



Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité

Auditoires Faculté de biologie et médecine

Cité hospitalière

Présentation de projet



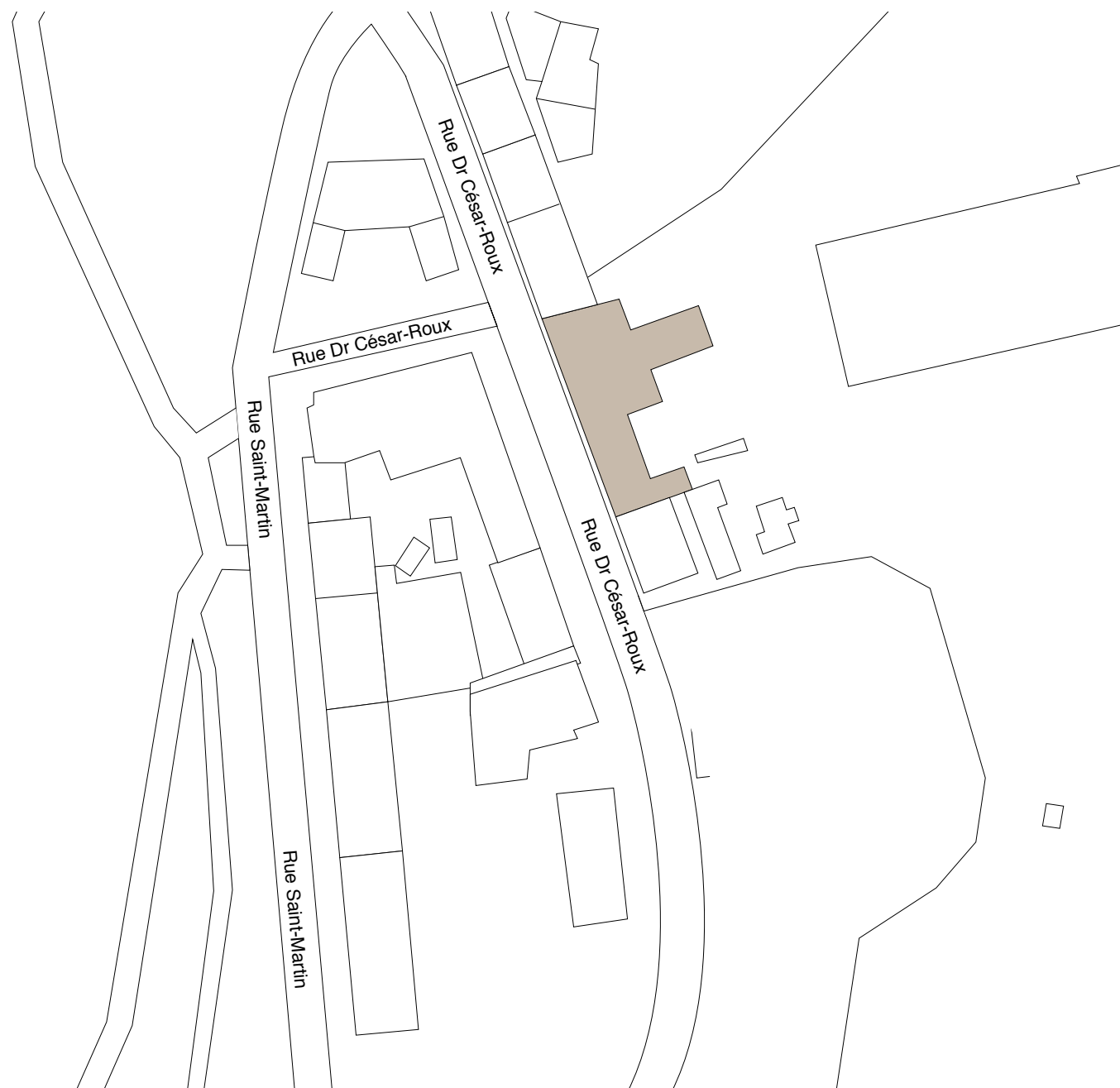


Sommaire

1	<u>ÉDITORIAL DU CONSEIL D'ETAT VAUDOIS</u>	4
2	<u>ANCER DANS LA ROCHE</u> <u>UNE MISSION ESSENTIELLE</u>	6
3	<u>UNE IDÉE LUMINEUSE,</u> <u>UNE DÉMARCHE HARMONIEUSE</u>	8
4	<u>« L'UTOPIE, AVEC LE CONSENSUS,</u> <u>DEVIENT RÉALISABLE »</u>	14
5	<u>DE NOMBREUX DÉFIS LIÉS</u> <u>À LA CONFIGURATION DES LIEUX</u>	20
6	<u>L'ACOUSTIQUE D'UN AUDITOIRE</u> <u>EN BÉTON CRU</u>	24

1

Éditorial du Conseil d'Etat vaudois



Mélodie originale et audacieuse pour deux auditorios en sous-sol

Lutter contre la pénurie de médecins constitue un enjeu politique national. Dans le canton de Vaud, cet objectif est jugé prioritaire et figure au Programme de législature du Conseil d'Etat comme dans les Plans stratégiques de l'UNIL et du CHUV. L'une des mesures adoptée par les Autorités consiste à augmenter de 160 à 220 le nombre de diplômé-e-s annuels d'ici 2018, puis à 245 d'ici 2023. Cette croissance de plus de 50 % de l'effectif des diplômés implique d'adapter les ressources de formation et de développer en particulier les infrastructures d'enseignement théorique.

Dans cette perspective, le département en charge des constructions, le département en charge de la formation et les directions du CHUV et de l'UNIL ont décidé, en 2014, de créer sur le campus du Bugnon deux auditorios de grande capacité destinés à la Faculté de biologie et de médecine (FBM) de l'Université de Lausanne. En bordure ouest de ce périmètre densément bâti, le projet a trouvé une solution originale et audacieuse au sous-sol de l'ancienne policlinique médicale de Lausanne, occupée actuellement par la Haute école de santé Vaud (HESAV).

Les deux auditorios de 250 places chacun sont réalisés de manière superposée, sous la cour intérieure du bâtiment. Le concept architectural de «caverne minérale» au cœur de la molasse lausannoise a nécessité de spectaculaires et délicats travaux d'excavation et donné forme à de surprenantes structures ondoyantes de béton brut côtoyant la roche vive. L'interaction permanente des formes et des textures permet de répondre aux exigences phoniques. Seule partie visible de l'extérieur, un grand vitrage aménagé au pied de la falaise du Bugnon éclaire les foyers attenants aux auditorios. L'ensemble est accessible soit par les entrées existantes du bâtiment, soit par un escalier indépendant depuis la cour.

Déjà en charge des récents travaux de rénovation de l'immeuble César-Roux 19, le Service immeubles, patrimoine et logistique (SIPaL) a piloté cette réalisation en partenariat étroit avec la Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité du CHUV. Situées près des autres grands auditorios utilisés par la FBM, les deux nouvelles salles limiteront les déplacements et permettront d'optimiser l'occupation des différents sites. En outre, la proximité immédiate de HESAV développera des collaborations supplémentaires entre les deux entités et offrira un gain d'efficience dans l'utilisation commune des installations.

Le Conseil d'Etat salue l'esprit de collaboration transversale, le caractère technique innovant et les qualités architecturales qui ont prévalu tout au long de l'élaboration et de la mise en œuvre de cet ouvrage hors normes.





2

Ancrer dans la roche une mission essentielle

Professeur Jean-Daniel Tissot

Doyen de la Faculté de biologie et médecine
de l'Université de Lausanne

Catherine Borghini Polier

Directrice des Constructions, ingénierie,
technique et sécurité du CHUV

« *Il fait beau d'apprendre la théorie de ceux qui savent bien la pratique.* »
Montaigne, Les Essais, Livre II, chapitre X.

Enseigner est indissociable de la notion de relier. S'assurer une proximité entre auditoires et cité hospitalière, c'est créer un lien entre étudiants et patients, et cette rencontre ne se réalise qu'à travers l'action du professeur, garant de la chaîne de transmission du savoir.

La nécessité d'augmenter la capacité d'accueil des filières de formation a encore renforcé cette résonance. Les nouveaux locaux creusés dans la cour d'un bâtiment historique – l'ancienne polyclinique universitaire – ancrent dans la roche une mission essentielle: la capacité de mettre la science au service du bien commun.

Cet espace, attenant à la Haute école de santé Vaud qui a investi en 2014 les murs rénovés de l'édifice séculaire de la rue César-Roux 19, offre deux auditoires souterrains de 250 places chacun, destinés aux étudiants de la Faculté de biologie et médecine. Sa localisation privilégie les échanges entre futurs soignants et médecins qui exerceront un jour sous un même toit – l'hôpital – et favorise le caractère singulier de l'enseignement prodigué par des professeurs à la fois praticiens et formateurs.

Cette réalisation répond aux intérêts de la collectivité. Exploitée en partenariat avec l'UNIL, elle fait partie du plan stratégique de développement des infrastructures du CHUV et s'intègre aux grands chantiers qui visent à répondre à l'évolution démographique. L'Ecole de médecine, quant à elle, s'est engagée à augmenter le volume des diplômes qu'elle délivre chaque année pour faire face à la pénurie actuelle. Il incombe aux institutions étatiques de trouver des solutions pour multiplier les sites d'enseignement théorique et pratique.

Avoir réussi le pari audacieux de construire de vastes locaux en sous-sol de la cour intérieure de l'ancienne polyclinique, c'est aussi rendre hommage aux fondateurs de la médecine communautaire: le professeur César Roux, premier titulaire de la chaire de chirurgie, dont le dévouement à ses patients et étudiants l'avait amené à donner son cours de médecine opératoire le samedi matin... entre 5 et 7 heures. Et les professeurs Paul Demiéville et Gustave Henri Delay, respectivement directeur de la polyclinique universitaire (de 1887 à 1925) et principal instigateur de l'assurance cantonale pour les enfants et de la loi sanitaire (1928), dont les nouveaux auditoires porteront les noms.





3

Une idée lumineuse,
une démarche
harmonieuse

Edith Dehant

Architecte,

Coprésidente de la commission de projet

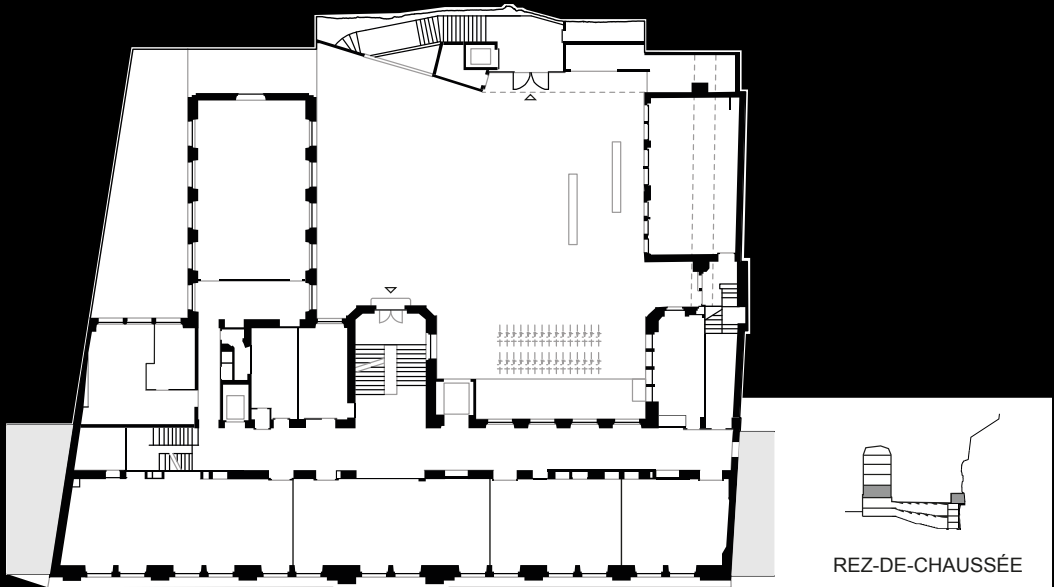
Ce projet extraordinaire – dans tous les sens du terme – est né d'un croquis de trois centimètres carrés. Une idée lumineuse de l'architecte mandataire, esquissée sur un coin de feuille, à l'époque de la rénovation de l'ancienne polyclinique universitaire. Sa proposition était de résoudre la problématique de manque d'espace pour réaliser des grands auditoriums dans ce bâtiment, par la création d'un nouveau volume... dans les entrailles de la parcelle.

C'est donc sous la cour intérieure de César-Roux 19 que s'est réalisé l'ouvrage conçu par Galletti & Matter architectes : deux auditoriums superposés de 250 places chacun, creusés au cœur d'un environnement atypique. Le volume de 5215 mètres cubes excavé dans lequel ils ont pris place s'insère entre une falaise de molasse et le fer à cheval formé par le corps principal et les ailes de l'édifice attenant. Les consolidations de la paroi rocheuse et les reprises en sous-œuvre ont été nombreuses.

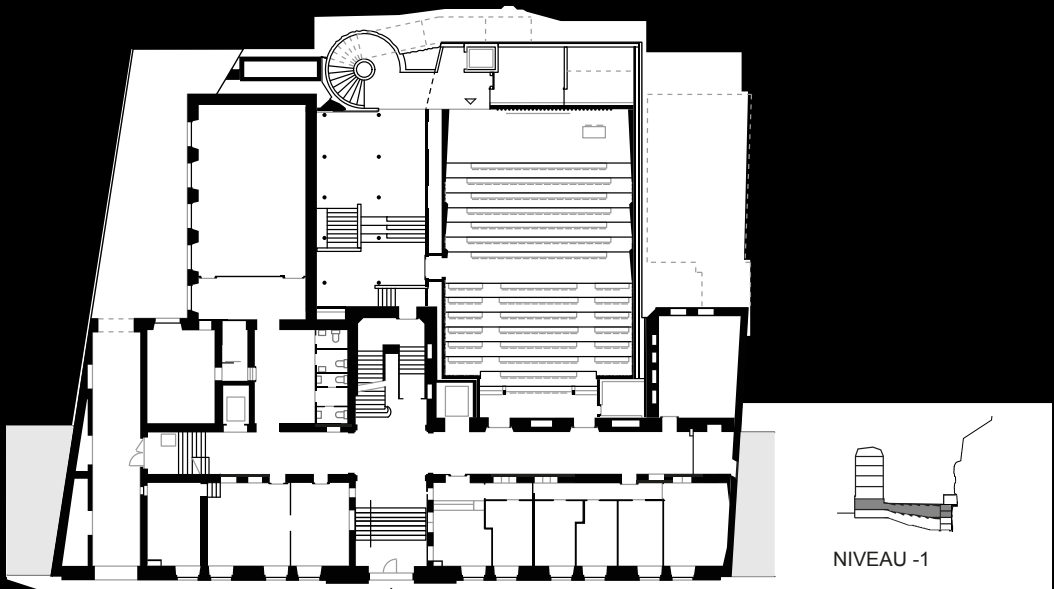
Quant au confinement extrême de ces travaux, il a inévitablement eu des répercussions sur leur organisation : c'est assis dans une cabine à 90 mètres au-dessus du fond de la fouille que le grutier a pris part aux phases préparatoires puis au gros œuvre. En effet, vu l'exiguïté de l'enceinte et la situation de la rue César-Roux, l'installation de chantier n'a pu se réaliser ailleurs qu'au sommet de la falaise, soit sur l'esplanade de l'ancien hôpital cantonal sis à la rue du Bugnon.

Pour mener à bien ce chantier spectaculaire en plein centre ville et dans un lieu d'enseignement en exploitation, l'un des premiers spécialistes à entrer sur scène a été l'ingénieur acousticien. La gestion des nuisances sonores était prioritaire. Toutes les mesures possibles ont été prises – jusqu'à habiller les façades et la paroi rocheuse d'un matériau qui « absorbe » les sons et réduit les résonances. Quant aux utilisateurs, ils ont fait preuve d'une immense tolérance et se sont réorganisés pour cohabiter avec ce lourd chantier sous leurs fenêtres.

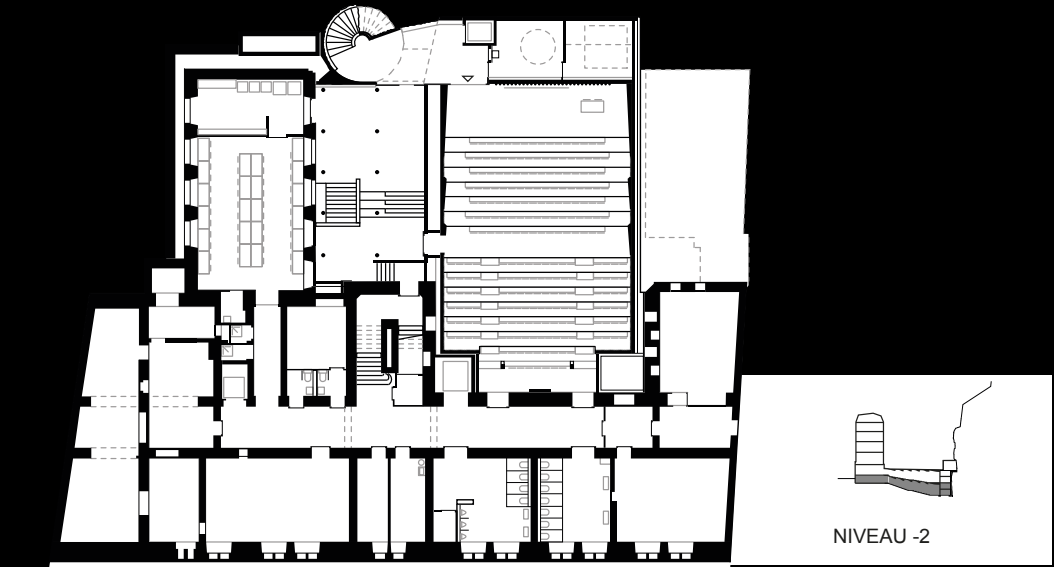
L'acoustique a aussi été particulièrement soignée au sein même des auditoriums. Parois et plafonds ont pris des formes particulières – des vagues pour ces derniers – qui offrent une qualité sonore impressionnante : la voix de l'orateur est intelligible jusqu'au dernier rang, sans amplification. Cette harmonie s'est également ressentie dans la collaboration entre les deux maîtres d'ouvrage publics et la confiance qu'ils ont accordée aux mandataires (la conception était des plus originales et la réalisation ardue) ; cet état d'esprit a certainement contribué à la réussite de ce projet hors normes.



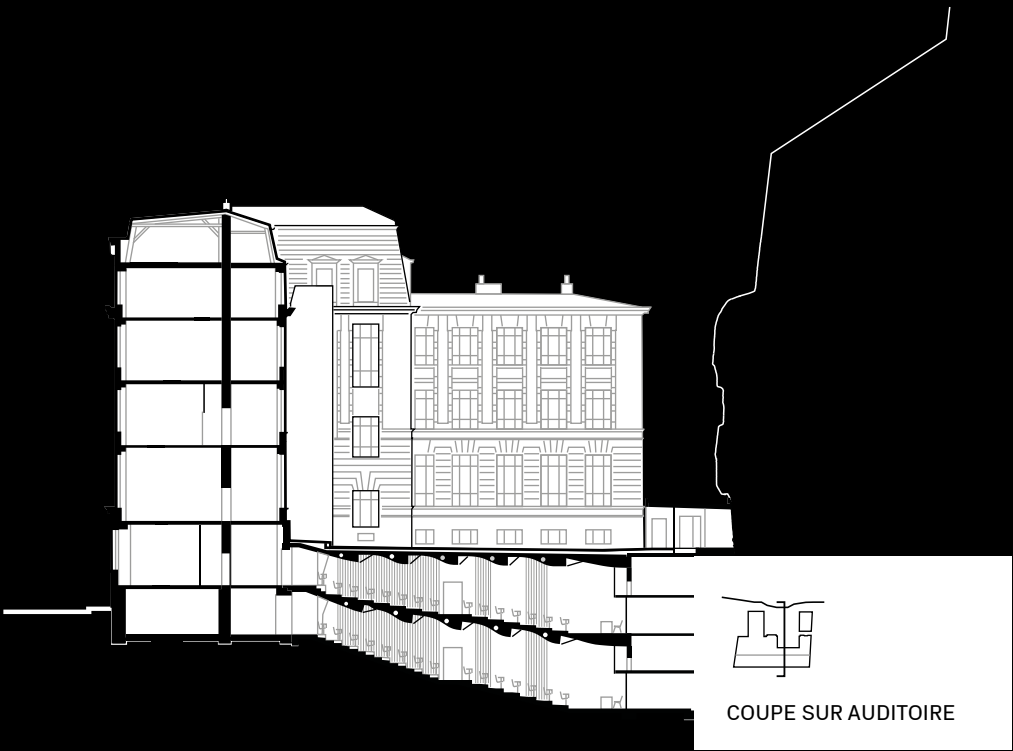
REZ-DE-CHAUSSÉE



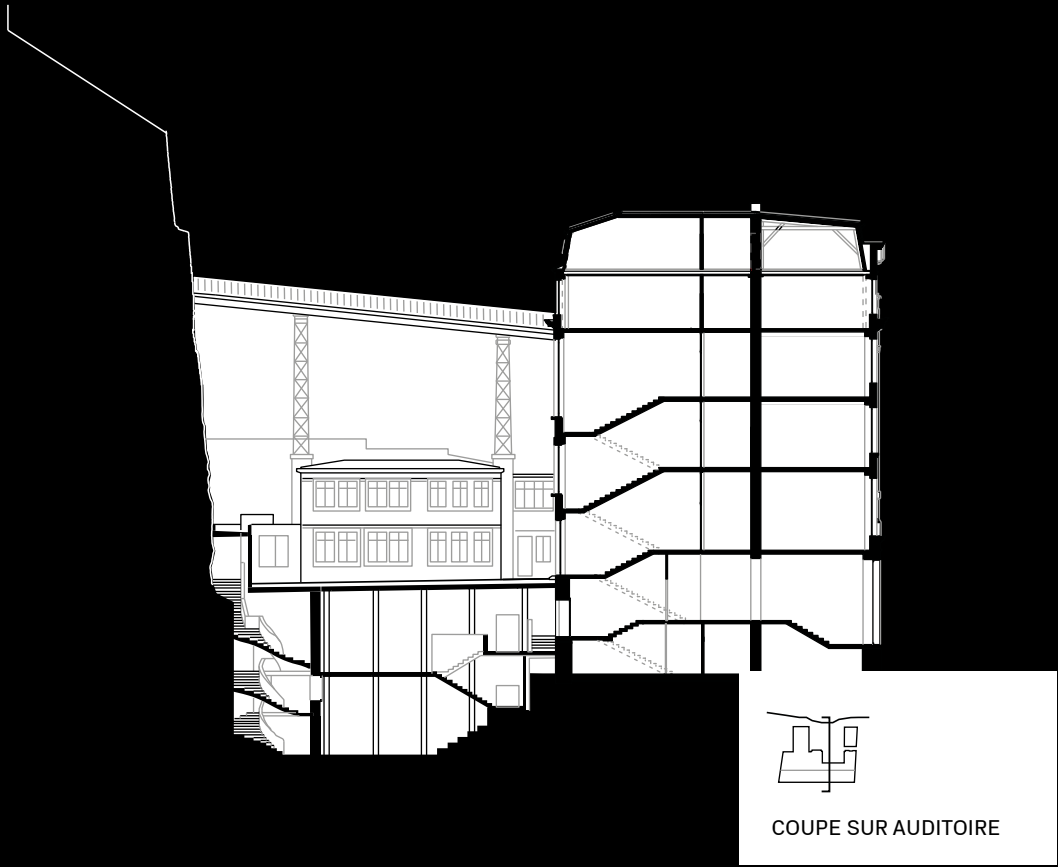
NIVEAU -1



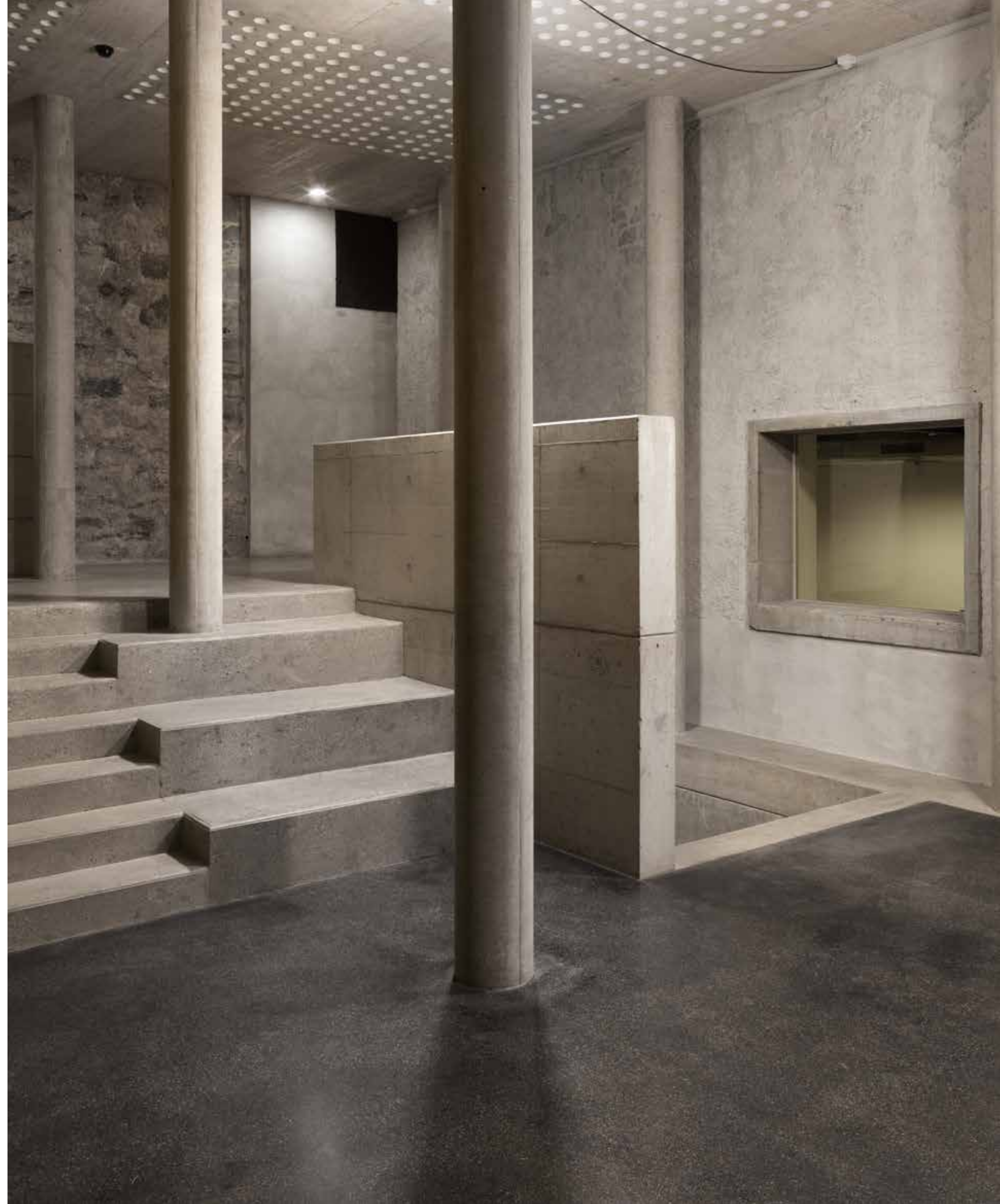
NIVEAU -2



COUPE SUR AUDITOIRE



COUPE SUR AUDITOIRE





4

« L'utopie,
avec le consensus,
devient réalisable »

Claude Matter Galletti
Architecte

En 2007, lors de l'appel d'offres pour la transformation de l'ancienne polyclinique à l'avenue César-Roux 19 à Lausanne, il était demandé un assainissement énergétique et technique, ainsi qu'une rénovation des façades en pierre. Le programme comportait des salles et des auditorios divisibles pour 100 personnes.

Quelques essais pour enfiler au chausse-pied des auditorios dans le volume existant, mais on ne met pas une taille 42 dans une chaussure pointure 36...

Et c'était sans compter l'histoire des lieux.

Appelé la Solitude, ce site est une ancienne carrière de molasse laissant visible, telle la peau à vif, une falaise de molasse veinée, couverte de mousses, dont j'ignorais l'existence jusqu'à ce jour.

Un moment d'émotion, comme la découverte archéologique d'un lieu disparu, presque une salle à ciel ouvert, une agora. Comme toute visite de site, les premières impressions forment souvent la genèse même de l'idée du projet.

Tourmentée par la résistance du programme au lieu, je dessine alors la surface d'un auditoire de cent places et ses pas perdus... Je pose le calque graffité sur le plan de la cour et le signe apparaît dans la transparence blanchâtre : la surface entre le bâtiment, ses annexes et la falaise permet d'enchâsser au centimètre près le programme.

La polyclinique, cette vieille dame de plus de cent ans, a été dessinée par l'architecte John Gros. Plus personne ne la regardait, abandonnée en 2002 au profit de celle de la rue du Bugnon. Saurait-elle séduire à nouveau, belle et rebelle, enrichie d'auditorios discrètement placés en sous-sol, permettant ainsi des accès directs depuis les distributions de l'entresol et la résurrection des salles annexes à demi enterrées sous le bâtiment existant ? La dame a les pieds solidement ancrés sur ses fondations, heureusement. Elle pourrait tenir le choc.

Mais la femme ne tenant pas les cordons de la bourse, le projet fut remisé au placard...

Un long chemin commence. Errances, rencontres, comme une histoire qui se répète sans cesse. Déjà en 1904, les faibles moyens financiers à disposition avaient dicté certains choix, renoncements, concessions. En 2009, les crédits étaient aussi limités, voire inexistant pour des auditorios. Les premiers soins à la vieille dame avaient déjà beaucoup coûté, nouvelle toiture, ravalement de façades...

Pas à pas, l'idée fait son chemin, croisant des regards curieux, amusés, parfois agacés, intéressés, puis enthousiastes. La vieille dame a du charme et quelques ressources cachées. Elle est bien placée, à côté des hôpitaux, au centre ville, elle n'est plus seule, mais bien entourée. On commence à se pencher sur son cas. Tous les regards se tournent vers elle.

D'un auditoire d'une capacité de cent personnes, le projet se dédouble et propose désormais deux cent cinquante places chacun. Le plan reste le même, c'est en coupe que l'espace est trouvée, en excavant plus de 10 mètres à l'aplomb de la falaise. Deux auditorios l'un sur l'autre. Cette vieille dame, elle, ne perdra pas pied.

Dans ce lieu minéral, les auditoires se transforment en grotte, comme si une histoire se renouvelait. L'œuvre d'art de Renate Buser, réalisée à l'occasion de la rénovation des lieux, ne s'intitulait-elle pas justement « La grotte » ? Il fallait encore convoquer plusieurs magiciens pour sa réalisation, comme l'ingénieur civil Claude Penseyres, les grandes oreilles de l'acousticien André Lappert, les hommes de terrain, excavateurs, maçons, les travailleurs de l'ombre et tant d'autres. Du minéral, du minéral, avait-elle dit.... Du béton en vagues, des murs penchés comme pour soutenir le poids de la terre, mais aussi les ondes sonores, du béton lisse, sablé ; du béton faisant du trapèze puis martelé de gauche à droite, de droite à gauche ; du brut, du poncé, du net, du propre, du peint, de grandes orgues, des dalles où se logent des boîtes de conserve...

Pendant ce temps, la vieille dame observait, vacillait un peu, se ressaisissait, se re-posait.

Tous les acteurs, utilisateurs, visiteurs et... détracteurs reconnaîtront ici la puissance du consensus qui permet les utopies.





5

De nombreux défis liés à la configuration des lieux

Claude Penseyres
MP Ingénieurs Conseils

Alain Oulevey
De Cérenville Géotechnique

L'insertion de deux auditorios enterrés dans l'arrière-cour de l'ancienne polyclinique universitaire de César-Roux constitue, pour l'ingénieur, un défi à plusieurs titres.

En premier lieu, un défi lié à la configuration du site. Au pied d'une falaise rocheuse de près de 30 mètres, dans une cour exiguë, accessible par un passage de gabarit et de tonnage limités. Un site n'offrant que le périmètre de sa future construction pour y évoluer, sans espace libre, sans dégagement.

Un défi lié à la sensibilité de son environnement. Une construction souterraine sur deux niveaux, à l'aplomb d'un bâtiment classé au patrimoine, fraîchement rénové et en activité. Sensible aux vibrations, sensible aux déformations et sensible au bruit: une véritable caisse de résonnance imposant la plus stricte maîtrise de l'intervention.

Un défi lié à l'histoire de son sous-sol. Une géologie complexe, marquée par la présence d'une roche molassique fracturée, hétérogène, tantôt sensible et altérable à l'humidité, tantôt massive et dure. Une géologie compliquée par des circulations d'eau souterraine qu'il n'a pas été rare de voir sourdre ou jaillir massivement du rocher au forage. Une géologie qui a gardé la trace des importantes compressions subies durant la genèse des Alpes et la dernière période glaciaire, dont le massif rocheux se décomprime à l'excavation, à l'image d'un ressort que se détend, et qui génère des mouvements de plusieurs centimètres au niveau de la fouille.

Un défi lié au parti architectural retenu par son auteur. La volonté de donner un caractère brut à la construction, dans l'esprit d'une grotte, et de garder le gros-œuvre apparent ont imposé des réflexions importantes sur les méthodes de construction, en n'oubliant jamais les difficultés d'accessibilité. Mais le véritable défi, pour le gros œuvre, est venu de la forme nécessitée par le concept acoustique du projet. Des dalles en pente, en formes de vagues et en gradins, ainsi que des murs biais, gauches avec une structure de surface différente ont pimenté le projet et la réalisation.

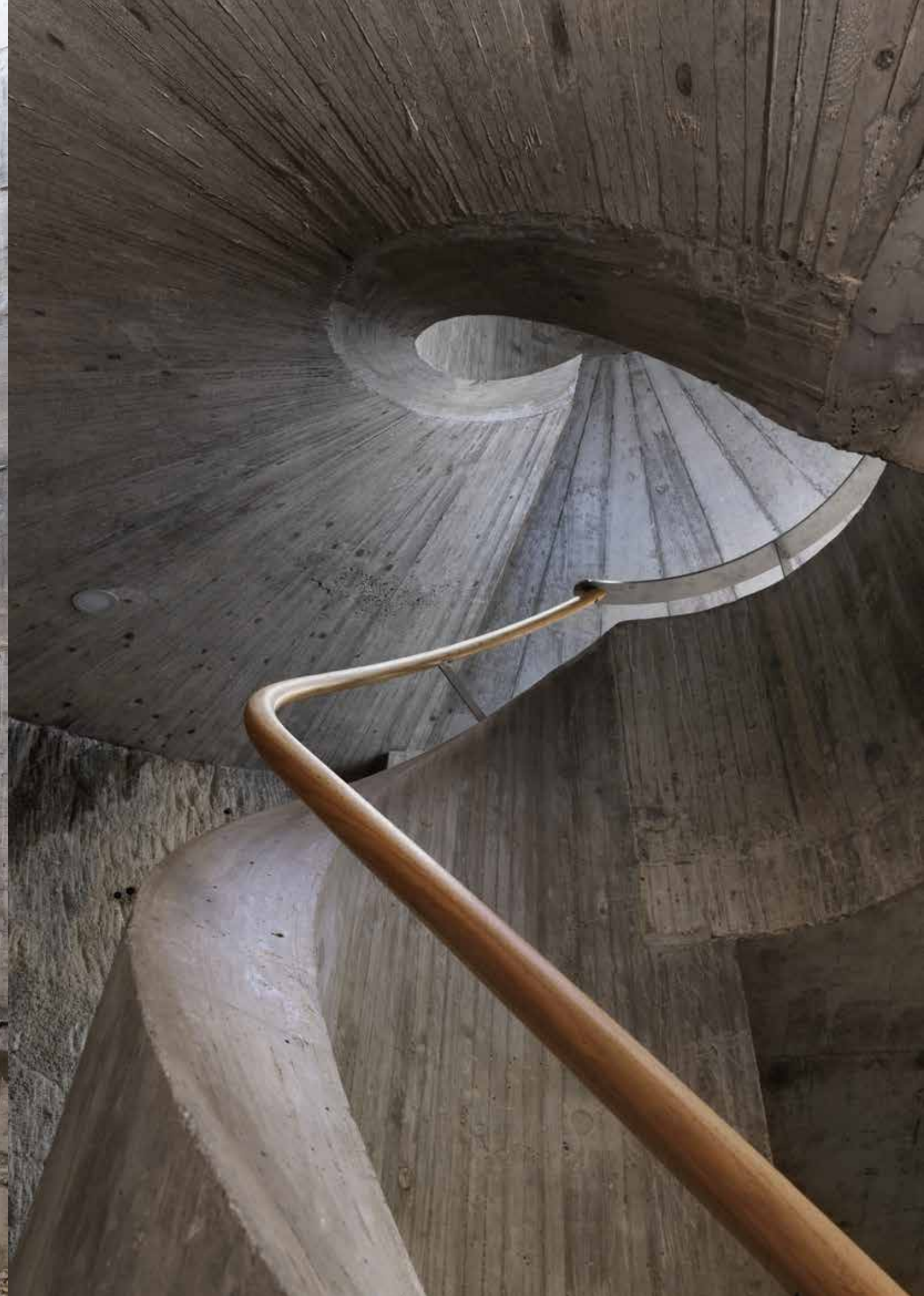
La réponse à ces différents défis a pris plusieurs formes. Elle a débuté par une longue et méticuleuse préparation du site. Protections acoustiques en façade et en applique de la falaise, confortation préalable de la paroi rocheuse, installation d'un dispositif de suivi des déformations et des vibrations.

Elle s'est poursuivie par une excavation et un renforcement du massif rocheux réalisés par petites étapes, afin d'éviter que des blocs ne se détachent des parois de la fouille et pour empêcher que l'assise des fondations de l'ancienne polyclinique ne se déforme et cause d'irrémediables dommages à ses bâtiments. Au final, plus de 5'000 m3 de rocher ont été excavés et évacués par petites quantités et près de 900 m2 de surface rocheuse ont été renforcés par 265 ancrages, dont la longueur cumulée atteint près de 2 kilomètres.

Une fois l'excavation exécutée et sécurisée, l'entreprise de maçonnerie est intervenue sur le site. Une grue imposante a été installée sur micropieux au sommet de la falaise. D'une hauteur de plus de 90 mètres par rapport au fond de fouille, elle a permis de distribuer tous les matériaux nécessaires depuis la place située devant l'ancien hôpital cantonal, sans vue directe sur le chantier.

Pour s'adapter à la forme particulière, tout en résolvant les problèmes d'adaptation aux travaux en sous-œuvre, à l'isolation thermique et à la statique, des éléments de murs préfabriqués ont été mis en œuvre en fonction des capacités portantes de la grue. Les deux dalles principales ont été réalisées avec du béton précontraint, en utilisant la forme des vagues comme sommiers fictifs et en y incorporant une partie des installations techniques.

Une réalisation motivante, mais impossible à réaliser sans un travail d'équipe impliquant tous les mandataires et les entreprises.





6

L'acoustique d'un auditoire en béton cru

André Lappert
Acousticien

Il s'agit d'un mandat d'acoustique exceptionnel en ce sens que l'objectif de l'architecte exigeait une étude de géométrie acoustique, quasi sans absorption phonique, soit avec une majorité de surfaces réverbérantes en béton.

Enraciné à la pierre, l'ouvrage soumis aux maçons bétonneurs ne se voit que de l'intérieur avec ses murs, ses gradins et ses plafonds en béton. Pour s'harmoniser au mieux au projet de grotte défini par l'architecte, le béton devait rester visible sur toute sa surface. Qu'allait-il alors se passer au niveau de l'acoustique ?

Effet cathédrale ? Non, pas possible pour un auditoire ! Alors quid ?

Revoir les plans avec les oreilles, y mettre du silence et découvrir quelle serait la géométrie idoine, tant pour prévenir les réverbérations néfastes que pour faire glisser le flux sonore jusqu'en fond de salle.

Redessiner les murs ; parties lisses hors de la quadrature (soit des biais dans le sens vertical comme horizontal) ; partie rainurée puis brisée au marteau ; puis une dalle en forme de vagues avec des rayons de courbure calibrés sur les fréquences de la voix humaine (courbes convexes pour accroître la propagation du son vers l'arrière et courbes concaves pour mieux équilibrer les timbres fréquentiels vers chaque rang de l'auditoire).

Quel bonheur pour l'acousticien de pouvoir mettre son oreille au service de l'architecture et de sortir du champ scientifiquement connu pour mettre son intuition et tous ses sens à la disposition d'un projet d'auditoires en béton, dont les facteurs d'absorption sont quasi impossibles à maîtriser.

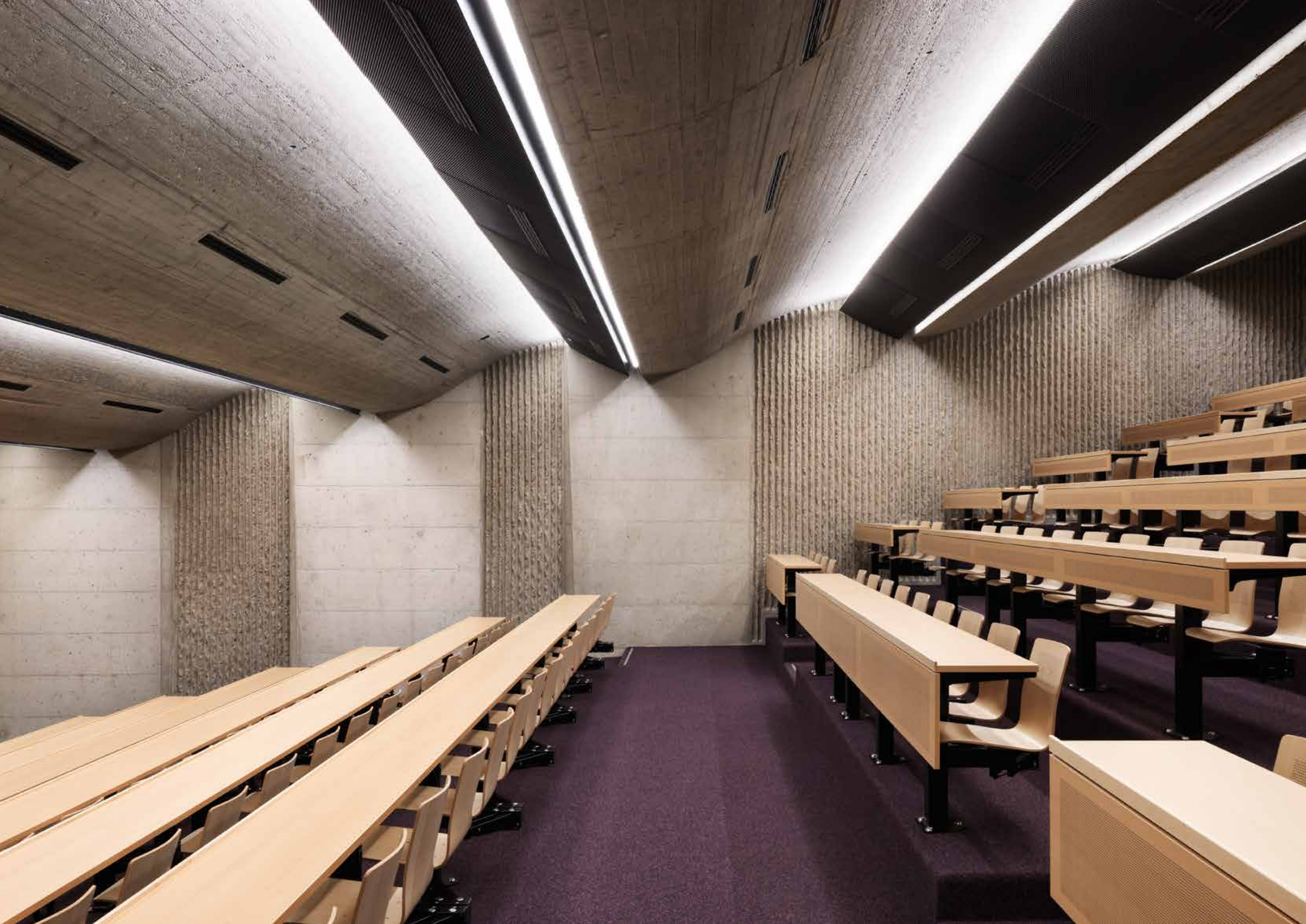
À l'œil, on s'étonne de ces surfaces inédites avec des murs en biais, hors de la verticalité comme de la quadrature horizontale. Mais, si cela surprend au premier abord, l'écoute permettra d'entendre, si non de comprendre l'effet de la géométrie sur le cheminement des ondes sonores. En effet, la géométrie des murs participe à la propagation d'un son clair jusqu'au fond de l'espace tout en garantissant la prévention des ondes stationnaires et des phénomènes d'échos multiples. Quant au mur situé derrière l'orateur, ondulé comme un grand orgue, il a pour fonction de mettre en valeur les réflexions précoces du son direct qu'il renverra sans déformation des timbres spécifiques de la voix, jusque vers les auditeurs les plus éloignés tout en maintenant la précision originelle de la voix.

La dalle en forme, aussi inédite que les murs, est dessinée, tant pour prévenir les réverbérations néfastes que pour équilibrer la pression sonore à tous les gradins et atténuer la décroissance énergétique du son au fur et à mesure qu'il se glisse sans heurt ni fracas jusqu'en fond d'auditoire. Avec leurs multiples rayons de courbure, les formes convexes servent à l'amplification du son direct à chaque vague, alors que les formes concaves ont pour tâche de dompter les sons qu'elles rediffusent subtilement vers les auditeurs de chaque gradin.

Pour habiller le sol, comme la dalle est construite sans chape isolée, le choix s'est porté sur une moquette avec un facteur d'isolement aux bruits de chocs suffisant pour prévenir la transmission sonore vers le second auditoire, comme pour rendre le bruit des pas plus feutré à l'intérieur.

Le mobilier aussi participe ici à l'acoustique : les pupitres sont en bois lisse pour créer un minimum de dissipation d'énergie sonore et en diminuer la décroissance au fur et à mesure que le son ondule dans l'espace.









COÛTS DE L'OPÉRATION

INDICE OFS - ISPC RÉGION LÉMANIQUE AVRIL 2016:132.6
SELON DÉCOMPTE AFFAIRE 8583 ET 8624 D'OCTOBRE 2016

CFC	LIBELLÉ	MONTANT	%
1	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	2'797'000.00	27.6%
2	BÂTIMENT	6'797'000.00	67%
3	EQUIPEMENTS D'EXPLOITATION	333'000.00	3.3%
4	AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS	58'000.00	0.6%
5	FRAIS SECONDAIRES	165'000.00	1.6%
COÛT TOTAL DES TRAVAUX		10'150'000.00	100%

FINANCEMENT

		MONTANT
1	ETAT DE VAUD	7'880'000.00
2	SUBVENTION DE LA CONFÉDÉRATION (SEFRI)	2'270'000.00

RATIOS

FACULTÉ DE BIOLOGIE ET MEDECINE UNIL - LAUSANNE

BÂTIMENT			
SP SURFACE DE PLANCHER	m²		1408
SUP SURFACE UTILE PRINCIPALE	m²		540
NOMBRE D'ÉLÈVES	élèves		500
RATIO SUP/SP			0.38
RATIO SUP/PLACE	m²/place		2.82
RATIO SUP/PLACE	m²/place		1.08
RATIO SUP/PLACE			1.08
COÛT PAR M² (SP)	CFC 2-3	CHF/m²	5063.92
	CFC 1-9	CHF/m²	7208.81
COÛT PAR M² (VP)	CFC 2-3	CHF/m³	1257.94
	CFC 1-9	CHF/m³	1790.76

Création
SAM CHUV 20318

Photographie
Lionel Henriod

Impression
Centre d'impression et de reprographie – CHUV, mars 2017

Coordination rédactionnelle
Joelle Isler, responsable de la communication à la Direction des constructions, ingénierie, technique et sécurité (CIT-S), CHUV



COMMISSION DE PROJET

Borghini Polier Catherine

Directrice des Constructions, ingénierie,
technique et sécurité (CIT-S) du CHUV, coprésidente

Dehant Edith

Cheffe de section SIPaL, coprésidente

Azzi Lise

Cheffe de projet CIT-S, CHUV

Aviles Anastasia

Responsable planification et logistique, DGES

Bonvin Raphaël

Responsable Unité pédagogique,
Faculté de biologie et médecine, UNIL

Sauteur Nicolas

Adjoint technique au service UNIBAT, UNIL

Clerc Mireille

Directrice, Haute école de santé Vaud, HESAV

Antonetti Daniel

Responsable financier et infrastructure, HESAV

INVITÉ ET AUTRES PARTICIPANTS

Penseyres Claude

Ingénieur en génie civil, MP ingénieurs-conseils

Galletti Olivier

Galletti & Matter architectes

Simon Christelle

Galletti & Matter architectes

INGENIERIE

Stéphane Blanc

Coordinateur technique CIT-S

MANDATAIRES

Galletti & Matter

Architectes, Lausanne

MP Ingénieurs-conseils SA

Ingénieurs civils, Crissier

De Cérenville géotechnique SA

Ingénieurs-conseils, Ecublens

Norbert SA géologues

Géologues-conseils, Lausanne

Renaud & Burnand SA

Géomètres, Lausanne

Groupe technique H2

Ingénieur électricien, Ecublens

Enerconseil SA

Ingénieur CV, Vevey

Tecsan

Ingénieur sanitaire, Ollon

D'Silence acoustique SA

Ingénieur acousticien, Lausanne