

Optimisation du confort par la certification WELL

Projet de rénovation du bâtiment de la
Miséricorde de l'UNIFR

TABLE DE MATIERE

I. LABEL WELL	4
1.1 Introduction	6
1.2 Les principes de WELL	8
1.3 Système d'évaluation	12
II. BÂTIMENT DE MISÉRICORDE DE L'UNIFR	14
2.1 Historique du bâtiment	16
2.2 Composition architecturale	19
2.3 Analyse de performance	22
III. PROPOSITION DE PROJET	24
3.1 Modification programatique	26
3.2 Modification Technique	28
3.2.1 Confort Thermique	28
3.2.2 Qualité d'air	32
3.2.3 Confort Visuel	36
3.2.4 Confort Acoustique	42
3.2.5 Dimension Ergonomique	44
III. CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHY	52

LABEL WELL

1.1 Introduction

Ce label américain est considéré comme le premier à se concentrer sur les personnes et les usagers des bâtiments. Il se focalise principalement sur la dimension sociale de la durabilité car il s'agit d'une certification qui mesure le confort, le bien-être et la santé physique ainsi que psychologique des utilisateurs dans les bâtiments.



Fig 1: WELL certification logo

Fondé en 2014, ce label a évolué avec plusieurs versions qui insiste sur l'amélioration de l'expérience de l'utilisateur dans l'environnement bâti, c'est pourquoi la certification WELL est idéale pour les organisations ayant cet objectif. La certification WELL est idéalement mise en œuvre au sein d'un seul bâtiment ou d'un seul actif. Le programme aide les organisations à contrôler la performance continue des bâtiments et à recueillir les commentaires et les avis des employés, ce qui leur permet d'adopter une approche fondée sur les données pour leurs efforts en matière de santé et de bien-être.

Il s'agit d'un système de points répartis entre 10 grands principes. Chaque principe possède sa propre liste de conditions préalables et de critères optionnels. Ce système de points et de critères optionnels crée ainsi quatre niveaux de certification. Cette certification peut s'appliquer aux nouveaux bâtiments, aux bâtiments existants, aux rénovations, aux intérieurs et aux zones urbaines en tant que quartiers.

				
Total des points acquis	40	50	60	80
Points minimum par principe	0	1	2	3

1.2 Les principes de WELL

La dernière version de la certification WELL (V2) comporte 10 Principes qui sont:

- l'air
- l'eau
- l'alimentation
- la lumière
- le mouvement
- le confort thermique
- le son
- les matériaux
- l'esprit (Mind)
- la communauté



Fig 2: Schéma des principes de WELL

Chaque principe se compose de critères ayant des intentions distinctes en matière de santé. Ces critères sont soit des conditions préalables, qui sont toutes obligatoires pour la certification, soit des optimisations qui sont des options pour améliorer encore l'expérience de l'utilisateur selon le besoin.

Pour appréhender cette certification et ses critères, les 10 principes sont résumés ci-dessous.

Air



Ce principe concerne la qualité de l'air à l'intérieur de l'environnement bâti. Il est composé de 4 conditions préalables et de 10 optimisations. Les 4 conditions préalables concernent les systèmes de ventilation et le contrôle des polluants, qu'il s'agisse de polluants gazeux ou organiques, et leurs sources (de l'activité humaine aux matériaux de construction).

Quant aux optimisations, elles comprennent le contrôle de l'utilisateur à travers l'ouverture des fenêtres, l'approvisionnement en air, la filtration et la surveillance, ainsi que le contrôle de la source de pollution d'air.

Eau



Ce principe concerne l'accès à l'eau potable à l'intérieur du bâtiment. Il est composé de 3 conditions préalables et de 6 optimisations. Les trois conditions préalables concernent la gestion, la distribution et la qualité de l'eau dans le bâtiment afin d'éviter tout effet négatif sur la santé humaine.

Quant aux optimisations, elles tiennent compte de la valorisation de l'importance de l'hydratation pour la santé humaine, ainsi que de la haute qualité de l'eau potable. Elles assurent également un soutien à l'hygiène grâce à la disponibilité de salles de bains et à la réutilisation de l'eau afin d'éviter le gaspillage.

Alimentation



Ce principe prend en compte les substances nutritives saines et leur disponibilité dans le bâtiment. Il est composé de 2 conditions préalables et de 12 optimisations. Les deux conditions préalables concernent la consommation et l'accessibilité d'aliments sains et diversifiés tels que les fruits et les légumes.

Quant aux optimisations, elles couvrent la qualité, la variabilité et les sources de l'alimentation proposée, ainsi que la mise à disposition d'espaces pour la préparation et la production d'aliments sur place, et aussi la sensibilisation et l'éducation des utilisateurs en matière de nutrition.

Lumière



Ce principe concerne le confort visuel à l'intérieur de l'environnement bâti. Il est composé de 2 conditions préalables et de 7 optimisations. Les deux conditions préalables concernent la quantité de lumière nécessaire à l'intérieur du bâtiment, qu'il s'agisse d'éclairage naturel ou artificiel.

Quant aux optimisations, elles comprennent la promotion du contrôle par l'utilisateur, la conception de l'éclairage pour favoriser le cycle circadien et augmenter l'exposition à la lumière du jour, la qualité de la lumière artificielle et la réduction des sources d'inconfort.

Mouvement



Ce principe concerne l'activité physique dans l'environnement bâti. Il est composé de 2 conditions préalables et de 9 optimisations. Les deux conditions préalables concernent l'ergonomie du mobilier et la conception de l'espace pour faciliter l'activité physique.

Quant aux optimisations, elles couvrent l'importance des activités physiques à travers la conception de l'espace, l'équipement et la circulation, ainsi que promouvoir le cyclisme et l'utilisation des transports publics par l'aménagement extérieur et la sélection du site.

Confort thermique



Ce principe concerne le confort thermique à l'intérieur du bâtiment. Il se compose d'une condition préalable et de 8 optimisations. La condition préalable garantit un environnement thermique acceptable pour la plupart des utilisateurs.

Quant aux optimisations, elles prennent en compte le contrôle de l'utilisateur à travers des fenêtres ouvrables ou d'un zonage thermique, ainsi que la surveillance et le contrôle de la qualité de l'air.

Son



Ce principe prend en compte le confort acoustique dans l'environnement bâti. Il est composé d'une condition préalable et de 8 optimisations. La condition préalable concerne le contrôle du bruit à travers la planification et la conception de l'espace.

Quant aux optimisations, elles comprennent le conditionnement acoustique, l'isolation phonique et les matériaux absorbants, ainsi que la technologie audio haute performance et la sensibilisation au risque de perte auditive.

Matériaux



Ce principe tient compte des matériaux utilisés dans le bâtiment. Il se compose de 3 conditions préalables et de 9 optimisations. Les trois

conditions préalables concernent la qualité et la gestion des matériaux de construction afin d'éviter tout risque pour la santé des utilisateurs.

Quant aux optimisations, elles concernent le contrôle de toutes types de matériaux et de produits chimiques sur le site, la gestion des déchets et la réduction de l'exposition aux matières dangereuses.

Esprit (Mind)



Ce principe concerne la santé psychologique et mentale de l'utilisateur. Il se compose de 2 conditions préalables et de 9 optimisations. Les deux conditions préalables concernent la sensibilisation à l'importance de la santé mentale et le lien avec la nature.

Quant aux optimisations, elles comprennent l'éducation sur la santé mentale à travers des programmes de soutien, ainsi que une plus grande connexion à la nature dans l'aménagement intérieur.

Community



Ce principe prend en compte l'influence de la communauté sur la santé de l'utilisateur. Il se compose de 4 conditions préalables et de 16 optimisations. Les quatre conditions préalables concernent le bien-être et la santé des utilisateurs, leur sécurité et leur intégration dans la conception de l'environnement intérieur, ainsi que l'importance des avis des utilisateurs dans le cadre d'enquêtes.

Quant aux optimisations, elles portent sur le bien-être des utilisateurs et de leur famille grâce à différents groupes et programmes de soutien et à des avantages pour la santé, ainsi que sur la diversité et l'accessibilité, tant au niveau de la conception que de la communauté. Elles promeuvent également les ressources et les plans d'urgence pour les utilisateurs.

Une 11ème principe est optionnel est créée pour promouvoir l'innovation dans les solutions.

Innovation



Ce principe est composé de seulement 6 optimisations sans conditions préalables. Les 6 optimisations traitent l'évolution de la certification Well en proposant de nouvelles interventions, la promotion de l'éducation au bien-être et de l'importance de la durabilité et des certifications vertes.

1.3 Système d'évaluation

La certification WELL V2 fonctionne sur la base d'un système de points, avec 110 points disponibles dans chaque fiche de projet. Toutes les optimisations sont pondérées par des valeurs de points variables. La valeur maximale d'un élément est déterminée par la somme de ses parties. Une partie est pondérée par son potentiel d'impact, défini comme la mesure dans laquelle une caractéristique répond à une préoccupation spécifique en matière de santé et de bien-être ou à une opportunité de promotion de la santé, et l'impact potentiel de l'intervention.

AIR 18 POINTS					
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	A01.1	Meet Thresholds for Particulate Matter
Y			Required	A01.2	Meet Thresholds for Organic Gases
Y			Required	A01.3	Meet Thresholds for Inorganic Gases
Y			Required	A01.4	Meet Thresholds for Radon
Y			Required	A01.5	Measure Air Parameters
Y			Required	A02.1	Prohibit Indoor Smoking
Y			Required	A02.2	Prohibit Outdoor Smoking
Y			Required	A03.1	Ensure Adequate Ventilation
Y			Required	A04.1	Mitigate Construction Pollution
			2 points	A05.1	Meet Enhanced Thresholds for Particulate Matter
			1 point	A05.2	Meet Enhanced Thresholds for Organic Gases
			1 point	A05.3	Meet Enhanced Thresholds for Inorganic Gases
			2 points	A06.1	Increase Outdoor Air Supply
			1 point	A06.2	Improve Ventilation Effectiveness
			1 point	A07.1	Provide Operable Windows
			1 point	A07.2	Manage Window Use
			1 point	A08.1	Install Indoor Air Monitors
			1 point	A08.2	Promote Air Quality Awareness
			1 point	A09.1	Design Healthy Entryways
			1 point	A09.2	Perform Envelope Commissioning
			1 point	A10.1	Manage Combustion
			1 point	A11.1	Manage Pollution and Exhaust
			1 point	A12.1	Implement Particle Filtration
			1 point	A13.1	Improve Supply Air
			1 point	A14.1	Implement Ultraviolet Treatment for HVAC Surfaces

MOVEMENT 21 POINTS					
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	V01.1	Design Active Buildings and Communities
Y			Required	V02.1	Support Visual Ergonomics
Y			Required	V02.2	Provide Height-Adjustable Work Surfaces
Y			Required	V02.3	Provide Chair Adjustability
Y			Required	V02.4	Provide Support at Standing Workstations
Y			Required	V02.5	Provide Workstation Orientation
			1 point	V03.1	Design Aesthetic Staircases
			1 point	V03.2	Integrate Point-of-Decision Signage
			1 point	V03.3	Promote Visible Stairs
			2 points	V04.1	Provide Cycling Infrastructure
			1 point	V04.2	Provide Showers, Lockers and Changing Facilities
			2 points	V05.1	Select Sites with Pedestrian-friendly Streets
			2 points	V05.2	Select Sites with Access to Mass Transit
			2 points	V06.1	Offer Physical Activity Opportunities
			2 points	V07.1	Provide Active Workstations
			1 point	V08.1	Provide Indoor Activity Spaces
			1 point	V08.2	Provide Outdoor Physical Activity Space
			1 point	V09.1	Offer Physical Activity Incentives
			1 point	V10.1	Provide Self-Monitoring Tools
			1 point	V118.1	Implement an Ergonomics Program
			1 point	V118.2	Commit to Ergonomic Improvements
			1 point	V118.3	Support Remote Work Ergonomics

WATER 14 POINTS					
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	W01.1	Verify Water Quality Indicators
Y			Required	W02.1	Meet Chemical Thresholds
Y			Required	W02.2	Meet Thresholds for Organics and Pesticides
Y			Required	W03.1	Monitor Chemical and Biological Water Quality
Y			Required	W03.2	Implement Legionella Management Plan
			1 point	W04.1	Meet Thresholds for Drinking Water Taste
			2 points	W05.1	Assess and Maintain Drinking Water Quality
			1 point	W05.2	Promote Drinking Water Transparency
			1 point	W06.1	Ensure Drinking Water Access
			1 point	W07.1	Design Envelope for Moisture Protection
			1 point	W07.2	Design Interiors for Moisture Management
			1 point	W07.3	Implement Mold and Moisture Management Plan
			1 point	W08.1	Provide Bathroom Accommodations
			1 point	W08.2	Enhance Bathroom Accommodations
			1 point	W08.3	Support Effective Handwashing
			1 point	W08.4	Provide Handwashing Supplies and Signage
			2 points	W098.1	Implement Safety Plan for Non-Potable Water Capture and Reuse

LIGHT 18 POINTS					
Y	?	?	Weight	ID	Part Name
Y			Required	L01.1	Provide Indoor Light
Y			Required	L02.1	Provide Visual Acuity
			3 points	L03.1	Meet Lighting for Day-Active People
			2 points	L04.1	Manage Glare from Electric Lighting
			2 points	L05.1	Implement Daylight Plan
			2 points	L05.2	Integrate Solar Shading
			2 points	L06.1	Conduct Daylight Simulation
			1 point	L07.1	Balance Visual Lighting
			1 point	L08.1	Enhance Color Rendering Quality
			2 points	L08.2	Manage Flicker
			2 points	L09.1	Enhance Occupant Controllability
			1 point	L09.2	Provide Supplemental Lighting

NOURISHMENT 16 POINTS					
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	N01.1	Provide Fruits and Vegetables
Y			Required	N01.2	Promote Fruit and Vegetable Visibility
Y			Required	N02.1	Provide Nutritional Information
Y			Required	N02.2	Address Food Allergens
Y			Required	N02.3	Label Sugar Content
			1 point	N03.1	Limit Total Sugars
			1 point	N03.2	Promote Whole Grains
			1 point	N04.1	Optimize Food Advertising
			1 point	N05.1	Limit Artificial Ingredients
			1 point	N06.1	Promote Healthy Portions
			1 point	N07.1	Provide Nutrition Education
			2 points	N08.1	Support Mindful Eating
			1 point	N09.1	Accommodate Special Diets
			1 point	N09.2	Label Food Allergens
			1 point	N10.1	Provide Meal Support
			1 point	N11.1	Implement Responsible Sourcing
			2 points	N12.1	Provide Gardening Space
			1 point	N13.1	Secure Local Food Access
			1 point	N148.1	Limit Red and Processed Meats

THERMAL COMFORT 16 POINTS					
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	T01.1	Provide Acceptable Thermal Environment
Y			Required	T01.2	Measure Thermal Parameters
			3 points	T02.1	Survey for Thermal Comfort
			2 points	T03.1	Provide Thermostat Control
			1 point	T04.1	Provide Personal Cooling Options
			1 point	T04.2	Provide Personal Heating Options
			1 point	T04.3	Allow Flexible Dress Code
			1 point	T05.1	Implement Radiant Heating
			1 point	T05.2	Implement Radiant Cooling
			1 point	T06.1	Monitor Thermal Environment
			1 point	T07.1	Manage Relative Humidity
			1 point	T088.1	Provide Windows with Multiple Opening Modes
			1 point	T098.1	Manage Outdoor Heat
			1 point	T098.2	Avoid Excessive Wind
			1 point	T098.3	Support Outdoor Nature Access

Fig 4: Exemple de carte de points du label WELL

Par contre avec une étude plus approfondie des critères de WELL, environ 50% des critères sont destinés à l'organisation et la gestion de l'environnement de travail et son influence sur le confort psychologique des usagers. Cela diminue l'impact de l'architecte sur l'obtention de ce label par rapport à autre labels comme Minergie ou autre qui s'intéresse plus au bâtiment en tant qu'oeuvre technique

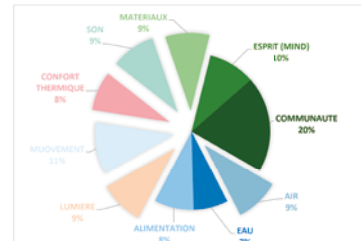


Fig 3: Répartition des points selon les principes

MATERIALS 18 POINTS

Y	P	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	X01.1	Restrict Asbestos
Y			Required	X01.2	Restrict Mercury
Y			Required	X01.3	Restrict Lead
Y			Required	X02.1	Manage Asbestos Hazards
Y			Required	X02.2	Manage Lead Paint Hazards
Y			Required	X02.3	Manage Polychlorinated Biphenyl (PCB) Hazards
Y			Required	X03.1	Manage Exterior CCA Hazards
Y			Required	X03.2	Manage Lead Hazards
			1 point	X04.1	Assess and Mitigate Site Hazards
			1 point	X05.1	Select Compliant Interior Furnishings
			1 point	X05.2	Select Compliant Architectural and Interior Products
			2 points	X06.1	Limit VOCs from Wet-Applied Products
			2 points	X06.2	Restrict VOC Emissions from Furniture, Architectural
			1 point	X07.1	Select Products with Disclosed Ingredients
			1 point	X07.2	Select Products with Enhanced Ingredient Disclosure
			1 point	X07.3	Select Products with Third-Party Verified Ingredients
			1 point	X08.1	Select Materials with Enhanced Chemical Restriction
			1 point	X08.2	Select Optimized Products
			1 point	X09.1	Implement a Waste Management Plan
			1 point	X10.1	Manage Pests
			1 point	X11.1	Improve Cleaning Practices
			1 point	X11.2	Select Preferred Cleaning Products
			1 point	X126.1	Reduce Respiratory Particle Exposure
			1 point	X126.2	Address Surface Hand Touch

MIND 19 POINTS

Y	P	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	M01.1	Promote Mental Health and Well-being
Y			Required	M02.1	Provide Connection to Nature
Y			Required	M02.2	Provide Connection to Place
			1 point	M03.1	Offer Mental Health Screening
			1 point	M03.2	Offer Mental Health Services
			1 point	M03.3	Offer Workplace Support
			1 point	M03.4	β Support Mental Health Recovery
			1 point	M04.1	Offer Mental Health Education
			1 point	M04.2	Offer Mental Health Education for Managers
			2 points	M05.1	Develop Stress Management Plan
			1 point	M06.1	Support Healthy Working Hours
			1 point	M06.2	Provide Nap Policy and Space
			1 point	M07.1	Provide Restorative Space
			1 point	M08.1	Provide Restorative Programming
			1 point	M09.1	Provide Nature Access Indoors
			1 point	M09.2	Provide Nature Access Outdoors
			2 points	M10.1	Provide Tobacco Cessation Resources
			1 point	M10.2	Limit Tobacco Availability
			1 point	M11.1	Offer Substance Use Education
			1 point	M11.2	Provide Substance Use and Addiction Services

SOUND 18 POINTS

Y	P	N	Weight	ID	Part Name
Y			Required	S01.1	Label Acoustic Zones
Y			Required	S01.2	Provide Acoustic Design Plan
Y			3 points	S02.1	Limit Background Noise Levels
			1 point	S03.1	Design for Sound Isolation at Walls and Doors
			2 points	S03.2	Achieve Sound Isolation at Walls
			2 points	S04.1	Achieve Reverberation Time Thresholds
			2 points	S05.1	Implement Sound Reducing Surfaces
			1 point	S06.1	Provide Minimum Background Sound
			1 point	S06.2	Provide Enhanced Speech Reduction
			1 point	S078.1	Specify Impact Noise Reducing Flooring
			2 points	S078.2	Meet Thresholds for Impact Noise Rating
			1 point	S086.1	Provide Enhanced Speech Intelligibility
			1 point	S086.2	Prioritize Audio Devices and Policies
			1 point	S096.1	Implement a Hearing Health Conservation Program

COMMUNITY 39 POINTS

Y	P	N	Weight	ID	Part Name
Required				C01.1	Provide WELL Feature Guide
Y			Required	C02.1	Facilitate Stakeholder Charrette
Y			Required	C02.2	Promote Health-Oriented Mission
Y			Required	C03.1	Develop Emergency Preparedness Plan
Y			Required	C04.1	Select Project Survey
Y			Required	C04.2	Administer Survey and Report Results
			1 point	C05.1	Utilize Enhanced Survey
			1 point	C05.2	Utilize Pre- and Post-Occupancy Survey
			1 point	C05.3	Implement Action Plan
			1 point	C05.4	Facilitate Interviews, Focus Groups and/or Observati
			1 point	C06.1	Promote Health Benefits
			1 point	C06.2	Offer On-Demand Health Services
			1 point	C06.3	Offer Sick Leave
			1 point	C06.4	Support Community Immunity
			1 point	C07.1	Promote Culture of Health
			1 point	C07.2	Establish Health Promotion Leader
			3 points	C08.1	Offer New Parent Leave
			1 point	C09.1	Offer Workplace Breastfeeding Support
			2 points	C09.2	Design Lactation Room
			1 point	C10.1	Offer Childcare Support
			1 point	C10.2	Offer Family Leave
			1 point	C10.3	Offer Bereavement Support
			1 point	C11.1	Promote Community Engagement
			1 point	C11.2	Provide Community Space
			3 points	C12.1	Promote Diversity and Inclusion
			2 points	C13.1	Integrate Universal Design
			1 point	C14.1	Promote Emergency Resources
			1 point	C14.2	Provide Opioid Response Kit and Training
			1 point	C158.1	Promote Business Continuity
			1 point	C158.2	Support Emergency Resilience
			1 point	C158.3	Facilitate Healthy Re-entry
			1 point	C158.4	Establish Health Entry Requirements
			2 points	C165.1	Allocate Affordable Units
			1 point	C178.1	Disclose Labor Practices
			2 points	C178.2	Implement Responsible Labor Practices
			2 points	C188.1	Support Victims of Domestic Violence

INNOVATION 28 POINTS

Y	P	N	Weight	ID	Part Name
			10 points	I01	Propose Innovations
			1 point	I02.1	Achieve WELL AP
			1 point	I03.1	Offer WELL Educational Tours
			1 point	I04.1	Complete Health and Well-Being Programs
			5 points	I05.1	Achieve Green Building Certification
			2 points	I065.1	Carbon Inventory
			3 points	I065.2	Carbon Reduction Goal
			3 points	I065.3	Carbon Reduction
			2 points	I065.4	Carbon Neutral

PRECONDITIONS

26 YES
0 MAYBE
0 NO

54%

OPTIMIZATION POINTS

#REF!
0 MAYBE
0 NO

**BÂTIMENT DE
MISÉRICORDE DE
L'UNIFR**

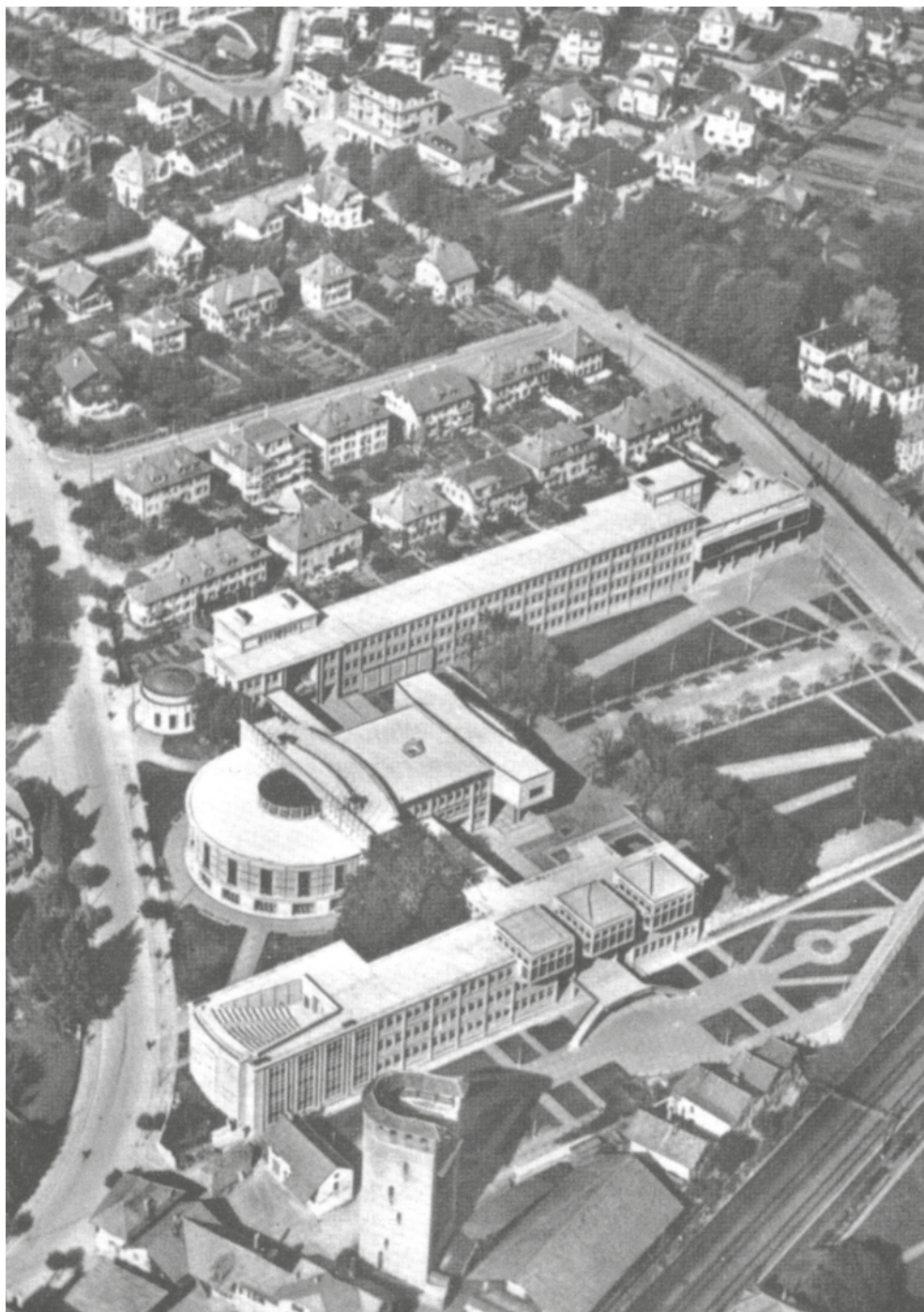


Fig 5: Vue d'ensemble du bâtiment de Miséricorde après sa construction

2.1 Historique du bâtiment

Inaugurés en 1941, les bâtiments de Miséricorde sont les premiers bâtiments conçus et réalisés spécifiquement pour l'Université de Fribourg, fondée en 1889. Fruit d'un concours lancé en 1937, le projet retenu était celui de l'architecte Denis Honegger, élève d'Auguste Perret et de Le Corbusier. Il était réalisé en collaboration avec l'architecte fribourgeois Frédéric Dumas.

Construit sur le terrain de l'ancien cimetière municipal (d'où son nom), l'architecture de Miséricorde traduit une tension entre classicisme et modernité. Cet oeuvre a été réalisée en béton armé, matériau relativement nouveau à la fin des années 1930.

Le site de Miséricorde, tel qu'on le connaît aujourd'hui, a beaucoup évolué depuis son inauguration. Deux grands projets d'agrandissement altèrent ce monument depuis sa construction. Le premier agrandissement, au milieu des années 1970, se conçoit comme un prolongement des intentions de Denis Honegger. A l'inverse, le deuxième les trahit avec la construction d'une cafétéria et la couverture des voies de chemin de fer au début des années 1980 qui non seulement déconnecte le bâtiment de Miséricorde du centre-ville mais aussi est la raison de la destruction de l'escalier extérieur faisant parti de l'oeuvre original.

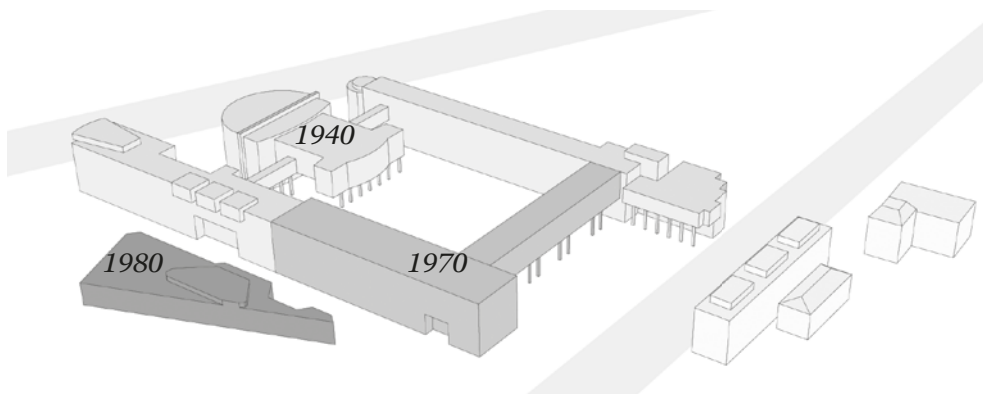


Fig 6: Schéma des agrandissements du site de Miséricorde

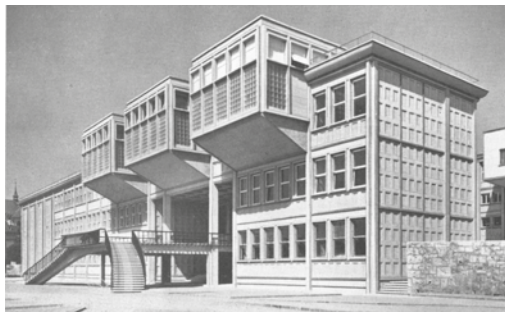


Fig 7: Bâtiment avec escalier



Fig 8: Bâtiment avec cafétéria

Un projet d'extention du site sera mise en place avec un nouveau bâtiment de faculté de droit. Le concours gagné par le bureau Zurichois Ruprecht offre un bâtiment qui reprendra les courbes du tour Henry se trouvant sur le site agrandissant encore le site de Miséricorde. Ce bâtiment est planifié finalement pour 2030, 16 ans après la fin du concours.



Fig 9: Plan du site avec le nouveau bâtiment prévu de bureau Ruprecht

2.2 Composition architecturale

Le projet consiste d'implanter plusieurs bâtiments reliés dans un grand parc naturel avec plusieurs programmes, chacun exprimé dans l'architecture du bâtiment. Chaque bâtiment se caractérise en fonction de sa destination, tout en sauvegardant l'unité d'expression qui lui permet de constituer un tout harmonieux.



Fig 10: Bâtiment de Services Généraux

Le bâtiment central dite “de services généraux” abrite avec majesté l’aula magna et le hall d’honneur surmonté de galeries, ainsi que les bureaux du recteur et des doyens de faculté qui surplombent le parc. Le fond de l’aula magna (qui sert aussi de salle de spectacles) est constitué de deux immenses panneaux mobiles en bronze pour s’ouvrir sur le hall d’honneur.

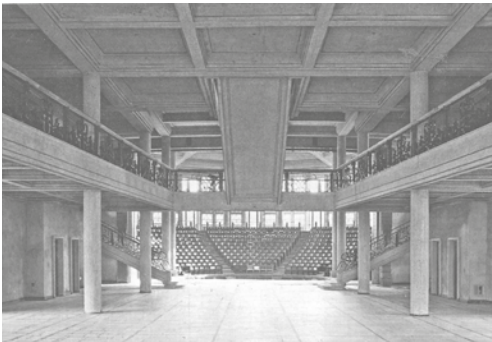


Fig 11: Hall d’honneur ouvert sur Aula Magna



Fig 12: Aula Magna



Fig 13: Bâtiment de Cours

Le bâtiment dite "Cours" au sud-est du parc contient des amphithéâtres et salles de diverses tailles ainsi que trois auditoires superposés à son extrémité. Le dernier auditoire conçu aérien mais fermé par la suite.

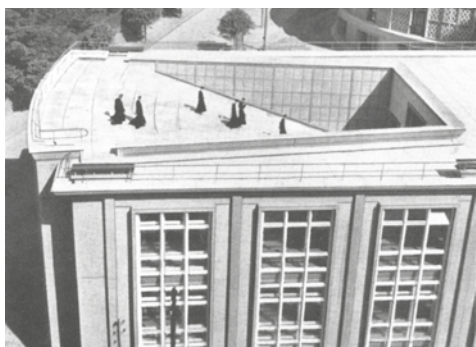


Fig 14: Auditoire aérien



Fig 15: Auditoire de 300 places

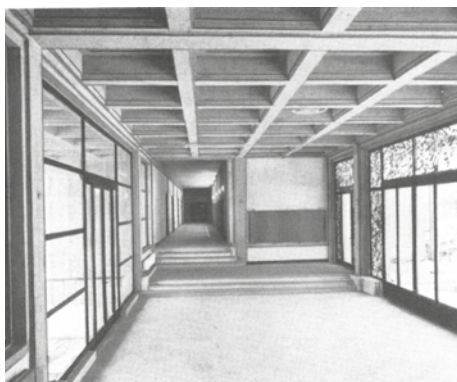


Fig 16: Hall du bâtiment cours

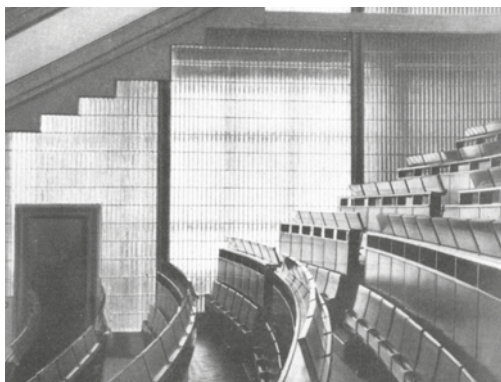


Fig 17: Auditoire de 150 places

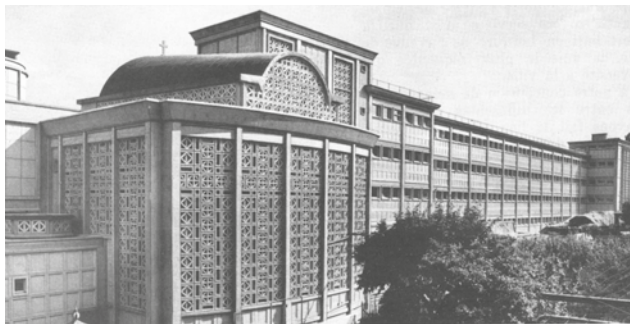


Fig 18: Bâtiment de Séminaires

Le bâtiment dite “de séminaires” fait une longueur de 140 m environ et contient salles de séminaires modulables, cafétéria, chapelle, salle de cinéma et un étonnant pavillon de musicologie en rotonde surmontée d’un dôme.

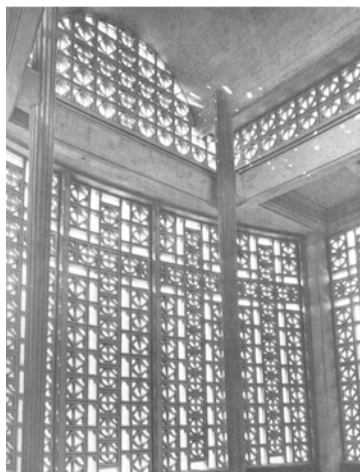


Fig 19: Vue intérieure de la Chapelle



Fig 20: Pavillon de musicologie



Fig 21: Hall d'accueil

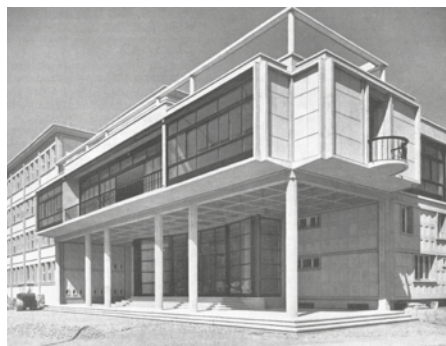


Fig 22: Façade de l'accueil

2.3 Analyse de performance

Après une visite du site ainsi que des entretiens avec le service de bâtiment de l'UNIFR, une évaluation du performance du bâtiment selon les critères de WELL était estimé comme montré par la suite.

A part un problème de qualité d'air qui était remarqué notamment dû à la crise sanitaire ces dernières années, le bâtiment est en bonne condition générale. Par contre un manque d'espace de travail et d'études pour les étudiants était signalé lors des entretiens, surtout avec un énorme espace du bâtiment dédié aux bureaux de faculté ou de services administratives.

AIR 4 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
		N	Required	A01.1	Meet Thresholds for Particulate Matter				
		N	Required	A01.2	Meet Thresholds for Organic Gases				
		N	Required	A01.3	Meet Thresholds for Inorganic Gases				
		N	Required	A01.4	Meet Thresholds for Radon				
		N	Required	A01.5	Measure Air Parameters				
Y			Required	A02.1	Prohibit Indoor Smoking				
Y			Required	A02.2	Prohibit Outdoor Smoking				
		N	Required	A03.1	Ensure Adequate Ventilation				
		N	Required	A04.1	Mitigate Construction Pollution				
		N	A05.1	2 points	Meet Enhanced Thresholds for Particulate Matter				
		N	1 point	A05.2	Meet Enhanced Thresholds for Organic Gases				
		N	1 point	A05.3	Meet Enhanced Thresholds for Inorganic Gases				
		N	2 points	A06.1	Increase Outdoor Air Supply				
		N	1 point	A06.2	Improve Ventilation Effectiveness				
Y			1 point	A07.1	Provide Operable Windows				1 point
		N	1 point	A07.2	Manage Window Use				
		N	1 point	A08.1	Install Indoor Air Monitors				
		N	1 point	A08.2	Promote Air Quality Awareness				
Y			1 point	A09.1	Design Healthy Entryways				1 point
		N	1 point	A09.2	Perform Envelope Commissioning				
Y			1 point	A10.1	Manage Combustion				1 point
		N	1 point	A11.1	Manage Pollution and Exhaust				
		N	1 point	A12.1	Implement Particle Filtration				
Y			1 point	A13.1	Improve Supply Air				1 point
		N	1 point	A14.1	Implement Ultraviolet Treatment for HVAC Surfaces				

WATER 4 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
Y	?		Required	W01.1	Verify Water Quality Indicators				
Y	?		Required	W02.1	Meet Chemical Thresholds				
Y	?		Required	W02.2	Meet Thresholds for Organics and Pesticides				
Y	?		Required	W03.1	Monitor Chemical and Biological Water Quality				
Y	?		Required	W03.2	Implement Legionella Management Plan				
		?	1 point	W04.1	Meet Thresholds for Drinking Water Taste				
		?	2 points	W05.1	Assess and Maintain Drinking Water Quality				
		N	1 point	W05.2	Promote Drinking Water Transparency				
		N	1 point	W06.1	Ensure Drinking Water Access				
Y			1 point	W07.1	Design Envelope for Moisture Protection				1 point
Y			1 point	W07.2	Design Interiors for Moisture Management				1 point
		N	1 point	W07.3	Implement Mold and Moisture Management Plan				
		N	1 point	W08.1	Provide Bathroom Accommodations				
		N	1 point	W08.2	Enhance Bathroom Accommodations				
Y			1 point	W08.3	Support Effective Handwashing				1 point
		N	1 point	W08.4	Provide Handwashing Supplies and Signage				1 point
		N	2 points	W09.1	Implement Safety Plan for Non-Potable Water Capture and Reuse				

LIGHT 7 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
Y			Required	L01.1	Provide Indoor Light				
Y			Required	L02.1	Provide Visual Acuity				
		N	3 points	L03.1	Meet Lighting for Day-Active People				
Y			2 points	L04.1	Manage Glare from Electric Lighting				2 points
Y	?		2 points	L05.1	Implement Daylight Plan				
		?	2 points	L05.2	Integrate Solar Shading				2 points
Y	?		2 points	L06.1	Conduct Daylight Simulation				
Y			1 point	L07.1	Balance Visual Lighting				1 point
		?	1 point	L08.1	Enhance Color Rendering Quality				
Y			2 points	L08.2	Manage Flicker				2 points
		N	2 points	L09.1	Enhance Occupant Controllability				
		N	1 point	L09.2	Provide Supplemental Lighting				

MOVEMENT 12 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
Y			Required	V01.1	Design Active Buildings and Communities				
Y			Required	V02.1	Support Visual Ergonomics				
		N	Required	V02.2	Provide Height-Adjustable Work Surfaces				
Y			Required	V02.3	Provide Chair Adjustability				
Y			Required	V02.4	Provide Support at Standing Workstations				
Y			Required	V02.5	Provide Workstation Orientation				
		N	1 point	V03.1	Design Aesthetic Staircases				1 point
		N	1 point	V03.2	Integrate Point-of-Decision Signage				
		N	1 point	V03.3	Promote Visible Stairs				1 point
Y			2 points	V04.1	Provide Cycling Infrastructure				2 points
Y			1 point	V04.2	Provide Showers, Lockers and Changing Facilities				1 point
Y			2 points	V05.1	Select Sites with Pedestrian-Friendly Streets				2 points
Y			2 points	V05.2	Select Sites with Access to Mass Transit				2 points
Y			2 points	V06.1	Offer Physical Activity Opportunities				2 points
		N	2 points	V07.1	Provide Active Workstations				
Y			1 point	V08.1	Provide Indoor Activity Spaces				1 point
Y			1 point	V08.2	Provide Outdoor Physical Activity Space				1 point
		N	1 point	V09.1	Offer Physical Activity Incentives				
		N	1 point	V10.1	Provide Self-Monitoring Tools				
		N	1 point	V110.1	Implement an Ergonomics Program				
		N	1 point	V110.2	Commit to Ergonomic Improvements				
		N	1 point	V110.3	Support Remote Work Ergonomics				

NOURISHMENT 9 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
	?		Required	N01.1	Provide Fruits and Vegetables				
	?		Required	N01.2	Promote Fruit and Vegetable Visibility				
	?		Required	N02.1	Provide Nutritional Information				
	?		Required	N02.2	Address Food Allergens				
	?		Required	N02.3	Label Sugar Content				
	?		1 point	N03.1	Limit Total Sugars				
	?		1 point	N03.2	Promote Whole Grains				
	?		1 point	N04.1	Optimize Food Advertising				
	?		1 point	N05.1	Limit Artificial Ingredients				
	?		1 point	N06.1	Promote Healthy Portions				
	?		1 point	N07.1	Provide Nutrition Education				
	?		2 points	N08.1	Support Mindful Eating				
	?		1 point	N09.1	Accommodate Special Diets				
	?		1 point	N09.2	Label Food Allergens				
	?		1 point	N10.1	Provide Meal Support				
	?		1 point	N11.1	Implement Responsible Sourcing				
	?		2 points	N12.1	Provide Gardening Space				
	?		1 point	N13.1	Ensure Local Food Access				
	?		1 point	N140.1	Limit Red and Processed Meats				

THERMAL COMFORT 5 POINTS									
Y	?	N	Weight	ID	Part Name				
Y			Required	T01.1	Provide Acceptable Thermal Environment				
		N	Required	T01.2	Measure Thermal Parameters				
		N	3 points	T02.1	Survey for Thermal Comfort				
Y			2 points	T03.1	Provide Thermostat Control				2 points
		N	1 point	T04.1	Provide Personal Cooling Options				
		N	1 point	T04.2	Provide Personal Heating Options				
Y			1 point	T04.3	Allow Flexible Dress Code				1 point
Y			1 point	T05.1	Implement Radiant Heating				1 point
		N	1 point	T05.2	Implement Radiant Cooling				
		N	1 point	T06.1	Monitor Thermal Environment				
		N	1 point	T07.1	Manage Relative Humidity				
Y			1 point	T08.1	Provide Windows with Multiple Opening Modes				1 point
		N	1 point	T09.1	Manage Outdoor Heat				
		N	1 point	T09.2	Avoid Excessive Wind				
		N	1 point	T09.3	Support Outdoor Nature Access				

La majeure partie des fenêtres a été changée, à l'exception des fenêtres des claustras, ceci en plusieurs étapes de 1980 à ce jour, avec des valeurs U améliorées en fonction de l'évolution des normes. Dans les années 2000, un programme de rénovation systématique des façades des bâtiments de Miséricorde datant de 1940 a pris place pour freiner le processus de dégradation des murs, soumis aux aléas des intempéries et de la pollution de l'air. Par contre ce programme s'intéressait seulement aux travaux d'assainissement du béton sans aucune modification de composition de façade au niveau thermique.

Voici une évaluation de l'état actuelle du bâtiment de Miséricorde selon le label WELL, avec les informations retenus pendant l'analyse.

MATERIALS						? POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name		
	?		Required	X01.1	Restrict Asbestos		
	?		Required	X01.2	Restrict Mercury		
	?		Required	X01.3	Restrict Lead		
	?		Required	X02.1	Manage Asbestos Hazards		
	?		Required	X02.2	Manage Lead Paint Hazards		
	?		Required	X02.3	Manage Polychlorinated Biphenyl (PCB) Hazards		
	?		Required	X03.1	Manage Exterior COCA Hazards		
	?		Required	X03.2	Manage Lead Hazards		
	?		1 point	X04.1	Assess and Mitigate Site Hazards		
	?		1 point	X05.1	Select Compliant Interior Furnishings		
	?		1 point	X05.2	Select Compliant Architectural and Interior Products		
	?		2 points	X06.1	Limit VOCs from Wet-Applied Products		
	?		2 points	X06.2	Restrict VOC Emissions from Furniture, Architectural and Interior Products		
	?		1 point	X07.1	Select Products with Disclosed Ingredients		
	?		1 point	X07.2	Select Products with Enhanced Ingredient Disclosure		
	?		1 point	X07.3	Select Products with Third-Party Verified Ingredients		
	?		1 point	X08.1	Select Materials with Enhanced Chemical Restrictions		
	?		1 point	X08.2	Select Optimized Products		
	?		1 point	X09.1	Implement a Waste Management Plan		
	?		1 point	X10.1	Manage Pests		
	?		1 point	X11.1	Improve Cleaning Practices		
	?		1 point	X11.2	Select Preferred Cleaning Products		
	?		1 point	X12B.1	Reduce Respiratory Particle Exposure		
	?		1 point	X12B.2	Address Surface Hand Touch		
MIND						1 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name		
	?		Required	M01.1	Promote Mental Health and Well-being		
	?		Required	M02.1	Provide Connection to Nature		
	?		Required	M02.2	Provide Connection to Place		
	?		1 point	M03.1	Offer Mental Health Screening		
	?		1 point	M03.2	Offer Mental Health Services		
	?		1 point	M03.3	Offer Workplace Support		
	?		1 point	M03.4	β Support Mental Health Recovery		
	?		1 point	M04.1	Offer Mental Health Education		
	?		1 point	M04.2	Offer Mental Health Education for Managers		
	?		2 points	M05.1	Develop Stress Management Plan		
	?		1 point	M06.1	Support Healthy Working Hours		
	?		1 point	M06.2	Provide Nap Policy and Space		
	?		1 point	M07.1	Provide Restorative Space		
	?		1 point	M08.1	Provide Restorative Programming		
	?		1 point	M09.1	Provide Nature Access Indoors		
	?		1 point	M09.2	Provide Nature Access Outdoors		
Y	?		2 points	M10.1	Provide Tobacco Cessation Resources		1 point
	?		1 point	M10.2	Limit Tobacco Availability		
	?		1 point	M11.1	Offer Substance Use Education		
	?		1 point	M11.2	Provide Substance Use and Addiction Services		
SOUND						8 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name		
		N	Required	S01.1	Label Acoustic Zones		
Y		N	Required	S01.2	Provide Acoustic Design Plan		
		N	3 points	S02.1	Limit Background Noise Levels		
Y			1 point	S03.1	Design for Sound Isolation at Walls and Doors		1 point
Y			2 points	S03.2	Achieve Sound Isolation at Walls		2 points
			2 points	S04.1	Achieve Reverberation Time Thresholds		2 points
		N	2 points	S05.1	Implement Sound Reducing Surfaces		
		N	1 point	S06.1	Provide Minimum Background Sound		
		N	1 point	S06.2	Provide Enhanced Speech Reduction		
Y			1 point	S07B.1	Specify Impact Noise Reducing Flooring		1 point
Y			2 points	S07B.2	Meet Thresholds for Impact Noise Rating		2 points
		N	1 point	S08B.1	Provide Enhanced Speech Intelligibility		
		N	1 point	S08B.2	Prioritize Audio Devices and Policies		
		N	1 point	S09B.1	Implement a Hearing Health Conservation Program		
COMMUNITY						39 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name		
	?		Required	C01.1	Provide WELL Feature Guide		
	?		Required	C02.1	Facilitate Stakeholder Charter		
	?		Required	C02.2	Promote Health-Oriented Mission		
	?		Required	C03.1	Develop Emergency Preparedness Plan		
	?		Required	C04.1	Select Project Survey		
	?		Required	C04.2	Administer Survey and Report Results		
	?		1 point	C05.1	Utilize Enhanced Survey		
	?		1 point	C05.2	Utilize Pre- and Post-Occupancy Survey		
	?		1 point	C05.3	Implement Action Plan		
	?		1 point	C05.4	Facilitate Interviews, Focus Groups and/or Observation		
	?		1 point	C06.1	Promote Health Benefits		
	?		1 point	C06.2	Offer On-Demand Health Services		
	?		1 point	C06.3	Offer Sick Leave		
	?		1 point	C06.4	Support Community Immunity		
	?		1 point	C07.1	Promote Culture of Health		
	?		1 point	C07.2	Establish Health Promotion Leader		
	?		3 points	C08.1	Offer New Parent Leave		
	?		1 point	C09.1	Offer Workplace Breastfeeding Support		
	?		2 points	C09.2	Design Lactation Room		
	?		1 point	C10.1	Offer Childcare Support		
	?		1 point	C10.2	Offer Family Leave		
	?		1 point	C10.3	Offer Bereavement Support		
	?		1 point	C11.1	Promote Community Engagement		
	?		1 point	C11.2	Provide Community Space		
	?		3 points	C12.1	Promote Diversity and Inclusion		
	?		2 points	C13.1	Integrate Universal Design		
	?		1 point	C14.1	Promote Emergency Resources		
	?		1 point	C14.2	Provide Opioid Response Kit and Training		
	?		1 point	C15B.1	Promote Business Continuity		
	?		1 point	C15B.2	Support Emergency Resilience		
	?		1 point	C15B.3	Facilitate Healthy Re-entry		
	?		1 point	C15B.4	Establish Health Entry Requirements		
	?		2 points	C16B.1	Allocate Affordable Units		
	?		1 point	C17B.1	Disclose Labor Practices		
	?		2 points	C17B.2	Implement Responsible Labor Practices		
	?		2 points	C18B.1	Support Victims of Domestic Violence		
INNOVATION						28 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name		
		N	10 points	I01	Propose Innovations		
		N	1 point	I02.1	Achieve WELL AP		
		N	1 point	I03.1	Offer WELL Educational Tours		
		N	1 point	I04.1	Complete Health and Well-Being Programs		
		N	5 points	I05.1	Achieve Green Building Certification		
		N	2 points	I06B.1	Carbon Inventory		
		N	3 points	I06B.2	Carbon Reduction Goal		
		N	3 points	I06B.3	Carbon Reduction		
		N	2 points	I06B.4	Carbon Neutral		
PRECONDITIONS							
23 YES							
27 MAYBE							
10 NO							
OPTIMIZATION POINTS							
37 YES							
54 MAYBE							
26 NO							

PROPOSITION DE PROJET

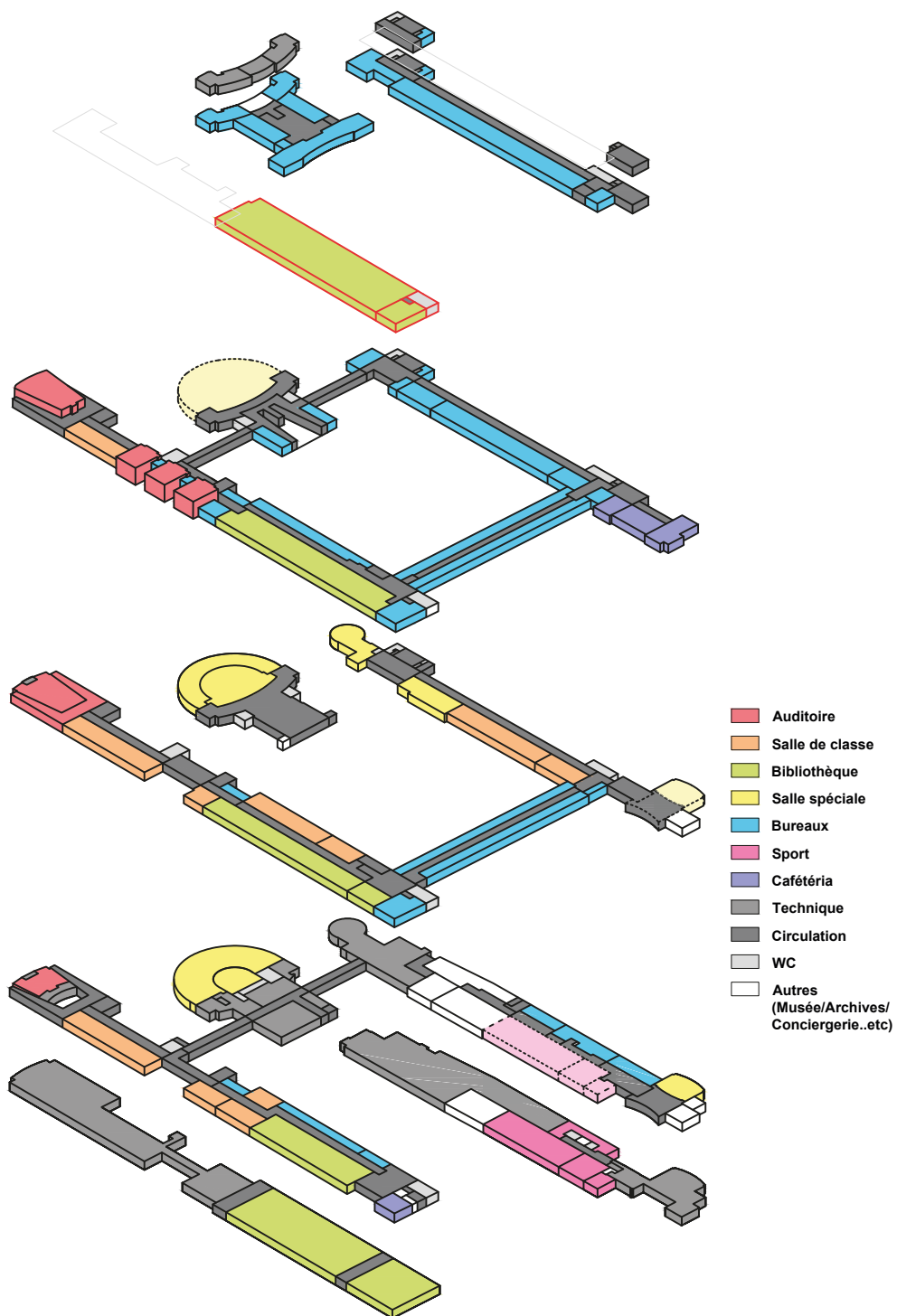


Fig 23: Schéma de réaprtition de programmes

3.1 Modification programmatique

Pour répondre aux besoins d'utilisateurs, une réorganisation intérieure est planifiée pour offrir plus d'espace en regroupant les programmes similaires et repensant ses espaces selon leur fonction et les besoins.

Ainsi les différents bureaux de services sont regroupés dans le bâtiment de séminaires en créant des bureaux en "open Space" pour offrir plus de flexibilité dans la répartition de travail. La création de petites salles joue le rôle de tampon entre les espaces de bureaux ainsi que créer des séparations physiques et acoustiques dans ces grands espaces. La réduction des bureaux individuels dans les services pour encourager la communauté, un des principes de WELL.

Le regroupement des bibliothèques dans le bâtiment de Cours dans la partie Sud-est ainsi que la surélévation inspirée du projet d'extension de Denis Honegger permet d'offrir l'espace d'étude manquant.

Les bibliothèques sur plusieurs étages sont connectées entre elles, créant ainsi un grand espace d'étude avec différentes ambiances selon les envies, de l'espace d'étude silencieux aux espaces vivants pour les rencontres et les projets de groupe.

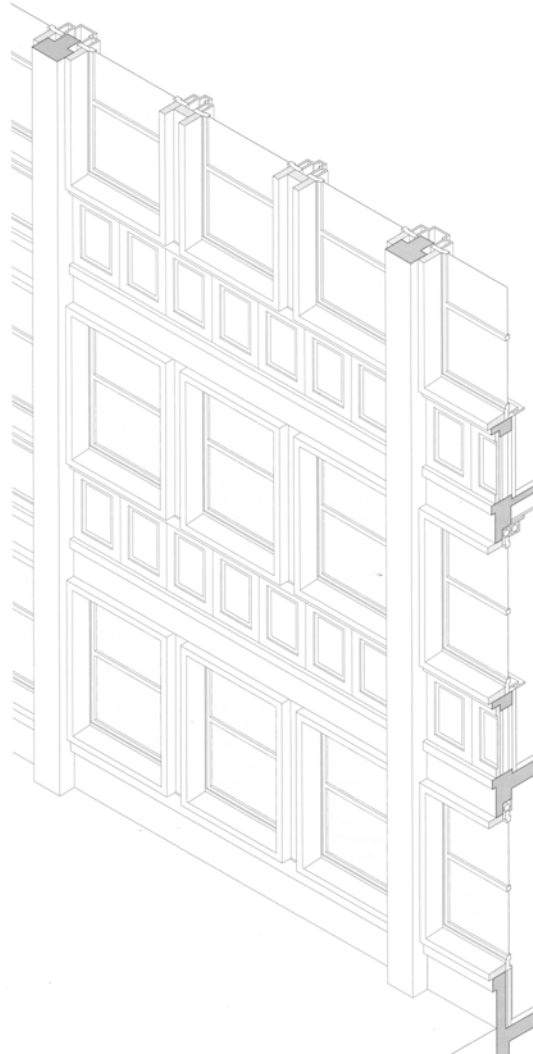
La surélévation s'inspire du projet d'extension proposé par Denis Honegger dans les années 70, refusé à cette époque par les voisins. Ainsi la surélévation se situe plutôt sur l'extension du bâtiment de Cours pour éviter l'ombrage possible des maisons et bâtiments autour.

La surélévation prend le même rythme et langage de façade du complexe avec une hauteur de fenêtre un peu plus grande illuminant ainsi ce grand espace. Une série de lumière zénithale vient compléter l'illumination naturelle de l'espace intérieur. Cette extension remet au même niveau les deux ailes ainsi que redonne accès à la toiture du bâtiment de Cours d'origine.

CONFORT THERMIQUE

CONFORT THERMIQUE

La performance thermique de façade n'a pas été modifiée ou améliorée depuis la construction en 1940 et 1970 respectivement. Malgré une façade épaisse, avec plusieurs couches en briques et couches d'air, elle doit être remise aux normes pour assurer un confort thermique des usagers.



Coupe isométrique de la
façade du bâtiment du séminaire
Isometrieschnitt der Fassadenkonstruktion
des Seminartraktes

Illustration/Bildnachweis:
Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften, Zentrum Konstruktives Ent-
werfen (éd./Hrsg.), Katharina Stehrenberger,
Raumen in Kantenstein. Ein Zirkularhaus Inventar

Fig 24: Coupe isométrique de la façade du bâtiment des séminaires

La majeure partie des fenêtres a été changée, à l'exception des fenêtres des claustras, ceci en plusieurs étapes de 1980 à ce jour, avec des valeurs U améliorées en fonction de l'évolution des normes. Ces modifications de fenêtres n'ont pas toujours respectés la division des fenêtres en guillotine d'origine. Ainsi, lors de ce projet, une remise au norme et en forme de ces fenêtres avec une division est prévu sur tout le bâtiment.

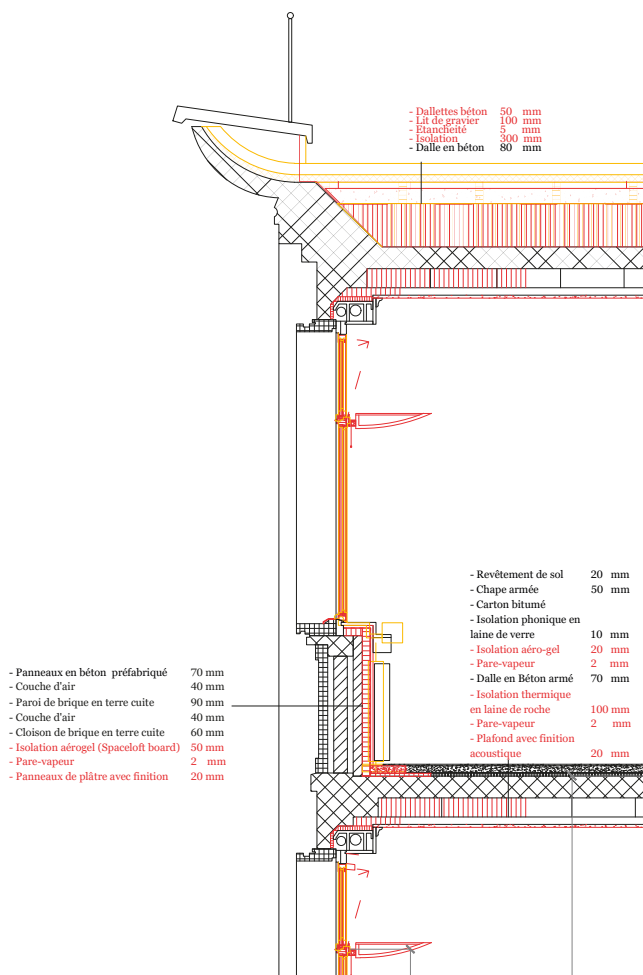


Fig 25: Coupe constructive du bâtiment des séminaires
1:50

Le système de chauffage d'origine est repris est mis aux normes selon les différentes espaces:

- Dans les salles de cours et séminaires, des radiateurs habituels dans les niches des fenêtres.
- Des radiateurs de formes diverses s'adaptant aux différentes espaces dans les auditorios, la chapelle, l'Aula et les Halls d'entrée
- Chauffage par sol et plafond dans le Hall d'honneur, les bureaux de Chancellerie ainsi que le groupe d'accueil au-dessus de la chapelle.

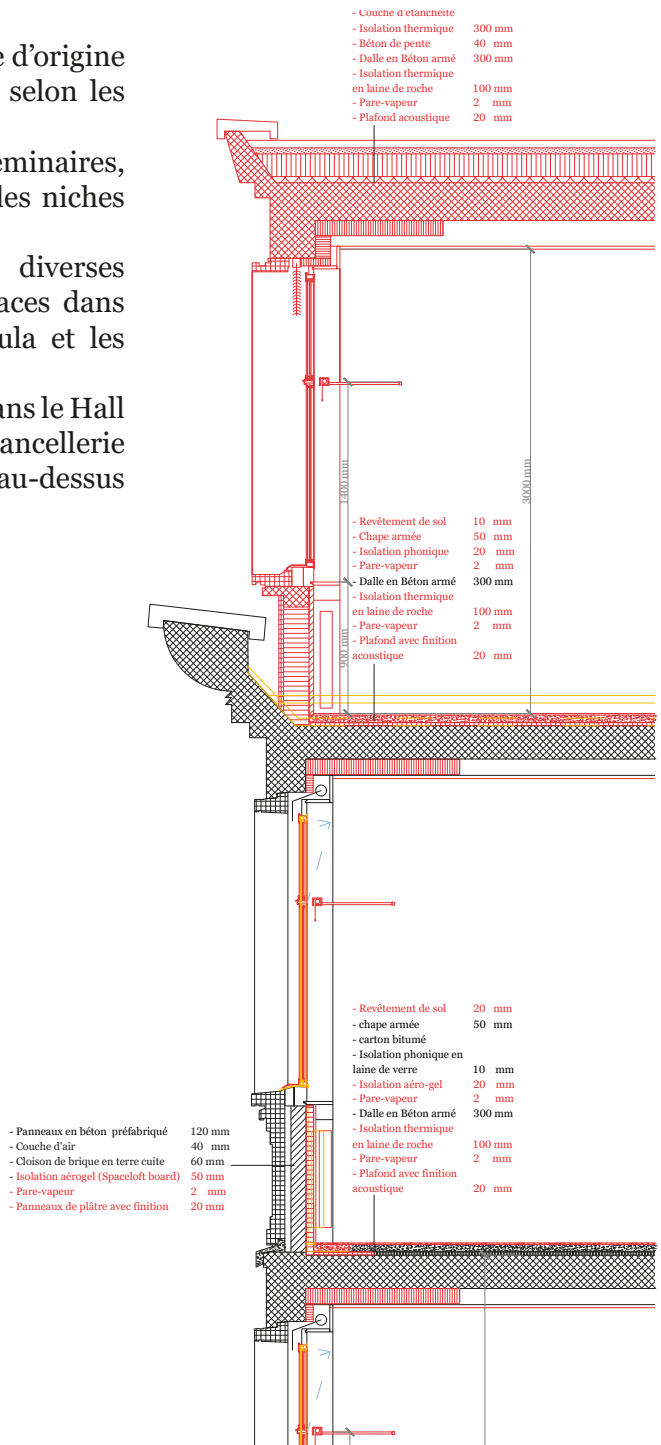


Fig 26: Coupe constructive du bâtiment de Cours et surélévation 1:50

QUALITE D'AIR

La qualité d'air est un des problèmes majeures de ce bâtiment malgré ses avancements technique de l'époque avec l'intégration de système ventilation/chauffage dans des espaces précises dont l'Aula et les auditories en encorbellment. Ces systèmes doivent être mise à jour en changeant les centrales de ventilation qui datent des années 40.

Du point de vue de la distribution, le projet conserve les concepts d'origine avec l'arrivé d'air depuis les fentes de dispersion groupée et fixées au-dessus de l'amphithéâtre envoyant l'air vers le bas pour être aspiré hors salle par des grilles aux divers étages de l'amphithéâtre.

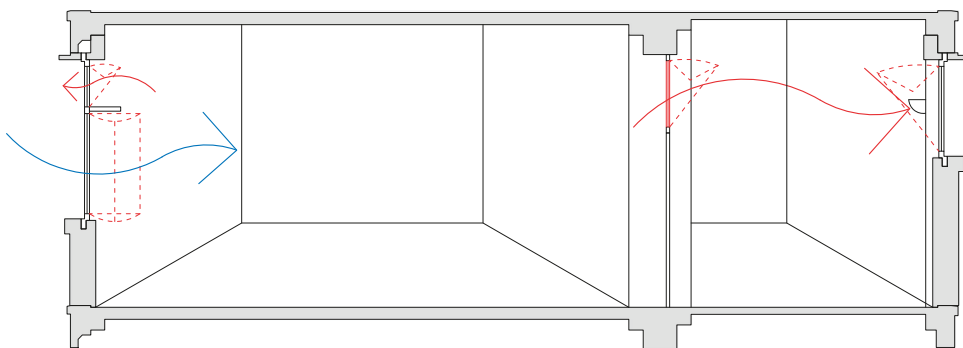


Fig 27: Schéma de principe de ventilation naturelle dans le bâtiment de séminaires

Pour le reste du complexe, le projet initial favorise une ventilation naturelle qui se fait à travers les fenêtres en guillotine d'origine. Par contre avec l'évolution du bâtiment ce système a disparu ce qui a fait détériorer la qualité d'air dans le bâtiment. Ainsi le projet prévoit une remise en forme de ces fenêtres avec une division avec des fenêtres battante dans la partie inférieure et des fenêtres à soufflet dans la partie supérieure pour renforcer la ventilation naturelle. L'ajout d'une trappe au-dessus de quelques portes, permet un échange d'air entre les différentes espaces créant ainsi un courant d'air pour éviter la stagnation d'air dans des endroits fermés.

La présence de végétation jouera également un rôle de filtration qui améliorera la qualité de l'air dans l'environnement bâti ainsi qu' influe sur la qualité du travail fourni par les collaborateurs. Cette présence varie de pot de plantes positionné dans des endroits précises ou bien l'utilisation de la végétation comme séparation physique entre les différentes espaces

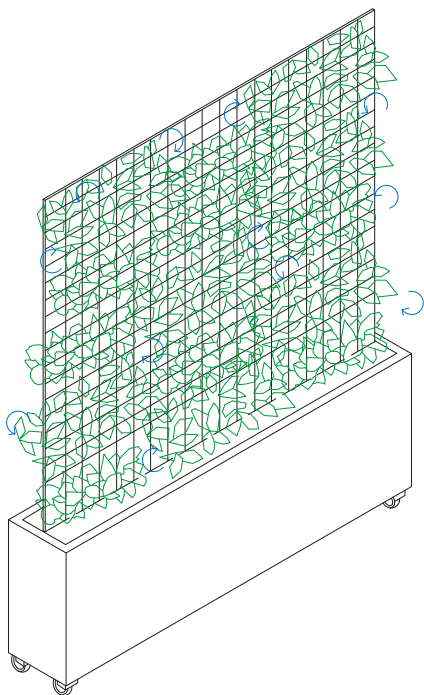


Fig 28: Schéma de séparation de végétation utilisé dans le projet



Fig 29: Type de plantes utilisées pour la filtration d'air

Pour limiter les sources de polluants d'air, les espaces d'impressions sont conçus dans des zones fermés pour limiter la propagation de ces polluants invisibles et nuisibles aux usagers.

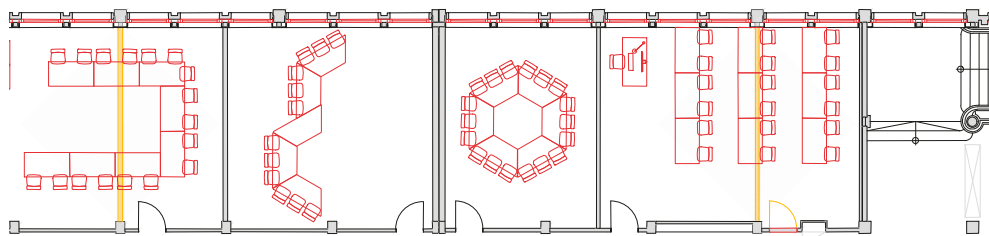


Fig 30: Plan du Rez supérieur- Bâtiment cour

1:250

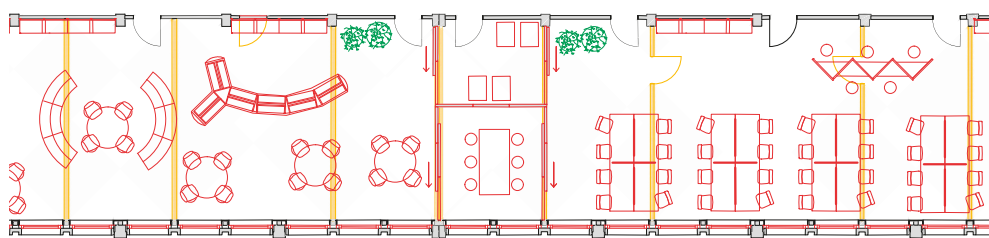
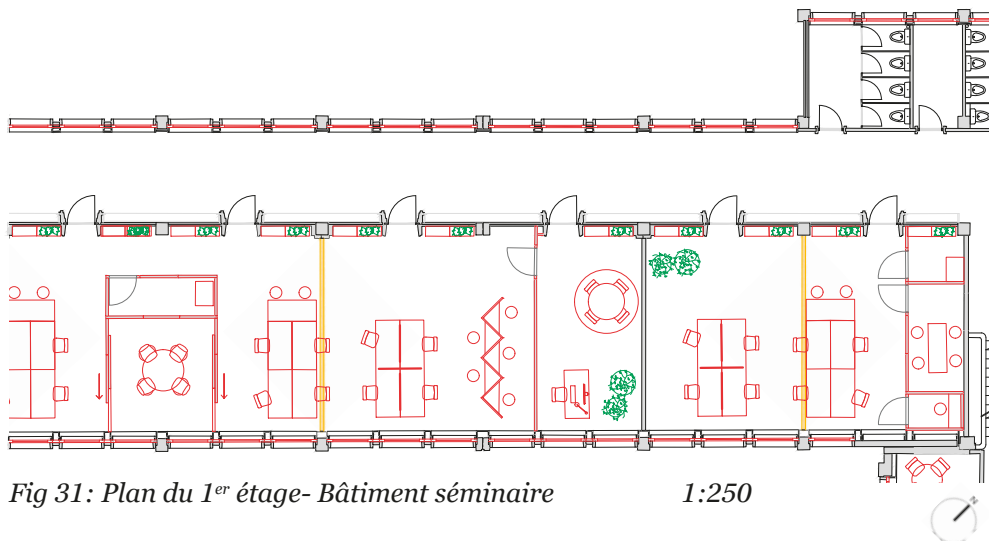


Fig 31: Plan du 1^{er} étage- Bâtiment séminaire

1:250



Durant la journée, le bâtiment est bien éclairé en lumière naturelle vers les façades, ayant des espaces sombres vers les couloirs qui sont eux éclairés par la lumière artificielle.



Fig 32: Simulation d'autonomie en lumière naturelle pour une partie du bâtiment de Cours

Les espaces de travail sont disposés le long de la façade à une distance maximale de cinq mètres. La lumière du jour est complétée le cas échéant par l'éclairage situé au plafond ainsi que des lampes d'appoint sur chaque place de travail.. Le projet propose donc de garder les luminaires LED existants dans la plupart des salles et de passer à des luminaires LED quand ce n'est pas le cas. Cela permettra d'installer un système DALI qui sera en mesure d'adapter la puissance d'éclairage en fonction de la lumière naturelle et de réduire ainsi la consommation d'électricité.



Fig 33: Exemple de luminaire panella-PHMPI

Puissance	38 W
Flux lumineux	5429 lm-h
Couleur de lumière	4000 K
Mode de commutation	DALI

Pour renforcer l'éclairage naturelle tout en évitant l'inconfort due au soleil rasant sur les façades Sud-Ouest, le projet propose des étagères intérieures reflétant la lumière au plafond, accompagné de protection solaire à mi-hauteur de la fenêtre pour un contrôle des usagers plus optimiser. Ces étagères reprennent la forme des gouttières métalliques d'origine qui étaient montées sur les fenêtres contenant des lumières. Leur but était la dissimulation des lampes évitant l'éblouissement et la projection de lumière contre plafond réalisant un éclairage indirect de la place de travail.

Cette forme sera reproduite que dans les bâtiment de 1940, et pour les extensions, un produit plus standardisé sera utilisé



Fig 34: Vue de salle de classe



Fig 35: Vue de salle de séminaire

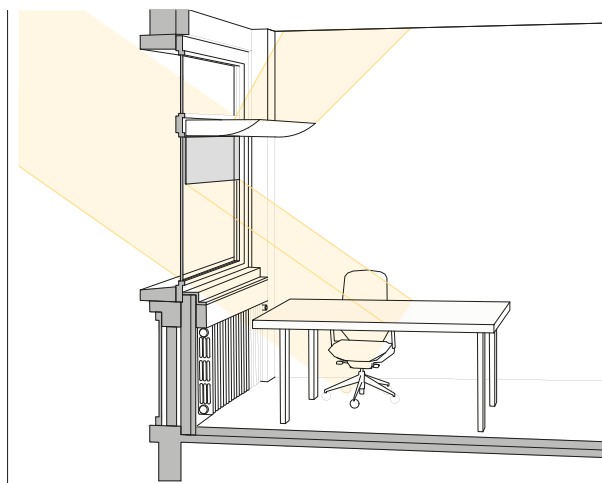


Fig 40: Schéma de l'étagère de réflexion de lumière

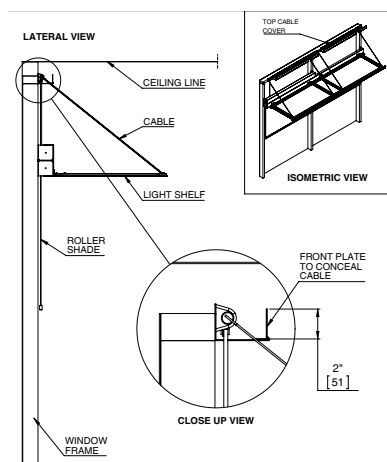


Fig 41: modèle standard du "light shelf"

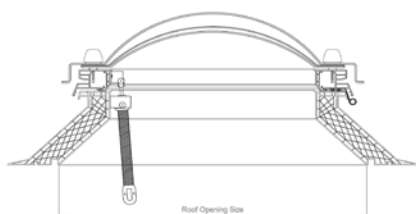
Pour la surélévation, des luminaires sur pied ainsi que des lampes d'appoint vient compléter la lumière naturelle provenant des grandes fenêtres. Ce système est choisi pour réduire la consommation d'énergie dans les espaces avec une utilisation irrégulière ou inconsistante.



Fig 42: Exemple de luminaire ECO S

Puissance	95 W
Flux lumineux	12030 lm-h
Couleur de lumière	4000 K
Mode de commutation	Sensonic EDR BLE

Des luminaires suspendus avec un système de détection de mouvement sera mise en place dans les couloirs plutôt au milieu du bâtiment qui vient accompagner la lumière zénitale illuminant le couloir au centre de la surélévation.



- Triple vitrage
- $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Ouverture manuelle pour la ventilation

Fig 43: Modèle de lumière zénitale ouvrable

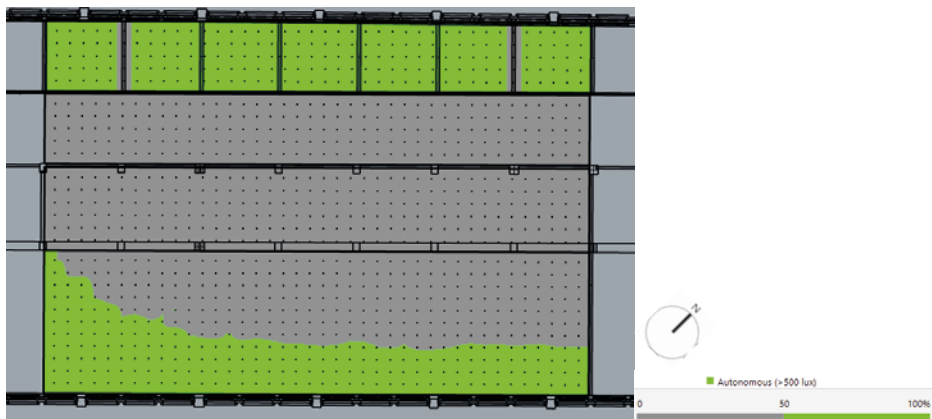


Fig 44: Simulation d'autonomie en lumière naturelle pour une partie du bâtiment de Cours avec objectif 500 lux

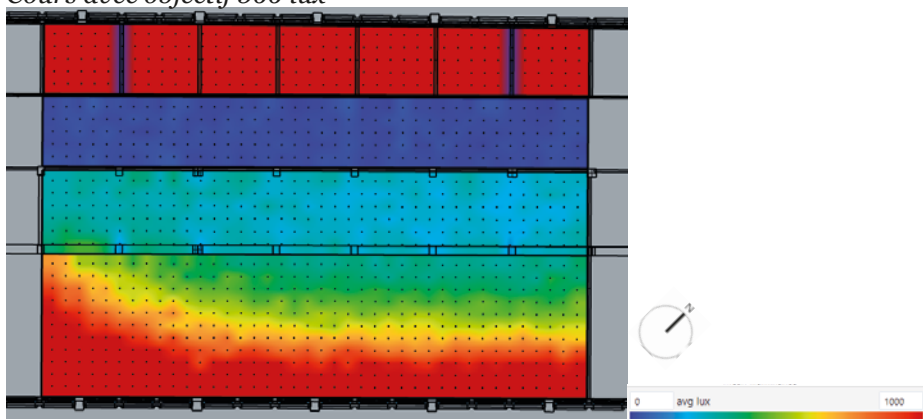


Fig 45: Simulation de quantité de lumière au moyenne dans une partie du bâtiment de Cours

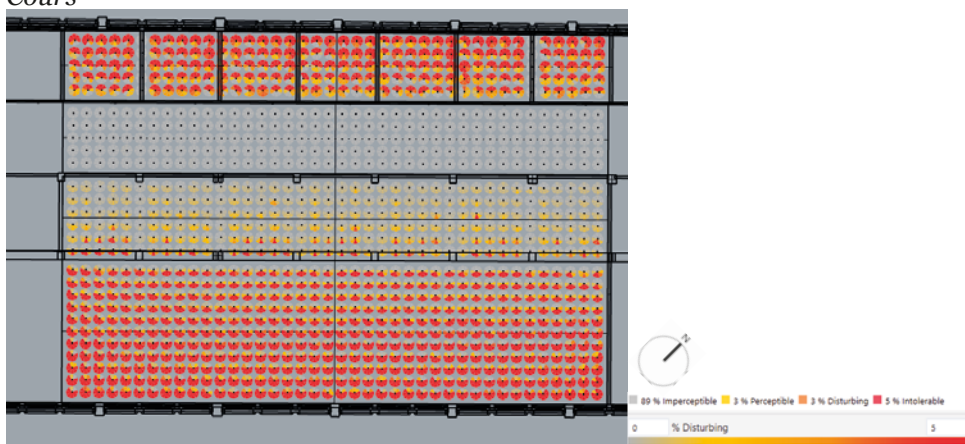
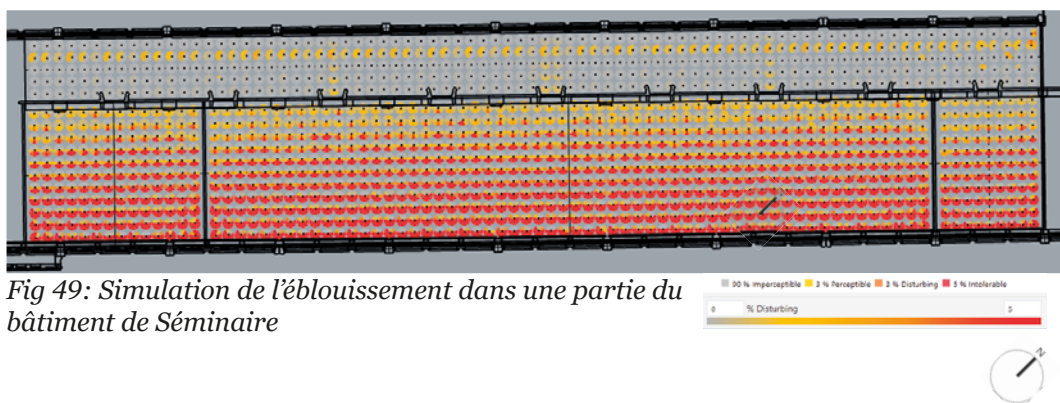
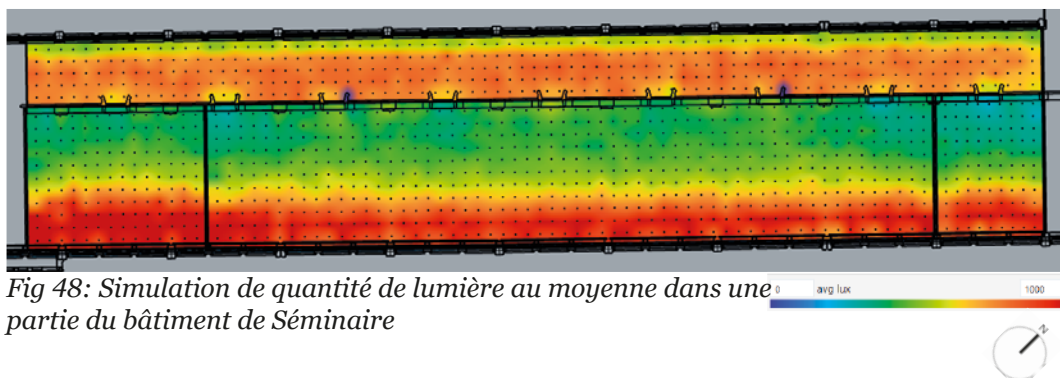
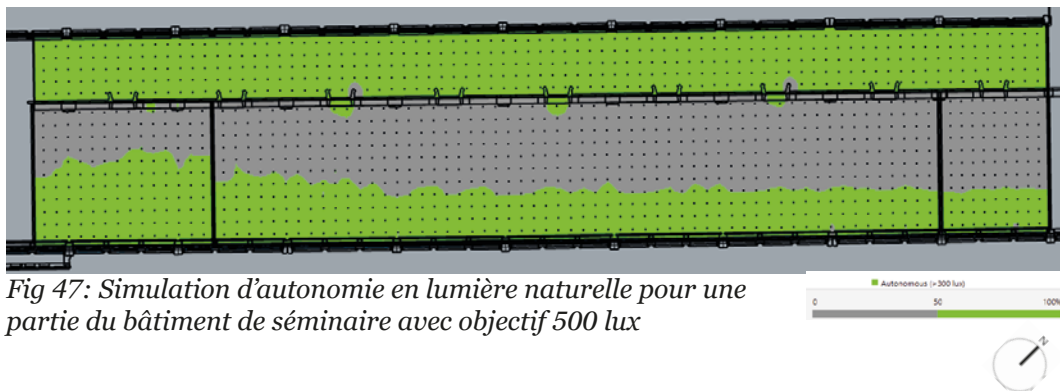


Fig 46: Simulation de l'éblouissement dans une partie du bâtiment de Cours



CONFORT ACOUSTIQUE

Le projet est attentif à la gestion du bruit qui vient de l'extérieur. En améliorant la composition de l'enveloppe, il réduit fortement les nuisances dues à la circulation autour du bâtiment.

Pour la gestion du bruit intérieur, le projet propose des mesures architecturales. Les espaces qui génèrent du bruit se situent dans des locaux qui peuvent être fermés par des portes ou sont séparé des autres espaces à travers des parois acoustiques.

Le projet prend également les mesures constructives pour maintenir une qualité sonore agréable grâce au plafond acoustique dans la surélévation ainsi qu'un traitement spéciale des plafonds existants, au traitement de différents matériaux de sol, aux parois acoustiques des salles de réunion et au mobilier avec absorbant phonique comme les écrans acoustiques fixés aux tables réduit le bruit dans les espaces ouverts.



Fig 50: Panneau acoustique fixé au tables

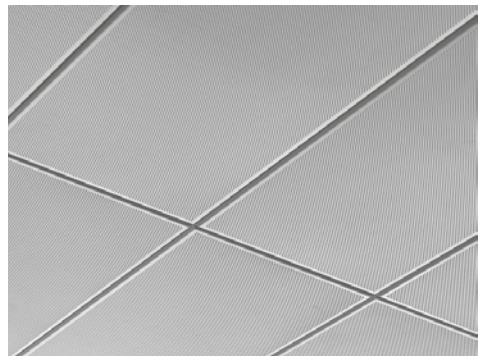
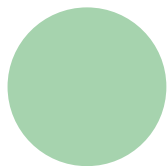
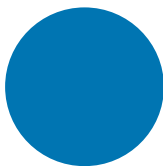


Fig 51: Panneau acoustique au plafond

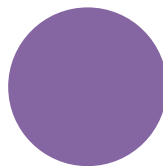
La mise en couleur et la matérialité est mise en relation au type d'activité (stimulante ou calme), des couleurs claires (bleus et verts) dans les espaces de concentration et couleur vif (violet) pour les espaces animés.



RAL 6019



RAL 5015



RAL 4005

Le rôle du mobilier est de correspondre aux besoins des espaces de travail. Des bureaux mobiles permettant une alternance entre la position assise et celle debout pendant le travail à l'ordinateur qui s'est avérée bénéfique pour la santé. Ainsi qu'une flexibilité du meuble d'avoir des panneaux acoustiques ou des luminaires fixés selon le besoin.



Fig 52: Tyde 2 Workstations

Les bibliothèques à forme organique crée des espaces plus conviviales pour les espaces de rencontres et se contraste bien avec les étagères classiques qui donne plus un rythme aux espaces silencieux.



Fig 53: Performance Shelving



Fig 54: Agati Custom Shelving

Pour le rangement, les meubles d'origine qui se trouvent encore au dernier étage du bâtiment de séminaires seront préservés et remise en état. Ensuite pour les espaces entre poteaux intérieures, des étagères flexible et modulable reprend le même principe des meubles d'origine. Ces derniers peuvent être équipés d'éléments tels que des casiers, des tiroirs coulissants, des armoires avec portes à charnières latérales, des boîtes ouvertes ou des pots à plantes.



Fig 55: Vue de meubles d'origine dans les couloirs



Fig 56: Exemple de rangement Kado Office



Fig 57: Vue intérieure de la bibliothèque renouvelée



Fig 58: Vue intérieure de l'aménagement des bureaux

CONCLUSION

Après ces petites interventions dans un bâtiment de patrimoine existants dans le but d'améliorer le confort de l'utilisateur dans l'environnement bâti, une évaluation selon le label WELL est effectuée. Une énorme différence se concentre surtout autour de qualité d'air et quelques interventions au niveau de mode de travail de l'utilisateur.

AIR					9 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
Y			Required	A01.1	Meet Thresholds for Particulate Matter *	
Y			Required	A01.2	Meet Thresholds for Organic Gases *	
Y			Required	A01.3	Meet Thresholds for Inorganic Gases *	
Y			Required	A01.4	Meet Thresholds for Radon *	
Y			Required	A01.5	Measure Air Parameters *	
Y			Required	A02.1	Prohibit Indoor Smoking	
Y			Required	A02.2	Prohibit Outdoor Smoking	
Y			Required	A03.1	Ensure Adequate Ventilation	
Y			Required	A04.1	Mitigate Construction Pollution	
		N	2 points	A05.1	Meet Enhanced Thresholds for Particulate Matter	
		N	1 point	A05.2	Meet Enhanced Thresholds for Organic Gases	
		N	1 point	A05.3	Meet Enhanced Thresholds for Inorganic Gases	
Y			2 points	A06.1	Increase Outdoor Air Supply *	2 points
		N	1 point	A06.2	Improve Ventilation Effectiveness	
Y			1 point	A07.1	Provide Operable Windows	1 point
		N	1 point	A07.2	Manage Window Use	
			1 point	A08.1	Install Indoor Air Monitors	
Y			1 point	A08.2	Promote Air Quality Awareness *	1 point
Y			1 point	A09.1	Design Healthy Entryways	1 point
Y			1 point	A09.2	Perform Envelope Commissioning *	1 point
Y			1 point	A10.1	Manage Combustion	1 point
		N	1 point	A11.1	Manage Pollution and Exhaust	
Y			1 point	A12.1	Implement Particle Filtration *	1 point
Y			1 point	A13.1	Improve Supply Air	1 point
		N	1 point	A14.1	Implement Ultraviolet Treatment for HVAC Surfaces	

WATER					8 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
	?		Required	W01.1	Verify Water Quality Indicators	
	?		Required	W02.1	Meet Chemical Thresholds	
	?		Required	W02.2	Meet Thresholds for Organics and Pesticides	
	?		Required	W03.1	Monitor Chemical and Biological Water Quality	
	?		Required	W03.2	Implement Legionella Management Plan	
			1 point	W04.1	Meet Thresholds for Drinking Water Taste	
			2 points	W05.1	Assess and Maintain Drinking Water Quality	
		N	1 point	W05.2	Promote Drinking Water Transparency	
Y			1 point	W06.1	Ensure Drinking Water Access *	1 point
Y			1 point	W07.1	Design Envelope for Moisture Protection	1 point
Y			1 point	W07.2	Design Interiors for Moisture Management	1 point
Y			1 point	W07.3	Implement Mold and Moisture Management Plan *	1 point
Y			1 point	W08.1	Provide Bathroom Accommodations *	1 point
Y			1 point	W08.2	Enhance Bathroom Accommodations *	1 point
Y			1 point	W08.3	Support Effective Handwashing	1 point
Y			1 point	W08.4	Provide Handwashing Supplies and Signage	1 point
		N	2 points	W09.1	Implement Safety Plan for Non-Potable Water Capture and Reuse	

LIGHT					13 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
Y			Required	L01.1	Provide Indoor Light	
Y			Required	L02.1	Provide Visual Acuity	
		N	3 points	L03.1	Meet Lighting for Day-Active People	
Y			2 points	L04.1	Manage Glare from Electric Lighting	2 points
		N	2 points	L05.1	Implement Daylight Plan	
Y			2 points	L05.2	Integrate Solar Shading	2 points
Y			2 points	L06.1	Conduct Daylight Simulation *	2 points
Y			1 point	L07.1	Balance Visual Lighting	1 point
Y			1 point	L08.1	Enhance Color Rendering Quality *	1 point
Y			2 points	L08.2	Manage Flicker	2 points
Y			2 points	L09.1	Enhance Occupant Controllability *	2 points
Y			1 point	L09.2	Provide Supplemental Lighting *	1 point

MOVEMENT					15 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
Y			Required	V01.1	Design Active Buildings and Communities	
Y			Required	V02.1	Support Visual Ergonomics	
Y			Required	V02.2	Provide Height-Adjustable Work Surfaces *	
Y			Required	V02.3	Provide Chair Adjustability	
Y			Required	V02.4	Support Support at Standing Workstations	
Y			Required	V02.5	Provide Workstation Orientation	
			1 point	V03.1	Design Aesthetic Staircases	1 point
Y			1 point	V03.2	Integrate Point-of-Decision Signage *	1 point
Y			1 point	V03.3	Promote Visible Stairs	1 point
Y			2 points	V04.1	Provide Cycling Infrastructure	2 points
Y			1 point	V04.2	Provide Showers, Lockers and Changing Facilities	1 point
Y			2 points	V05.1	Select Sites with Pedestrian-Friendly Streets	2 points
Y			2 points	V05.2	Select Sites with Access to Mass Transit	2 points
Y			2 points	V06.1	Offer Physical Activity Opportunities	2 points
Y			2 points	V07.1	Provide Active Workstations *	2 points
Y			1 point	V08.1	Provide Indoor Activity Spaces	1 point
Y			1 point	V08.2	Provide Outdoor Physical Activity Space	1 point
		N	1 point	V09.1	Offer Physical Activity Incentives	
		N	1 point	V10.1	Provide Self-Monitoring Tools	
		N	1 point	V11.1	Implement an Ergonomics Program	
		N	1 point	V116.2	Commit to Ergonomic Improvements	
		N	1 point	V116.3	Support Remote Work Ergonomics	

NOURISHMENT					7 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
	?		Required	N01.1	Provide Fruits and Vegetables	
	?		Required	N01.2	Promote Fruit and Vegetable Visibility	
	?		Required	N02.1	Provide Nutritional Information	
	?		Required	N02.2	Address Food Allergens	
	?		Required	N03.3	Label Sugar Content	
			1 point	N03.1	Limit Total Sugars	
			1 point	N03.2	Promote Whole Grains	
			1 point	N04.1	Optimize Food Advertising	
			1 point	N05.1	Limit Artificial Ingredients	
			1 point	N06.1	Promote Healthy Portions	
			1 point	N07.1	Provide Nutrition Education	
			2 points	N08.1	Support Mindful Eating	
			1 point	N09.1	Accommodate Special Diets	
			1 point	N09.2	Label Food Allergens	
			1 point	N10.1	Provide Meal Support	
			1 point	N11.1	Implement Responsible Sourcing	
			2 points	N12.1	Provide Gardening Space	
			1 point	N13.1	Ensure Local Food Access	
			1 point	N146.1	Limit Red and Processed Meats	

THERMAL COMFORT					6 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
Y			Required	T01.1	Provide Acceptable Thermal Environment	
Y			Required	T01.2	Measure Thermal Parameters *	
		N	3 points	T02.1	Survey for Thermal Comfort	
Y			2 points	T03.1	Provide Thermostat Control	2 points
		N	1 point	T04.1	Provide Personal Cooling Options	
		N	1 point	T04.2	Provide Personal Heating Options	
Y			1 point	T04.3	Allow Flexible Dress Code	1 point
Y			1 point	T05.1	Implement Radiant Heating	1 point
		N	1 point	T05.2	Implement Radiant Cooling	
Y			1 point	T06.1	Monitor Thermal Environment *	
Y			1 point	T07.1	Manage Relative Humidity *	
Y			1 point	T08.1	Provide Windows with Multiple Opening Modes	1 point
		N	1 point	T09.1	Manage Outdoor Heat	
		N	1 point	T09.2	Avoid Excessive Wind	
		N	1 point	T09.3	Support Outdoor Nature Access	

Le label WELL présente des avantages liés aux aspects non environnementaux qui ne sont pas toujours pris en compte dans d'autres certifications, comme l'importance accordée à la santé mentale et psychologique, la santé physique et physiologique. C'est l'une des rares certifications à inclure l'importance de l'accessibilité, de la diversité et d'un mobilier confortable qui stimule l'état d'esprit et les performances de l'utilisateur.

Le WELL offre une vision globale du bien-être et du confort des utilisateurs à travers leur opinion et leur contrôle de leur environnement à travers des programmes de sensibilisation non seulement pour des sujets de santé mais aussi comment interagir avec son environnement bâti.

MATERIALS					4 POINTS	
	Y	N	Weight	ID	Part Name	
	?		Required	X01.1	Restrict Asbestos	
	?		Required	X01.2	Restrict Mercury	
	?		Required	X01.3	Restrict Lead	
	?		Required	X02.1	Manage Asbestos Hazards	
	?		Required	X02.2	Manage Lead Paint Hazards	
	?		Required	X02.3	Manage Polychlorinated Biphenyl (PCB) Hazards	
	?		Required	X03.1	Manage Exterior CCA Hazards	
	?		Required	X03.2	Manage Lead Hazards	
	?		1 point	X04.1	Assess and Mitigate Site Hazards	
Y			1 point	X05.1	Select Compliant Interior Furnishings *	1 point
Y			1 point	X05.2	Select Compliant Architectural and Interior Products *	1 point
	?		2 points	X06.1	Limit VOCs from Wet-Applied Products	
Y			2 points	X06.2	Restrict VOC Emissions from Furniture, Architectural and Interior Products *	2 points
	?		1 point	X07.1	Select Products with Disclosed Ingredients	
	?		1 point	X07.2	Select Products with Enhanced Ingredient Disclosure	
	?		1 point	X07.3	Select Products with Third-Party Verified Ingredients	
	?		1 point	X08.1	Select Materials with Enhanced Chemical Restrictions	
	?		1 point	X08.2	Select Optimized Products	
	?		1 point	X09.1	Implement a Waste Management Plan	
	?		1 point	X10.1	Manage Pests	
	?		1 point	X11.1	Improve Cleaning Practices	
	?		1 point	X11.2	Select Preferred Cleaning Products	
	?		1 point	X126.1	Reduce Respiratory Particle Exposure	
	?		1 point	X126.2	Address Surface Hand Touch	

MIND		1 point			X126.2		Address Substance Hand Touch		2 POINTS	
Y	?	N	Weight	ID	Part Name					
	?		Required	M01.1	Promote Mental Health and Well-being					
	?		Required	M02.1	Provide Connection to Nature					
	?		Required	M02.2	Provide Connection to Place					
	?		1 point	M03.1	Offer Mental Health Screening					
	?		1 point	M03.2	Offer Mental Health Services					
	?		1 point	M03.3	Offer Workplace Support					
	?		1 point	M03.4	β Support Mental Health Recovery					
	?		1 point	M04.1	Offer Mental Health Education					
	?		1 point	M04.2	Offer Mental Health Education for Managers					
	?		2 points	M05.1	Develop Stress Management Plan					
	?		1 point	M06.1	Support Healthy Working Hours					
	?		1 point	M06.2	Provide Nap Policy and Space					
	?		1 point	M07.1	Provide Restorative Space					
	?		1 point	M08.1	Provide Restorative Programming					
Y			1 point	M09.1	Provide Nature Access Indoors *					1 point
Y			1 point	M09.2	Provide Nature Access Outdoors					1 point
	?		2 points	M10.1	Provide Tobacco Cessation Resources					
	?		1 point	M10.2	Limit Tobacco Availability					
	?		1 point	M11.1	Offer Substance Use Education					
	?		1 point	M11.2	Provide Substance Use and Addiction Services					

SOUND						10 POINTS
Y	?	N	Weight	ID	Part Name	
Y			Required	S01.1	Label Acoustic Zones *	
Y			Required	S01.2	Provide Acoustic Design Plan	
		N	3 points	S02.1	Limit Background Noise Levels	
Y			1 point	S03.1	Design for Sound Isolation at Walls and Doors	1 point
Y			2 points	S03.2	Achieve Sound Isolation at Walls	2 points
Y			2 points	S04.1	Achieve Reverberation Time Thresholds	2 points
Y			2 points	S05.1	Implement Sound Reducing Surfaces *	2 points
		N	1 point	S06.1	Provide Minimum Background Sound	
		N	1 point	S06.2	Provide Enhanced Speech Reduction	
Y			1 point	S076.1	Specify Impact Noise Reducing Flooring *	1 point
Y			2 points	S076.2	Meet Thresholds for Impact Noise Rating *	2 points
		N	1 point	S086.1	Provide Enhanced Speech Intelligibility	
		N	1 point	S086.2	Prioritize Audio Devices and Policies	
		N	1 point	S096.1	Implement a Hearing Health Conservation Program	

COMMUNITY					39 POINTS
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
	?		Required	C01.1	Provide WELL Feature Guide
	?		Required	C02.1	Facilitate Stakeholder Charrette
	?		Required	C02.2	Promote Health-Oriented Mission
	?		Required	C03.1	Develop Emergency Preparedness Plan
	?		Required	C04.1	Select Project Survey
	?		Required	C04.2	Administer Survey and Report Results
	?		1 point	C05.1	Utilize Enhanced Survey
	?		1 point	C05.2	Utilize Pre- and Post-Occupancy Survey
	?		1 point	C05.3	Implement Action Plan
	?		1 point	C06.4	Facilitate Interviews, Focus Groups and/or Observation
	?		1 point	C06.1	Promote Health Benefits
	?		1 point	C06.2	Offer On-Demand Health Services
	?		1 point	C06.3	Offer Sick Leave
	?		1 point	C06.4	Support Community Immunity
	?		1 point	C07.1	Promote Culture of Health
	?		1 point	C07.2	Establish Health Promotion Leader
	?		3 points	C08.1	Offer New Parent Leave
	?		1 point	C09.1	Offer Workplace Breastfeeding Support
	?		2 points	C09.2	Design Lactation Room
	?		1 point	C10.1	Offer Childcare Support
	?		1 point	C10.2	Offer Family Leave
	?		1 point	C10.3	Offer Bereavement Support
	?		1 point	C11.1	Promote Community Engagement
	?		1 point	C11.2	Provide Community Space
	?		3 points	C12.1	Promote Diversity and Inclusion
	?		2 points	C13.1	Integrate Universal Design
	?		1 point	C14.1	Promote Emergency Resources
	?		1 point	C14.2	Provide Opioid Response Kit and Training
	?		1 point	C158.1	Promote Business Continuity
	?		1 point	C158.2	Support Emergency Resilience
	?		1 point	C158.3	Facilitate Healthy Re-entry
	?		1 point	C158.4	Establish Health Entry Requirements
	?		2 points	C168.1	Allocate Affordable Units
	?		1 point	C176.1	Disclose Labor Practices
	?		2 points	C176.2	Implement Responsible Labor Practices
	?		2 points	C186.1	Support Victims of Domestic Violence

INNOVATION					28 POINTS
Y	?	N	Weight	ID	Part Name
		N	10 points	I01	Propose Innovations
		N	1 point	I02.1	Achieve WELL AP
		N	1 point	I03.1	Offer WELL Educational Tours
		N	1 point	I04.1	Complete Health and Well-Being Programs
		N	5 points	I05.1	Achieve Green Building Certification
		N	2 points	I06.1	Carbon Inventory
		N	3 points	I06.2	Carbon Reduction Goal
		N	3 points	I06.3	Carbon Reduction
		N	2 points	I06.4	Carbon Neutral

PRECONDITIONS

21 YES
27 MAYBE
0 NO

OPTIMIZATION POINTS

45 YES
47 MAYBE
14 NO

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAPHY

Fig 1: WELL certification logo

Source: 'WELL v2 Certification | IWBI'. [Consulté 16 Juillet 2023] <https://www.wellcertified.com/certification/v2/>.

Fig 2: Schéma des principes de WELL

Source: 'WELL v2 Certification | IWBI'. [Consulté 16 Juin 2023] <https://www.wellcertified.com/certification/v2/>.

Fig 4: Exemple de carte de points du label WELL

Source: 'WELL Certification v2 Scorecard'. [Consulté 12 Juin 2023] . <https://resources.wellcertified.com/tools/well-certification-v2-scorecard>.

Fig 5: Vue d'ensemble du bâtiment de Miséricorde après sa construction

Fig 7: Bâtiment avec escalier

Fig 8: Bâtiment avec cafétéria

Source: Haymoz, Cyrill, Christoph Allenspach, Forum d'Architecture Fribourg, and Universität Freiburg, eds. Université Miséricorde Fribourg classicisme structurel et modernité: = Universität Miséricorde Freiburg - Betonklassizismus und Moderne. Sulgen: Niggli, 2014.

Fig 9: Plan du site avec le nouveau bâtiment prévu de bureau Ruprecht

Source: 'Universität Miséricorde – Ruprecht Architekten'. [Consulté 2 Juillet 2023]. <https://www.ruprecht-architekten.ch/portfolio/universitaet-misericorde-fribourg/>.

Fig 10: Bâtiment de Services Généraux

Fig 11: Hall d'honneur ouvert sur Aula Magna

Fig 12: Aula Magna

Fig 13: Bâtiment de Cours

Fig 14: Auditoire aérien

Fig 15: Auditoire de 300 places

Fig 16: Hall du bâtiment cours

Fig 17: Auditoire de 150 places

Fig 18: Bâtiment de Séminaires

Fig 19: Vue intérieure de la Chapelle

Fig 20: Pavillon de musicologie

Fig 21: Hall d'accueil

Fig 22: Façade de l'accueil

Source: Haymoz, Cyrill, Christoph Allenspach, Forum d'Architecture Fribourg, and Universität Freiburg, eds. Université Miséricorde Fribourg classicisme structurel et modernité: = Universität Miséricorde Freiburg - Betonklassizismus und Moderne. Sulgen: Niggli, 2014.

Fig 24: Coupe isométrique de la façade du bâtiment des séminaires

Source: Haymoz, Cyrill, Christoph Allenspach, Forum d'Architecture Fribourg, and Universität Freiburg, eds. Université Miséricorde Fribourg classicisme structurel et modernité: = Universität Miséricorde Freiburg - Betonklassizismus und Moderne. Sulgen: Niggli, 2014.

Fig 33: Exemple de luminaire panella-PHMPI

Source: 'Suspensions - Luminaires-interieurs', [Consulté le 2 Juillet 2023], <https://www.neuco.ch/fr/luminaires-interieurs/suspensions/>.

Fig 34: Vue de salle de classe

Fig 35: Vue de salle de séminaire

Source: 'Université de Fribourg, bâtiments de Mis...', [Consulté le 23 Juin 2023] <https://notrehistoire.ch/entries/N9Yda5zVBKw>.

Fig 41: modèle standard du "light shelf"

Source: 'Light Shelves for Managing Light Transmittance and Reflection', Sun Glow (blog), [Consulté le 12 Mai 2023] , <https://mysunglow.com/products/light-shelf/>.

Fig 42: Exemple de luminaire ECO S

Source: 'Lampes de bureau sur pied - Luminaires-interieurs', [Consulté le 2 Juillet 2023] , <https://www.neuco.ch/fr/luminaires-interieurs/lampes-de-bureau-sur-pied/>.

Fig 43: Modèle de lumière zénitale ouvrable

Source: 'Rooflights, Roof Windows & Domes | Skyline Roofing Centres', [Consulté le 10 Juin 2023], <https://www.skylineroofing.co.uk/windows-domes/>.

Fig 50: Panneau acoustique fixé au tables

Fig 52: Tyde 2 Workstations

Source: 'Vitra | Tyde 2 | Official Vitra® Online Shop'. [Consulté le 3 Juin 2023]. <https://www.vitra.com/en-ch/product/tyde-2>.

Fig 53: Performance Shelving

Source: 'Performance Library Shelving', [Consulté le 3 Juin 2023], <https://www.openingthebook.com/library-shelving/performance/>.

Fig 54: Agati Custom Shelving

Source: 'Custom Shelving', Agati Furniture, [Consulté le 3 Juin 2023], <https://www.agati.com/product/custom-shelving/>.

Fig 55: Vue de meubles d'origine dans les couloirs

Source: Haymoz, Cyrill, Christoph Allenspach, Forum d'Architecture Fribourg, and Universität Freiburg, eds. *Universität Miséricorde Fribourg classicisme structurel et modernité: = Universität Miséricorde Freiburg - Betonklassizismus und Moderne*. Sulgen: Niggli, 2014.

Fig 56: Exemple de rangement Kado Office

Source: 'Vitra | Kado Office | Official Vitra® Online Shop', [Consulté le 12 Juin 2023], <https://www.vitra.com/en-ch/office/product/details/kado-office>.

