



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures



A L I A I
ASSOCIATION LUXEMBOURGEOISE DES
INGÉNIEURS - ARCHITECTES - INDUSTRIELS

**REVUE TECHNIQUE
LUXEMBOURGEOISE**
PUBLIQUIMESTRIELLE DE L'ASSOCIATION DES INGÉNIEURS, ARCHITECTES ET INDUSTRIELS

CONCOURS

CONSTRUCTION BELVEDERE POUR JEUNES INGENIEURS SUR LE SITE DU BURFELT A INSENBORN

INGENIEUR : ETTORE SCIAN

PROJET : PROMENADE SUR LES ARBRES

DOSSIER EXPLICATIF

Résumé

Le but du projet « Promenade sur les arbres » est de permettre aux randonneurs d'avoir un endroit pour se poser en étant immergé dans la nature.

Le belvédère a été conçu comme une terrasse de 190 m² qui part du niveau du chemin et s'approche au lac presque à l'horizontale. A son extrémité l'hauteur de la terrasse par rapport au sol sera de 11 m, hauteur retenue suffisante pour permettre aux promeneurs de voir le lac sans le « filtre » des branches.

La terrasse a une forme de deux feuilles accolées une à l'autre, le garde corps est orné des motifs d'arborescence et les poteaux ont des aisseliers ressemblant aux branches des arbres. Les promeneurs seront alors entourés d'une structure qui se fonde dans la nature mais qui permet de s'en détacher graduellement sans créer un point de rupture dans la promenade.

Summary

The aim of the project « Promenade sur les arbres » is to allow hikers and walkers to have a place to rest totally surrounded by nature.

The « belvedere » is designed and envisioned as terrace of 190 m² which starts from the road level and extends almost horizontally toward the lake. The height of the terrace from the ground is 11 m at the terrace's end. Such height enables hikers and walkers to see a larger portion of the lake without "filters" like branches.

The terrace is shaped by two "leaves" lied side by side, the handrail is decorated with tree motifs and columns have braces similar to the trees branches.

During the journey to the terrace's end, hikers and walkers experience a gradual and smooth detachment from man-made paths toward landscapes shaped by nature.



Description du lieu

L'emplacement choisi pour la construction du Belvédère par le Ministère de Développement Durable et des Infrastructures et pas la Revue Technique se situe au bord d'un chemin forestier qui relie la route N27 à la localité de Burfelt. Le chemin est un lieu privilégié de randonnée piétonne et cycliste.

A l'emplacement du projet, la forêt s'éclaircie pour donner enfin au randonneur une splendide vision sur le lac de la Haute-Sure.

Concept

L'idée principale du projet est de rapprocher le plus possible les randonneurs à l'objet fondamental du point de vue, c'est-à-dire le lac, sans créer un point de rupture dans la promenade.

En profitant du dénivelé naturel, la structure se détache des arbres composant la forêt avec un mouvement horizontal plutôt que vertical. De cette façon le randonneur est naturellement stimulé à aller sur le belvédère et le projet sera accessible aux vélos et aux personnes à mobilité réduite.

Le projet se constitue en deux parties fondamentales qui donnent l'horizontalité et la verticalité.

Le tablier marque l'horizontalité et a été conçu comme deux feuilles juxtaposées l'une à l'autre. Celles-ci sont couchées sur deux poteaux qui les soutiennent et les transpercent. Les poteaux sont penchés vers le lac, comme les arbres du talus qui sont en équilibre entre la recherche du soleil et l'orthogonalité au terrain.

Le plan du tablier du belvédère est prolongé jusqu'à dépasser les branches les plus hautes des arbres dans les alentours. L'utilisateur commencera son parcours dans la forêt pour finir sa promenade sur les arbres, d'où le titre du projet « Promenade sur les arbres ».

À partir du belvédère un chemin existant permet de descendre la pente et de rejoindre le lac. La structure porteuse sera alors visible pour les personnes qui vont et qui viennent du lac.

Le choix de créer un grand plateau horizontal offrira aux exploitants la possibilité d'organiser des expositions temporaires ou d'installer des panneaux explicatifs sur les biotypes présents sur le site.

Des bancs dotés d'écrans parasoleil seront situés sur le plateau, dans la prolongation des poteaux, ainsi les randonneurs les plus fatigués pourront aussi profiter du panorama.

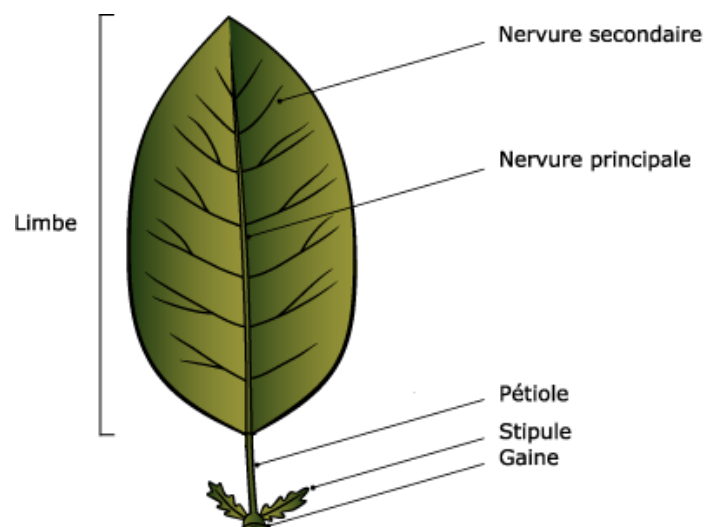
Description de la structure porteuse

La structure porteuse est composée par deux poutres principales de 19 m de longueur, écartées entre elles entre 4 et 5 m. Chaque 2 m, des poutres secondaires partent des poutres principales en s'écartant comme des nervures d'une feuille. Les poutres ont une hauteur variable de la même façon du moment fléchissant qu'elles doivent reprendre.

Les nervures entre les deux poutres principales se croisent en constituant le contreventement horizontal de la structure.

Sur les membrures secondaires des demi-madriers viennent s'appuyer tous le 40cm.

Le platelage est vissé sur les demi-madriers et sera suffisamment souple pour s'adapter à la courbure des poutres.





Dans le sens vertical la structure est isostatique. Les poteaux ont été conçus comme bi articulés, et sont inclinés par rapport à la verticale pour avoir principalement un effort orthogonal au terrain.

Le but du projet est d'avoir une empreinte sur le site la plus petite possible. J'ai donc cherché à minimiser les travaux de terrassement et la grandeur des fondations. La charge des deux poteaux est diffusée par une longrine sur la tête de 4 micro-pieux. Ceux-ci permettront d'introduire la charge dans le terrain sans mettre en danger la stabilité du talus.

Le massif de fondation à côté du chemin forestier doit supporter une charge en grande partie horizontale. La machine pour les micro-pieux sera utilisée une deuxième fois pour forer deux tirants d'ancrage en dessous du chemin.

Les contraintes géographiques du lieu choisi pour le belvédère ne permettent ni d'amener sur site le platelage en un seul morceau, ni d'avoir une plateforme de montage suffisamment grande.

Le système bi articulé permet de s'affranchir de cette contrainte. En effet, après la construction de la fondation inférieure et le terrassement de la fondation supérieure, les poteaux seront disposés couchés le long du talus. Les poutres principales et secondaires ainsi qu'une grande partie du platelage pourront alors être construites dans cette position. In fine la structure presque complète sera mise en place en pivotant sur les rotules de base. Cette méthode de construction permet de réduire le risque de chute et les échafaudages pendant la phase de montage, car la majeure partie des travaux sera exécutée à une hauteur du sol inférieure à 3m.

Matériaux choisis

Le matériau principal est le bois sous ses différentes formes :

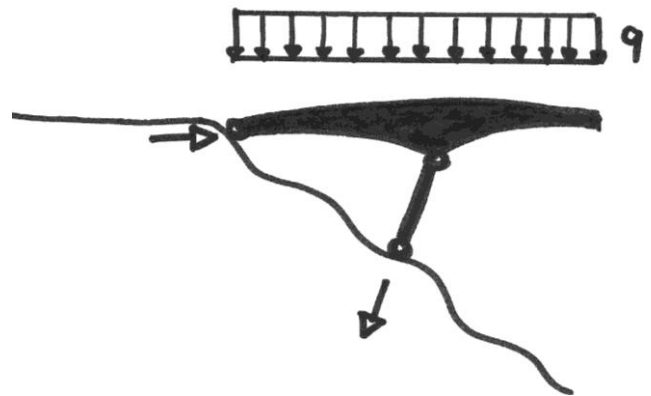
Les deux poutres principales ainsi que les différentes membrures porteuses sont en BLC courbé dans le plan principale et à inertie variable.

La structure secondaire est en demi-madrier en douglas équarries de dimension 110x75 mm.

Le platelage est constitué par de lame en chêne d'épaisseur 25mm et largeur 135mm juxtaposée.

Les lames sont disposées orthogonalement par rapport aux poutres principales. La surface des lames est rainurée dans le sens de la longueur.

Les fixations seront en inox ou en acier galvanisé selon leur grade d'exposition à la pluie et selon





leur redondance dans la structure (c'est –à-dire que les fixations des poutres principales seront en inox et celles de l'ossature secondaire seront en acier galvanisé).

Description des détails constructifs

Les points hauts de la structure sont les intersections entre les poteaux et le platelage. L'eau de pluie ruissèlera dans la rainure jusqu'au caniveau centrale en inox ou vers l'extérieur. Il n'y aura pas d'eau stagnante sur le bois.

Chaque élément de la structure principale est protégé par un profilé à T en inox. Ce détail a été longuement réfléchi et ne constitue pas seulement un bardage. En effet, chaque profilé sera solidarisé à la structure avec des broches. La poutre travaillera alors comme une section mixte avec une hauteur et, par conséquent, une raideur plus importante. De plus, les profilés cassent la continuité du platelage en donnant un sens de mouvement plus accentué. Enfin, les profilés rendent la structure porteuse lisible sans devoir accéder à la partie inférieure.

La poutre de rive remplit aussi plusieurs fonctions : elle relie toutes les poutres secondaires en permettant de répartir la charge ponctuelle sur plusieurs poutres en porte-à-faux; elle protège l'extrémité des poutres secondaires (qui sont notamment les parties les plus sensibles) des agents atmosphériques ; elle permet de libérer le calepinage des montants de garde-corps de la structure porteuse inférieure.

Les montants de garde-corps se composent de deux parties : une partie inférieure en bois et une partie supérieure en acier. La main courante sera aussi en bois. Les remplissages entre les montants seront aussi différents : la partie inférieure sera pleine et sera constituée de panneau de plexiglas sérigraphiés avec des motifs d'arborescence ; la partie supérieure sera constituée de trois câbles fins en inox pour permettre la vue du lac aux personnes assises et pour ne pas épaissir la vue latérale de la structure.

Sur le platelage il aura deux bancs avec des écrans parasoleil. Et la forme des bancs et pour celle des écrans j'ai repris la forme du platelage (deux folie juxtaposées). Les bancs seront fixés sur les poteaux de la structure. Pour reprendre les efforts du porte-à-faux du banc, à l'endroit de la nervure principale sera positionné un profilé métallique. Des poteaux circulaires métalliques relieront les bancs aux écrans parasoleil. Ces derniers seront faits en plexiglas translucide. Les poteaux de la structure ont alors comme feuilles les écrans et le panneau du garde corps.

L'assemblage entre la poutre maîtresse et le poteau a été conçu de la façon suivante : la poutre est continue parce qu'elle doit reprendre les sollicitations les plus importantes. Le poteau est constitué de trois pièces de lamellé collé solidarisées entre eux. Les deux pièces externes sont prolongées par rapport à celle centrale et elles viennent clamer la poutre de deux parties. Un boulon de grande taille (M64) et des crampons lient les deux éléments et ils permettent de constituer une rotule parfaite.