



hepia - Agronomie

Une végétalisation du futur: principes et objectifs



Formation proposée par
la commune de Savigny

3 mai 2025

Alexandre Monod - HEPIA

Illustration: Skazhenyk dans Courrier International, 20.07.2023

Les arbres du futur

1. Pourquoi de nouvelles essences?
2. Les plantes et leurs milieux
3. Interactions et services écosystémiques
4. Contraintes
5. Espèces intéressantes pour le futur: exotiques et indigènes
6. Technique
7. Questions / réponses

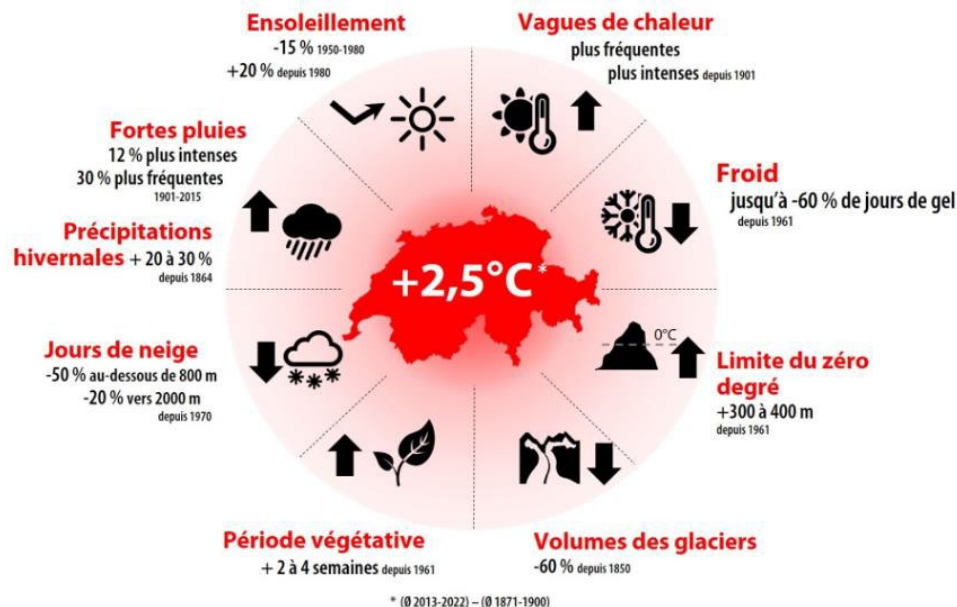


Les arbres du futur: liste?



Pourquoi avons-nous besoin de réinventer la palette végétale que nous utiliserons dans le futur?

- Changement climatique déjà perceptible en Suisse;
- Crise climatique plus ou moins importante selon les modèles;



Changements importants du climat en Suisse basés sur des données d'observation (tiré de (MétéoSuisse, 2023))

Les arbres du futur: pourquoi?



Pourquoi avons-nous besoin de réinventer la palette végétale que nous utiliserons dans le futur?

- Besoin d'adapter les plantations en ville et les rendre durables;
- Développement de l'indice de canopée avec objectif fixé à 30 %.

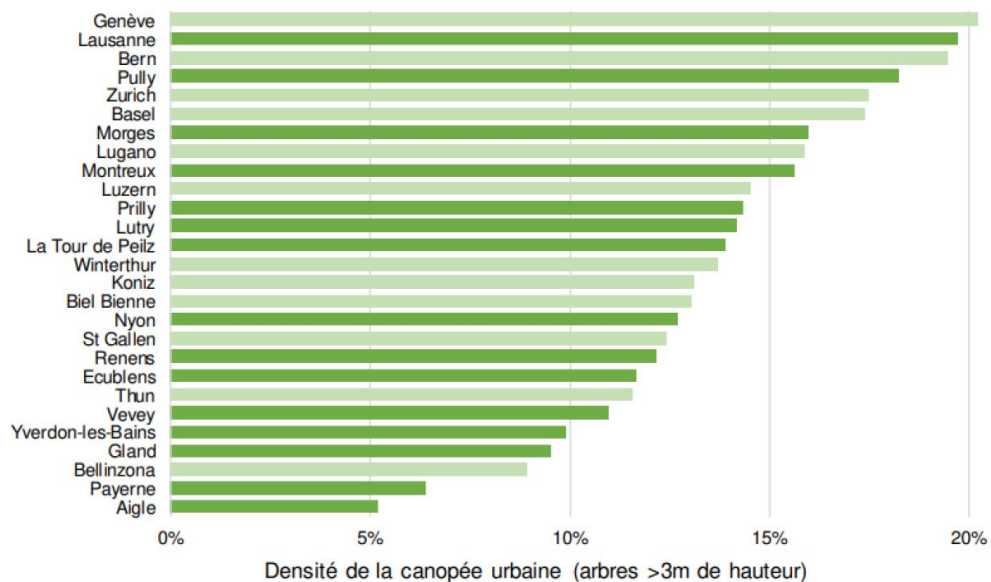


Figure 1 : Indice de canopée à 3 m de l'espace urbain de quelques communes suisses (vert clair) et vaudoises (vert foncé).

Les arbres du futur: choix des essences



Climat du futur en Suisse: températures

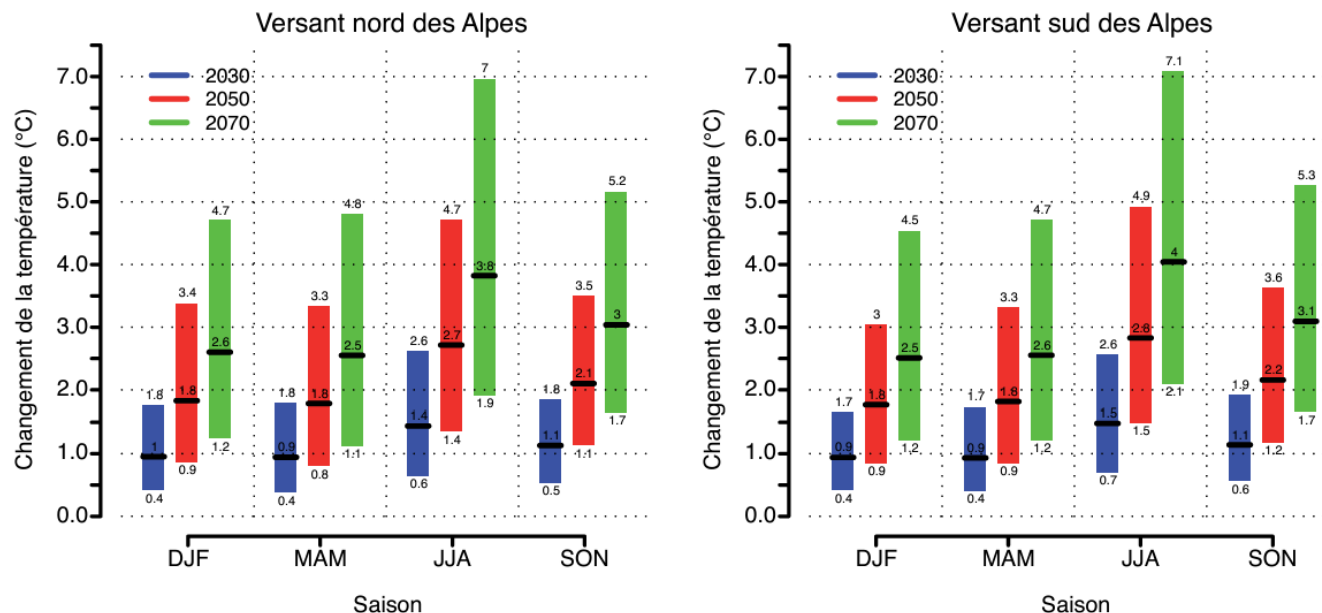


Figure 3: Changement de la température moyenne en hiver (DJF: décembre à février), au printemps (MAM: mars à mai), en été (JJA: juin à août) et en automne (SON: septembre à novembre) sur les versants nord et sud des Alpes en 2050 par rapport à 1990. Les lignes horizontales indiquent chaque fois l'estimation moyenne (médiane). Le réchauffement se situera avec une probabilité de 95% à l'intérieur des barres de couleur (intervalle de confiance de 95%, cf. encadré).

Source: OcCC / ProClim
Schwarztorstrasse 9 3007 Bern
Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie, 2007.

Les arbres du futur: choix des essences



Climat du futur en Suisse: précipitations

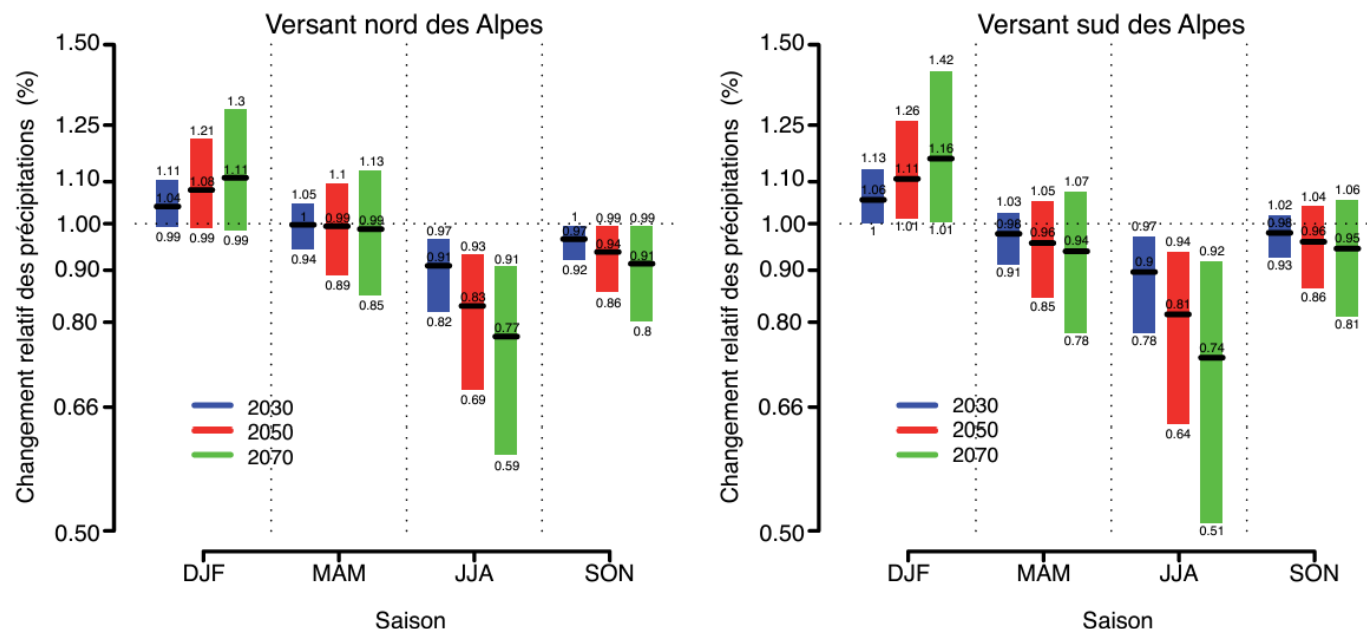


Figure 4: Changement relatif des précipitations saisonnières moyennes sur les versants nord et sud des Alpes en 2050 par rapport à 1990 (échelle logarithmique; définition des saisons, voir fig. 3). Une valeur de 0.50 désigne une diminution de moitié, une valeur de 1.25 une augmentation de 25% par rapport aux conditions actuelles. Les lignes horizontales indiquent chaque fois l'estimation moyenne (médiane). Le réchauffement se situera avec une probabilité de 95% à l'intérieur des barres de couleur (intervalle de confiance de 95%, cf. encadré).

Source: OcCC / ProClimSchwarztorstrasse 9 3007 Bern
Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie, 2007.

Les arbres du futur: choix des essences

Climat du futur en Suisse: en résumé, nous pouvons nous attendre à (sur la base RCP 8,5, augmentation continue des émissions de gaz à effet de serre IPCC 2014):

- Un réchauffement de 2 à 3 degrés supplémentaire d'ici à 2050, jusqu'à 4 degrés en 2070;
- Des étés plus secs (-17% de pluie jusqu'au milieu du siècle avec une augmentation de la fréquence, de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur estivale) ;
- Une hausse des précipitations hivernales (plus de pluie que de neige);
- Une raréfaction des jours de gel et des vagues de froid intense, gel tardif;
- Une augmentation significative du nombre de journées estivales et de nuits tropicales ;

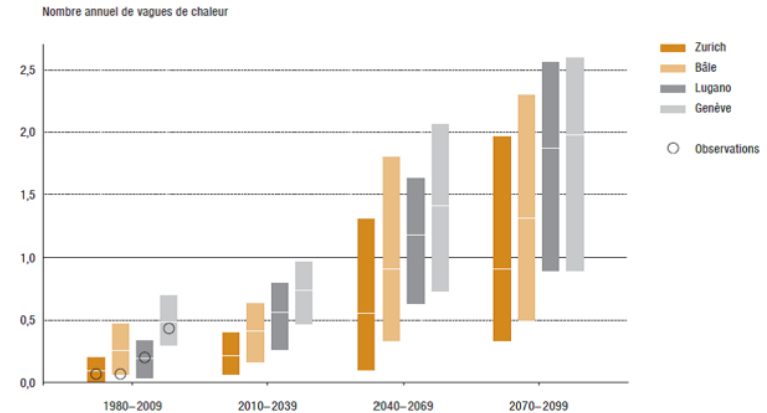


Figure 7 : nombre annuel de vagues de chaleur d'au moins 7 jours consécutifs (OFEV, 2017)

Les arbres du futur: espace vital



Les plantes et leurs milieux:

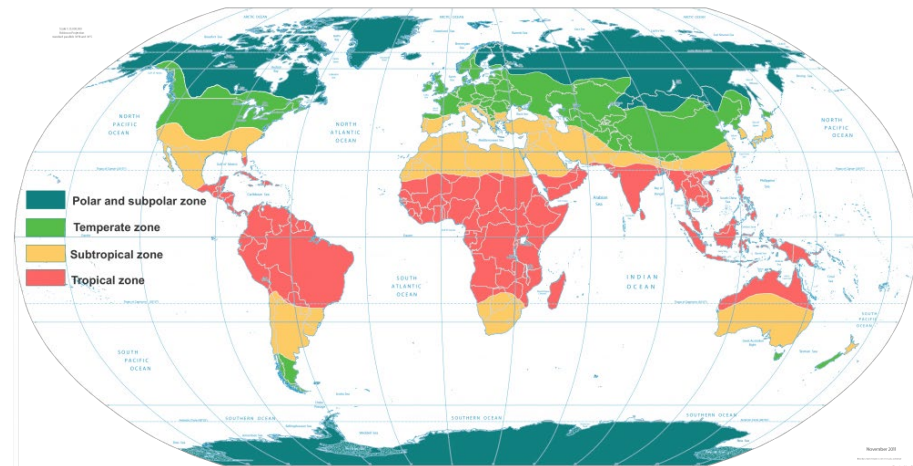
- Les différentes espèces végétales ne sont représentées que dans les zones naturelles où les conditions permettent à une espèce donnée sa croissance.
- Le sol, le climat ($T^{\circ}\text{C}$, pluviométrie) et plus généralement l'exposition génèreront des communautés végétales aux caractéristiques semblables de la zone en question que l'on dénommera généralement « flore ».
- La notion de zone recouvre un grand espace dans laquelle une communauté végétale peut prospérer (espace vital, biome, écorégion,...).

Les arbres du futur: espace vital

Zones climatiques: Les zones climatiques regroupent des régions avec des climats distincts. La classification de ces zones selon différents paramètres sont réparties en cercles irréguliers autour des pôles.

- Zone arctique: Été très court et frais, température moyenne mensuelle toujours $< 10^{\circ}\text{C}$. Chaleur pour la forêt insuffisante (végétation de toundra).
- Zone boréale: Été court, seulement 1-3 mois moyenne $> 10^{\circ}\text{C}$, hiver modéré à très froid avec des périodes de gel $< -10^{\circ}\text{C}$, souvent $< -20^{\circ}\text{C}$ (Forêt de conifères).
- Zone tempérée: Été assez long, au moins 4 mois moyenne $> 10^{\circ}\text{C}$, hiver moyennement froid à froid avec des périodes de gel $< -10^{\circ}\text{C}$ (forêts de feuillus et conifères).
- Zone subtropicale: Hiver doux avec gelées jusqu'à -10°C (forêts de feuillus et conifères).
- Zone tropicale: Sans gel toute l'année, pas de saison thermale, pluie (forêts de feuillus persistants).
- Zone australe: idem zone boréale.
- Zone antarctique: idem zone arctique.

Political Map of the World, November 2011



Les arbres du futur: espace vital

La notion de biome

Un biome est une unité écologique, également appelée aire biotique.

Elle fait référence à une vaste zone géographique qui partage:

- un climat et une pédologie,
 - une faune,
 - une flore similaire
- un ensemble d'écosystèmes aux conditions écologiques identiques.

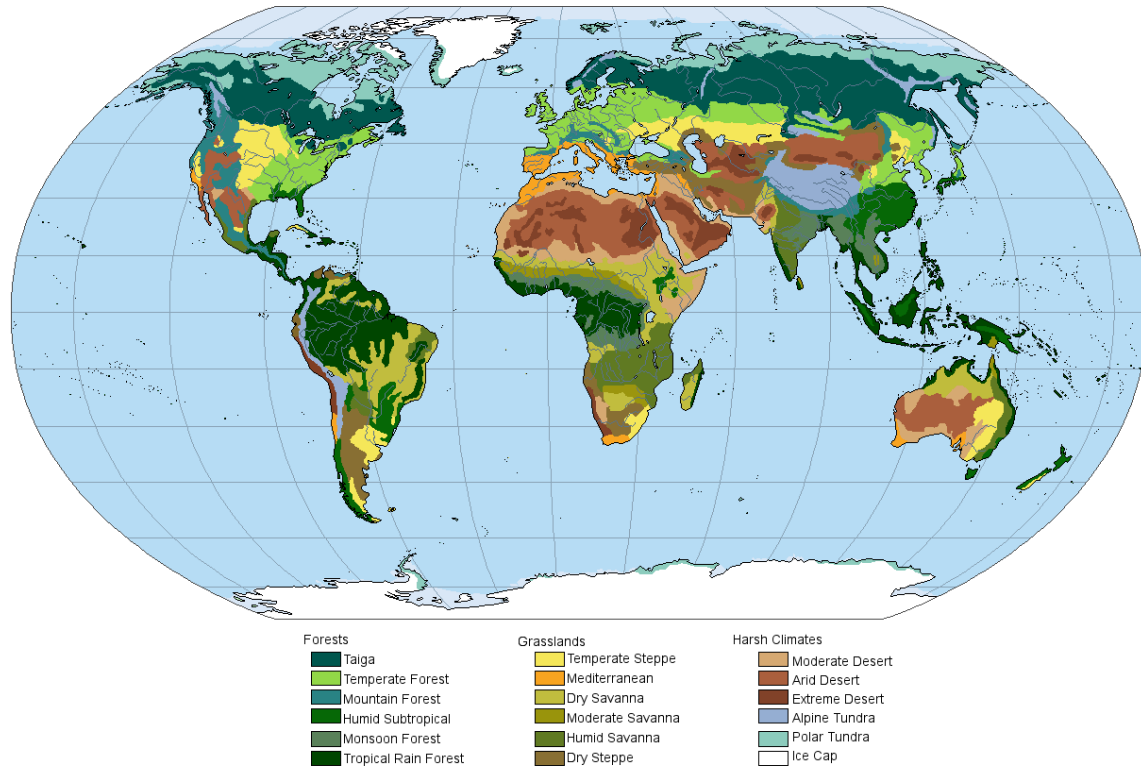


Illustration: biomes terrestres, WWF

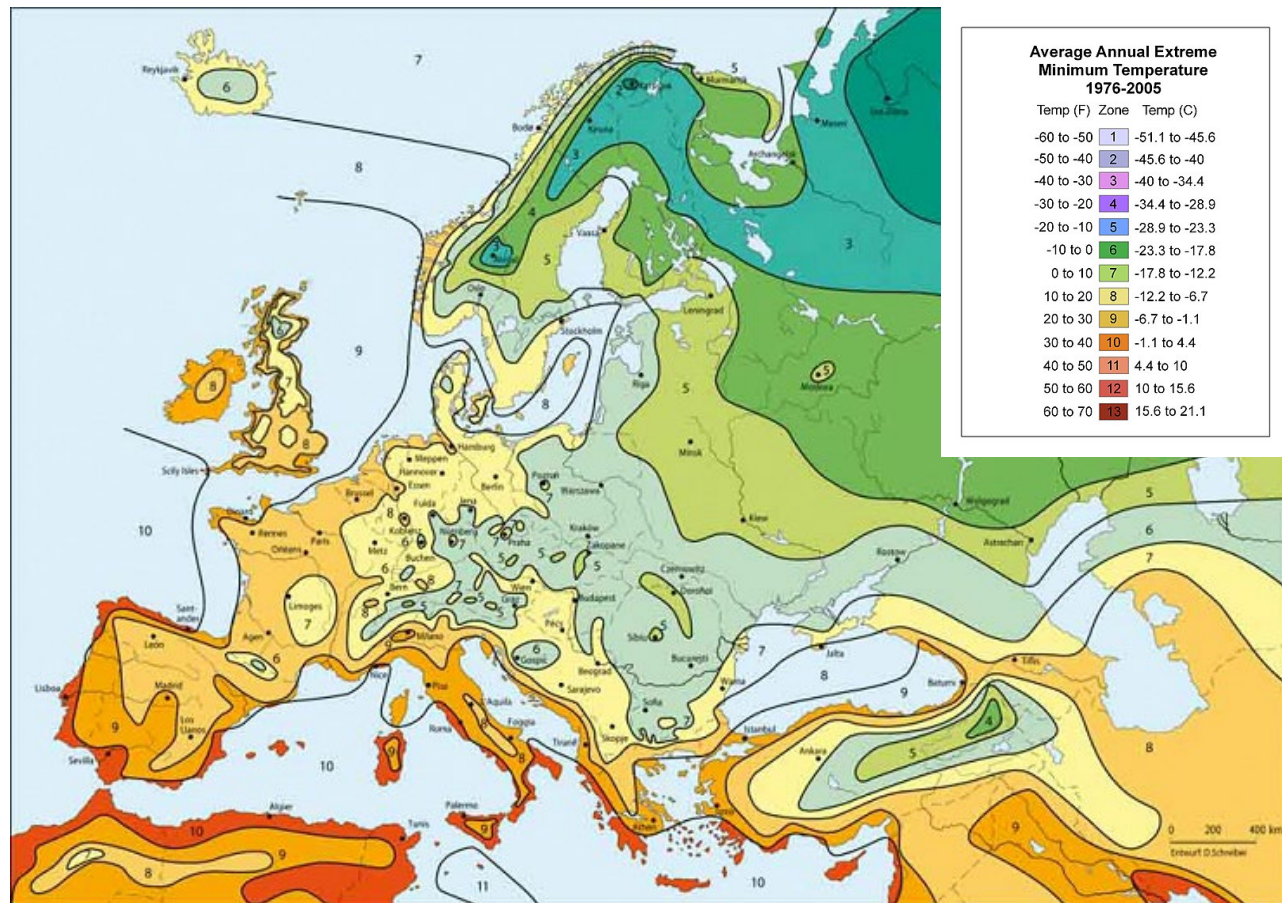
Les arbres du futur: espace vital



hepia - Agronomie

Zones climatiques:

- Les plantes contenues évoluant dans les zones 1 à 5 sont parfaitement rustiques en toute région.
- Les plantes des groupes 6 à 8 peuvent être utilisées sans problèmes sur le plateau et jusqu'à une altitude de 600 à 800 mètres.



Zones climatiques Roloff/Bärtels « Gartenflora Band 1: Gehölze », 1996 (adapté)

Les arbres du futur: espace vital

Gradient d'altitude: facteurs limitants la localisation des espèces

- Fluctuations entre les températures diurnes et nocturnes;
- Intensité du rayonnement;
- Conditions géologiques;
- Concurrence, compétitivité.

L'Europe se caractérise par des conditions climatiques variables à petite échelle.

Les noms de zones sont souvent orientés géographiquement (par exemple, méditerranéen, caucasien, carpates, préalpes, alpes complétées par les régions).

Ces délimitations, liées à la végétation, évoluent actuellement plus ou moins rapidement en raison du réchauffement climatique.

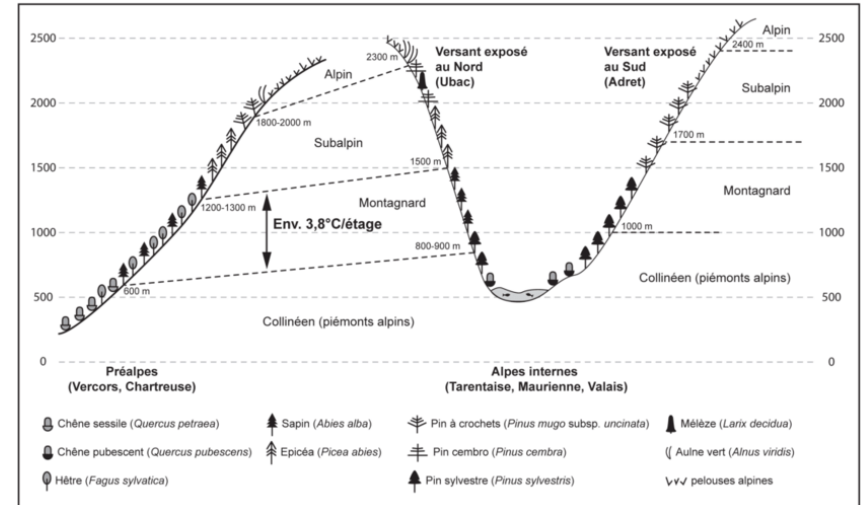


Illustration 4 : distribution ou zonation altitudinale (L. Martin)

Les arbres du futur: communautés végétales



Interactions à prendre en compte:

- Les plantes vivent en associations et interagissent avec leur milieu et leurs congénères.
- Par conséquent, l'interaction des facteurs individuels doit être prise en compte.
- Les communautés végétales sont dynamiques.
- Elles peuvent être sujettes à de forts changements plus ou moins rapides.

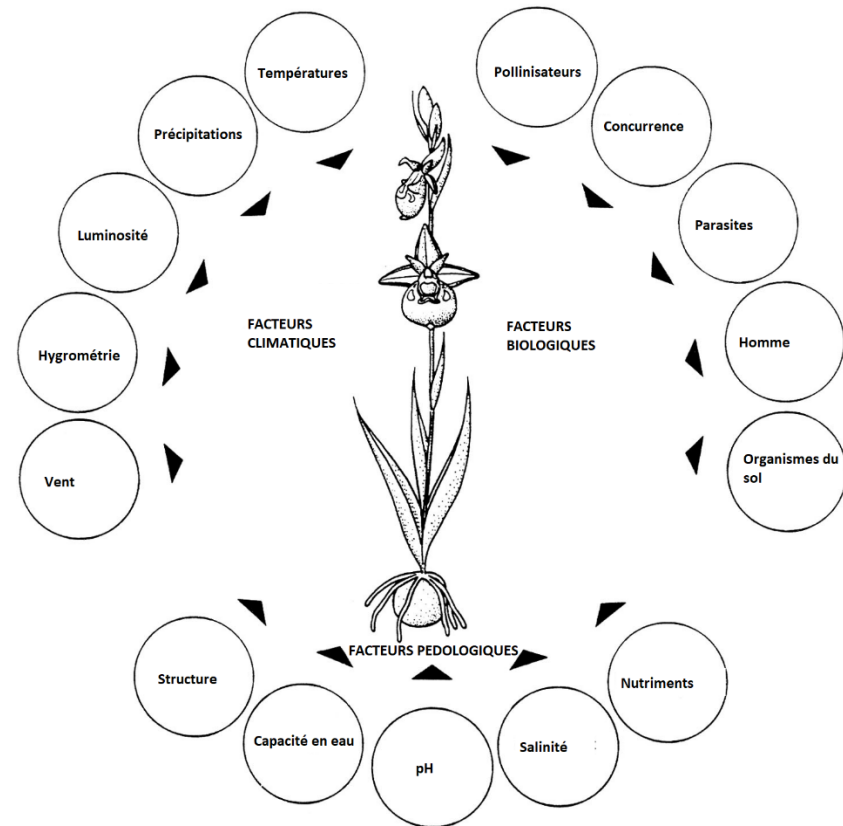
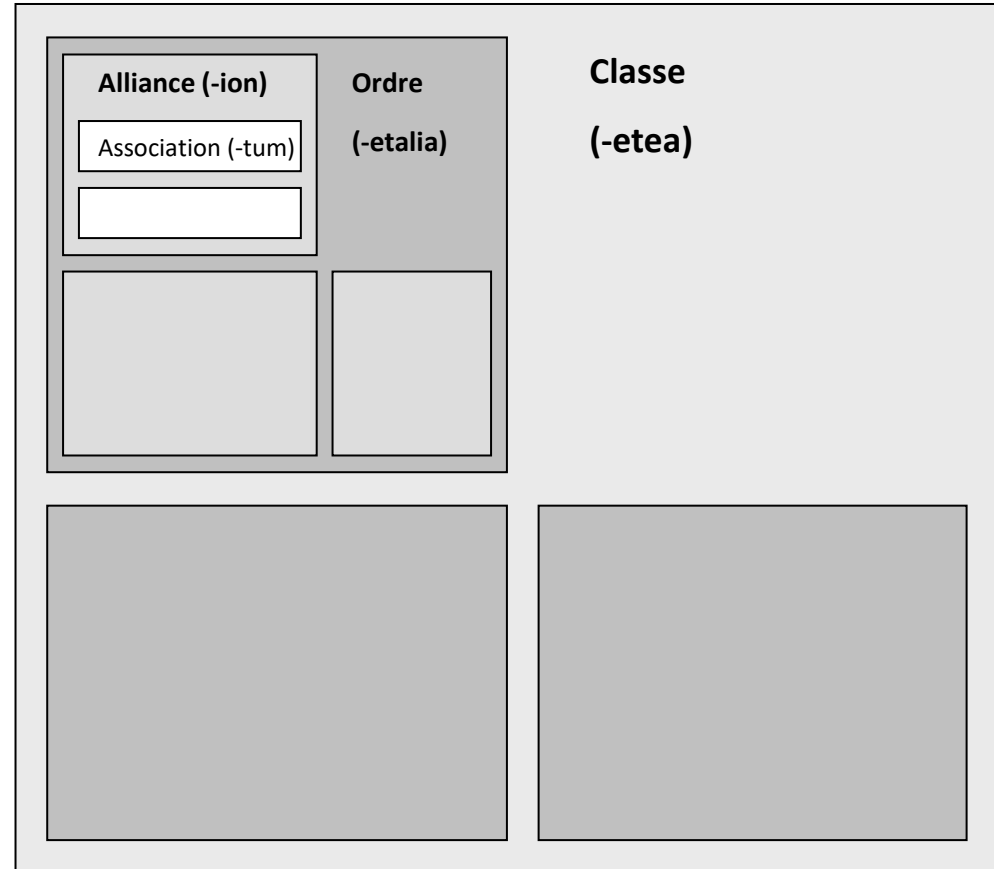


Illustration: Braun-Blanquet (syntaxonomie)

Les arbres du futur: communautés végétales

Nomenclature des sociétés végétales:

- Syntaxonomie: hiérarchisation des communautés végétales.
- Semblable à la systématique végétale, qui divise les plantes en ordres, familles, genres, espèces et sous-espèces.
- La classification phytosociologique réunit les associations ressemblantes en groupes plus importants.
- Ces groupes sont ensuite regroupées en alliance puis en ordres et finalement en classes.



Les arbres du futur: communautés végétales



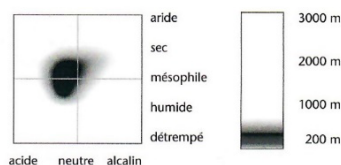
hepia - Agronomie

Chênaie à charme

Physionomie et écologie

Chênaie de plaine abritant une grande variété d'essences feuillues thermophiles. Il s'agit souvent d'un taillis sous futaie, structure héritée d'un mode d'exploitation traditionnel qui a d'ailleurs permis à cette forêt de s'étendre au détriment de la hêtraie.

Le sous-bois possède un cortège varié de buissons. Le tapis herbacé est fourni, souvent riche en graminoides aux endroits les plus secs (*Carex pilosa*, *C. montana*, *Festuca heterophylla*). Cette unité sensible au froid ne dépasse pas 600 m d'altitude et manque dans les régions à climat continental. Elle occupe des sols bruns souvent décarbonatés en surface, bien alimentés en eau (voire détrempés) au printemps, mais qui peuvent se dessécher en période estivale dans l'aile xérophile de l'unité (lapiez fragmentés et éboulis stabilisés riches en terre fine).



Relations avec l'homme

La composition et la structure du *Carpinion* résultent largement de l'exploitation passée de la forêt : chênes élevés pour le bois d'oeuvre, charmes traités en taillis pour le bois de feu, hêtres éliminés par la révolution rapide et la sélection des essences; son sous-bois était souvent pâturé.

Problèmes d'identification

La physionomie du *Carpinion* est assez variable, allant de la belle futaie sur sol profond à la formation basse sur sols superficiels et séchards.

Il se distingue du *Tilion* (6.3.2) par l'abondance des chênes et par la prédominance des indicatrices de terre fine dans le sous-bois.

Il diffère du *Quercion pubescenti-petraeae* (6.3.4) et de l'*Orno-Ostryon* (6.3.5) par la rareté de *Quercus pubescens*, et par l'abondance des mésophiles et géophytes printanières.

Le *Quercion robori-petraeae* (6.3.6) a un sous-bois beaucoup plus pauvre, notamment en buissons.

La limite avec la hêtraie n'est pas facile à fixer, car les chênes sont également abondants dans certaines hêtraies de basse altitude, qui peuvent d'ailleurs être converties en *Carpinion* par les activités sylvicoles. On peut admettre que la limite du *Carpinion* correspond à l'absence du hêtre dans la strate dominante combinée à la présence de différentielles thermophiles. Les associations du sud des Alpes sont souvent très riches en fène.

Classification

Carpinion betuli Issler 31

COR 1991 : *Carpinion betuli* (41.2) N 2000 (9160, 9170)

ELL 2010 : *Carpinion betuli* (8.432)

OBE 2001 : *Carpinion betuli*

MGW 1993 : *Carpinion betuli*

E & K 1972 : *Carpinion betuli* (33-36)

STE 2010 : *Carpinion betuli*

FA 2004 : *Carpinion betuli* (14.733)

PS 2015 : *Carpinion betuli*

EUNIS : G1.A1



*Dactylis polygama** (= *aschersoniana*), *Isopyrum thalictroides**, *Stellaria holostea**.



Acer campestre, *A. opalus*, *Anemone nemorosa*, *Asarum europaeum*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex fritschii*, *C. montana*, *C. pilosa*, *C. umbrosa*, *Carpinus betulus*, *Corydalis solida*, *Cruciata glabra*, *Festuca heterophylla*, *Fraxinus excelsior*, *Galium aristatum*, *G. laevigatum*, *G. sylvaticum*, *Hedera helix*, *L. niger*, *Lonicera periclymenum*, *Luzula forsteri*, *Malus sylvestris*, *Melampyrum nemorosum**, *Melica uniflora*, *Mespilus germanica*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Orobancha hederæ*, *Poa nemoralis*, *Potentilla micrantha*, *P. sterilis*, *Primula acaulis*, *Prunus avium*, *Pulmonaria montana*, *P. officinalis*, *Pyrus pyrastrer*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Ranunculus auricomus* aggr., *Rosa arvensis*, *Scilla bifolia*, *Sorbus torminalis*, *Tilia cordata*, *Vinca minor*, *Viola alba*, *V. riviniana*.



*Arthonia byssacea**, *Bactrospora dryina**, *Caloplaca chrysophthalma**, *Phlyctis agelaea*.



*Boletus aereus**, *Clavicornia pyxidata**, *Cortinarius schaefferi*, *Hygrophorus arbustivus**, *Leccinum griseum*, *Russula atropurpurea*.



*Cerambyx cerdo**, *Plagionotus detritus** (*Cerambycidae*).



*Sabra harpagula** (*Drepanidae*), *Heterogenea asella* (*Limacodidae*), *Drymonia querna**, *Leucodonta bicoloria** (*Notodontidae*), *Synanthedon conopiformis** (*Sesiidae*).



Pic mar (*Dendrocopos medius*).

Valeurs biologiques

Groupements forestiers en voie de raréfaction, parmi lesquels se trouvent plusieurs plantes rares (*Dactylis polygama**, *Isopyrum thalictroides**, *Luzula forsteri*, *Ornithogalum pyrenaicum*, *Orobancha hederæ*, *Potentilla micrantha*, *Stellaria holostea**), ainsi que le pic mar, un oiseau très menacé, lié à la structure particulière des taillis sous futaie de chênes.

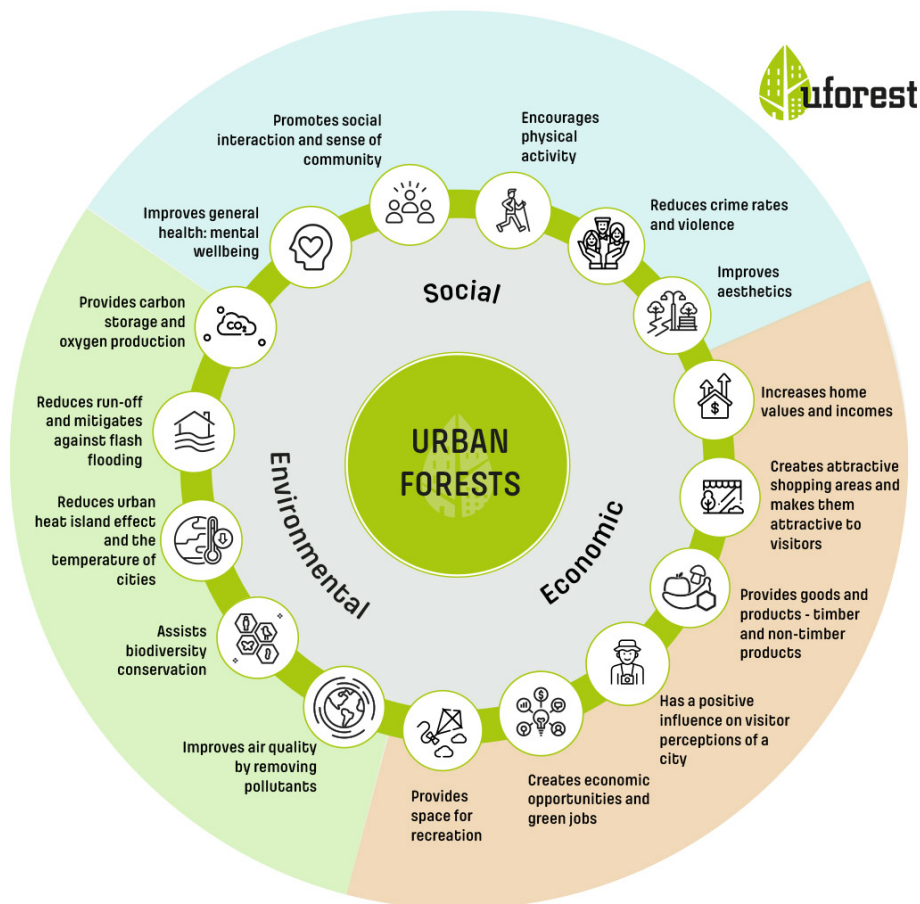
Illustration 8 : écologie de la communauté végétale principale de la région genevoise : *Carpinion* 6.3.3 (Delarze et al., 2015)

Les arbres du futur: l'intérêt de ces outils



- Pour le botaniste ou le gestionnaire de milieux naturels, cette classification revêt une importance considérable pour l'étude et la gestion de ces milieux. Ainsi, les interactions entre tous les acteurs de la biodiversité peuvent être identifiées.
- Pour le concepteur d'espaces verts, l'approche de l'utilisation des plantes en fonction des principes de communautés végétales intégrant l'origine et la compatibilité des espèces peut s'avérer importante pour la conception d'espaces inscrits dans la durabilité.
- Pour le pépiniériste, sélection d'espèces pouvant être intéressantes dans le cadre de la modification du climat.
- Les sociétés végétales peuvent servir de guide, d'idéal à atteindre, mais les aménagements restent aussi des imitations orientées vers l'homme.

Les arbres du futur: services écosystémiques



Multi-faceted benefits of urban forests

Illustration: Uforest, Unlocking the Potential of Urban Forests: Developing a Local Urban Forestry Action Plan

Bénéfices environnementaux

- Amélioration de la qualité de l'air
 - Absorption COV –O
 - Filtration des poussières
 - Climatisation
- Régulation thermique
- Acoustique
- Habitat pour la faune
- Séquestration du carbone
- Régulation des eaux
 - Rétention
 - Infiltration
 - Erosion

Bénéfices sociétaux / économiques

- Santé publique
- Détente / récréation
- Esthétisme, tourisme
- Création de valeur

Les arbres du futur: choix des essences

La sélection de végétaux, et plus particulièrement des arbres doit permettre leur développement harmonieux sur de nombreuses années.

Tout au long de leur vie, les arbres vont se heurter aux contraintes de plusieurs natures:

Contraintes de l'environnement

- Espace racinaire à disposition;
- Espace aérien à disposition;
- Pollution: sel de déneigement, fumées, émanations diverses;
- Amplitude thermique et insolation;
- Vitesse et direction du vent;
- Minéralisation des surfaces;
- Eclairage public;
- Gabarits routiers, ligne, réseaux;
- Vandalisme, chocs, blessures;

Contraintes liées au sol

- Tassement / piétinement / compaction;
- Sécheresse ou inondation;
- Pauvreté organique et absence de nutriments;
- Pollution (métaux lourds, hydrocarbures,...);
- Travaux en sous-sol (réseau, voirie).

Les arbres du futur: choix des essences

Le choix et la mise en circulation de nouvelles essences, et plus particulièrement exotiques, doit répondre à différents critères pour éviter les erreurs du passé!

L'analyse doit porter sur:

- Résistance au climat futur et aux conditions urbaines;
- Ecologie: intérêt pour la faune (avifaune, entomofaune, microfaune);
- Toxicologie (allergène, irritant, toxique);
- Potentiel invasif;
- Sensibilité aux maladies et ravageurs;
- Conduite en production (multiplication, durée de culture, formation, reprise);
- Conduite en aménagement urbain (remontable, taille, sécurité de la ramure, développement, système racinaire);
- Intérêt paysager.

Les arbres du futur: choix des essences



- Moyen âge: plante fourragère
- 1820-1825: introduction en Hollande, Angleterre puis Europe
- 1843: mise en vente, plantation
- 1847: prix de la SH d'Utrecht
- 1870: premières observations de populations spontanées
- Fin 1800: introduction en Amérique
- Années 1990: publications scientifiques
- 2008: interdiction de vente en Suisse

Les arbres du futur: choix des essences

6 biomes propices à la recherche de nouvelles essences (Pellet et al., 2021)

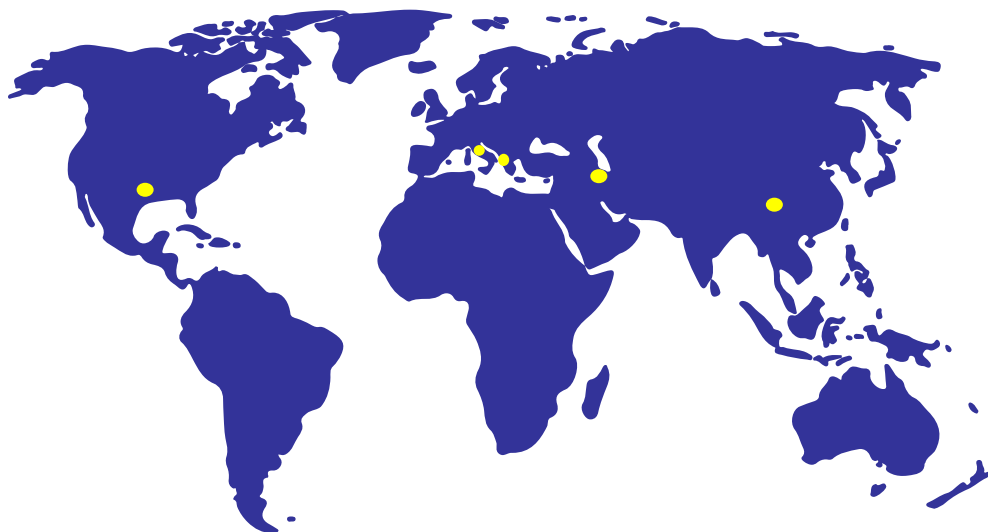


Illustration: A.Monod, 2023

Les biomes présentant la plus grande similarité climatique avec la Suisse romande en 2070 sont :

- Les forêts décidues illyriennes (Albanie, Monténégro, Croatie et Bosnie-Herzégovine) ;
- Les forêts sclérophylles et semi-décidues italiennes (Italie) ;
- Les forêts mixtes du bassin du Po (Italie) ;
- Les forêts mixtes hyrcaniennes de la Caspienne (Iran) ;
- Les forêts du centre-est du Texas (Etats-Unis) ;
- Les forêts sempervirentes de feuillus du bassin du Sichuan, du Daba Shan et de la plaine de Changjiang (Chine).

12

Les arbres du futur: choix des essences



... et en Suisse?

6 zones d'intérêt?

- Monte Caslano, Lugano, TI
- Pied du Jura, forêt de Boudry, NE
- Schaffhouse, forêt de Lohningen
- Vallée du Rhône, Sierre, Conthey, Salgesch
- Mont Salève (France voisine)
- Délémont, JU



Illustration: Z.Jara, S.Robert, S.Wallner, A.Guion E.Baumgartner, .
Dunant, Gustin Gros, A.Monod, 2024

Les arbres du futur: choix des essences

	Zone 1 Grisons (Grono)	Zone 1 bis Sud Tessin	Zone 2 Pied du Jura	Zone 3 Le Salève	Zone 4 vallée du Rhône - VS	Zone 5 Valais	Zone 6 Delémont
T° moyenne annuelle	10,8°C	13°C	10,7°C	11,0°C	9,9°C	9,9°C	8,3°C
T° et ensoleillement (en h) du trimestre le plus sec	Données non disponibles	Janvier 3.8°C et 124h Février 5°C et 142h Mars 8.9°C et 192h	Février 2,6° et 92h Mars 6,5° et 57h Avril 10,3°C et 188h	Février 2,9°C et 96h Mars 6,7°C et 161h Avril 10,5°C et 187h	Février 1,7° et 76h Mars 5,8° et 130h Avril 9,9°C et 155h	Janvier -0.7°C et // Février 1.4°C et 116 h Mars 6.6°C et 188 h	Février 6,9° et 74h Mars 7,9° et 91h Avril 9,4°C et 109h
T° et ensoleillement (en h) du trimestre le plus chaud	juin 18,5°C Juillet 20,4°C août 19,9°C	Juin 20.4°C et 229h Juillet 22.6°C et 260h Août 22.1°C et 245h	Juin 18°C et 232h Juillet 20,1°C et 254h Aout 19,6°C et 234h	Juin 18,4°C et 246 h Juillet 20,6°C et 269 h Août 20,0°C et 242h	Juin 17,6°C et 204h Juillet 19,3°C et 221h Aout 18,8°C et 255h	Juillet 47 mm et 268 h Août 50 mm et 252h Septembre 36 mm et 211h	Juin 19,6°C et 330 h Juillet 20°C et 221h Août 19,6°C et 211h
T° maximum du mois le plus chaud	Juillet 27.5C	Juillet 27.3°C	Juillet 25,3°C	Juillet 26,7°C	Juillet 25,1°C	Juillet 27.1°C	Août 36,3°C
T° moyenne du trimestre le plus chaud	19.6°C	21.7°C	19,3°C	19,6°C	18,6°C	19.0°C	19,8°C
T° du trimestre le plus froid	décembre -1,9°C janvier -2,5°C février -1,4°C	Décembre 4.6°C Janvier 3.8°C Février 5°C	Décembre 0,6°C Janvier -0,3°C Février -0,1°C	Décembre 2,8°C Janvier 2,1°C Février 2,9°C	Décembre 1,5°C Janvier 0,7°C Février 1,7°C	Janvier -0.7°C Février 1.4°C Mars 6.6°C	Décembre 4,1°C Janvier 3,7°C Février 3,2°C
T° minimum du mois le plus froid	Janvier -2.5°C	Janvier 1.2°C	Janvier - 0,3°C	Janvier -1,1°C	Janvier 0,7°C	Janvier -4.9°C	Janvier -10,6°C
Somme des précipitations annuelles	1371mm	1567mm	956 mm	946 mm	966 mm	590 mm	820mm
Somme des précipitations du trimestre le plus sec	169 mm Janvier / Février / Mars	203 mm Janvier-février-mars	188 mm Février / Mars / Avril	185 mm Février / Mars / Avril	192 mm Février / Mars / Avril	139 mm Janvier / Février / Mars	110mm Janvier / Février / Mars
Somme des précipitations du trimestre le plus humide	463 mm Juin /Juillet / Août	508 mm mai-juin-juillet	278mm Juin /Juillet / Août	276 mm Septembre / Octobre / Novembre	298 mm Mai / Juin / Juillet	178 mm Octobre / Novembre / Décembre	294mm Ocobre / Novembre / Décembre
Somme des précipitations du trimestre le plus chaud	463 mm Juin /Juillet / Août	488 mm juin-juillet-août	278mm Juin / Juillet / Août	243 mm Juin / Juillet / Août	293 mm Juin / Juillet / Août	135 mm Juillet / Aout / Septembre	242mm Juin /Juillet / Aout
Nombres de jours de gel en avril + mai	1.6 et 0	0 et 0	0,6 et 0	1,8	2,6 et 0,1	0	04-juil

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données climatique des stations météorologique à proximité des site sélectionnés (période 1991-2020) (MétéoSuisse)

Illustration: Z.Jara, S.Robert, S.Wallner, A.Guion E.Baumgartner, .
Dunant, Gustin Gros, A.Monod, 2024

Les arbres du futur: choix des essences

- Parmi les forêts décidues illyriennes (Albanie, Monténégro, Croatie et Bosnie-Herzégovine) et les forêts sclérophylles et semi-décidues italiennes (Italie) nous retrouvons les associations végétales suivantes, avec de nombreuses variations.
- Les associations Fraxino orni-Quercetum ilicis et Pino halepensis – quercetea ilicis révèlent des plantes intéressantes comme:
 - **Acer monspessulanum**
 - **Carpinus orientalis**
 - **Fraxinus ornus**
 - **Ostrya carpinifolia**
 - **Pistacia terebinthus et lentiscus**
 - **Prunus mahaleb**
 - **Quercus cerris**
 - **Quercus crenata**
 - **Quercus ilex**
 - **Quercus pubescens**
 - **Quercus suber**
 - **Sorbus aria**
 - **Sorbus domestica**
 - **Sorbus torminalis**
 - **Pinus pineaster**
 - **Pinus pinea**
 - **Pinus halepensis**
 - **Pinus nigra ssp. laricio**



Frontière Montenegro, Croatie, A. Monod

Les arbres du futur: choix des essences

- Les forêts mixtes du bassin du Po (Italie);
- Forêts mixtes:
 - **Quercus robur**
 - **Quercus cerris**
 - **Carpinus betulus**
 - **Ulmus minor**
 - **Fraxinus ornus**
- Forêts riveraines
 - **Fraxinus angustifolia**
 - **Salix alba**
 - **Alnus glutinosa**
 - **Ulmus minor**
 - **Populus alba**
 - **Populus nigra**



Illustration: bassin du Po, singerphotos

Les arbres du futur: choix des essences



- Les forêts mixtes hyrcaniennes de la Caspienne (Iran) ;
- Les espèces suivantes se retrouvent dans ces forêts:

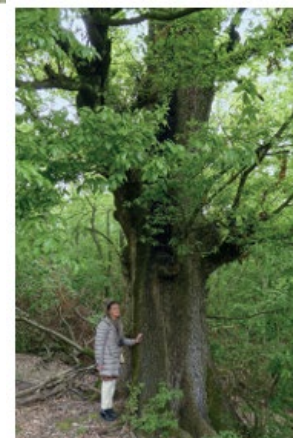
- *Acer velutinum*
- *Acer hyrcanum*
- ***Albizia julibrissin***
- *Alnus subcordata*
- ***Celtis australis*** subsp. *Caucasica*
- *Fagus orientalis*
- ***Quercus castaneifolia***
- ***Quercus macranthera***
- *Quercus x libanensis*
- *Q. petraea* subsp. *Iberica*
- ***Parrotia persica***
- ***Pterocarya fraxinifolia***
- *Tilia dasystyla*
- ***Zelkova carpiniifolia***



6 - *Pterocarya fraxinifolia*:
supporte l'inondation pendant
quelques mois en hiver et
colonise les bancs de sable
des rivières, Cascade de
Shir-Abad, Iran
[Ph. de Spoelberch, 17-04-2017]



1 - *Zelkova carpiniifolia*: un spécimen magnifique mesure
339 cm de circonférence. Parc National du Golestan, Iran
[Ph. de Spoelberch, 20-04-2017]



2 - Un vieux *Quercus castaneifolia*, Sarl, Iran
[Ph. de Spoelberch, 14-04-2017]

Illustration Belgische Dendrologie
Belge 2018.

L'avenir est à créer

Les arbres du futur: choix des essences

- Les forêts du centre-est du Texas (Etats-Unis) ;
- Les espèces suivantes se retrouvent dans ces forêts:
 - **Acer rubrum**
 - Aesculus pavia
 - Alnus serrulata
 - Betula nigra
 - Carpinus caroliniana
 - Carya
 - **Catalpa bignonioides**
 - Celtis laevigata
 - **Celtis occidentalis**
 - Chionanthus virginicus
 - Fagus grandifolia
 - **Fraxinus americana, texensis**
 - **Gleditsia triacanthos**
 - Halesia carolina



Illustration: Lake Livingstone, Texas, harshavardhan

Les arbres du futur: choix des essences

- Les forêts du centre-est du Texas (Etats-Unis) ;
- Les espèces suivantes se retrouvent dans ces forêts:
 - **Gymnocladus dioicus**
 - **Juglans nigra**
 - Juglans cinerea
 - **Liquidambar styraciflua**
 - **Liriodendron tulipifera**
 - **Koelreuteria paniculata**
 - **Magnolia grandiflora**
 - Ostrya virginiana
 - Paulownia tomentosa
 - Prunus serotina
 - Populus deltoides
 - Populus tremuloides
 - Quercus buckleyi
 - Quercus ssp.
 - Quercus stellata
 - Tilia americana
 - Ulmus americana

Les arbres du futur: choix des essences

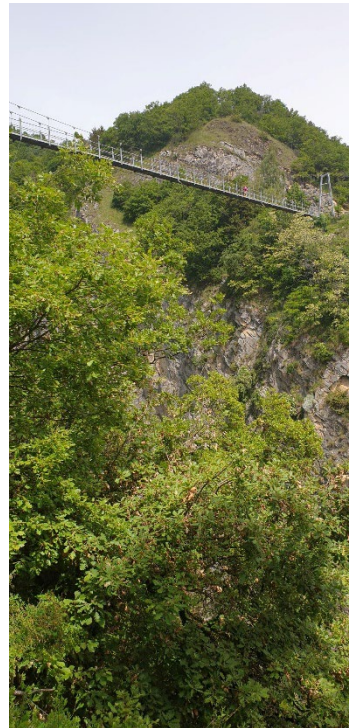
- Les forêts sempervirentes de feuillus du bassin du Sichuan, du Daba Shan et de la plaine de Changjiang (Chine).
- Les espèces suivantes se retrouvent dans ces forêts:
 - **Acer buergerianum**
 - *Ailanthus altissima*
 - *Celtis sinensis*
 - *Morus alba*
 - **Pistacia sinensis**
 - **Pyrus calleryana**
 - *Quercus dentata*
 - *Quercus glauca*
 - **Quercus myrsinifolia**
 - *Quercus variabilis*
 - **Styphnolobium japonicum**
 - *Toona sinensis*
 - **Ulmus pumila**
 - **Zelkova serrata**



Illustration: Sichuan, Bigrain.stock

Les arbres du futur: choix des essences

- Associations végétales suisses dans les régions choisies:
 - Chênaie buissonnante: Quercion Pubescenti-Petraea
 - Ostyaie buissonnante du sud des alpes: Orno-Ostryon
- Les espèces suivantes se retrouvent dans ces forêts:
 - **Acer opalus**
 - *Celtis australis*
 - **Fraxinus ornus**
 - **Ostrya carpinifolia**
 - **Prunus mahaleb**
 - *Quercus cerris*
 - *Quercus petraea*
 - **Quercus pubescens**
 - *Sorbus aria*
 - *Sorbus domestica*
 - *Sorbus torminalis*



Conthey, A. Monod



L'avenir est à créer

Les arbres du futur: choix des essences



Notion d'écotype?

Variété d'une espèce (généralement végétale) génétiquement adaptée à un milieu particulier qu'elle occupe naturellement, mais conservant ses adaptations héréditaires lorsqu'elle se développe dans un milieu différent (Larousse).

- Transmission d'information environnementales à la descendance? Uniformité?
- Stabilité dans le temps de cette information?
- Génétique ou mémoire environnementale?

Les arbres du futur: choix des essences



hepia - Agronomie

Afin de garantir une arborisation du futur de qualité, les points suivants doivent être respectés!

- Connaissances scientifiques solides;
- Développement de la connaissance du patrimoine arboré présent;
- Protéger l'existant;
- La bonne plante au bon endroit;
- Garantir un espace de croissance aussi bien pour le système racinaire que pour le houppier;
- Un suivi et un entretien de qualité dans les 3 premières années.

Les arbres du futur: conclusion

Les arbres que nous choisissons de mettre en production maintenant, seront disponibles dès 2035.

Les arbres d'avenue que nous plantons actuellement auront une durée de vie de 40 à 150 ans, si tout est mis en place dans les règles de l'art.

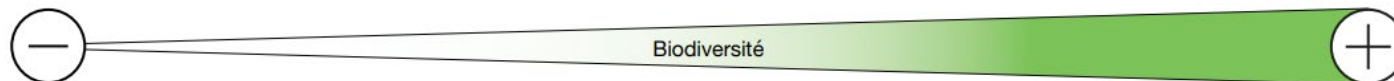
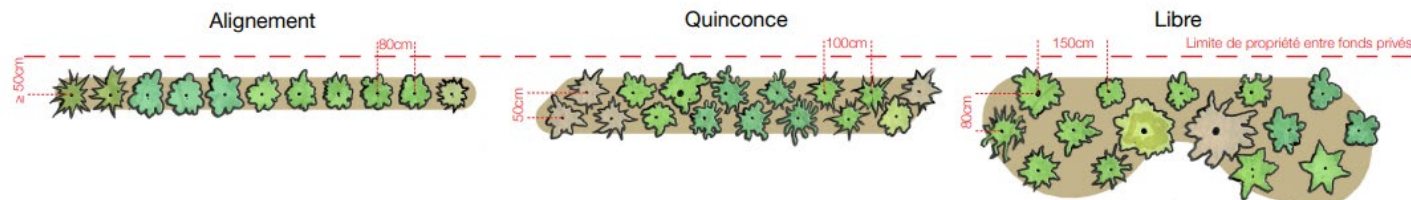


Végétalisation urbaine: végétation arbustive



Typologie et emprise de la haie

La trame de plantation s'agence selon la place disponible, l'effet recherché et la croissance des plantes



Dans une haie champêtre, les plantes sont étagées sur plusieurs strates: de l'ourlet herbacé aux arbres, en passant par les grimpantes, arbustes et arbrisseaux. Référez-vous à la Flora Helvetica pour connaître le milieu naturel de vos plantations et adapter le choix des plantes au sol et au climat de votre jardin.

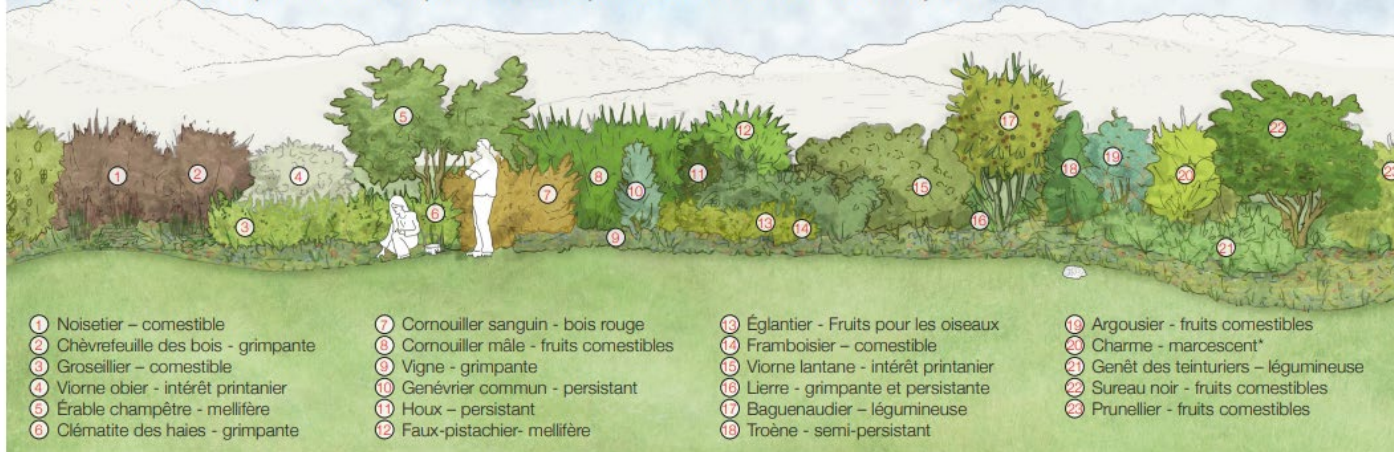


Illustration: Ville de Sion, guide des aménagement extérieurs

Arbres et grands arbustes utilisés pour les compensation écologiques (mélange normé VSS)



hepia - Agronomie

		<u>H. max. en m</u>	<u>Exposition</u>	<u>Particularités remarquables</u>
<u>Croissance rapide</u>				
Pin sylvestre	<i>Pinus sylvestris</i>	35	○	Feuillage persistant
Erable plane	<i>Acer platanoïdes</i>	30	○	
Merisier	<i>Prunus avium</i>	25	○	Floraison, fructification
Sorbier des oiseleurs	<i>Sorbus aucuparia</i>	15	○●	Fructification, feu bactérien
Merisier à grappes	<i>Prunus padus</i>	10	○●	Floraison, fructification
Frêne	<i>Fraxinus excelsior</i>	25	○●	Chalarose
<u>Croissance lente</u>				
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	30	○	Marcescent
Charme	<i>Carpinus betulus</i>	20	○	Marcescent
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>	15	○●	

Arbustes moyens et petits

Croissance rapide

Sureau noir	<i>Sambucus nigra</i>	7	○●	Floraison, fructification
Noisetier	<i>Corylus avellana</i>	5	○	
Viome aubier	<i>Viburnum opulus</i>	4	○●	Floraison
Saule pourpre	<i>Salix purpurea</i>	6	○●	
Viome lantane	<i>Viburnum lantana</i>	5	○●	
Troène	<i>Ligustrum vulgare</i>	4	○●	Semi-persistant
Chèvrefeuille des haies	<i>Lonicera xylosteum</i>	2	○●	

Croissance lente

Cornouiller mâle	<i>Cornus mas</i>	5	○	Floraison, fructification
Fusain d'Europe	<i>Euonymus europaeus</i>	5	○●	Fructification, coloration automnale
Houx	<i>Ilex aquifolium</i>	10	○●	Feuillage persistant
Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>	4	○●	Bois rouge en hiver
Néprun purgatif	<i>Rhamnus cathartica</i>	3	○●	
Prunelier	<i>Prunus spinosa</i>	4	○●	Floraison, fructification
Bourdaïne	<i>Frangula alnus</i>	3	○●	
Aubépine	<i>Crataegus ssp.</i>	4	○●	Floraison, fructification
Rosiers	<i>Rosa ssp.</i>	2	○●	Floraison, fructification

- Soleil
 ○● Soleil à mi-ombre
 ● Ombre



Pin sylvestre



Erable plane



Merisier



Merisier à grappes



Sorbier des oiseleurs



Erable champêtre



Charme



Chêne pédonculé



hepia - Agronomie



Noisetier



Viorne obier



Sureau noir



hepia - Agronomie



Viorne lantane



Troène



Chèvrefeuille des haies



Cornouiller mâle



Fusain d'Europe



Houx



hepia - Agronomie



Prunelier



Cornouiller sanguin



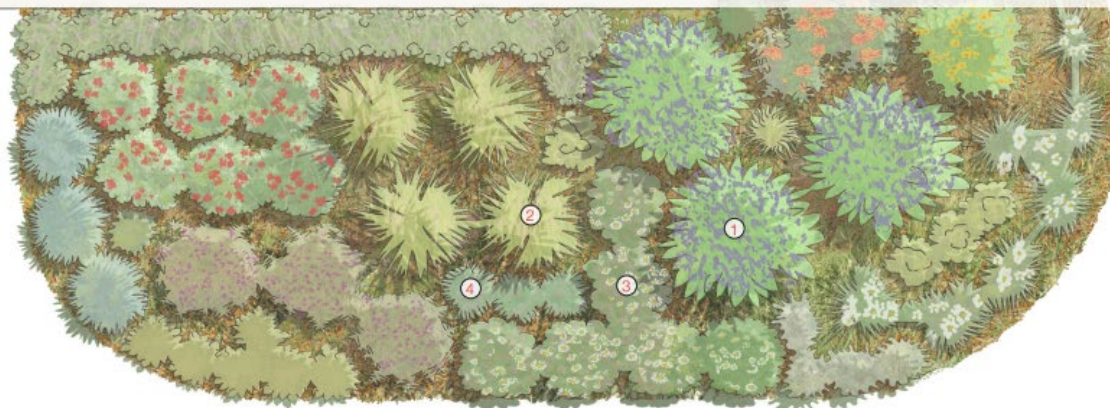
Néprun purgatif

Végétalisation urbaine: plantations de vivaces

Répartitions des plantes

Légende (les plantes vont progressivement s'entremêler et recouvrir complètement le sol).

- ① ≈ 20 % de **plantes structurantes**, présence forte en solitaire ou par 2 ou 3, assurent l'apogée du massif (ex. 5/m² = 45 cm).
- ② ≈ 30 % de **plantes en touffes**, par 3 à 10, de hauteur moyenne, accompagnent et diversifient l'offre saisonnière (ex. 9/m² = 33 cm).
- ③ ≈ 50% de **plantes tapissantes**, groupes de 11 et plus, comble les trous, unissent le massif et limite les adventices* (ex. 16/m² = 25 cm).
- ④ + **Plantes annuelles et bulbes** à installer entre les vivaces pour animer les entractes saisonniers.



Bulbe / env. 80 cm
(ex: Ail d'ornement)



Bulbe / env. 10 cm
(ex: Crocus)



Semis d'annuelle /
env. 25 cm (ex: Lin)



Vivace / env. 40 cm
(ex: Oseille)



Vivace / env. 25 cm
(ex: Plumbago)



Vivace / env. 30 cm
(ex: Gypsophile)



Graminée / env. 60 cm
(ex: Pennisetum,
fétuque)



Vivace / env. 40 cm
(ex: Alchemille)



Vivace / env. 50 cm
(ex: Sedum d'au-
tomne)



Vivace / env. 60 cm
(ex: Echinacée)



Arbrisseau / env.
100 cm
(ex: Caryopteris)



Vivace arbustive /
env. 140 cm
(ex: Lavatère)



Bisannuelle / env.
180 cm
(ex: Molène)



Vivace / env. 40 cm
(ex: Géranium)

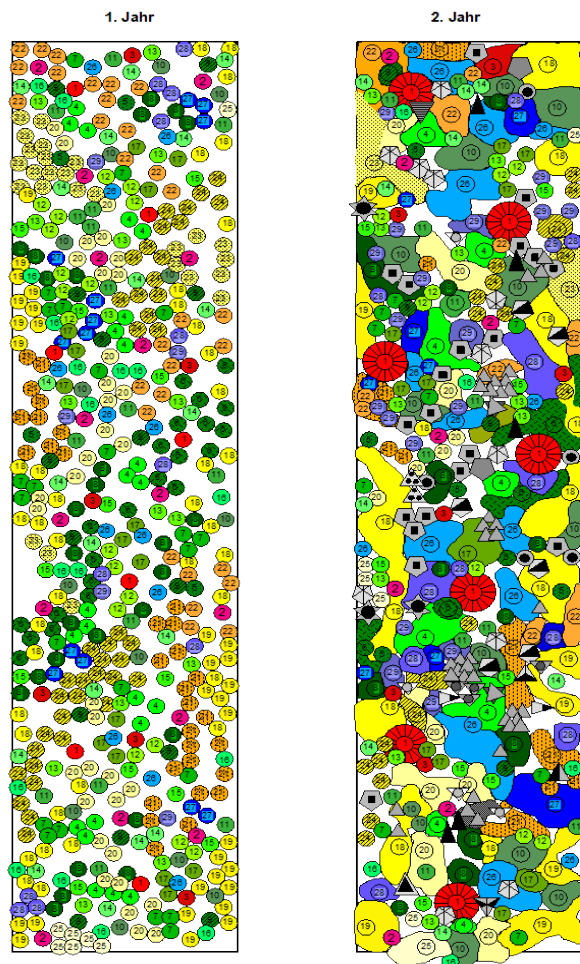
Illustration: Ville de Sion, guide des aménagement extérieurs



hepia - Agronomie

Végétalisation urbaine: plantations dynamiques

Evolution:



Gattung/Art/Sorte

Leiststaude

Filipendula ulmaria „Plena“
Dryopteris affinis
Deschampsia cespitosa
Aruncus dioicus

Beleiststaude

Luzula sylvatica
Trollius europaeus „Superbus“
Campanula glomerata
Campanula trachelium
Pulmonaria officinalis
Astrantia major
Baphthalmum salicifolium
Euphorbia amygdaloides
Hemerocallis lilioasphodelus
Aconitum x arendsii
Aconitum vulparia
Helleborus foetidus
Helleborus niger
Thalictrum aquilegifolium
Centaurea montana „Grandiflora“
Anemone nemorosa
Viola odorata

Rodendecker

Geranium phaeum
Geranium sanguineum
Omphalodes verna
Omphalodes verna „Alba“
Ajuga reptans „Purpurea“
Geum rivale
Fragaria vesca

Pendler

Digitalis lutea
Malva moschata
Meconopsis cambrica
Digitalis ferruginea „Gigantea“

Grauheden

Tulipa tarda
Muscari latifolium
Fritillaria meleagris
Leucojum vernum
Ornithogalum umbellatum

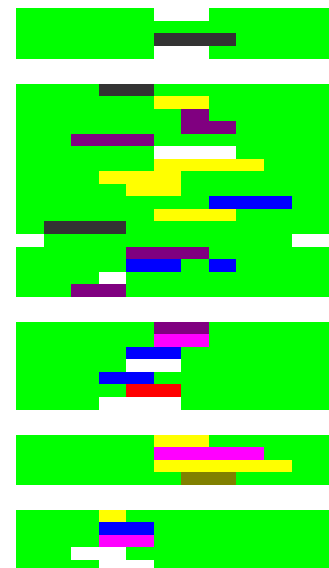


Illustration: Parcelles essais, ZHAW, A. Monod, R.Bitter, J.B. Bächtiger

Charte des jardins

Charte des Jardins

S'engager à adopter quelques bonnes pratiques qui favorisent la survie des hérissons, des oiseaux, des papillons et de la Biodiversité en général.



www.charte-des-jardins.ch

energie-environnement.ch

Plateforme d'information des services
cantonaux de l'énergie et de l'environnement



La pelouse et la tonte

Un gazon semblable à un court de tennis anglais nécessite beaucoup d'arrosage, d'engrais synthétiques et de **biocides** (=pesticides), plus particulièrement des *herbicides sélectifs* et des *produits antimousse*, combinés très souvent avec des engrais et vendus sous les noms d'«engrais sélectifs» ou «engrais antimousse». Ces produits chimiques s'infiltrant dans le sol avec la pluie et l'arrosage, et contaminent les cours d'eau et les nappes phréatiques. Ils contribuent aussi à polluer la maison, car on ramène les biocides à l'intérieur avec les chaussures.

On peut obtenir une pelouse correcte sans biocides :

- En tolérant les petites fleurs et le trèfle qui enrichit le sol en azote.
- En tondant à une hauteur de 6 cm au minimum pour favoriser l'herbe aux dépens des plantes basses (plantain, pissenlit, chardon); c'est une bonne pratique qui réduit aussi les besoins en arrosage.
- En utilisant une tondeuse qui hache finement l'herbe et qui plaque les déchets de tonte sur le terrain (mulching).
- En scarifiant le sol en automne, puis en l'engraissant si nécessaire avec du compost.

- **Je m'engage à ne plus utiliser de biocides sur ma pelouse (herbicides sélectifs, produit antimousse, etc.)**
- **Pour permettre aux fleurs et aux insectes d'accomplir leur cycle de vie, je m'engage à laisser pousser une bande d'herbe – par exemple le long d'une haie ensoleillée ou sur un talus – et à ne pas la tondre tant qu'il y a des fleurs.**
- **Si je dois créer une nouvelle pelouse, je choisis un mélange de graminées ne demandant pas de traitements chimiques. J'envisage aussi les mélanges «gazon fleuri» ou «prairie fleurie» – d'origine indigène* – pour les coins qui n'ont pas besoin d'être tondus toute l'année.**





La haie

Les thuyas, bambous et lauriers, tous exotiques, poussent vite et sont étanches à la vue. Mais une haie faite d'une seule variété – non indigène* de surcroît – offre très peu de nourriture aux oiseaux et à la petite faune. Alors qu'une haie constituée de différents arbustes sauvages indigènes* fleurit à différents moments de l'année, produit des fruits et des graines variés, et permet à beaucoup d'espèces – de papillons notamment – d'accomplir leur cycle de vie.

Buis, if, houx, troène, charme et hêtre (qui tous deux gardent leurs feuilles sèches jusqu'au printemps) offrent en hiver un bon écran visuel. Cornouiller, noisetier, prunellier, etc. produisent des fruits dont certains sont consommables par les humains.

Il faut savoir que la plupart des haies dites «vives» ou «mêlées» que proposent les jardineries sont constituées non pas d'espèces sauvages indigènes*, mais de variétés horticoles (cultivars) plus ou moins exotiques et hybrides, et que beaucoup ne produisent pas de fruits.

- ***Pour offrir de la nourriture aux oiseaux, aux écureuils et à la faune en général, je m'engage à planter aussi dans ma haie et sur mon terrain des espèces sauvages indigènes*.***
- ***Lorsqu'il s'agit de renouveler tout ou partie de la haie, des arbustes ou des arbres, je privilégie les espèces sauvages indigènes*.***
- ***Pour ne pas déranger les oiseaux au nid, j'évite de tailler la haie entre mars et septembre. Lors de la taille, je préserve les fruits.***

** Plante indigène = plante sauvage de la région, et aussi du Sud de l'Europe pour adapter la végétation du jardin au réchauffement climatique en cours.*

Le nettoyage du jardin

Une pelouse tondue à ras jusqu'en bordure de propriété, et nettoyée jusqu'à la dernière brindille, n'est pas accueillante pour les oiseaux et autres petits animaux. Les jeunes merles qui sautent du nid en sachant à peine voler ont besoin de vieilles branches sous lesquelles se cacher pendant que leurs parents les nourrissent au sol. Les hérissons doivent se construire un igloo de feuilles mortes pour passer l'hiver. Les lézards cherchent des cailloux chauffés par le soleil pour adapter leur température. Et beaucoup de papillons survivent au gel – sous forme de chenille, de chrysalide ou d'adulte ailé – en se cachant sous les feuilles, les herbes sèches, les pierres ou les écorces.

Lorsqu'on nettoie trop parfaitement son terrain, on participe à détruire la biodiversité et on supprime du matériel que les oiseaux pourraient utiliser pour bâtir leurs nids. On peut d'ailleurs réaliser un harmonieux «hôtel» pour la petite faune avec un arrangements de branches et de cailloux, agrémenté de plantes grimpantes.

- ***Pour créer des abris pour la faune et favoriser la Biodiversité, je m'engage à laisser dans un coin du jardin – toute l'année – un tas de bois, de cailloux, de feuilles mortes, ainsi que des espaces d'herbes sèches.***
- ***Lorsque je taille les arbres et les buissons, j'épargne quelques branches mortes ou creuses qui serviront d'abri pour la faune (pour autant qu'elles ne constituent pas un danger si elles tombent).***



Les vieux déchets de jardin

Un tas de branches et de feuilles abandonné depuis des mois ? Attention avant de déblayer le terrain : le tas peut abriter une famille de hérissons, un nid de rouges-gorges, des tritons ou d'autres amphibiens qui sont tous très menacés. Si on doit s'en débarrasser, attendre si possible les mois d'août-septembre : la saison des nids est terminée et les animaux n'hibernent pas encore.

Pour être en accord avec l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (OPair), les **feux de jardin sont interdits dans la plupart des communes suisses**. Il peut exister des exceptions (se renseigner auprès de sa commune) pour les déchets naturels du jardin (branches, feuilles), à condition qu'ils soient secs, dégagent peu de fumée et ne dérangent pas les voisins. Dans tous les cas, il est interdit de brûler des ordures ménagères et d'autres matériaux ou produits, ni des vieux meubles en bois peint ou verni, ni des piquets ou des barrières traités contre le pourrissement.

- **Pour éviter de tuer ou mutiler des animaux qui pourraient hiberner ou nicher, j'évite de détruire mon vieux tas de branches et de feuilles durant la période de nidification et d'hibernation. Je le fais en août et septembre.**
- **Je respecte le règlement de ma commune s'il interdit les feux de jardin.**



Charte des jardins



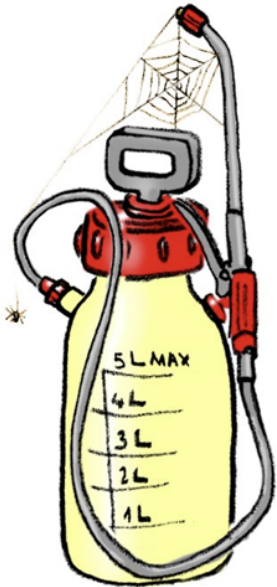
Les biocides (pesticides)

C'est un problème grandissant non seulement pour la vie des jardins, mais aussi pour la santé humaine. Le nom «biocide» englobe toutes les substances chimiques conçues pour tuer des êtres vivants particuliers: herbicides (désherbant, antimousse), insecticides, fongicides (contre les champignons et les moisissures), acaricides (contres les acariens et les araignées).

Les biocides utilisés par l'agriculture et les particuliers contaminent les nappes phréatiques et les cours d'eau. Pulvérisés dans le jardin, on les retrouve à l'intérieur de la maison, ramenés par les chaussures, ainsi que par les chiens et les chats.

Outre l'entretien du gazon, les biocides sont utilisés sur les rosiers pour les protéger des moisissures, des acariens et des pucerons. Or, ils tuent aussi les coccinelles qui pourraient s'attaquer aux pucerons: en traitant préventivement, on empêche toute régulation naturelle de s'installer. Il faut donc apprendre à patienter pour voir si un traitement est vraiment nécessaire. Et préférer, en cas de besoin, des produits d'origine naturelle. L'idéal est de choisir des rosiers qui résistent bien aux maladies (des variétés de roses très résistantes ont été sélectionnées récemment).

Depuis 2001, le désherbage par herbicide des allées, des chemins, des parkings et de leurs bordures est **interdit par la loi** chez les particuliers, car le risque de contamination des cours d'eau en cas de pluie est très important.



- **Pour ma propre santé et pour préserver l'eau potable et la Biodiversité, je m'engage à utiliser le moins possible de biocides (pesticides). Si besoin, je choisis des biocides d'origine naturelle.**
- **Si je dois planter ou changer des rosiers, je choisis des variétés résistantes aux maladies.**
- **Je respecte la loi en renonçant à utiliser des herbicides sur les allées et les bords de chemins. Si nécessaire, je leur préfère le désherbage thermique.**

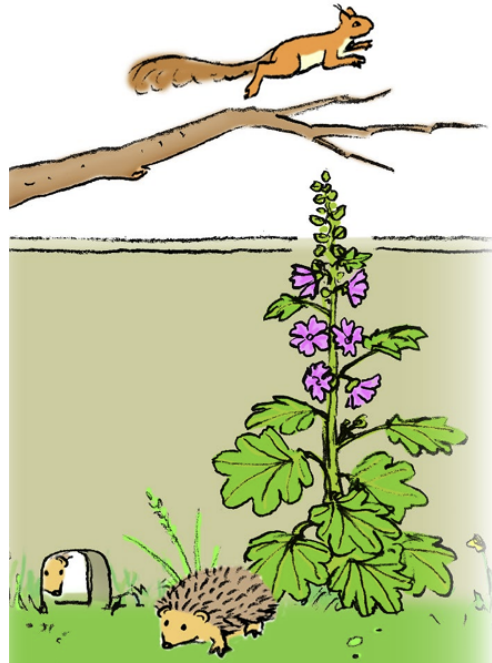
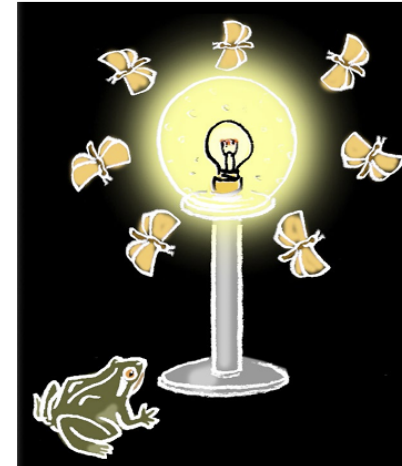
Charte des jardins



L'éclairage du jardin

La *pollution lumineuse* – à savoir l'excès d'éclairage extérieur – perturbe la vie et le rythme biologique de nombreux animaux nocturnes qui vivent dans les jardins : chauves-souris, hérissons, chouettes, crapauds, insectes... Les lampes attirent irrésistiblement certains papillons de nuit – dont beaucoup sont de précieux pollinisateurs – et provoquent leur mort par épuisement. Enfin, la clarté artificielle augmente la vulnérabilité des oiseaux au repos : ils sont plus faciles à repérer par les chats.

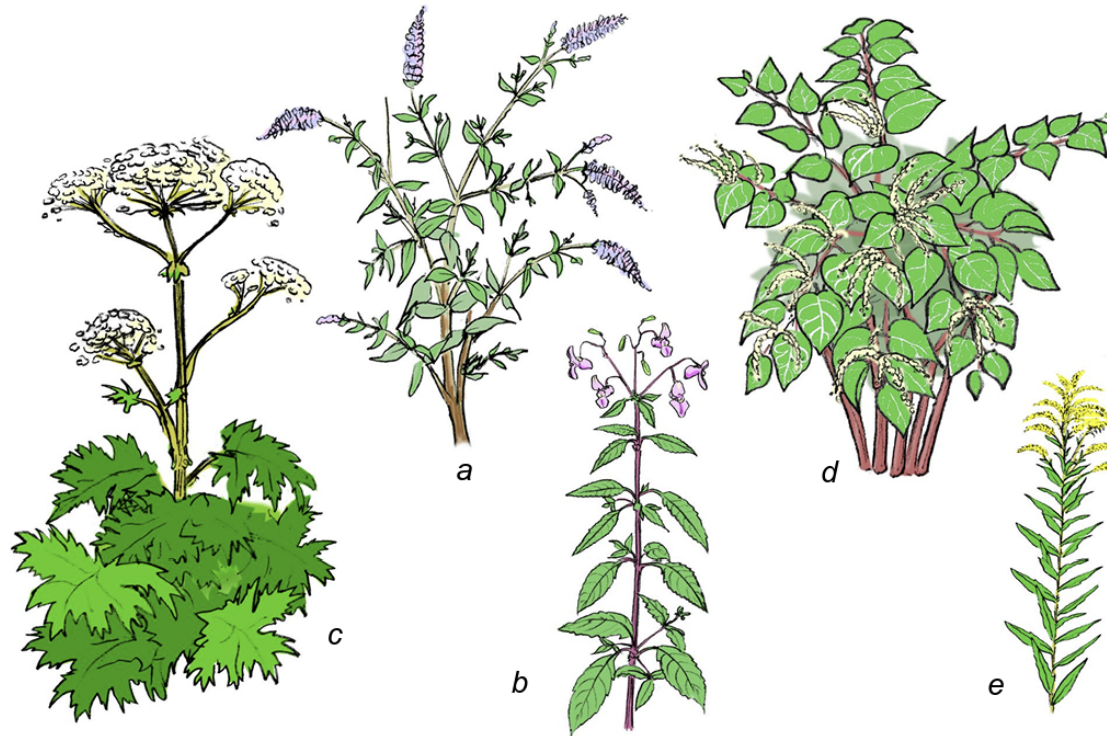
- **Pour préserver la vie nocturne et le repos de tous, je m'engage à éteindre l'éclairage du jardin lorsqu'il est inutile (après 22h).**
- **Je choisis des lampes qui renvoient la lumière vers le bas, plutôt que des modèles qui éclairent le ciel tous azimuts.**
- **Je choisis des lampes LED avec une température de couleur de 2700°K ou moins (warm white, blanc chaud), car elles attirent moins les insectes.**



Les passages à hérisson & Cie

Les hérissons passent d'un jardin à l'autre pour trouver un partenaire, un point d'eau, une source de nourriture, un lieu d'hivernage... Or, les propriétés deviennent très cloisonnées, ce qui les oblige à passer par la route en prenant le risque de se faire écraser. Les bordures de trottoir sont aussi des obstacles difficiles à franchir pour certains animaux, tels les tritons et les orvets. Quant aux écureuils, la disparition d'un arbre peut couper leur passage aérien, et les obliger à se déplacer au sol où les attendent les voitures, les chiens et les chats...

- **Pour faciliter le déplacement des hérissons et de la petite faune, je m'engage à laisser (ou à créer) au moins un passage avec chaque jardin voisin (environ 12 x 12 cm). Bien sûr, j'en parle auparavant aux autres propriétaires, afin qu'ils comprennent le but et la nécessité de ces passages.**
- **Lorsque je taille les arbres, je pense aux écureuils en n'interrompant pas la continuité de leur passage.**



Les plantes exotiques envahissantes

Certaines plantes originaires d'Asie ou d'Amérique sont en train d'envahir la nature en provoquant de véritables désastres écologiques, car elles se reproduisent vite et éliminent toutes les autres espèces là où elles se répandent. L'*arbre à papillons*, la *renouée du Japon* et la *grande balsamine*, par exemple, déstabilisent les rives des rivières qui s'érodent en cas de crue.

La plupart de ces envahissantes proviennent de jardins; elles se reproduisent très facilement par graines ou en se régénérant à partir d'un morceau de tige ou de racine. Il vaut donc mieux éviter de les planter, et idéalement les arracher si elles poussent déjà chez soi – ne surtout pas les mettre au compost, mais à l'incinération.

- **Pour ne pas favoriser l'expansion des plantes exotiques envahissantes dans la nature, je renonce à planter dans mon jardin les espèces suivantes : Arbre à papillons (a), Grande balsamine ou Impatiente glanduleuse (b), Grande berce du caucase (c), Renouée du Japon (d), Solidage géant et Solidage du Canada (e).**



Le chat

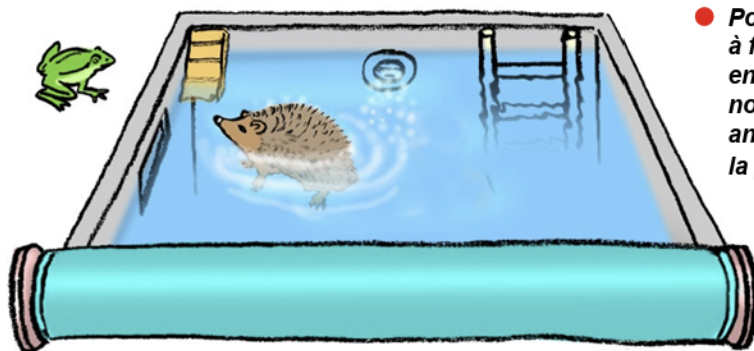
Sympathique animal de compagnie, il n'en est pas moins le plus terrible prédateur du jardin – et des jardins voisins qu'il ne manque pas de visiter. Il attrape les jeunes oiseaux qui commencent leur vie au sol (merles, rouges-queues, rouges-gorges). Il chasse les lézards et les papillons. Il s'attaque aussi aux musaraignes, ces petites carnivores cousines du hérisson souvent confondues avec les souris. Bien sûr, cet instinct est naturel. Mais ce qui ne l'est pas, c'est la grande densité des chats vivant dans les zones résidentielles: une dizaine peuvent passer successivement dans un même jardin durant une seule nuit. Dans la nature, un seul chat sauvage d'Europe couvre un territoire d'environ 3 km².

- ***Pour tenter d'avertir les oiseaux de l'arrivée de mon chat, je m'engage à l'équiper d'une clochette (ou d'un grelot) qui tinte facilement, sinon il apprend à se déplacer sans la faire sonner. Je le garde à l'intérieur durant quelques jours, si je remarque que de jeunes oiseaux sont sortis du nid et sont nourris à terre par leurs parents (mai, juin).***

Charte des jardins

La piscine

Lieu de plaisir et de détente, elle peut se transformer en tombeau pour les hérissons et les amphibiens qui s'y élancent en croyant avoir affaire à un plan d'eau naturel. Si la piscine n'offre pas de rampe de sortie, l'animal nage tout autour du rebord, jusqu'à ce qu'il se noie d'épuisement... De nuit, l'éclairage disposé sous la surface de l'eau favorise la noyade des papillons de nuit.



- **Pour éviter les noyades d'animaux, je m'engage à faciliter leur sortie de la piscine, par exemple en disposant en permanence une petite planche non glissante (10 cm de large, avec des rainures antiglisse ou des petites réglettes) qui permet à la petite faune de ressortir de l'eau.**
- **Pour ne pas provoquer de noyades de papillons et d'autres animaux, j'évite de laisser la piscine éclairée inutilement.**



www.charte-des-jardins.ch

energie-environnement.ch

Plateforme d'information des services
cantonaux de l'énergie et de l'environnement



Végétalisation urbaine: arbres d'avenue



La définition de la problématique des arbres d'avenue doit répondre aux questions et défis liés à la plantation, la gestion et le choix des arbres qui sont plantés le long de nos axes de circulation.

Les aspects principaux de cette problématique sont :

- Sélection des espèces
- Limitation de l'espace
- Entretien
- Sécurité
- L'intégration esthétique

La réponse à ces défis doit mobiliser et inciter les différents acteurs, architectes, urbanistes, pépiniéristes, agronomes à collaborer de manière plus étroite.



Fig. 1
A l'intérieur de l'espace urbain



Fig. 3
Route à grand débit

Végétalisation urbaine: arbres d'avenue

Fosse de plantation

1. Trottoir
2. Géotextile
3. Couche de roche concassée pour l'infiltration des eaux de surface et l'aération du sol
4. Structure de pierres de granit dont l'espace intermédiaire est rempli de terre
5. Terrasse
6. Coffre de plantation en béton
7. Arbre
8. Terre de plantation
9. Chambre de captage pour l'infiltration des eaux de surface et l'aération du sol structuré

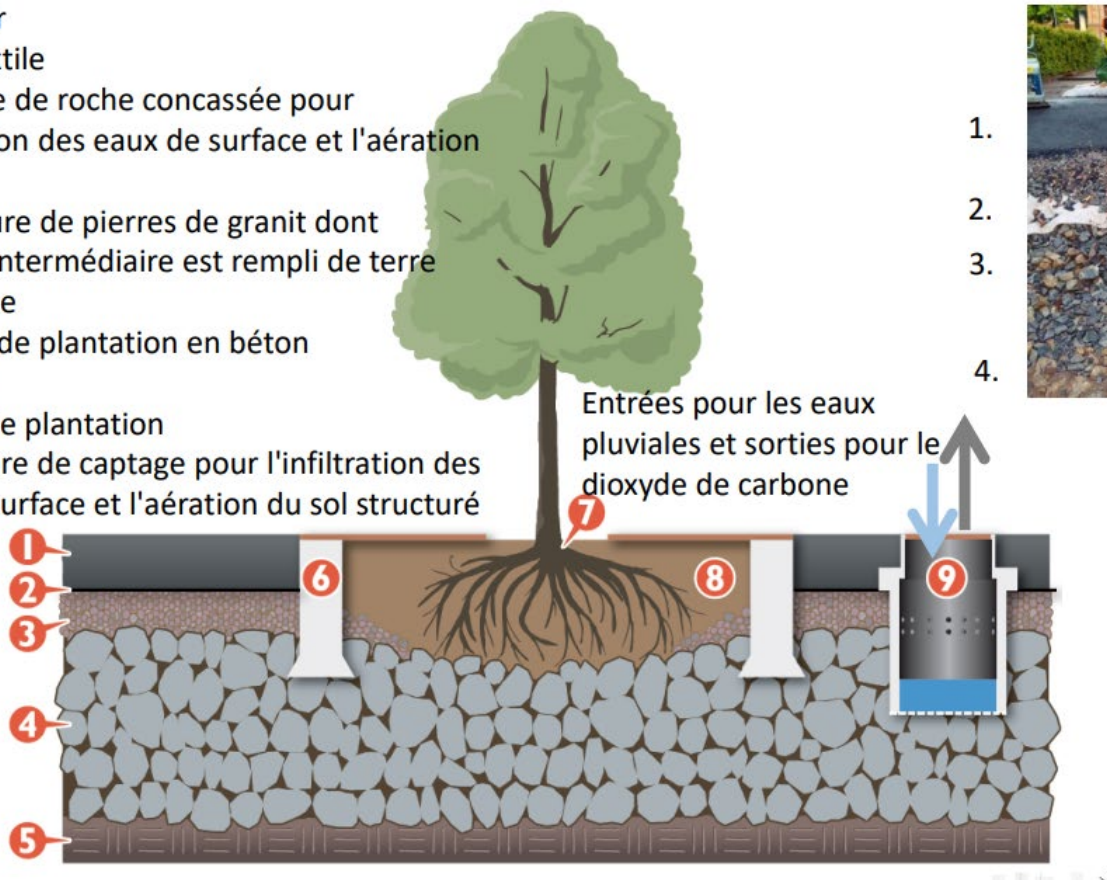
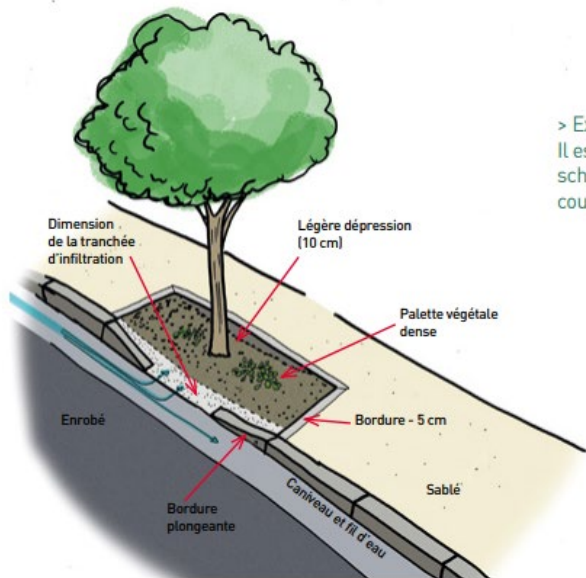


Illustration: B. Bremen, Plantes et Cités, 2020

Végétalisation urbaine: arbres d'avenue

Ville éponge: arbre pluie



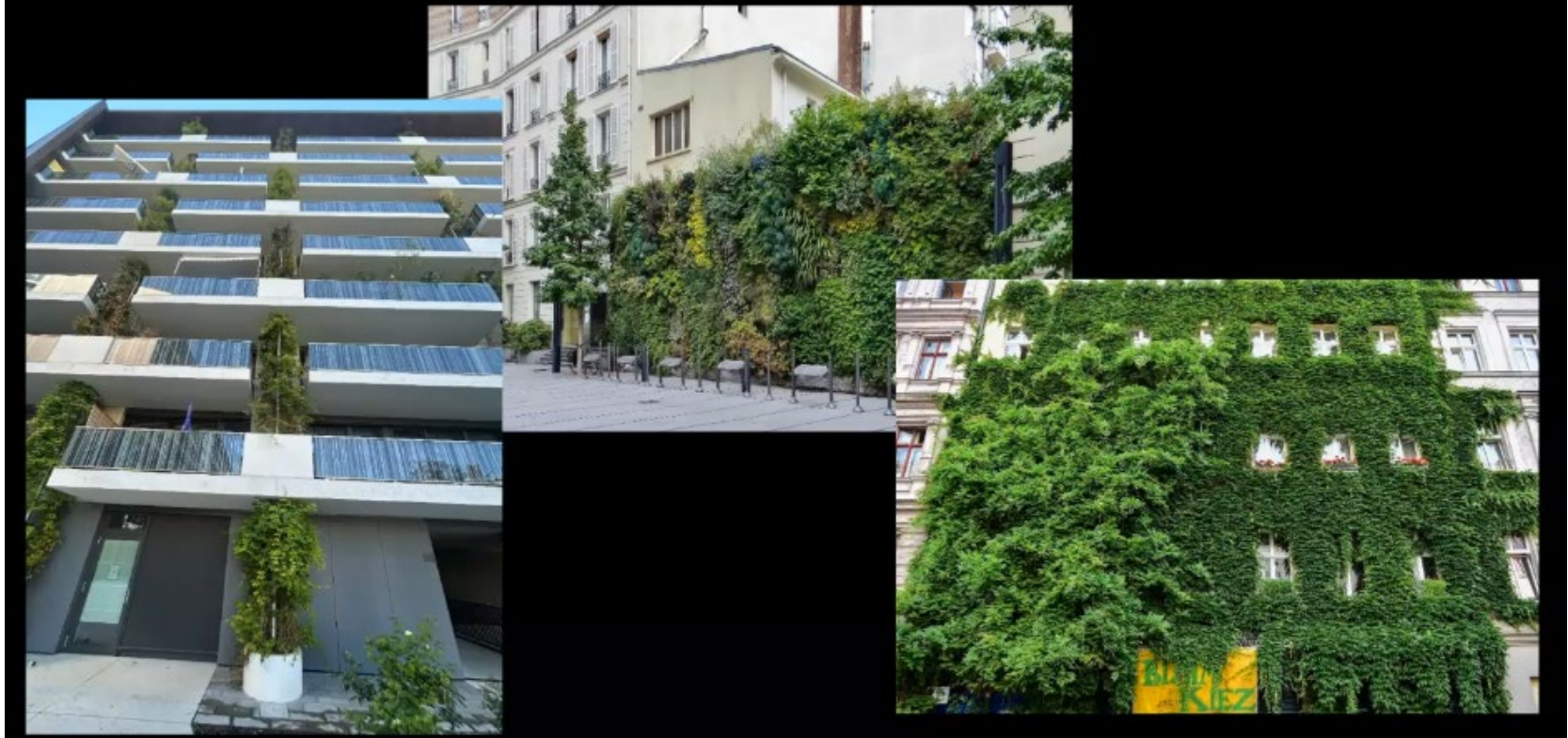
> Exemple de schéma de principe.
Il est possible de fournir un schéma de principe en plan et en coupe fait à la main.



Illustration: ville de Lyon, livret techniques les arbres de pluie

Végétalisation urbaine: végétalisation de façades

- Végétalisation indirecte avec bac à plantes
- Mur végétalisé
- Végétalisation depuis le sol (contre murs ou en deuxième peaux)



Source: Atba Architecture-énergie

Végétalisation urbaine: végétalisation de façades

Murs végétaux hydroponiques

- Support de culture sous forme de fibre
- Système d'arrosage en circuit fermé
- Possibilité de produire de grands modules



Murs végétaux organiques

- Support de culture sous forme de substrat
- Construction par module
- Système d'arrosage en circuit ouvert
- Possibilité de produire de murs de maximum 2 (voir 3) mètres de hauteur



Végétalisation urbaine: bosco verticale



- Lieu : Milan (Italie)
- Complexe de deux tours (26 et 18 étages)
- Concepteur : Stefano Boeri
- Travaux : 2009 à 2013
- 6'000 travailleurs sont intervenus sur le projet
- 730 arbres, 5'000 arbustes, 11'000 plantes vivaces, soit l'équivalent d'un hectare de forêt
- 120 espèces végétales différentes

Végétalisation urbaine: végétalisation de toitures

Les toitures végétalisées se divisent en trois catégories principales :

- Extensives
- Semi-intensives
- Intensives

Ces catégories se distinguent par :

- Les types de végétaux présents
- L'épaisseur du substrat
- La fréquence d'entretien

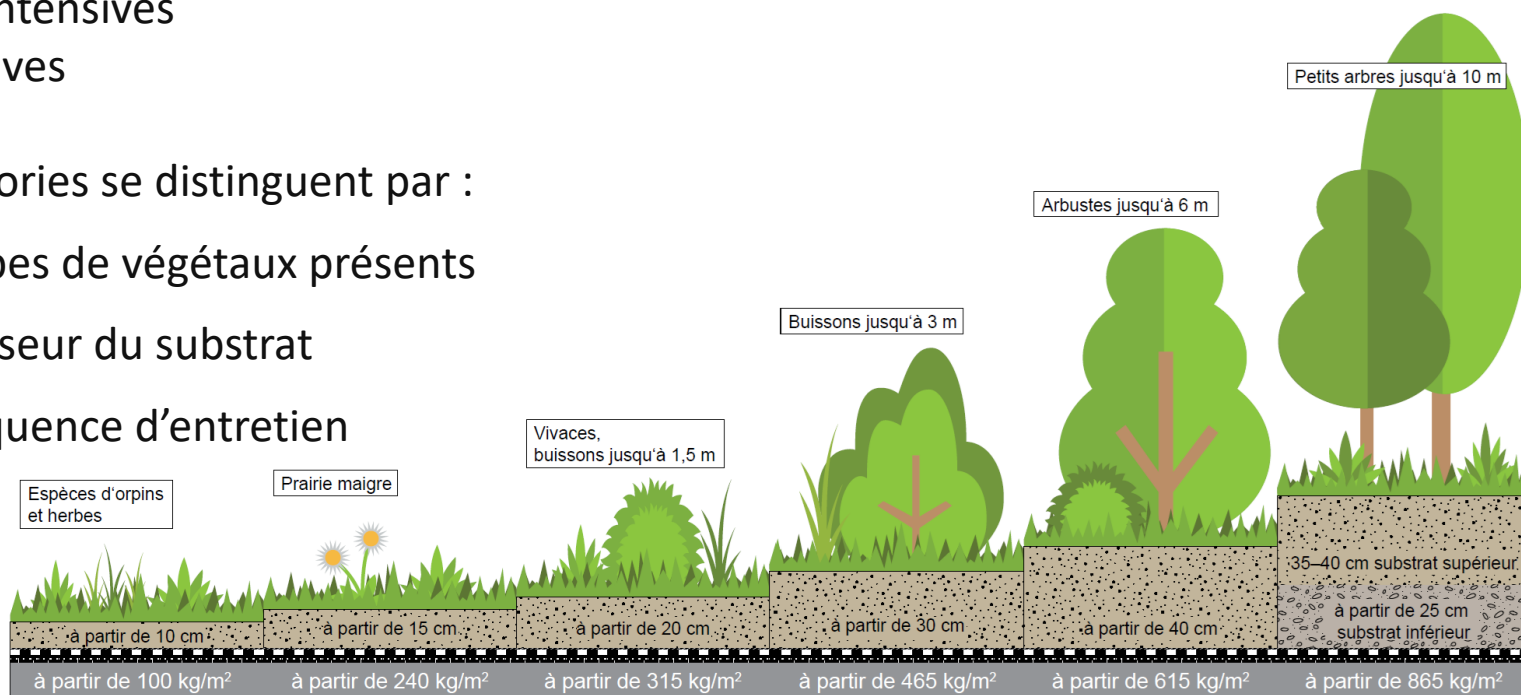
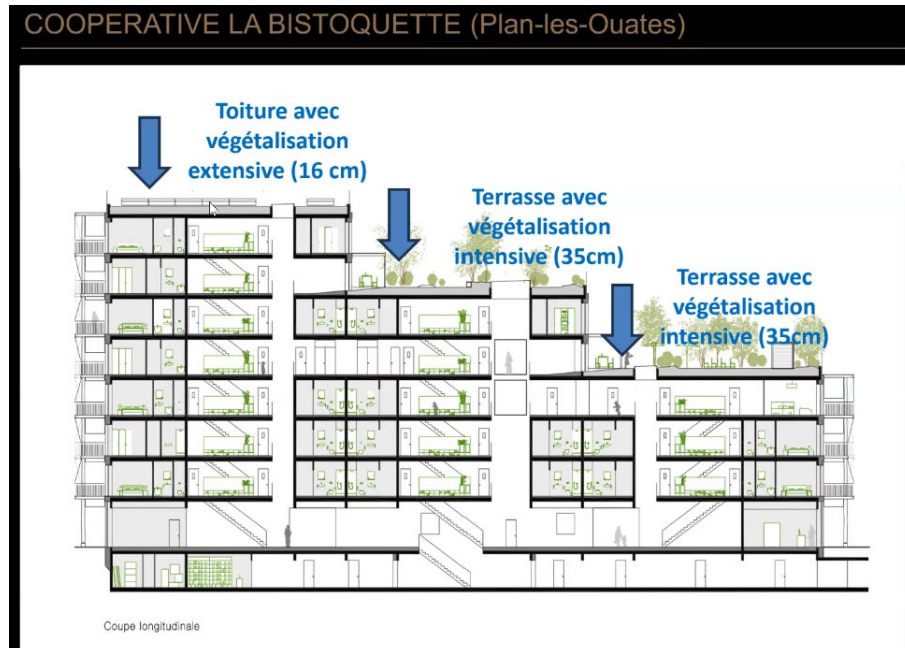


Illustration: birdlife

Végétalisation urbaine: végétalisation de toitures



Végétalisation urbaine: végétalisation de toitures



Rouleaux de sédums:

- Spécialement conçus pour les toitures végétalisées.
- mélanges spécifiques d'espèces indigènes locales (disponibles chez www.d-labhart.ch).
- 1 rouleau = 1 m²
- Technique simple, mais onéreuse, compter 30 à 40 CHF par rouleau.
- Effet immédiat.
- Période de pose: mi-avril à fin juin et septembre à octobre

D. LABHART
Pflegeleichte Pflanzen für Garten und Dach

Rollmatten

Sedum-Rollmatten
Für die Begrünung von Garagen und Flachdächern.
Enthält Sprossmischung B
Mit verrottbarem Okovlies
Enthält 2 cm Ökoerde ohne Torf- und Kokosfasern
Einheit 50 x 200 cm, 30–35 kg

Phedimus-Rollmatten
Für die Begrünung von Banketten, Böschungen, als Rasen-ersatz. Enthält Phedimus hybridus 'Immergrünchen', floriferus 'Weihenstephaner Gold', selskianus, kamtschaticus-Sorten, alizon und Sedum in Sorten zum Füllen. Mit nicht verrottbarem Vlies, dadurch Schutz vor Dickmaulrüssler-Befall.
Enthält 2 cm Ökoerde ohne Torf- und Kokosfasern
Einheit 50 x 200 cm, 30–35 kg

Kräuter-Rollmatten
Für die Begrünung von Dächern, Banketten und Böschungen auf mageren Böden.
Enthält: Campanula rotundifolia, Dianthus carthusianorum, Gypsophila repens, Hieracium pilosella, Origanum vulgare, Petrorhagia saxifraga, Potentilla argentea, Prunella vulgaris, Saponaria ocyroides, Sedum acre, Thymus serpyllum und Veronica spicata und weitere Arten.
Verrottbares Vlies
Enthält 2 cm Kulturerde ohne Torf- und Kokosfasern.
Einheit 50 x 200 cm, 15–20 kg

Passendes Produkt zu **Mission B** FLORETIA



Les arbres du futur



hepia - Agronomie

Je vous remercie pour votre attention et répons volontiers à toutes vos questions!

Nos prestations sous forme de mandat, Ra&D ou travaux d'étudiants

Dendrologie	Vie de l'arbre	Conseils
<i>Analyse du patrimoine arboré</i>	<i>Analyse de croissance et de vitalité</i>	<i>Aide à la décision / utilisation</i>
<i>Adaptabilité des essences</i>	<i>Diagnostic et suivi de reprise</i>	<i>Planification de culture / plantation</i>
<i>Ecotypes</i>	<i>Diagnostic phytosanitaire</i>	<i>Substrats / fosses</i>
<i>Systèmes de plantation dynamique</i>	<i>Entretien</i>	<i>Gestion de l'eau</i>
<i>Services écosystémiques</i>		<i>Analyse financière</i>
<i>Biodiversité / Ecologie</i>		<i>Formation continue</i>
<i>Production en pépinière</i>		<i>Communication</i>

Une équipe interdisciplinaire pour une arborisation urbaine réussie !

Alexandre Monod Maitre d'enseignement HES alexandre.monod@hesge.ch	Pierre-Yves Bovigny Maitre d'enseignement HES pierre-yves.bovigny@hesge.ch	Maha Deeb-Collet Adjointe Sc. HES maha.deeb-collet@hesge.ch
---	---	---