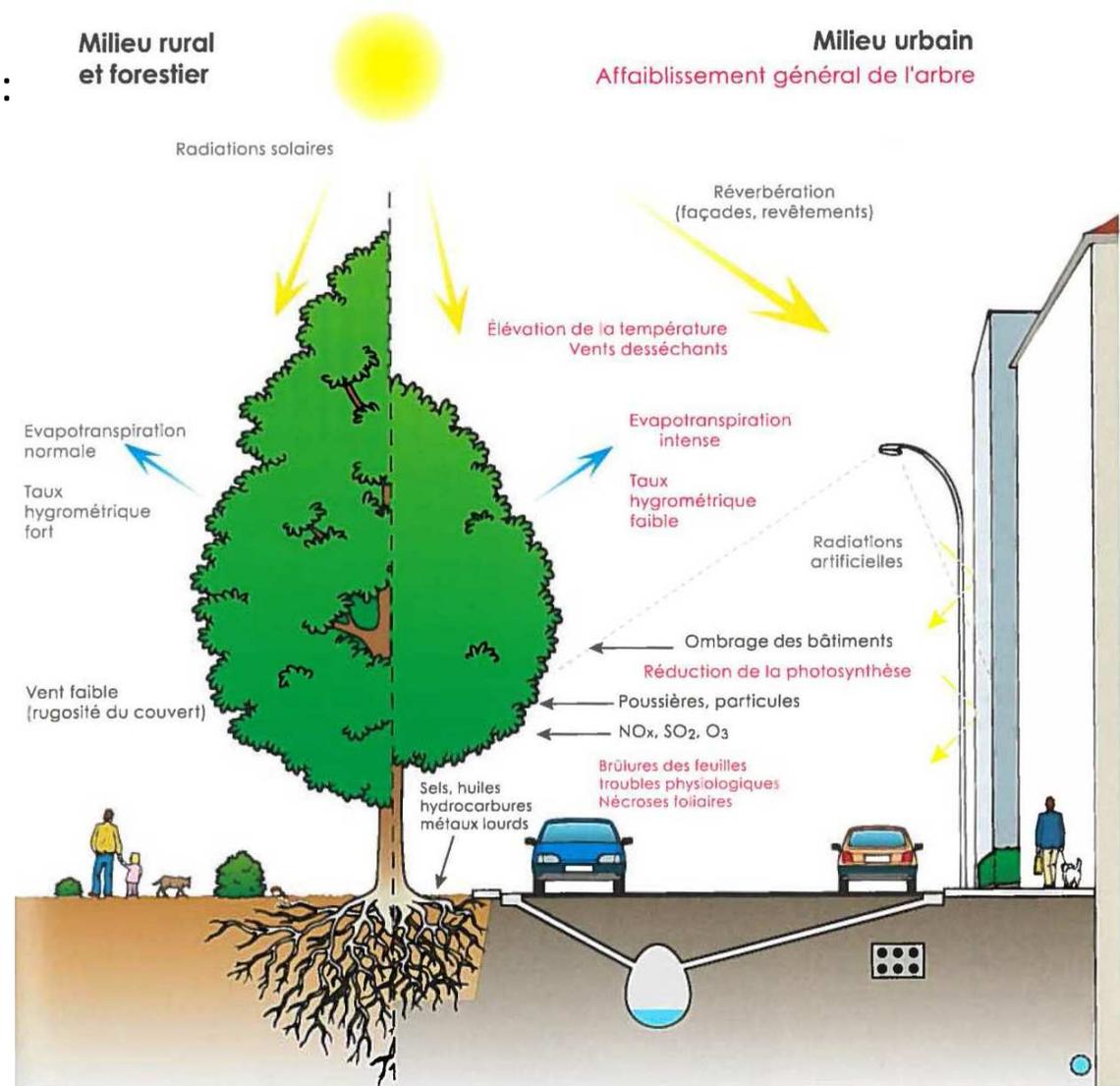
- Facteurs atmosphériques

- Polluants atmosphériques

- Sols urbains

- Support, alimentation
- Déficit hydrique
- Pollution des sols
- Tassement
- Imperméabilisation
- Pauvreté biologique

Les incidences du microclimat urbain et de la pollution sur la végétation, d'après Freydet F, 1990



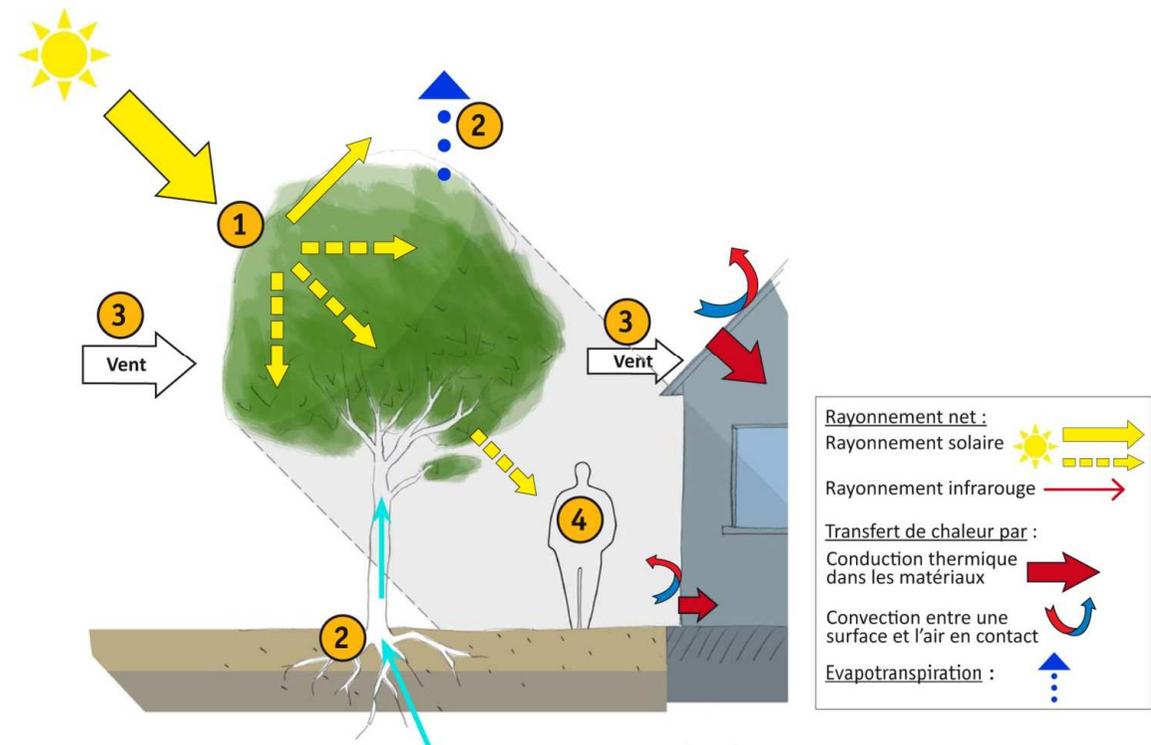
- Apports de l'arbre au développement durable de la ville

Action sur le climat urbain : L'arbre climatiseur

- Evapotranspiration et ombrage
- Absorption du rayonnement solaire
- Circulation de l'air
- Vents (brise-vents et tourbillons)



Influence d'un arbre seul sur son environnement



Les humains, surtout âgés, cherchent à s'abriter du soleil.
Ombrage : superbe Liquidambar styraciflua (copalme d'Amérique) de la médiathèque de Villefranche s/ Saône – projet et photo P. Brusseau (05/2008)

Action sur le climat urbain : L'arbre climatiseur

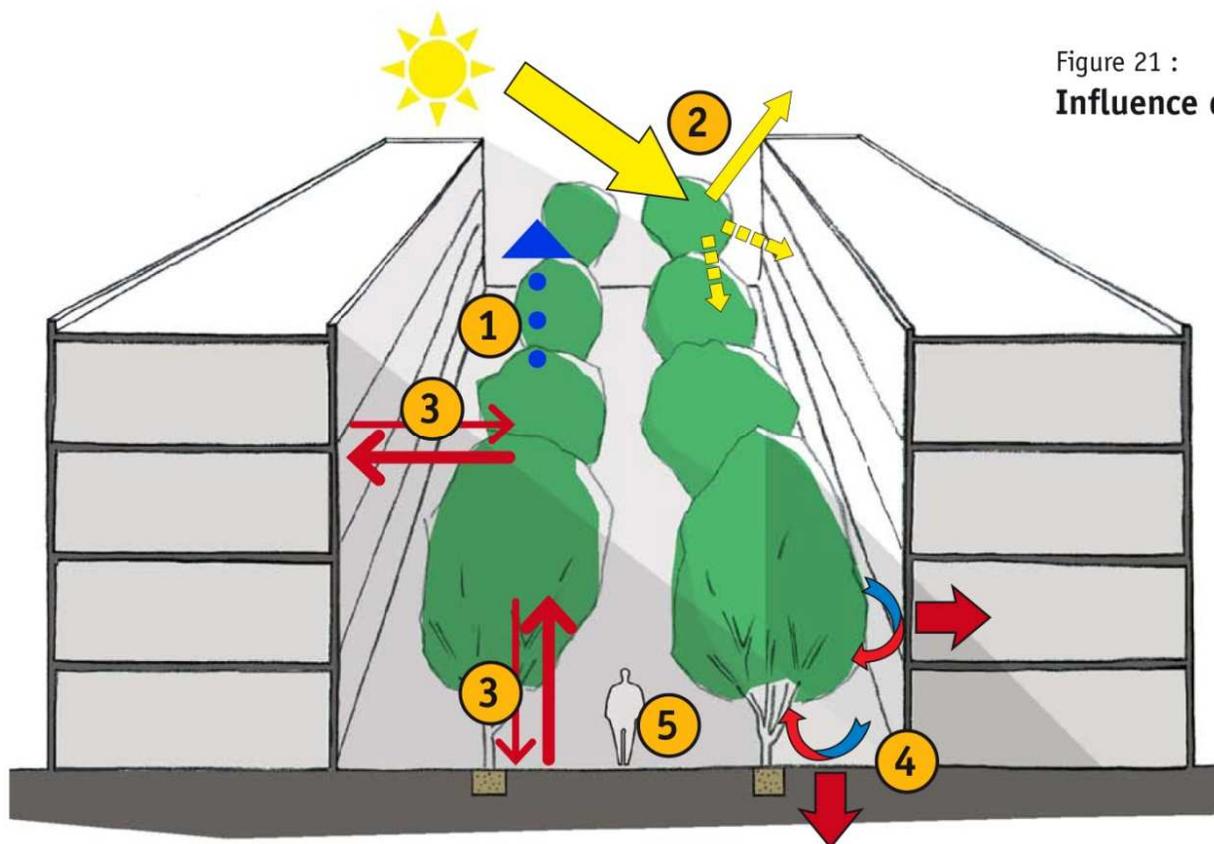


Figure 21 :
Influence des arbres d'alignement dans une rue canyon

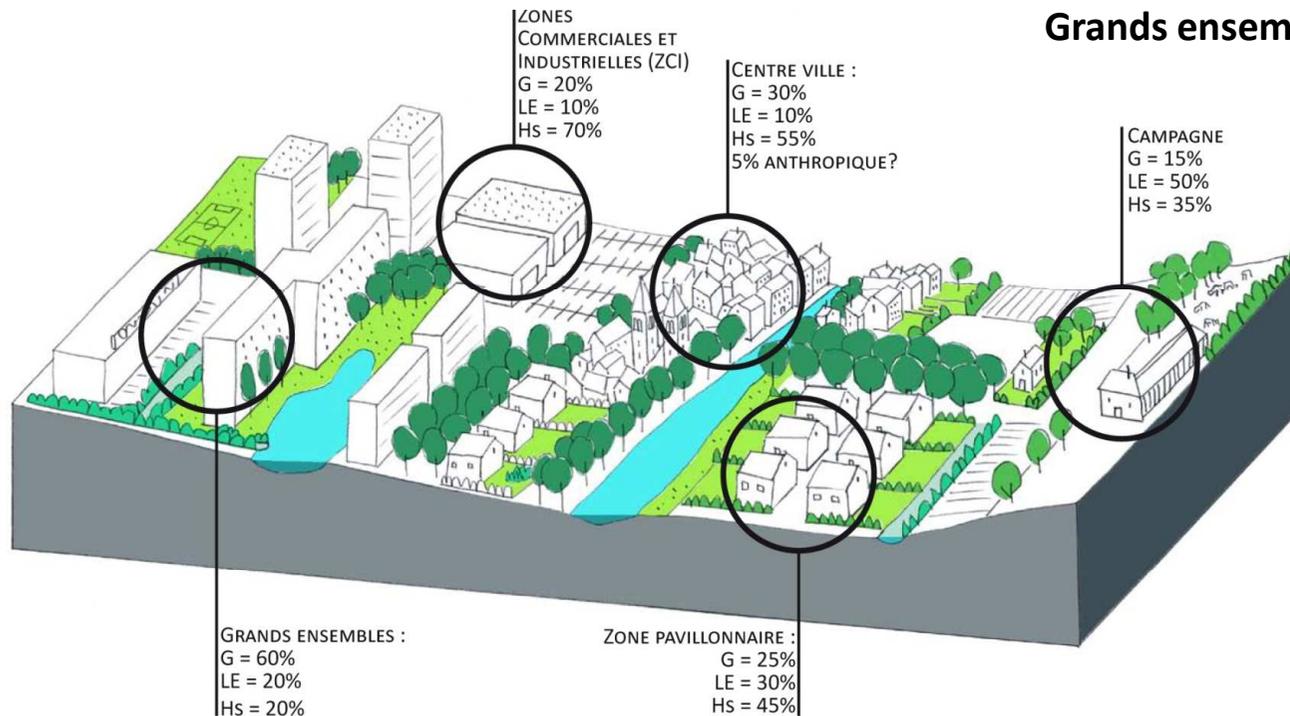
1- Evapotranspiration - 2-Rayonnement net - 3 – interception rayonnement infrarouge - 4 - Conduction/convection - 5 Confort - Vent

La contribution des arbres à l'atténuation des phénomènes d'ICU est en partie démontrée à ce jour, grâce : aux échanges sensibles, l'évapotranspiration, l'effet brise-vent, les effets radiatifs (masque).

- Apports de l'arbre au développement durable de la ville

- Microclimats urbains

Centre ville dense : piégeage radiatif important
Zones pavillonnaires : jardins et espaces verts
Zones industrielles et commerciales : surfaces minérales importantes
Grands ensembles: grands immeubles + espaces verts



A l'échelle de la ville les microclimats des différents quartiers peuvent créer un effet de brise soufflant des quartiers les plus frais vers les quartiers les plus chauds (mouvements convectifs).

Figure 44 : Répartition de l'énergie reçue par rayonnement (R_n) entre le stockage (G), le flux de chaleur latente (LE) et le flux de chaleur sensible (Hs) pour une journée moyennée sur le mois de juillet ($R_n > 0$, $R_n = G + H_s + LE$) ; zone verte : G=15%, LE=50%, Hs=35% (Source des valeurs numériques : Thèse Sylvain Dupont, Resultat p199, modèle SM2-U avec prise en compte de la canopée urbaine).

- Apports de l'arbre au développement durable de la ville
 - L'arbre au service d'une gestion écologique de l'eau urbaine
 - Interception précipitations
 - Gestion des eaux pluviales alternative



Noûe paysagère : récupération des eaux pluviales à leur source – Quartier Bottière – Chêneaie à Nantes

- Apports de l'arbre au développement durable de la ville
 - L'arbre au service d'une gestion écologique de l'eau urbaine
 - Phyto-remédiation
 - Phyto-stabilisation
 - Phyto – extraction (plantes hyper accumulatrices)
 - Phyto-rhizodégradation : biodégradation

Dépollution par les plantes – Phytoremédiation
Quartier de la Courrouze à Rennes



Réchauffement climatique :

Effets :

- Augmentation des températures moyennes ;
- Plus de sécheresses estivales ;
- Une pluviosité plus forte (risque d'inondations) ;
- Une fréquence plus élevée des tempêtes.

L'îlot de chaleur urbain :

En ville, l'artificialisation des surfaces crée un microclimat spécifique : **l'îlot de chaleur urbain (ICU)**.

L'ICU est un effet de surchauffe constaté entre la ville et sa campagne environnante avec une **différence de température constatée la journée qui est aggravée pendant la nuit**.

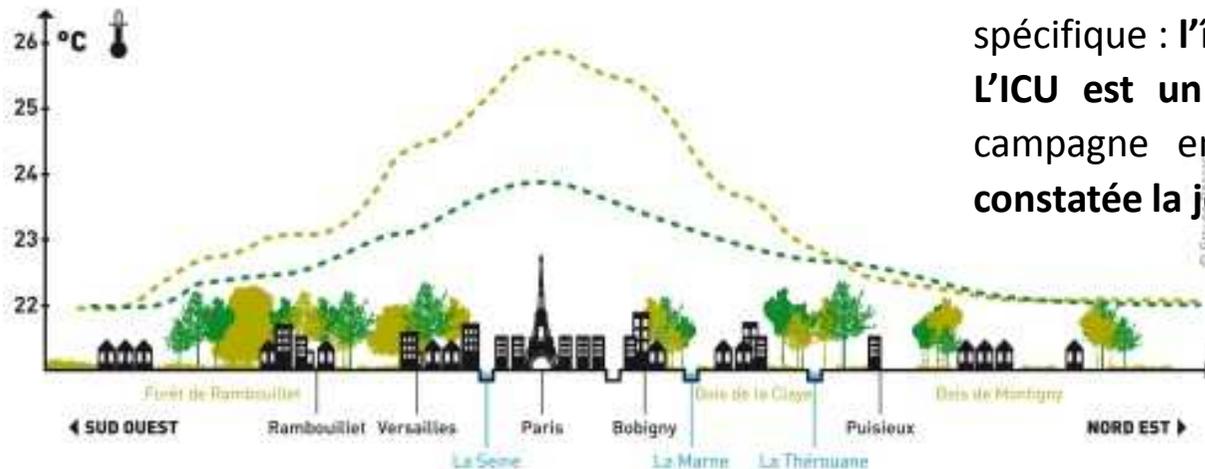


Schéma issu de l'étude Epicea-Paris

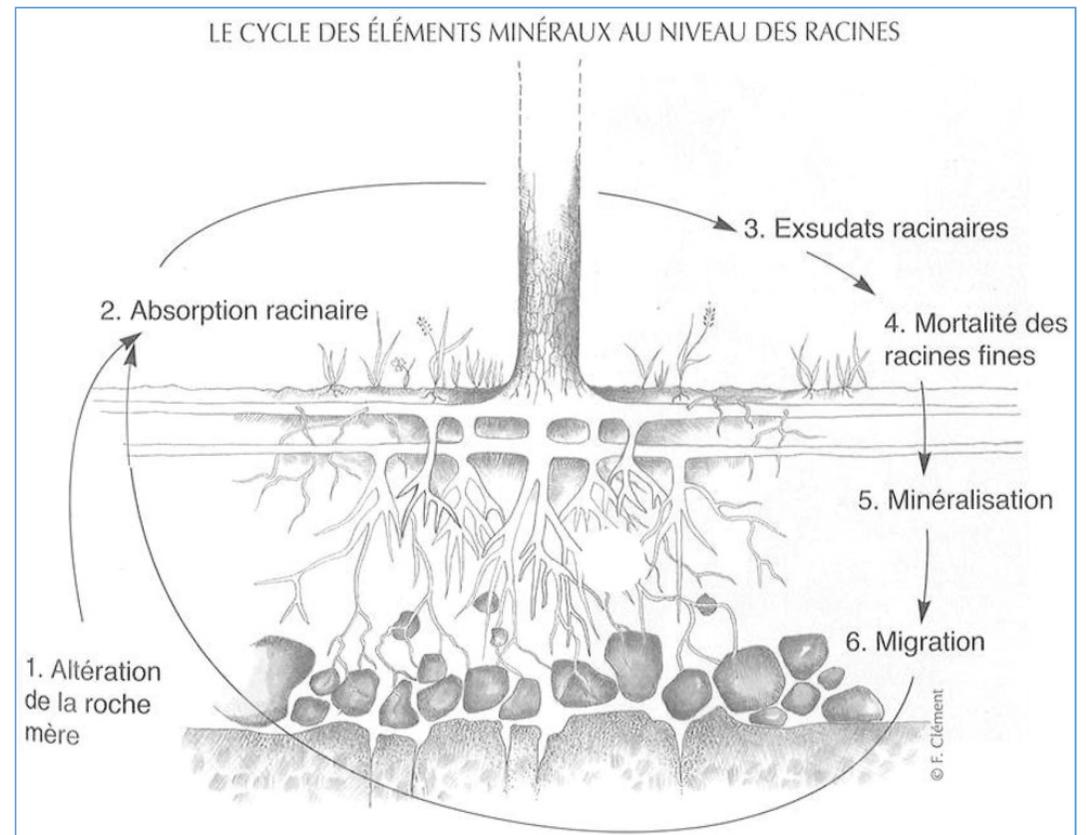
Le vert clair représente la température pour l'agglomération parisienne actuelle.

Le vert foncé représente la température atteinte après la reforestation

(+30 % de forêts) en Île-de-France et le développement de l'agriculture maraîchère périurbaine

- La ville ne subit pas seulement le climat, mais elle l'influence, en modifiant les paramètres climatiques localement.

- Apports de l'arbre au développement durable de la ville
 - L'arbre préserve et améliore les sols
 - Stabilisation des sols – anti érosion
 - Action sur les caractéristiques physiques
 - Altération des minéraux roche mère
 - Stimulation activité bactérienne et micro-organismes
 - Arbres fixateurs d'azote



Dessin de Clément F. (2006) in *Les racines : face cachée des arbres*

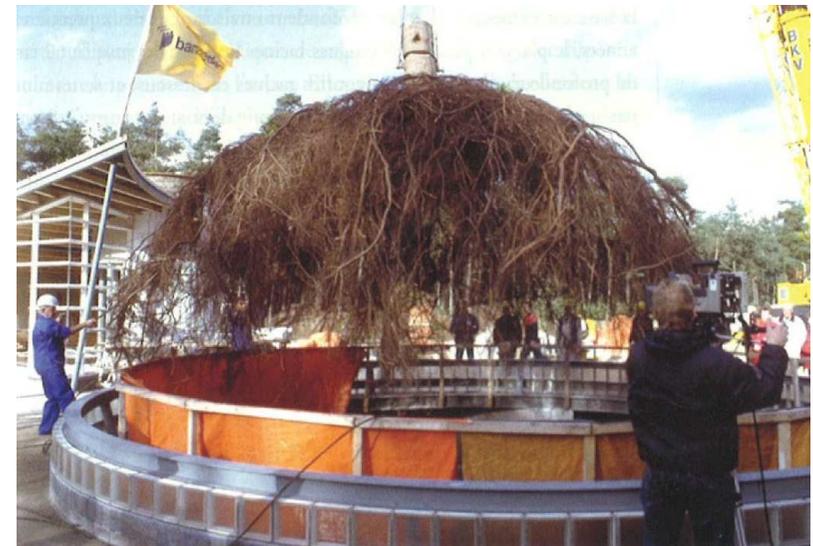
• Prendre l'arbre par la racine

- **Les racines**
- **Les racines et radicelles** constituent une partie importante du poids de l'arbre (un à deux tiers de ce poids).
 - **racines ligneuses**
 - ancrage de l'arbre au sol
 - accès aux sources de nourritures et d'eau (exploration)
 - stockage des réserves
 - **Radicelles non ligneuses**
 - Chevelu racinaire – poils absorbant
 - absorption de l'eau
 - absorption des éléments minéraux
- **Equilibre appareil racinaire/appareil aérien**
- **Les mycorhizes**
 - relation symbiotique – champignon
 - Mycélium
 - Absorption phosphore – azote
 - Substance de croissance (auxines)

RETOURS D'EXPERIENCES



Racines de Frêne –
Bord de Seine – Photo
C. Drénou in « Les
racines »



Système racinaire (80 m² mais le système est incomplet) d'un hêtre de 150 ans - Photo Park de Hoega Veluwe - Pays-Bas in « Les Racines »

- Amélioration de la condition des arbres - Augmenter le volume de terre disponible



La fosse 4 m x 2,70 m x 1,50 m



Le mélange terre-pierre 16 m³ 70 % pierre/30 % terre



La terre végétale épaisseur 0,80 m / massif

- Amélioration de la condition des arbres

Végétaliser le pied des arbres --- Micro biotopes - échanges



Plantation des arbres



Végétalisation des pieds d'arbres / Protections

- Amélioration de la condition des arbres - Evolution amélioration des sols



AVANT - Paillage minéral

Protection des sols – limitation des adventices - Limitation de l'évapotranspiration

Toile de paillage tissée en polypropylène + 10 cm de pouzzolane 15/25

- Amélioration de la condition des arbres - Evolution amélioration des sols



AVANT : gestion facilitée mais « stérilisation » du processus de renouvellement des sols

- Amélioration de la condition des arbres - Evolution amélioration des sols



Juin 2017



Octobre 2017



23 Janvier 2018

APRES - Paillage végétal

Protection des sols – limitation des adventices - Limitation de l'évapotranspiration
5/7 cm de compost + 15 cm de BRF (Bois Raméal Fragmenté)

- Amélioration de la condition des arbres - Evolution amélioration des sols
Végétalisation du pied des arbres



APRES : gestion facilitée + renouvellement des sols / apport annuel de BRF

CONCLUSION

OUI
IL FAUT PLANTER DES ARBRES !

CONCLUSION

**OUI
IL FAUT PLANTER DES ARBRES !**

MAIS

CONCLUSION

**OUI
IL FAUT PLANTER DES ARBRES !**

**MAIS
PAS N'IMPORTE COMMENT !**
