



Etude fosse de plantation et rétention des eaux Projet Ville de Lausanne

1 Contexte

La Ville de Lausanne développe le nouvel éco-quartier des Plaines-du-Loup. Dans ce projet, le plan partiel d'affectation (PPA) contraint les espaces publics à effectuer de la rétention d'eau avec un débit de restitution contrôlé de maximum 20 litres par seconde et par hectare pour les surfaces imperméables et pour une pluie temps de retour 10 ans.

Pour limiter l'impact des travaux, la rétention est conçue à ciel ouvert. Cependant, dans ce quartier très dense (3'200 habitants/emplois sur une surface de 8'300 m²) et avec des rues souvent en pente, ce principe n'est pas toujours possible. La rétention enterrée s'avère donc souvent nécessaire.

Afin de ne pas coloniser le sous-sol avec des infrastructures de gestion des eaux qui prendraient la place potentiellement explorable par les racines des arbres, il a été imaginé de créer des fosses de plantation qui pourraient faire office de bassin de rétention en stockant l'eau de pluie afin de la restituer aux arbres et pour le surplus aux collecteurs en respectant les débits de restitutions imposés.

Pour y parvenir, la Ville de Lausanne s'est inspirée du système dit « de Stockholm » qui consiste à collecter les eaux météoriques et à les infiltrer au travers de fosses de plantation. Le sous-sol lausannois ne permettant pas dans son immense majorité de réaliser de l'infiltration, il a été imaginé de remplacer cet exutoire naturel par un dispositif de drainage avec une réduction du débit de sortie correspondant à la directive communale.

2 Enjeux et objectifs

L'enjeu de l'étude dépasse le cadre de l'éco-quartier des Plaines-du-Loup. La problématique de gestion des eaux météoriques dans l'espace public rencontrée sur le projet de l'éco-quartier sera un élément récurrent à l'avenir dans tous les projets de réfection de l'espace public existant.

Les principales contraintes aujourd'hui pour le développement des arbres en ville sont le manque d'espace souterrain, le peu de possibilités d'accès à l'eau et les échanges réduits entre le sol et l'atmosphère. Il était donc nécessaire de chercher des solutions permettant de concilier cette gestion des eaux avec les ambitions d'augmentation de la couverture arborée de la Ville qui nécessitent une augmentation des volumes souterrains dévolus aux racines des arbres.

La mutualisation des problématiques de gestion des eaux et de végétalisation de la ville pour la rendre plus résiliente face aux changements climatiques, devrait permettre de donner plus de poids à la question de l'occupation du sous-sol face aux différents réseaux qui l'occupe. Des financements additionnels pourraient aussi, à terme, être mis en place pour la gestion de l'eau et bénéficier collatéralement au verdissement de la ville.

Face à ces enjeux, l'objectif est de développer un système inspiré du système « de Stockholm » et qui soit dimensionné pour répondre aux exigences normatives locales. Il s'agit également de l'adapter aux contraintes de pente de Lausanne et aux matériaux locaux afin que son empreinte écologique soit la plus faible possible. Pour permettre sa mise en œuvre à l'échelle de l'éco-quartier des Plaines-du-Loup, un test doit être réalisé afin de vérifier les hypothèses prises et les dimensionnements calculés.

3 Principes développés

Le principe développé propose la création d'un techno-sol (sol reconstitué) constitué d'éléments minéraux (ossature portante) avec une part minoritaire de matière organique située dans les interstices des agrégats. Au-dessus, une couche complètement minérale sans matière fine permet la diffusion de



l'eau et l'aération de la fosse. Les qualités de portance des couches permettent de porter les matériaux carrossables de surface sans mise en œuvre de coffres supplémentaires.

Lors d'événement pluvieux, l'eau collectée remplit la fosse de plantation. Cette mise en charge du système va chasser les gaz naturellement présents dans la fosse au travers de la couche d'aération et d'exutoire en surface. Lors de l'évacuation de l'eau, le vide créé va attirer de l'air oxygénant le substrat jusqu'en fond de fosse. La régulation de l'évacuation de l'eau en fond de fosse permet de vider la macroporosité du dispositif en moins de 5 heures. Un système de trop-plein permet de gérer l'eau excédentaire en cas d'événement exceptionnel. En fonction de la pente, le dimensionnement précis de la fosse doit s'adapter afin de trouver le juste dimensionnement permettant de gérer un deuxième événement pluvieux important quelques heures après un autre alors que la porosité fine du système est encore partiellement remplie.

La fraction organique est constituée de biochar composté à 70% de concentration. Cette matière est extrêmement stable dans le temps (garantie de fonctionnement du système) et présente des propriétés de porosité très importantes qui permettent le fonctionnement hydrologique des fosses. Philosophiquement, l'emploi de biochar permet de réaliser des sols fertiles en milieu urbain permettant de verdir la ville sans compter sur l'usage de terres végétales issues de décapage de surfaces agricoles hors de la ville. Cela permet en outre de réaliser du stockage de CO₂ à long terme. Le biochar présente des propriétés de filtration très intéressante. Sa mise en œuvre dans les fosses et en particulier en concentration pure autour des drains pourrait permettre de réaliser les prétraitements des eaux de chaussées. Les études et tests à venir devront permettre de répondre à cette question. Finalement, et pour rendre le système le plus vertueux écologiquement, des tests de réemplois de matériaux de déconstruction pour la réalisation de la fraction minérale du techno-sol sont envisagés. La valorisation des déchets organiques communaux dans la réalisation des biochars pourrait aussi être envisagée à terme.

Les capacités de porosité du système sont réparties pour une part en capacité de drainage rapide et pour une autre part en capacité de rétention. Le dimensionnement répond au volume de rétention nécessaire par le volume de drainage rapide. Ce mode de dimensionnement permet d'assurer un volume de rétention suffisant en cas de nouvel épisode pluvieux important quelques heures après une première pluie qui aurait saturé la porosité fonctionnant comme rétention d'eau. Conséquence vertueuse de ce mode de dimensionnement, les fosses sont capables d'absorber un volume bien supérieur à la pluie temps de retour 10 ans dans la plupart des cas offrant une meilleure protection du système de collecteur. La pente de la fosse a une influence importante sur le volume de drainage rapide dans un cas de système saturé en eaux. Il convient d'adapter le dimensionnement au cas par cas en fonction de cette contrainte et de la longueur de la fosse. Un système de cloisonnement ou de paliers intermédiaire peut être envisagé dans certains cas. La porosité de rétention offre de l'eau disponible pour les végétaux pendant un minimum de 2 semaines en période estivale. Un suivi des besoins en arrosage est nécessaire mais ces derniers peuvent être réalisés de manière extrêmement rapide en remplissant le système à travers les grilles de récolte des eaux. Le nettoyage des surfaces minérales du bassin versant fait office d'arrosage notamment.

4 Test de mise en œuvre

Un test de mise en œuvre a été effectué à l'automne 2020 dans le cadre du chantier de réaménagement de l'espace public de l'Avenue de Montoie. Une fosse pilote de 85 m² s'inscrit dans une pente générale de 4%. Des arbres sont plantés dans des surfaces perméables entourées d'enrobé, d'autres sont plantés dans des surfaces minérales perméables et végétalisées extensivement. Ces différentes finitions de surfaces impliquent une adaptation des couches constructives (suppression de la couche d'aération sous la surface perméable végétalisée) et ont permis de tester les différentes contraintes de mise en œuvre.

Un monitoring sur les deux premières années est prévu et commencera en février 2021 afin de mesurer les volumes d'eau entrant et sortant, mesurer les quantités d'eau disponible pour les plantes



ainsi que les qualités de filtration des eaux du système. La croissance des végétaux sera également monitorée, sur le long terme, et comparée à des plantations similaires plantées en système terre-pierre traditionnels. A ce jour, les premiers résultats de tests en laboratoire selon la recette mise en œuvre permettent d'envisager un stockage de l'eau comme suit :

- Technosol : rétention dans la macro porosité = 190 litres /m³
- Couche d'aération : 350 litres /m³

Soit dans le cas de Montoie une capacité de rétention de 200 litres par m² de fosse. Cette capacité se réduit en fonction de la longueur de la fosse dans le sens de la pente. La directive du service de l'eau exige une rétention de 34 litres par m² de surface imperméable. Le système de fosse impluvium permet donc de gérer environ 6 m² de bassin versant par m² de fosse. L'hypothèse de gérer les eaux des espaces rue avec des systèmes arables de ce type sous les trottoirs semble donc réaliste et pourra être étudiée précisément dans les projets à venir.

Projet Ville de Lausanne : mise en œuvre d'une fosse de plantation et rétention des eaux

Contexte

Le test de mise en œuvre a été effectué dans le cadre du chantier de réaménagement de l'espace public de l'Avenue de Montoie. Une fosse pilote de 85 m² s'inscrit dans une pente générale de 4%.

Mise en œuvre

Différents protocoles ont été testés insitu. La mise en œuvre doit impérativement se faire avec des matériaux secs par temps sec. Le taux d'humidité du TP70 lors de sa mise en place était de 32%.

Protocole 1 :

- Mélange en fond de fosse de 6 godets de pierres pour 2 godets de TP70.
(=330 litres de TP70 par m³ de cailloux 80/150)
- Mise en place sur une épaisseur de 30cm, puis brassage avec le godet de la pelle rétro
- Passage du pied de Mouton avec vibrations



Conclusion : perméabilité faible < 10 mm/h, le TP70 n'est pas entièrement descendu dans les pierres et reste en surface

Protocole 2 :

- Mise en place de 3 godets de pierres en fond de fosse sur une épaisseur de 30cm
- Répartition d'un godet de TP70 de façon homogène sur les pierres
(=330 litres de TP70 par m³ de cailloux 80/150)
- Essai de mise en place du TP70 au balai
- Essai de mise en place du TP70 à la souffeuse
- Passage du pied de mouton avec vibration



Conclusion : Perméabilité assez rapide 36-360 mm/h, la mise en place au balai n'est pas concluante, la souffeuse semble donner de bons résultats. Sur 30cm le TP70 a du mal à descendre jusqu'en bas de la couche.

Protocole 3 : validé

- Mise en place de 4 godets de pierres en fond de fosse sur une épaisseur de 20cm
- Répartition d'un godet de TP70 de façon homogène sur les pierres (=250 litres de TP70 par m³ de cailloux 80/150)
- Mise en place du TP70 à la souffleuse
- Passage du pied de mouton sans vibrations
- Passage du pied du mouton avec vibrations
- Répétition de l'opération sur 3 couches pour arriver à une épaisseur de 60cm
- Mise en place de la couche d'aération

Conclusion : Perméabilité rapide 360-3600 mm/h, le TP70 est réparti de façon homogène entre les pierres. Le passage de la souffleuse est important pour permettre au TP70 de descendre dans les interstices sans casser sa structure.

Les essais de plaques ME montre une portance satisfaisante pour supporter la charge constructive d'un trottoir.

Projet Ville de Lausanne : mise en œuvre d'une fosse de plantation et rétention des eaux

Protocole de mise en œuvre - réalisé à Lausanne le 02.11.2020

Etape 1



Mise en place des pierres 80/150 sur une épaisseur de 20cm et répartition homogène du TP70 (= 250 litres TP70 /m3 pierres)

Etape 4



Vérification visuelle, le TP70 doit être descendu en grande partie entre les pierres.

Etape 2



Mise en place du TP70 à la souffleuse

Etape 5



Répétition de l'opération sur 3 couches pour arriver à une épaisseur de 60cm

Etape 3



Passage du pied de mouton sans vibrations puis passage avec vibrations

Etape 6



Mise en place de la couche d'aération