



CAHIER DES EXIGENCES TECHNIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Espaces extérieurs et végétalisation de la 5^{ème} façade

Table des matières

Propos liminaires :	3
1^{ère} partie : les espaces extérieurs	4
I. Choix des sols et des revêtements de surfaces	4
I.1- Objectifs :	4
I.2- Comment choisir un revêtement adapté à l'usage ?	4
I.3- Quel traitement de surface mettre en œuvre pour optimiser la valeur écologique de la parcelle ?	5
II. Gestion des eaux pluviales	7
II.1- objectifs	7
II.2- Comment gérer efficacement les eaux de pluie ?	7
II.3- Quels sont les aménagements à mettre en place ?	8
II.4- Comment réaliser une noue paysagère ?	8
III. Les principes de végétalisation	9
III.1- Les objectifs	9
III.2- Comment garantir la richesse écologique d'un lieu par le végétal?	9
III.2.1- En favorisant les continuités écologiques	9
III.2.2- En adoucissant les transitions et les limites	9
III.3- Quelle stratégie de végétalisation mettre en place ?	9
12. Permettre l'implantation et le développement de toutes les strates :	10
IV. Une palette végétale pour Lyon	11
IV.1- Objectifs :	11
IV.2- Adapter une palette végétale en fonction du milieu géographique lyonnais.	11
IV.3- Proscrire les espèces arborées à risque allergène :	11

IV.4- Installer une palette comestibles.....	13
V. Concevoir des espaces végétalisés en prenant en compte l'entretien et la gestion durable des plantations	14
V.1- Quels sont les prérequis pour gérer efficacement un espace planté?	14
V.2- Quelles sont les actions à mettre en œuvre pour y arriver ?	14
La simplification de la gestion des végétaux se fera dès la conception en optant pour les choix suivants :.....	14
2ème partie : Végétalisation de la 5 ^{ème} façade	16
I. Introduction.....	16
II. Prescriptions générales communes à tous les projets qu'ils soient des constructions neuves ou des réhabilitations.	17
II.1- Le bâtiment	17
II.1.1- La pente.....	17
II.1.2- Surfaces disponibles et différents éléments de toiture	18
II.1.3- Charge supportée par la structure du bâtiment	19
II.1.4- Circulations sur la toiture	19
II.1.5- Accès et aménagement.....	20
II.2- Espèces végétales et substrats.....	21
II.2.1- Les espèces végétales.....	21
II.2.2- Substrat et supports de culture	22
II.2.3- Points d'eau et évacuation.....	22
II.3- Autres exigences	23
III. Prescriptions spécifiques aux projets de réhabilitation.....	24
IV. Exigences spécifiques par type de toitures végétalisées	25
IV.1- Toitures extensives	25
IV.2- Toitures semi-intensives	25
IV.3- Toitures intensives	25
IV.4- toitures biosolaires	25
V. Les murs végétalisés.....	26
ANNEXE N°1 :	27
ANNEXE N°2 :	28

Propos liminaires :

La végétalisation de nos villes présente de nombreux avantages qui invitent à son large déploiement, parmi lesquels :

- L'atténuation de l'effet de l'îlot de chaleur urbain. Par leurs feuilles les plantes utilisent une partie du rayonnement solaire pour effectuer la photosynthèse et elles rejettent de la vapeur d'eau dans l'atmosphère par évapotranspiration, concourant à abaisser localement la température.
- La préservation voire l'accroissement de la biodiversité, en offrant des habitats à la flore et à la faune
- L'amélioration de la gestion des eaux pluviales à la parcelle avec une régulation des débits hydrique. L'eau des précipitations est retenue par le support de culture qui retarde son passage dans le réseau de traitement des eaux, et en soustrait une partie absorbée par les plantes ou évaporée.
- La filtration et épuration biologique des eaux de pluie par complexation des métaux lourds dans le substrat
- L'amélioration de la santé mentale des usagers en contribuant à rendre la ville plus calme et moins stressante
- La toiture végétalisée contribue également à améliorer l'isolation du bâti. Elle protège également l'étanchéité du toit des UV et de forts chocs thermiques.
- L'amélioration de la qualité de l'air (filtrations des polluants atmosphériques, fixation des poussières et particules sur l'épiderme des feuilles, diminution des concentrations en CO et CO₂...)

Le présent cahier organisé en deux grandes parties traite donc dans une 1^{ère} partie des espaces extérieurs (rues, cours d'école...) dont la végétalisation semble naturelle et dans une seconde de la végétalisation du bâti.

Cette dernière pratique doit encore être développée pour contribuer également à la limitation de l'impact du dérèglement climatique sur la Ville et améliorer l'efficacité énergétique du patrimoine bâti (même si les modèles de calcul existant aujourd'hui ne peuvent les prendre en compte et en chiffrer les bénéfices) et la qualité de vie des usagers. Cette deuxième partie traite donc des exigences de la Ville concernant la végétalisation des toitures végétalisées et aborde plus légèrement la question des murs végétalisés.

1^{ère} partie : les espaces extérieurs

Remarque générale : Tout prélèvement d'eau de nappe devra faire l'objet d'une déclaration conformément à la réglementation en vigueur.

Les pompages seront dotés de compteur.

I. Choix des sols et des revêtements de surfaces

I.1- Objectifs :

1. **Recourir à l'utilisation de matériaux naturels durables** (bois, pierres naturelles, végétaux)
2. Favoriser **l'installation végétale** support de biodiversité et propice à la lutte contre les îlots de chaleur tout en prenant en compte les restrictions liées à la sécheresse,
3. **Augmenter les emprises végétalisées** pour améliorer l'insertion paysagère et les qualités esthétiques du site
4. **Adapter les choix des revêtements à l'usage** : créer des surfaces multifonctions : piétables, drainantes et fertiles et étendre les surfaces naturelles spontanées.
5. **Limitier l'artificialisation des sols, source de pollution et de coûts importants en aménagement et gestion:**
 - Concevoir le projet afin de **limiter le ruissellement et l'érosion** des surfaces meubles
 - **Favoriser l'infiltration des eaux de pluie** et ainsi réduire les frais générés par l'aménagement de surfaces imperméables sauf en cas de sols pollués ne le permettant pas
 - Rétablir des **continuités écologiques souterraines** et permettre la **réanimation d'un sol fertile, perméable, et aéré**

Le présent cahier, construit autour de questionnements doit permettre aux maîtres d'œuvre de satisfaire les exigences de la Ville de Lyon en matière d'aménagements extérieurs.

I.2- Comment choisir un revêtement adapté à l'usage ?

- **Choisir des matériaux supports d'une végétation extensive adaptée, définis** en fonction des usages attendus (ex : mélange terre-pierre enherbé, pavé à joints ensemencés de graminées pour des espaces circulables) et ayant des qualités de **perméabilité** maintenues à long terme (drainage et infiltration des eaux pluviales, maintien des échanges gazeux à proximité de la surface, absence de compaction) : stabilisé compacté, pavés à joints larges perméables (sable ou mélange terreux), gravier compacté enherbé...
- **Laisser la végétation spontanée s'installer** sur ces surfaces perméables « fertiles » sous réserve d'une absence de risque sanitaire.
- Respecter les **contraintes d'accessibilité** (tous handicaps) et de **confort de circulation** (rugosité, glissance, portance)

La nature du revêtement sera à adapter selon la typologie des surfaces : circulables ponctuellement ou régulièrement, surfaces règlementées dans le cadre d'un ERP* ou IOP* et considérées comme « circulation principale », contrastes ou « signaux » à prévoir aux changements de pentes et nez de marches.... Possibilité d'utiliser un substrat fertile dont la portance garantit l'accessibilité aux circulations lourdes ponctuelles (type terre-pierre enherbé) lorsqu'un revêtement « avec ressauts » est possible (hors cheminements IOP*)

- Choisir des **matériaux compactés** restant perméables pour tous les **cheminements non soumis à une contrainte de « confort de circulation sans ressaut »** : allées secondaires, « sentiers », mais aussi les lisières des cheminements principaux (hors gabarit roulant)
- Choisir des **matériaux locaux**, à faible empreinte carbone lors de la production et de la mise en œuvre, **recyclés et/ou recyclables, sans générer de** risques environnementaux et sanitaires

I.3- Quel traitement de surface mettre en œuvre pour optimiser la valeur écologique de la parcelle ?

- Sauf à démontrer que cela n'est pas possible, le maître d'œuvre **désimperméabilisera toutes les surfaces** en supprimant les matériaux imperméables inutiles (cheminements piétons, parkings occasionnels, surfaces non circulées des parkings et abords de bâtiments...) au profit de revêtements compactés perméables (si circulables) ou de plantations (surfaces non circulées), afin d'augmenter la **porosité** et la **perméabilité** des sols et de créer une « réserve en eau et minéraux » grâce aux échanges d'eau et de gaz souterrains, favorable au développement des surfaces plantées alentours ;
- **Réduire la taille et le nombre des allées** au minimum réglementaire et nécessité par les usages, **au profit des surfaces plantées**
- **Enherber les surlargeurs « superflues »** des allées ou les planter de couvre-sols ; **accepter l'enherbement des cheminements** (à l'exception des allergènes dont la suppression est réglementée, type ambrosie) : si des plantes spontanées se propagent sur le bord des chemins, c'est qu'ils sont peu utilisés et donc pas indispensables ; par ailleurs ces « sauvages indigènes » sont parfaitement adaptées au sol sur lesquelles elles s'installent.
- **Réutiliser** au maximum les **matériaux de démolition** du site pour les différentes couches de structure des surfaces minéralisées (allées, placettes...), après concassage et criblage.
- **Le maître d'œuvre proposera un planning de Transformation du** traitement de surface des sols **par phases successives**, pour permettre une évolution acceptée
- **Choisir le pré-verdissement** : dès que le terrain est utilisable, **anticiper les futurs aménagements en végétalisant densément et sur la plus grande surface possible** en fonction de la qualité des sols puis adapter le projet et faire évoluer le site en fonction des usages et des tracés des allées et chemins constatés sur place ; si le pré-verdissement n'est pas possible, planter densément et sur la plus grande surface possible en n'aménageant que les cheminements principaux puis « formaliser » les cheminements et espace d'usages constatés dans un second temps.

En annexe n°1, est proposé un tableau recensant des matériaux de revêtements de surfaces piétables et/ou carrossables (non exhaustif) :

Remarques sur les revêtements de sols :

Béton balayé -> Avantages : Bon compromis qualité / prix si bien réalisé

Alternative au béton désactivé: Béton sablé pour éviter l'utilisation de désactivant la plupart du temps nocif pour l'environnement

Dalles alvéolaires (plastique ou béton) : matériaux à bilan carbone élevé, non recyclable ; usage très ponctuel préconisé, uniquement lorsqu'un revêtement sol perméable compacté ou pavés ou dalles en pierre naturelle à joints larges n'est pas possible

Bois : Privilégier les bois locaux et naturellement imputrescibles (châtaigner, mélèze) / Préconisations : Nécessite une mise en œuvre spécifique pour assurer la pérennité de l'ouvrage (ventilation de la

structure et des lames, jeux des dilatations et déformations à prévoir) – A exclure en utilisation enterrée ou semi-enterrée

II. Gestion des eaux pluviales

II.1- objectifs

1. **Economiser la ressource en eau et lutter contre les ilots de chaleur** : Permettre l'infiltration de l'eau pluviale au maximum « là où elle tombe » sauf en cas de pollution des sols ne le permettant pas, pour **respecter le chemin naturel de l'eau**, et la restituer au milieu naturel ; inclure cette contrainte comme un principe de conception des espaces non construits
2. **Privilégier les surfaces perméables couvrant des sols fertiles à forte capacité de réserve d'eau** et y infiltrer toutes les eaux pluviales de la parcelle (y compris eaux de toiture), soit par infiltration naturelle, soit par des dispositifs d'infiltration intégrés dans les surfaces perméables et plantations (noues, tranchées drainantes, puits d'infiltration...). **Recourir aux surfaces perméables végétalisées** afin de favoriser l'évapotranspiration qui alimente le « cercle vertueux » du chemin naturel de l'eau et permet de lutter efficacement contre les ilots de chaleur (l'humidité fait baisser la température ressentie)
3. **Adapter le dimensionnement des installations en prenant en compte le risque de pluies intenses (surdimensionnement, choix adapté des pentes...)** – Se reporter au règlement d'assainissement de la Métropole
4. **Récupérer une partie des eaux pluviales pour** garantir une disponibilité en eau par le stockage de celle-ci dans des récupérateurs fermés et à l'abri de la lumière, dimensionnés pour les besoins in situ, afin de pouvoir arroser les plantations lors des épisodes de sécheresse, pour prévenir le stress hydrique et permettre la pérennité des plantations et de l'évapotranspiration lors de ces épisodes critiques ;
5. **Recourir à des solutions permettant de limiter les risques d'inondation**, de ruissellement, de ravinement et **l'érosion des sols** ainsi que la **dégradation des surfaces minérales**.
6. Préserver l'alimentation en eau des mares et zones humides, **'écosystèmes** fragiles, particulièrement favorables à la **biodiversité**.
7. **Interdire les rejets d'eaux aux réseaux et la sur-sollicitation des stations d'épuration par la dilution des eaux sales ; afin de réduire les coûts de traitement des eaux et d'améliorer l'efficacité du traitement des eaux usées**

II.2- Comment gérer efficacement les eaux de pluie ?

La Ville de Lyon impose au maître d'œuvre qu'il propose des solutions qui permettent le respect du cycle naturel de l'eau dans le cadre de tous les projets, qu'ils concernent une construction neuve ou une réhabilitation. En conséquence, les choix réalisés devront être justifiés au regard de cette exigence.

Devront impérativement être pris en compte :

- **Le respect de l'écoulement naturel de l'eau** : il est interdit de lutter contre le ruissellement, aussi, la topographie du site doit être respectée et les aménagements devront prendre en compte le parcours naturel que prend l'eau.
- **Les surfaces perméables** seront maximisées pour **permettre l'infiltration des eaux pluviales « in situ », sous réserve de la qualité des sols présents (absence de pollution)**.
- Mettre en œuvre des **aménagements intégrés dans la conception paysagère** du site, permettant **d'infiltrer un maximum d'eau** sur l'emprise de la parcelle, et de **temporiser ou de réduire autant que possible les volumes rejetés dans les réseaux** de collecte d'eau pluviale classiques (caniveaux, regards, réseaux enterrés).
- **L'utilisation des eaux pluviales se fera en « circuit court »** ; la ressource sera valorisée en la stockant dans les sols fertiles, en guidant leur parcours et en favorisant leur rétention / infiltration dans les surfaces plantées

II.3- Quels sont les aménagements à mettre en place ?

- **Le maître d'œuvre s'assurera d'une bonne infiltration** en désimperméabilisant au maximum la parcelle, en favorisant l'installation du végétal sur des surfaces multifonctions (piétinables, drainantes, fertiles) et en étendant les surfaces naturelles spontanées.
- **Des dispositifs seront créés *in situ* naturels, végétalisés et simples à gérer en coût et en temps, permettant de maximiser l'infiltration à la parcelle et le retour de l'eau « à la nappe » le plus rapidement possible** : noues, bassins de rétention, avec infiltration « en surverse » par tranchées drainantes, puits d'infiltration...
Les ouvrages de rétention et / ou infiltration peuvent devenir des **aménagements paysagers à part entière**, avec une valeur esthétique et écologique importante (bassins de rétention à ciel ouvert ou noues paysagères).
- **Toutefois, ces espaces ne devront être sources ni de nuisances olfactives ni de substances pouvant présenter un** risque sanitaire (cyanobactéries par exemple). Un accès sécurisé à ces espaces devra également être assuré, en particulier pour les enfants.
- Pour la création de bassin de rétention ou mares, **la ville de Lyon exige le recours exclusif à des produits étancheurs naturels** de type argile.

II.4- Comment réaliser une noue paysagère ?

- Adapter la conception de la noue en fonction de la possibilité ou non d'infiltrer les eaux dans le sol en place (stockage uniquement et rejet en débit limité, ou stockage et infiltration à la parcelle)
- Veiller à la bonne exécution du **profil longitudinal de la noue** pour éviter la stagnation de l'eau,
- Choisir des matériaux drainants en fond de noue pour éviter le colmatage en cas de possibilité d'infiltrer les eaux
- Procéder à la mise en service de la noue une fois les talus stabilisés par le couvert végétal, accompagner les ouvrages par une **flore adaptée herbacée, arbustive** et arborée, acceptant l'immersion et laissant s'exprimer la flore spontanée.
- Adapter le paillage du sol à la spécificité du milieu pour éviter les migrations de matériaux flottants dans la noue et les obstructions d'exutoires et grilles de surverses (privilégier le paillage minéral)
- Définir une **pente douce** (inférieur à 30%) pour faciliter l'entretien (sauf emprise insuffisante à justifier).

III. Les principes de végétalisation

III.1- Les objectifs

1. Pour la **flore** : Recréer des milieux équilibrés pouvant maintenir leurs qualités écologiques avec un minimum d'intervention humaine, protéger les sols de l'érosion et de l'épuisement.
2. Pour la **faune** : Créer des liaisons vertes multi-supports, des corridors écologiques, une diversité d'habitats pour la nourriture, la reproduction, le nichage ; favoriser la pollinisation.
3. Pour les **usagers** : Créer des îlots de fraîcheur (densité et capacités accrues d'évapotranspiration), proposer des espaces de rencontre et de convivialité apaisés.
4. Pour le **propriétaire** : Baisser la fréquence d'entretien et les coûts de gestion.

La fragmentation des habitats constitue la principale limite à la richesse des écosystèmes urbains. Dans une optique de développement des continuités des trames végétales, il faut chercher systématiquement à réduire les coupures entre les milieux et favoriser les liaisons entre espaces plantés.

III.2- Comment garantir la richesse écologique d'un lieu par le végétal?

III.2.1- En favorisant les continuités écologiques

Pour ce faire :

- **Limiter les obstacles physiques** pour favoriser les échanges biologiques, augmenter la qualité paysagère du lieu et son intégration dans le tissu urbain. Cette continuité écologique s'entend aussi en sous-sol en limitant la création d'obstacles ou la création d'une terre « morte » via l'imperméabilisation du sol
- **Supprimer les clôtures** dès que cela est possible, en réutilisant les matériaux de coupe ou d'abattage pour créer des limites naturelles et perméables (plessage, fascinage)
- Planter des **structures végétales continues et** multi-strates assurant une **continuité** du couvert **végétal** (du couvre-sol aux arbres)

III.2.2- En adoucissant les transitions et les limites

- **Utiliser le végétal** pour séparer les espaces et les fonctions
- 1. Travailler la qualité écologique des lisières qui sont des lieux particulièrement intéressants pour la faune
- 2. Concevoir les clôtures pour **faciliter la circulation des êtres vivants** (passages de faune, clôtures à maille variable). **L'associer avec des vivaces ou arbustes** pour délimiter avec souplesse l'espace si la clôture est obligatoire.

III.3- Quelle stratégie de végétalisation mettre en place ?

1. **Conserver et protéger l'intégrité des végétaux existants** lors d'une requalification, valoriser des sujets pouvant être recepés ou conservés.
2. **Planter de jeunes plants d'arbres et arbustes** (racines nues, H<0.80m) pour permettre une reprise et croissance plus rapide et efficace.

3. Laisser les arbustes et arbres de la **haie en forme libre** (entretien nul), et **soigner la taille des sujets** ayant une **forme remarquable** (grand arbuste, arbre) pour rythmer le paysage de façon maîtrisée.
4. **Anticiper la taille à maturité des arbres** (hauteur et largeur de couronne, profondeur et diamètre du système racinaire) dans la conception pour leur laisser un volume de développement naturel optimal (>2m des limites parcellaires).
5. **Créer et relier les strates aériennes** (houppiers), **basses** (arbustes et couvre-sol) et **sous-sols** (fosses de plantations) entre elles dès que possible pour générer un écosystème complet.
6. Créer des **zones de mise en défens** pour favoriser la régénération naturelle.
7. **Favoriser la flore spontanée**, en supprimant les plantes en «hors sols» et en privilégiant un fleurissement sauvage, indigène et nectarifère (respecter le référentiel Végétal local©).
8. **Favoriser la diversité des espèces plantées** et miser sur une floraison la plus étalée sur l'année.
9. Diversifier les milieux écologiques pour **créer un maximum d'habitats et micro-habitats pour la faune**
10. **Etudier la faisabilité de la création de mares et d'une végétation aquatique inféodée**
11. **Concevoir des panneaux de communication pour Informer et sensibiliser les habitants** aux nouvelles pratiques et à la flore spontanée
12. Permettre l'implantation et le développement de toutes les strates :
 - la strate muscinale : jusqu'à quelques millimètres de hauteur
 - la strate hypogée : 20 premiers centimètres du sous-sol
 - la strate herbacée : jusqu'à 1 m, 1,50 m de hauteur à maturité, la végétation herbacée ne nuit pas au développement des arbres et arbustes, mais participe aux qualités écologiques du massif (accueil de la biodiversité, protection des sols, production de fraîcheur, fixation des polluants...)
 - la strate arbustive : de 2m à 7m pour la strate arbustive haute
 - la strate arborée : hauteur débutant vers 8 m (à maturité)

IV. Une palette végétale pour Lyon

IV.1- Objectifs :

1. **Recréer des milieux équilibrés** capables de maintenir avec un minimum d'intervention humaine leurs qualités écologiques au fil du temps
2. Offrir **une diversité d'habitats** pour tous les cycles de vie de la faune : nichage, reproduction, nourrissage... et garantir la présence d'une population équilibrée (insectes dont pollinisateurs, oiseaux, petite faune...), favorable au bon développement des végétaux et à la lutte naturelle contre les prédateurs du végétal
3. Offrir une meilleure **qualité d'espaces** aux habitants
4. Créer **des îlots de fraîcheur** (densité + capacités accrues d'évapotranspiration)
5. Baisser la fréquence d'intervention

IV.2- Adapter une palette végétale en fonction du milieu géographique lyonnais.

Les propositions faites pour la palette végétale lyonnaise insistent sur la recherche permanente de diversité. Dans tous les aménagements, et quelle que soit l'échelle du projet, **le principe de diversification des essences et d'implantation de strates multiples doit orienter le projet.**

Les listes de végétaux proposées en annexe n°2 sont donc autant de "propositions de base" non exhaustives ; l'importance étant de favoriser la **qualité écologique des plantations** ; et de le faire en se basant sur les **trois entités paysagères qui caractérisent le territoire de la Ville**, pour participer à leur nouvelle lecture à la surface de la ville. Ces entités paysagères de Lyon, fondées sur le socle paysager et géographique, permettront de révéler des ambiances complémentaires.

Les choix botaniques orienteront le projet végétal en s'adaptant localement à la variété des contextes spécifiques, aux principes de gestion durable, à la qualité très variable des sols ou encore à l'accueil des usages souhaités sur place.

Ces propositions tiennent également compte des prévisions des changements climatiques et des risques liés au végétal, comme les plantes invasives, allergènes, toxiques ou favorisant l'installation d'espèces animales nuisibles.

IV.3- Proscrire les espèces à risque allergène :

Le potentiel allergisant peut être :

- Faible ou négligeable (espèces pouvant être plantées en zones urbaines)
- Modéré (espèces ne pouvant être plantées qu'en petits nombre)
- Fort (espèces ne pouvant pas être plantées en zones urbaines)

La liste ci-après est donnée à titre d'informations et doit être relativisée en fonction du lieu d'implantation des arbres en question. Les arbres à caractère allergènes ne peuvent être placés proche d'espaces sensibles tels que des écoles, crèches et zones de forte affluence.

Arbres		
Espèces	Famille	Potentiel allergisant
Érables*	Acéracées	Modéré
Aulnes*	Bétulacées	Fort
Bouleaux*		Fort
Charmes*		Fort
Charme-Houblon		Faible/Négligeable
Noisetiers*		Fort
Baccharis	Composées	Modéré
Cades	Cupressacées	Fort
Cyprès commun		Fort
Cyprès d'Arizona		Fort
Genévriers		Faible/Négligeable
Thuyas*		Faible/Négligeable
Robiniers*	Fabacées	Faible/Négligeable
Châtaigniers*	Fagacées	Faible/Négligeable
Hêtres*		Modéré
Chênes*		Modéré
Noyers*		Faible/Négligeable
Mûriers à papier*	Moracées	Fort
Mûriers blanc*		Faible/Négligeable
Frênes*	Oléacées	Fort
Oliviers		Fort
Troènes*		Modéré
Pins*		Faible/Négligeable
Platanes**	Platanacées	Modéré**
Peupliers*	Salicacées	Faible/Négligeable
Saules*		Modéré
Ifs*	Taxacées	Faible/Négligeable
Cryptoméridia du Japon	Taxodiacees	Fort
Tilleuls*	Tilliacées	Modéré
Ormes*	Ulmacées	Faible/Négligeable

IV.4- Installer une palette comestibles

Lyon entretient une histoire de longue date avec l'horticulture et notamment avec la culture des arbres fruitiers. Les premières sources datent en effet du XVI^{ème} siècle et on dispose d'informations bien documentées sur les cultures fruitières à partir du XVIII^{ème} siècle. A compter de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle, les variétés d'abricotiers, de cerisiers, de pêchers, de poiriers, de pommiers et de pruniers sont créées par les horticulteurs lyonnais par centaines (source CRBA).

Aujourd'hui, l'autonomie alimentaire du territoire grand lyonnais est estimée à moins de 5%. 95% des produits agricoles du territoire sont exportés. Gagner en autonomie alimentaire en développant la production et les circuits courts de distribution est aujourd'hui un défi immense.

Il est donc tout à fait pertinent de reconnecter Lyon avec son histoire en réintroduisant dans les palettes végétales paysagères des variétés comestibles (légumes, arbustes à petits fruits, arbres fruitiers), si possible locales, tout en étudiant leurs capacités d'adaptation au changement climatique, en recherchant des variétés à fort potentiel et tenant compte du risque de pollution des sols et risques sanitaires associés, le cas échéant.

V. Concevoir des espaces végétalisés en prenant en compte l'entretien et la gestion durable des plantations

Les objectifs :

1. **Garantir le maintien des qualités écologiques et d'accueil de la biodiversité d'un site à long terme**, au-delà de sa livraison
2. **Permettre aux surfaces plantées de se développer au meilleur de leur potentiel à long terme** pour qu'elles participent efficacement à l'adaptation de la ville au changement climatique
3. **Réduire les coûts de gestion** des surfaces plantées.

V.1- Quels sont les prérequis pour gérer efficacement un espace planté?

- **Prendre en compte les usagers** et les **riverains** pour faire accepter un changement de gestion sur leur environnement proche par la communication et la participation.
- **Prendre en compte l'existant (faune et flore)** pour proposer une gestion adaptée
→ Par exemple, prise en compte des périodes de reproduction / nidification pour planifier les fauches d'une prairie
- Prendre en compte la qualité des sols pour adapter si nécessaire les usages

V.2- Quelles sont les actions à mettre en œuvre pour y arriver ?

- **Prévoir un plan de gestion différenciée** en amont, dès l'élaboration du projet, afin d'adapter le projet au mode de gestion prévu / possible → Etablir un plan de gestion avec le futur gestionnaire pour garantir les qualités écologiques du site au-delà de la livraison.
- Prévoir des **périodes** ou des **parties** de sites **sans aucune intervention**, en fonction des périodes de reproduction de la biodiversité animale.
- Envisager une gestion évolutive du site **faisant cohabiter différents espaces de gestions différentes** sur un même site : par exemple, une zone ouverte au public avec un entretien plus important, peut côtoyer une zone naturelle protégée à plus forte valeur écologique et de gestion moins coûteuse..
- **Conserver les supports déshérités** sur la parcelle, type arbre mort, tas de branches...qui sont des habitats riches pour la faune.

La simplification de la gestion des végétaux se fera dès la conception en optant pour les choix suivants :

- **Maximiser les surfaces végétalisées** pour simplifier l'entretien, conserver ou restituer des sols fertiles et perméables et les protéger du lessivage (appauvrissement) et du battage (compaction de la surface) tout en prenant en compte les restrictions liées à la sécheresse.
- **Anticiper la croissance** à terme des végétaux au moment de la conception du projet, **prévoir la croissance des troncs et frondaisons en forme naturelle** pour ne pas nécessiter de taille architecturée sur les voiries, trottoirs et façades, ni endommager les réseaux existants.
- **Prévoir une diversité de végétaux dans chaque strate** (herbacée, arbustive, arborée) pour permettre le développement rapide des végétaux les plus adaptés au milieu et une couverture efficace du sol, pour concurrencer les « mauvaises herbes », et permettre le meilleur accueil de la faune et microfaune en diversifiant les milieux.
- Adapter les palettes végétales à la dimension et aux contraintes de gestion des surfaces plantées : pour des massifs de taille inférieure à 20m² en pied d'arbre, privilégier des plantations extensives type couvre-sols ou prairie ; pour des massifs plus grands, reconstituer un milieu équilibré avec les 3 strates arborée, arbustive et vivaces, herbacées, ou couvre-sols.

- Laisser certaines surfaces en «**friche**» totale pour permettre **l'installation d'une régénération naturelle** (en gardant un contrôle régulier des plantes invasives et nuisibles).
- Intégrer les **plantes spontanées et indigènes** (présentes naturellement dans le milieu) et l'équilibre général des milieux à la conception.

En outre, elle sera facilitée en associant les usagers du bâtiment à la gestion des espaces verts extérieurs

- Pour améliorer la santé physique et psychologique des habitants, grâce au contact direct avec la nature, et répondre au « besoin de nature » exprimé par de nombreux citoyens ;
- Pour proposer un espace partagé, permettant de **renforcer les liens sociaux** en ville, et permettre de développer l'appropriation de ces espaces communs ;
- En associant les usagers à la conception des espaces extérieurs et à leurs usages ultérieurs (détente, sport, ornemental, comestible...)
- En proposant des chantiers participatifs au moment de l'aménagement des sites et un accompagnement ou une formation du collectif mobilisé pour son « jardinage » et / ou son utilisation (au démarrage et via des animations régulières)

2ème partie : Végétalisation de la 5^{ème} façade

I. Introduction

Si le principe des toitures végétalisées existent depuis la préhistoire, elles connaissent depuis quelques années un engouement au sein des grandes Métropoles européennes.

Classiquement, les documents réglementaires de référence distinguent deux types de toitures :

- les toitures-terrasses végétalisées non accessibles (décrites dans les Règles professionnelles), comprenant les toitures extensives (végétation rase sur substrat allégé) et les toitures semi-intensives (végétation herbacée sur substrat allégé). L'accès est souvent restreint, elle répond uniquement à des besoins d'isolation thermique du bâtiment et d'absorption des eaux de pluie. Les végétaux en place sont souvent de strates basses (type sedum, prairie fleurie) et évoluent peu dans le temps. **Leurs intérêts pour la biodiversité, leur rôle dans la trame verte et l'adaptation des villes au changement climatique sont très faibles.**
- les toitures-terrasses jardins (décrites dans le DTU 43.1), avec les toitures intensives (végétation type jardin, sur un substrat comprenant de la terre végétale et d'une épaisseur minimum de 30 cm). L'usage du quotidien entraîne une pression sur l'espace et un nécessaire entretien régulier. Les végétaux en place sont divers (arbustes, couvre-sols, vivaces), c'est une configuration qui évolue beaucoup au cours du temps. **Leurs intérêts pour la biodiversité, leur rôle dans la trame verte, et l'adaptation des villes au changement climatique et la création de nouveaux lieux d'usages sont très forts**

Elles se distinguent notamment selon les procédés de végétalisation utilisés, l'épaisseur de substrat et leur poids (charges* induites sur la structure porteuse du toit), etc. Cette nomenclature basée sur les documents réglementaires se retrouve souvent dans les produits commerciaux proposés qui s'en inspirent.

Ainsi, une toiture cultivée peut appartenir à l'une ou l'autre de ces catégories, si elle est à vocation productive et exploitée uniquement par le personnel technique de l'entreprise qui s'y installe pour produire par exemple des fruits et légumes ou si elle est à vocation plus pédagogique, ouverte au public et entretenue par les membres d'un jardin partagé.

Le projet doit cependant toujours tenir compte des caractéristiques propres de la toiture (et de la destination prévue pour cette toiture au moment de la création du bâtiment), qui conditionnent les possibilités d'exploitation et d'accueil du public.

Plusieurs paramètres primordiaux sont à prendre en compte pour garantir le succès du projet de végétalisation :

- **Adapter** le type de toiture végétalisée au **contexte** (conditions de culture, essences végétales, exposition), aux **contraintes** (topographie, portance du bâtiment, accessibilité de la toiture) et aux **objectifs** (essence indigène avec une évapotranspiration importante, substrat local,...). Il faut aussi adapter le projet au **bâti** : en moyenne, la **surcharge permanente admissible** sur une toiture technique existante en béton est de **110kg/m²** (ADIVET)
- Penser conjointement le bâtiment et le végétal (substrat, essence, entretien, gestion, norme de sécurité) pour pérenniser l'aménagement dans la durée : une attention toute particulière doit être portée aux conditions d'accès pour le personnel, le matériel d'entretien, l'apport de matériaux, l'évacuation des déchets et le transport des productions le cas échéant.

- Justifier les objectifs attendus du projet et les croiser avec les caractéristiques du bâtiment et de son environnement. Il s'agira en effet d'écarter les projets qui ne pourront pas être compatibles avec les caractéristiques du site ou qui nécessiteraient la mise en œuvre de solutions techniques démesurées et très coûteuses
- Choisir des mesures de protection collective (garde-corps) et non individuelle (point d'ancrage et longe) pour rendre possible des éventuels usages ultérieurs de la toiture et simplifier son entretien.
- En cas d'activité professionnelle sur la toiture, étudier la cohabitation des flux avec les autres usages du bâtiment sur les parties communes ; il peut être opportun d'étudier un accès indépendant.
- **S'adapter au contexte réglementaire** : certains secteurs, notamment patrimoniaux, supposeront des aménagements plus contenus. Au contraire, les secteurs de renouvellement permettent une plus grande liberté de typologie d'aménagement.
- **Prévoir** dans la conception **l'évolution de la toiture** dans le temps, et **selon sa destination** pour pérenniser l'aménagement.
- Mettre en place une **communication** dédiée pour faire accepter l'aménagement, valoriser l'investissement et inciter l'usage de ces nouveaux espaces disponibles

Enfin, l'entretien doit être anticipé dès la conception de la toiture végétalisée. Une bonne adéquation entre les végétaux, les conditions d'accès et les objectifs de la toiture est nécessaire pour un projet réussi

II. Prescriptions générales communes à tous les projets qu'ils soient des constructions neuves ou des réhabilitations.

Le projet doit toujours tenir compte des caractéristiques propres de la toiture (et de la destination prévue pour cette toiture au moment de la création du bâtiment), qui conditionnent les possibilités d'exploitation et d'accueil du public.

II.1- Le bâtiment

II.1.1- La pente

Il est possible d'installer une végétalisation sur une toiture en pente, à condition de prendre les précautions qui s'imposent pour éviter le glissement du substrat et des végétaux, notamment en cas de vent et de pluies. Plus la pente est forte, plus la mise en œuvre est complexe et généralement coûteuse. Des systèmes de retenue peuvent être utilisés pour limiter le glissement et les écoulements d'eau comme des sangles, des lattes, des planches ou des grilles et treillages (bois traité, métal résistant à la corrosion, treillage rigide).

Aussi la Ville de Lyon impose les exigences suivantes :

- La structure portante de la toiture végétalisée doit supporter le poids de l'installation prévue, corrigée du volume d'eau qu'elle est susceptible d'accueillir (capacité maximale en eau) ; pente minimale de 1 à 2% pour diminuer l'épaisseur de la couche drainante
- Dans le cas où la pente de la toiture est supérieure à 5%, une étude doit être réalisée afin d'indiquer la nécessité ou non de dispositifs de retenue, leur dimensionnement et leur implantation le cas échéant.

- L'évacuation des eaux pluviales sur la toiture est assurée par des dispositifs d'entrée d'eaux pluviales qui acheminent ces dernières à des dispositifs de descente. Les entrées d'eaux pluviales doivent permettre l'évacuation des eaux tout en évitant des phénomènes de colmatage par des débris végétaux, des supports de culture, etc...
- Elles seront donc impérativement entourées d'un regard de visite dont les parois sont ajourées pour laisser l'eau s'écouler tout en retenant les éléments solides. La trappe de visite est toujours apparente. La somme des sections des ajours doit être au minimum 1,5 fois celle de l'entrée d'eaux pluviales. Dans le cas d'une faible épaisseur de support de culture (<30 cm), l'entrée des eaux pluviales pourra ne comporter qu'un garde-grève visitable entourée d'une zone stérile à 20 cm de ce dernier.

Le maître d'œuvre pourra proposer l'installation de toitures végétalisées sur des pentes supérieures mais il devra justifier les caractéristiques techniques mises en œuvre pour en assurer la durabilité. A partir d'une inclinaison de 20%, les toits devront être bordés d'une corniche inférieure, voire d'un dispositif de retenue contre les risques de glissements du complexe végétal. En outre, au-delà de 20% de pente, un avis technique est nécessaire.

II.1.2- Surfaces disponibles et différents éléments de toiture

Dans le cas de toitures existantes, l'encombrement de la toiture doit être pris en compte pour évaluer l'intérêt de la végétalisation ou de la culture. Si la toiture a de nombreuses émergences techniques, cela réduira considérablement la surface végétalisable ou cultivable et rendra plus difficile la circulation en toiture. Notamment, lorsque les bandes stériles sont obligatoires autour de ces émergences.

Un système de drainage devra être proposé dès lors que le projet le justifie (inclinaison du toit, résistance de la structure porteuse et épaisseur de la nature du substrat). La couche drainante, composée de matériaux minéraux ou synthétiques, assure la libre circulation de l'eau en excès. Elle permet la libre circulation de l'eau en tout point de la toiture vers les exutoires et évite donc une charge trop importante par rétention d'eau ou l'asphyxie des racines par stagnation d'eau. L'épaisseur minimale de la couche drainante sera de 2 cm. Elle devra être suffisante pour couvrir les flaches d'eau. La planéité devra impérativement être régulière.

En bordure de toit, l'installation d'une zone de séparation entre la zone stérile et la zone végétalisée est obligatoire.

Un système de filtration évitera le colmatage du système de drainage par des particules du sol-substrat. Le choix d'un non-tissé (qui offre peu de résistances aux racines) imposera un autre géotextile anti-racine. La couche filtrante est une couche de géotextile ou un feutre séparant le support de culture de la couche drainante pour éviter le passage de particules. La couche filtrante doit être disposée entre le support de culture et la couche de drainage ou la couche d'étanchéité. Elle doit être imputrescible. La perméabilité à l'eau normalement à son plan sera supérieure ou égale à 30 l/m²/s ; l'ouverture de filtration sera comprise entre 50 et 200 µm inclus ; la résistance à la traction sera supérieure ou égale à 1 kN/m ; la résistance au poinçonnement statique doit être supérieure ou égale à 200 N ; la masse surfacique doit être supérieure ou égale à 170 g/m² (supérieure à 100 pour les non-tissés en polypropylène). L'ensemble de ces caractéristiques seront mesurées selon les normes en vigueur.

- Une protection lourde sera mise en œuvre pour les zones de circulation technique. Elle sera située au-dessus de la couche filtrante, sous la couche drainante, sur le revêtement

d'étanchéité (avec un film de désolidarisation). Le but est de protéger mécaniquement la membrane d'étanchéité.

- Les dispositions d'exploitation (charges supplémentaires, nécessité de protection lourde ou non, accès selon les usages...) sont à prévoir dès la conception de la TV et doivent être maintenues tout au long de la durée de vie de l'ouvrage.
- Les calculs de charge seront validés par le bureau d'étude et le plan de plantations par le MOE et la Ville de Lyon
- Dans le cas d'une protection racinaire, celle-ci sera impérativement de type mécanique. L'entreprise devra veiller à ce que des recouvrements des lès entre eux soient adaptés à la technique de solidarisation.

II.1.3- Charge supportée par la structure du bâtiment

Le choix d'un type de toiture végétalisée doit être cohérent avec la charge que peut supporter la toiture.

Elle dépend de la conception d'origine ainsi que de l'état et de l'âge des matériaux de construction (épaisseur de la couche de béton, espacement des chevrons, diamètre et disposition des aciers, etc.).

Dans le cas de bâtiment existant, la Ville de Lyon exige la réalisation d'une étude de structure par un professionnel afin d'évaluer la charge disponible pour la végétalisation et les usages futurs de l'espace ainsi aménagé, en tenant compte des charges totales que peut supporter le bâtiment.

A noter qu'il est possible d'augmenter la portance en ajoutant des structures (poutres, colonnes, entretoises) à des endroits stratégiques ou en répartissant les en mettant les éléments les plus lourds au niveau des poutres ou près des murs porteurs (ces informations seront demandées dans l'étude structure).

Pour déterminer la charge induite par le projet, les charges et surcharges prises en compte sont:

- Les charges permanentes
 - o poids du complexe isolation thermique / étanchéité / pare-vapeur;
 - o poids du substrat, des végétaux et des couches filtrantes et drainantes ;
 - o poids forfaitaire de sécurité fixé par les documents techniques unifiés (DTU) à 15 kg/m².
- Les surcharges d'exploitation, d'entretien et climatiques
 - o charge définie pour l'entretien fixée par les DTU à 100 kg/m²;
 - o charge d'exploitation, variable selon les usages et l'accessibilité des toitures (qu'elles soient végétalisées ou non), de 100 à 600 kg/m²;
 - o charges climatiques en cas de neige, pluie.

II.1.4- Circulations sur la toiture

Toutes les circulations seront sécurisées, sans obstacle à enjamber, et garantiront la sécurité du travailleur (selon le Code du travail) ou du public présent (selon la Réglementation ERP).

Des chemins de circulation de 80 cm de large seront aménagés pour permettre l'accès aux équipements techniques, la manutention et l'entretien.

Pour la sécurité des personnes en toitures, les ouvrants ne devront pas constituer de danger, qu'ils soient ouverts ou fermés (risque de chute directe ou par rupture du matériau constituant l'ouvrant). La sortie en toiture devra se faire à plus de 1,5 m du bord de la toiture et en conséquence il pourra être nécessaire de prévoir une protection contre les risques de brûlures en présence de système de chauffage.

En cohérence avec les Règles professionnelles, la Ville de Lyon exige une zone « stérile » sans végétation (avec des gravillons ou platelage par exemple), de minimum 40 cm de large autour de chaque émergence dès que la végétation contient des vivaces et des graminées, et pour une surface de toiture supérieure à 100 m².

Une zone stérile composée de graviers de 16 à 32 mm sera également aménagée autour de la descente d'eau et le long de la bordure du toit ; elle doit être réalisée entre chaque surface plantées et les relevées d'étanchéité. Elle doit être drainante et ne pas contenir de support de culture ni de végétation, dans le but de faciliter l'entretien et la vérification des relevés d'étanchéité.

Dans le cas où des zones techniques sont également présentes sur le toit (VMC, crosses de passage de câbles, etc...), des zones de circulation reposant sur l'étanchéité devront être installées. Elles devront être séparées des dispositifs plantés par un dispositif de séparation (dispositif vertical empêchant la migration du support de culture). Les zones de séparation doivent être d'une hauteur minimale atteignant le niveau fini du support de culture sur toute la hauteur du support de culture. Les dispositifs de séparation ne doivent pas s'opposer au libre passage de l'eau sur la toiture.

Les chemins de circulation pourront être réalisés par des dalles sur une couche de désolidarisation, sur chape mortier ou béton, sur plots ou bien directement sur le support de culture des zones plantées. Le libre écoulement de l'eau sur la toiture ne doit jamais être interrompu.

II.1.5- Accès et aménagement

Un accès sécurisé à la toiture végétalisée doit être prévu dès sa conception.

Celui-ci est nécessaire tant pour la conception de la toiture végétalisée (acheminement et mise en place des matériaux, dispositif temporaire pour les travaux à prévoir, etc.) mais également aux futures opérations d'entretien.

La Ville de Lyon exige que la nature de l'accès soit compatible avec la fréquence et l'intensité d'entretien (passages, outils, élimination des déchets, etc.).

Des moyens d'accès permanents, par l'extérieur du bâtiment sont à favoriser, avec escaliers pour les accès fréquents et échelles à crinoline pour les accès peu fréquents. Indépendamment de la fréquence d'accès, les escaliers sont exigés dès que l'entretien nécessitera outillages, matériels et/ou matériaux plus encombrants.

La priorité sera donnée systématiquement, dans le respect du Code du travail, à la mise en place d'un système collectif de protection contre les chutes (toutes les personnes présentes sur la toiture sont protégées par le même dispositif), installé de manière permanente, quelle que soit la hauteur du bâtiment. Il s'agit des acrotères, rambardes ou écrans qui servent de garde-corps, élevés à 1 mètre au-dessus du niveau de circulation de la terrasse. Cette hauteur peut varier en fonction de l'épaisseur du garde-corps. Les garde-corps peuvent être ajourés ou pleins, simples ou composés. En fonction des personnes et du type de public accueilli sur la toiture, les normes françaises précisent les critères de hauteur, d'espacement et d'implantation des garde-corps.

II.2- Espèces végétales et substrats

II.2.1- Les espèces végétales

Le choix des essences est primordial pour minimiser le besoin en eau du couvert végétal. Il s'agit donc de sélectionner des espèces adaptées au climat et aux conditions spécifiques de la toiture, en privilégiant la plus grande épaisseur du support de culture dès que possible et une composition adéquate pour maximiser la disponibilité en eau et limiter les besoins en arrosage.

Les végétaux en toiture seront choisis pour leur rusticité, leur résistance à la sécheresse et leurs faibles exigences nutritives afin de limiter l'arrosage ultérieur.

Ce choix d'espèce sera affiné selon le type de toiture privilégié et des conditions propres au site et de l'entretien envisagé.

Les besoins spécifiques des plantes devront être pris en compte : certaines plantes nécessitent une sécheresse permanente et ne supportent pas d'avoir les racines dans l'eau et ne se maintiendront donc pas sur des toitures plus régulièrement arrosées et où l'humidité se maintient. D'autres plantes en revanche, tolèrent des périodes humides tout en étant très résistantes en cas de sécheresse intense et prolongée.

Les plantes de mi-ombre seront choisies pour les toitures moins bien exposées, avec des ombres portées par exemple.

Afin d'assurer dans la durée la durabilité de l'étanchéité de la toiture les plantes au système racinaire dense et superficiel seront choisies dans le cas d'un substrat de faible épaisseur.

Le choix de la technique de plantation doit tenir compte des coûts, de la période de plantation et également du temps d'installation des végétaux, qui aura une conséquence sur l'effet esthétique immédiat. Les techniques peuvent bien entendu être mixées sur une même toiture, afin de varier les effets et de créer différents ensembles végétalisés

Le complexe isolant devra être résistant à la compression et aux racines. L'application en deux couches des membranes anti-racine est souhaitée par la Ville de Lyon.

Tous les revêtements d'étanchéité doivent intégrer une protection anti-racine ou être résistants à la pénétration des racines, conformément à la norme en vigueur. Une résistance au poinçonnement suffisante est également requise (classe 15 du classement FIT des étanchéités toiture par le CSTB)

Certains végétaux sont interdits ou non recommandés en toiture. Il s'agit principalement des plantes dont le système racinaire pourrait dégrader l'étanchéité (malgré la barrière anti-racines). Sont concernées les plantes à racines pivotantes, les arbustes et arbres à grand développement.

En fonction de l'orientation et des vents dominants, la hauteur des plantes devra être prise en compte, pour éviter les risques de déracinement sous l'effet du vent.

Autres exigences de la Ville de Lyon :

- Utilisation d'espèces locales en jeune plants ou semis, vivaces et très indigènes
- Limitation des systèmes pré-cultivés en privilégiant la plantation
- La palette végétale sera choisie en évitant les espèces toxiques, à fort pouvoir allergisant et envahissant. Cf. Annexe

- Un arrosage raisonné est nécessaire pour éviter le gaspillage de la ressource en eau. Il s'agit de choisir dès la conception des espèces adaptées au projet et/ou par un arrosage automatique délivrant une quantité d'eau correspondant le plus précisément au besoin des plantes.
- En fonction des choix d'espèces privilégiées (et validées par la Ville de Lyon)
- Adapter la végétalisation aux charges admissibles
- Choix des espèces en fonction de l'ensoleillement et des masques
- Diversification des strates végétales et recherche d'un entretien minimaliste à calibrer en fonction de la classe de toiture
- Mise en place des grilles de récupération pour les feuilles mortes et autres indésirables au niveau des gouttières.
- Les espèces volubiles devront être installées de manière à ne pas exercer des forces de traction causant des déformations au support (toit, gouttières, murs)
- Choisir d'implanter, au droit des poutres, les charges les plus importantes pouvant accueillir une flore arbustive sans imposer un renforcement de la structure

II.2.2- Substrat et supports de culture

Le MOE privilégiera plusieurs supports de culture, afin de constituer un milieu très favorable au développement de la biodiversité. Une analyse pour chaque typologie de support devra être réalisée par un laboratoire indépendant certifié selon les normes en vigueur.

Le protocole de mise en œuvre des différents matériaux (couche drainante et support de culture notamment) devra être validé par le bureau de contrôle et l'entreprise d'étanchéité.

Un système d'allègement sous le système de culture ou mélangé au substrat, sera mis en place. Le système le plus écologique sera privilégié.

Le volume du substrat de croissance sera adapté au type de toiture végétalisée.

II.2.3- Points d'eau et évacuation

Le nombre de points d'eau à prévoir est lié à la surface de la toiture végétalisée. Tout point de la toiture devra être situé à moins de 30 m d'un point d'eau. Ces points d'eau seront de débit bien dimensionné à la surface végétalisée ou cultivée et ce même pour une toiture prévue pour un faible entretien).

Les Règles Professionnelles recommandent que tout point de la toiture soit situé à moins de 30 mètres d'un point d'eau.

Afin de se prémunir des arrêts sécheresse, la Ville de Lyon exige que tous les projets de végétalisation soient associées à une cuve de récupération d'eau pluviale.

Pour cette citerne (cuve installée au pied de l'ouvrage), il sera obligatoire de prévoir un remplissage de secours en eau de ville et il faudra prévoir une station de pompage délivrant impérativement une eau filtrée à 130 µm, afin de ne pas encombrer les canalisations du système d'arrosage. Le système comportera également un filtre dégrilleur pour arrêter les déchets les plus importants en amont de la cuve.

En fonction des espèces végétales privilégiées, le maître d'œuvre devra justifier la technique d'arrosage la plus adaptée (arrosage intégré, arrosage par aspersion, etc.). Un calcul liminaire des besoins des végétaux devra être présenté à la Ville de Lyon, afin de dimensionner le système

d'irrigation et de programmer les débits. Les asperseurs seront toutefois interdits dans le cas de toiture très exposées au vent car ce dernier peut disperser l'eau avant qu'elle n'atteigne le végétal.

En cas de mise en place de dispositifs de commande, ces derniers seront rendus inaccessibles au public quand le toit est accessible.

Si un système d'arrosage automatique était intégré, la Ville de Lyon souhaite que soit prévue une alimentation électrique (230V, 10A). Le point d'eau, à défaut d'être en toiture, devra être disponible à proximité, à l'étage en dessous par exemple. L'eau sera alors amenée en toiture via un dérouleur pour tuyau d'arrosage. En cas d'arrivée d'eau directement sur le toit, il faudra prévoir une purge de l'installation en hiver.

Les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales (entrées des eaux pluviales et trop-pleins) devront être présents et en bon état de fonctionnement.

Ils seront identifiés et localisés par le paysagiste.

Chaque toiture devra comporter au moins deux descentes ou une descente et un trop-plein. Les évacuations devront être équipées d'un système permettant de retenir les débris (feuilles, papiers, etc.) pour éviter tout engorgement des descentes : crapaudines, garde-grèves, etc. Ils seront vérifiés au minimum une fois par an.

II.3- Autres exigences

- Le contrat d'entretien des TV après leur mise en service devra être proposé par le paysagiste
- L'entreprise ayant posé la structure végétalisée devra préciser les modalités d'entretien de la végétalisation et pendant la période de confortement et ensuite pour la période d'entretien courant.
- Par défaut, les assurances responsabilité civiles des entreprises de paysage n'incluent pas les aménagements de toitures végétalisées. Le maître d'œuvre devra donc s'assurer que l'entreprise a donc spécifiquement déclaré cette activité à son assureur et contracté une extension d'assurance adaptée et ce avant de répondre au marché.
- L'étanchéité et la végétalisation des toitures devront faire l'objet de lots séparés. Dans le cas contraire, en cas de lot unique, afin de faciliter l'adaptation éventuelle du projet et une bonne prise en compte des aspects paysagers et environnementaux, l'entreprise de paysage devra être le mandataire.
- Les déblais issus du chantier devront être valorisés, notamment dans la création du support de culture. Celui-ci doit répondre à un bon compromis entre capacité de charge à CME, disponibilité en eau pour les plantes, capacité de drainage, disponibilité des nutriments, poids, etc...)
- Le paysagiste devra assurer la réception de l'étanchéité avant de procéder à ses travaux. Le meilleur test se fait en inondant la toiture pendant 24h et en conséquence, le coût du test devra être prévu au marché de l'étancheur.
- Avant que les plantations ne soient faites, le maître d'œuvre s'assurera que plus aucun corps de métier n'est amené à se déplacer sur le toit, pour éviter les dommages infligés aux végétaux. La Ville de Lyon exige de ne pas stocker sur le toit d'avantage de végétaux que la quantité qui doit être plantée dans la journée.
- S'agissant d'un ERP, si la toiture végétalisée devait être accessible au public, les personnes à mobilité réduite devront pouvoir y accéder par un ascenseur ou une rampe adaptée.

- Les exutoires devront être contrôlés afin qu'aucun élément de la couche drainante ne puissent y pénétrer.

III. Prescriptions spécifiques aux projets de réhabilitation.

Le choix d'un type de toiture végétalisée doit être cohérent avec la charge que peut supporter la toiture.

Elle dépend de la conception d'origine ainsi que de l'état et de l'âge des matériaux de construction (épaisseur de la couche de béton, espacement des chevrons, diamètre et disposition des aciers, etc.).

Dans le cas de bâtiment existant, la Ville de Lyon exige la réalisation d'une étude de structure par un professionnel afin d'évaluer la charge disponible pour la végétalisation et les usages futurs de l'espace ainsi aménagé, en tenant compte des charges totales que peut supporter le bâtiment. Il est exigé par ailleurs une étude sur la nature de l'étanchéité.

En effet, la membrane de l'étanchéité doit être compatible avec la végétalisation (notamment anti-racine).

Dans le cas d'ouvrages anciens, il sera nécessaire de refaire l'étanchéité (sauf avis contraire du bureau de contrôle).

En cas d'ajout d'une membrane d'étanchéité en PVC ou en EPDM, il faut s'assurer de la compatibilité chimique avec l'étanchéité existante ou installer une séparation physique (écran de séparation chimique, 300 g/m²).

A noter qu'il est possible d'augmenter la portance en ajoutant des structures (poutres, colonnes, entretoises) à des endroits stratégiques ou en répartissant les en mettant les éléments les plus lourds au niveau des poutres ou près des murs porteurs (ces informations seront demandées dans l'étude structure).

Avant toute installation, il faudra en premier lieu s'assurer de l'état du complexe étanchéité-isolation et prévoir une réfection si nécessaire.

La possibilité de végétaliser et le type de végétalisation retenue devront se faire en adéquation avec les accès existants ou les possibilités d'amélioration de ces accès, pour garantir des accès sécurisés pour l'entretien de la toiture et le maintien de la végétation prévue dans le projet.

La mise en œuvre d'une protection contre les chutes peut ne pas être techniquement possible, le recours à l'utilisation d'un système de protection individuelle antichute pourra être envisagé uniquement pour des interventions ponctuelles et de courte durée.

Ils devront être étudiés en fonction de la géométrie du site. Il s'agit par exemple d'installer une ligne de vie (ancrage sur flexible horizontal, harnais) ou un point d'ancrage positionné au centre d'une toiture avec un système de liaison dont la longueur est calculée pour que l'on ne puisse pas atteindre le rebord de la toiture. L'utilisation d'un tel équipement ne sera possible qu'après une analyse précise de la situation, tenant compte de la résistance et de l'emplacement des points d'ancrages et du tirant

d'air (hauteur de sécurité minimum nécessaire entre l'ancrage et le premier obstacle en cas de chute). Il sera réservé aux seules toitures accessibles uniquement au personnel d'entretien.

Les chutes de hauteur à travers les ouvrants seront par ailleurs empêchées (grilles de protection intérieures, rambardes, etc.).

IV. Exigences spécifiques par type de toitures végétalisées

IV.1- Toitures extensives

- Au maximum 70% d'agrégats poreux en volume, devront composer le substrat afin de conserver le plus d'eau possible.

IV.2- Toitures semi-intensives

- Toitures végétalisées dont l'épaisseur du support de culture est comprise entre 12 et 30 cm. Il est composé majoritairement d'une fraction minérale et parfois d'un faible % de terre végétale.
- Système d'arrosage automatique goutte-à-goutte par petits conduits situés dans le substrat de culture entre le géotextile filtrant et le géotextile anti-racine.
- 50% minimum d'agrégats poreux devront composer le substrat.

IV.3- Toitures intensives

- Toiture végétalisée dont l'épaisseur du support de culture est supérieur à 30 cm
- Le support de culture peut-être composé de terre végétale ou d'un mélange plus élaboré.
- Système d'arrosage automatique pour assurer la survie des arbres et arbustes
- Au maximum 40% d'agrégats poreux devront composer le substrat pour faire place à plus d'éléments nutritifs.

IV.4- toitures biosolaires

Les panneaux solaires peuvent tout à fait être associés à une végétalisation.

La végétation améliore même le rendement énergétique des panneaux en limitant la surchauffe estivale.

L'installation doit permettre que les ombres portées des panneaux favorisent le développement des plantes et inversement que la végétation permette de réduire la température des panneaux.

Toutefois, en cas de toiture biosolaire, le maître d'œuvre justifiera le choix des végétaux retenus qui devront impérativement être adaptés afin de ne pas gêner les installations (ne pas faire de l'ombre sur les panneaux) et être capable de pousser dans ces conditions particulières (chaleur, alternances de zones d'ombre et de soleil)

Ces toitures combinent panneaux photovoltaïque et végétalisation, les deux coexistant en synergie.

- L'installation doit permettre que les ombres portées des panneaux favorisent le développement des plantes
- Et inversement que la végétation permette de réduire la température des panneaux.

V. Les murs végétalisés

Le concept de mur végétal consiste à laisser pousser verticalement des plantes grimpantes le long d'une façade.

Quelques principes à respecter :

- Les végétaux seront impérativement installés à la base du mur, en pleine terre
- Le choix des végétaux sera fonction de l'orientation et/ou de la protection des façades
- Le maître d'œuvre concevra son installation de manière à ce qu'elle exige un entretien minimum. Un cahier d'entretien devra toutefois être fourni à la réception des travaux, précisant notamment tailles et fréquence nécessaire....
- Afin de ne pas dégrader le bâti, les murs végétalisés seront conçus en s'appuyant sur un support (treillis en bois ou acier), câble tendu ou autres formes décalées du mur.

ANNEXE N°1 :

Tableau recensant des matériaux de revêtements de surfaces piétonnables et/ou carrossables acceptés par la Ville de Lyon (liste non exhaustive)

Matériaux	Coût	Accessibilité PMR	Qualités paysagères et écologiques	Avantages	Préconisations
Béton désactivé	+++	oui	Moyen	Bonne solution pour les cheminements primaires à fortes fréquentations (piétons, vélos, rollers, poussettes, etc.)	Veiller à utiliser un granulats local et un désactivant non nocif pour l'environnement
Dalles et pavés béton	++	oui	Moyen	Faciles à poser, modulables, permettant de réutiliser les matériaux lors de réfections des réseaux (évite l'effet rustine des matériaux coulés)	Joints enrherbés
Résine	+++	oui	Mauvais		Utilisation si les autres techniques de plantations ou de dallages ne fonctionnent pas
Sol souple	+++	oui	Mauvais		A éviter hors sols amortissant des aires de jeux lorsque d'autres matériaux amortissant fluent (écorces, graviers roulés...) ne sont pas envisageables
Béton balayé ou brossé	++	oui	Moyenne	Aspect esthétique souvent discutable	Peut être remplacé par un béton désactivé
Dalles plastique perforées	++	non	Bonne	Le gros avantage de ces structures est leur perméabilité. Remplissage en mélange terre/pierre ou gravier si forte affluence	Utilisation positive pour les grands parkings à condition d'utiliser du plastique recyclé et une grave locale et de ne pas imposer un arrosage intégré
Gravier concassé	+	non	Bonne	graviers concassés compactables ou roulés, avec ou sans «ossature» en structure nid d'abeille ou similaire	
Melange Terre pierres	+	non	Excellent	Substrat pouvant être également utilisés comme revêtements de sol dans des espaces extensifs	A favoriser dans l'aménagement des chemins et parkings temporaires
Bois	+++	oui	Excellent	Esthétique et écologique (préférence pour utiliser les bois du site.	Petits cheminements
BRF - Bois Raméal Fragmenté	+	non	Excellent	Augmentation considérable de la microfaune du sol avec une diminution des maladies cryptogamiques. Biostimulation des végétaux	Pouvant être utilisé annuellement comme cheminement secondaire ou tertiaire dans les parcs et espaces naturels.
Paillage organique issu de la réutilisation de déchets végétaux	+	non	Excellent	Mulch d'écorces ou palettes, granulométrie variable permettant la limitation d'évaporation, gestion et enrichissement du milieu, évite la battance du sol et favorise le développement des végétaux	Plantations des massifs et utilisation pour chemin et aires de jeux pour enfants (en remplacement des sols souples)

Remarques sur les revêtements de sols :

Béton balayé -> Avantages : Bon compromis qualité / prix si bien réalisé

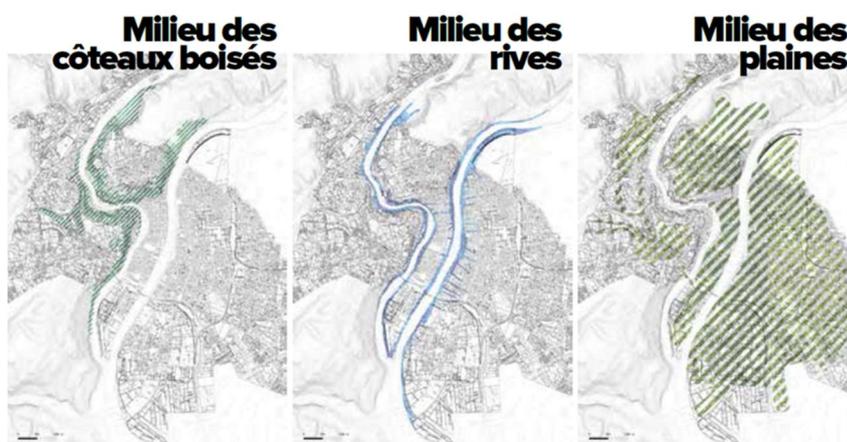
Alternative au béton désactivé: Béton sablé pour éviter l'utilisation de désactivant la plupart du temps nocif pour l'environnement

Dalles alvéolaires (plastique ou béton) : matériaux à bilan carbone élevé, non recyclable ; usage très ponctuel préconisé, uniquement lorsqu'un revêtement sol perméable compacté ou pavés ou dalles en pierre naturelle à joints larges n'est pas possible

Bois : Privilégier les bois locaux et naturellement imputrescibles (châtaigner, mélèze) / Préconisations : Nécessite une mise en œuvre spécifique pour assurer la pérennité de l'ouvrage (ventilation de la structure et des lames, jeux des dilatations et déformations à prévoir) – A exclure en utilisation enterrée ou semi-enterrée

ANNEXE N°2 :

Tableau recensant des matériaux de revêtements de surfaces piétonnables et/ou carrossables acceptés par la Ville de Lyon (liste non exhaustive)



1- Le milieu des coteaux boisés :

Il est essentiellement constitué par les **Balmes** de Lyon, qui forment l'**horizon caractéristique** de nombreux paysages urbains lyonnais.

Il s'agit d'une véritable entité "typique", constituée des boisements en taillis des pentes raides bordant les rives de Saône et du Rhône, composés de peuplements souvent spontanés, et parfois accompagnés d'essences exotiques rapportées dans les jardins des anciennes grandes propriétés ponctuant ces coteaux.

Les ambiances de ce milieu sont caractérisées par la densité du couvert arboré, à dominante caduque, des sous-bois fournis, complétés par des arbres isolés majestueux. Les verts sombres dominent, animés à l'automne par les couleurs spectaculaires des feuilles qui jaunissent ou virent aux rouges.

Les espèces d'**arbres** de référence pour les coteaux boisés sont les **Chênes**, **Hêtres** ou **Merisiers** sur les pentes peu exposées (ubacs), ou **Erables** et **Micocouliers** sur les versants ensoleillés (adrets).

Strate arborée	Strate arbustive	Strate herbacée /vivaces
Acer platanoides - Erable plane Acer cappadocicum - Erable decapadoce Acer buergerianum - Erable trident Acer campestre - Erable champêtre Acer zoeschense - Erable zoeschense Acer opalus subsp. opalus Erable à feuilles d'obier Amelanchier canadensis - Amelanchier du canada Parrotia persica - Arbre de fer Prunus avium - Cerisier des oiseaux Prunus serrula - Cerisier du tibet Quercus ilex - Chêne vert Quercus petraea - Chêne sessile Quercus robur - Chêne pédonculé Celtis australis - Micocoulier	Cistus x salvifolius / x laurifolia Cistus ladanifera Cornus officinalis - Cornouiller Cornus amomum - Cornouiller odorant Corylus avellana – Noisetier Juniperus oxycedrus Juniperus phoenicia Phillyrea vilmoriniana Phlomis fructicosa Rhamnus alaternus Sambucus nigra - Sureau noir Sambucus racemosa - Sureau à grappes Santolina lindavica / chamaecuparissias Spartium junceum	Achillea millefolium Ajuga reptans - Bugle rampant Artemisia Eryngium alpinum / bourgatii Euphorbia copton Euphorbia martinii Helichrysum italicum Iris barbata x Stipa pennata Verbena bonariensis

Flore locale Lyon

2- Le milieu des rives :

Les rives du Rhône et de la Saône ont bénéficié depuis vingt ans de réaménagements qui ont largement contribué à la requalification et à l'identité de ces paysages fluviaux. Les promenades qui accompagnent ces quais verts et ripisylves permettent aux Lyonnais d'avoir un contact avec ces ensembles végétaux rares dans les milieux urbains, et qui sont devenus caractéristiques de la ville de Lyon.

De nombreuses combinaisons végétales identitaires de ces milieux ont ainsi pu être réinstallées dans leur "milieu naturel" et constituent autant de palettes de référence dont on peut aujourd'hui évaluer l'évolution et les capacités de résistance à la fréquentation (et en ce qui concerne les rives de Saône, aux inondations ponctuelles).

Ces palettes aujourd'hui utilisées strictement "en bords de cours d'eau" **pourraient être plantées au-delà de ces seules berges**, à proximité des cours d'eau sur les espaces publics ou privés situés en vis-à-vis de ceux-ci, **pour signaler** dans ces espaces "urbains denses" **la présence proche de l'eau**, comme un "cordon végétal dilaté" accompagnant la trace de l'ancienne zone d'expansion des deux cours d'eau.

Les espèces de référence pour les rives sont les **Saules, Peupliers** ou **Aulnes** sur les sols humides (rives immédiates de l'eau) ou **Frênes** et **Platanes** si les sols sont plus secs (quais hauts, et fronts végétaux parallèles aux cours d'eau).

Strate arborée	Strate arbustive	Strate herbacée/vivaces
Salix alba Saule blanc Salix viminalis Saule des vanniers Salix humilis Saule humilis Salix pentandra Saule à 5 étamines Alnus glutinosa Aulne glutineux Alnus glutinosa imperialis Aulne glutineux imperial Populus tremula Peuplier tremble Fraxinus angustifolia Frêne à feuilles étroites Platanus acerifolia Platane Cercidiphyllum japonicum Arbre au caramel	Cornus stolonifera Cornouiller stolonifère Cornus sanguinea Cornouiller sanguin Frangula dodonei subsp. dodonei Bourdaine Salix repens Saule rampant Salix triandra subsp. triandra Osier brun Sambucus ebulus Sureau hièble Sambucus racemosa Sureau à grappes	Heracleum mantegazzianum Berce du caucase Inula helenium La grande aunée Inula ensifolia Aunée Agrimonia eupatoria Aigremoine Aupatoire Humulus lupulus Houblon Alliaria petiolata Alliaire Euphorbia amygdaloides subsp. amygdaloides Euphorbe des bois

Flore locale Lyon

3- Le milieu des plaines :

Le caractère horticole puis agricole des plaines dans l'espace lyonnais a pratiquement disparu des paysages de l'Est de la ville, mais la mémoire de ces espaces productifs et les structures parcellaires rappellent encore parfois ce caractère qui doit être réaffirmé aujourd'hui, malgré le - ou grâce au - rythme de transformation et de densification accru des aménagements urbains.

Dans ce milieu, l'enjeu est de réinstaller et de faire exister une nature domestiquée "traditionnelle" mais aussi "comestible", celle de l'obtention et de la culture des arbres et arbustes champêtres, fruitiers, de production forestière, celle des rosiers, emblématiques de la culture horticole lyonnaise... et de créer dans ce milieu en pleine expansion urbaine, un cadre de vie "refuge", sain et agréable pour les riverains.

Les ambiances des plaines sont désormais liées à la trame urbaine, composée de grandes avenues plantées avec des espaces de nature intégrés dans le tissu bâti, dans tous les "interstices" restants, et ceux qu'on peut libérer au fil des requalifications urbaines. Les squares ou jardins existants sont de taille variable, avec une présence arborée qui doit être renforcée. Ici les structures végétales d'inspiration agricole ou horticole "d'obtention" peuvent participer, avec une gamme adéquate, à renforcer ou créer une identité qui n'est pas manifeste dans la géographie ou l'architecture.

Les espèces d'arbres de référence pour la plaine sont les **Tilleuls, Sorbiers, Aubépines** ou **Prunus** - dont toutes les variétés fruitières. Parmi les arbustes, certains rosiers botaniques seront privilégiés.

Strate arborée	Strate arbustive	Strate herbacée/vivaces
Tilia cordata Tilleul cordé	Amelanchier alnifolai	Agrostemma githago Nivelles des blés
Tilia platyphyllos Tilleul à grandes fleurs	Cercis siliquastrum	Centaurea cyanus Bleuet
Pinus sylvestris Pin sylvestre	Colutea orientalis	Papaver rhoeas Coquelicot
Prunus mahaleb Cerisier de sainte lucie	Cornus mas	Verbascum nigrum Molène noire
Prunus padus subsp. padus Cerisier à grappes	Cornus sanguinea	Oenothera biennis Onagre bisannuelle
Prunus spinosa Prunelier	Cotinus coggygria Arbre à perruques	Echium fastuosum Echium blanc
Sorbus domestica Cormier	Cytisus oromediterraneus	Borago officinalis Bourrache
Crataegus monogyna Aubépine	Genet purgatif	Calluna vulgaris Bruyère commune
Pistacia terebinthus Pistachier térébinthe	Hippophae rhamnoides	Centranthus ruber Valériane rouge
	Argousier	Chaerophyllum temulum Cerfeuil enivrant

Flore locale Lyon

Remerciements

Ce cahier « Espaces extérieurs et Végétalisation de la 5^{ème} façade» a été réalisé par les services de la Ville de Lyon.

Les personnes suivantes se sont particulièrement impliquées et sont vivement remerciées pour le travail réalisé :

Alain BALANDRAS (Direction de la Construction) / Clément BERNARDET (Direction de la Construction) / Tatiana BOUVIN (Direction de la Biodiversité et de la Nature en Ville) / Isabelle CHAGNOT (Direction de la Biodiversité et de la Nature en Ville) / Nicolas MAGALON ((Direction de la Biodiversité et de la Nature en Ville) / Valérie MAYEUX-RICHON (Direction de la Gestion Technique des Bâtiments) / Florence PRADIER (Direction de la Santé) / Magali ROGEL (Direction de la Biodiversité et de la Nature en Ville) / Stéphane SANGOUARD (Direction de la Gestion Technique des Bâtiments) / Diana SEPULVEDA (Direction de la Santé) / Ombeline TRIAU (Direction de la Santé)