

RAPPORT TECHNIQUE

BRM P160

Musée Jo Siffert - Fribourg

HEIA-FR

Bachelor Architecture

GAUDARD Jean-françois

22.06.2020

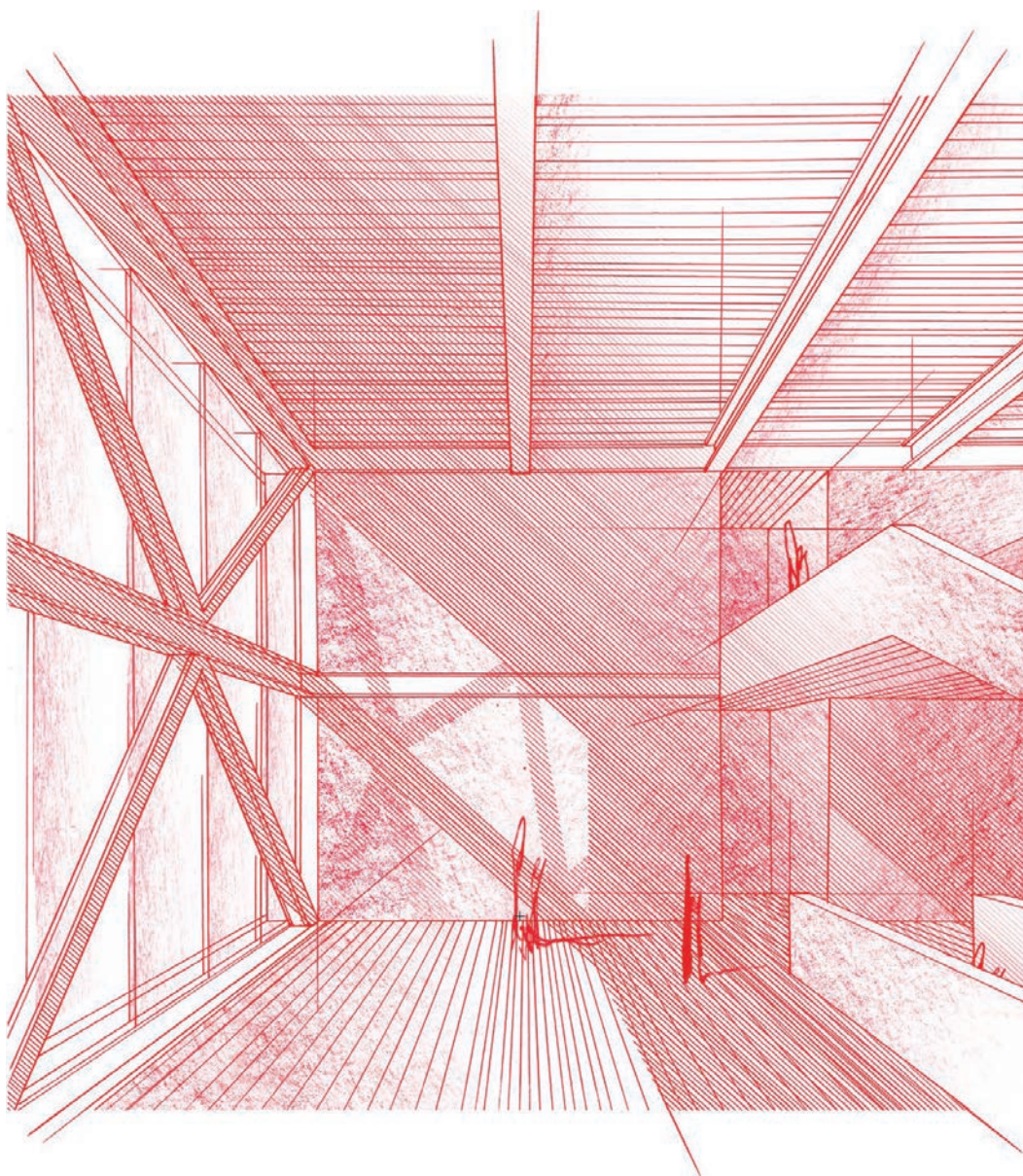
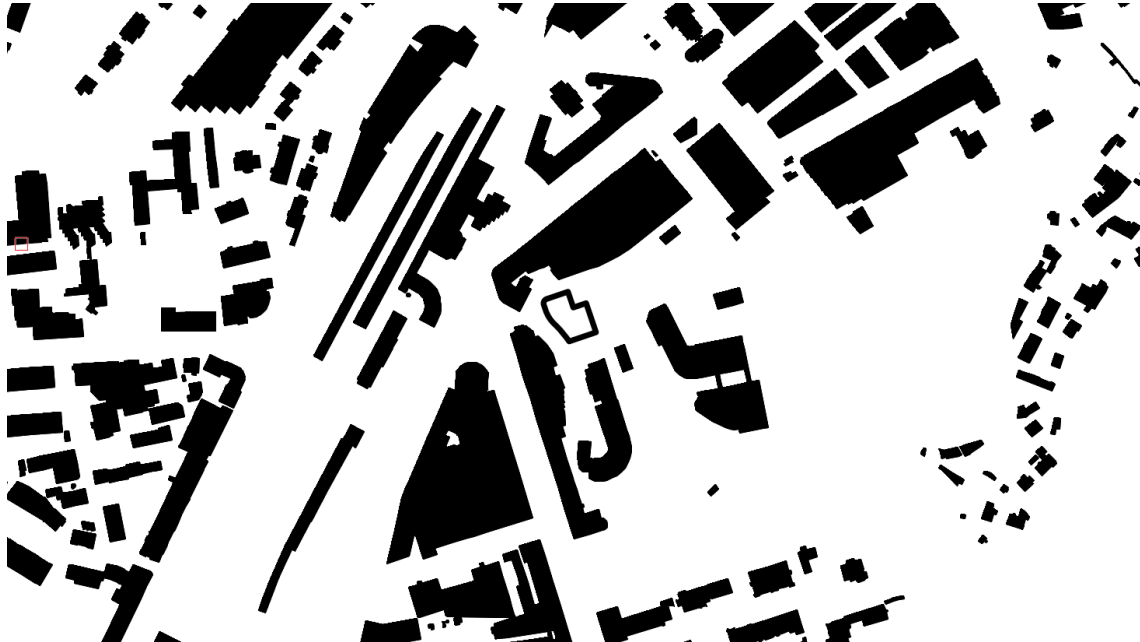


TABLE DES MATIÈRES

	Le projet
3	Situation et contexte
4	Implantation et topographie
6	Programme et organisation
8	Surfaces
10	Ambiance extérieure et intérieure
	Construction
11	Système structurel
12	Dalle mixte
15	Façade double-peau
17	Isolation et enveloppe thermique
19	Compositions
20	Matérialité
23	Fenêtres et protection solaire
24	Aménagement intérieur
	Installations techniques CVSE
25	Locaux techniques CVSE
26	Chauffage
27	Ventilation
28	Sanitaire
29	Electricité et éclairage
30	Acoustique
32	Energie renouvelable
33	Accessibilité et PMR
34	Sécurité incendie
36	Évacuation des eaux de pluie
37	Ascenseur 45°
38	Entretien et exploitation

Le projet

SITUATION ET CONTEXTE



SITE 1, Fribourg
Maison Jo Siffert

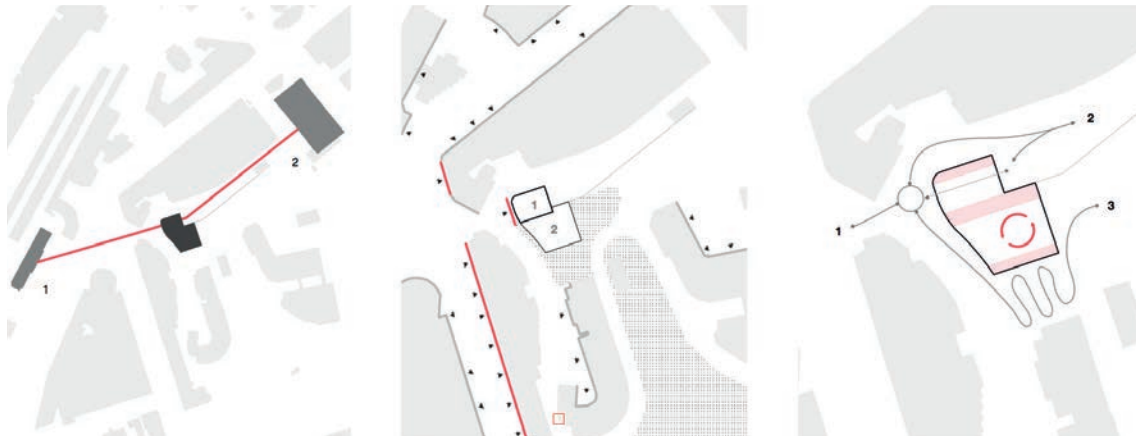
C'est au cœur de Fribourg, sur la parcelle de son ancien garage automobile, sur la Route-Neuve, que le musée pour Jo Siffert prend place. Ce lieu de mémoire parle de sa vie, de ses succès et souhaite développer un large attrait public au-delà de Fribourg.

Ce musée retrace la vie du pilote de Formule 1, disparu suite à l'accident mortel au volant de sa BRM P160, au départ de la célèbre course de Brand Hatsch, le 24 octobre 1971. Ce musée dédié à Jo Siffert ne doit pas seulement être un lieu pour un public fanatique de sport automobile, mais plutôt un lieu de rencontre et de partage dans un lieu central de Fribourg.

Le contexte urbain de ce musée, l'esprit du sport automobile de course ainsi que l'emplacement de l'ancien garage de Jo Siffert, donnent l'esprit de la mécanique et de l'industrie automobile. Ces thèmes sont présents dans l'ambiance tant extérieure que intérieure et s'harmonisent au concept structurel de l'ouvrage. L'usage essentiel du métal est pertinent et se retrouve dans l'ensemble du projet.

Le projet maintient une connexion forte avec l'esplanade Jo Siffert pour permettre une continuité dans le musée. Il interagit avec le plateau supérieur et inférieur de la ville de Fribourg et communique avec son contexte environnant.

IMPLANTATION ET TOPOGRAPHIE



Axe culturel

Entrée

Circulation piétonne

Le périmètre d'implantation est situé au sud-est de l'intersection du Boulevard de Pérolles à l'Avenue de la Gare et de la Route-Neuve sur une parcelle actuellement en friche où le garage de Jo Siffert a été démantelé en mars 2018.

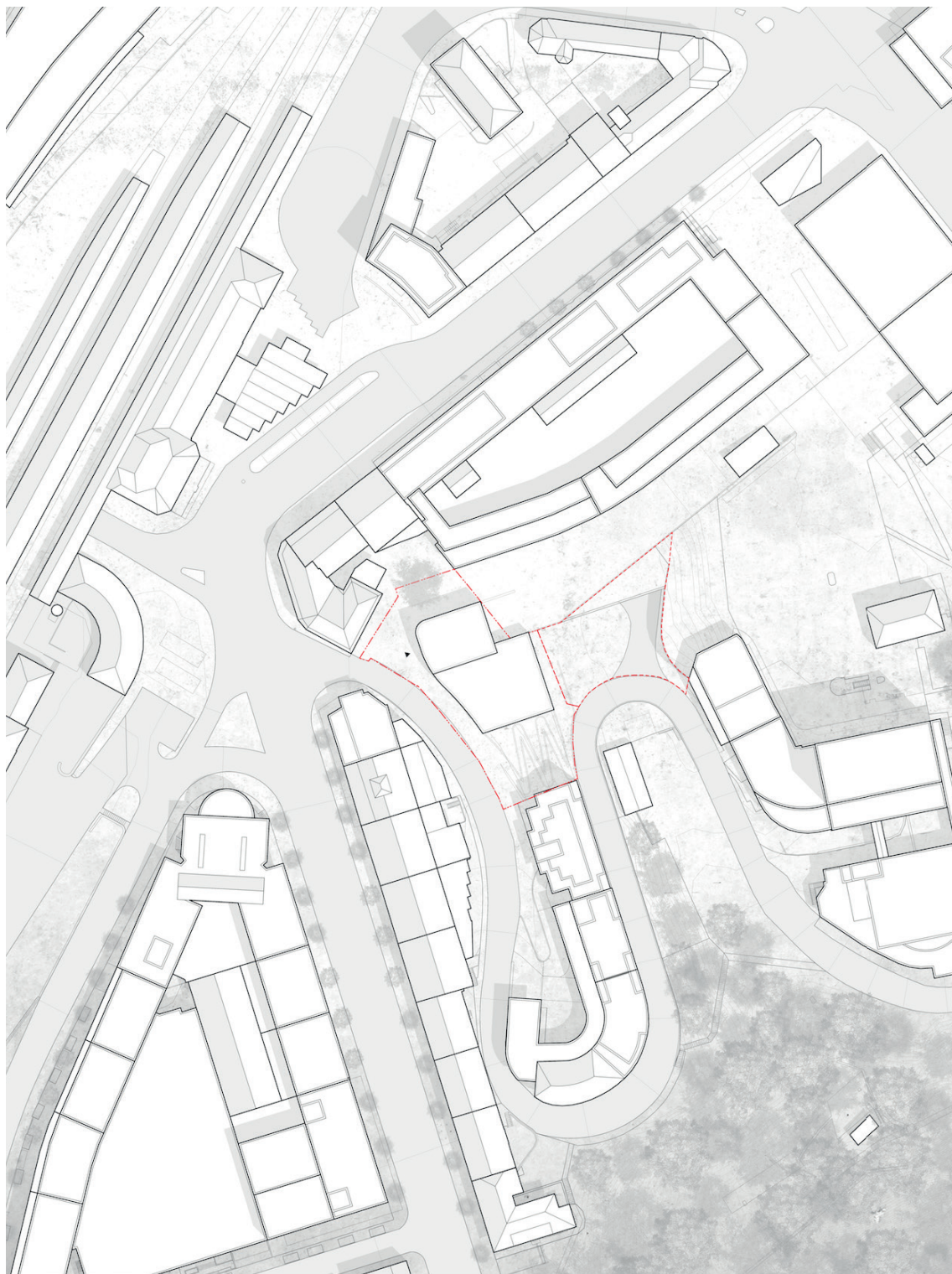
Une connexion piétonne entre la zone supérieure et la zone inférieure est possible à l'emplacement situé entre le musée Jo Siffert et le bâtiment de la Route-Neuve 7. Ce passage piéton permet de relier Neuveville, la base-ville et favorisant ainsi un circuit de promenade qui mène directement au bord de la Sarine.

Le concept est de relier le musée avec l'Ancienne-Gare et le théâtre de l'Équilibre pour former un axe culturel et ainsi joindre ces trois centres culturels.

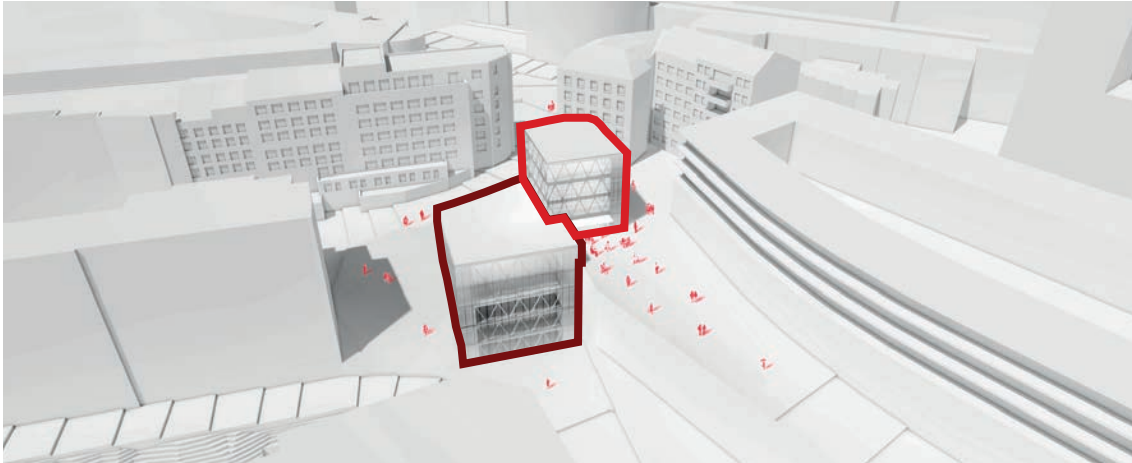
L'ensemble des entrées des bâtiments environnants sont de dos au site et isole le musée. Cet aspect introverti oriente l'idée d'un musée solitaire qui puisse s'intégrer dans cet emplacement désordonné.

Le site est actuellement en état de friche et ne propose qu'un passage étroit sur l'esplanade de Jo Siffert. L'accès piéton à la base-ville est actuellement impossible sans passer sur la Route-Neuve. Le projet de ce musée propose deux possibilités de promenade en direction de la base-ville. 1. Passage piéton entre le musée et le bâtiment existant avec une pente de 6° au maximum et 2. Utilisation d'un ascenseur public incliné de 45° dans le musée qui permettrait de relier l'esplanade à la basse-ville.

Plan de situation



PROGRAMME ET ORGANISATION



Partie basse muséale

Le musée se divise en deux parties bien distinctes. La partie haute publique communique avec la partie supérieure de la ville et comprend un programme public. La partie basse est la partie muséale qui regroupe toutes les salles dédiées à l'exposition.

Le programme de ce musée doit répondre et proposer principalement des espaces d'exposition dédiés à Jo Siffert et au monde automobile.

Les deux parties communiquent et s'unissent par une façade uniforme métallique et par le système structurel interne formé par trois noyaux en béton armé. Ces deux parties se joignent par le rez-de-chaussée; c'est là où se situe l'entrée du musée. Il est possible de finir la visite par une deuxième sortie avec des tourniquets situés dans la partie inférieure et qui invitent à poursuivre la visite de la ville.

Partie haute publique

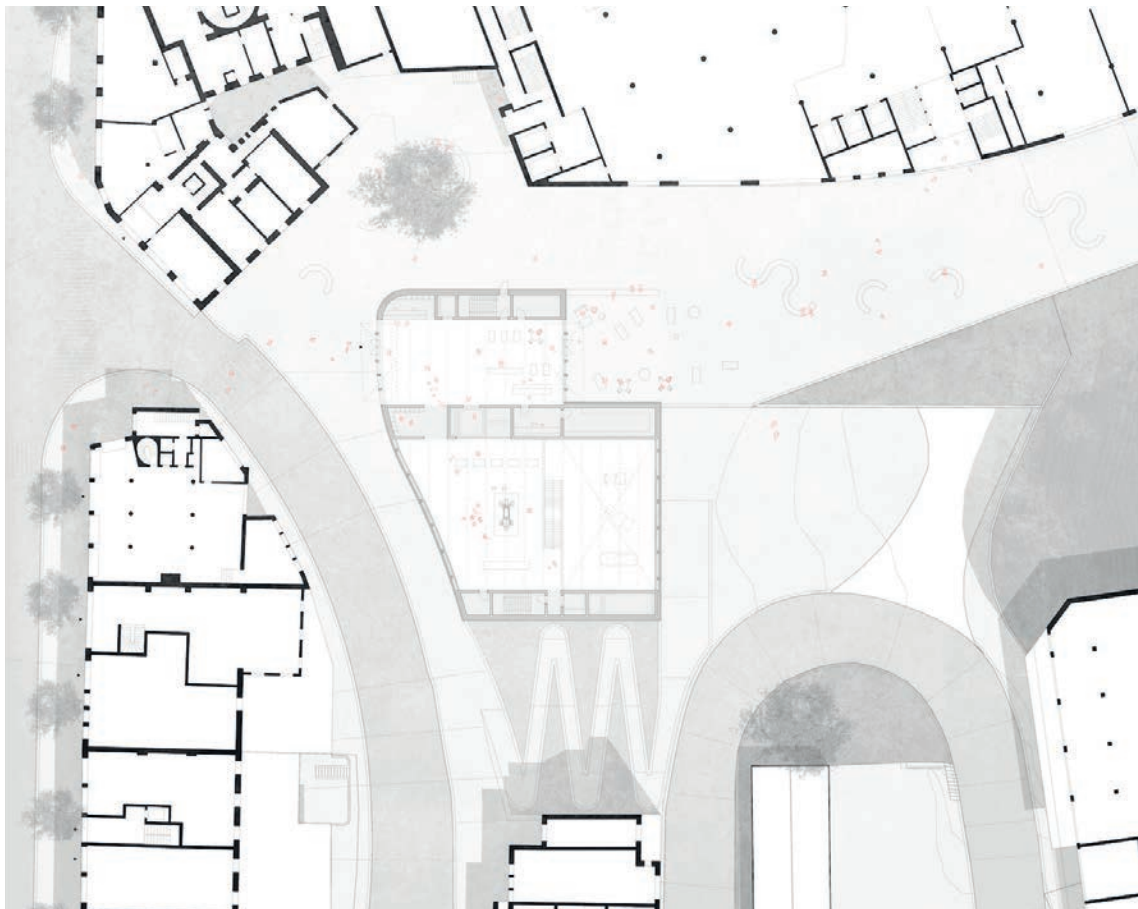
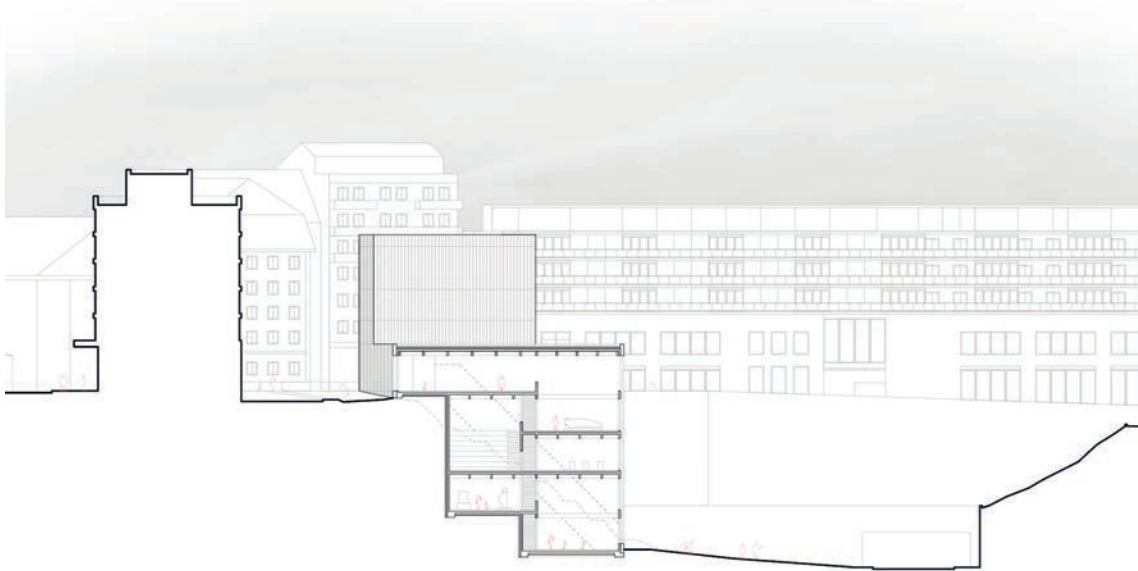
Partie haute

- Sas d'entrée
- Foyer avec guichet de vente/ info
- Administration et recherches
- Salle polyvalente publique 99 places
- Restaurant public
- Lounge/ Bar public
- Dépôt cuisine/ Livraison
- Terrasse intérieure et extérieure
- Dépôt nettoyage
- Vestiaire
- Voie de fuite
- WC F/ H/ PMR
- Locaux techniques CVSE
- Locaux pour personnel musée

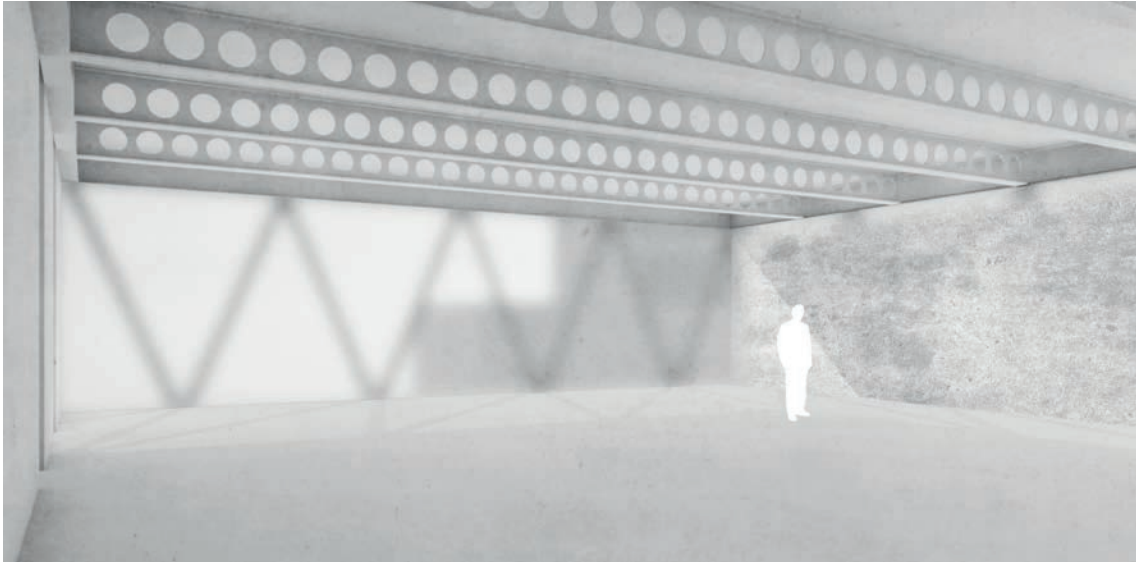
Partie basse

- Exposition permanente
- Exposition éphémère
- Cinéma à gradins 99 places
- Carrera circuit "Brand Hatch"
- Locaux rangements
- Espace de vente

Coupe et plan du rez-de-chaussée



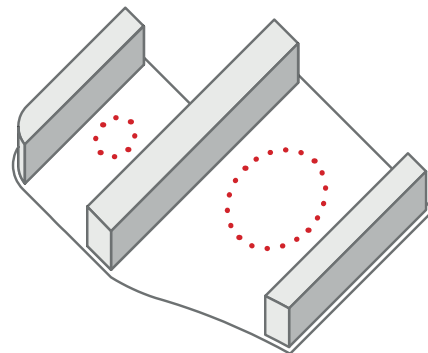
SURFACES



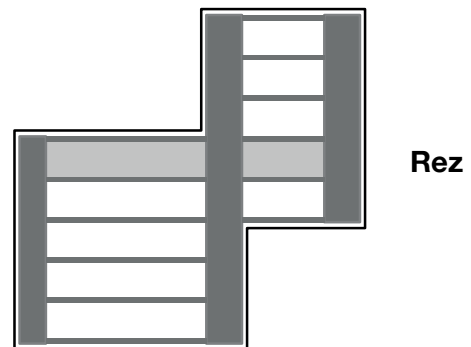
Les surfaces intérieures du projet sont délimitées par trois noyaux en béton armé qui permettent d'intégrer des espaces servants et ainsi libérer les espaces servis. Ceux-ci sont pensés pour permettre une polyvalence et offrir une grande liberté d'aménagement des œuvres du musée ainsi que pour l'aménagement des locaux publics.

Ces noyaux sont reliés par une structure porteuse métallique de poutres IPE 600 avec une dalle mixte béton-acier qui permettent d'obtenir de grandes portées structurelles pour ainsi libérer les espaces intermédiaires. Cela permet une maximisation de l'utilisation des surfaces de ces espaces.

Le musée compte 8 niveaux au total repartis en 5 étages dans la partie haute et basse; cf voir schéma.



Élévation et axonométrie des noyaux de services en béton armé



Surface par étages:**Étage R+3**

Surface nette:	158.00 m2
Surface brute:	263.00 m2

Étage R+2

Surface nette:	158.00 m2
Surface brute:	263.00 m2

Étage R+1

Surface nette:	158.00 m2
Surface brute:	263.00 m2

Étage Rez-de-chaussée

Surface nette:	545.00 m2
Surface brute:	739.00 m2

Étage R-1

Surface nette:	475.00 m2
Surface brute:	667.00 m2

Étage R-2

Surface nette:	318.00 m2
Surface brute:	440.00 m2

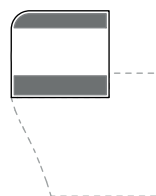
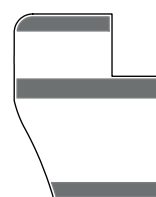
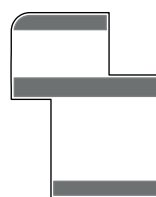
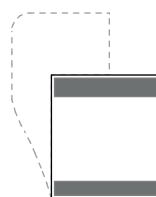
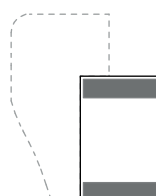
Étage R-3

Surface nette:	318.00 m2
Surface brute:	440.00 m2

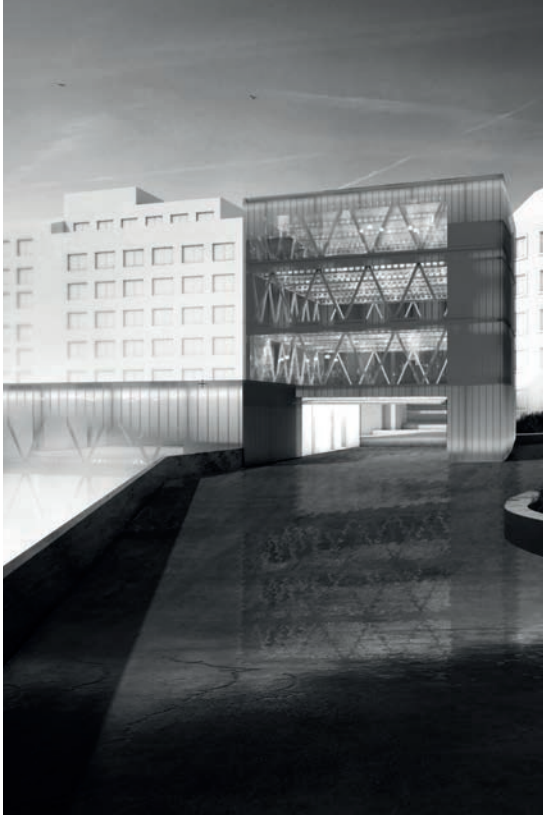
Étage R-4

Surface nette:	229.00 m2
Surface brute:	317.00 m2

Surfaces totales nettes	2'359.00m2
Surfaces totales brutes	3'392.00 m2

**Étage R+3
R+2
R+1****Étage Rez****Étage R-1****Étage R-2
R-3****Étage R-4**

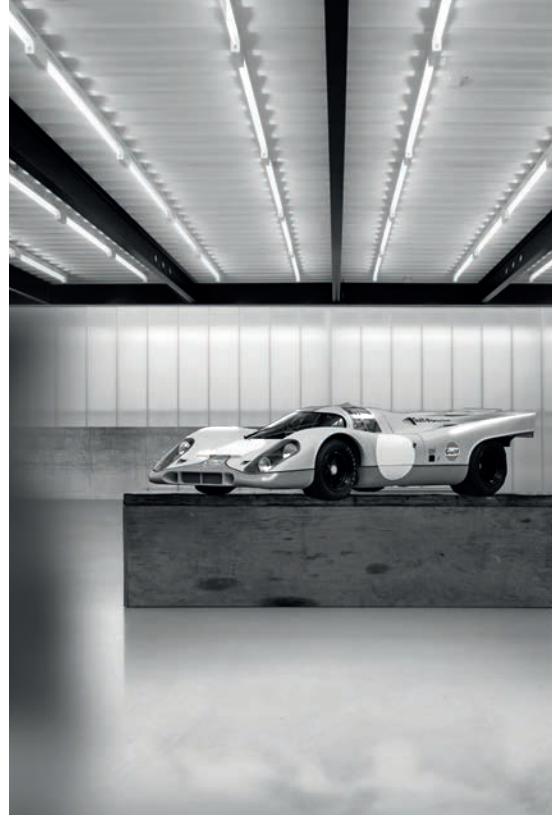
AMBIANCE EXTÉRIEURE ET INTÉRIEURE



Ambiance extérieure

Au premier regard, la façade du musée exprime un aspect industriel par l'utilisation d'une enveloppe en éléments de tôles métalliques. Cette façade est uniforme sur l'ensemble du musée et donne un aspect mécanique lié à l'esprit de l'industrie de l'automobile et des garages.

L'idée est de reprendre la référence du garage de Jo Siffert détruit et situé quelques années auparavant sur la même parcelle, pour ainsi s'inspirer de son parcours et garder en mémoire cet esprit de course automobile.

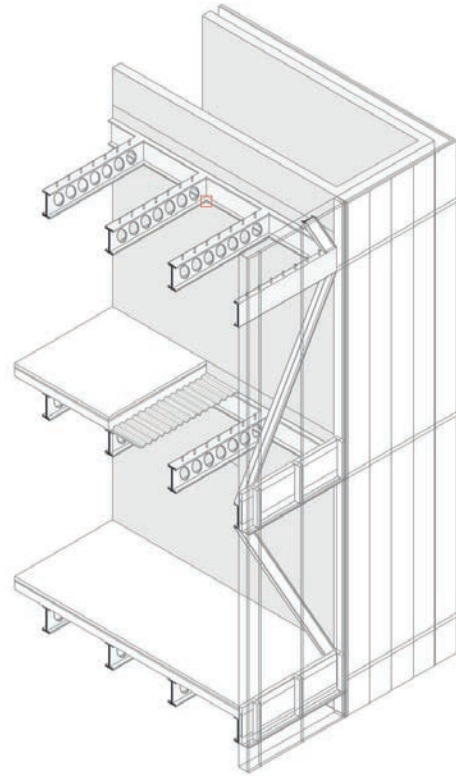
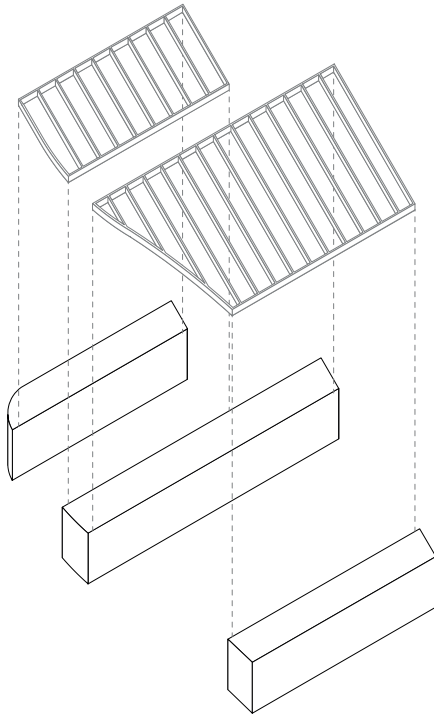


Ambiance intérieure

L'ambiance intérieure exprime la même idée concernant cet ambiance de la mécanique et de l'industrie automobile. A l'image de la finesse des détails dans la construction et des composants des voitures de course, nous retrouvons une même volonté de finitions dans les raccords et les éléments structurels métalliques dans le musée.

Ainsi, c'est avec les plafonds intérieurs que l'on aperçoit cette ambiance. En effet, la structure porteuse métallique s'aperçoit avec l'ensemble des installations techniques. Ce côté industriel contraste avec le reste du musée.

Construction SYSTÈME STRUCTUREL



Le système constructif est composé de trois noyaux en béton armé de 20 cm d'épaisseur qui viennent soutenir des poutres métalliques IPE 600 avec un entre-axe de 2.40 m. L'espacement des deux espaces compris entre les noyaux comprennent une portée de 11.00 m pour la partie haute du musée et de 16.00 m pour la partie base.

Les poutres métalliques sont perforées dans l'âme pour une économie de matériau et alléger la structure. Les poutres cellulaires permettent aussi l'intégration de conduites techniques et de panneaux acoustiques au travers des ouvertures tout en maintenant une épaisseur de plancher minimale.

Cette solution réduit la hauteur totale des dalles, ce qui permet d'obtenir un vide d'étage plus grand.

Les poutres sont reliées avec le plancher mixte en béton-acier par des goujons à intervalles réguliers. Ces goujons permettent de consolider la dalle mixte avec la structure métallique. Les efforts de compressions sont repris par la dalle en béton tandis que les efforts de traction par les poutres. Les espaces vitrés sont contreventés par des poutres métalliques en treillis.

L'apparence des noyaux en béton armé, selon la norme SIA 118/26, est de type 4: béton de parement conservant l'empreinte des panneaux de coffrage.

DALLE MIXTE

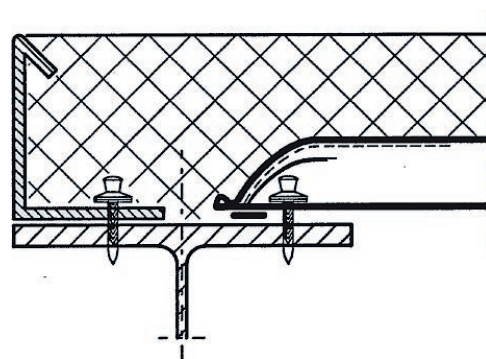
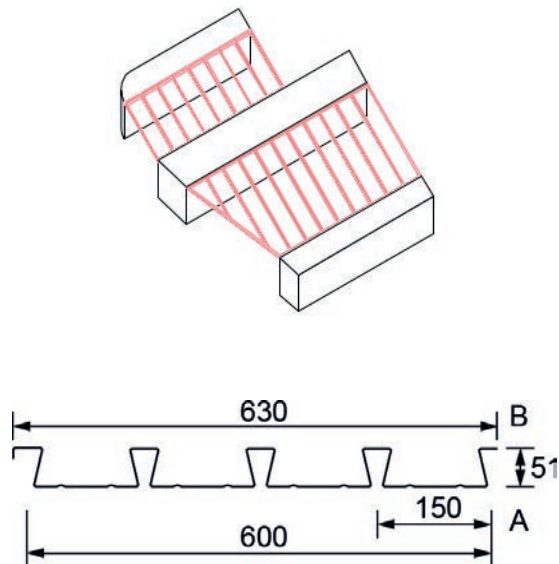
Pour ce musée, les dalles mixtes sont en acier-béton et se situent entre les noyaux porteurs en béton systématiquement sur tout les niveaux.

Les dalles mixtes sont placées sur les poutres IPE avec un entre-axe de 2,40 m. Elles comprennent une sous face en tôle d'acier zingué, profilées de type Holorib de dimension 630 mm x 51 mm et sont liées avec du béton armé.

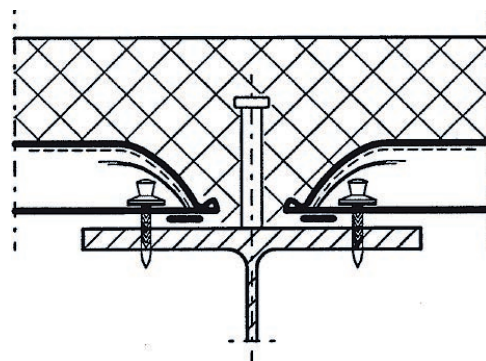
Ce type de dalles est, à l'origine, destiné pour des ouvrages industriels, gratte-ciels et de bâtiments de grandes envergures. En effet, elles ont pour but de remplacer les dalles traditionnelles en béton armé par un système porteur plus léger afin de réduire le poids propre des planchers.

La volonté de ce choix constructif est lié à une rapidité d'exécution entre le gros œuvre et le second œuvre lors de la mise en œuvre sur le chantier ainsi que de respecter l'aspect architectural du monde automobile.

Pour garantir une liaison impeccable entre l'acier et le béton, des goudons consolident les poutres IPE avec les tôles Holorib et le béton coulé sur place. Les tôles trapézoïdales permettent de mieux s'imprégner au béton et augment la liaison du béton et de l'acier grâce aux goudons métalliques de Ø19mm à chaque nervure, qui dépassent sur l'aile supérieure du profilé.



Détail de bord de dalle et raccords des poutres métalliques.



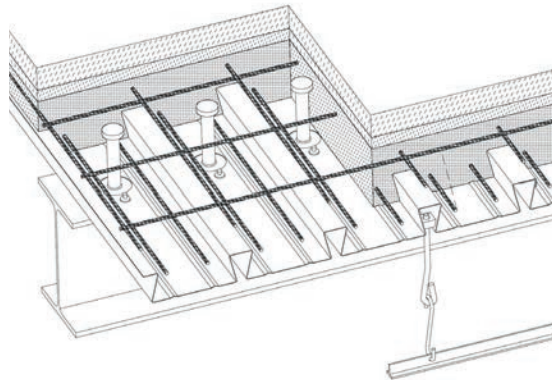
Ce système constructif est destiné à créer une liaison entre la structure portante et le béton, mais également entre la tôle et le béton.

Les avantages qu'offrent les tôles Holorib lors de la mise en œuvre sont: coffrage, armature et protection incendie. En effet, la tôle Holorib est résistante au feu sans isolation complémentaire. Elle peut être mise en place sans étayage supplémentaire en dessous d'une portée de 2.80 m.

Les tôles peuvent aussi être livrées avec différentes solutions au niveau des appuis intermédiaires et aux extrémités. Elles peuvent être trouées et thermolaquées sur la partie inférieure en usine. Concernant la planification, nous devons faire attention et prévoir suffisamment tôt les tôles métalliques pour éviter des retards de livraison lors de la mise en œuvre.

Les tôles sont fixées avec des cloueuses mécaniques et des clous adaptés. Ces derniers varient en fonction du type d'acier qui supporte les tôles ainsi que de l'épaisseur des profilés à mettre en place.

La mise en œuvre permet un gain de temps. Pour le coffrage des bords, nous pouvons utiliser de fers équerres ou des fers plats réglés et posés par l'entreprise de construction métallique. Il est important de vérifier la planéité de ces profils ainsi que le niveau de pose.



**Assemblage de la dalle mixte
avec les poutres IPE**



Pose des tôles sur le chantier

Le béton est mis en œuvre de la même manière qu'une dalle traditionnelle.

Lors du bétonnage, il faudra prendre de grandes précautions et faire attention à l'étanchéité entre le raccord des tôles pour éviter des coulures sur les murs apparents.

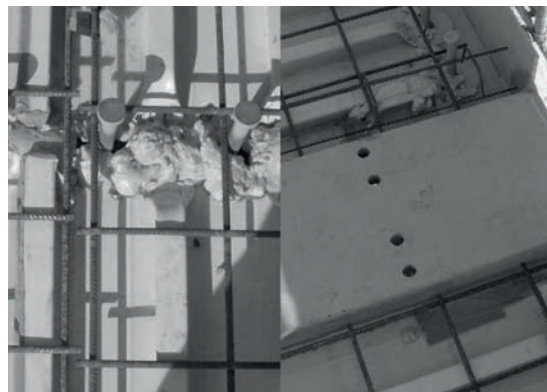
Il est donc recommandé de protéger les éléments environnants pour éviter toutes éclaboussures. Il faut aussi tenir compte du fait que l'absorption du fond métallique est inférieure à celui d'un coffrage en bois, ce qui affectera la solidification et le durcissement, et retardera considérablement le lissage.

Avantages et inconvénients de ce type de système:

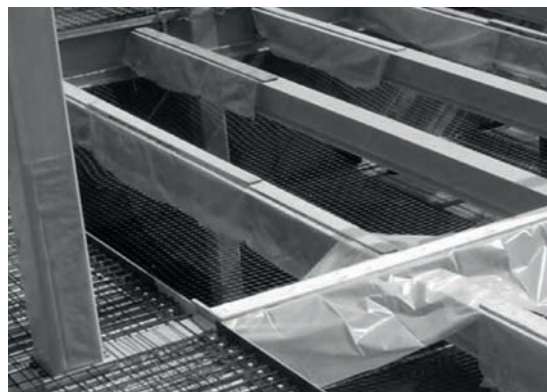
- + Pas de décoffrage
- + Pas d'étaisage nécessaire
- + Rapidité d'exécution, délais
- + Armature inférieure
- + Facilité d'exécution
- + Poids propre faible par rapport aux charges admissibles.
- + Anti-feu (min. F30 dès 10cm d'ép.)
- + Pas de temps d'attente aux niveaux inf. après bétonnage.
- Prix
- Modifications sur place pas pratique
- Coffrage de bord sophistiqué
- Nécessite une structure porteuse métallique (grandes surfaces)
- Raccords aux autres éléments non étanches



Équerre en bord de dalles

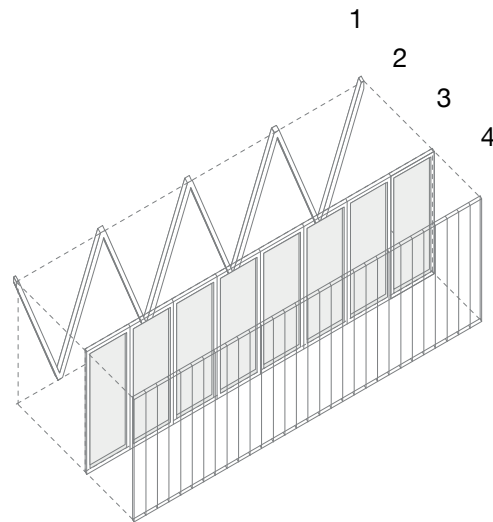
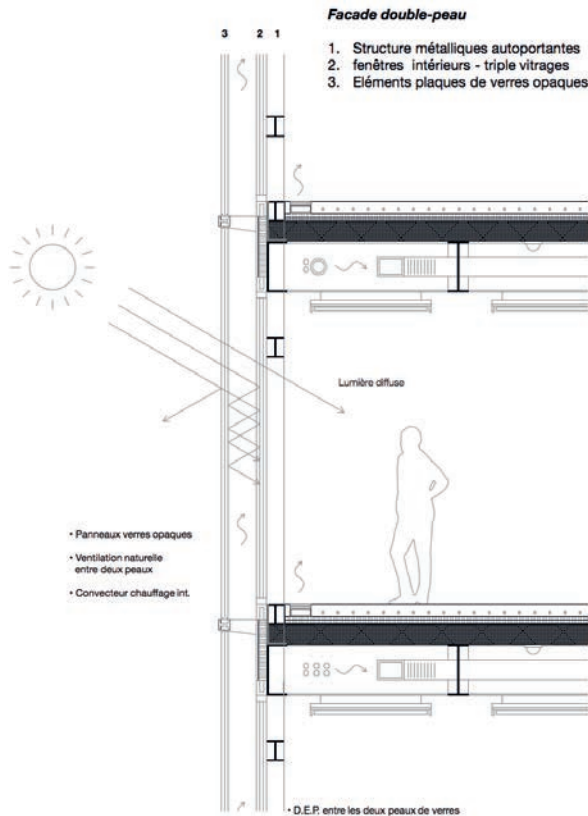


Mousse et scotch aux joints



Protection sur le chantier

FAÇADES DOUBLE-PEAU



Composition façade

1. Structure métal. auto-portante
2. Vitrages
3. Zone tampon
4. Double-peau

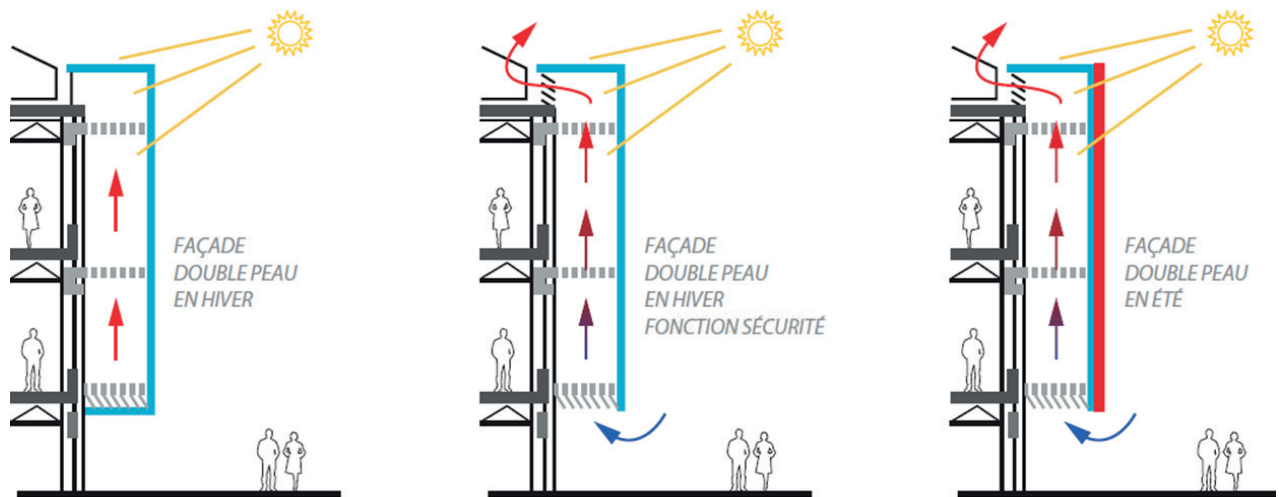
La façade double-peau est composée de trois couches: une enveloppe façonnée d'éléments en tôles métalliques, une zone tampon puis la structure auto-portante métallique incluant les fenêtres. Ce type de façade permet d'uniformiser l'aspect extérieur sur tout l'ensemble du musée.

La zone tampon thermique permet d'obtenir un pré-chauffage solaire de l'air en hiver et réduit ainsi les consommations en énergie. En été, la circulation d'air permet de rafraîchir la façade. C'est également un dispositif architectural qui protège l'enveloppe existante de la pluie, de la neige, du vent, des UV, etc.

Vu le contexte urbain et son implantation, ce type de façades améliore de façon significative l'isolation acoustique d'un édifice par l'absorption des nuisances sonores.

La façade est contreventée par les trois noyaux en béton armé et par les structures métalliques auto-portantes se fixant aux têtes de dalles situées entre les noyaux.

Pour répondre à la sécurité incendie et pour éviter la propagation des flammes étant donné que la double-peau fait toute la hauteur du bâtiment, on retrouve des tabliers, coupe-feu horizontaux à chaque étage.



Cette façade utilise une ventilation passive. Ce type de ventilation naturelle est moins efficace dans une région chaude, où le tirage est moins important. De plus, l'écoulement de l'air intérieur dépend de l'épaisseur de la cavité qui peut varier de 10 cm à plus de 1 m, ainsi que de la position et de la taille des ouvertures.

Concernant le vitrage, s'il est clair ou teinté, cela peut provoquer un échauffement de la cavité et des différences de pression qui vont se traduire par des différences dans la circulation de l'air dans l'espace tampon.

De la condensation et des gouttelettes sur les vitrages peuvent alors se former dans la zone tampon. Des verres avec le traitement anti-condensation sont prévus pour éviter ces nuisances.

Avantages de ce type de système:

- + Rafraîchissement en été : circulation de l'air dans l'espace tampons
- + Harmonisation des façades
- + Économie en consommation d'énergie
- + Régulation solaire
- + Amélioration de l'isolation thermique et acoustique
- + Protection pare-pluie.
- + Contient des installations techniques

Inconvénients

- Risque de condensation en hiver
- Accessibilité pour l'entretien
- Coût relativement plus élevé
- Risque incendie; effet de cheminée de feu

ISOLATION ET ENVELOPPE THERMIQUE

L'enveloppe thermique du bâtiment entoure tout le musée et comprend tout le pourtour de la façade double-peau ainsi que les fenêtres triples-vitrages.

Selon une étude, les estimations d'économie d'énergie pour les façades double-peau sont: en été, le tampon thermique peut faire baisser de 2 °C la température intérieure du bâti, ce qui représente entre 20 et 30 % d'économie. En hiver, une façade parfaitement dimensionnée et calculée permet un gain minimal de 10 %.

Les isolants thermiques utilisés pour ce projet sont:

FAÇADES:

Isolation thermique panneaux rigides
laine de pierre épais. 220 mm

Valeur U **0.17 W/m²K**

TOITURE:

Isolation thermique type XPS ép. 220 mm

avec pente intégré.

Valeur U **0.16 W/m²K**

RADIER:

Isolation thermique type XPS 1 ép. 60 mm

Valeur U **0.17 W/m²K**

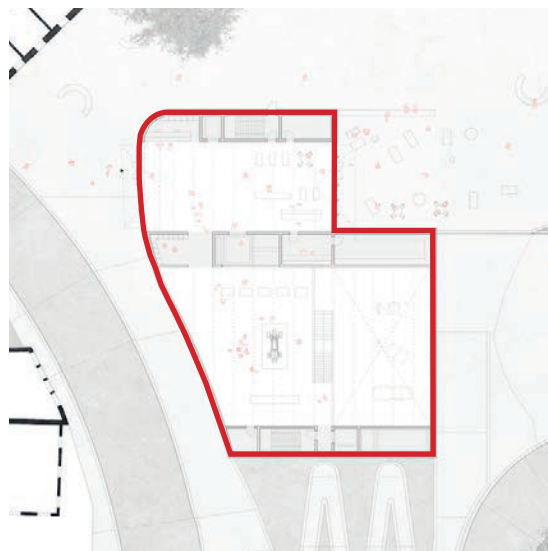
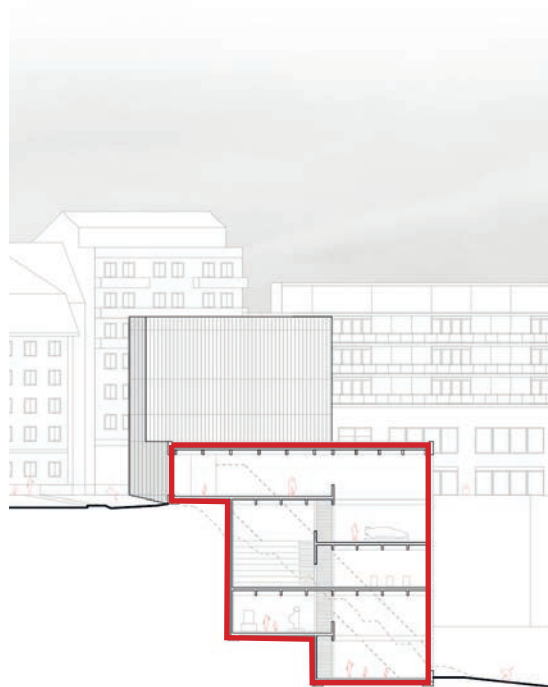
FENÊTRES:

Fenêtres métal triple vitrage

Valeur Ug: 0.5 W/m²

Valeur Uw: **0.78 W/m²K**

Isolation phonique Rw,P44dB



Enveloppe thermique au Rez

Exigences de valeurs thermiques pour les nouvelles constructions dans le canton de Fribourg.

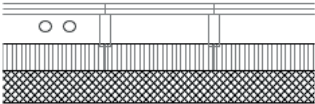
Elément d'enveloppe contre	Extérieur ou enterré à moins de 2 m	Locaux non- chauffés
Toiture	0.15 W/m ² K	0.20 W/m ² K
Mur	0.15 W/m ² K	0.20 W/m ² K
Sol	0.15 W/m ² K	0.20 W/m ² K
Fenêtres	0.90 W/m ² K	1.10 W/m ² K
Porte *	1.10 W/m ² K	1.30 W/m ² K
Caisson store	0.30 W/m ² K	0.30 W/m ² K

* dérogation possible pour les portes sectionnelles

Selon les exigences légales relatives à l'isolation thermique et les installations de chauffages des bâtiments. Les nouvelles constructions selon la norme SIA 380/1 doivent répondre à ces valeurs.

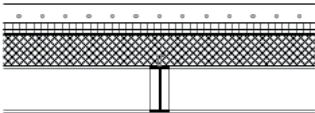
Les exigences du label MINERGIE -P, ou -A, ou valeurs cibles selon la norme SIA 380/1 sont à respecter selon les élément de construction comme le tableau ci-dessus.

COMPOSITIONS



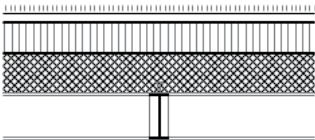
MUR PORTEUR ISOLÉ

Structure métallique	100 mm
avec revêt. panneaux verres	
Isolation thermique type laine de roche	250 mm
Mur B.A. coulé sur place	170 mm



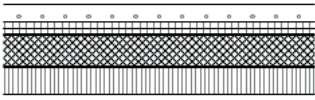
DALLES

Chappe avec chauffage au sol intégré	100 mm
Isolation thermique et acoustique	250 mm
Film PE	170 mm
Dalle béton armé	
Tôles métalliques type holorib	
Structure métallique type IPE 600	50 mm



TOITURE

Végétation extensive	100 mm
Couche filtrante	
Etanchéité inférieure lé bitumineux	250 mm
Isolation thermique, polystyrène expansé - pente de 1.5%	170 mm
Pare-vapeur/ étanchéité lé bitumineux	
Dalle mixte acier/ béton avec tôle à ondes trapézoïdales: type Holorib	50 mm
Structure en acier bidirectionnel	30 mm
Poutres IPE 600	25 mm



RADIER

Chappe flottante avec chauffage intégré	80 mm
Isolation thermique et phonique	40 mm
Film PE	
Radier B.A.	220 mm
Isolation thermique sous radier type XPS	200 mm
Béton maigre	50 mm

MATÉRIALITÉ

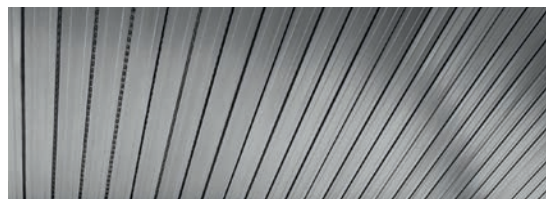
Façade double-peau

Tôles ondulées métalliques perforées par endroit pour la ventilation et l'aspect architectural



Plafond

Dalle mixte métal/ béton avec élément en tôle trapézoïdale type Holorib



Revêtement intérieur

Chape cirée au sol



Mur de parement des noyaux

Béton armé apparent
Type de coffrage 4
selon la norme SIA 118/262



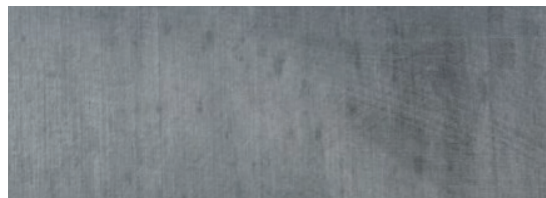
Façade double-peau

Élément en polycarbonate alvéolaire (50 mm)



Structure métallique

Poutre IPE 600 et divers éléments en acier

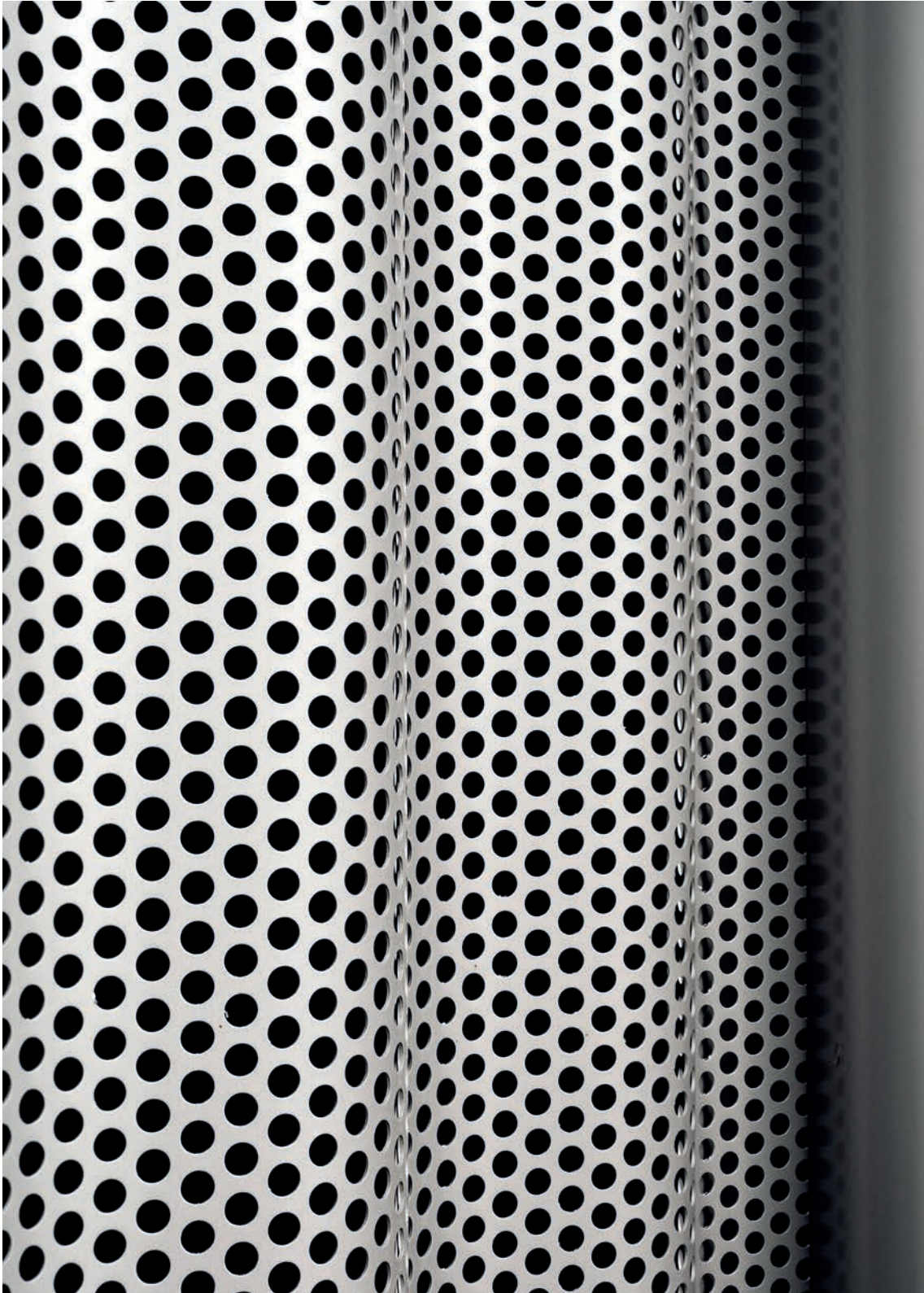


Revêtement intérieur

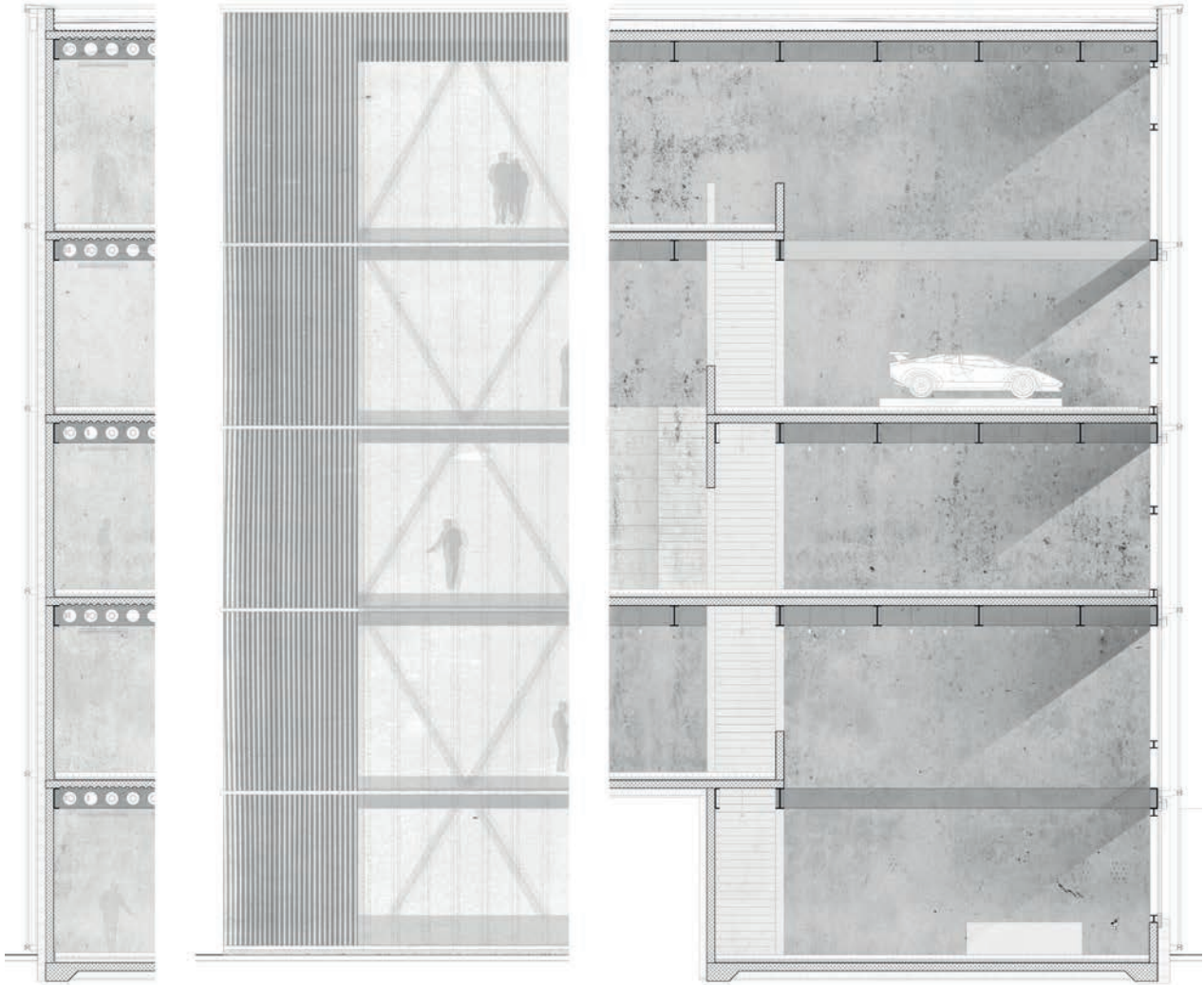
Carrelage cuisine, WC
grès cérame vert
6x24 cm



Matérialité façade



Façade et matérialité intérieure



FENÊTRE ET PROTECTION SOLAIRE

Les protections solaires sont situées dans l'espace tampon de la façade. Cette espace permet de protéger les stores toiles contre les intempéries et le vent. Les caissons toiles en saillie sont fixés sur les cadres supérieurs des vitrages.

Le modèle de store toile est :

Griesser. Solozip® II.

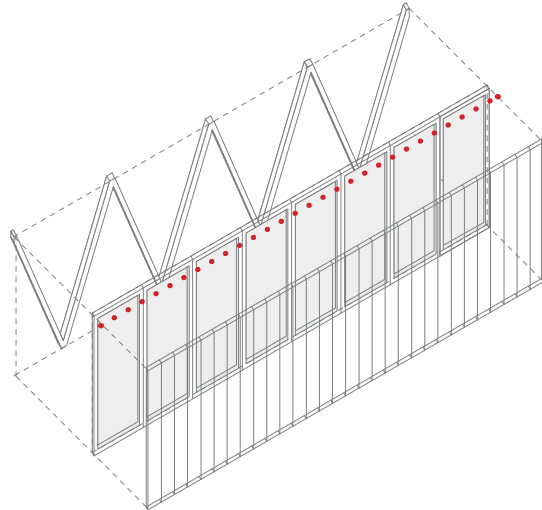
Dimen. caisson: 129mm x 144 mm

Lmax: 3500 mm avec Hmax: 5000 mm

Ce modèle avec moteur intégré et coulisses autoportantes permet d'atteindre des surfaces de recouvrement allant jusqu'à 18 m².

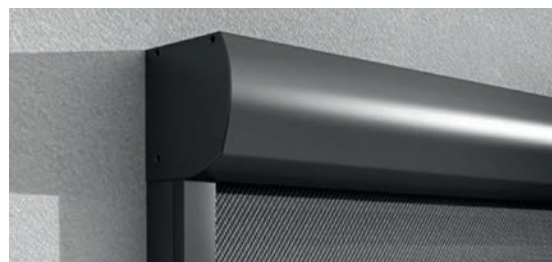
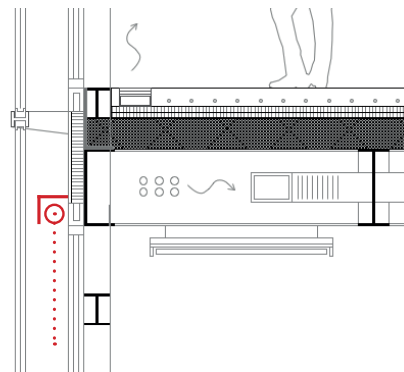
Le tissu en fibres de verre avec PVC est en tissage satiné en diagonal et permet une très bonne maîtrise de l'éblouissement tout en optimisant l'apport de lumière naturelle et permet aussi un grand pourcentage d'obscurcissement. Le choix de la couleur est dans une teinte anthracite. Le système guidage latéral de la toile sur toute la hauteur rend ces stores toiles verticaux extrêmement résistants au vent.

En cas de problèmes techniques ainsi que pour la maintenance, les protections solaires sont accessibles depuis l'intérieur par l'ouverture des fenêtres ou par l'extérieur en nacelle.



Protection solaire

Store toile situé dans la zone tampon



Modèle caisson de store toile:

Griesser. Solozip® II

avec coulisses standards

AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

L'aménagement intérieur est réalisé de sorte à ce que les espaces répondent au besoin du moment et puisse s'adapter à différentes dispositions ultérieures. Pour le musée, les œuvres et divers objets ne sont pas fixes, le mobilier est disposé au sol et contre les murs. Pour la partie haute dans la restauration, on retrouve dans les noyaux une cuisine et des locaux de stockage. Les espaces publics, quant à eux sont aussi complètement aménageables.

Pour la matérialité du mobilier, on peut l'imaginer d'apparence sobre et minimal en bois, métal et minéral, tout en respectant la matière de l'élément sans toutefois amener des couleurs extravagantes.

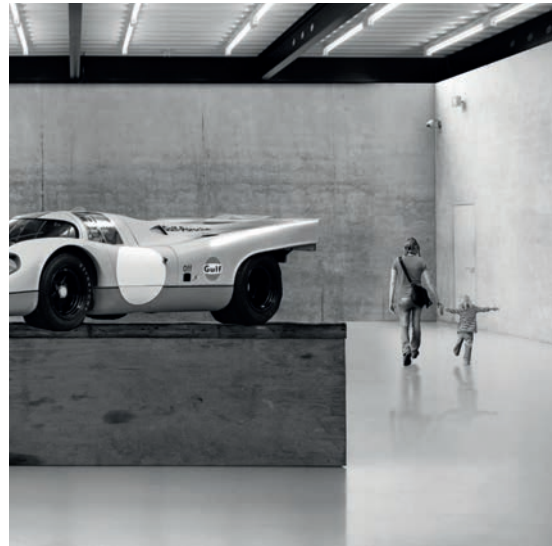
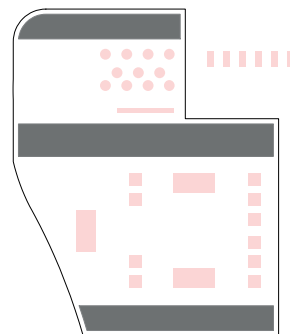
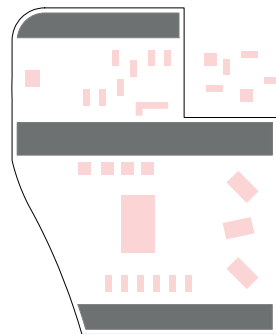


Image du mobilier avec deux variantes d'aménagement intérieur



Installations techniques CVSE LOCAUX TECHNIQUES

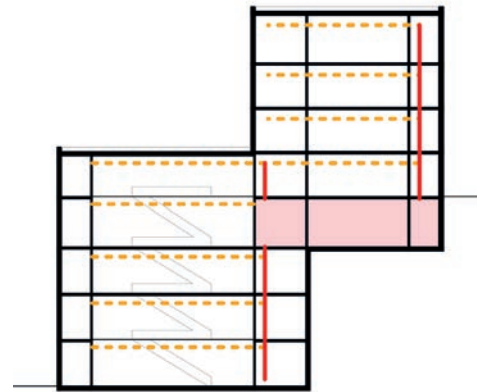
Les locaux techniques CVSE sont situés au sous-sol de la partie haute du musée et sont accessibles sans problème.

Une réflexion sur la possibilité d'avoir un raccordement à un réseau d'énergie existant, permet de proposer des variantes concernant le système de chauffage (CAD).

Les installations techniques du bâtiment tiennent compte d'une utilisation flexible et permettent des cycles différenciés de renouvellement en fonction de la durée de vie différente des éléments, installations et câblages. Cela nécessite donc une séparation aussi systématique que possible entre les installations techniques et la structure primaire du bâtiment.

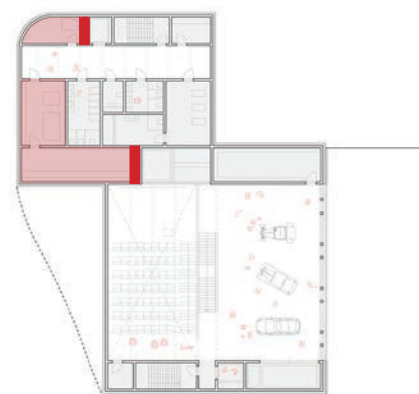
Les voies d'accès aux installations techniques sont aussi courtes que possible. L'emplacement des techniques et des câblages sont clairs et accessibles pour leur entretien. Des colonnes de chutes permettent de distribuer les installations techniques à travers tous les étages. Le concept de plafond apparents permet une plus grande liberté d'aménager le système de ventilation au travers des poutres cellulaires.

Le concept de protection incendie dans le local technique prend en compte la pose de portes EI60, des murs de séparations incombustibles ainsi que la séparation du local électrique.



Distribution du local technique

- Local au sous-sol
- Colonnes techniques
- Distribution des gaines CVSE dans le musée.



Local technique au sous-sol

CHAUFFAGE

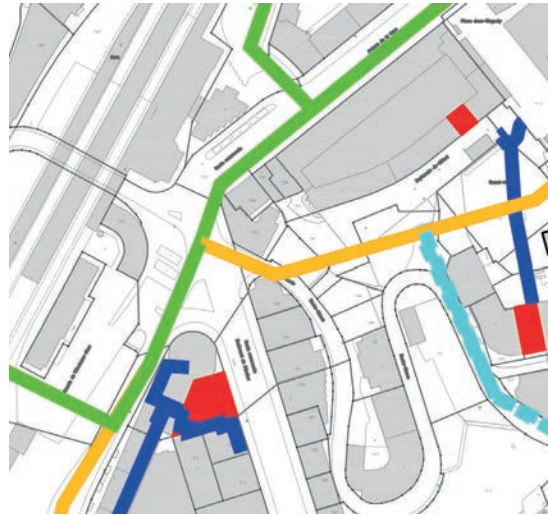
Le musée est raccordé au système de chauffage (CAD). Le raccordement au réseau est possible sur cette parcelle ainsi que pour le gaz naturel si besoin.

Selon les directives du canton de Fribourg sur les nouvelles constructions au sens de la norme SIA 380/1; la production de chaleur, y compris l'eau chaude sanitaire, devra être assurée par une ressource énergétique renouvelable ou par la valorisation de rejets de chaleur, par exemple : le bois, la géothermie, les rejets de chaleur industrielle, un réseau de chaleur à distance alimenté principalement par une énergie renouvelable, etc.

Ce système me permet d'obtenir une fourniture constante de chaleur ainsi qu'une sécurité d'approvisionnement et permettra ainsi de réduire la taille du local technique. La distribution à travers les pièces de musée se fera par un système de chauffage au sol dans les dalles mixtes.

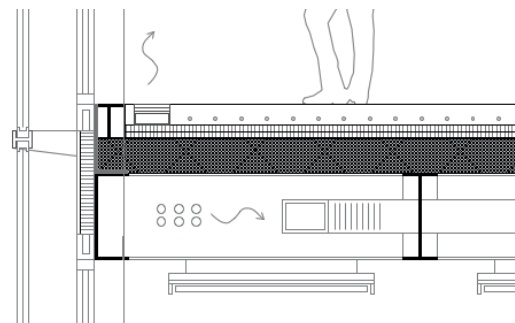
Le réseau de chauffage à distance donne la possibilité de valoriser en grande partie l'énergie issue des ressources renouvelables du territoire fribourgeois, comme :

L'usine de valorisation thermique des déchets les rejets thermiques industriels, production de froid, les chaudières à bois (pellets et plaquettes forestières), les chaudières à biogaz, ...



Réseau chauffage à distance

- Réseau existant
- Réseau inst. 2019
- Réseau en étude
- Réseau inst. 2020
- Réseau inst. 2019



Chauffage au sol

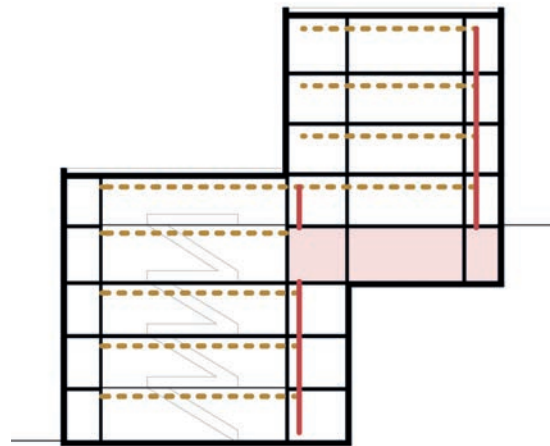
VENTILATION

Les conditions de ventilation dans un musée sont primordiales. Il est important de maîtriser la température et l'hygrométrie pour des conditions optimum de conservation et de confort.

Le système de ventilation choisi est une ventilation double- flux. Elle combine la pulsion d'air neuf et l'extraction d'air vicié selon les besoins dans les différents locaux. Une récupération de chaleur par échangeur entre l'air extrait et l'air neuf est mis en place pour optimiser le système de chauffage.

Selon les directives du canton de Fribourg, les nouveaux bâtiments et les extensions importantes, devront être équipés d'une aération contrôlée permettant d'assurer le débit d'air minimal défini par le cahier technique SIA 2024.

Le monobloc de ventilation est placé dans le local technique, situé au sous-sol. L'air est pris et expulsé en toiture.



Coupe de principe ventilation

Dans le local technique situé au sous-sol se trouve l'installation. La distribution se fait à travers le monobloc en passant par les noyaux pour ainsi distribuer l'air insufflé dans les espaces.

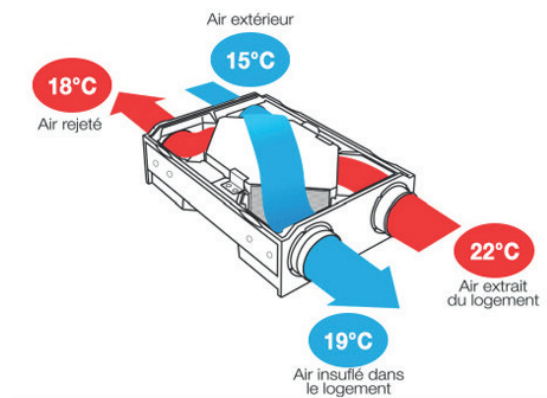
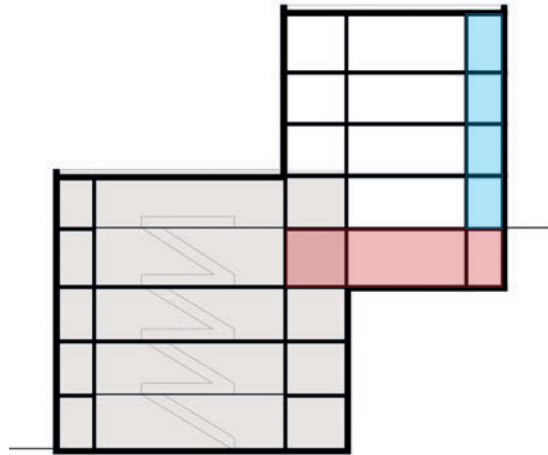


Schéma système double-flux

SANITAIRE

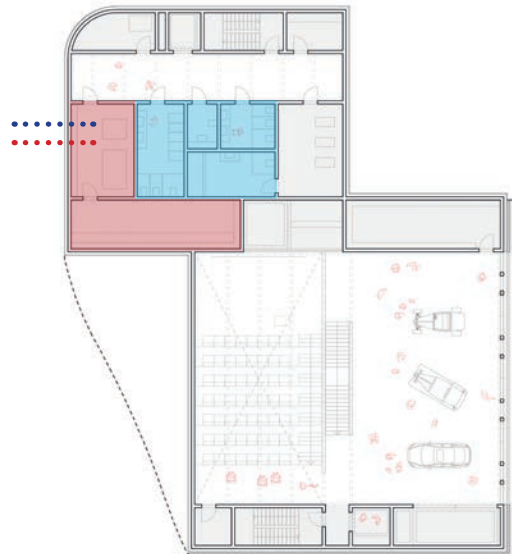
Selon les directives du canton de Fribourg concernant les nouvelles constructions publiques, la production de chaleur, y compris l'eau chaude sanitaire, doit être assurée par une ressource énergétique renouvelable ou par la valorisation de rejets de chaleur, par exemple : le bois, la géothermie, les rejets de chaleur industrielle, un réseau de chaleur à distance alimenté principalement par une énergie renouvelable, etc.

Les noyaux du bâtiment réalisés en béton armé regroupent tous les éléments techniques tels que les gaines, les colonnes de chutes et les sanitaires qui sont eaux superposés sur chaque étage.



Coupe de principe sanitaire

Le sous-sol regroupe l'ensemble des installations sanitaires ainsi que l'introduction des eaux et évacuations des eaux.



Local technique au sous-sol

Introduction E.C.

Évacuation E.U.

Sanitaires -WC

ELECTRICITÉ ET ÉCLAIRAGE

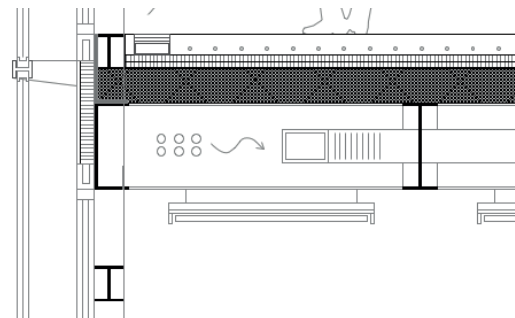
L'éclairage intérieur est réalisé par des plafonniers suspendus de type réglette fluo 1200 mm, situés entre les poutres métalliques. L'exploitation des éclairages doit être efficace énergétiquement, respectueuse de l'environnement et adaptée à l'usage prévu.

Le local électrique se situe au sous-sol séparé des autres installations pour respecter les exigences des normes feu. Le passage électrique passe au plafond à travers les poutres cellulaires. L'ensemble des installations, stores toiles, systèmes, portes entrées, etc, seront automatisés. On prévoit dans les colonnes montantes; 20 à 30 % de réserve de place pour des équipements électriques complémentaires.

Concernant l'éclairage naturel, des ouvertures permettent d'éclairer les pièces. Pour éviter les surchauffes, il est prévu d'installer des fenêtres avec une valeur g faible.



Eclairage artificiel
Plafonnier à réglettes
avec tubes fluo. 1200 mm



Local électrique au sous-sol

ACOUSTIQUE

Pour respecter des exigences en matière de protection sonore concernant le bruit extérieur et bruit intérieur, le projet propose deux solutions.

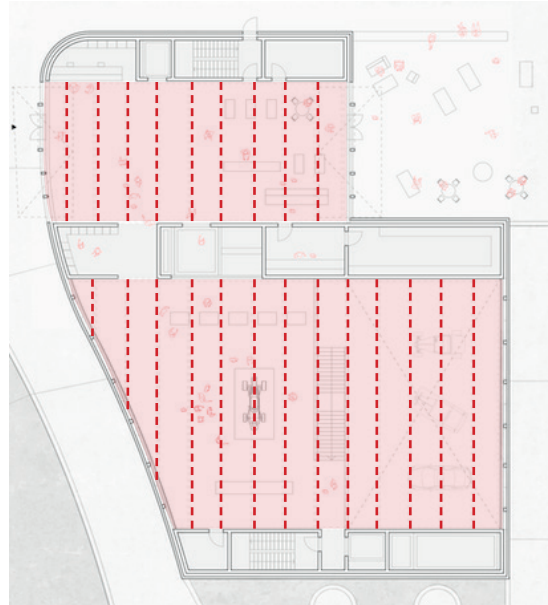
Premièrement la façade double-peau permet d'atténuer les nuisances sonores extérieures de plusieurs décibels. Ce qui est intéressant vu le contexte urbain et routier proche du musée.

La problématique de l'acoustique à l'intérieur du bâtiment est réglée par des panneaux suspendus situés au plafond entre les poutres IPE métalliques ainsi qu'avec divers éléments techniques.

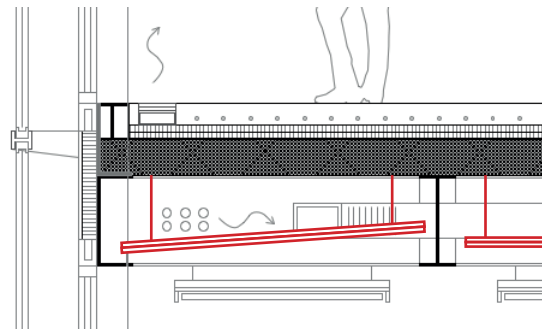
L'acoustique des grands espaces d'exposition sera réglé de la même manière. De plus, le sol en asphalte réduira aussi une partie des bruits. Toutefois une analyse plus approfondie des espaces permettra de définir si les installations mises en place actuellement suffiront ou non.

Type de panneaux acoustiques:

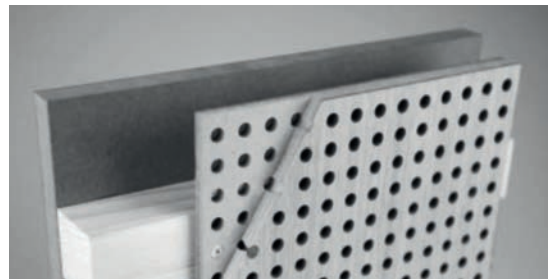
Pour le choix des panneaux acoustique j'ai choisi les panneaux TavaPerf de l'entreprise Tavapan. Ces panneaux perforés sont réalisés sur mesure avec des finitions à choix. La disposition au plafond est organisée en mosaïque avec une finition en couleur anthracite.

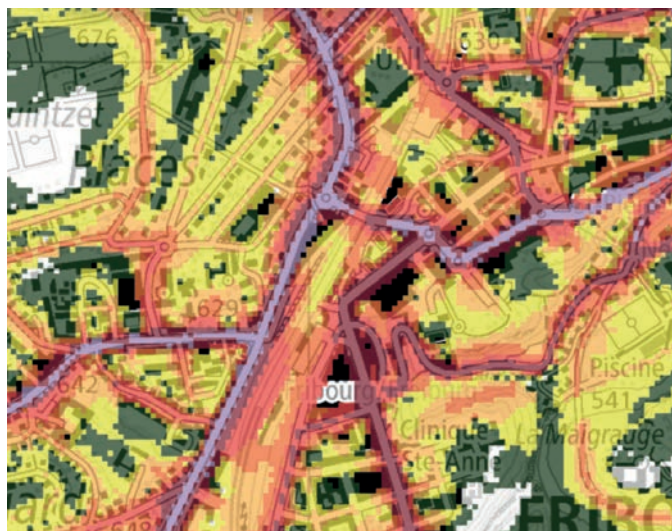


Surfaces au plafond
des panneaux acoustiques
entre poutres métalliques



Faux-plafonds suspendus





Légende

Niveau d'évaluation Lr [dB(A)] (06:00 - 22:00)

≥ 75

70 - 74.9

65 - 69.9

60 - 64.9

Valeur limite



55 - 59.9 pour habitation stricte (DS II)

50 - 54.9

45 - 49.9

40 - 44.9

< 40

Si vous souhaitez obtenir un affichage plus détaillé, veuillez vous adresser au service compétent.

ENERGIE RENOUVELABLE

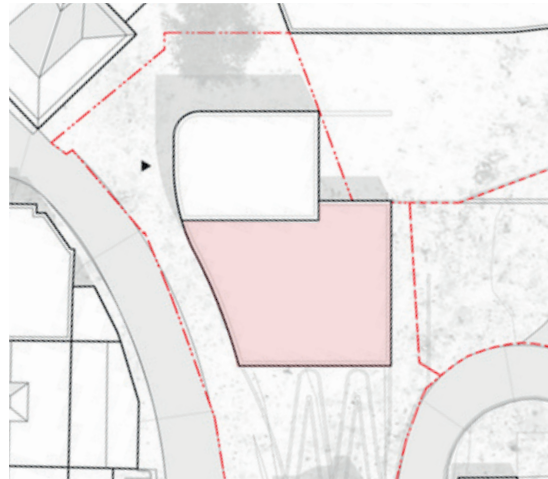
Avec une utilisation du chauffage à distance comme énergie renouvelable et conformément aux directives, ce musée disposera de panneaux solaires photovoltaïques en toiture.

A Fribourg, lors d'une nouvelle construction, le canton demande une partie d'énergie renouvelable qui s'élève à 30% de l'énergie totale du bâtiment. Pour répondre à cette demande, des panneaux photovoltaïques seront installés sur la toiture de la partie basse du musée. Ce type d'installation solaire peut bénéficier de subventions cantonales.

En ce qui concerne la production d'électricité, un tout nouveau bâtiment ou tout bâtiment faisant l'objet d'un assainissement de la toiture, doit être équipé d'une installation photovoltaïque d'au moins 10 Wc/m² de SRE.

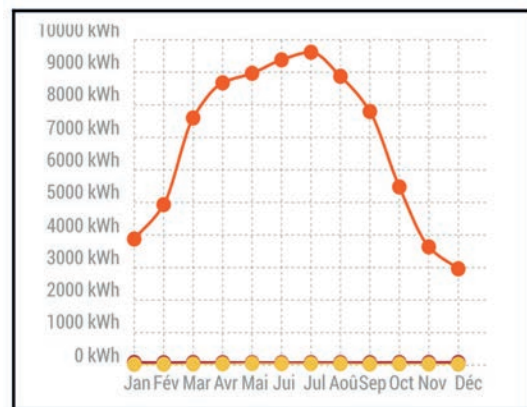
Les panneaux photovoltaïques seront installés sur la toiture de la partie basse du musée sur une surface de 452 m². Les panneaux seront raccordés au local technique situé au sous-sol et seront ainsi connectés au réseau.

Avec une surface de 450 m² on obtient une puissance nominale de 75.9 kW. Les panneaux photovoltaïques peuvent produire 81'798 kWh/an et seront rentables en 11 ans. L'idée sera d'utiliser l'énergie en appoint pour les autres installations et de remettre dans le réseau le surplus d'énergie.



Panneaux photovoltaïques

Surface toiture de 450 m²



	Production totale de courant	81'798 kWh / an
	Courant solaire utilisé directement	464 kWh / an
	Part de consommation propre	0.6 %
	Courant solaire injecté sur le réseau	81'334 kWh / an
	Coût de l'installation clé en main	105'400 CHF
	Petite rétribution unique PRU	24'970 CHF
	Durée d'amortissement de l'installation	11 ans

ACCESSIBILITÉ ET PMR

Les normes pour accueillir les personnes à mobilité réduite sont mises en place dans ce bâtiment public.

L'entrée du bâtiment se fait de plein pied et l'ensemble du musée est complètement accessible aux personnes à mobilité réduite.

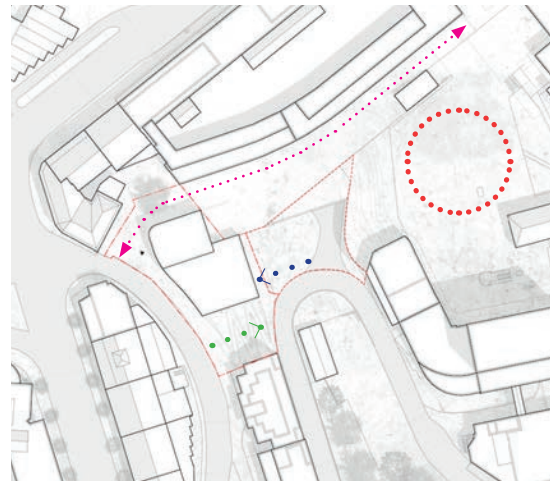
Actuellement une zone d'accès supérieure et une zone d'accès inférieure doivent être prévues sur la Route-Neuve. Pour cela, à l'extérieur du musée, une nouvelle connexion entre le centre de Fribourg, situé sur le plateau haut vers le bas de la ville menant à Neuville ainsi qu'au bord de la Sarine est possible par deux manières;

- Premièrement un nouveau passage le long du musée sur la Route-Neuve et qui invite à la promenade avec une pente de 6° maximum. Ce passage rejoint ainsi un trottoir existant en amont.

- Deuxièmement, un ascenseur public incliné à 45° faisant référence au funiculaire de la ville de Fribourg passe à travers le musée permet de relier les deux plateaux.

Les WC PMR sont accessibles à tout les étages ainsi que des ascenseurs desservent tous les étages.

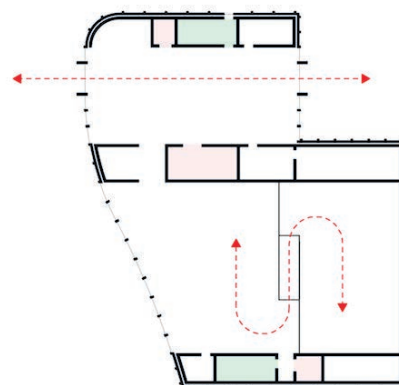
Des places de livraisons pour les marchandises et la restauration sont aménagées à côté du musée. Des places de parc visiteurs pour voitures, vélos et motos sont disponibles à proximité, à 2 minutes à pied sur le parking de Grand-place.



Accessibilité

- Parking vélos/ véhicules/ motos
- Livraisons marchandises/ rest.
- Accès voitures exposition
Limite de vitesse/ piétons
- Nouveau passage de promenade
avec une pente de 6% max.

L'accès au musée est parfaitement accessible aux personnes à mobilités réduites



Circulation dans le musée

SÉCURITÉ INCENDIE

VOIES DE FUITE

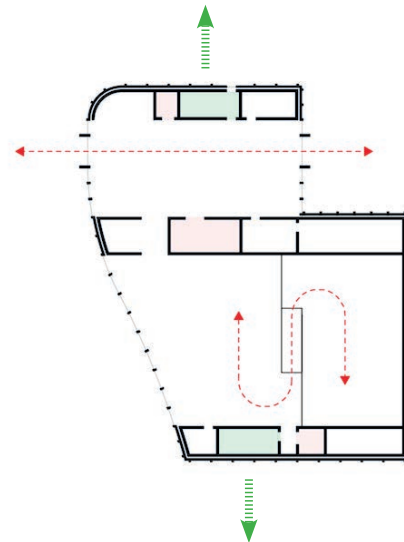
La voie d'évacuation répond aux normes incendies. En effet, elle n'excède pas les 35m. Les distances de voies de fuites dans ce musée ne dépassent pas 23 mètres au maximum. De plus, des compartiments coupe-feu situés dans les noyaux disposent d'escaliers menant directement vers l'extérieur.

Une seule voie d'évacuation verticale est suffisante, car la surface des étages n'excèdent pas 900 m². Les voies d'évacuation donnent au niveau de rez-de-chaussée sur un espace à l'aire libre. Pour les espaces avec des gradins ou des places, elles ne dépassent pas 100 places pour éviter de devoir avoir deux voies de fuites.

PROTECTION INCENDIE

Le musée dispose d'un système de protection incendie qui s'intègre au plafond ainsi que dans les noyaux. Ces éléments anti-feu, détecteurs, sprinklers, la signalétique et les postes d'incendie sont disposés pour être le plus discret et le plus efficace possible pour maintenir et respecter l'aspect architecturale.

L'ensemble du système comprend: des détecteurs de fumée et d'incendie sensibles combinés à des systèmes de détection de fumée par aspiration hautement sensibles qui assurent une détection au plus près de l'objet à protéger. Ces détecteurs alertent immédiatement un personnel instruit en cas d'événement et transmet l'alarme aux centres d'incendie et de secours des pompiers.



Voies de fuite

- Ascenseurs
- Sorties vers l'extérieur
- Circulation dans le musée



Signalétique

Claire et visible depuis l'ensemble des espaces

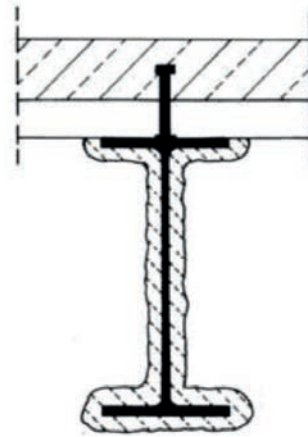
FAÇADE DOUBLE-PEAU

L'inconvénient des façades double-peau est le risque de propagation du feu et des fumées dans la zone tampon. Pour limiter ce risque, on peut introduire des tabliers coupe-feu, des barrières horizontales à chaque étage.

PEINTURES INTUMESCENTES

Pour la protection feu de la structure métallique du musée, le choix s'est porté sur les revêtements Sika qui conviennent pour des applications conformes à R30 et R60. Les revêtements sont appliqués sur les profilés avec une épaisseur de couche de 0,25 à env. 4 mm.

Sous l'effet de chaleur de plus de 110 °C, les revêtements Sika forment une couche de mousse stable, fine et isolante. Par dissipation de chaleur, cette couche empêche une perte de la résistance statique de l'acier en cas d'incendie et n'alourdit pas l'ossature. Cette peinture protège aussi contre la corrosion et maintient l'aspect intact des poutres. La teinte sera une couleur anthracite.



Peinture intumescente
Protection feu
des poutres métalliques



ÉVACUATION DES EAUX DE PLUIE

Pour l'évacuation des eaux de pluie des toitures plates, nous pouvons évacuer l'eau de pluie en réalisant une pente de 1.5% dans l'isolation thermique de la toiture. L'eau sera dirigée vers les descentes E.P. situées aux angles de l'ouvrage et elles comprennent des boîtes d'attente.

Les descentes en ferblanterie sont facilement accessible pour l'entretien et sont comprises dans la zone tampon, la couche intermédiaire de la façade double-peau.

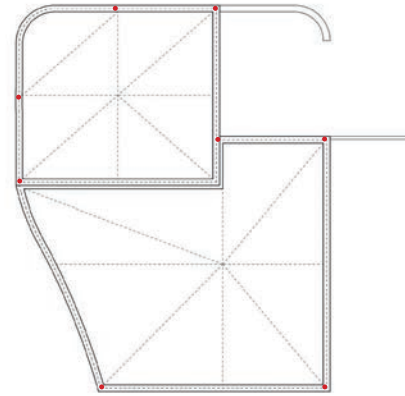
Les ouvrages tels que les musées nécessitent des mesures de protections exceptionnelles pour éviter des entrées d'eaux dans le bâtiment. Une retenue d'eaux est prévue en cas de forte pluie pour ralentir l'écoulement dans les descentes d'eaux de pluie. Il est aussi prévu des trop-pleins de sécurité de section rectangulaire de 60mm/150mm (2.9l/s).

Dimensionnement:

Pour une surface de toiture de 718.00 m², on peut compter pour une descente avec un diamètre intérieur de 120 mm une capacité de surface desservie de 90m² avec un débit d'eau évacuer de 7,5 L/s.

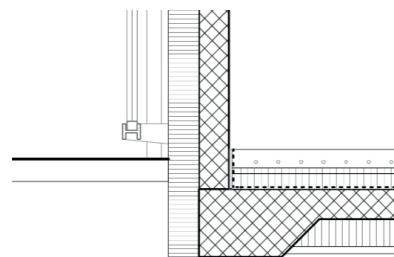
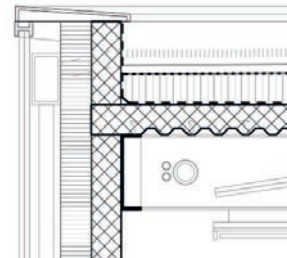
Ce qui nous donne pour cet ouvrage: 8 descentes d'eaux pluviales. En générale, nous avons appris qu'il nous faut une D.E.P. pour 100 m² de toiture.

D.E.P.
ø 120 mm



712 m² de surface en toiture

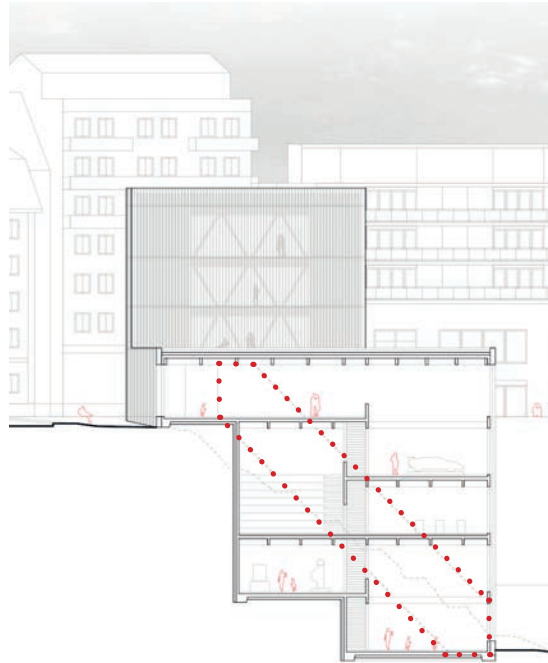
L'isolation en toiture avec pente intégrée de 1.5% dirige l'eau aux D.E.P.



ASCENSEUR 45°

Un ascenseur reprend l'image et la référence du funiculaire existant de la ville. Cet ascenseur permet de rejoindre la base-ville et le plateau supérieur tout en passant à travers le musée mais en restant dans zone public.

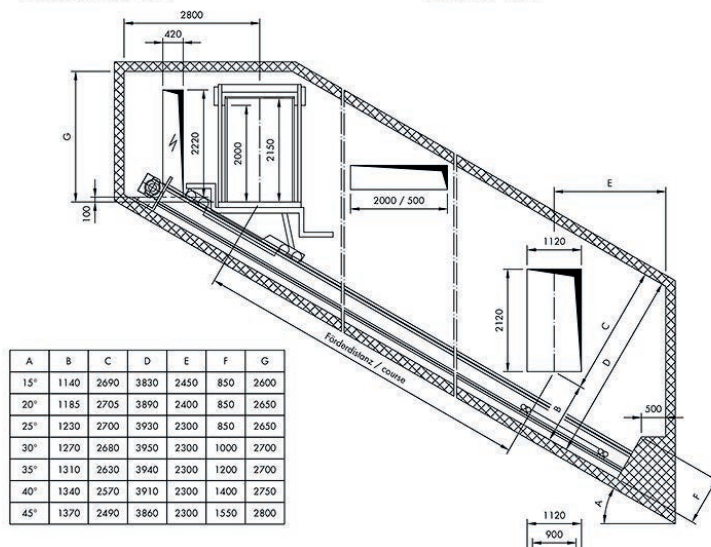
L'accès sur la partie supérieure se trouve au rez-de-chaussée et sur la partie inférieure, à côté de la sortie du musée.



AS Aufzüge

Inclino
10 Personen / 800 kg

- Elektro-mechanischer Antrieb, System gearless
- Antrieb in Schacht integriert, MRL
- 2-teilige Türen, zentralöffnend
- Fahrgeschwindigkeit 1.0 m/s
- Förderdistanz max. 100 m



AS Ascenseurs

8.1.0080.01.1

Inclino
10 personnes / 800 kg

- Entraînement électro-mécanique, système gearless
- Machinerie intégrée, MRL
- Portes centrales à 2 vantaux
- Vitesse 1.0 m/s
- Course maxi 100 m

ENTRETIEN ET EXPLOITATION

L'objectif de l'entretien et de l'exploitation dans cet ouvrage est de réduire les coûts d'exploitation et d'entretien dans la durée par une planification précoce et réfléchie dès la planification du projet.

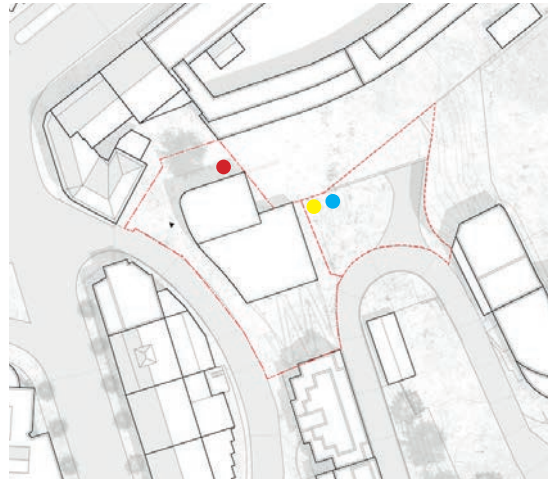
Il faudra prendre des mesures pour obtenir un projet durable et éviter des frais d'exploitation conséquents. Pour cela le renouvellement des équipements et des interventions d'entretien à des intervalles réguliers peuvent augmenter la durée du cycle de vie de l'ouvrage.

Les installations apparentes et faciles d'accès favorisent la durabilité de ce projet. Leur remplacement est facilement possible en cas de problème et sont accessibles sans démontage d'éléments installés de manière fixe.

Concernant la question des déchets, il est prévu une mise en place de conteneurs spécifiques ainsi que la prise en charge des déchets du lieu de production jusqu'au site d'élimination ou de recyclage.

Le nettoyage, les divers contrôles ainsi que l'entretien des façades peuvent être réalisés par des experts ou par une entreprise spécialisée.

Des professionnels peuvent effectuer l'entretien selon la stratégie du bâtiment. Pour cela, ils effectuent des contrôles des installations techniques et si nécessaire remplacent des installations en fin de vie.



Zone de maintenance

- Zone pour stockage déchets
- Zone pour livraison restaurant
- Zone livraison musée



Entretien des façades