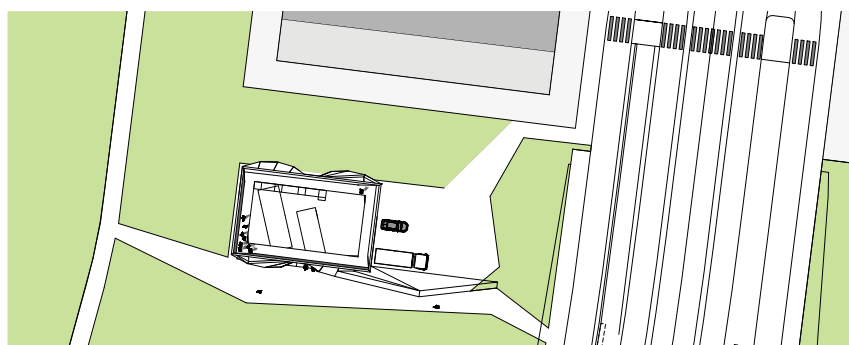


La flexibilité maximale intégrée repose sur l'observation des châteaux d'eau anciens et récents qui tous ont fait l'objet à travers le temps d'adjonctions techniques diverses et imprévues au moment de la construction.

CHÂTEAU D'EAU CLOCHE D'OR_

STEINMETZ DEMEYER



Le projet pour ce château d'eau repose sur deux idées maîtresses:

_flexibilité maximale intégrée

_point de repère gracieux dans le paysage proche et lointain

Le schéma d'un *noyau central entouré d'une structure portante externe, enveloppante*, permettra dans le futur proche et lointain d'accueillir des équipements ou des infrastructures que nous ne pouvons prévoir à ce jour.

Un pied large et généreux complété d'un sommet de mêmes dimensions assurera les réserves en surfaces et en volumes pour accueillir des installations futures, sans nuire à l'aspect extérieur de cet ouvrage d'art, repère important dans le paysage proche et lointain.

Le noyau central est l'épine dorsale qui portera les flux verticaux jusqu'au sommet de la tour: le monte-charge au milieu, les tuyaux d'eau d'un côté et les câbles électriques et d'antennes de l'autre côté.

Au rez-de-chaussée la chambre à vannes profite d'un accès direct, de plein pied depuis l'aire de livraisons des camions 26T. Cette chambre à vannes dispose encore d'une fosse pour raccordements couverte d'un caillebotis, pour vérifications ou interventions faciles aux différentes entrées et sorties, d'aujourd'hui et de demain.

Le local technique électricité est situé de l'autre côté du noyau central, facilitant les transferts à l'épine dorsale sans croisements avec les autres installations.

En face du monte-charge le voile de la structure externe pourra servir de mur d'exposition pour les visiteurs, pour

afficher des panneaux didactiques sur le projet, sa construction, ses équipements, les circuits d'eau depuis SEBES ou depuis des forages de captage d'eau dans les environs...

Au sommet les deux cuves d'une capacité totale de 1000 m³ sont prévues chacune en U avec un voile central garantissant le flux entre l'entrée et la sortie d'eau.

Les dispositifs de ventilation des deux cuves d'eau sont prévus le long du voile arrière du noyau, permettant un accès facile aux filtres dans un placard prévu à cet effet au niveau de la toiture plate.

Directement en-dessous du réservoir d'eau se trouve le local à vannes et de raccordements entre les deux cuves et le noyau central.

Les deux cuves d'eau ainsi que ce local à vannes profitent chacun d'un accès direct et de plein pied depuis des arrêts dédiés du monte-charge, de manière à permettre des interventions et fournitures faciles à tous les niveaux.

Le monte-charge continue sa course jusqu'au niveau de la plateforme sur réservoir, qui est destinée à accueillir les installations techniques des fournisseurs d'antenne GSM.

La plateforme au sommet devient ainsi cette aire technique flexible et adaptable, destinée aux antennes et aux paraboles connues aujourd'hui et à celles de demain. Les locaux fermés pour les tableaux pourront être déposés sur cette plateforme comme des containers et les câbles tirés en périphérie vers les antennes et radars à disposer dans les grandes ouvertures triangulaires au sommet, dans les quatre directions, derrière des parois en polycarbonate compatibles avec les ondes en question.

Les groupes de visiteurs pourront à partir de cette plateforme continuer leur parcours jusqu'au sommet de la structure enveloppante pour admirer depuis une coursive intérieure les paysages spectaculaires sur la Ville et les environs lointains.

Notons encore qu'outre la grande flexibilité cette construction qui rassemble l'enveloppe et la structure en un seul ouvrage se passe de bardages ou d'habillages difficiles à mettre en œuvre sur de telles hauteurs et donc onéreux tant à la réalisation qu'à la maintenance. C'est précisément le *souci d'optimisation et d'économie des moyens de construction qui poussent à l'essentiel*, ici, la simplification



pour une structure enveloppante en béton armé clair, qui devient véritable *ouvrage d'art avec toute la profondeur et l'intemporalité que cela lui imprègne.*

Le point de repère gracieux dans le paysage proche et lointain découle de l'importance de cet ouvrage d'art comme point de repère visuel, tant depuis différents quartiers de la Ville de Luxembourg, qu'en proie de la capitale vue depuis l'autoroute A6 et les environs plus ou moins lointains au sud.

Implanté au sol à l'extrémité nord-ouest de la fenêtre de construction de la parcelle, ce château d'eau s'inscrit à sa base dans la logique des géométries orthogonales du quartier Ban de Gasperich en devenir.

Les abords sont traités de manière très ouverte, avec des pairies à fauchage tardif, ouvrant les vues transversales sur le parc en arrière-plan. Des longs bancs sont proposés au pied de la tour, les promeneurs profitent ici d'une orientation plein Sud et d'une belle vue sur le verger filtrant la proximité de l'autoroute.

Depuis cette base rectangulaire l'enveloppe structurelle se libère des géométries urbaines et fonctionnelles et opère une torsion par rotations progressives de 10° entre 'étages' et un changement de section depuis le rectangle d'origine au carré à mi-hauteur. Après une rotation totale de 90° accompagnée d'une inversion de l'orientation des changements de section, le sommet retrouve les proportions du nombre d'or, d'aplomb avec la base, et *rappelle au loin la situation urbaine de cette tour iconographique.*

Les variations de section et les rotations sur la hauteur génèrent une silhouette élégante et élancée, tel un tourbillon d'eau...

Cette forme fluide et enspiralee, montante ou descendante (comme l'eau dans la tour), sera changeante suivant le point d'observation et le déplacement du spectateur, ce qui s'avère particulièrement intéressant et adapté à sa situation le long de l'autoroute A6 et du pont du futur boulevard Kockelscheuer permettant justement des points de vue dynamiques depuis les véhicules.

La construction de cette forme enveloppante très fluide est simplifiée par la déclinaison des parois en grandes faces

planes triangulaires qui contribuent de par leurs plissés et avec la torsion de l'ensemble à la stabilité globale de cet ouvrage d'art.

La forme résultante est simple, élégante et très homogène, créant avec ses facettes triangulaires de fines nuances de teintes et d'ombrages qui varient très progressivement et subtilement depuis la base jusqu'au sommet.

Mieux que sur un cadran solaire, les ombres subtiles, qui découlent de la torsion de l'enveloppe et qui glissent sur les parois de cette silhouette gracieuse, *mettent en scène la lumière naturelle pour imprimer sur cette tour une apparence très changeante, différemment sur les quatre faces, différemment au fil des heures, des jours et des saisons.*

Ce défi à la pesanteur, portant avec élan 1000 tonnes d'eau jusqu'à 58 m au-dessus du sol, ce château d'eau devient un *point de repère exceptionnel, de par sa finesse, sa fluidité et son élégance de tous points de vues et sous toutes les lumières!*

PARTI STRUCTUREL

Préambule

La construction d'un château d'eau est toujours un événement social, architectural et historique pour la Ville de Luxembourg. Ainsi, au-delà de l'importance de l'intégration urbaine et environnementale, cet ouvrage doit être exemplaire pour qu'il remplisse sa fonction mais également en ce qui concerne les matériaux de construction, leur résistance, durabilité et notamment leur entretien.

C'est donc aussi pour ces raisons que le béton armé apparent s'est imposé de façon presque naturelle.

Fondations

Conformément aux principes directeurs de l'investigation géologique et géotechnique du sol de fondation de la société EURASOL, le système choisi est la fondation sur pieux forés tubés. A cet effet, nous avons prévu des pieux de 15 mètres de profondeur dont 30 Ø 120 cm sous les voiles périphériques de la tour et 6 Ø 100 cm sous la cuve de la cage d'ascenseur. Sur ces pieux, un radier de sol d'épaisseur moyenne de 1,0 mètre sera coulé d'où sortiront les armatures d'attente pour les voiles montants.



Tour

Les voiles périphériques de la tour en béton armé gris clair apparent d'une épaisseur maximale à la base de 1,10 m, de 0,75 au milieu et d'environ 30 au sommet se développent en éléments triangulaires selon une rotation progressive verticale de 90° sur des hauteurs maximales d'environ 7,0 mètres d'un côté du triangle. La structure homogène de l'ensemble confère ainsi une stabilité parfaite que ce soit du point de vue vertical qu'horizontal.

Ce choix permet au niveau du coffrage d'avoir toujours des panneaux droits et plans et de pouvoir garantir par le biais des joints de bétonnage de chaque triangle une continuité d'aspect du béton apparent à savoir que les éventuelles imperfections de bétonnage sont éliminées par les cassures d'angle des différents triangles.

Les méthodes de coffrage du type grim pant ont été vérifiées avec les spécialistes internationaux du secteur et les coûts estimés respectent ainsi la complexité de l'ouvrage.

Cage d'ascenseur

La cage d'ascenseur a des voiles latéraux en béton armé d'épaisseur constante reliés entre eux par des poutres en béton armé. En complément, ces voiles seront stabilisés horizontalement par des entretoises en béton ou métalliques qui, placées en éventail, s'appuient sur les surfaces intérieures des voiles périphériques de la tour.

Escaliers

La cage d'escalier

Les escaliers en construction métallique galvanisée et caillebotis se développent du bas vers le haut autour de la cage d'ascenseur et s'appuient sur les entretoises stabilisatrices précitées.

Ascenseur

Un ascenseur de 630 kg et vitesse 2,5 m/s avec quatre arrêts dessert depuis le rez-de-chaussée, l'étage technique sous les réservoirs, les réservoirs et la toiture avec les installations de GSM.

Belvédère

Depuis la toiture-plafond des réservoirs, un escalier permettra l'accès au « balcon-belvédère » à 360°. Le tout en construction métallique galvanisée.

Réservoirs

Les réservoirs (dalles et voiles de 35 cm d'épaisseur) sont en béton armé étanche. Ils reposent de façon « indépendante » sur les voiles périphériques de la tour et sur des voiles porteurs de l'étage technique sous-jacent par l'intermédiaire d'appuis linéaires néoprènes frettés évitant ainsi des fissurations éventuelles dues aux phénomènes climatiques.

PARTI TECHNIQUE

Chambre à vannes

La chambre à vannes est implantée au rez-de-chaussée, ce qui permet d'accéder à plein pied à tous les équipements techniques. Une fosse à l'endroit du passage des conduites à travers les murs extérieurs garantit l'accessibilité de ces conduites sans engendrer des travaux de gros-œuvre à l'intérieur du bâtiment. Tous les équipements sont aménagés de façon à être accessibles sans devoir franchir d'autres équipements ou conduites par des escaliers ou passerelles. Une largeur de passage de 1m est respectée en tout point.

Grâce aux dimensions vastes du pied du château d'eau, une hauteur libre très confortable à l'intérieur de la chambre à vannes est rendue possible. Celle-ci est fixée à 4,5m. Des palans et chariots facilitent le montage et démontage futur de vannes et la maintenance de la turbine.

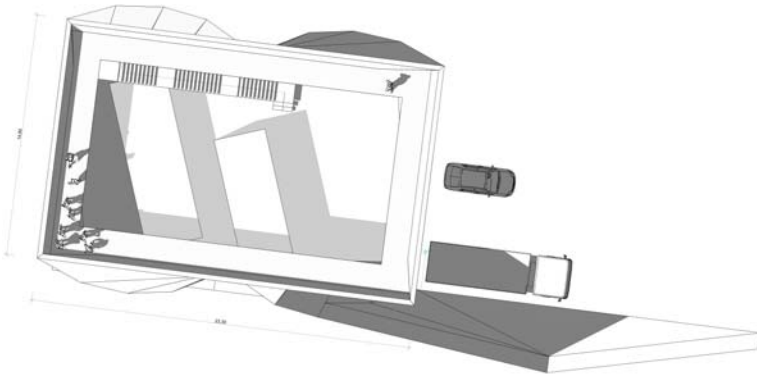
Installations techniques

L'entièreté de la tuyauterie est réalisée en acier inoxydable 1.4571. Les installations techniques et la turbine sont automatisées via un automate programmable Siemens S7-400 et la programmation des écrans HMI comprend l'intégration de la gestion du château d'eau dans le système WinCC Sinaut existant du Service des Eaux.

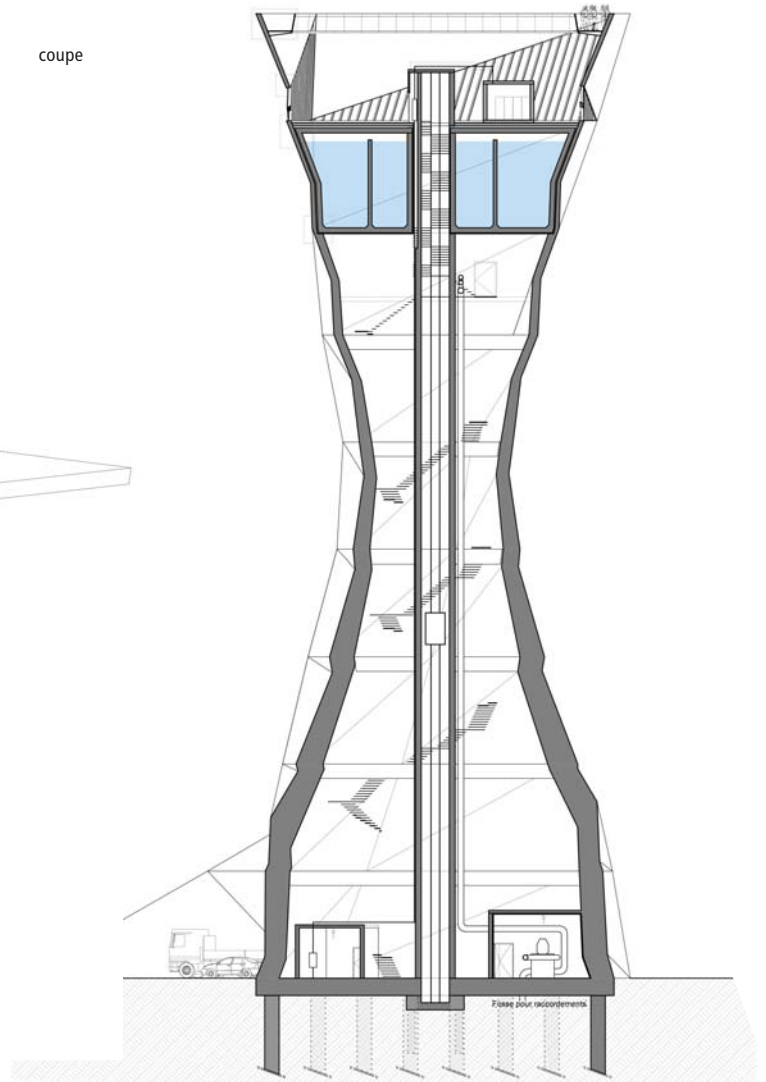
Turbine

Pour les turbines, deux options se présentaient. D'une part, le système classique des pompes inversées PAT qui sont généralement employées comme turbines dans les microcentrales hydrauliques, mais dont l'application est limitée car elles ne peuvent travailler qu'à débit fixe ou peu variable et dont le rendement est nettement plus faible que celui des turbines Pelton et d'autre part, précisément les turbines Pelton. Cependant pour le fonctionnement des turbines Pelton classiques un débit libre à pression atmosphérique à la

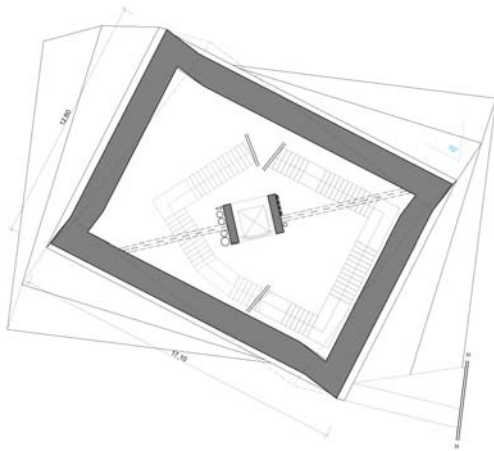
toiture



coupe



niv. 02



principe

sortie est nécessaire, tandis que dans le cadre de ce projet, la pression à la sortie doit être suffisante pour pomper l'eau à une hauteur de 60m.

Nous avons donc opté pour une turbine Pelton à contre-pression, une technologie, développée par l'entreprise suisse Blue-Water-Power AG. Un tampon d'air comprimé créé dans le corps de la turbine permet la rotation libre de la roue sans frottement du liquide à l'aube, garantit la régulation du débit, amortit les coups de bélier dans le réseau et développe la contre-pression souhaitée. Ce type de turbine réunit les deux critères de pouvoir fonctionner à contre-pression et d'accepter une variation du débit 15%-100%.

Rendement ETA de la turbine : > 87%

Rendement électrique du générateur : 93%

Cuves du château d'eau

Le réservoir est projeté en béton étanche. La composition du béton sera choisie de façon à respecter les exigences hygiéniques DVGW W 347 et W270. Le recours à des ciments de haut-fourneau CEM III à faible chaleur d'hydratation (LH) limite les contraintes à la prise et donc aussi la fissuration du béton et favorise ainsi l'étanchéité du béton. Des peaux de coffrage légèrement drainantes réduisent la taille des pores du béton et améliorent d'avantage l'étanchéité des

cuves. Des tôles d'étanchéité intégrées au métal déployé garantissent l'étanchéité des reprises de bétonnage, celles-ci étant évidemment réduites au minimum. Le plafond est doté d'une structure de gouttelettes réalisée par du mortier projeté au ciment. Aucun matériau organique et aucun ingrédient organique dans les bétons ou mortiers n'est toléré pour des raisons hygiéniques, ceux-ci favorisant le développement de bactéries.

Les cuves sont complètement désolidarisées du reste de la tour afin de pouvoir isoler thermiquement les réservoirs sans ponts thermiques. Les voiles des cuves sont construits indépendamment des voiles extérieurs, un isolant thermique remplissant l'interstice. L'aménagement de voiles guides à l'intérieur des cuves et la disposition de la prise d'eau du côté opposé de l'entonnoir de remplissage garantissent la circulation permanente de l'eau et évitent des zones de stagnation.