



# MAISON INTERNATIONALE DE L'ENVIRONNEMENT 1

RÉNOVATION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES ET AMÉLIORATIONS ÉNERGÉTIQUES

VERNIER - GE

## Maître de l'ouvrage

Fondation  
des Immeubles pour les  
Organisations Internationales  
Rue de Varembe  
Case postale 13  
1211 Genève 20

Chef de projet:  
Laurent Mathieu

## Ingénieurs civils

DBI  
Bernard Duclos  
Quai Charles-Page 11  
Case postale 212  
1211 Genève 4

## Bureaux techniques

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

Electricité:  
MAB-Ingénierie SA  
Rue Henri-Mussard 7  
1208 Genève

## Thermographie

Solem SA  
Av. du Cardinal-Mermillod 46  
1227 Carouge



## HISTORIQUE / SITUATION

**Enveloppe performante dès l'origine.** Implanté sur la commune de Vernier, le bâtiment à vocation administrative a été construit à la fin des années 80. Le corps d'immeuble est en réalité constitué de 4 unités - correspondant respectivement aux 4 entrées du Chemin des Anémones 9 à 15.

Il était même prévu de pouvoir cas échéant pousser la subdivision jusqu'à deux locataires différents par étage et par bâtiment.

En 1994 le bâtiment a été racheté par la FIPDI et est depuis lors exploité comme une seule unité, avec interconnexion à tous les étages et plusieurs locataires rattachés à l'ONU.

La façade métallique est du type Geilinger HIT avec des fenêtres ayant une valeur Uverre = 0.6 W/m<sup>2</sup>K et Ucadre = 1.0 W/m<sup>2</sup>K. Ces performances restent aujourd'hui encore exceptionnelles, d'autant plus qu'elles sont obtenues sans remplissage de gaz rare, mais grâce à 2 films intercalaires. Grâce à la très grande qualité de la façade, la consommation d'énergie thermique utile annuelle est inférieure à 300 MWh/a, soit moins de 2 litres de mazout par m<sup>2</sup>/a.



## Coordonnées

Chemin des Anémones 9-15  
1219 Châtelaine

Réalisation 1987 - 1989

## Rénovation

technique 2007 - 2009

**Consommation électrique très élevée des installations de chauffage - ventilation - climatisation (CVC).** Le bâtiment a la particularité d'être chauffé à l'air. A l'origine le bâtiment ne possédait aucun radiateur. Chaque bureau avait une régulation de température terminale, avec la possibilité de recycler localement une partie de l'air fourni avec une boîte Barcolair fonctionnant par effet venturi et équipée d'un corps de post-chauffage électrique. Le bâtiment était équipé de plus de 500 de ces boîtes de régulation terminales, d'autant de sondes d'ambiance et de 1'000 contacts de fenêtres.

Les corps de chauffe terminaux ont rapidement au cours des ans été désactivés, vu la consommation électrique que cela induisait, pour ne rester en service que dans les zones les plus sensibles, à savoir les rez et attiques, ainsi que la façade nord.

La consommation électrique des installations CVC a été mesurée avant travaux, de manière à connaître précisément le point de départ (voir tableau page 4)

La consommation d'énergie électrique avant travaux peut être considérée comme très élevée pour un bâtiment de cette taille : ~10'000 m<sup>2</sup> de surface nette de bureaux et surface totale de l'ordre de 15'000 m<sup>2</sup>.

**Installations techniques obsolètes.** En plus de leur consommation électrique très importante, les installations CVC étaient également obsolètes, en particulier la production de froid avec 6 machines décentralisées & bacs à glace et la régulation (MCR) qui avait été faite avec un des premiers systèmes numériques disponibles à l'époque, le Visonik 4000 de chez Landis & Gyr.

**Concours d'idées.** La FIPOI a lancé un concours d'idées d'assainissement en 2005. Il s'est rapidement avéré que pour satisfaire complètement aux exigences du concours, il aurait fallu remplacer le chauffage - refroidissement à air par un système à panneaux rayonnants dont le coût de mise en œuvre était 3 à 4 fois plus élevé que la remise à niveau du système à air, ce sans compter les inconvénients pour les locataires, le bâtiment devant rester en exploitation pendant toute la durée des travaux. Pour des questions budgétaires, il a été décidé de conserver le système existant, mais de "ruser" au mieux avec les débits d'air, sachant que la puissance absorbée d'un ventilateur varie en première approche avec le cube du débit d'air transporté.

## ASSAINISSEMENT

Vu l'assainissement indispensable pour cause d'obsolescence, il fallait profiter de remettre à niveau les équipements tout en y couplant une très grande réduction de la consommation électrique. Les lignes directrices suivantes ont permis d'atteindre ces objectifs :

### Ventilation des bureaux:

- Maintien et simplification (diminution des pertes de charges) des 4 monoblocs Hemair existants
  - Réduction des débits d'air maximum en circulation.
- Les modélisations dynamiques effectuées avec IDA-ICE ont permis de mettre en évidence que les débits d'air de l'époque avaient grosso-modo "30% de réserve".
- Mesurage et équilibrage aérologique des 3'000 bouches de soufflage du bâtiment, avec désactivation des régulations terminales (les clapets à effet venturi sont aujourd'hui utilisés comme clapets d'équilibrages manuels terminaux).
  - Désactivation du système de régulation de pression de gaine.
  - Débit spécifique (= en m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>) identique pour tous les bureaux.





- Variation du débit d'air spécifique en fonction de la demande de chaud ou de froid, en 6 paliers, avec limitation des minimas et maximas en fonction de la température extérieure.
- Pilotage des volets d'offre et de demande en fonction du CO2 moyen mesuré dans la reprise à l'entrée du monobloc.
- Pilotage des températures de consignes ambiantes en fonction de la température extérieure et du vent (bise ou vent d'ouest suivant bâtiment).
- Déraccordement de tous les post-chauffeurs terminaux électriques, au profit d'un réchauffage nocturne à la demande - groupe d'étage par groupe d'étage.

#### Production de froid:

- Suppression des 6 machines de froid décentralisées au profit d'une production de froid avec des machines à très haute performances York et Trane, avec maximisation du coefficient de performance annuel (ESEER).
- Suppression des 8 bacs à glace Calmac au profit d'une production en flux tendu.
- Tour de refroidissement hybride à eau perdue Seven-air permettant un free-cooling jusqu'à +15°C extérieur - soit 5'500 heures par an pour le refroidissement de l'informatique. L'air est brassé par 2 ventilateurs axiaux de  $\varnothing$  1.8 m, chacun pouvant véhiculer 80'000 m<sup>3</sup>/h, le tout à débit variable par convertisseurs de fréquence.
- Pompes in-line Grundfos avec moteurs à aimants permanents et convertisseurs de fréquence permettant une légère variation des débits d'eau en fonction de la saison, pour diminuer la consommation électrique.
- Abaissement de la température de condensation hors des périodes les plus chaudes en vue de maximiser la performance des machines de froid.
- Température d'eau glacée variable en fonction de la température extérieure.

#### Solde des installations (ventilations WC, containers, chauffage):

- Réfection de la régulation et affinement des horaires de marche avec mode intermittent en dehors des heures usuelles de bureau.
- Nouveaux rideaux d'air avec moteurs à courant continu (EC) permettant ainsi de réduire quasi de moitié la consommation électrique pour le transport de l'air.
- Pompes primaires de chauffage Grundfos avec moteurs à aimants permanents et convertisseurs de fréquence.



## RESULTATS

**Consommations d'énergie après travaux:** Le grand tableau récapitulatif des consommations actuelles montre:

- La variation du COP mensuel système complet de l'installation de production de froid par le recours au free-cooling pour la période non estivale (calculé sur l'énergie, y.c. tous les auxiliaires électriques).
- La variation de la consommation électrique des ventilations des bureaux en fonction de la saison qui démontre la bonne adéquation de l'offre à la demande.



## Bilan total électricité CVC avant et après travaux

	Actuel	Avant travaux	Gain
	[kWh <sub>el</sub> /a]	[kWh <sub>el</sub> /a]	[-]
Froid	83'469	327'000	3.92
Ventilation bureaux	72'518	490'900	6.77
Soldes installations	17'986	56'200	3.12
Corps chauffe bureaux	0	22'000	
Corps chauffe rideaux d'air	0	9'000	
<b>Total</b>	<b>173'973</b>	<b>905'100</b>	<b>5.20</b>

**Réduction des consommations d'énergie:** Les 3 petits tableaux situés en fin de plaquette montrent les gains obtenus tant sur le vecteur électrique que pour l'eau de la tour ou encore pour le chauffage.

### Minergie:

Grâce aux améliorations obtenues sur le vecteur électrique, il a été encore finalement possible de déposer une demande de label Minergie transformation qui a été couronnée par l'obtention du label GE-298 le 17 mars 2009. La surface de référence énergétique est de SRE0 = 15'792 m<sup>2</sup>, SREcorr = 16'560 m<sup>2</sup>.

**Coût des travaux.** Les interventions, pour un investissement total de 3'800'000.- comprennent également la réhabilitation des réductions zénithales et la rénovation du système MCR/GTC du bâtiment, avec mise en place de tout un concept de bilans automatiques qui permettent de maintenir dans la durée les performances énergétiques visées.

## Bilan eau tour de refroidissement avant et après travaux

	Actuel	Avant travaux	Gain
	[m <sup>3</sup> /a]	[m <sup>3</sup> /a]	[-]
Eau tour	<b>320</b>	<b>900</b>	<b>2.81</b>

## Bilan chauffage avant et après travaux

	Actuel	Avant travaux
	[MWh <sub>cutile</sub> /a]	[MWh <sub>cutile</sub> /a]
Chauffage énergie utile	<b>246</b>	<b>281</b> = moyenne 2001 à 2005

## Bilan consommations installations CVC après assainissement

Toutes valeurs mesurées, sauf énergie électrique soldes installations où seuls octobre à décembre 2009 sont mesurés (installations transformées en automne 2009)

	Energie froid	Energie électrique pour le froid	COP production froid sur énergie	Eau adoucie tour de refroidissement	Energie électrique transport air bureaux	Energie électrique solde installations *	Total consommation électrique installations CVC	Consommation chaleur bâtiment
	[kWh <sub>f</sub> /a]	[kWh <sub>el</sub> /a]	[-]	[m <sup>3</sup> /a]	[kWh <sub>el</sub> /a]	[kWh <sub>el</sub> /a]	[kWh <sub>el</sub> /a]	[kWh <sub>cutile</sub> /a]
2009 Janvier	14'842	968	15.33	0	5'959	1'500	8'427	70'317
2009 Février	14'064	896	15.70	0	4'031	1'500	6'427	48'795
2009 Mars	15'154	1'162	13.04	1	3'376	1'500	6'038	31'930
2009 Avril	16'922	2'885	5.87	7	4'849	1'500	9'234	13'615
2009 Mai	43'452	9'561	4.54	32	8'594	1'500	19'655	10'042
2009 Juin	65'051	13'858	4.69	55	9'252	1'500	24'610	6'172
2009 Juillet	87'601	18'607	4.71	90	10'174	1'500	30'281	0
2009 Août	92'086	19'507	4.72	101	10'655	1'500	31'662	0
2009 Septembre	46'950	10'253	4.58	23	5'613	1'500	17'366	66
2009 Octobre	21'710	3'551	6.11	9	3'692	1'605	8'848	7'608
2009 Novembre	13'900	1'212	11.47	1	2'653	1'375	5'240	16'136
2009 Décembre	14'747	1'009	14.62	1	3'670	1'506	6'185	41'534
<b>Total</b>	<b>446'479</b>	<b>83'469</b>	<b>5.35</b>	<b>320</b>	<b>72'518</b>	<b>17'986</b>	<b>173'973</b>	<b>246'215</b>

\* = ventilations dépôts, WC, containers, rideaux d'air, pompes chauffage.

## entreprises adjudicataires et fournisseurs

liste non exhaustive

Maçonnerie	MEIER BACCHETTA SA 1212 Grand-Lancy	Ventilation - Climatisation	MINERG-APPELSA Services SA 1228 Plan-les-Ouates
Maçonnerie	CAVECCHIA SA 1207 Genève	Tour de refroidissement	SEVEN-AIR 6003 Luzern
Isolations	ISOLTESA SA 1242 Satigny	Sanitaire	MILESI SA 1242 Satigny
Isolations	BIOLEY Isolations SA 1008 Prilly	Serrureries	METAL SYSTEM Sàrl 1227 Carouge
Modules de commande des stores	SOMFY AG 8303 Bassersdorf	Peintures	Arno LUCCHINI 1203 Genève
Electricité	SEDELEC SA 1227 Carouge	Peintures	Paul PIRETTI SA 1205 Genève
Electricité	AMAUDRUZ SA 1219 Le Lignon	Peintures	PERSA SA 1024 Ecublens
Automatismes et tableaux électriques	MINERG APPELSA Services SA 1228 Plan-les-Ouates	Menuiseries	WIDER Genève SA 1203 Genève
Chauffage	BALESTRA GALIOTTO SA 1227 Carouge	Plafonds métalliques	JURR & CUENAT SA 1214 Vernier
Machines de froid	JOHNSON CONTROLS Systems & Service Sàrl 1023 Crissier	Désamiantage	AMCONSER SA 1242 Satigny
Machines de froid	TRANE (Suisse) Sàrl 1196 Gland		

