HCR GENÈVE

INTÉGRATION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE DU RÉSEAU SIG GENÈVE-LAC-NATIONS
RÉNOVATION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES ET AMÉLIORATIONS ÉNERGÉTIQUES

Genève - GE

Maitre de l'ouvrage
Fondation des Immeubles pour les Organisations Internationales
Rue Varembé 9-11
Case Postale 13
1211 Genève 20

Chef de Projet:
Laurent Mathieu

Bureaux techniques
Chauffage-Ventilation-MCR:
E+B Concept
Christophe Brunner
Route de Bière 9
1143 Apples

Chef de projet:
Stéphane Gaillard

Coordonnées
Rue de Montbrillant 94
1202 Genève

Réalisation 1994 - 1996

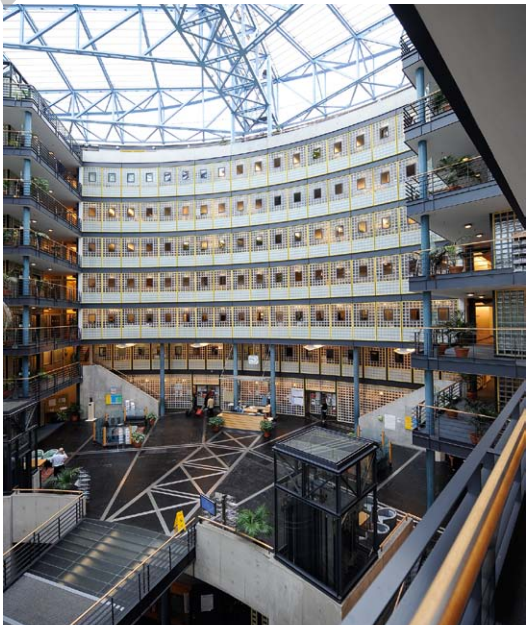
Rénovation technique
2010 - 2013

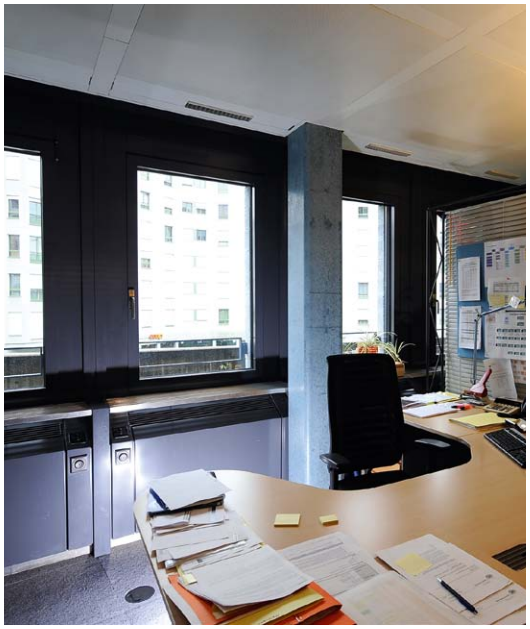
SITUATION AVANT TRAVAUX

Le bâtiment construit au milieu des années 90 abrite le Haut Commissariat des Nations Unies pour les Réfugiés. Situé aux abords de la place des Nations, entre l'avenue de France et l'avenue Montbrillant, il abrite 750 places de travail pour une surface SRE de 20'369 m² dont 12'000 m² de surface nette de bureaux.

Le froid confort était produit par un groupe à vis de 380 kW et 6 bacs à glace. Ces derniers étaient chaque nuit chargés en glace, été comme hiver, la machine de froid venant assurer le complément en cours de journée si nécessaire. Cette machine fonctionnait encore au R22 et avait un COP_{froid} annuel d'env. 2.5.
Le froid technique (essentiellement informatique) était pendant la journée soutiré aux bacs à glace et assuré par un groupe à pistons séparé qui prenait le relais lorsque les bacs à glace étaient en charge ou vides ou encore en cas de panne. Elle fonctionnait au R134A et avait un COP_{froid} annuel d'env. 2.0. Les batteries des monoblocs de ventilation étaient toutes dimensionnées pour des températures d'eau glacée de 6-12°C. Les autres infrastructures (ventilo-convecteurs, armoires de climatisation, inducteurs) étaient dimensionnées pour des températures d'eau glacée de 12-16°C.

La chaleur dégagée par la machine froid confort était récupérée et stockée dans 2 accumulateurs de 29 m³, puis utilisée pour chauffer le bâtiment. 2 chaudières en fonte, équipées 1 x d'un brûleur gaz et 1 x d'un brûleur mazout, assuraient le complément.





©Architectes.CH

Ventilation. La majeure partie du bâtiment est chauffée et refroidie à l'air, via 1'300 inducteurs munis d'env. 400 régulations de température terminales. Les inducteurs sont alimentés en air primaire, en chaud et en froid depuis la centrale technique. Ils sont équipés d'un clapet permettant de dévier l'air primaire afin de diriger l'air secondaire induit à travers la batterie de chauffage ou de froid de l'inducteur selon les besoins du local.

Deux monoblocs, munis de récupérateurs de chaleur, d'une batterie de chaud et d'une batterie à eau glacée, traitent l'air primaire et alimentent les inducteurs. La plupart des installations de ventilation fonctionnaient à débit fixe toute l'année.
Seules 3 installations fonctionnaient déjà en débit variable en fonction des conditions ambiantes du local, à savoir:

- Salles de conférence (convertisseur fréquence).
- Salles informatiques (système TASC).
- Soufflage cuisine (moteur 2 vitesses).

Bilan électrique avant travaux:

- Installations CVCS env. **991 MWh_{el}/a.**
- Equipements du locataire env. **1'839 MWh_{el}/a**.

RÉNOVATION DES INSTALLATIONS

La FIPOI a pris la décision de rénover les installations CVCS principalement pour les 3 raisons suivantes:

- Afin de diminuer l'empreinte environnementale du bâtiment notamment en le raccordant sur le réseau GLN.
- Une partie des installations CVC arrivait en fin de vie, en particulier la régulation MCR STAEFA (dont la maintenance n'était plus assurée), la production de froid, les bacs à glace, le froid commercial, etc …
- La consommation d'énergie électrique des installations CVCS était beaucoup trop importante pour un bâtiment de cette taille.

Production de froid (2011 - 2012). Les travaux sur les installations de froid ont été réalisés en 2 étapes:

Etape GLN (2011):

- Intégration du réseau GLN dans le réseau d'eau glacée par 2 échangeurs de 500 kW nominal chacun (redondance 100%).
- Nouvelles pompes primaires de distribution (1 petite pompe nuit/hiver et 1 grande pompe été) avec convertisseurs de fréquence.
- Suppression de la machine de froid pour l'eau glacée du réseau informatique et technique ainsi que du collecteur de production d'eau glacée.
- Suppression des 6 bacs à glace.

Etape MF (2012):

- Remplacement du groupe froid à vis par 2 petites machines, avec chacune 4 compresseurs scroll, ne fonctionnant qu'en hiver (pseudo mode PAC) ou lors d'une panne ou de l'arrêt de GLN.
- Nouvelle pompes de circulation avec moteurs à aimants permanents et convertisseurs de fréquence :
  - Pour l'eau glacée et la condensation des machines de froid, avec variation du débit en fonction du nombre de compresseurs en service.
  - Pour les divers groupes de consommation d'eau glacée, afin de varier le débit selon la température extérieure.
- Maintien des aéroréfrigérants existants pour le secours.
- Température d'eau glacée variable en fonction des conditions extérieures.

L'économie d'électricité sur les installations de froid (**477 MWh_{el} /a**) se répartit comme suit :

- **60 %, resp. 287 MWh_{el}/a** = Raccordement sur le réseau GLN.
- **15%, resp. 73 MWh_{el}/a** = Assainissement des réseaux de froid.
- **25%, resp. 117 MWh_{el}/a** = Remplacement des pompes de distribution et modulation du débit d'eau glacée.

Avant la rénovation, les pertes de veille des réseaux de distribution de froid (notamment des **bacs à glace**) étaient de **186 MWh_{fr}/a** ce qui représentait 18 % de la production de froid du bâtiment.

©Architecture.ch

Bilan ELECTRICITE avant et après travaux

Consommateurs	Actuel [MWh_{el}/a]	Avant travaux [MWh_{el}/a]	Gain
Froid mécanique	59	431	84 %
Froid GLN	12		
Froid distribution	17	134	87 %
Ventilation	105	351	70 %
Chauffage	2	13	85 %
Sanitaire	2	6	66 %
Froid commercial	20	56	64 %
TOTAL CVCS	**217**	**991**	**78 %**
Eclairage, prises, cuisine, etc …	1'839		---
Total Bâtiment	**2'056**	**2'830**	**27 %**

SRE [m^2]	20'369		---
Indice élec. CVCS [$kWh_{él}$ /m^2 a]	**10.7**	**48.7**	**78 %**
Indice élec. BÂTIMENT [$kWh_{él}$ /m^2 a]	**100.9**	**138.9**	**27 %**

Ventilation (2010 - 2011):
Les travaux sur les ventilations ont été réalisés en deux étapes:

Etape 1 Batteries d'eau glacée (2010):
- Remplacement des batteries de température 6/12°C, par des batteries de température 13/20°C, pour permettre un soutirage efficient sur GLN.

Etape 2 MCR (2010-2011):
- Maintien des monoblocs existants.
- Ajout de convertisseurs de fréquence et de sondes de CO_2 sur pratiquement tous les monoblocs du bâtiment.
- Variation du débit d'air spécifique des bureaux en fonction des demandes de chaud et de froid en 6 paliers, avec limitation des minimas et des maximas en fonction des conditions extérieures.
- Ajout de sondes d'ambiance dans les bureaux afin de réguler les installations CVC selon les besoins du bâtiment et non plus seulement en fonction des conditions extérieures.
- Pilotage des volets d'offre et de demande en fonction du CO_2 moyen mesuré dans les reprises d'air des bureaux.
- Ajout de réchauffage et de refroidissement nocturne des bureaux en fonction des températures ambiantes.
- Ajout de détecteurs de présence dans les 4 salles de conférence.
- Rénovation du système d'analyse des gaz du parking, optimisation du renouvellement d'air selon les besoins effectifs ambiants.

L'étape 1 n'a pas engendré d'économies d'électricité à proprement parler mais était essentielle au raccordement sur GLN. L'étape 2 a permis de diviser par 3 la consommation électrique du transport de l'air, ce qui représente une **économie de 246 MWh_{el}/a** (les 2 monoblocs des bureaux représentant le 50% de cette économie).

Chauffage (2012):
Les travaux suivants ont été réalisés sur la partie chauffage:
- Récupération de chaleur sur les machines de froid en hiver.
- Remplacement des chaudières existantes en fonte, par 1 nouvelle chaudière à condensation à gaz et par 1 chaudière à mazout (gaz = prioritaire, mazout = redondance sécurité quasi 100%).
- Suppression des collecteurs de production et de récupération de chaleur, ainsi que des accumulateurs de 29 m3.
- Nouvelle pompes primaires et secondaires avec moteurs à aimants permanents et convertisseurs de fréquence.
- Maintien de tous les réseaux de distribution de chauffage.
- Modification du réseau de production d'ECS.

La rénovation des installations CVC a permis **d'économiser 8'600 m^3 de gaz et 13'500 litres de mazout par an.**

Le remplacement des pompes de circulation a divisé par 3.5 la consommation d'électricité pour le transport de la chaleur, ce qui représente une **économie d'électricité d'env. 12 MWh/a.**

Sanitaire (2012):
- Suppression des 2 bouilleurs de 2'000 l pour l'ECS Restaurant.
- Suppression des 4 échangeurs à plaques pour la production ECS.
- Réunification et simplification du réseau production et distribution ECS Restaurant et Immeuble.
- Modification du raccordement du réseau de récupération de chaleur sur Froid Commercial.

Froid commercial (2012-2013):
- Remplacement des productions de froid commercial positives et négatives.
- Nouvelle récupération de chaleur sur les productions de froid commercial positives et négatives.
- Remplacement de toute la distribution de froid positive et négative (conduites, évaporateurs, périphériques, etc …).

La rénovation des productions de froid commercial, permet **d'économiser env. 35 MWh_{el}/a d'électricité.**

La récupération de chaleur sur la production de froid commercial permet de couvrir env. 1/3 de la consommation de chaleur nécessaire au chauffage de l'ECS.

©Architectesocin

Emission de GAZ A EFFET DE SERRE avant et après travaux

Vecteurs	Actuel Electricité vitale bleu [To CO_2/a]	Actuel Standard SIA 2031 [To CO_2/a]	Avant travaux [To CO_2/a]	Gain
Froid	1	13.6	87.4	84 %
Ventilation	1.1	16.2	54.3	70 %
Chauffage	89.1	89.4	156	42 %
Sanitaire	< 0.1	0.3	1.0	66 %
Froid commercial	0.2	3.1	8.7	64%
TOTAL CVCS	**91.4**	**122.6**	**307.4**	**60 %**
Eclairage, etc …	19.9	284.5		---
Total Bâtiment	**111**	**407.2**	**592**	---
SRE [m^2]	20'369	20'369		---
Indice émission de gaz [kg CO_2/m^2 a]	**5.5**	**19.9**	**29.1**	**31 %**

Production de froid avant et après travaux

Producteur	Actuel [MWh_{fr}/a]	Avant travaux [MWh_{fr}/a]	Gain
Froid mécanique	235	1'034	77 %
Froid GLN	646	---	---
Total	881	1'034	17 %

COP annuels des producteurs de froid avant et après travaux

Producteur	Actuel [-]	Avant travaux [-]	Gain
Froid mécanique [1]	4.6	2.4	+ 90 %
Froid GLN [1]	53	---	---
Froid bâtiment [2]	12.4	1.8	+ 590 %

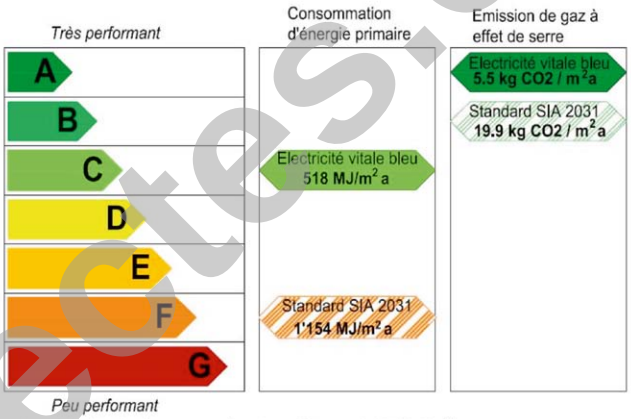
1. COP (sur énergie) des producteurs de froid uniquement.
2. COP (sur énergie) système complet = production + distribution de froid

Indice de Dépense de Chauffage = IDC

Vecteurs	Actuel [MWh_{th}/a]	Avant travaux [MWh_{th}/a]	Gain
Gaz	357	439	19%
Mazout	10	162	78%
Récupération chaleur MF *	236	314	-37%
Récupération chaleur FC **	34	---	---
TOTAL	**637**	**915**	**30 %**
SRE [m^2]	20'369		---
IDC [kWh/m^2 a]	31	45	
IDC [MJ/m^2 a]	**112**	**162**	

** MF= machines froid ** FC= froid commercial*

Etiquette énergétique actuelle selon SIA 2031 :



Besoin de chaleur pour le chauffage : 112 MJ/m^2 a

ENERGIE PRIMAIRE avant et après travaux

Vecteurs	Actuel Electricité vitale bleu [MWh_{pri}/a]	Actuel Standard SIA 2031 [MWh_{pri}/a]	Avant travaux [MWh_{pri}/a]	Gain
Froid	107.4	261.4	1'678.1	84 %
Ventilation	128.1	311.9	1042.5	70 %
Chauffage	425.4	428.9	746.5	43 %
Sanitaire	2.4	5.9	19	66 %
Froid commercial	24.4	59.4	166.3	64%
TOTAL CVCS	**687.7**	**1'067.4**	**3'652.3**	**71 %**
Eclairage, etc …	2'243.6	5'461.8		---
Total Bâtiment	**2'931.3**	**6'529**	**9'114**	---
SRE [m^2]	20'369	20'369		---
Indice EP [kWh_{pri} /m^2 a]	**143.9**	**320.6**	**447.5**	**28 %**
Indice EP [MJ_{pri}/m^2 a]	**518.1**	**1'154.1**	**1'610.9**	

CONCLUSIONS

Les travaux entrepris ont permis une réduction drastique de l'empreinte environnementale des installations CVCS (-78 % électrique, -60% gaz à effet de serre et -71% énergie primaire), ce qui était le but recherché en parallèle de la rénovation des équipements en fin de vie.
Le bâtiment est maintenant proche des exigences minergie transformation. Globalement, en conditions standard SIA 2031, le bâtiment reste par contre peu efficient du point de vue énergie primaire (après travaux **1'154 MJ/m^2** pour une valeur standard actuelle de **450 MJ/m^2 = 256%**), ceci dû à la consommation d'électricité des équipements des locataires (lumière, prises, informatique, cuisine, etc …). Une éventuelle prochaine étape d'amélioration énergétique devra donc impérativement être abordée sous l'angle de la consommation d'énergie électrique des équipements du locataire.

L'IDC de ce bâtiment est bon (**112 MJ/m^2 a**), en partie grâce aux importantes charges internes et au facteur de forme du bâtiment. D'un point de vue bilan CO_2, en conditions standard SIA 2031, le bâtiment arrive après assainissement dans les normes en vigueur actuelles (après travaux **19.9 kg CO_2/m^2** a pour une valeur standard de **22.5 kg CO_2/m^2 a = 88 %**).

entreprises adjudicataires et fournisseurs

liste non exhaustive

Réseau primaire GLN
SIG Services Industriels de Genève
1219 Le Lignon

CGC Energie SA
1226 Thônex

Chauffage et froid
MINERG APPELSA Service SA
1228 Plan-les-Ouates

Electricité
AMAUDRUZ SA
1219 Le Lignon

Automatismes et tableaux électriques
MINERG APPELSA Service SA
1228 Plan-les-Ouates

Isolations thermiques
ISOLTESA SA
1242 Satigny

ENERGISOL SA
1219 Le Lignon

Froid commercial
DEMIERRE & SEREX SA
1004 Lausanne

Peinture
Arno LUCCHINI
1203 Genève

Sanitaire
MELLY installations sanitaires
1214 Vernier

Maçonnerie
MEIER BACCHETTA SA
1212 Grand Lancy

Fournisseurs

Echangeurs
WT Wärmeaustausch-Technologien AG
1734 Tentlingen

Machines de froid
TRANE SA
1196 Gland

Ventilation
SEVENAIR SA
1052 Le Mont s/ Lausanne

Architecture & Construction CRP Sàrl 1020 Renens - © P. Guillemin mai 2013
PCL Renens 2642 / BA - Imprimé sur papier certifié FSC Sources mixtes - Photos: Rainer Solhbank

©Architectes.ch