



LUC CHRÉTIEN

Chef de la division Biodiversité, Eau & Aménagement au Cerema Est

Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence, L'expérience de Metz



Parc de la Poudrerie (<https://seinesaintdenis.fr>)

Services écosystémiques rendus par les arbres, modulés selon l'essence, L'expérience de Metz

Luc Chrétien (Cerema)
octobre 2021



le 7

La dure vie du végétal en ville

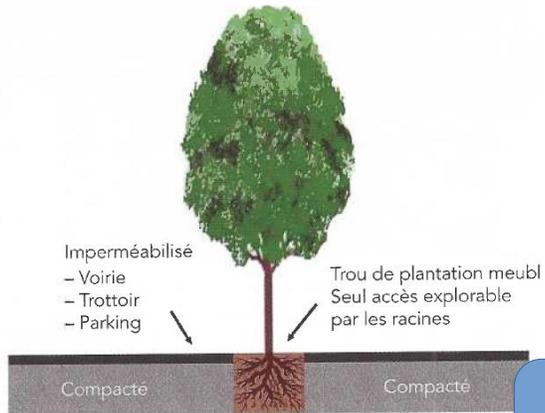
Air sec

Difficultés d'alimentation en eau

Compaction et
imperméabilisation

Sels de déneigement

Blessures



Blessures occasionnées par les véhicules
(source : CSTB)

Éclairage nocturne

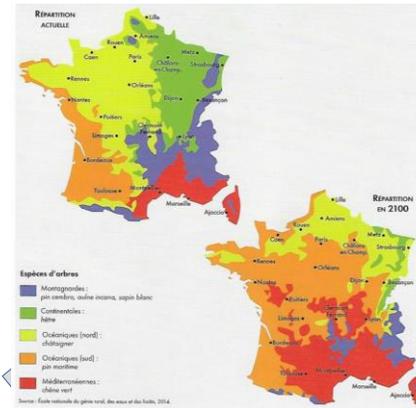
Températures
élevées



Le Platane cicatrise assez facilement. Le Hêtre commun au contraire a une cicatrisation Difficile (photo Janericloebe)

Un milieu urbain inhospitalier pour les arbres

Les effets attendus du changement climatique

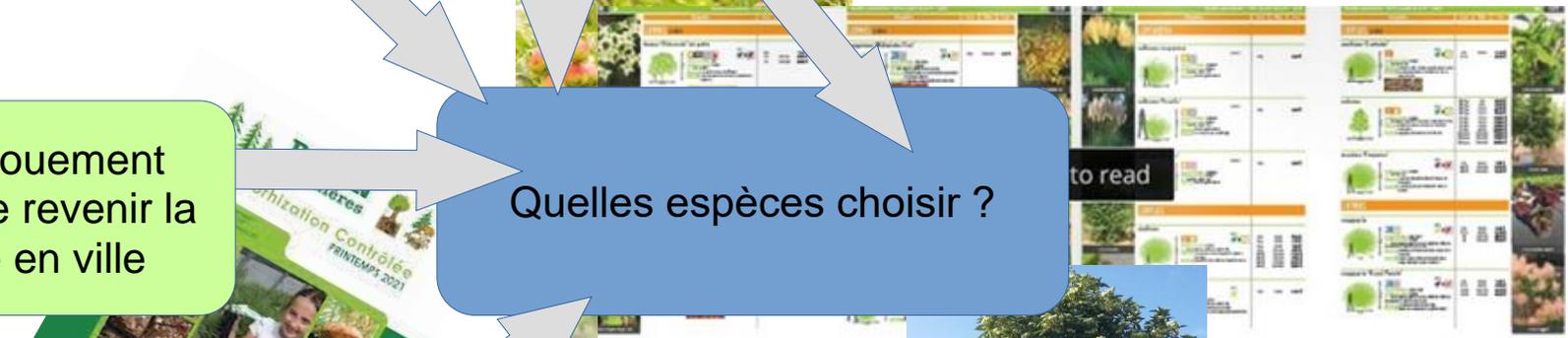


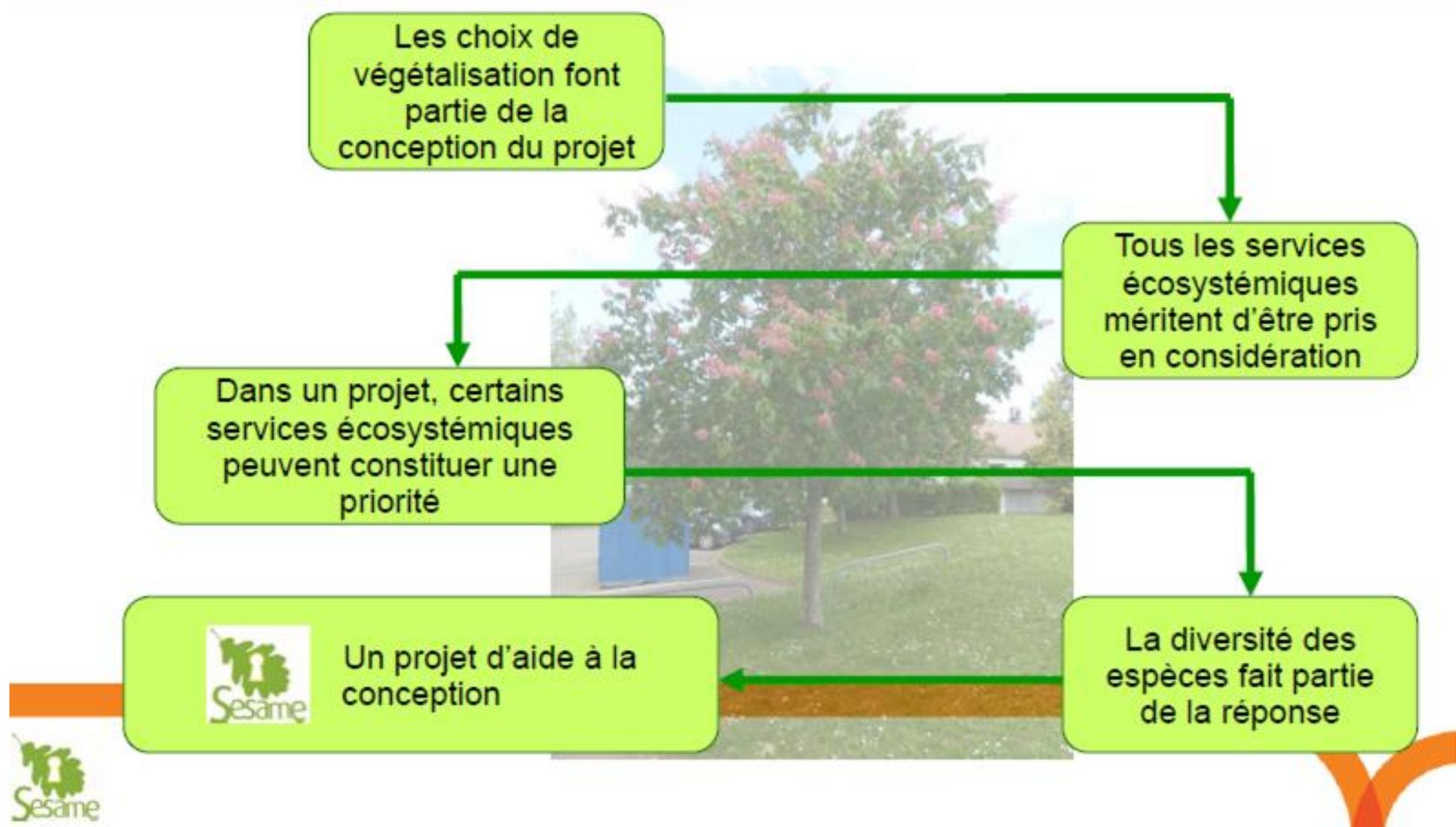
Des contraintes liées aux végétaux (dimensions, pollen, ...)

Un engouement pour faire revenir la nature en ville

Quelles espèces choisir ?

Des services écosystémiques rendus encore mal connus du public

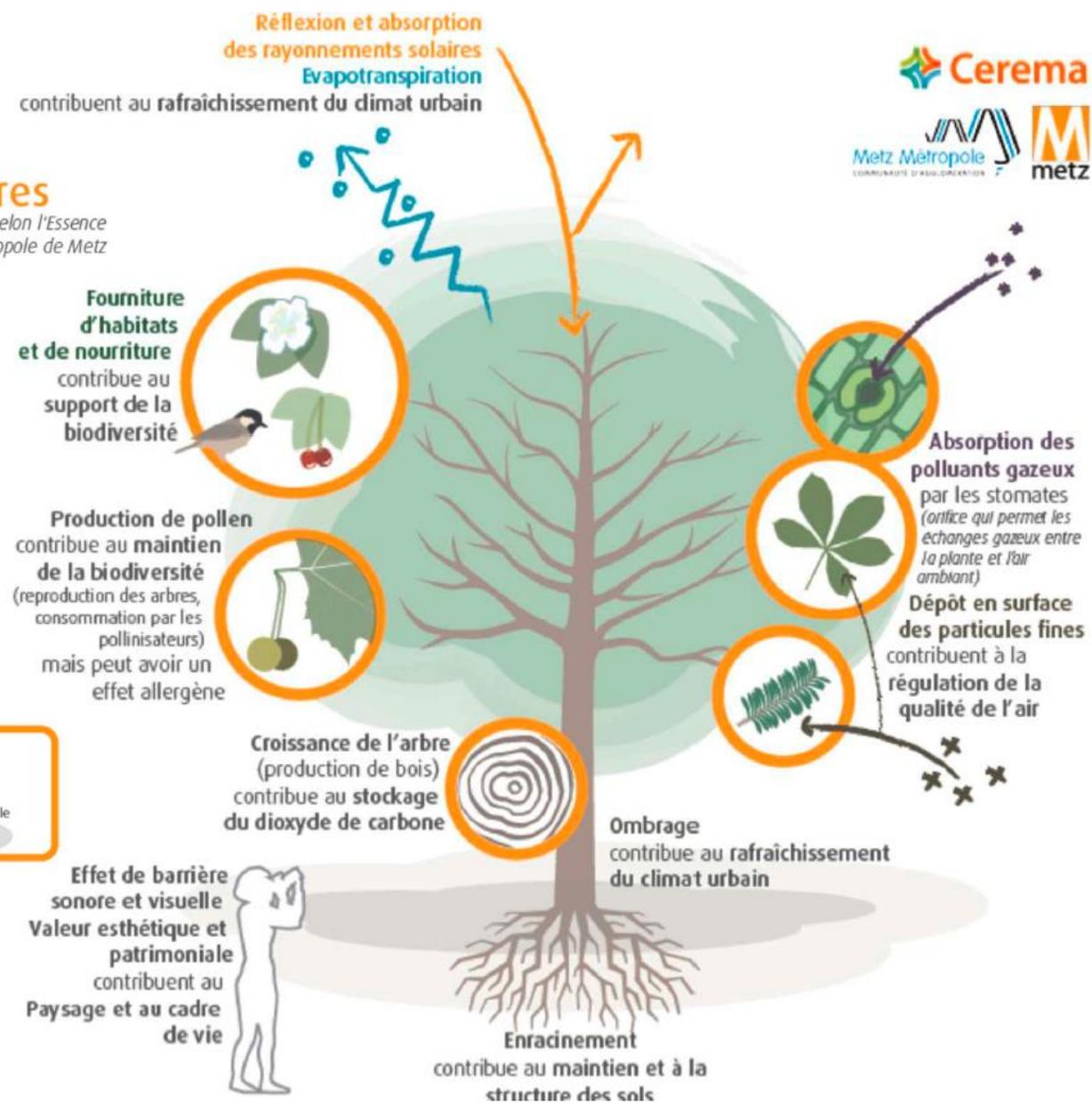




Les services rendus par les arbres

Services EcoSystémiques rendus par les Arbres Modulés selon l'Essence
Un projet d'innovation sur le territoire de la métropole de Metz

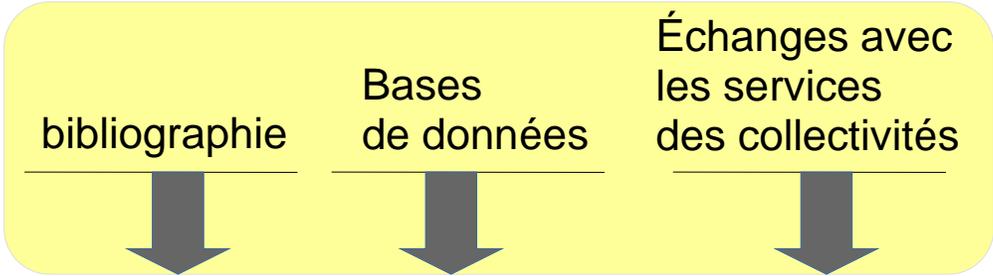
Étude des services rendus respectivement par 85 espèces adaptées au climat messin



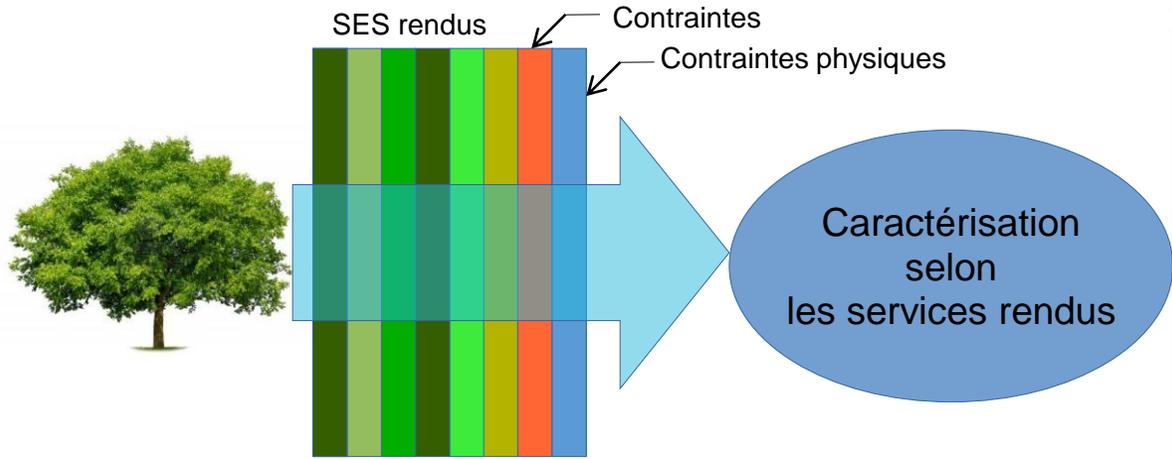
Une histoire de port...

Le **port de l'arbre** influence la biomasse (quantité de matière végétale), et donc la **surface ombragée**, la **capacité de l'arbre à évapo-transpirer** ou encore à **absorber les polluants**. Le port varie selon les essences mais également en fonction de la gestion de l'arbre (taille et élagage).





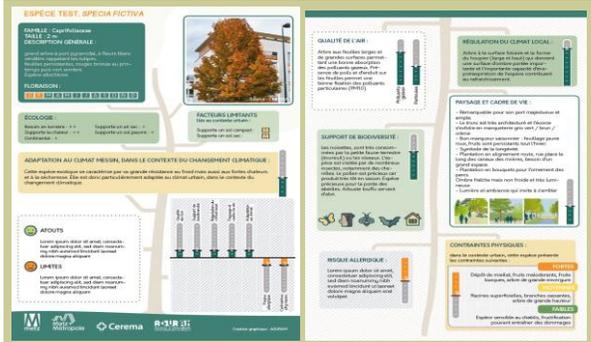
- Services écosystémiques :**
- qualité de l'air
 - régulation du climat
 - support de biodiversité
 - paysage et cadre de vie
- Contraintes :**
- caractère allergisant
- Contraintes physiques :**
- racines superficielles...



Pour produire :

Un outil d'aide à la conception

... des fiches « espèces »



« j'ai un projet urbain dans lequel je souhaite favoriser la fixation des polluants et la biodiversité, mais aussi sur le plan paysager évoquer l'eau, quelle gamme d'espèces puis-je privilégier ? »

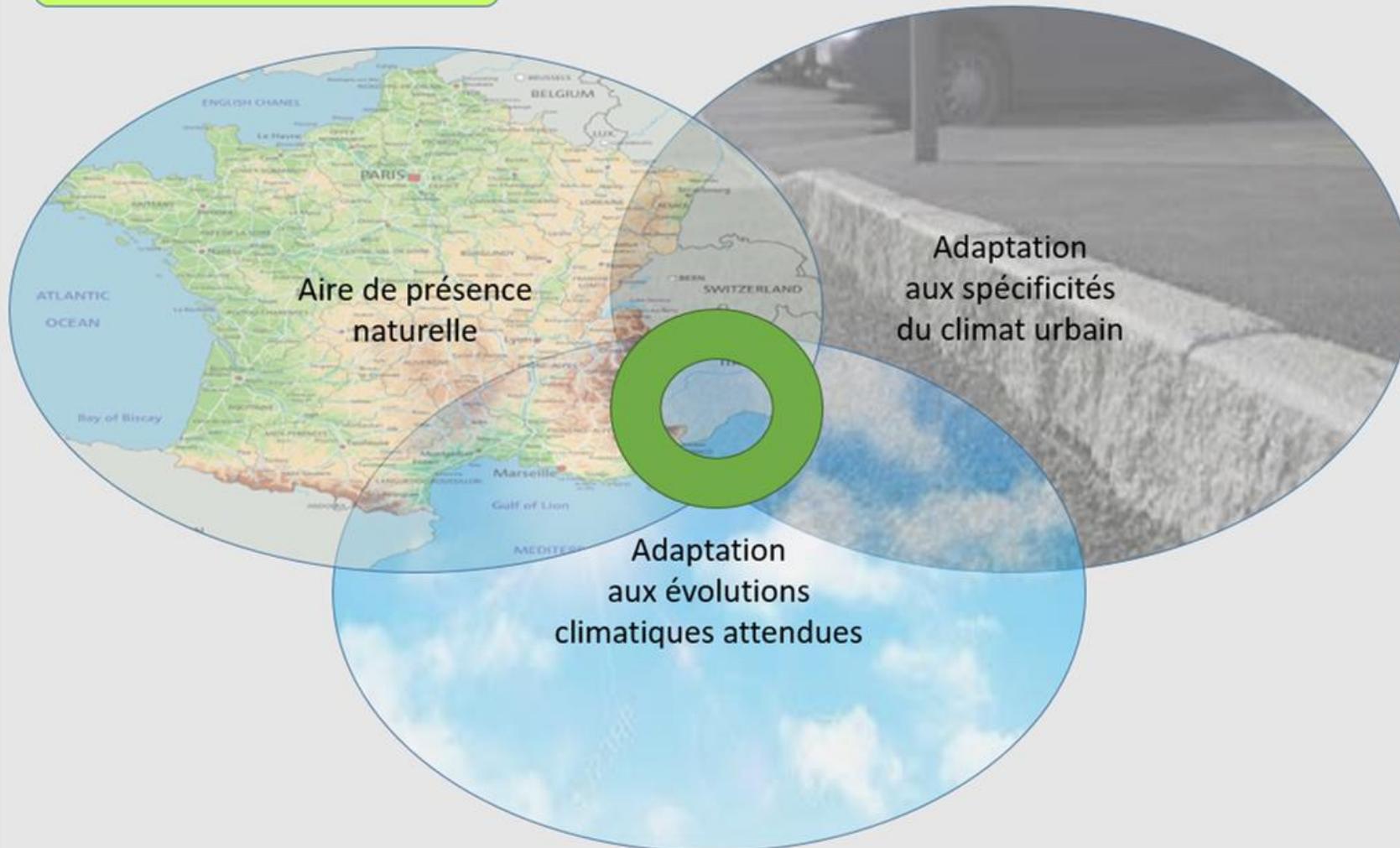
Sources

Méthodes

produits

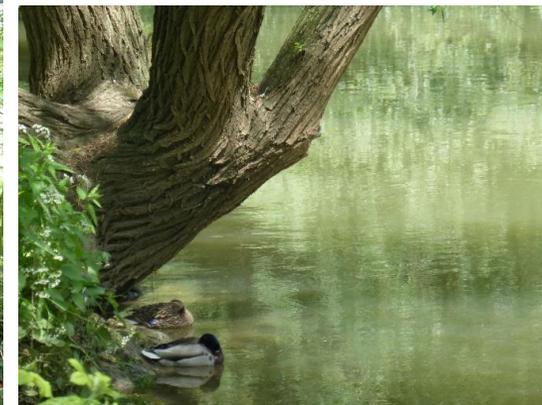
Adaptation des espèces au
changement climatique et
aux spécificités urbaines

Adaptation au climat local



Support de biodiversité

Un indice composite
établi à partir :



du caractère
Autochtone /
Allochtone +
Caractère invasif

-5 à +2

De listes d'espèces
recommandées
(PNR, LPO)

0 à +2

de l'intérêt pour les
papillons
(nectar, biomasse
pour les chenilles)



0 à +3

d'un indicateur 
correspondant
au nombre d'espèces
d'insectes associées

0 à +3

d'un indicateur des éléments
produits par le végétal
pour l'alimentation de
l'avifaune / moyenne faune



0 à +3

de l'intérêt pour accueillir
des populations de
lichens diversifiées

0 à +3

du caractère 
attractif pour
les pollinisateurs

0 à +3

de la capacité
à générer des habitats
pour la faune –
plante hôte



0 à +3

de l'intérêt en tant
qu'arbre-gîte
pour les chiroptères



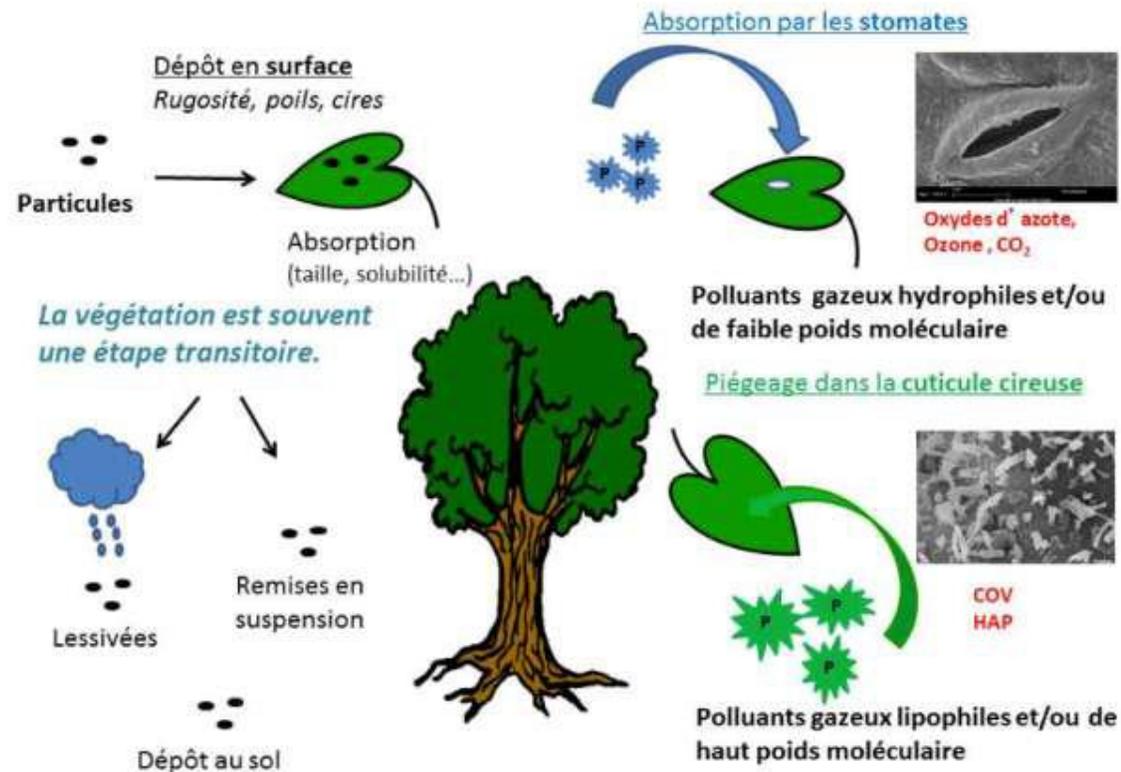
0 à +3

Indicateur complété

Indicateur complété

Régulation de la qualité de l'air et régulation du climat local

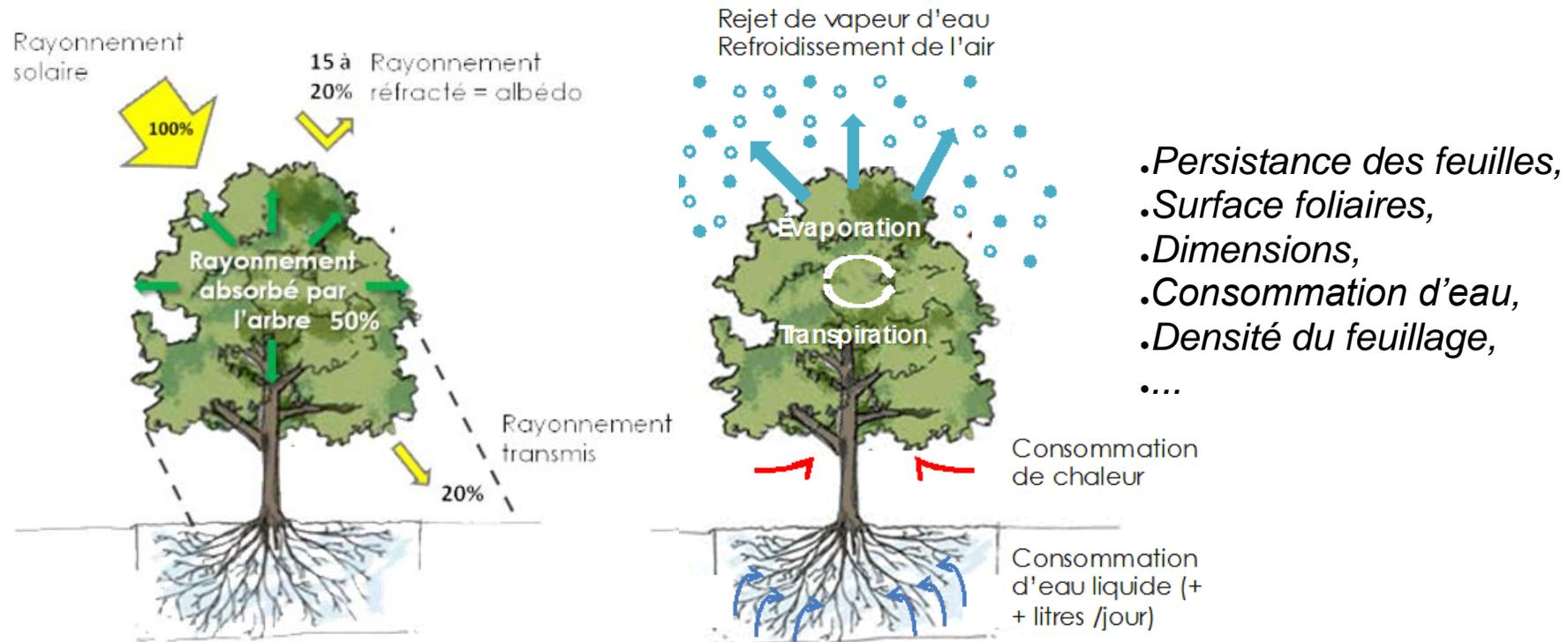
Un indicateur de service rendu sur la base d'indicateurs morphologiques et biophysiques



- *Persistance des feuilles,*
- *Surface foliaires,*
- *Dimensions,*
- *Feuille / Conifère,*
- *Présence de poils,*
- *....*

Régulation de la qualité de l'air et **régulation du climat local**

Un indicateur de service rendu sur la base d'indicateurs morphologiques et biophysiques



*Construction d'une **méthode d'analyse multi-critère** sur la base des indicateurs d'états qualitatifs et quantitatifs*

Paysage et cadre de vie



1 Voirie urbaine



3 Stationnement



4 Espaces intermédiaires



5 Place



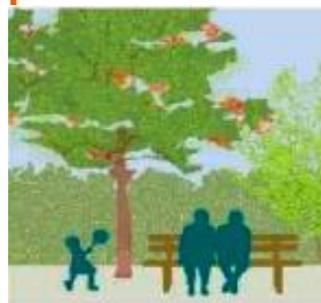
6 Placette



2 Voirie périurbaine à interurbaine



8 Cours



9 Usoirs communaux.



7 Parc



11 Berges de cours d'eau



10 Pistes cyclables /
cheminement piéton / venelle.



Espaces éphémères, dalles,

Paysage et cadre de vie



Définition d'une typologie d'espaces
= 12 types

Croisement avec les espèces étudiées

Espèces recommandées pour un contexte donné

			1	2	3	4	5
10	Nom vernaculaire	nom scientifique					
22	<i>Cerisier à grappes</i>	<i>Prunus padus</i>					
23	<i>Cerisier de Sargent et à fleurs</i>	<i>Prunus sargentii-subhirtella</i>					
24	<i>Charme houblon</i>	<i>Ostrya caprinifolia</i>					
25	<i>Chêne blanc</i>	<i>Quercus alba</i>					
26	<i>Chêne chevelu de bourgogne</i>	<i>Quercus cerris</i>	<i>Grande largeur de voie</i>				
27	<i>Chêne de Hongrie</i>	<i>Quercus frainetto</i>	<i>Grande largeur de voie</i>			<i>Si espace</i>	
28	<i>Chêne de Turner</i>	<i>Quercus x turneri pseudoturneri</i>					
29	<i>Chêne du Caucase</i>	<i>Quercus macranthera</i>	<i>Largeur limitée : port fastigié</i>				
30	<i>Chêne pédonculé</i>	<i>Quercus robur</i>					

Risque allergique

Données RNSA ou de Pollenlibrary.com (E.-U.) lorsqu'il n'y avait pas de données françaises

Risque allergique par espèce tenant compte du caractère allergène du pollen et du pollen produit dans la région considérée

Données complétées pour certaines espèces par l'effet

allergisant des pollens (pour Platane et Hêtre)

Réseau national de surveillance aérobiologique

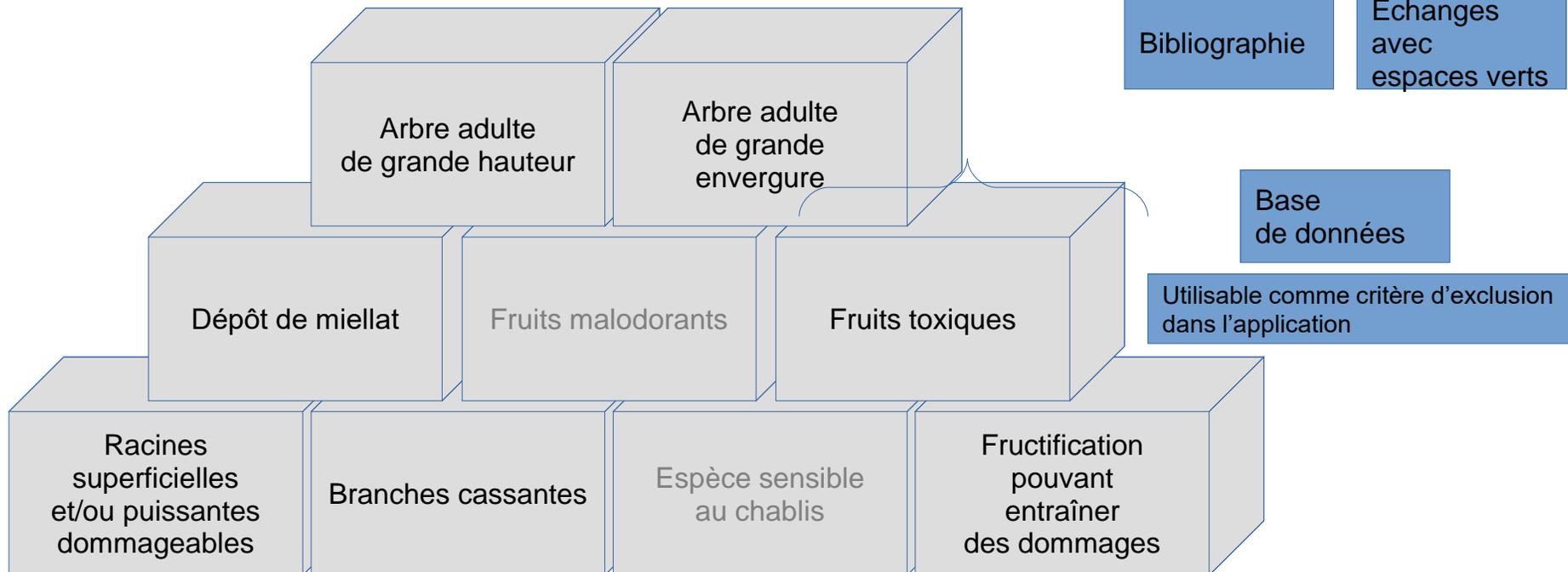
RISQUE ALLERGIQUE lié au pollen d'arbre
Faible (rouge)
Moyen (orange)
Fort (jaune)

ESPECE	FEUILLE	FLUEUR	FRUIT	ARBRE	ECORCE	POLLINISATION	RISQUE ALLERGIQUE
AULNE						Pollinisation Février/Mars	Faible
BOULEAU						Pollinisation Mars/Avril	Faible
CHARME						Pollinisation Avril/Mai	Moyen
CHATAIGNIER						Pollinisation Juin/Juillet	Faible
CHÊNE						Pollinisation Avril/Mai	Faible
CYPRES						Pollinisation Mars/Avril	Faible
FRENE						Pollinisation D'1 à 23 av. Juin, Juin-Et.04	Faible
HETRE						Pollinisation Avril/Mai	Faible
NOISETIER						Pollinisation Février/Mars	Faible
HOVER						Pollinisation Mars/Juin	Moyen
OLIVIER						Pollinisation Mars/Juin	Faible
ORME						Pollinisation Juin/Juillet	Faible
PEUPLIER						Pollinisation Mars/Avril	Faible
PLATANE						Pollinisation Avril/Mai	Faible
SAULE						Pollinisation Avril/Mai	Faible
TILLEUL						Pollinisation Juin/Juillet	Faible

Contraintes physiques

4 niveaux de contraintes

- Nul ou négligeable ou inconnu
- Faible (non négligeable)
- Réelle
- Forte



Échanges à l'occasion d'une réunion technique pour adapter les critères retenus

SAPIN DU COLORADO, *ABIES CONCOLOR*

FAMILLE : Pinaceae
TAILLE : 22 m
DESCRIPTION GÉNÉRALE :

Sapin aux bourgeons jaunâtres fortement résinifères.
Aiguilles de 4 - 7 cm vert - gris persistantes.
Allochtone

FLORAISON :

J F M A M J J A S O N D



Source : CEREMA

ÉCOLOGIE :

Besoin en lumière : + Supporte un air sec : +++
Supporte la chaleur : ++ Supporte un sol pauvre : +
Continental : ++

FACTEURS LIMITANTS

Liés au contexte urbain :

Supporte un sol compact :
Supporte un sol sec :

ADAPTATION AU CLIMAT MESSIN, DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE :

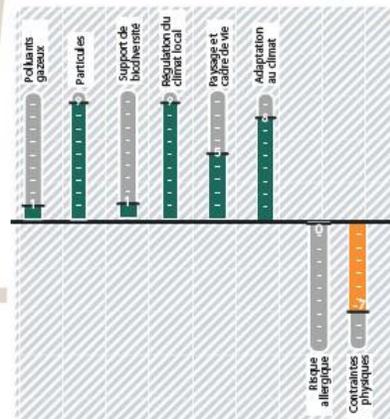
Résineux américain originaire des Montagnes Rocheuses, résistant bien à la pollution, particulièrement peu sensible à la sécheresse, il est par ailleurs très résistant au gel.

ATOUTS

Sa grande taille et son feuillage dense lui confèrent de très bonnes capacités de régulation du climat. Il est par ailleurs très résistant à la pollution, à la sécheresse et au gel

LIMITES

Sa taille et son envergure très charpentée, ses racines superficielles sont à prendre en compte. Attention également au risque de chablis, du fait de son feuillage persistant



QUALITÉ DE L'AIR :

Arbre de très grande taille au port conique, au feuillage dense, persistant. Feuilles en forme d'aiguilles de grande taille.
Ses caractéristiques lui confèrent des capacités très faibles de fixation des polluants gazeux et de très bonnes capacités de fixation des particules fines.



RÉGULATION DU CLIMAT LOCAL :

Arbre de très grande taille au port conique, au feuillage dense, persistant. Feuilles en forme d'aiguilles de grande taille.
Ses caractéristiques lui confèrent une très bonne capacité d'ombrage et d'échanges avec l'atmosphère environnante.



SUPPORT DE BIODIVERSITÉ :

Ce résineux résistant à la sécheresse peut constituer un site de nidification pour les oiseaux urbains.



PAYSAGE ET CADRE DE VIE :

- Particularité de l'architecture avec des charpentières horizontales denses et compactes et une teinte grise bleutée
- La fructification pourpre apporte une nuance saisonnière
- Convient aux grands espaces

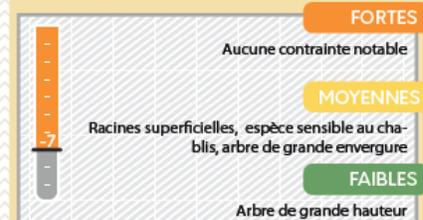


RISQUE ALLERGIQUE :

Très faible à nul



CONTRAINTES PHYSIQUES :

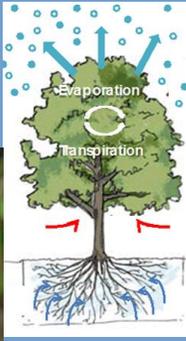


Application

Quel type d'espace public ?



Quels sont les services à privilégier ?



Quelles sont les contraintes à éviter ?



- Sorbier des oiseleurs
- Févier d'Amérique
- Alisier torminal
- Sureau noir
- Houx
- Érable champêtre
- Micocoulier occidental
- Savonnier
- Alisier blanc
- Micocoulier de Provence



Recommandations générales visant à favoriser l'expression des services écosystémiques

Gouvernance



Charte de l'arbre

Organiser les végétaux dans l'espace

- Favoriser une végétation étagée
- Favoriser une végétation diversifiée



Favoriser la continuité végétale



Recommandations générales visant à favoriser l'expression des services écosystémiques

Bien installer et entretenir le végétal pour favoriser sa survie en bonne santé

→ Mener une réflexion sur le végétal avant l'aménagement

→ Préparer avec soin la fosse et le substrat

→ Revêtement de surface

→ Plantation

→ Entretien

- Valoriser les végétaux existants
- Considérer les végétaux comme une population et non comme des éléments isolés
- Intégrer toutes les caractéristiques du site



Développements de Sésame à partir du prototype de Metz

Développements territoriaux



dont



Projets personnalisés :

- listes d'espèces
- approches paysagères
- services considérés
- contraintes
- groupe de travail local

Démarche approfondie sur Metz

85 → 250 à 300 espèces
Cultivars
Nouveaux services
Nouvelles contraintes
Interface web

Dialogue sur
Végébase /
Floriscope

<https://www.floriscope.io/>


ingénierie de la nature en ville
Center for landscape and urban horticulture

Dialogue sur
Arboclimat


RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Arboclimat et Sésame, deux outils complémentaires :

<https://www.adaptation-changement-climatique.fr/actualites/arbre-en-ville-sortie-des-outils-combines-ademe-cerema>

Arbres_V4-2-4 (climat) - Excel

Calibri 12

Variantes recommandées au vu de mes priorités ?

1. Quel type d'espace public est aménagé ?

Cours, square, aire de jeux

2. caractériser votre projet : quelles sont les attentes en termes de végétalisation ?

2.1. Il est important d'implanter des végétaux qui soient autant que possible, adaptés au climat local, adaptés aux spécificités du climat urbain, adaptés aux conséquences attendues du changement climatique. Quelle importance accordez-vous à ce critère ?

21. Adaptation au climat urbain

10

Saisie
Veuillez saisir un nombre entre 0 et 10
: 0 = peu important
10 = très important

2.2. Parmi les suivants, quels critères sont à prendre en compte de manière prioritaire

Notice d'utilisation

Choisissez le type d'espace public objet du projet de végétalisation

La caractérisation du projet passe par l'expression de l'exigence en matière de résistance aux aléas climatiques, puis par l'expression de l'importance relative des services écosystémiques attendus, puis enfin par l'expression des contraintes éliminatoires.

renseignez les cellules orange par des valeurs comprises entre 0 et 10.

Caractériser l'importance pour votre projet, de l'adaptation au climat urbain dans le contexte du changement climatique, au besoin en vous inspirant des exemples ci-dessous :

10 : Projet en contexte très difficile, très exposé aux difficultés du climat urbain ou aux effets d'épisodes climatiques remettant en cause la survie des végétaux.

8 : Projet en contexte difficile pour la survie des végétaux

2 : Projet en contexte peu sensible : espace naturel, zone humide, ...




Choix_Critères Base_Arbres Base_Typologie Version Tableau_Tri Podium Listes

Une aide à la conception qui ne remplace pas l'expertise !
 → services espaces verts, services instructeurs, architectes, paysagistes, petites collectivités, bureaux d'étude

Quelques retours d'expérience de l'utilisation de l'outil
Sésame

« Espace-test »
Sésame



Quelques retours d'expérience de l'utilisation de l'outil Sésame

« Espace-test »

Cérame



Suivis réalisés :

Concentrations dans l'air (tous les deux ans, campagnes estivales) :
 Dioxyde d'azote
 Particules fines (PM10)

Analyses foliaires :
 Concentrations métaux lourds
 HAP

Suivis de la faune et de la flore

ESPACE TEST SÉSAME

Évaluation de l'impact des végétaux sur la qualité de l'air et la biodiversité en milieu urbain

L'étude Sésame
 L'étude Sésame - Services écologiques rendus par les arbres modulaires selon l'espèce, initiée par la Ville de Metz et menée en partenariat avec la Carène et Metz Métropole, définit les services rendus par 60 espèces d'arbres et d'arbustes en fonction de la qualité de l'air, de la régulation du climat local, du support de biodiversité, de l'amélioration du cadre de vie et des usages associés (ombrage et confort ambiant). Cette étude, une première en Europe, a permis d'élaborer la création d'un outil informatique qui permet de choisir les espèces à planter en milieu urbain en fonction des enjeux et du contexte local. Cet outil devrait être adapté, à terme, à d'autres régions européennes et intégrer 200 à 300 espèces.

L'outil Sésame est disponible en libre accès sur sésame.metz.fr

Un espace test de l'étude Sésame

CONTEXTE ET OBJECTIF
 Ce test a pour objectif d'évaluer l'impact des espèces végétales sélectionnées sur la qualité de l'air et sur la biodiversité. En effet, les plantations pourraient réduire jusqu'à 50 % les concentrations de polluants particulaires à l'intérieur des habitations.

POURQUOI CET EMPLACEMENT ?
 Cet espace a été sélectionné car il est situé à proximité d'immeubles d'habitation, d'un axe routier très fréquenté qui absorbe entre 4 000 à 9 000 véhicules/jour et de sites à enjeux écologiques forts.

Les analyses

Qualité de l'air

4 polluants mesurés
 mesés en grande partie par la circulation automobile et particulièrement nocifs pour la santé :

- Le dioxyde d'azote (NO₂)
- Les particules fines (PM₁₀)
- Les métaux lourds,
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

2 systèmes de mesure
 Les capteurs atmosphériques pour mesurer l'évolution du NO₂ et des PM₁₀ présents dans l'air.
 Mesures réalisées sous les deux ans en été à compter de 2020.

Les analyses foliaires pour mesurer l'évolution des métaux lourds et des HAP présents à la surface des feuilles.
 Mesures réalisées chaque année en été à compter de 2021.

Biodiversité

Une étude de biodiversité pour mesurer l'évolution de la faune et de la flore au sein de l'espace test.
 Mesures tous les 2 ans au printemps et à compter de 2020.

Une centaine d'arbres et arbustes seront plantés dès l'été 2020. Ces plantations participent à l'objectif de Metz Métropole de planter 20 000 arbres adaptés aux futures conditions climatiques d'ici 2030.

Les plantations

18 espèces ont été sélectionnées via l'outil Sésame.

	Qualité de l'air	Biodiversité
ARBRES	Tilleul à grandes feuilles	Pin sylvestre
	Mûrier de Provence	
	Tilleul à petites feuilles	
	Catalpa	
	Érable plane	
ARBUSTES	Ficus d'Amérique	
	Fusain d'Europe	Prunella
	Viorne obier	Aubépine monogyne
		Convolvulus média
		Lierre grimpant
	Tournefortia	

Logo Metz Métropole et autres partenaires.

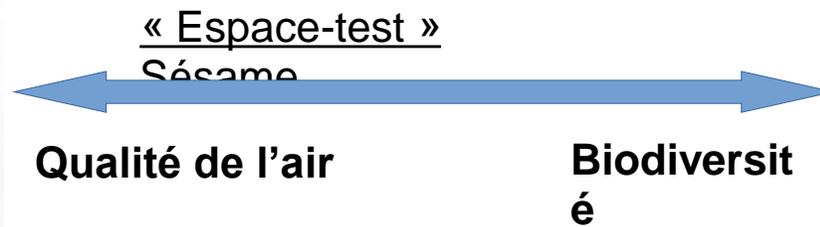
Quelques retours d'expérience de l'utilisation de l'outil
Sésame



Tilleul à grandes feuilles (*tillia platyphyllos*)



Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*)



Sureau noir (*Sambucus niger*)



Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*)



Prunellier (*Prunus spinosa*)

Quelques retours d'expérience de l'utilisation de l'outil
Sésame

Cour d'école – village
lorrain



Janvier 2020



Quelques retours d'expérience de l'utilisation de l'outil
Sésame

Cour d'école – village
lorrain



Plantations
2021



Principaux enseignements

penser « services »
et « contraintes »
dès le début :
intégrer le végétal à
l'aménagement

Atouts et faiblesses
de chaque essence

aucune espèce
miracle : les
solutions sont dans
la diversité

diversité des
strates,
renforcement des
services

une palette
d'espèces à adapter
à chaque territoire
(climat, sols, culture, services
attendus, traditions)

recherche de la
continuité végétale

adaptation des
végétaux à l'espace
disponible

