

# Ventilé naturellement

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

**Ce n'est pas que du point de vue structurel que le Rolex Learning Center présente des caractéristiques inhabituelles. Ce bâtiment a aussi la particularité de ne posséder qu'un seul niveau soumis à d'importantes variations de hauteur. Son espace ne possède en outre pratiquement aucune séparation.**

Cette situation très particulière s'est tout naturellement traduite par des problématiques inédites en matière de physique du bâtiment. Des études spécifiques ont ainsi dû être menées concernant l'éclairage et les aspects énergétiques, notamment pour que le bâtiment obtienne le label Minergie.



## Eclairage naturel

Un niveau d'éclairage naturel suffisant devait être assuré non seulement dans les zones communes, mais aussi dans les quelques volumes fermés des zones confinées (comme les bureaux ou les salles de conférence). Partant de ces conditions initiales, on a donc procédé à des modélisations pour évaluer la qualité de l'éclairage naturel et développer des solutions adéquates pour chaque zone.

La qualité de l'éclairage naturel a été quantifiée par son Facteur de Lumière du Jour (FLJ), résultat du quotient entre l'éclairage d'un plan de référence et l'éclairage à l'extérieur pour un ciel couvert. La figure 2 présente les résultats d'une simulation générale des espaces pour un éclairage naturel assuré uniquement par l'éclairage en provenance des patios et des façades extérieures. On y observe que, dans la plus grande partie des espaces, le niveau d'éclairage naturel est très bon : le facteur de lumière du jour (FLJ) est supérieur à 1 % pratiquement partout, à l'exception de quelques zones (en bleu très foncé sur la figure 2). Les valeurs obtenues pour les FLJ se sont en général avérées satisfaisantes pour l'ensemble du bâtiment, à l'exception des espaces intérieurs fermés dont la configuration a donc dû être quelque peu modifiée : il a été décidé d'y créer des transparences zénithales en toiture et d'augmenter les surfaces de vitrages des parois intérieures.

Des simulations locales ont alors été faites d'abord sans aucune adaptation (fig. 3), puis sur la base de solutions élaborées en étroite coordination avec l'architecte afin d'envisager l'introduction d'un éclairage zénithal (fig. 4). Cette dernière figure correspond aux résultats des solutions optimales, conçues avec de très grandes ouvertures zénithales. C'est finalement une solution intermédiaire, avec des ouvrants zénithaux moins nombreux mais de plus grande taille, qui a été retenue pour obtenir un niveau d'éclairage naturel satisfaisant dans les zones confinées.

## Besoins thermiques

Les principes généraux de la conception de l'ouvrage ont été définis sur la base d'exigences de performance énergé-

Fig. 1 : Circulation des techniques dans le plancher (Photo Losinger)

Fig. 2 : Simulation générale de l'éclairage

Fig. 3 et 4 : Simulations locales sans et avec éclairage zénithal

Fig. 5 : Epaisseur de l'isolation de la coque (Photo Losinger)

tique et de confort. Le bâtiment est conçu pour obtenir un label Minergie. En matière de bilan énergétique, la direction de l'EPFL a souhaité que le Rolex Learning Center respecte les valeurs cibles de la norme SIA 380/1, soit une consommation de chaleur inférieure à 125 MJ/m<sup>2</sup> par an. Nos calculs ont abouti à une consommation de chaleur qui le situe bien au-dessous des consommations de la plupart des bâtiments du site : avec une consommation de chaleur spécifique de moins de 100 MJ/m<sup>2</sup> par an, seul le Bâtiment des communications (BC) présente un bilan plus favorable. Par ailleurs, les performances du bâtiment et la production de chaleur par thermopompes ont permis de garantir l'obtention du label Minergie.

En hiver, la température intérieure est assurée par un système de chauffage de sol. L'énergie de chauffage est fournie par les pompes à chaleur qui se trouvent sur le site de l'EPFL.

### Isolation

Sur les parties opaques (toiture et sol), l'enveloppe du bâtiment est aménagée avec de très fortes épaisseurs d'isolant (fig. 6). L'isolation de la toiture est située au-dessus de la structure et elle a une épaisseur de 20 cm.

La protection thermique de la coque inférieure est quant à elle assurée par une isolation dont l'épaisseur moyenne est de 35 cm (fig. 5). Celle-ci présente quelques réductions locales, lorsque les très nombreuses installations techniques le nécessitent : il faut en effet savoir que ce sont près de 100 kilomètres de câbles électriques qui ont été répartis sur l'ensemble de la surface du bâtiment, une partie circulant dans un épais plancher technique (fig. 1), l'autre trouvant refuge dans les faux plafonds. Les zones dans lesquelles la circulation des techniques nécessite une épaisseur importante ont été aménagées avec des murs en bloc isolants (Ytong) afin de minimiser les ponts thermiques.

Les façades, qui sont en outre conçues de manière à supporter les déformations importantes dues au vent, aux contraintes thermiques et au fluage, sont réalisées avec des vitrages à haute performance. Elles seront aussi équipées de stores à lames mobiles, qui doivent assurer un facteur solaire inférieur à 15 %, c'est-à-dire que l'énergie solaire incidente est filtrée et que 15 % seulement du rayonnement pénètre à l'intérieur du bâtiment.

La lourde chape posée sur le sol des coques augmente considérablement l'inertie thermique, ce qui permet d'améliorer les conditions de température dans le bâtiment durant la période estivale, notamment en ralentissant considérablement les variations journalières.

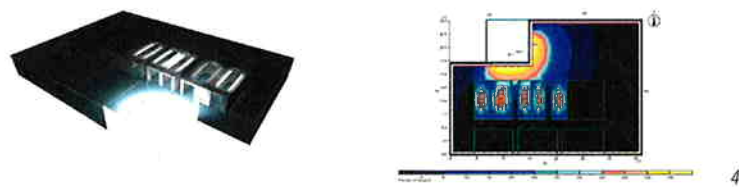
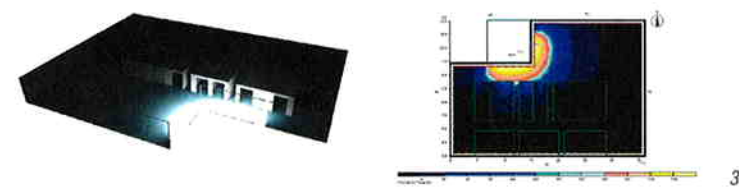
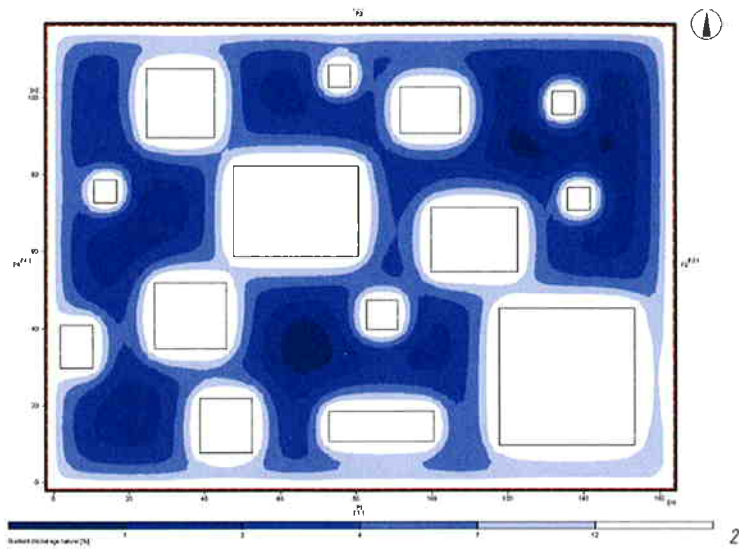
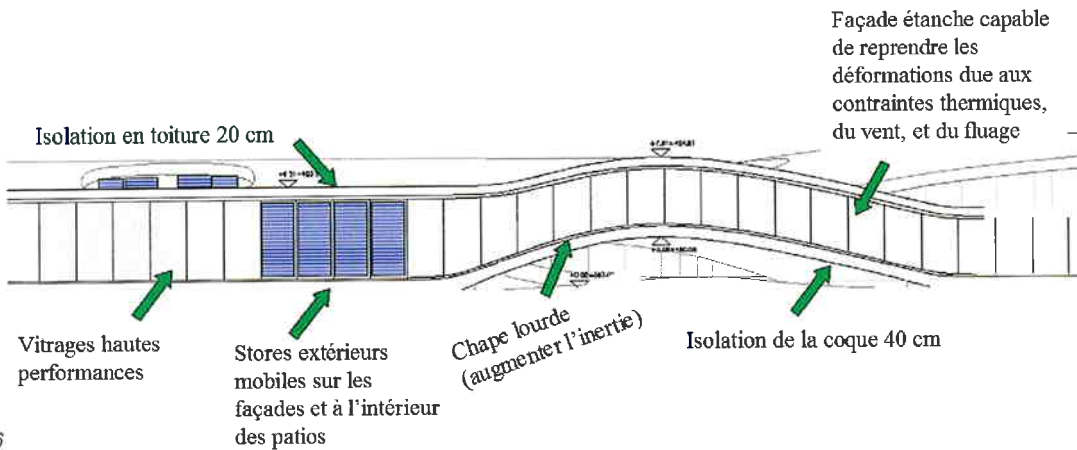


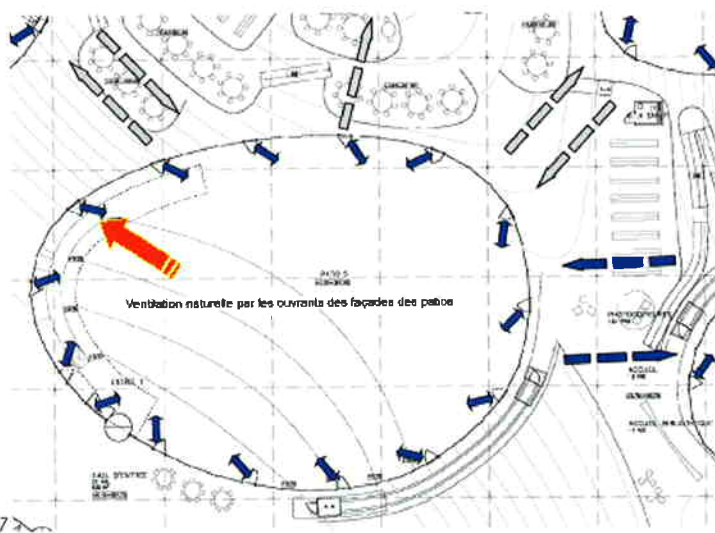
Fig. 6 : Représentation schématique de l'isolation

Fig. 7 : Positionnement des ouvrants sur les façades d'un patio

Fig. 8 : Localisation des zones équipées de plafonds froids



6



7



8

### Ventilation naturelle et plafonds froids

Compte tenu de la bonne expérience enregistrée dans le Bâtiment des communications (BC) avec un système de ventilation naturelle, la direction de l'EPFL a souhaité développer une solution similaire pour le Rolex Learning Center. Pendant l'été, le climat des zones communes est donc essentiellement contrôlé par de la ventilation naturelle. Cette dernière est assurée par des ouvrants disposés autour des patios (fig. 7).

La géométrie particulière du bâtiment a nécessité une approche en deux étapes pour l'étude de sa ventilation naturelle. On a d'abord procédé à une simulation tridimensionnelle des écoulements de l'air de ventilation en régime stationnaire : cela revient à déterminer la répartition spatiale de la température en conditions estivales, pour des charges thermiques externes et internes données.

Cette analyse visait à déterminer, par un processus itératif entre ingénieurs et architectes, le nombre et la répartition des ouvrants, ceci avec le but de limiter les zones d'inconfort du bâtiment. Les charges thermiques extérieures retenues sont celles d'un jour d'été représentatif à 14 heures, alors que les charges internes sont différenciées selon six zones de fonctionnalité. Il aura fallu étudier au total 13 modèles successifs pour définir une répartition des ouvrants de ventilation satisfaisante.

La seconde étape consistait à réaliser une simulation dynamique thermique et aérodynamique des principales zones du bâtiment, avec pour but de prédire les fréquences de dépassement (en nombre d'heures) des températures maximales estivales admissibles. Par opposition à la simulation tridimensionnelle stationnaire, ce genre de simulation tient compte des conditions météorologiques (elle est effectuée heure par heure pendant une année type), de scénarios

Fig. 9: Les divers composants des planchers (Photo Alain Herzog)

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur.)



9

d'occupation (variation temporelle des apports de chaleur des occupants et des équipements) et de l'inertie thermique des divers composants du bâtiment. Elle repose par ailleurs sur une modélisation schématisée des différentes zones du bâtiment.

Les résultats ont montré que la majeure partie du bâtiment peut être traitée à 100 % en ventilation naturelle sans surchauffe excessive. Seuls la partie supérieure de la zone multimédia et le restaurant de ville présentent des fréquences de surchauffe inacceptables, malgré les circulations d'air. Ces deux zones seront équipées de plafonds froids (fig. 8). Une troisième zone a récemment été affectée à des postes

de consultation au coin nord-ouest. Cette zone d'occupation très dense sera également équipée de plafonds froids. Les zones confinées et quelques zones particulièrement chargées en apport de chaleur sont refroidies activement.

En période hivernale, et de façon plus générale lorsque le bâtiment n'est pas refroidi naturellement, la ventilation mécanique assure un renouvellement d'air hygiénique avec récupération de chaleur à haut rendement. Les zones confinées sont aussi équipées d'une ventilation mécanique.

Pierre Jaboyedoff, ing. mécanicien EPF  
Sorane SA (Rationalisation énergétique)  
Route du Bois 37, CH - 1024 Ecublens