



DEPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION
Office du patrimoine et des sites - Service des monuments et des sites

DEPARTEMENT DU TERRITOIRE – Service de l'Energie ScanE

COMMUNE DE MEYRIN - Service d'urbanisme, travaux publics et énergie

LA CITÉ MEYRIN A GENEVE

Étude d'amélioration thermique des enveloppes

Annexe au plan de site n° 29484-526



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

EPFL - ENAC - IA - TSAM

Laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne

sorane sa

RATIONALISATION ÉNERGETIQUE

Septembre 2010

Étude sur mandat de :

Office du patrimoine et des sites - Service des monuments et des sites

DCTI - Etat de Genève

Service de l'Energie, ScanE, DT – Etat de Genève

Service d'urbanisme, travaux publics et énergie - Commune de Meyrin

EPFL-ENAC-IA-TSAM

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Faculté de l'Environnement Naturel Architectural et Construit

Institut d'Architecture

Laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne

Franz Graf architecte et professeur EPFL, directeur de recherche

Mélanie Delaune Perrin, historienne de l'art, collaboratrice

Giulia Marino architecte, collaboratrice

Bâtiment BP 4127

Station 16

CH-1015 Lausanne

Tél. 021.693.32.44

franz.graf@epfl.ch

www.tsam.epfl.ch

SORANE SA

Dominique Chuard, architecte, project manager

Mathias Blanc, ingénieur génie climatique, collaborateur

Rte du Bois 37

cp 248 1024

Ecublens

tél.+41 21 694 48 00 (11)

fax. +41 21 646 86 76

mail@sorane.ch

www.sorane.ch

**La Cité Meyrin à Genève (Georges Addor, Louis Payot,
Jacques Bolliger architectes, Meyrin, 1960-1964) :
étude d'amélioration thermique des enveloppes**

SOMMAIRE

A_INTRODUCTION

1.1	Cadre et objectifs de l'étude.....	5
1.2	Modalités de l'étude : élaboration du cahier des charges.....	6

B_PREMIERE PARTIE

Analyse de l'enveloppe.....		9
B.2	Historique succinct et description de l'ensemble.....	10
2.1	La cité satellite	
2.2	L'opération <i>Meyrin Parc</i>	
2.3	L'opération <i>Le Ciel Bleu</i>	
B.3	Documentation et analyse.....	18
3.1	La structure porteuse	
3.2	Le rez-de-chaussée	
3.3	Les enveloppes	
	3.3.I Rez-de-chaussée	
	3.3.II Façade jour	
	3.3.III Façade nuit	
	3.3.IV Murs-pignon	
	3.3.V Toiture et superstructure	
B.4	Repérage systématique des transformations.....	28
4.1	Une unité architecturale compromise	
4.2	Tableau récapitulatif	

B.5	Choix de l'immeuble type pour calcul thermique.....	40
B.6	Diagnostic thermique.....	41
6.1	Bilan thermique des consommations	
6.2	Analyse de la production de la chaleur	
C	DEUXIEME PARTIE	
	Recommandations.....	43
C.7	Les enveloppes.....	44
7.1	Rez-de-chaussée	
	7.1.I Enveloppes vitrées	
	7.1.II Sous-face et pilotis	
7.2	Façade jour	
	7.2.I Enveloppes vitrées	
	7.2.II Balcons	
	7.2.III Protections solaires et garde-corps	
7.3	Façade nuit	
	7.3.I Parties opaques	
	7.3.II Parties vision	
7.4	Murs-pignon	
7.5	Toiture et superstructure	
7.6	Intégration de panneaux solaires thermiques	
C.8	La structure porteuse.....	53
C.9	La couleur.....	55
C.10	Addendum : les espaces extérieurs.....	56
D	CONCLUSIONS.....	57
	Bibliographie.....	58
	Sources.....	60
	Annexes.....	61

A_INTRODUCTION

Les opérations de *Meyrin Parc* et de *Le Ciel Bleu* forment un ensemble à l'est de la cité satellite de Meyrin. Réalisées sur les mêmes principes architecturaux et typologiques, les treize bâtiments de logements sont disposés en une succession de barres parallèles décalées et regroupées par paire pour *Meyrin Parc* et sous la forme d'un îlot ouvert pour *Le Ciel Bleu*. Bordés par de vastes espaces de verdure, les bâtiments ont été projetés en fonction de la densité admise et de la topographie du terrain déterminant leur gabarit et leur implantation.

Cet ensemble demeure l'exemple le plus abouti des opérations réalisées dans la cité satellite de Meyrin, pour ses qualités tant urbanistiques qu'architecturales qui lui confèrent une valeur exceptionnelle dans la réalisation de grands ensembles des années 1950 et 1960. Ces bâtiments font d'ailleurs l'objet du plan de site n° 29484-526 visant à la « reconnaissance de l'ensemble de ses qualités » et conçu dans le but de « préserver l'unité architecturale des bâtiments ».

La Cité Meyrin a subi, dans les dernières quinze années, des nombreuses interventions. En l'absence de directives générales, les opérations de rénovation et assainissement énergétique comportent les interventions les plus disparates, allant de l'ajout de stores extérieurs rapportés, au remplacement intégral des enveloppes par une nouvelle façade rappelant les matériaux et la modénature d'origine.

Afin de déterminer un encadrement réglementaire clairement défini, un groupe de travail a été créé en juin 2010 réunissant les services des monuments et des sites et de l'énergie du canton de Genève, ainsi que le service d'urbanisme, travaux publics et énergie de la commune de Meyrin.

Dans ce cadre, le laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne (dorénavant TSAM) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne intervient dans le rôle d'expert afin d'établir des lignes guide cohérentes pour les futures interventions, applicables à l'ensemble des bâtiments qui composent la cité et visant à la sauvegarde de son unité architecturale.

1.1 CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

A l'occasion de la recherche « L'œuvre de l'architecte Georges Addor à Genève: inventaire, évaluation qualitative, recommandations »¹, pour laquelle le laboratoire TSAM a été mandaté par le service des monuments et des sites en janvier 2009, des recommandations générales ont été formulées. Elles font ici l'objet, d'une définition plus approfondie, afin d'établir un cahier des charges auquel l'office du patrimoine et des sites peut se référer lorsqu'il est confronté à des propositions d'interventions, lors des projets de transformation et/ou de rénovation des enveloppes.

Cela concerne :

- Façade jour (balcons et enveloppes vitrées)
- Façade nuit (mur-rideau, parties vision et contre-cœurs)
- Murs-pignon
- Enveloppes vitrées au rez-de-chaussée
- Sous-faces
- Toitures

Le cahier des charges, annexé au plan de site, est étudié en conformité au règlement de ce dernier, imposant le maintien des matériaux, des teintes et des modulations des façades d'origine.

Également, comme établi dans le plan, les notions d'assainissement thermique et d'économie d'énergie, ainsi que les possibilités de recours à des sources d'énergies renouvelables seront intégrées au cahier des charges, selon le cadre normatif élaboré par le groupe de travail. Pour cela, le TSAM est secondé par le bureau SORANE SA à Ecublens, partenaire de l'étude pour les questions thermiques.

1.2 MODALITES DE L'ETUDE : ELABORATION DU CAHIER DES CHARGES

Se présentant sous forme de 'recommandations renforcées', le cahier des charges vise à l'identification des éléments de substance et/ou relatifs aux qualités propres de l'objet, à préserver impérativement. Les principes de sauvegarde énoncés dans la fiche de recensement de l'œuvre de Georges Addor sont affinés. Accompagnée d'une documentation graphique de support (documentation d'archives, photos, etc.), les recommandations touchent aux aspects matériels et visuels des enveloppes (épaisseurs des profilés, type des joints, aspect des remplissages, leur brillance, teinte, etc.), avec des prescriptions générales auxquelles toute nouvelle intervention devra se conformer.

Le cahier des charges formulé par le TSAM se concentre sur le volet architectural des interventions possibles. Il se présente sous forme de recommandations. Elles ont été validées ensuite par un bilan énergétique global permettant d'appréhender leur comportement thermique, conduit par le bureau Sorane. Pour obtenir ces données, dans la phase d'élaboration de l'étude, des hypothèses d'intervention ont été définies. Ces principes d'intervention, détaillés en plusieurs solutions techniques, respectant le cahier des charges sont présentés à titre d'exemple², ne se substituant en aucun cas aux projets de rénovation futurs, étudiés en détail et confiés à des mandataires professionnellement qualifiés dans le respect des recommandations présentées dans l'étude. Les solutions techniques évoquées ne pourront en effet, en aucun cas, être utilisées pour l'établissement de projets directement et n'engageront pas la responsabilité des mandants ni mandataires du cahier des charges en cas d'utilisation abusive.

L'étude du TSAM sur les façades de la Cité du Lignon³, conçue par les mêmes architectes selon des principes constructifs similaires – notamment au niveau du mur-rideau – constitue un appui solide dans l'analyse détaillée des enveloppes permettant de déterminer les manières de répondre aux problèmes posés. Toutefois, au vu des délais très courts souhaités par le mandant, l'expertise du TSAM n'intègre pas le travail de relevé et diagnostic de la substance matérielle des immeubles, indispensable pour l'étude exhaustive que la Cité Meyrin aurait mérité. Dans cette logique, le TSAM ne sera pas tenu responsable des conséquences que le manque du diagnostic pourrait engendrer, notamment au niveau des dégradations touchant à la performance mécanique des enveloppes, ou à la présence de matières toxiques potentiellement dangereuses dans les composants.

1. Cf. EPFL-ENAC-IA-TSAM, « L'œuvre de Georges Addor - Inventaire, évaluation qualitative, recommandations », mandat du service des monuments et des sites, 2009, Franz Graf responsable, Mélanie Delaune Perrin, Giulia Marino collaboratrices.

2. En ce qui concerne les recommandations sur les façades nuit et jour, deux types d'interventions courantes ont été étudiées : la rénovation des enveloppes d'origine (dite solution A) et leur remplacement par une façade neuve (dite solution B).

3. EPFL-ENAC-IA-TSAM, « La Cité du Lignon à Genève – étude d'amélioration énergétique des enveloppes », juin 2008-juin 2010, mandat du service des monuments et des sites, 2009, Franz Graf responsable, Giulia Marino collaboratrice.

B_PREMIERE PARTIE

Analyse de l'enveloppe

B.2 HISTORIQUE SUCCINT ET DESCRIPTION DE L'ENSEMBLE

2.1 La Cité satellite

La création de la cité satellite de 12'000 habitants s'inscrit dans le cadre d'une nouvelle politique de construction développée suite à l'adoption en juin 1957 de la loi cantonale sur le développement de l'agglomération urbaine, permettant la réalisation de grands ensembles en périphérie urbaine.

Dès 1958, les premières parcelles sont vendues. Quatre groupes d'architectes vont réaliser la majeure partie de la cité : le bureau Addor & Julliard, les frères Gaillard, Edouard Conti et R. Jaton de Lausanne.

Parmi les opérations qui composent la Cité satellite de Meyrin, le bureau Addor et Julliard, associé à cette occasion à Louis Payot architecte, est chargé du projet et de la réalisation des ensembles de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu*.

2.2 L'opération *Meyrin Parc*

En collaboration avec André Marais, chef du service d'urbanisme de l'Etat, Georges Addor et son proche collaborateur Jacques Bolliger ainsi que Louis Payot élaborèrent un nouveau plan d'aménagement de la zone de 15 hectares, situé à l'est de l'aire d'expansion. Le plan suit une composition très rigoureuse, concentrant les immeubles de logements en bordure de parcelle, ce qui avait également l'avantage de redéfinir la centralité de la cité. En appliquant les principes de l'urbanisation moderne, de larges espaces de verdure sont aménagés entre les bâtiments qui sont regroupés de manière à créer des conditions favorables de logement. Orientés nord-ouest et sud-est, les huit bâtiments de *Meyrin Parc* – la première des deux opérations réalisée - forment des paires rigoureusement identiques au gabarit unique de 30 mètres (9 étages sur rez). Disposés en épis à intervalle régulier, de manière à annuler tout vis-à-vis, les immeubles jouissent d'une vue remarquable sur le Jura et les Alpes. Au sud de la parcelle, un neuvième bâtiment de 4 étages, orienté perpendiculairement, rompt cette composition, marquant l'une des extrémités de l'ensemble de *Meyrin Parc*. Chaque paire de bâtiments est raccordée à l'avenue de Mategnin par une voie de desserte qui mène à la rampe hélicoïdale du garage souterrain. Les rez-de-chaussées, traités librement sur pilotis, offrent des espaces d'accès traversants entièrement vitrés dans le prolongement des espaces de verdure. A l'ouest des bâtiments de logements, un vaste centre commercial également réalisé par Georges Addor, s'inscrit au milieu de la zone d'utilité publique comme un élément déterminant de l'aménagement de la cité.

2.3 L'opération *Le Ciel Bleu*

Parallèlement au chantier de *Meyrin Parc*, une nouvelle requête est déposée en 1961 pour la réalisation de cinq bâtiments de logements au nom de la Société Immobilière « Le Ciel Bleu ». Elaborés dans une optique d'ensemble, les plans délivrés lors de la requête en autorisation ont d'ailleurs été désignés sous l'appellation de « Meyrin Parc – 2e étape » projetant des bâtiments identiques à ceux de la première étape tout en affichant des gabarits de différentes hauteurs suivant le projet d'aménagement adopté en 1960. Au-delà de la Combe des Vernes où s'étendait *Meyrin Parc*, la parcelle de Sainte-Cécile donnait lieu à des variations topographiques qui impliquait une disposition différente des bâtiments.



Cité satellite de Meyrin, maquette, s.d.; Archives De Planta et Portier architectes, Genève (ADPP)



Vue aérienne de la cité satellite de Meyrin, années 1980 (Centre d'iconographie genevoise (BGE), Fonds Jaeger, no inv. IG 1998-138/GE 4168)

En décalant simplement la barre au gabarit le plus élevé (30 mètres) le long de l'avenue Sainte-Cécile par rapport au plan d'aménagement prévu, les architectes parvinrent à organiser les bâtiments en deux îlots ouverts sur un espace de jardin dans lequel des cheminements convergent sur un espace de jeux. Etagés en fonction du terrain, les immeubles comprennent un nombre de niveaux variés : 4 étages sur rez pour celui situé le long de l'avenue de Vaudagne qui ferme à la fois la composition et marque la limite nord des parcelles construites par le Bureau Addor & Julliard et Louis Payot, tout comme l'unique immeuble bas de *Meyrin Parc* qui remplit la même fonction à l'extrémité sud de l'ensemble ; 9 et 6 étages sur rez pour les deux barres qui complètent l'îlot ; 7 étages sur rez pour le bâtiment donnant sur la rue des Boudines, partiellement réalisé.

Elaborés simultanément, l'organisation des secteurs comprenant les opérations de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu* procéda d'une recherche d'unité de composition évidente.

Réalisé dans la lignée des premiers grands ensembles européens projetés à partir du milieu des années 1950, le plan masse de la cité reprit les caractéristiques qui avaient prévalu à ces réalisations. L'implantation des bâtiments, la place occupée par les espaces de verdure, la séparation des activités en zones définies et la création de voies principales de circulation périphérique dotant les bâtiments de voies de dessertes secondaires en furent les principales caractéristiques.



Vues générales, s.d., photos G. Klemm (ADDP)



Vues générales, s.d. ; (ADDP)



Photos Claudio Merlini, janvier 2010

B3. DOCUMENTATION ET ANALYSE

3.1 La structure porteuse

Le principe constructif est identique pour l'ensemble des immeubles de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu*. Il est basé sur un double système structurel : en sous-sol, les structures sont réalisées selon le procédé de préfabrication dit ESTIOT⁵ (hormis les abris, coulés sur place) ; aux étages, les architectes utilisent en revanche une solution bien plus traditionnelle, une structure mixte en béton armé et murs porteurs en briques. Enfin, au rez-de-chaussée, l'ossature ponctuelle en béton apparent exprime une claire référence aux galeries sur pilotis de l'architecture corbuséenne.

Systématiquement mis en avant par les architectes, le recours au procédé ESTIOT, dont le brevet avait été récemment acquis par l'entreprise lausannoise Zwahlen & Mayr, est présenté comme l'un des atouts de Meyrin Parc, chantier exceptionnel dans lequel économie et rapidité de montage sont des véritables priorités, comme le dit ouvertement Jacques Bolliger⁶. Utilisé pour les deux étages en sous-sol destinés aux garages et aux caves, le procédé consiste à assembler des éléments préfabriqués par l'entremise de profils laminés incorporés et dont les abouts sont soudés sur un potelet métallique disposé dans les joints verticaux⁷. Au montage très rapide des étages au sous-sol, fait suite la réalisation de la structure au rez-de-chaussée, composée de poteaux lamellaires et cages d'escaliers en béton armé, coulés sur place. Aux étages, la structure porteuse, souvent décrite comme une structure lamellaire en dalles pleines et murs de refend en béton armé, est en fait réalisée selon un principe de radicale économie : les dalles pleines sont en effet portées par des murs en briques – bien plus économiques –, l'ensemble étant contreventé par les cages d'escaliers et ascenseurs en béton armé. Les lames verticales qui délimitent les loggias, sortant en façade, sont par contre coulées sur place, en continuité avec les murs en briques : l'image qui en résulte est celle d'un bâtiment en béton armé, avec une structure alvéolaire clairement exprimée au niveau des enveloppes, un astucieux trompe-l'œil qui contribue à véhiculer une image symbolique d'architecture moderne et rationnelle. Le gros œuvre est réalisé par l'entreprise Meyrin-Parc (EMP), un consortium des entreprises Ed. Cuénod SA, Vaucher & Rey et J. E. Perret & Cie.

3.2 Le rez-de-chaussée

Chaque immeuble dispose d'un double hall d'entrée, entièrement vitré et traversant dont les sols sont recouverts de travertin, comprenant deux cages d'escalier distribuant deux appartements par étage. La galerie créée par les lames en béton armé de la structure porteuse, des véritables pilotis corbuséens, caractérise les entrées des immeubles. Traversants, les hall d'entrée vitrés, ne nuisent nullement à la lecture de la continuité du sol, dont le traitement végétal est clairement lisible.

La structure porteuse au rez-de-chaussée et toutes les sous-faces (rez-de-chaussée et dalles des loggias) sont en béton armé apparent, revêtues d'une légère lasure qui permet la lecture des coffrages. Le traitement brut de la structure crée, avec les sols en travertin et les enveloppes transparentes, un contraste admirablement contrôlé par les architectes.

3.3 Les enveloppes

Si pour la réalisation de la structure porteuse il est difficile de parler d'un procédé industrialisé – hormis, comme nous l'avons vu, pour les garages –, en ce qui concerne les enveloppes, le recours à un système d'éléments préfabriqués est par contre systématique. La régularité de la trame structurelle est en effet conçue de manière à pouvoir accueillir des éléments préfabriqués rigoureusement répétitifs, des panneaux modulaires côté nuit, et des grandes baies vitrées du côté jour. À cette époque, l'utilisation des façades légères représente un choix inhabituel pour un programme d'habitation; déployé à une telle échelle, cela vaut aux 18'000 m² des enveloppes de Meyrin Parc une mention enthousiaste dans la presse spécialisée, qui souligne clairement le caractère pionnier de cette importante réalisation en Suisse et à l'étranger⁸.

3.3.I Le rez-de-chaussée

Il faut remarquer les détails des baies transparentes au rez-de-chaussée, des parois entièrement vitrées (verre simple sécurisé), montées sur des menuiseries en aluminium de finesse exceptionnelle disparaissant dans une fente opportunément réservée dans la dalle du premier étage.

3.3.II Façade jour (balcons et enveloppes vitrées)

Sur la façade sud-est, du côté des livings, les enveloppes sont posées en retrait des bords des dalles, formant ainsi des loggias sur l'ensemble de la façade. L'expression du système structurel, une grille formée par les dalles des loggias et les murs de refend continus en façade, donne une profondeur à la façade d'une remarquable plasticité, protégeant en même temps les larges baies vitrées de l'apport direct du rayonnement solaire (aucun dispositif rapporté de protection solaire n'était prévu à l'origine). Les garde-corps, composés de verres clairs type Sécurit fixés sur des montants métalliques, permettent, par leur transparence, la lecture de la grille structurelle exprimée en façade. Les garde-corps en verre transparent des loggias offrent un apport de lumière naturelle supplémentaire et une perspective de proximité avec les espaces de verdure qui s'étendent aux pieds des immeubles.

En ce qui concerne les façades proprement dites, elles sont composées de deux modules : en partie gauche, deux panneaux fixes entièrement vitrés et une porte à deux battants avec guichet en imposte sur toute la largeur, en partie droite, un panneau fixe, vitré du sol au plafond et une porte-fenêtre à un battant, également avec un guichet-imposte pour assurer la ventilation naturelle.

Étudiée par l'entreprise genevoise Mangola, la façade sud-est est constituée de menuiseries bois-métal, la structure intérieure en sapin peint, la face extérieure en aluminium éloxé, et des vitrages simples (aucune mesure particulière n'avait été en effet imposée par l'Etat en matière d'insonorisation).

3.3.III Façade nuit (mur-rideau)

Du côté nord-ouest, correspondant aux chambres, des panneaux modulaires identiques posés devant la structure porteuse (1248 panneaux sur l'ensemble du site !), donnent une apparence de peau lisse qui contribue à l'image résolument moderne de l'ensemble. Il s'agit d'éléments identiques (3.30 x 2.85 mètres), réalisés



Chantier, vers 1962 ; Archives historiques de la Commune de Meyrin (AHVM)



Hall d'entrée, s.d., photo Klemm ; (ADPP)
Photos Claudio Merlini, janvier 2010, bas

par l'association du bois et du métal, le premier formant la structure intérieure, alors que l'aluminium, grâce à son excellente résistance aux intempéries, est utilisé comme revêtement extérieur. Raffinement scandé par une résille asymétrique de menuiseries en aluminium éloxé, la façade jouit de l'alternance des parties opaques en allège – des verres émaillés trempés (VET) de couleur gris-foncé, isolation en laine de verre - et des parties transparentes des fenêtres. Les proportions sont parfaitement maîtrisées par les architectes : selon une répartition d'environ 1/3 – 2/3, chaque élément se compose de deux parties fixes en allège et deux guichets en partie supérieure, le plus petit avec un mécanisme d'ouverture oscillo-battant (des modèles à ouverture uniquement battante sont également utilisés dans certains immeubles), l'autre, partiellement condamné, par une ouverture battante uniquement en cas de nettoyage. Les deux guichets sont caractérisés par un double vitrage simple intégrant des stores métalliques à lamelles.

Les panneaux, posés devant l'ossature porteuse en béton armé, sont montés du bas vers le haut, à l'aide d'un échafaudage. Comme ce sera le cas au Lignon (1963-1971, le système est identique), ils sont simplement boulonnés aux goujons d'ancrage spécialement conçus, réservés dans les coffrages métalliques et noyés dans la structure porteuse au moment du bétonnage. Des agrafes en alliage spéciales Anticorodal filées à la presse et des étriers en acier galvanisé assurent la fixation des cadres principaux en bois des panneaux respectivement aux têtes des dalles et aux murs des refends.

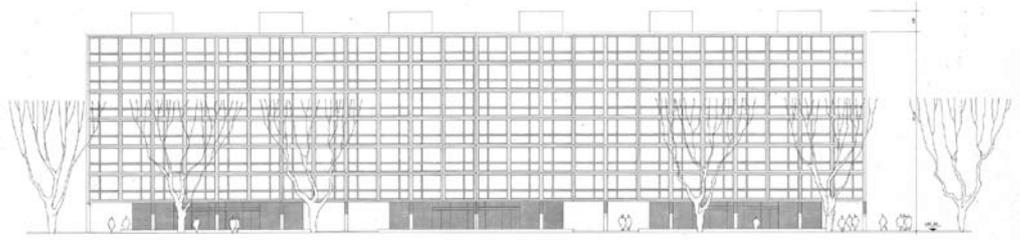
Étudiés par l'entreprise Guyot à la Tour-de-Peilz – spécialisée en fenêtres basculantes en bois-métal, dont le fameux modèle CARDA sera utilisé à plusieurs reprises par le bureau Addor et Julliard dans de nombreux projets⁹ -, ces éléments de façades sont produits en atelier et livrés sur le chantier prêts à la pose. Des réservations dans la structure porteuse en béton armé sont en effet prévues à cet effet. Ouvertement cité par les architectes comme le prototype des enveloppes du Lignon, où la composition des panneaux, le système constructif et le procédé de fixation au gros œuvre seront perfectionnés, le mur-rideau de l'ensemble de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu* est reconnu comme une référence de la production de façades légères en Suisse.

3.3.III Murs-pignon

Les murs-pignon sont en béton brut de décoffrage. Le traitement du béton est remarquable : les planches des coffrages, soigneusement disposées en quinconce, créent une surface finement calepinée, très réussie sur le plan esthétique, valorisée avec la lumière rasante en fin de journée. Le contraste avec les façades vitrées côté nuit et la grille des balcons, prises entre les murs-pignon bruts, donne à la volumétrie d'ensemble un effet plastique particulièrement réussi.

3.3.IV Toiture et superstructure

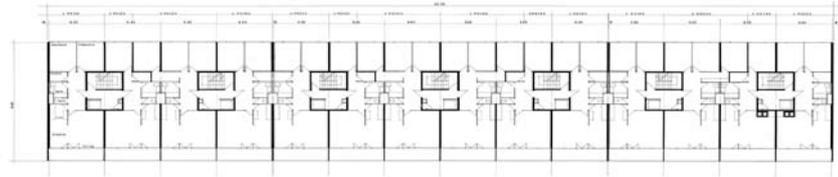
Les toitures plates avec superstructures ont une composition classique (pare-vapeur, isolation, gravier). L'absence de couronnement clairement marqué (les murs-pignon sont, par exemple, continus et font également la remontée d'acrotère, aucune ferblanterie n'est utilisée au couronnement), valorise le contraste des parties opaques en béton armé et des façades légères.



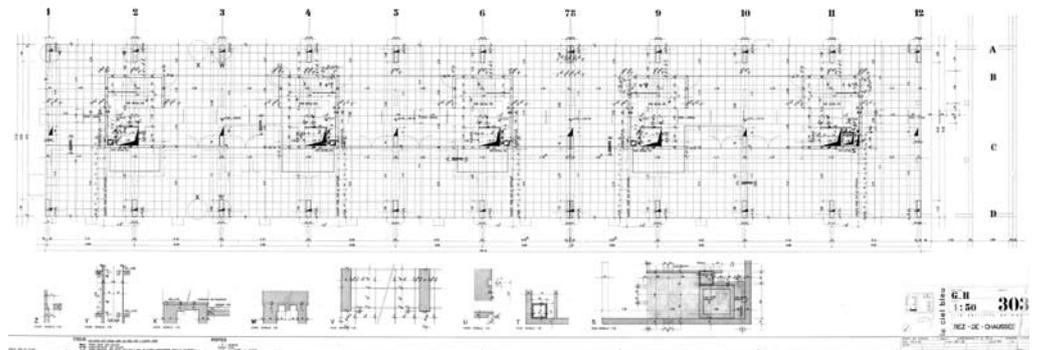
Cité Meyrin, opération Meyrin Parc, façade nord-ouest ; ADPP



Cité Meyrin, opération Meyrin Parc, façade sud-est ; ADPP



Cité Meyrin, opération Meyrin Parc, étage courant ; ADPP



Cité Meyrin, opération Meyrin Parc, rez-de-chaussée ; ADPP

5. Le procédé Estiot consiste à assembler des éléments préfabriqués en béton armé par l'entremise d'éléments métalliques incorporés qui permettent le montage de la construction dans les mêmes conditions qu'une construction métallique (*Techniques et architecture*, juin-juillet 1952). L'opération la plus emblématique réalisée avec ce procédé est la cité satellite le Haut-du-Lièvre à Nancy, 3388 logements construits en 1956-60 par Bernard Zehrfuss. A Genève, l'hôtel Intercontinental est construit par les mêmes architectes et ingénieurs avec ce procédé.

6. Voir les entretiens effectués avec Jacques Bolliger in Chantal Berthoud, *Meyrin, demain cité radieuse de 50.000 âmes ? Un aspect de l'aménagement du territoire genevois entre 1955 et 1965*, mémoire de licence, Université de Genève, Département d'histoire générale, 1993, p. 65.

7. Voir film Super 8 sur la construction de Meyrin, archives personnelles de Louis Payot.

8. *Alusuisse*, n° 6, 1966.

9. Voir l'*Hôtel de l'Ancre*, *Battelle* et l'*école des Boudines* construite sur le même site.



Façades jour, photo Willy Ruty, s.d.; Archives de la Construction Moderne, Lausanne
Photo G. Klemm, s.d.; ADPP (bas)



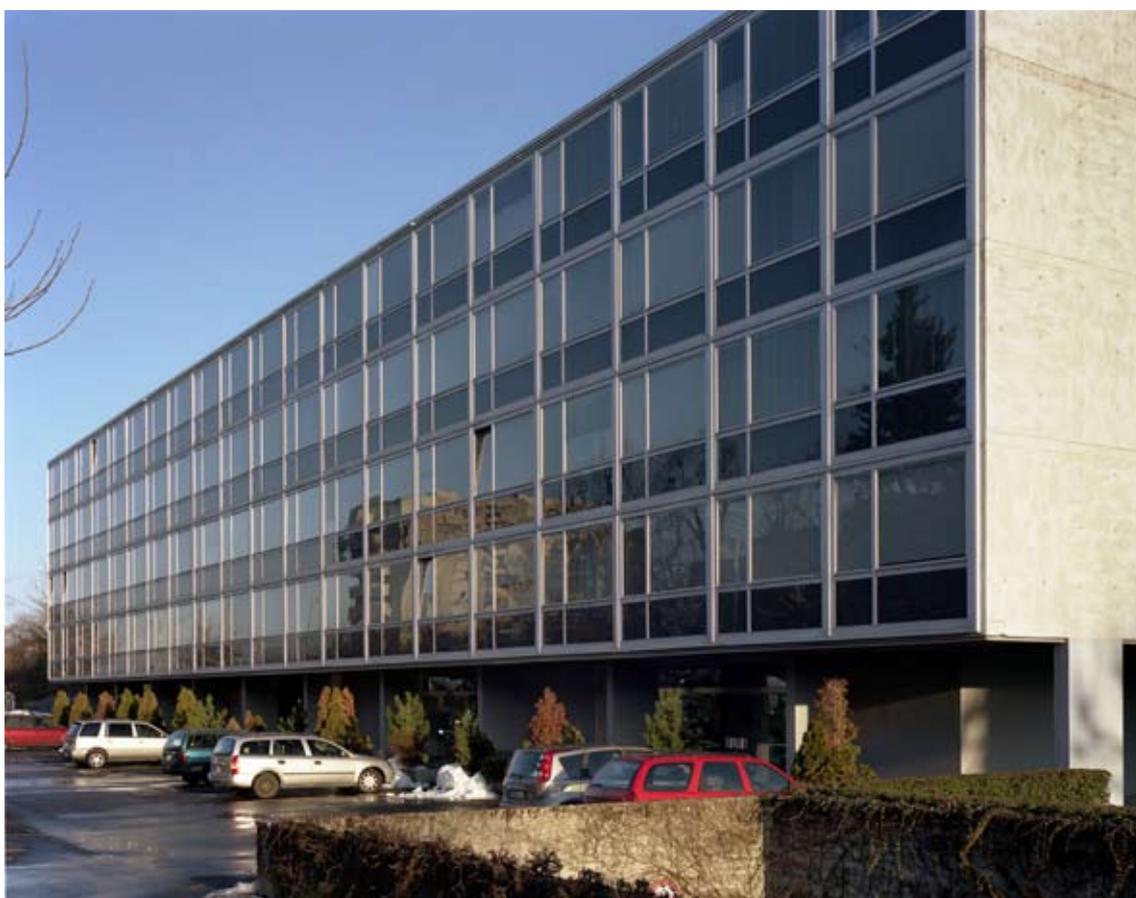
Photos Claudio Merlini, janvier 2010



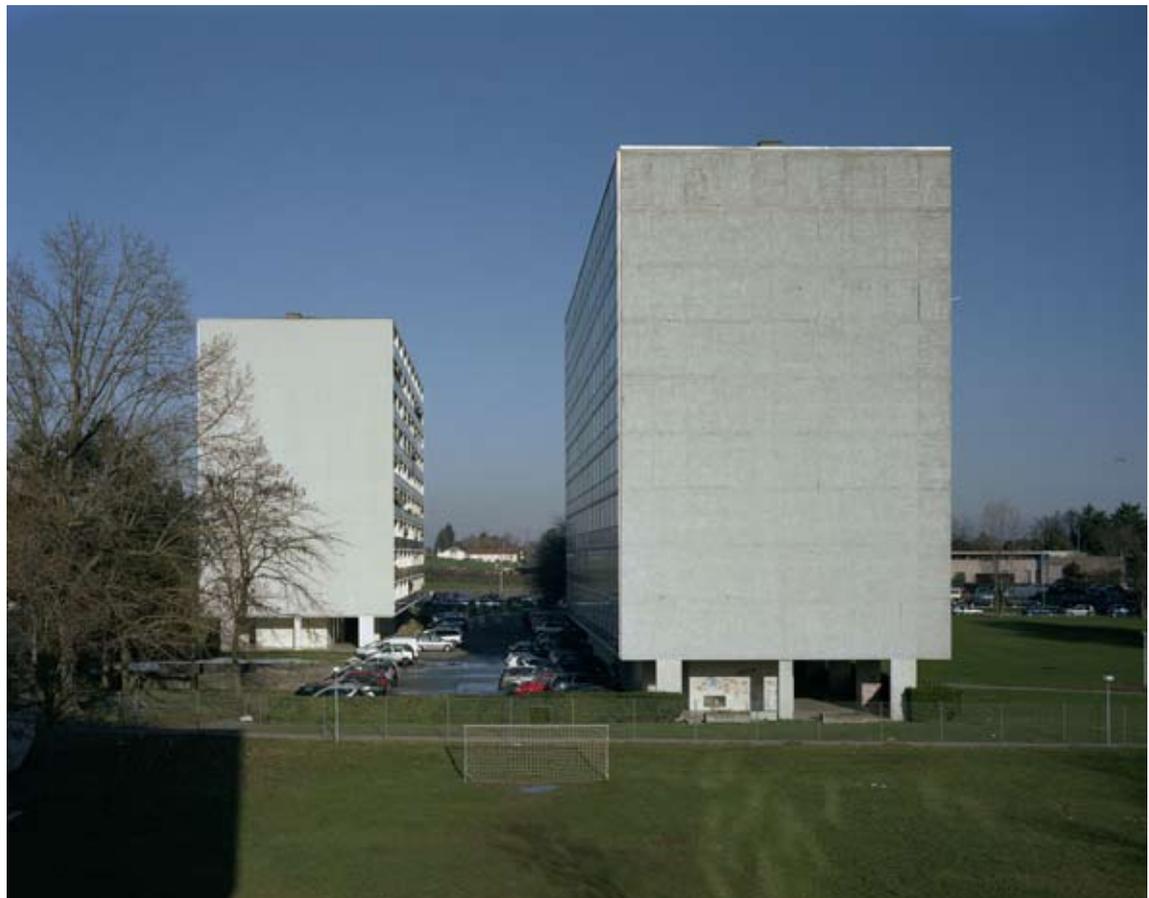
Façades nuit, photos Jean Mohr, s.d. ; ADPP



Photos Claudio Merlini, janvier 2010



Façades nuit, photo G. Klemm, s.d. ; ADPP
Photos Claudio Merlini, janvier 2010



Façades nuit, photo G. Klemm, s.d. ; ADPP
Photos Claudio Merlini, janvier 2010

B.4 REPERAGE SYSTEMATIQUE DES TRANSFORMATIONS

4.1 Une unité architecturale compromise

L'ensemble de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu*, composé de 13 bâtiments (60 allées) a été conçu à l'origine comme un ensemble urbain homogène au niveau typologique, constructif, et plus généralement architectural. Son caractère d'unité apparaît aujourd'hui fortement compromis par des transformations successives. Bien que sa valeur patrimoniale soit reconnue, l'absence d'une stratégie d'ensemble, voire la mise en place d'un cahier des charges finalisé à la sauvegarde de la première cité satellite suisse, a fini par dédouaner les transformations les plus diverses. Si au niveau des aménagements extérieurs, des cheminements et des plantations, les espaces extérieurs apparaissent relativement bien entretenus, les divers traitements des enveloppes des immeubles, ainsi que les lourdes transformations des rez-de-chaussées, mettent en évidence une multitude d'interventions décidément hétérogènes et peu attentives aux qualités originales. Également, un certain éclectisme dans le choix des couleurs et des textures, ainsi que de nombreuses interventions impliquant une perte irréversible de la substance matérielle d'origine, apparaissent comme des importantes modifications qui nuisent à la lecture unitaire de cet ensemble volontairement conçu comme tel par ses projecteurs.

4.2 Tableau récapitulatif

Plusieurs visites *in situ* ont permis de lister les principales transformations. Elles sont décrites dans le tableau ci-contre, compilées sur la base d'un diagnostic systématique, uniquement visuel – concentré donc sur les enveloppes extérieures, hormis les toitures -, et n'impliquant pas l'analyse de la documentation des divers projets de transformation.

Annexe Tableau récapitulatif des interventions

LE CIEL BLEU							
Immeuble	Enveloppes					Rez-de-chaussée	État de conservation
	Faç. loggias (sud-est)	Faç. mur-rideau (nord-ouest)	Pignons	Sous-faces - toitures			
15-23 rue des Boudines Allées 15 17-19 21-23	Façade d'origine Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)	Façade d'origine	Façade d'origine (pignons non isolés) ; uniquement peints en gris Le calepinage des bétons est toujours lisible	Les sous-faces extérieures sont dans l'état d'origine (légère peinture claire ; les marques du coffrage restent lisibles) Réfection de la toiture	Façade d'origine Peinture couleur orange vif des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers), intérieur/extérieur Déplacement des boîtes aux lettres pour les deux allées	En l'état (modifications réversibles)	
33-43 avenue Ste-Cécile Allées 33-35 37-39 41-43	Façade d'origine Peinture claire de la grille structurelle en béton armé (têtes des murs et nez des dalles) Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)	Remplacement du mur-rideau à l'identique : - matériaux d'origine sont maintenus dans la couche extérieure (solution tout-alu à la place des enveloppes d'origine en bois-al) - les couleurs d'origine sont respectées avec quelques différences (notamment verres VET plus bleutés, teinte des éléments vision non homogène sur l'ensemble de la façade, rose ou bleutée selon les modules) - épaississement des profilés extérieurs en aluminium - le principe d'ouverture oscillo-battante est maintenu - la pose des stores à	Isolation extérieure (marque des nez des dalles évoquée)	Isolation intérieure/extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Peinture des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers) : - rose pâle intérieur/extérieur pour allées 33-35 - rose pâle extérieur et jaune intérieur pour allées 37-39 et 41-43 Ajout d'un sas sécurisé en correspondance de la cage d'escaliers, en alignement aux murs existants	Lourdement transformé	

Allées 84-86 88 90-92	projection en tissu (diverses couleurs diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures			Réfection de la toiture		
	Occultation non systématique des garde- corps (divers matériaux)					
MEYRIN PARC						
Immeuble	Enveloppes*					Etat de conservation
	Faç. loggias (sud-est)	Faç. mur-rideau (nord-ouest)	Pignons	Sous-faces + toitures	Rez-de-chaussée	
1-7 avenue St-Cécile Allées 1-3 5-7	Remplacement des façades vitrées : - les teintes et les matériaux extérieurs sont maintenus - nouveaux vitrages isolants - suppression de l'imposte Traitement des bétons apparents ; peinture claire de la grille structurale en béton armé (fêtes des murs et nez des dalles)	Remplacement des fenêtres sur châssis existants (type cadre-rénovation) Ajout systématique des stores à lamelles métalliques extérieures (en mauvais état)	Isolation extérieure	Isolation intérieure et extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Pose d'une nouvelle porte d'entrée sécurisée sur structure existante des enveloppes Peinture des éléments en béton armé : - gris clair pour les poteaux gris foncé pour les murs des cages d'escaliers	Lourdement transformé

St-Cécile						
Allées 25-27	Façade d'origine Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)	Façade d'origine	Isolation extérieure ; les marques des nez des dalles sont visibles	Isolation intérieure/extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Façade d'origine Peinture des éléments en béton armé : - couleur saumon pour les intérieurs - couleur blanc pour les extérieurs Ajout d'une porte supplémentaire sécurisée en correspondance de la cage d'escaliers	Transformé
Allées 29-31	Façade d'origine Peinture blanche de la grille structurale en béton armé (têtes des murs et nez des dalles) Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)	Façade d'origine	Isolation extérieure	Isolation extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Remplacement de la façade (l'allée n'est plus traversante) Peinture des éléments en béton armé : - couleur saumon pour les extérieurs - couleur blanc pour les intérieurs Remplacement des portes d'entrée avec porte sécurisée	Transformé
33-43 avenue de Mategnin Allées 33-35 37-39 41-43	Façade d'origine Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non	Façade d'origine	Façade d'origine (pignons non isolés) Le calepinage des bétons est toujours lisible (peinture couleur blanc des allées 33-35)	Isolation extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Façade d'origine Crépiage granuleux des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers) ; couleur ocre-orange	En l'état (modifications réversibles)

<p>47-53 avenue de Mategnin</p> <p>Allées 47-49 51-53</p>	<p>Remplacement non systématique des façades vitrées</p> <p>Peinture blanche de la grille structurelle en béton armé (têtes des murs et nez des dalles)</p> <p>Ajout systématique de stores extérieurs à projection en tissu, couleur rouge vif</p> <p>Remplacement systématique des verres transparents en garde-corps par des verres translucides légèrement bleutés</p>	<p>Remplacement de la façade-rideau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - couleurs et matériaux extérieurs d'origine sont maintenus (menuiseries tout-alu à la place de bois-alu) - épaissement des profilés extérieurs en aluminium - le principe d'ouverture oscillo-battante d'origine est maintenu - les stores à lamelles intégrés dans le vitrage isolant, constituent un changement évident de l'aspect de la façade 	<p>Isolation extérieure</p>	<p>Isolation intérieure/extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle)</p> <p>Réfection de la toiture</p>	<p>Remplacement des façades vitrées (les allées ne sont plus traversantes) ; séparation des deux allées par une porte supplémentaire sécurisée</p> <p>Peinture couleur gris des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers)</p>	<p>Lourdement transformé</p>
<p>55-61 avenue de Mategnin</p> <p>Allées 55-57</p>	<p>Façade d'origine</p> <p>Peinture gris clair de la grille structurelle en béton armé (têtes des murs et nez des dalles)</p> <p>Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures</p> <p>Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)</p>	<p>Façade d'origine (fenêtres uniquement en abattant)</p>	<p>Façade d'origine (pignons non isolés) Le calepinage des bétons est toujours lisible</p>	<p>Isolation extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle)</p> <p>Réfection de la toiture</p>	<p>Remplacement des portes d'entrée (portes sécurisées)</p> <p>Peinture couleur gris-beige des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers)</p>	<p>En l'état (modifications réversibles)</p>

Allées 59-61	Façade d'origine Peinture blanche de la grille structurelle en béton armé (têtes des murs et nez des dalles) Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)	Façade d'origine (fenêtres uniquement en abattant)	Façade d'origine (pignons non isolés) Le calepinage des bétons est toujours lisible	Isolation extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle) Réfection de la toiture	Façade d'origine (porte arrière condamnée, les allées ne sont plus traversantes) Crépissage granuleux des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers) ; couleur ocre-orange	En l'état
63-69 avenue de Mategnin						
Allées 63-65	Façade d'origine Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs, diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux) Aucune protection de la structure (dégradations importantes)	Façade d'origine	Façade d'origine (pignons non isolés) Le calepinage d'origine est toujours lisible (dégradations importantes)	Isolation intérieure/extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle)	Façade d'origine (porte arrière condamnée, les allées ne sont plus traversantes) Peinture des éléments en béton armé : - couleur gris pour les extérieurs - couleur jaune pour les intérieurs	En l'état (modifications réversibles)
Allées 67-69	Façade d'origine Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu	Façade d'origine	Façade d'origine (pignons non isolés, peinture grise) Le calepinage des bétons est toujours lisible	Isolation intérieure/extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle)	Façade d'origine (porte arrière condamnée, les allées ne sont plus traversantes)	En l'état (modifications réversibles)

	<p>(diverses couleurs diverses textures), souvent associé à la peinture des façades intérieures</p> <p>Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)</p>				<p>Peinture couleur saumon des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers)</p>	
<p>71-77 avenue de Mategnin Allées 71-73 75-77</p>	<p>Façade d'origine</p> <p>Peinture blanche de la grille structurelle en béton armé (têtes des murs et nez des dalles)</p> <p>Ajout non systématique de stores extérieurs à projection en tissu (diverses couleurs diverses textures), souvent associée à peinture des façades intérieures</p> <p>Occultation non systématique des garde-corps (divers matériaux)</p>	<p>Façade d'origine</p>	<p>Isolés à l'extérieur; les marques des nez des dalles sont visibles Le calepinage d'origine n'est plus visible</p>	<p>Isolation extérieure des sous-faces (avec ajout d'un profilé en aluminium en bordure de dalle)</p>	<p>Peinture des éléments en béton armé (piliers et murs des cages d'escaliers) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - couleur saumon à l'intérieur et extérieur pour allées 71-73 - couleur saumon à l'extérieur et blanc à l'intérieur pour allées 37-39 et 75-77 <p>Lourdes modifications des enveloppes au rdc</p> <p>Ajout d'une porte supplémentaire sécurisée en correspondance de la cage d'escaliers</p>	<p>Transformé</p>



1



2



3



4



5



6



7



8



9



9



10



11



12



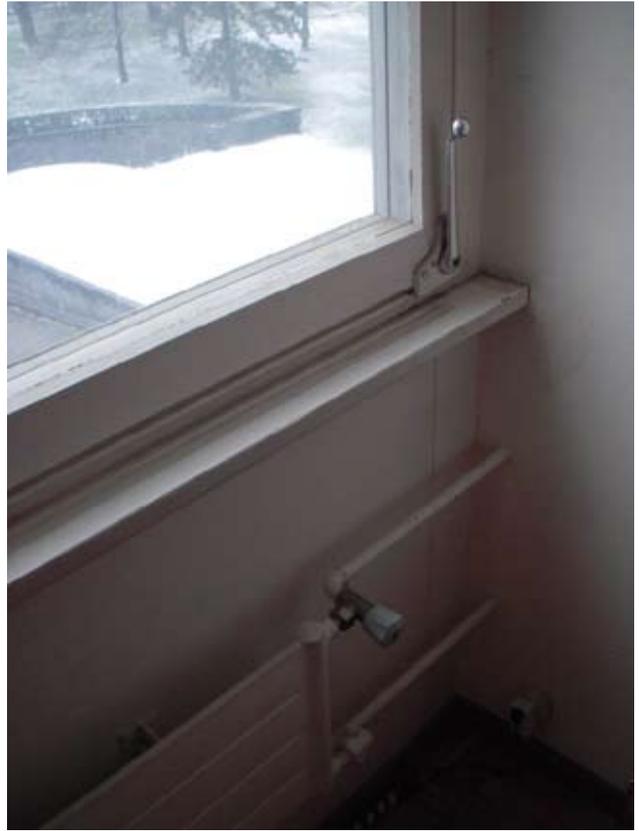
13



14



15



16



17

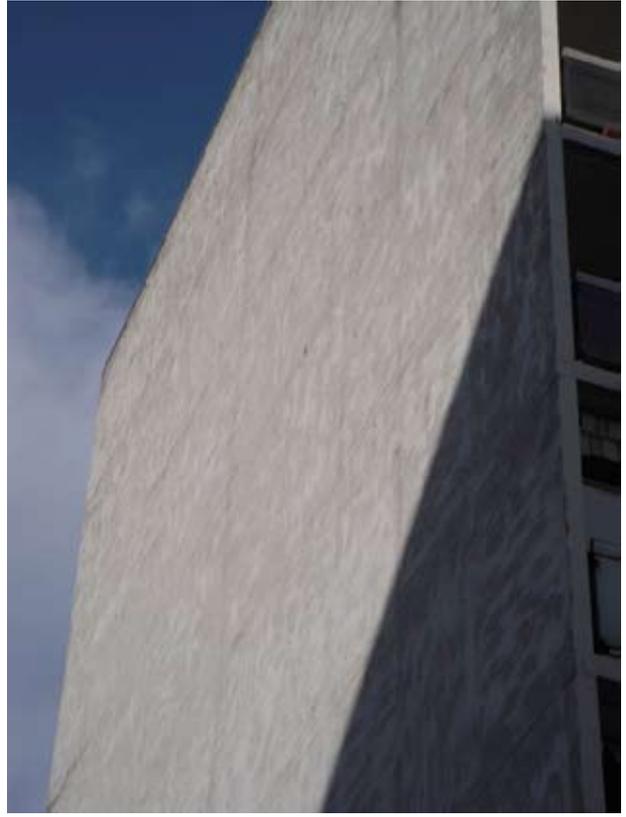


18

19



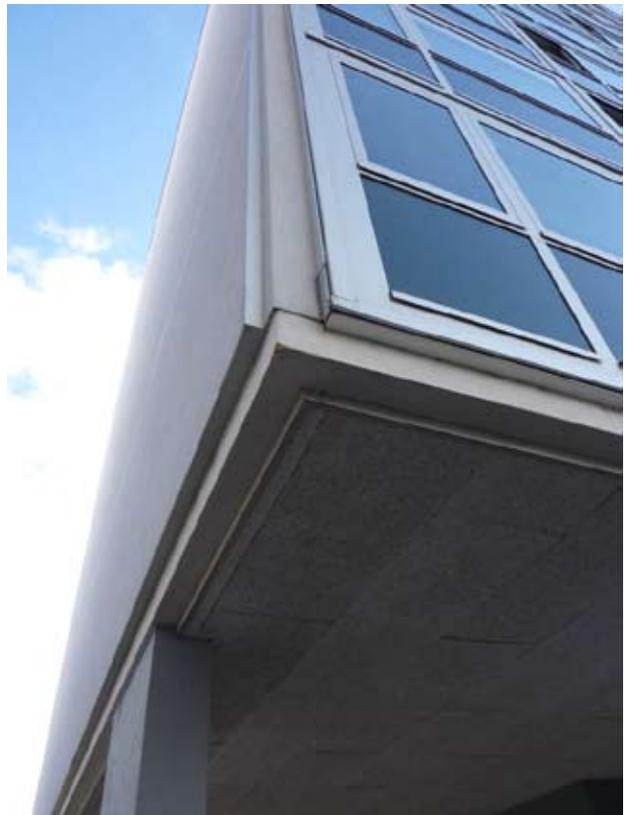
20



21



22





23



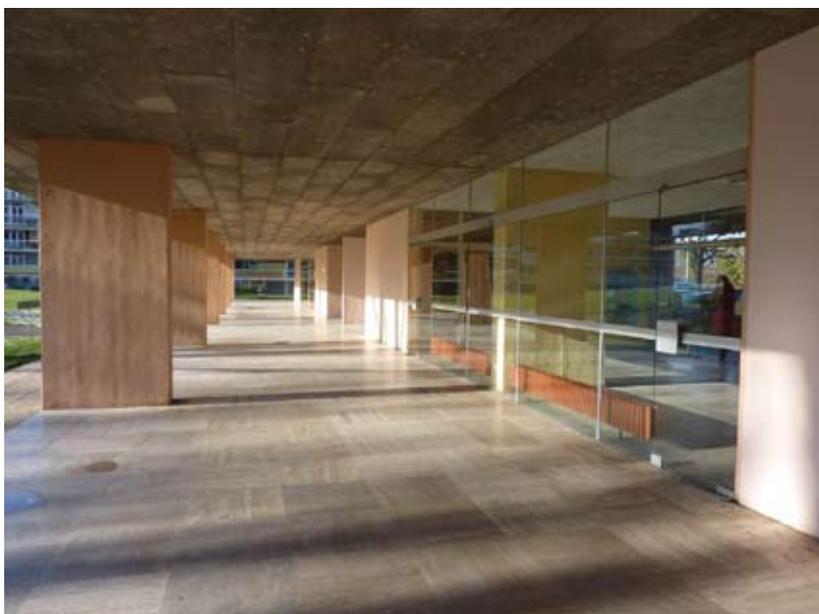
24



25



26



27



28



29



30



31

B.5 CHOIX DE L'IMMEUBLE TYPE POUR CALCUL THERMIQUE

Du repérage systématique des transformations qui ont intéressé la cite Meyrin, il est apparu clairement que les immeubles au 63-69, av. de Mategnin (type 9 étages) et 33-43, av. de Mategnin (type 4 étages) sont proches de l'état d'origine, n'ayant pas fait l'objet de transformations majeures (remplacement de la façade, isolation extérieure des pignons, etc.).

Dans une première phase de l'étude, les deux ont été modélisés afin de quantifier l'incidence du nombre d'étages sur le bilan thermique global. Ce facteur s'étant révélé négligeable, le choix du bâtiment type étudié s'est porté sur l'immeuble au 63-69, av. de Mategnin

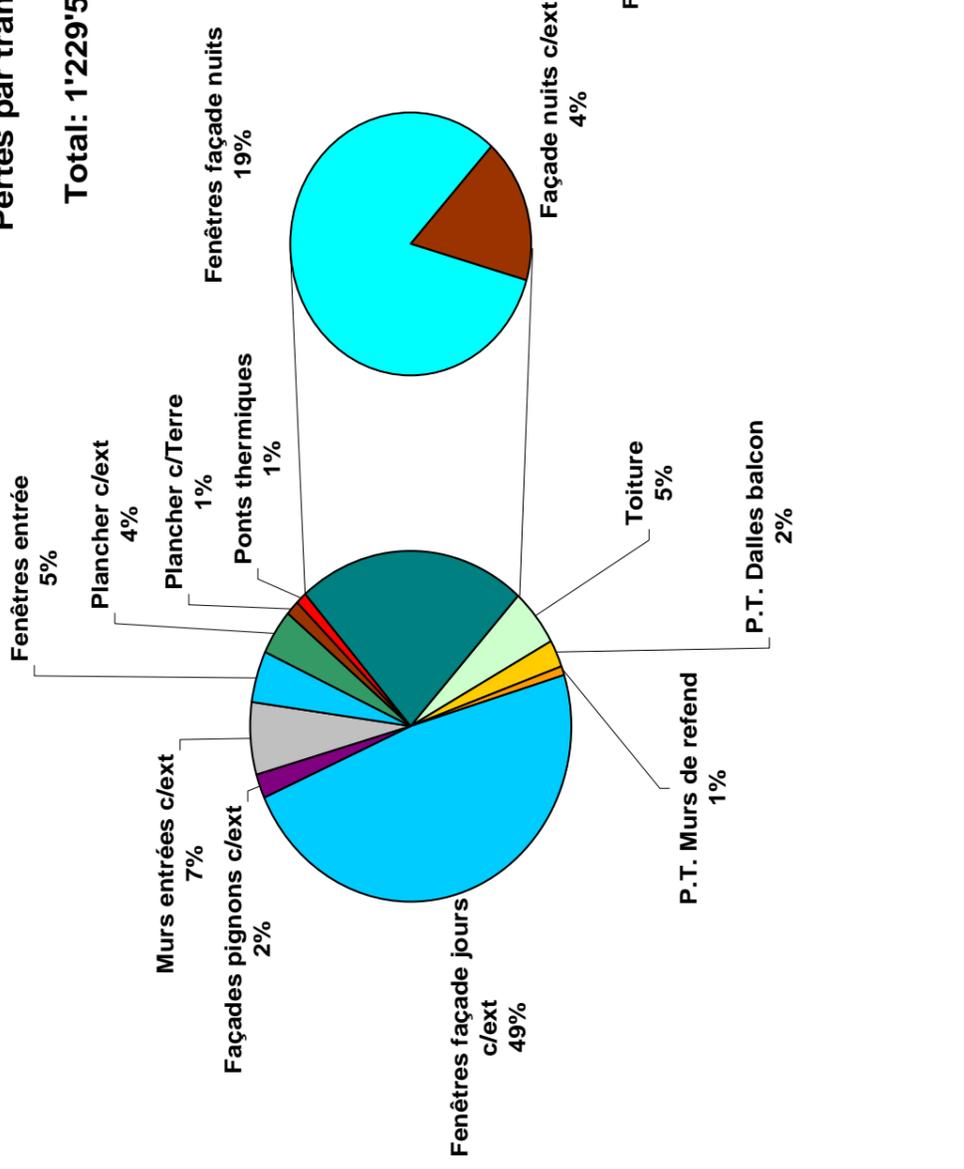


Variante	Calcul de conformité	SRE	Eléments de l'enveloppe												Chauffage		Base Légale		Minergie		Résultat										
			Toiture		Murs entrée		Murs réseau		Murs pignons NON ISOLE		Murs pignons ISOLATION périp.		Plancher c/xt		Plancher c/Terre		Fenêtres entrée		Fenêtres balcon		Fenêtres chambres		Régulation du chauffage	Besoin de chaleur de l'enveloppe	Exigence Primaire sur l'enveloppe	Consommation bâtiment pondérée	Valeur limite consommation	Validité	Marge		
		Habitation m²	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	E	U	IDE	IDE	IDE	IDE	IDE	IDE	IDE		
			cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	cm	W/m².K	MJ/m².an	MJ/m².an	MJ/m².an	MJ/m².an	MJ/m².an	MJ/m².an	Oui / Non	%	
<i>Mesures</i>																															
2009	A Type 9 étages - Mategnin 63-69 - Consommation de chaleur mesurée	7380	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	4+6	0.34	1+6	0.42	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	457	-	-	-	-	-	-	-	
2009	B Type 4 étages - Mategnin 33-43 - Consommation de chaleur mesurée	5024	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	4+6	0.34	1+6	0.42	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	461	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Calculs</i>																															
V00	A Type 9 étages - Mategnin 63-69 - Calcul de référence - Situation actuelle	7380	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	4+6	0.34	1+6	0.42	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	468	106	0	-	-	-	-	NON	0.0%
V01	A Type 9 étages - Mategnin 63-69 - Situation d'origine	7380	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	-	-	1	0.96	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	489	106	0	-	-	-	-	NON	104.4%
V02	A Type 9 étages - Mategnin 63-69 - Situation d'origine - Rotation de 90°	7380	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	-	-	1	0.96	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	484	106	0	-	-	-	-	NON	103.3%
V10	B Type 4 étages - Mategnin 33-43 - Calcul de référence - Situation actuelle	5024	4	0.26	0	3.72	?	1.24	4	0.83	4+6	0.34	1+6	0.42	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	495	116	0	-	-	-	-	NON	0.0%
V11	B Type 4 étages - Mategnin 33-43 - Situation d'origine	5024	4	0.84	0	3.72	?	1.24	4	0.83	-	-	1	0.96	0	1.86	6.0	83%	6%	83%	3.00	65%	556	116	0	-	-	-	-	NON	118.8%

V01 Situation d'origine - Mategnin 63-69

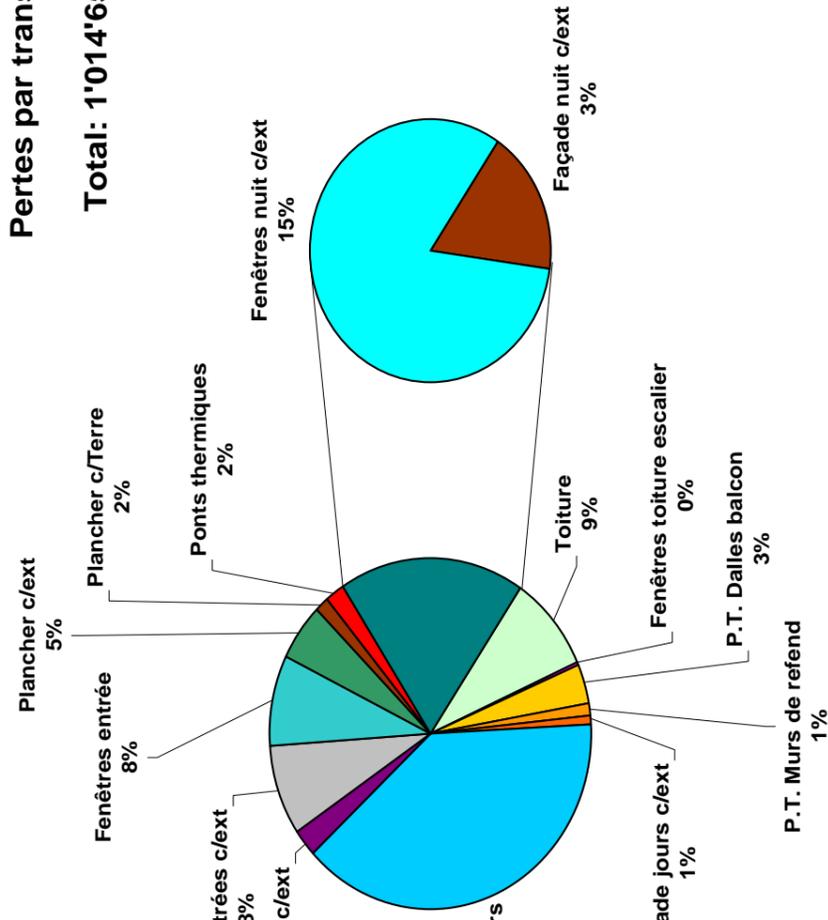
Pertes par transmission

Total: 1'229'580 kWh

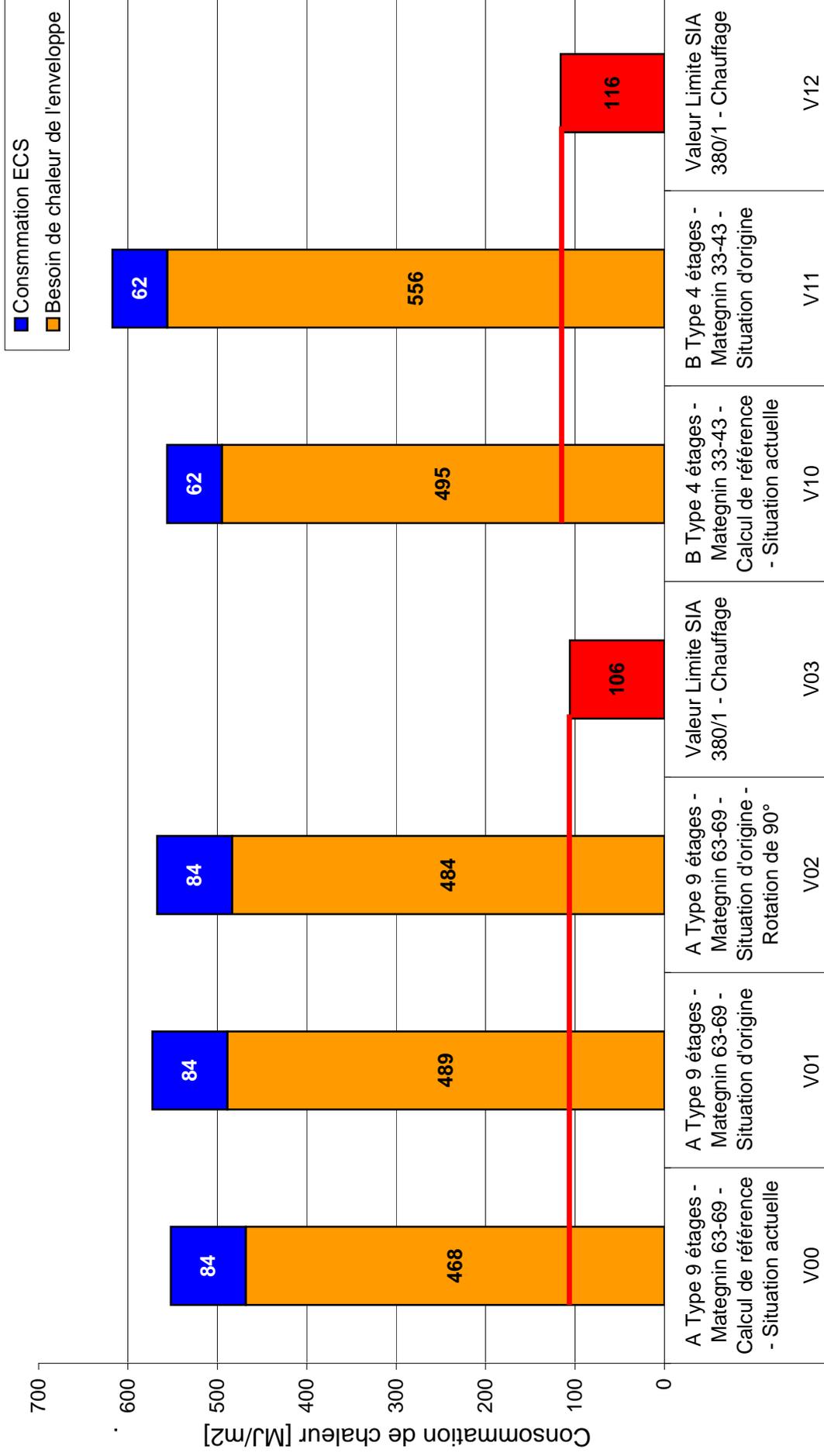


Pertes par transmission

Total: 1'014'652 kWh



Meyrin-Parc - Choix du bâtiment type - Consommations de chaleur



B.6 DIAGNOSTIC THERMIQUE

6.1 Bilan thermique des consommations

Les consommations de chaleur sont très proches entre le bâtiment type de 4 étages et celui de 9 étages, avec un avantage pour ce dernier dû à sa meilleure compacité. L'influence de l'orientation est également très faible par rapport aux deux situations rencontrées dans le quartier. Leur consommation d'énergie est tout à fait typique de leur époque.

Pour obtenir la meilleure économie d'énergie en améliorant l'enveloppe thermique du bâtiment, l'accent devra être mis sur les éléments ayant les plus grandes parts de déperdition. La répartition des pertes par conduction montre que les fenêtres en verre simple de la façade jour sont l'élément de l'enveloppe qui perd le plus de chaleur. Viennent ensuite la façade nuit, l'entrée du rez-de-chaussée, les murs pignons, puis les planchers.

6.2 Analyse de la production de la chaleur

Situation actuelle

L'état des divers producteurs de chaleur du site de Meyrin-Parc n'a pas été répertorié. Nous nous sommes uniquement rendus dans la chaufferie du bâtiment type.

Pour les immeubles 33-43 de l'avenue de Mategnin, la production de chaleur se fait au moyen de 2 chaudières à mazout de 550kW chacune. Les chaudières ont déjà été remplacées en 1997, et aucun avertissement de mise en confirmé n'est actuellement demandé.

Remplacement des chaudières mazout

Plusieurs possibilités de remplacement des chaudières sont possibles. En effet, les chaudières originelles peuvent être remplacées par des modèles plus récents, utilisant des sources d'énergie alternative ou non, et plus performantes. Leurs puissances et leurs températures de réseau pourront également être redéfinies en fonction des interventions effectuées sur l'enveloppe.

Les sources de chaleur envisageables peuvent être les suivantes :

- Mazout : Situation actuelle
- Gaz : Simplicité de fonctionnement, si disponible à proximité
- Bois/pellet : Source renouvelable
- PAC : Sonde géothermique (réseau à basse température uniquement)
- CAD : Production centralisée pour tout le quartier

Le réseau de chauffage à distance est déjà en partie installé dans le quartier de Meyrin-Parc; celui-ci a été implanté en suivant le tracé du tram TCMC. Le réseau sera dans un premier temps alimenté par la chaufferie centralisée du Lignon, comprenant 4 chaudières fonctionnant au gaz naturel et totalisant 109MW de chaleur. A l'horizon 2012, une interconnexion avec le réseau de chauffage à distance d'incinération des ordures ménagères (CADIOM) permettrait d'améliorer l'impact écologique de la production de chaleur, puisque la centrale du Lignon ne serait utilisée qu'en complément. Un recensement des chaudières du quartier permettrait de définir les priorités de remplacement et de définir une stratégie rationnelle de raccordement des immeubles.

C_DEUXIEME PARTIE

Recommandations

Les immeubles qui composent l'ensemble de *Meyrin Parc* et *Le Ciel Bleu* ont subi de nombreuses modifications au niveau des enveloppes. Plusieurs visites sur place ont permis en effet de constater que les façades ont subi des changements plus ou moins radicaux, de la simple réparation au remplacement intégral, compromettant ainsi la lecture unitaire du projet d'origine. De même, les rez-de-chaussées ont été, dans la plupart des cas, transformés voire lourdement transformés, notamment au niveau des enveloppes transparentes (ajout de portes sécurisées, changement des vitrages, etc.).

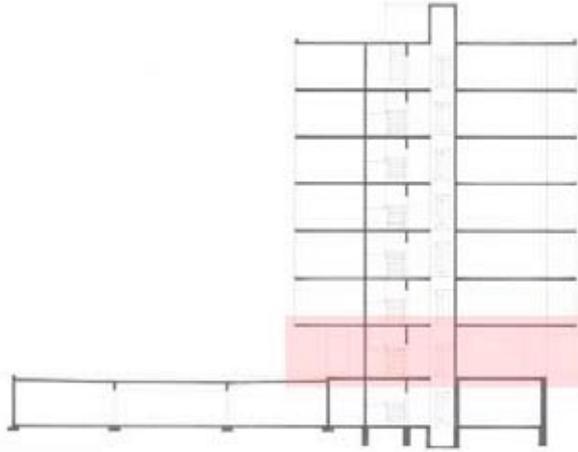
Le cahier des charges présenté dans cette étude constitue l'approfondissement des recommandations générales formulées à l'occasion de la fiche sur la Cité Meyrin, élaborée par le TSAM dans le cadre de la recherche « L'œuvre de l'architecte Georges Addor à Genève : inventaire, évaluation qualitative, recommandations ». Les principes énoncés ont fait l'objet d'une étude plus approfondie, intégrant les notions d'assainissement thermique, par l'évaluation systématique des améliorations possibles par le bureau Sorane SA. Pour cela, des solutions techniques de principe ont été étudiées au niveau des conséquences architecturales et patrimoniales, et calculées ensuite au niveau thermique. Elles sont présentées ici à titre d'exemple, à la suite du cahier des charges.

Étudiées en conformité aux prescriptions du plan de site n° 29484-526, les recommandations, organisées par type de face, répondent à un double objectif :

- retrouver l'unité architecturale de l'ensemble
- assurer la cohérence des interventions par immeuble
- assurer la conservation des éléments d'origine qui subsistent

C.7 ENVELOPPES

7.1 Rez-de-chaussée



7.1.I Enveloppes vitrées

Un effort considérable a été fait par les architectes pour assurer la transparence maximale au rez-de-chaussée – traversant à l'origine -, créant ainsi une réelle continuité avec les surfaces vertes extérieures. Les menuiseries sont alors extrêmement fines (traverses et ferrements), voire cachées dans des réservations prévues à cet effet dans les murs en béton armé (avec une complication considérable au niveau des coffrages en phase de chantier...), ou clairement inexistantes comme c'est le cas des verres montés bout à bout sans montants verticaux.

- **Cette transparence doit impérativement être préservée ; toutes interventions de sécurisation des entrées (sas, remplacement des portes, ajout de montants supplémentaires, etc, ph. 1 à 6) entraînant une lourde modification des façades vitrées d'origine doivent être évitées.**

- **En ce qui concerne les enveloppes vitrées en verre Sécurité et menuiseries en aluminium, ces éléments doivent être conservés intégralement.**

- **Pour garantir une amélioration thermique, il est préférable de considérer le hall existant comme un espace tampon, un sas non chauffé, l'entrée chauffée étant créée par l'ajout d'une porte supplémentaire en correspondance de la cage d'escaliers. Cette dernière doit garder une grande transparence et assurer une isolation efficace (vitrages isolants, profilés à rupture de pont). L'emplacement de la nouvelle porte doit être étudié de manière à ne pas nuire à l'agencement du hall d'entrée, par exemple aligné aux murs existants pour Ciel Bleu, au même endroit, mais légèrement en saillie pour Meyrin Parc.**

- **Dans cette logique, les radiateurs du hall d'entrée existant peuvent être déconnectés du système et éventuellement démontés.**

7.2.II Sous-face et pilotis

La continuité de la surface en béton brut lasuré de la galerie sur pilotis est parmi les qualités incontestables dans le traitement du rez-de-chaussée.

- Le principe mis en place par les architectes d'isolation entre la structure en béton brut et les chapes de la dalle du premier étage doit être conservé.

- Toute intervention d'isolation des sous-faces au rez-de-chaussée doit être considérée uniquement comme une amélioration du confort dans les appartements au premier étage. Une isolation supplémentaire avec l'épaisseur conséquente que les normes en vigueur demandent, entraînerait un changement important non seulement au niveau des proportions de la galerie sur pilotis, mais également des façades par l'ajout d'un profilé en bordure, correspondant à la hauteur de l'isolation (ph. 5).

- Ainsi, une isolation intérieure, étant donné les travaux très lourds dans les appartements avec les importants dérangements pour les locataires, est peu raisonnable. Il est préférable d'intervenir par l'extérieur, minimisant l'épaisseur de l'isolant (40 mm max, y compris les protections). L'utilisation de produits dits 'super-isolants' permettant, à épaisseur égale, une isolation nettement plus efficace, est fortement conseillée.

- La nouvelle isolation est posée à l'intérieur et l'extérieur du hall, de manière à garder l'aspect de surface continue du bâtiment d'origine. Les panneaux sont fixés d'une part et d'autre des enveloppes d'origine conservées ; le joint creux qui vient de créer sera minimisé.

- Le nouveau plafond devra garder une teinte proche de la couleur du béton lasuré d'origine (pour des indications sur la couleur, voir le paragraphe correspondant).

- Le détail de raccord du nouveau plafond isolé avec les façades doit être étudié de manière à ne pas nuire à la lisibilité des enveloppes d'origine, notamment sur le côté nuit. Ainsi, les nez des dalles apparents doivent être conservés, la valeur du pont thermique existant étant négligeable par rapport au bilan thermique global.

- Les lames en béton armé de l'ossature verticale ne seront pas isolées. Leur traitement brut de décoffrage est à maintenir. Les déperditions thermiques dues au passage des tuyaux de distribution du chauffage sont négligeables.

Ces principes ont été appliqués dans la solution technique objet du calcul thermique décrite ci-dessous :

- Compartimentage thermique du hall d'entrée

Le hall d'entrée est considéré comme un espace tampon, non chauffé.

Les enveloppes existantes sont conservées intégralement.

Ajout d'un sas sécurisé en correspondance de la cage d'escaliers, aligné aux murs existants.

Pose d'une nouvelle porte, châssis en aluminium et remplissages par des vitrages isolants, $U = 1.0 \text{ W/m}^2, \text{ K}$; $g = 0.6 [-]$.

La circulation des corps de chauffe est arrêtée ; ils sont démontés.

- Amélioration du confort de l'appartement au 1er étage

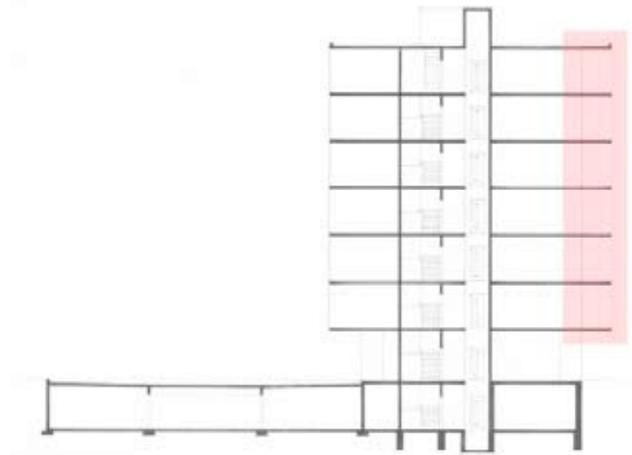
Isolation en sous-face de la dalle sur rdc.

Pose à l'intérieur et à l'extérieur, de part et d'autre des façades vitrées d'origine de 20 mm isolant sous-vide $l = .006 \text{ W/m, K}$, avec les protections nécessaires en PUR $l = 0.027 \text{ W/m, K}$.

Revêtement de protection afin d'éviter les risques de casse (faux-plafond, structure alu, finition panneaux ciment lisse, 11 mm).

L'apparence de la dalle en bordure côté nuit est conservée.

7.2 Façade jour



Malgré quelques problèmes de dégradation des bétons (sur lesquels nous reviendrons), les façades du côté living se présentent globalement en bon état quant aux mécanismes d'ouverture. Elles sont caractérisées, dans la plupart des cas, par des "appropriations" des habitants qui leur confèrent un "caractère très coloré", notamment au niveau des stores et des garde-corps.

7.2.1 Enveloppes vitrées

Au niveau du bilan thermique global, il apparaît clairement que les enveloppes vitrées du côté jour représentent la principale faiblesse ; les pertes par transmission ont en effet une incidence d'environ 40% sur le bilan global. En particulier, les grandes surfaces de simples vitrages sont la source des déperditions les plus importantes, contrairement aux menuiseries qui par l'association du bois et du métal, ont un comportement thermique acceptable. Une intervention conséquente sur ces composants impliquerait, elle seule, au niveau de la consommation de la chaleur d'un immeuble une économie de l'ordre de 40% , voire plus dans le cas d'utilisation de triples vitrages.

Dans le cadre de cette étude, deux types d'intervention sont pris en compte: une solution de type « rénovation », par le remplacement localisé de certains composants, (voir V09) et une solution dite « façade neuve » qui consiste à remplacer intégralement les éléments d'origine, soit l'ensemble de la façade vitrée (voir V10). Les deux solutions ont fait l'objet d'un calcul afin d'établir la portée de l'amélioration thermique.

Solution V09 - rénovation

La rénovation se concentre sur les remplissages en verre simple, l'épaisseur des menuiseries intérieures en bois permettant aisément l'ajout d'un vitrage supplémentaire. Le nouveau vitrage isolant devra assurer une très grande transparence et une couleur neutre, afin de s'harmoniser avec les façades d'origine. Cela concerne les parties fixes et ouvrantes, également en imposte. Les menuiseries d'origine en bois-métal (châssis et ouvrants) sont intégralement conservées.

Ce principe a été appliqué dans la solution technique objet de la simulation au niveau thermique décrite ci-dessous :

- Les châssis et ouvrants d'origine en bois métal sont conservés. Le coefficient U des éléments d'origine est estimé à 1.5-2.0 W/m², K.

- Les verres simples d'origine sont remplacés par des nouveaux verres isolants doubles, fixés par parciose rapportée aux éléments existants (verre isolant 5/16/5, $U = 1.0 \text{ W/m}^2, \text{K}$, $g = 0.6 [-]$.
- Intercalaire ACS, $I = 0.04 \text{ W/m, K}$.

Solution V10 – façade neuve

La solution façade neuve comporte le remplacement intégral des enveloppes vitrées, au niveau des menuiseries (châssis et ouvrants) et des remplissages transparents.

Cela doit se faire en respectant impérativement les principes suivants :

- Le dessin des éléments d'origine dont la trame, les proportions (au millimètre près), les matériaux et les teintes sont maintenus. Dans ce sens, la suppression de l'imposte est à proscrire (voir ex. immeuble 1-7, av. Sainte-Cécile).

- Une légère réduction de la hauteur du nouveau module de façade est admise, afin de permettre une intervention d'amélioration des ponts thermiques au niveau des balcons (voir paragraphe suivant). Également, dans une logique d'amélioration thermique, une augmentation de l'épaisseur transversale des modules est envisageable permettant ainsi d'intégrer des profilés à rupture de pont

- Le principe de la structure en bois-aluminium des enveloppes d'origine est maintenu.

- Le nouveau vitrage isolant devra assurer une très grande transparence et une couleur neutre, afin de s'harmoniser avec les façades d'origine.

Ce principe a été appliqué dans la solution technique objet du calcul thermique décrite ci-dessous :

- Nouvelles menuiseries (châssis et ouvrants) en bois métal, $U_{cadre} = 1.4 \text{ W/m}^2, \text{K}$
- Nouveaux vitrages isolants triples. $U_{vitrages} = 0.6 \text{ à } 0.7 \text{ W/m}^2, \text{K}$, $g = 0.5 \text{ à } 0.6 [-]$.
- Intercalaire ACS, $I = 0.0035 \text{ W/m, K}$.

Le faible écart entre les deux solutions au niveau de l'amélioration thermique souligne l'efficacité et la validité du simple remplacement des vitrages, solution nettement plus favorable du point de vue strictement patrimonial et permettant en même temps une sensible amélioration du confort acoustique. Cette donnée doit toutefois être impérativement croisée avec des considérations touchant à l'économie de l'opération par rapport à sa faisabilité technique, ainsi qu'au niveau des nuisances sur les locataires.

7.2.II Balcons

La rythmique de la façade jour est déterminée par la grille structurelle en dalles et murs de refend en béton armé. Cette modulation donne aux enveloppes, par les nez des dalles et les têtes des murs en béton brut de décoffrage qui contrastent avec les façades entièrement vitrées des living, des immeubles de la Cité Meyrin, une profondeur remarquable qui mérite d'être conservée. Cela fonctionne également comme un dispositif brise-soleil permettant de contrôler l'éventuelle surchauffe estivale de manière efficace (les protections solaires en toile n'étaient d'ailleurs pas prévues à l'origine).

Du point de vue thermique, bien que les modules des enveloppes transparentes soient fixés en correspondance d'une discontinuité des refends au niveau de leur composition (les murs en briques se poursuivent en effet par des voiles en béton d'épaisseur réduit), les points faibles que sont les ponts thermiques subsistent. Les calculs conduits en phase d'étude ont permis d'en quantifier l'incidence en termes de bilan thermique global.

Une solution « d'emballage » avec 30 mm d'isolant synthétique sur deux faces des murs de refend ainsi que sur les dalles a été testée. Cela apporte une amélioration de l'ordre de 0.6 à 1.3 %. Considérée comme négligeable par rapport au bilan thermique global, et l'impact important en termes d'image des bâtiments d'origine, cette mesure d'amélioration thermique est à proscrire (voir V12 et V13). Ainsi :

- Les murs de refend ne seront pas isolés.

Pour réduire l'incidence du pont thermique au niveau des dalles, et cela uniquement en cas de remplacement de la façade vitrée dont la hauteur sera légèrement modifiée (voir paragraphe précédent), la face inférieure de la dalle peut être isolée. La solution objet du calcul prévoit que :

- une couche d'isolation synthétique type PUR d'épaisseur décroissante (environ 30 mm à la naissance, du côté des enveloppes vitrées), de manière à ne pas modifier la lecture des nez des dalles bruts en façade.

7.2.III Protections solaires et garde-corps

Des protections solaires à projection en tissu, qui n'étaient pas prévues à l'origine, ont été ajoutées de manière quasi systématique sur l'ensemble des façades sud-est. Dans la plupart de cas, en l'absence de prescriptions détaillées en la matière, ces éléments rapportés présentent des modèles de couleurs et motifs les plus disparates. L'image qui en résulte est celle d'une façade mouvementée par une multitude de teintes ; cela rend difficilement lisible le dessin et le traitement architectural d'origine.

Le changement des stores par des éléments identiques sur l'ensemble de la façade met en évidence l'impact des interventions, notamment au niveau de la couleur.

- Une stratégie doit être étudiée afin de rétablir l'image unitaire de l'ensemble. La définition d'une série de prescriptions concernant le modèle, la texture et surtout la couleur des éléments rapportés doit être étudiée.

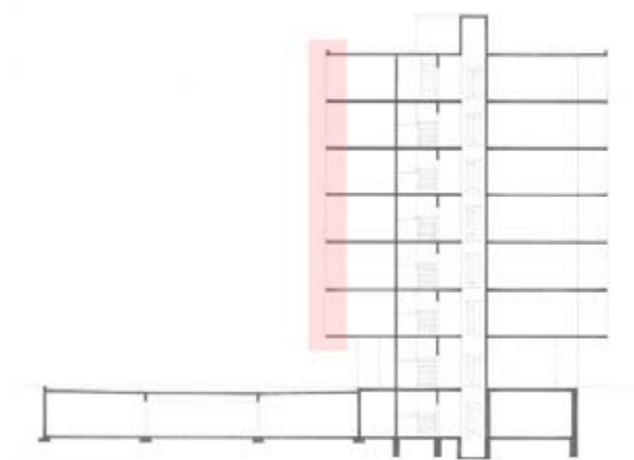
- Le remplacement des protections solaires par des toiles de couleurs vives (comme c'est le cas du rouge vif choisi pour l'immeuble au 47-53, avenue de Mategnin) est à proscrire (ph. 10).

De la même manière, les garde-corps en verre sécurisé transparent d'origine ont été occultés de manière quasiment systématique (tôles métalliques, panneaux agglomérés, tissus, résilles, etc) créant un patchwork de textures différentes.

Les éléments de garde-corps ne présentent pas de problèmes majeurs au niveau des fixations à la dalle, ni des assemblages des éléments.

- Les remplissages des garde-corps doivent être proscrits et leur transparence doit être préservée; tout remplacement par des éléments opaques ou translucides comme c'est le cas des interventions sur l'immeuble au 47-53, avenue de Mategnin, doit être évité (ph. 10).

7.3 Façade nuit



Les éléments préfabriqués constituant les façades du côté des chambres ont subi les modifications les plus importantes, souvent justifiées par des raisons d'amélioration de la performance thermique et des prestations au niveau du confort des utilisateurs. Cela a conduit, dans certains cas, au remplacement intégral du mur-rideau, par une nouvelle façade, dont le dessin se veut à l'identique par rapport à la façade d'origine. Bien que la modénature reprenne plus ou moins fidèlement le rythme des menuiseries en aluminium, le changement apparaît toutefois radical, tant au niveau des teintes des vitrages et des verres VET que dans la différence dimensionnelle par rapport aux profilés en aluminium d'origine.

Des interventions ponctuelles impliquant un changement très important de l'image des façades, comme dans le cas de l'ajout des stores extérieurs (ph.14), nuisent de plus à la lecture de la trame d'origine et présentent par ailleurs de nombreux problèmes d'usage (bruits dus au vent, présence de nids d'oiseaux, etc.). Au même titre, le remplacement des ouvrants sur les châssis existants, par des modèles type 'cadre rénovation', modifie l'apparence des panneaux d'origine par l'ajout d'un profilé supplémentaire. Ces interventions sont à proscrire.

Rien de ce qui a été fait jusqu'à présent ne peut être considéré comme une solution satisfaisante du point de vue patrimonial, car cela implique soit un important changement d'image, soit une perte irréversible de la substance matérielle d'origine (ph. 12).

En termes de bilan thermique global, les déperditions dues au mur-rideau côté nuit au nord-ouest ont une incidence d'environ 23% sur l'ensemble des déperditions, dont 19% au niveau des fenêtres.

Comme pour les enveloppes de la façade jour, une solution de type « rénovation », par le remplacement localisé de certains composants, (voir V03 à V06) et une solution dite « façade neuve » qui consiste à remplacer intégralement les éléments d'origine, voire l'ensemble de la façade vitrée (voir V07 et V08), ont été étudiées. Les deux solutions, comportant plusieurs variantes au niveau de la performance thermique des composants, ont fait l'objet d'un calcul afin d'établir la portée de l'amélioration thermique.

Solution V03 à V06 - rénovation

La solution A – rénovation comporte le remplacement des ouvrants ainsi que des parties opaques, déposées et remplacées par une nouvelle isolation plus performante. Cette solution prévoit donc la conservation intégrale de la face extérieure du mur-rideau, simplement doublé à l'intérieur, et n'entraîne donc aucune modification de l'image des enveloppes (aucune recommandation n'est donc formulée à ce niveau).

Sur la base de l'expérience pilote conduite au Lignon, ce principe a été appliqué dans la solution technique objet de la simulation au niveau thermique décrite ci-dessous :

Parties vision (petit ouvrant et grand fixe) :

Un cadre fixe rapporté sur le châssis existant conservé, en bois, pris dans l'épaisseur des profilés, est prévu pour assurer la résistance mécanique du bloc-fenêtre et permettre une battue supplémentaire améliorant l'étanchéité à l'air.

- Les ouvrants existants sont remplacés par des nouveaux guichets en bois d'épicéa. Les ouvrants extérieurs en aluminium sont conservés.
 - U tot des menuiseries < 1.8 W/m², K.
 - Un vitrage intérieur plus performant remplace le verre simple d'origine. Afin d'absorber l'éventuelle surchauffe qui pourrait se produire dans l'interstice provoquant la rupture du nouveau vitrage intérieur, celui-ci est trempé. Intercalaire ACS, I = 0.04 W/m, K.
 - Les joints existants sont remplacés par des nouveaux joints EPDM. Un joint EPDM supplémentaire est ajouté dans la battue du sur-cadre.
 - Le store à lamelles posé dans l'interstice de la fenêtre caisson est remplacé par un nouvel élément, à texture solide, de couleur blanche d'origine.
 - La commande du store se fait par baguettes extérieures, selon le modèle d'origine.
 - L'ouverture du vitrage de plus grande dimension est assurée uniquement pour le nettoyage; le système de fixation par vis est remplacé par un fermant de nouvelle génération intégré au sur-cadre du châssis.
 - Le nouveau complexe de fenêtre caisson permet de respecter la nouvelle Ordonnance sur le bruit 2016.
- Pour les modèles à ouverture oscillo-battante, les ferments du mécanisme d'ouverture oscillo-battant sont intégrés dans les nouveaux ouvrants.

En ce qui concerne la performance thermique des vitrages, deux sous-variantes ont été l'objet d'une simulation :

Sous-variante V03 et V05 – verre double

- Verre isolant double, U = 1.1 W/m², K ; g = 0.6 [-].

Sous-variante V04 et V06 – verre triple

- Verre isolant triple, U = 0.7 W/m², K, g = 0.6 [-].
- Une solution comportant l'utilisation d'un verre isolant double avec film tendu intégré (ex. « Superglass »), présentant les mêmes caractéristiques thermiques d'un vitrage triple, mais avec seulement deux verres – avec une mineure incidence donc au niveau de la faisabilité technique sur les menuiseries existantes - a été testée.

Parties opaques :

L'intervention comporte la dépose des panneaux de remplissage existants, seul le verre VET extérieur et la structure secondaire des panneaux étant conservés. Quant à la composition des nouveaux panneaux isolants, deux sous-variantes ont été testées.

Sous-variante V03 et V04 – Isolant traditionnel

L'isolation est composée de :

- Une couche de laine de roche (20 mm, I = 0.034 W/m, K).
- Deux couches d'isolant PUR (20+30 mm, I = 0.027 W/m, K).
- Panneau en bois aggloméré de finition intérieure (19 mm, I = 0.170 W/m, K).
- Les nouveaux panneaux isolants sont fixés sur la structure primaire des cadres existants. Les deux montants intermédiaires d'origine prévus pour la fixation des corps de chauffe sont maintenus.
- Pour retrouver le dessin et les épaisseurs du panneau d'origine, une sur-tablette en bois est posée sur la tablette existante.

Sous-variante V05 et V06 – Isolant sous-vide

Des isolants dit 'super-performants' ont été testés, soit des panneaux sous-vide Vacuum assurant une performance thermique accrue. Le panneau est ainsi composé de :

- Une couche de laine de roche rigide (20 mm, I = 0.034 W/m, K).
- Panneau d'isolation Vacuum (20 mm, I = 0.008 W/m, K).
- Une couche d'isolant PUR (30 mm, I = 0.027 W/m, K).
- Panneau en bois aggloméré de finition intérieure (19 mm, I = 0.170 W/m, K).

Solution V07 et V08 – façade neuve

Le mur-rideau est intégralement remplacé selon le dessin de la façade d'origine dont les proportions, les matériaux et les teintes sont impérativement maintenus. Il faut signaler que cette solution permet une amélioration des déperditions au niveau des accrochages des panneaux du mur-rideau.

- Le principe constructif de modules en bois-aluminium - correspondants à une unité de pièce - est maintenu.

Châssis, ouvrants, et couvre-joints en bois-aluminium

- Les dimensions des modules d'origine sont respectées au millimètre près, en ce qui concerne les épaisseurs apparentes des profilés (châssis et ouvrants) ainsi que les couvre-joints et capotages en aluminium de la structure porteuse. Les éventuelles améliorations thermiques au niveau des châssis (ex. rupture de pont) ainsi que l'intégration des tringles d'ouverture, doivent impérativement se développer dans l'épaisseur transversale du module, sans changement des dimensions apparentes en façade. Une éventuelle augmentation de l'épaisseur des modules doit se développer vers l'intérieur afin de garder le subtil décrochement avec les pignons en béton brut de décoffrage.

Aucun profilé doit être ajouté en bordure de la façade-rideau, ni en couronnement, ni en correspondance des murs-pignon, ni au rez-de-chaussée.

- Également, les finitions superficielles d'origine au niveau du traitement de l'aluminium, ainsi que les modalités d'assemblage (ex. découpe à l'anglaise des profilés) doivent être respectées de manière fidèle.

La seule exception au principe de réfection à l'identique concerne la hauteur des parties opaques en allège, remontées à 1 mètre afin de respecter les prescriptions de sécurité.

Un renvoi d'eau supplémentaire en partie basse est à prévoir. Son impact sur les proportions des modules d'origine doit être minimisé.

Remplissages en allège

- La teinte des remplissages en verre teinté émaillé (VET) doit respecter la couleur gris-bleu d'origine. Cela concerne également la finition superficielle semi-mat.

Partie vision

- Le principe de la « fenêtre caisson » à doubles ouvrants en bois-aluminium est maintenu. Les deux éléments (ouvrants bois intérieurs et alu extérieurs) sont simplement dissociables pour permettre leur entretien.

- Le bloc des fenêtres est composé d'un verre simple extérieur et d'un verre isolant intérieur, les deux séparés par un vide ventilé naturellement.

Toute solution comportant la pose d'un vitrage isolant extérieur est à proscrire. Cela entraînerait un changement radical de l'image de la façade, non seulement en ce qui concerne la teinte des vitrages et leur transparence, mais également au niveau de la réflexion en surface, légèrement bombée à cause de la contraction/expansion du gaz pris entre deux vitrages, déterminant une déformation de ceux-ci. Dans la même logique, toute solution de stores à lamelles pris dans le complexe d'un vitrage isolant est à écarter (ph. 12).

- En ce qui concerne l'apparence du verre simple extérieur, celui-ci devra assurer une très grande transparence et une couleur neutre, afin de s'harmoniser avec les façades d'origine.

- Les protections solaires (impérativement des stores à lamelles, texture solide, couleur blanc) doivent être prises entre le verre simple extérieur et le verre isolant intérieur. Les solutions de stores intérieurs posés derrière le verre isolant (voir ex. immeuble 33-43, av. Sainte-Cécile), ainsi que de stores extérieurs rapportés (voir ex. immeuble 1-7, av. Sainte-Cécile) sont à proscrire. Cela comporterait une modification majeure au niveau de l'image de la façade, de sa modénature et de l'aspect du complexe des vitrages.

Sur la base des recommandations formulées ci-dessus, deux solutions de façade neuve ont été l'objet d'une simulation thermique. Les variantes étudiées concernent la performance thermique des vitrages. En particulier :

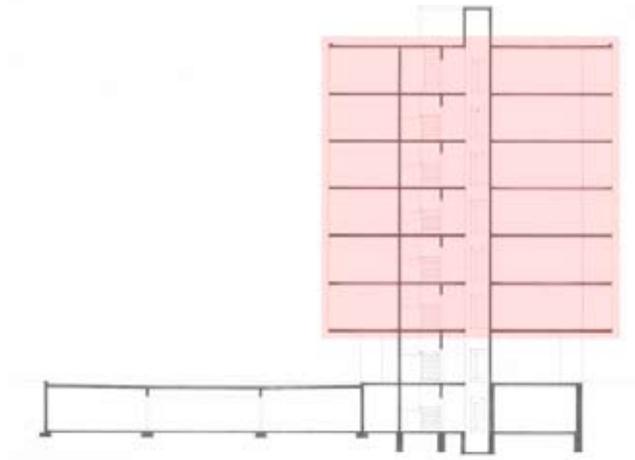
Solution V07 – vitrage double

- Verre double, $U_{\text{vitrage}} = 1.0 \text{ W/m}^2, \text{ K}$; $g = 0.6 [-]$.
- Intercalaires ACS, $l = 0.04 \text{ W/m}$
- Ucadre = $1.4 \text{ W/m}^2, \text{ K}$
- Le nouveau complexe de fenêtre caisson doit respecter la nouvelle Ordonnance sur le bruit 2016.

Solution V08 – vitrage triple dit « Superglass »

- Verre triple Superglass, $U_{\text{vitrages}} = 0.6 \text{ W/m}^2, \text{ K}$, $g = 0.6 [-]$.
- Intercalaires ACS, $l = 0.04 \text{ W/m}$
- Ucadre = $1.4 \text{ W/m}^2, \text{ K}$
- Le nouveau complexe de fenêtre caisson doit respecter la nouvelle Ordonnance sur le bruit 2016.

7.4 Murs-pignon



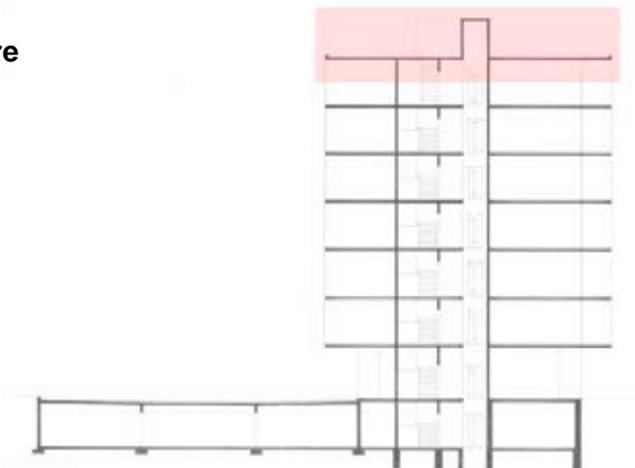
Les interventions d'isolation thermique des pignons produisent un changement radical de l'aspect et de la matérialité de la façade (ph. 21, 22). Dans certains cas, un effort a été fait dans le traitement de la surface (marque des planchers, couleur rappelant la teinte du béton, etc.) ; cela compromet toutefois la lecture du calepinage d'origine très expressif.

- Comme prévu sur les plans des architectes, les murs en béton des pignons comportent, dès l'origine, un doublage isolant d'environ 40 mm. L'éventuelle isolation des murs-pignon se fera impérativement par l'intérieur. Elle doit être considérée essentiellement comme une amélioration du confort intérieur, l'incidence de l'isolation des pignons au niveau du bilan thermique global étant négligeable, soit 2-3%.

Les valeurs objet du calcul se réfèrent à une isolation intérieure de 40 mm d'isolant synthétique (également dans les pièces d'eau). L'isolation intérieure devra avoir une épaisseur décroissante vers les façades, afin de simplifier leur raccordement.

L'épaisseur de l'isolation rapportée pourrait être plus importante, si elle se fait à l'occasion de la réfection des pièces d'eau.

7.5 Toiture et superstructure



Une isolation de la toiture, avec augmentation de l'épaisseur existante, est envisageable. Un certain nombre de principes doivent être respectés afin de ne pas nuire à la lecture des façades et plus généralement du volume de l'immeuble. En particulier:

- La pose de la nouvelle isolation plus épaisse doit se faire en retrait des façades évitant ainsi un couronnement rapporté, absent dans les façades d'origine. Le retrait correspond à la largeur des balcons pour la face sud-est et environ 30 cm sur les murs-pignon et la face nord-ouest. Une isolation moins épaisse, à épaisseur décroissante sur les bords peut être prévue.

- La réfection générale de l'étanchéité ne pose pas de problèmes. Aucune ferblanterie n'était prévue à l'origine. Les nouvelles ferblanteries apparentes, indispensables pour la protection des éléments en béton, seront en zinc-titane afin d'éviter un aspect trop brillant du métal. L'épaisseur des retombées sur les parties verticales sera en outre limitée au maximum (environ 20 mm) pour éviter un changement trop radical de l'aspect des façades, qui tirent parti de l'exposition de la structure en béton armé, lisse et continue sur la hauteur de l'immeuble (ph. 24, 25).

Ces principes ont été appliqués dans la solution technique objet de la simulation au niveau thermique décrite ci-dessous :

- Isolation de la toiture non inversée
15 cm PUR, $\lambda = 0.027 \text{ W/m, K}$
posée en retrait du bord de façade (correspondant à la largeur du balcon sur la façade jour et environ 30 cm sur les façades nuit et murs-pignon).
- Réfection de l'étanchéité.
- Pose des ferblanteries en zinc-titane avec retombée sur pignons de max 20 mm.

Cette intervention comporte une économie d'énergie d'environ 4.3 %.

7.6 Intégration de panneaux solaires thermiques

L'installation de panneaux solaires thermiques en toiture permet de couvrir en partie les besoins de consommation d'eau chaude du bâtiment. L'installation se raccorde aux boilers existants et fonctionne en complément de la chaudière. La production de chaleur étant centralisée dans un seul bâtiment, la toiture du bâtiment abritant la production devra également accueillir le champ du bâtiment voisin. Il faut donc intégrer 144 m² de panneaux horizontalement.

Pour un bâtiment type de 9 étages (Mategnin 63-69), la consommation de chaleur pour la préparation de l'eau chaude sanitaire a été estimée à 152MWh/an. La production de chaleur solaire a été étudiée pour couvrir 30 et 50% des besoins des utilisateurs.

Le champ de panneaux suit l'orientation du bâtiment, soit sud-est.

Meyrin-Parc - 9 étages - intégration panneaux solaires				
Inclinaison	Surface de capteur par bâtiment			
	3°	15°	30°	45°
	m2	m2	m2	m2
30% de couverture	62	60	62	66
50% de couverture	136	140	136	150

Influence de l'inclinaison sur la surface à installer (pour 1 bâtiment)

L'influence de l'inclinaison est relativement faible pour une même production de chaleur. Pour des raisons d'intégration, l'inclinaison de 3° sera conseillée.

La place à disposition permet d'envisager l'installation sur toute la longueur du bâtiment de deux bandes de 2.2 m de largeur, totalisant ainsi une surface potentielle d'environ 200m². Les superstructures ayant une faible hauteur, l'ombre portée sur les panneaux sera réduite.

200m² de panneaux solaires thermiques peuvent produire annuellement 131MWh, soit 43% de couverture pour les deux bâtiments, et l'équivalent de 14'600 litres de mazout.



Intégration de panneaux solaire en toiture

C.8 LA STRUCTURE PORTEUSE

La résistance de la structure mixte, qui associe des dalles pleines en béton armé aux murs de refend en briques à tous les niveaux, pourrait se révéler insuffisante pour le respect des prescriptions anti-sismiques en vigueur. Il faut signaler que toute intervention sur les immeubles pourrait obliger à d'importants travaux de remise aux normes (doublage de la structure, ajout de tirants, etc.).

- Une étude approfondie, conduite par un ingénieur spécialisé doit impérativement être mise en place au préalable pour établir la performance en termes de résistance aux séismes et pour évaluer l'importance des interventions.

La dégradation des bétons apparents est visible à plusieurs endroits, en particulier dans les parties les plus exposées, voire les angles supérieurs et inférieurs des immeubles (ph. 30, 31). Également, des traces de carbonatation apparaissent dans les bétons en correspondance des nez des dalles et des têtes des murs des loggias (particulièrement minces quant à leur épaisseur, souvent voilées), qui se présentent dans certains cas fortement désagrégés, les fers étant apparents, non protégés.

Dans les immeubles dont les façades pignon n'ont pas fait l'objet d'une isolation extérieure, la surface de béton se présente dégradée, voire très dégradée, les fers apparents à plusieurs endroits.

- Un diagnostic global avec définition systématique des pathologies qui affectent les bétons apparents de la Cité (y compris ceux qui ont été peints depuis l'origine), conduit sous la responsabilité d'un ingénieur spécialisé, est à prévoir.

- Des interventions ponctuelles de réparation des bétons dégradés et de traitement de la carbonatation non destructifs sont recommandées.

C.9 LA COULEUR

La question de la couleur mérite d'être abordée à l'échelle de l'ensemble. Les poteaux lamellaires au rez-de-chaussée, ainsi que les murs des cages d'escaliers, en béton brut lasuré à l'origine, laissant apparentes les marques de coffrage, ont fait l'objet de peinture de couleurs les plus diverses, allant de l'orange vif au rose saumon, jusqu'au plus discret gris clair rappelant la couleur du ciment (ph. 26 à 29). Comme c'est le cas des protections solaires ou encore des occultations des garde-corps des balcons, cette variété chromatique au niveau des entrées nuit à l'unité de l'ensemble. Cela est particulièrement évident dans le cas d'immeubles dont les allées couplées sont gérées par des régies différentes. Également, la peinture claire de la grille structurelle apparente en façade sud-est est à signaler sur des nombreux immeubles.

- Il faut revenir impérativement à l'état brut d'origine des éléments en béton. Une légère lasure assurant la protection hydrofuge peut être envisagée.

C.10 ADDENDUM : QUALITES URBANISTIQUES ET AMENAGEMENTS EXTERIEURS

Pour la sauvegarde de l'unité architecturale de l'ensemble dans ses différentes composantes, les recommandations formulées par le TSAM ne peuvent ne pas toucher les aspects liés aux aménagements extérieurs, décrites ci-bas. Elles sont formulées en conformité au réglément du plan de site, notamment les articles 3 et 7.

La qualité des espaces extérieurs conçus en collaboration avec l'architecte-paysagiste Walter Brugger est en effet fondamentale dans le projet du bureau Addor. Bien que le projet d'origine ait subi quelques modifications (condamnation des patageoires, léger remaniement des aménagements paysagers, disparition des blocs erratiques, etc.), il est toujours clairement lisible.

- Une étude approfondie du projet d'origine s'impose ; elle doit servir de base pour la mise en place d'un plan détaillé de maintenance. Le respect des qualités paysagères d'origine, notamment le maintien des vastes espaces de verdure entre les immeubles doit être garanti. De même, toute nouvelle construction, voire toute modification du gabarit d'origine (surélévation, etc.), est à proscrire en raison des qualités urbanistiques et architecturales évidentes, dictées dès l'origine par la topographie du terrain et les contraintes liées à la proximité de l'aéroport.

- Au niveau du mobilier extérieur, les éléments d'origine qui persistent sur le site sont à conserver impérativement. C'est le cas du très beau lampadaire tubulaire ou encore des bancs dessinés par Walter Brugger (ph. 32 et 33).

- Le cloisonnement des espaces par des grillages ou des barrières risquerait de dénaturer le traitement continu des extérieurs, conçu comme un véritable aménagement paysager. Il faut veiller à ce que les dispositifs de sécurisation des zones utilisées par les enfants ne nuisent pas à la lecture de la qualité du projet d'origine.



32



33

CONCLUSIONS

L'adoption du plan de site n° 29484-526 de la Cité Meyrin atteste la reconnaissance patrimoniale de la première cité satellite suisse, dont la valeur architecturale fait aujourd'hui l'objet d'un véritable consensus. Élaboré dans le cadre du groupe de travail réunissant les services de l'énergie et du patrimoine du canton de Genève, ainsi que la commune de Meyrin, ce cahier des charges – annexe au plan de site et étudié à l'échelle de l'ensemble – répond à un double objectif : il s'agit de concilier les impératifs énergétique et patrimonial. Ainsi, l'étude vise à la sauvegarde de l'ensemble, dont l'unité architecturale, reconnue comme l'un des principaux atouts de l'œuvre du bureau de Georges Addor, est compromise par une multitude d'interventions ponctuelles, peu respectueuses de la substance matérielle des éléments d'origine. En parallèle, l'étude intègre l'impératif d'amélioration de la performance énergétique, incontournable dans l'objectif à moyen terme de la « société à 2000 Watt ».

Le cahier des charges, présenté sous forme de recommandations, concerne toutes les interventions sur les immeubles de la Cité. Il touche aux mesures de réduction des consommations énergétiques, dans le but d'assurer également la conservation des éléments matériels d'origine qui subsistent, et cela au-delà du simple respect de leur volumétrie. Établies sur la base d'une étude approfondie du projet d'origine, les recommandations ont fait l'objet d'un calcul afin d'en vérifier l'efficacité en terme d'amélioration du bilan thermique global. Présentées à titre d'exemple dans l'étude, des interventions élaborées dans le respect du cahier des charges ont été en effet testées par simulation. Ces améliorations ponctuelles sont résumées dans un tableau récapitulatif, conçu comme un outil d'aide à la décision, permettant de mesurer l'efficacité des mesures proposées et d'élaborer une stratégie de planification adéquate.

Le croisement systématique des variables patrimoniale et énergétique résumées dans le tableau, fait ressortir clairement que des interventions lourdes, entraînant un changement radical des enveloppes d'origine en termes de substance et d'image, ne sont pas justifiées par une amélioration conséquente par rapport aux bâtiments en l'état, comme c'est le cas de l'isolation périphérique des pignons, ou celui de la grille structurelle des balcons en façade-jour.

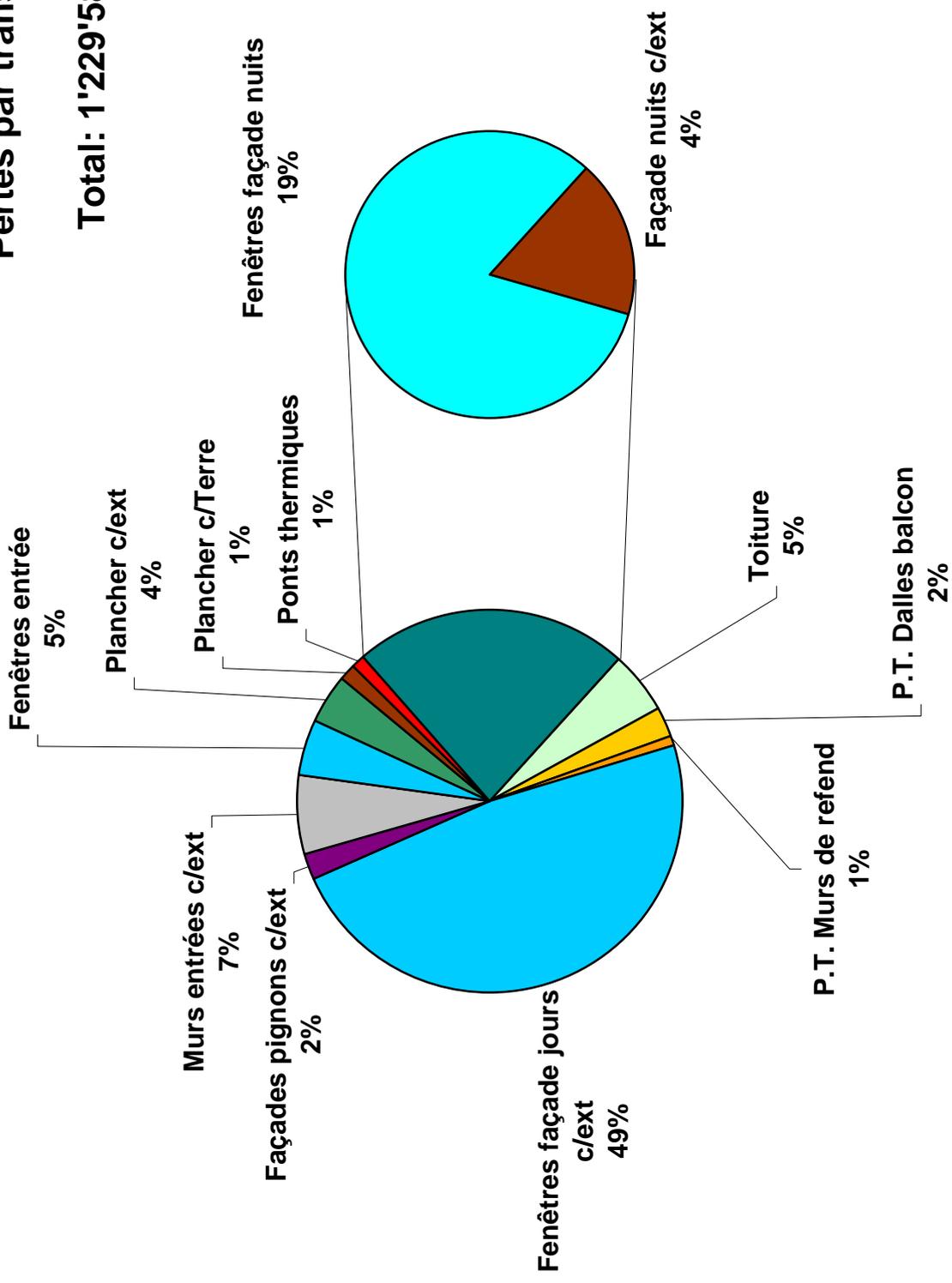
Également, le calcul du bilan global des consommations met en évidence qu'il est possible d'atteindre des valeurs très proches des limites légales imposées par la norme SIA 380/1-rénovation – sinon les respecter – avec des interventions de type rénovation (remplacement des vitrages, isolations partielles des parties opaques, etc.) sans recourir à des solutions techniques bien plus lourdes en terme patrimoniale, comme c'est le cas de la substitution intégrale du mur-rideau. Le recours à des systèmes d'intégration des sources renouvelables à l'échelle du bâtiment – comme c'est le cas des panneaux solaires thermiques judicieusement disposés en toiture – permettrait une amélioration globale supplémentaire, s'approchant des valeurs du label Minergie, et cela sans porter atteinte à la lecture de l'ensemble du bureau Addor.

Les recommandations, organisées par type d'enveloppes et éléments, et concernant les matériaux, les finitions, les couleurs et les dimensions des composants d'origine, constituent le cadre réglementaire que tout nouveau projet soumis à autorisation devra respecter. Elles se veulent des lignes-guide permettant un développement cohérent et durable de la Cité satellite de Meyrin, dans le respect de celle qui est reconnue comme une œuvre architecturale majeure dans le contexte suisse et international.

V01 Situation d'origine - Mategnin 63-69

Pertes par transmission

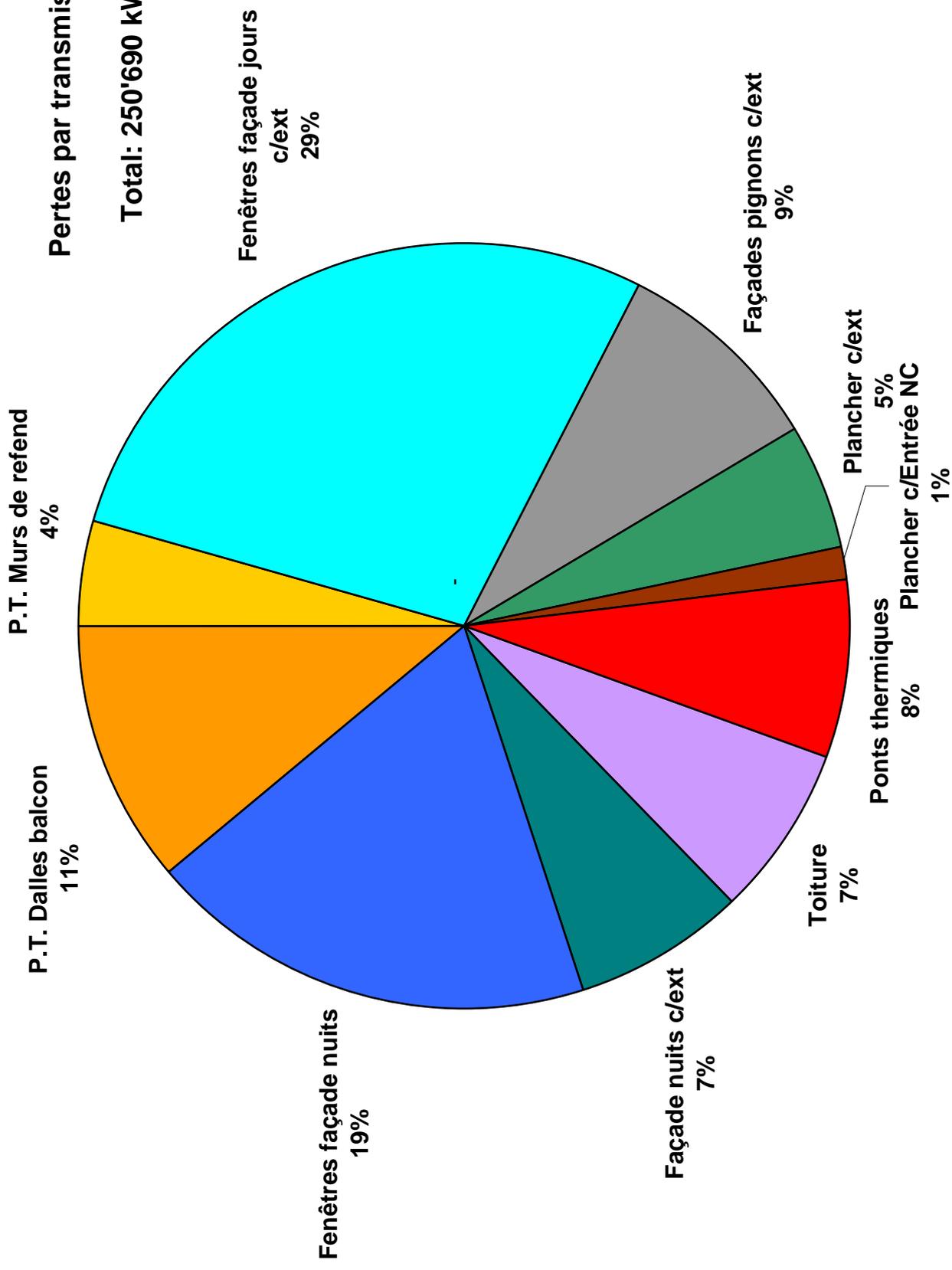
Total: 1'229'580 kWh



**V15 Assain. global - Verre triple -
Sans traitement des balcons**

Pertes par transmission

Total: 250'690 kWh

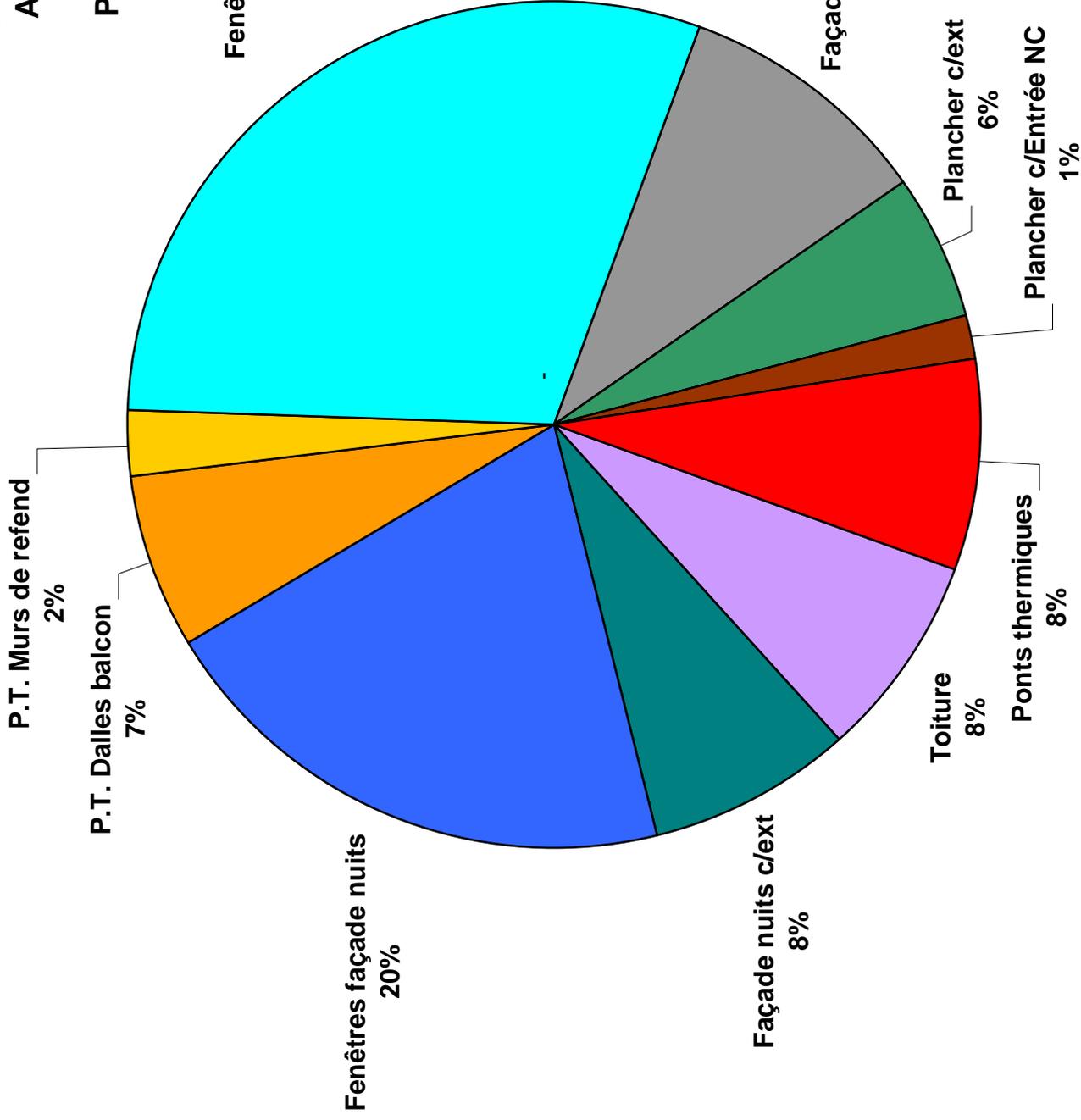


**V17 Assain. global - Verre triple -
Avec traitement des balcons**

Pertes par transmission

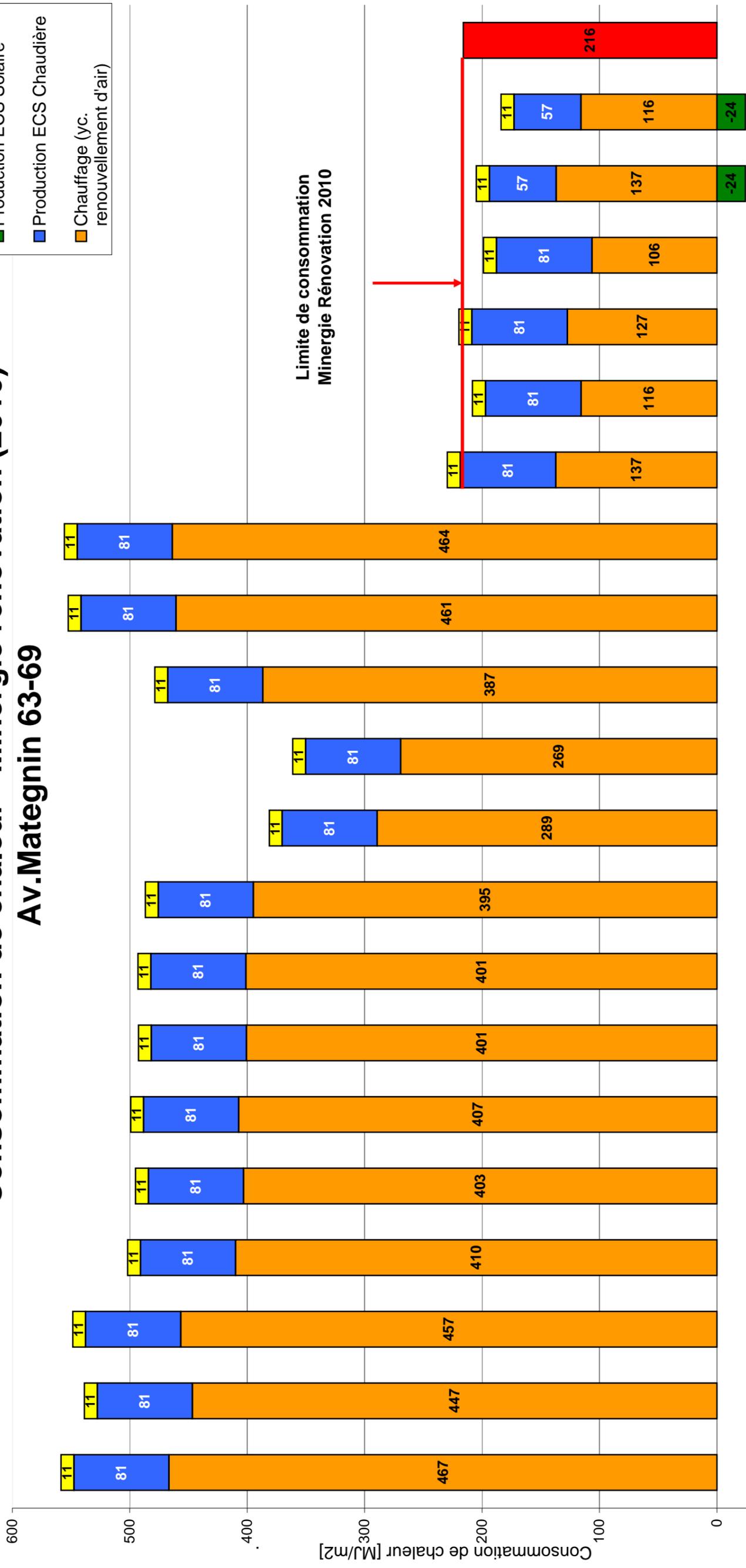
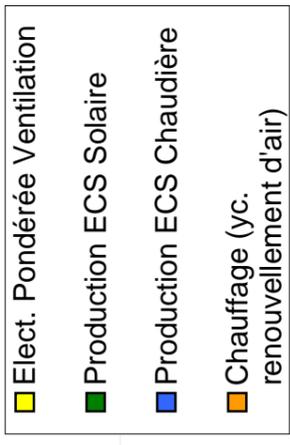
Total: 233'010 kWh

**Fenêtres façade jours
c/ext
30%**



Consommation de chaleur - Minergie rénovation (2010)

Av.Mategnin 63-69

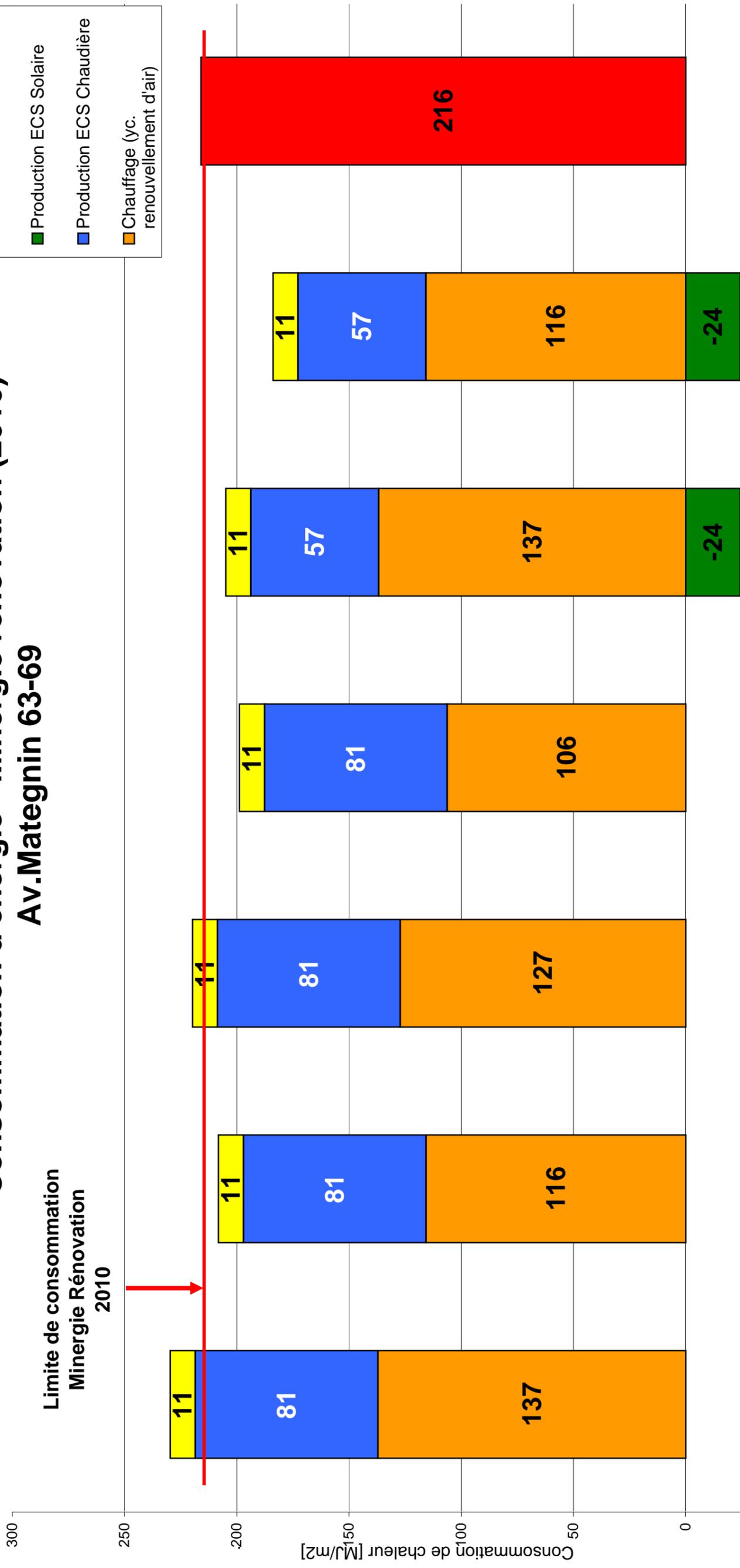
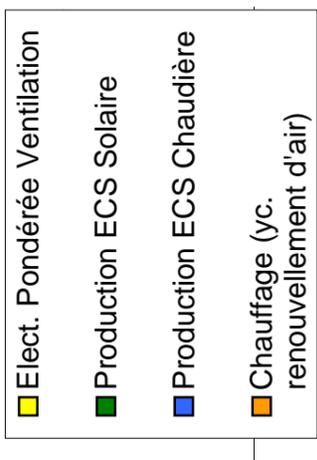


Améliorations ponctuelles

Améliorations globales

Situation d'origine	V00
Isolation de la toiture - 15cm PUR	V01
Façades pignons - Isolation intérieur 4cm PUR	V02
Façade rideau Rénovation - Variante B1 Isolation traditionnelle - Verre double	V03
Façade rideau Rénovation - Variante B1 Isolation traditionnelle - Verre triple (SuperGlas)	V04
Façade rideau Rénovation - Variante B2 Isolation sous vide- Verre double	V05
Façade rideau Rénovation - Variante B2 Isolation sous vide - Verre triple (SuperGlas)	V06
Façade rideau Neuve - Variante C - Verre double	V07
Façade rideau Neuve - Variante C - Verre triple	V08
Façade jours Rénovation - Verre double & cadre conservé	V09
Façade jours Neuve - Verre triple et remplacement des cadres	V10
Rez-de-chaussée non-chauffé - Isolation sous-dalle	V11
Dalles de balcon - Emballage des 2 faces par 3cm EPS	V12
Murs de refend - Emballage des 2 faces par 3 cm EPS	V13
Assain. globale - Verre double - Sans traitement des balcons	V14
Assain. globale - Verre triple - Sans traitement des balcons	V15
Assain. globale - Verre double - Avec traitement des balcons	V16
Assain. globale - Verre triple - Avec traitement des balcons	V17
V14 - Assain. global - Verre double - Sans traitement des balcons - ECS balcons - 50% solaire	V18
V15 - Assain. global - Verre triple - Sans traitement des balcons - ECS balcons - 50% solaire	V19
Limite de consommation de chaleur selon Minergie 2010 Rénovation	SIA

Consommation d'énergie - Minergie rénovation (2010) Av.Mategnin 63-69



Scenario	Description	Category
V14	Assain. global - Verre double - Sans traitement des balcons	Minergie
V15	Assain. global - Verre triple - Sans traitement des balcons	Minergie
V16	Assain. global - Verre double - Avec traitement des balcons	Minergie
V17	Assain. global - Verre triple - Avec traitement des balcons	Minergie
V18	V14 - Assain. global - Verre double - Sans traitement des balcons - ECS 50% solaire	Minergie
V19	V15 - Assain. global - Verre triple - Sans traitement des balcons - ECS 50% solaire	Minergie
	Limite de consommation de chaleur selon Minergie 2010 Rénovation	Minergie

1	2	3		4												5		6		7		8													
		Calcul de conformité	SRE	Eléments de l'enveloppe												Ventilation	Equipements supplémentaires Minergie	Base Légale		Minergie			Résultat												
Variante	Habitation	Toiture	Façade nuit	Fenêtres nuit	Murs pignons NON ISOLE	Murs pignons ISOLATION périph.	Fenêtres balcon	Dalles balcons	Murs de refend	Plancher ext	Murs entrée	Fenêtres entrée	Plancher c/terre	Ventilation	Equipements supplémentaires Minergie	Besoin de chaleur de l'enveloppe	Exigence Primaire sur l'enveloppe	Valeur limite consommation	Economie																
E	U	E	U	U	E	U	U	E	U	E	U	U	E	U	U	IDE	IDE	IDE	Validité																
cm	Win ² /K	cm	Win ² /K	Win ² /K	cm	Win ² /K	%	cm	Win ² /K	cm	Win ² /K	%	cm	Win ² /K	cm	Win ² /K	MJ/m ² .an	MJ/m ² .an	OUI / Non																
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%																
2009	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	4+6	0.34	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1+6	0.42	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	457	-	367	-	-	-		
Mesure																																			
A Type 9 étages - Mategnin 63-69 - Consommation de chaleur mesurée																																			
V00	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	6%	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	467	0	467	-	-	
Calcul																																			
V01	7380	15	0.23	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	447	0	447	-	4.3%	
V02	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4+4	0.36	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	457	0	457	-	2.1%	
V03	7380	4	0.84	B1	0.88	1.00	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	410	0	410	-	12.2%	
V04	7380	4	0.84	B1	0.88	0.70	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	403	0	403	-	13.6%	
V05	7380	4	0.84	B2	0.66	1.00	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	407	0	407	-	12.7%	
V06	7380	4	0.84	B2	0.66	0.70	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	401	0	401	-	14.1%	
V07	7380	4	0.84	C	0.49	1.00	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	401	0	401	-	14.0%	
V08	7380	4	0.84	C	0.49	0.60	60%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	395	0	395	-	15.4%	
V09	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	1.0	60%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	289	0	289	-	38.0%	
V10	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	0.6	60%	0	0.71	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	269	0	269	-	42.3%	
V11	7182	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	0	0.59	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	-	387	0	387	-	17.1%	
V12	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	6.0	83%	3	0.40	0	0.59	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	461	0	461	0	1.3%	
V13	7380	4	0.84	?	1.24	3.00	65%	4	0.83	-	-	6.0	83%	0	0.71	3	0.29	1	0.96	1	0.96	0	3.72	6.0	83%	0	1.86	Simple flux	-	464	0	464	0	0.6%	
V14	7182	15	0.23	C	0.49	1.00	60%	4+4	0.36	-	-	1.0	60%	0	0.71	0	0.59	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	-	87	102	205	216	OUI	81.3%
V15	7182	15	0.23	C	0.49	0.70	60%	4+4	0.36	-	-	0.6	60%	0	0.71	0	0.59	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	-	65	102	208	216	OUI	86.0%
V16	7182	15	0.23	C	0.49	1.00	60%	4+4	0.36	-	-	1.0	60%	0	0.40	0	0.29	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	-	79	102	54	216	OUI	83.2%
V17	7182	15	0.23	C	0.49	0.70	60%	4+4	0.36	-	-	0.6	60%	0	0.40	0	0.29	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	-	58	102	55	216	OUI	87.7%
V18	7182	15	0.23	C	0.49	1.00	60%	4+4	0.36	-	-	1.0	60%	0	0.71	0	0.59	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	65m2 de panneaux solaire thermique	87	102	189	216	OUI	81.3%
V19	7182	15	0.23	C	0.49	0.70	60%	4+4	0.36	-	-	0.6	60%	0	0.71	0	0.59	1+2+2	0.24	0.24	-	-	-	-	-	-	-	Simple flux	65m2 de panneaux solaire thermique	65	102	0	216	OUI	86.0%

Mesure

Calcul

Elément modifié

Amel. Globale

Améliorations ponctuelles

Améliorations globales

BIBLIOGRAPHIE

Publications

Corboz André, Gubler Jacques, Lamunière Jean-Marc, *Guide d'architecture moderne*, Lausanne, 1969, p. 39

Dumont Eugène-Louis, *Histoire de Meyrin*, édité par le Conseil administratif de la Commune de Meyrin, Meyrin, 1991

Charollais Isabelle, Lamunière Jean-Marc, Nemeč Michel, *L'architecture à Genève 1919-1975*, République et Canton de Genève, Direction du patrimoine et des sites DAEL, Payot, Lausanne, 1999, pp. 164-167, 312-313

Bruno Marchand, « Au-delà de la cellule » in *Construire des logements, L'habitat collectif suisse 1950-2000*, Cahier de théorie n°4-5, PPUR, EPFL, 2000

Département de l'aménagement, de l'équipement et du logement, Centre de recherches sur la rénovation urbaine (CRR), Institut d'architecture à l'université de Genève (IAUG), 1896-2001, *Projets d'urbanisme pour Genève*, Genève, 2003

Ruggeri Daniela, Todros Anna (dir.), *Meyrin, progetto e modificazione dello spazio moderno*, Franco Angeli - Politecnico di Torino Facoltà di Architettura, Milano 2009

Calden Isabelle, Lewerer Jean-Pierre, « Meyrin Parc et cité Ciel Bleu » in COURTIAU Catherine (dir.), *XXe. Un siècle d'architectures à Genève*, Patrimoine suisse Genève, InFolio, Gollion, 2009, pp. 391, 404-405

Revues

H. V. « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°16/ 1960, p. 1436

H. V. « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°20/ 1960, p. 1878

Jeanneret Paul « La Cité-satellite de Meyrin va s'édifier » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°spécial/ 1960, p. 772

H. V. « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°19/ 1961, pp. 1581-1582

s.a., « Reflets de la construction à Genève » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°20/ 1961, p. 1663

s.a., « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°22/ 1961, p.1855

s.a., « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°20/ 1969, pp. 48-49

s.a. « Reflets de la construction en Suisse romande » in *Journal de la construction*

de la Suisse romande, n°8/ 1971, p. 51

s.a., « Cité Satellite de Meyrin, Genève », in *Architecture Formes et Fonctions*, n°7, 1960-1961, p. 214

s.a., « Centre commercial de la Cité Satellite de Meyrin, Genève », in *Architecture Formes et Fonctions*, n°11, 1964-1965

« L'équipement commercial de la cité satellite de Meyrin, Genève, est un modèle du genre » in *Habitation*, n°7, juillet 1965, couverture

s.a., « Cité satellite de Meyrin » in *Habitation*, n°7, juillet 1965, pp. 40-49

Publicité pour les menuiseries bois-métal James Guyot (photo de Meyrin Parc) in *Bulletin technique de la Suisse romande*, vol 87/1961

Louis Payot, « Cité satellite de Meyrin » in *Bulletin technique de la Suisse romande*, février 1964, pp. 71-73

Bussat Pierre, « Les nouveaux centres résidentiels à Genève » (Werk-Chronik) in *Werk* n°4, 1961, pp. 77-79

Publicité pour le verre « VET » (photo de Meyrin Parc) in *Werk*, n°3/ 1964, n°7 1964, n°1/ 1965

Publicité pour le chauffage RUNTAL (photo de Meyrin Parc) in *Werk*, n°7/ 1964

Addor und Julliard, « Eine Genfer Satellitenstadt : Meyrin » in *Das Wohnen*, n°57 1965, p. 145

Bergier J.F., « Meyrin-Genève », extrait de la *Revue de médecine préventive*, fasc. 6, 1966

« L'urbanisme et les cités satellites à Genève » in *Dossier publics, périodique de documentation genevoise*, n°1/ 1975

Sahy Blaise, « Recyclage, Renouvellement urbain à l'échelle des quartiers, Onex et Meyrin », in *Faces*, n°65/ 2007-2008, pp. 11-15

Etudes

Crivelli Giuliano, Hugi Jean-Pierre, *La cité satellite de Meyrin : étude de localisation*, mémoire de licence, Université de Genève, département de géographie, Genève, 1981

Berthoud Chantal, *Meyrin, demain cité radieuse de 50.000 âmes ? Un aspect de l'aménagement du territoire genevois entre 1955 et 1965*, mémoire de licence, Université de Genève, Département d'histoire générale, 1993

Service de l'habitat, direction de l'aménagement, Département des travaux publics et de l'énergie, *Meyrin-Cité, Pré-recensement du parc de logements* (document de référence annexé à l'étude directrice de Meyrin-Cité), Genève, 1994

Atelier d'architecture et d'aménagement Jean-jacques Oberson et associés, *Etude directrice de Meyrin-Cité*, Etat de Genève, Département des travaux publics et de l'énergie, commune de Meyrin, 1995

Claden Andermatt architectes, *Etude historique Autour du CCM, Construction du centre de la cité satellite de Meyrin et évolution des abords du Centre Commercial de Meyrin (CCM)*, Commune de Meyrin, SUTPE, Genève, 2007

SOURCES

Bureau De Planta & Portier architectes, Archives du Bureau Addor & Julliard : dossiers administratifs, plans et photographies d'origine des projets Meyrin Parc et Ciel Bleu

Département des constructions et technologies de l'information : requête en autorisation de construire pour Meyrin Parc (A 38897), pour Ciel Bleu (A 41571) et pour la station-service (A 39832)

Archives de la commune de Meyrin : plans d'aménagement de la cité satellite, plans de Meyrin Parc et de Ciel Bleu, photographies d'origine

Archives privées Louis Payot architecte, Versoix

Archives Bruno Reichlin (Archives de l'Université de Genève)

Projet: *Meyrin-Parc - Bât. Type 9 étage*

N° du dossier:

Emplacement du projet:

Maître de l'ouvrage:

Représentant du maître de l'ouvrage:

Adresse:

Tél.:

Fax:

E-Mail:

Auteur du projet:

Collaborateur en charge du dossier:

Adresse:

Tél.:

Fax:

E-Mail:

Auteur du justificatif thermique: Sorane S.A.

Collaborateur en charge du dossier: Mathias Blanc

Adresse: Route du Bois 37 1024 Ecublens

Tél.: 021/694.48.19

Fax: 021/646.86.76

E-Mail: mathias.blanc@sorane.ch

Nature des travaux: Nouvelle construction Transformation Extension Changement d'affectation

Justification globale

Exigences d'après: **SIA 380/1 (éd. 2009), Transformation**

Canton: **Vaud**

Station climatique: **Genève-Cointrin**

Ref: **SIA 2028**

Surface de référence énergétique (SRE) A_e : **7'380.2 m²** Rapport de forme A_{th}/A_e : **0.68**

Facteur d'ombrage de la façade ayant la plus grande surface vitrée: **Fs : 0.52**

Longueur totale des ponts thermiques linéaires: **l : 6154 m**

Supplément pour régulation non performante $\Delta\theta_{i,g}$: **0 °C** Système : **régulation par pièce**

Valeur-limite des besoins de chaleur pour le chauffage $Q_{h,li}$: **125** **102 MJ/m²**

Besoins de chaleur pour le chauffage du projet Q_h : **58 MJ/m²**

Exigence globale: **respectée** **non respectée**

Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire Q_{ECS} : **75 MJ/m²**

Les soussignés confirment par leur signature que les indications figurant ci-dessus et celles utilisées pour établir la justification d'une isolation thermique suffisante sont exactes et complètes.

L'auteur du projet: _____

Date: _____

L'auteur du justificatif: _____

Date: _____

1.a Surface de référence énergétique, volume net et valeur-limite/cible

Zone thermique	Catégorie d'ouvrage	A_E [m ²]	A_{th}/A_E	Vol. net [m ³]	Q_{th} [MJ/m ²]
Bâtiment D	habitat collectif	7'380.2	0.683	16'904.2	102.2
	Total	7'380.2	0.683	16'904.2	102.2

Correction de Ch_{th} en fonction de la température moyenne annuelle $\theta_{e,3}$:

-17.7 %

1.b Surfaces, hauteurs par zones

1.b.1 Bâtiment D

	Hauteur étage [m]	A_E [m ²]	Vol. Brut [m ³]
RDC	3.7	198.2	733.3
Etage Type	2.84	7'182.0	20'396.9
	Total	7'380.2	21'130.2

2. Surface de l'enveloppe

2.1 Bâtiment D

Surfaces en m ²	contre ext.	contre non-chauffé		contre le terrain		contre chauffé	surfaces totales	
		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction	sans facteur de réduction	avec facteur de réduction		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction
Plancher	599.8	198.2	158.6	0.0	0.0	0.0	798.0	758.4
Façades	3'486.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3'486.4	3'486.4
Toit, plafond	798.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	798.0	798.0
Total	4'884.2	198.2	158.6	0.0	0.0	0.0	5'082.4	5'042.8

Rapport de surface $A_{th}/A_E =$

0.683

3. Distribution des éléments d'enveloppe et facteur de réduction dû à l'effet des ombres permanentes

3.1 Bâtiment D

Surfaces des éléments en m ²	toit, plafond	façades								plancher	total
		Nord	NE	Est	SE	Sud	SO	Ouest	NO		
opaques	791.6	0.0	454.5	0.0	383.4	0.0	173.0	0.0	383.4	798.0	2'983.9
translucides et portes	6.4	0.0	905.3	0.0	0.0	0.0	1'186.8	0.0	0.0	0.0	2'098.5
total	798.0	0.0	1'359.8	0.0	383.4	0.0	1'359.8	0.0	383.4	798.0	5'082.4
rapport él. translucides + portes / surface enveloppe	0.01	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.41
Facteur de réduction Fs dû à l'effet des ombres permanentes.											
F _{s1} (horizon)	0.85	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	----	---
F _{s2} (surplomb)	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	----	---
F _{s3} (écran latéral)	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	----	---
F _s (F _{s1} . F _{s2} . F _{s3})	0.85	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.52	1.00	1.00	----	---

Rapport surface des éléments translucides et des portes / Ae :

28.4 %

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élém.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _L	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
1	Bâtiment D												0
2	Parois Element NORD c/ext	B1	1	0	90	43.7			0.49	1.00	454.5	222.7	65'204
3	Fenêtre Façade	D1	1		90	43.7	.4	.36	0.65	1.00	905.3	584.8	171'333
4	Parois Balcon SUD c/NC	B1	1	0	90	223.7			0.00	1.00	173.0	.2	51
5	Fenêtre Balcon	D1	1		90	223.7	.6	.54	0.73	1.00	1'186.8	864	252'962
6	Parois Pignons EST c/ext	B1	1	0	90	133.7			0.36	1.00	383.4	138	40'411
7	Parois Pignons OUEST c/ext	B1	1	0	90	313.7			0.36	1.00	383.4	138	40'411
8	Toiture	A1	1	0	0	223.7			0.23	1.00	791.6	182.1	53'307
9	Fenêtre cage escalier	D1	1		0	223.7	.92	.83	6.00	1.00	6.4	38.4	11'243
10	Plancher c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.26	1.00	590.4	153.5	44'943
11	Plancher c/Entrée NC	C2	1	0	0	223.7			0.26	0.80	198.2	41.2	12'070
12	Ponts thermiques	B1	1	0	90	223.7			0.01	1.00	0.0		0

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élém.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _l	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
13	Plancher Piliers c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.96	1.00	9.4	9.1	2'651

Tot.: 2'372.0

b: Facteur de réduction(EN ISO 13790)

A: Surface de l'élément

g: Coefficient de transmission énergétique global pour le rayonnement diffus

Isol: épaisseur de l'isolation

cat: catalogue

4.2 ponts thermiques linéaires

n°	désignation	Enveloppe	Nb élém.	code	Ψ [W/mK]	b [-]	l [m]	Nb.b.l.Ψ [W/K]	Pertes [MJ]
1	Embrasures	Ponts thermiques	1	L5	0.10	1.00	2'973.6	297.36	87'062
2	Dalles balcon	Ponts thermiques	1	L2	0.40	1.00	478.8	191.52	56'074
3	Pieds de façade	Ponts thermiques	1	L3	1.00	1.00	93.2	93.20	27'287
4	Toiture plate.1	Ponts thermiques	1	L3	0.50	1.00	136.4	68.20	19'968
5	Murs de renfend	Ponts thermiques	1	L1	0.29	1.00	230.0	66.70	19'529
6	Dalles étages	Ponts thermiques	1	L1	0.40	1.00	150.0	60.00	17'567
7	Intercalaires	Ponts thermiques	1	L5	0.04	1.00	2'092.0	73.22	21'438

Tot.: 850.20

Tot. L1: 126.70 W/K

Tot. L2: 191.52 W/K

Tot. L3: 161.40 W/K

Tot. L5: 370.58 W/K

4.3 ponts thermiques ponctuels

n°	désignation	Enveloppe	code	χ [W/K]	b [-]	z	b.z.χ [W/K]	Pertes [MJ]
1				0.00	0.00	0.00	0.00	0

Tot.: 0.00

5. Données d'entrée spéciales (SIA380/1)

Zone thermique	Capacité thermique rapportée à la surface de réf. én. C/SRE ^o [MJ/m ² K]	supplément ΔΘ _{1g} pour régulation non performante de la température ambiante: [°C]	Si système de chauffage intégré, température de départ maximale Θ _d [°C]	Si corps de chauffe devant translucide, température de départ maximale Θ _d [°C]	Débit d'air neuf [m ³ /(h.m ²)]
Bâtiment D	0.4	0.0			0.70

6. Bilan thermique

Zone thermique	Q _T [MJ/m ²]	Q _V [MJ/m ²]	Q _i [MJ/m ²]	Q _s [MJ/m ²]	η _g	Q _h [MJ/m ²]	Q _{h,i} [MJ/m ²]	Q _{ww} [MJ/m ²]
Bâtiment D	128.1	66.2	97.6	170.5	0.51	57.6	102.2	75
Total	128	66	98	170	---	58	102	75

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_g (Q_i + Q_s)$$

(Q_{h,i} : SIA 380/1)

7. Bilan thermique mensuel

7.1 Bâtiment D

Bilan mensuel							
Mois	Q _T [MJ/m ²]	Q _V [MJ/m ²]	Apports de chaleur			η _g	Q _h [MJ/m ²]
			Q _i [MJ/m ²]	Q _s [MJ/m ²]	Total [MJ/m ²]		
Janvier	21.4	11.1	8.3	6.0	14.3	1.00	18.1
Février	18.1	9.3	7.5	9.4	16.9	1.00	10.5
Mars	15.8	8.2	8.3	15.7	24.0	0.92	1.8
Avril	12.0	6.2	8.0	16.9	24.9	0.73	0.1
Mai	6.5	3.4	8.3	19.6	27.9	0.36	0.0
Juin	2.7	1.4	8.0	20.8	28.8	0.14	0.0
Juillet	0.0	0.0	8.3	22.0	30.3	0.00	0.0
Août	0.0	0.0	8.3	20.5	28.8	0.00	0.0
Septembre	5.2	2.7	8.0	16.3	24.4	0.32	0.0
Octobre	10.3	5.3	8.3	11.6	19.9	0.77	0.2
Novembre	16.3	8.4	8.0	6.4	14.4	1.00	10.3
Décembre	19.8	10.2	8.3	5.1	13.4	1.00	16.6
Total	128.1	66.2	97.6	170.4	268.1	-	57.6

Projet: Meyrin-Parc - Bât. Type 9 étage**Verification: SIA380/1**

L'objectif de ce pré-rapport est de vérifier si les valeurs introduites sont dans les ordres de grandeur habituelles et éviter, par ex., des erreurs de frappes. Ce pré-rapport ne fait pas parti des rapports officiels, donc il n'est pas nécessaire de l'envoyer aux vérificateurs.

désignation	Propriété	Valeur	Valeur réaliste et comment.
Bâtiment	Maitre de l'ouvrage:		Données incomplètes
Bâtiment	Auteur du projet:		Données incomplètes
Bâtiment D	Surfaces (uniquement pour bâtiment symétriques)	<>	Plafond > Plancher (valeur suspecte)
Bâtiment D	Surfaces (uniquement pour bâtiment symétriques)	<>	NEst = SOest (valeur suspecte)
Fenêtre Façade	Fraction ombrée	0.971	< 90% (valeur suspecte)
Fenêtre Façade	Coeff. intercalaire	0	0.04 < U [W/mK] < 0.10 (erreur probable)
Fenêtre Façade	Surface	<>	surf. fenêtre = surf. fen. ombr. (erreur probable)
Parois Balcon SUD c/NC	Coeff U	0.001	0.1 < U [W/m²K] < 0.8 (erreur probable)
Fenêtre Balcon	Coeff. intercalaire	0	0.04 < U [W/mK] < 0.10 (erreur probable)
Fenêtre Balcon	Surface	<>	surf. fenêtre = surf. fen. ombr. (erreur probable)
Fenêtre cage escalier	Gp	0.92	25% < Gp < 60% (valeur suspecte)
Fenêtre cage escalier	Coeff. intercalaire	0	0.04 < U [W/mK] < 0.10 (erreur probable)
Ponts thermiques	Coeff U	0.01	0.1 < U [W/m²K] < 0.8 (erreur probable)
Plancher Piliers c/ext	Coeff U	0.96	0.1 < U [W/m²K] < 0.8 (erreur probable)

N.B. : Cette vérification automatique permet de déceler les erreurs grossières. Elle ne remplace pas la relecture attentive du justificatif par l'auteur.

Projet: *Meyrin-Parc - Bât. Type 9 étage*

N° du dossier:

Emplacement du projet:

Maître de l'ouvrage:

Représentant du maître de l'ouvrage:

Adresse:

Tél.:

Fax:

E-Mail:

Auteur du projet:

Collaborateur en charge du dossier:

Adresse:

Tél.:

Fax:

E-Mail:

Auteur du justificatif thermique: Sorane S.A.

Collaborateur en charge du dossier: Mathias Blanc

Adresse: Route du Bois 37 1024 Ecublens

Tél.: 021/694.48.19

Fax: 021/646.86.76

E-Mail: mathias.blanc@sorane.ch

Nature des travaux: Nouvelle construction Transformation Extension Changement d'affectation

Justification globale

Exigences d'après: **SIA 380/1 (éd. 2009), Transformation**

Canton: **Vaud**

Station climatique: **Genève-Cointrin**

Ref: **SIA 2028**

Surface de référence énergétique (SRE) A_e : **7'380.2 m²** Rapport de forme A_{th}/A_e : **0.68**

Facteur d'ombrage de la façade ayant la plus grande surface vitrée: **F_s : 0.52**

Longueur totale des ponts thermiques linéaires: **l : 6154 m**

Supplément pour régulation non performante $\Delta\theta_{i,g}$: **0 °C** Système : **régulation par pièce**

Valeur-limite des besoins de chaleur pour le chauffage $Q_{h,li}$: **125** **102 MJ/m²**

Besoins de chaleur pour le chauffage du projet Q_h : **65 MJ/m²**

Exigence globale: **respectée** **non respectée**

Besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire Q_{ECS} : **75 MJ/m²**

Les soussignés confirment par leur signature que les indications figurant ci-dessus et celles utilisées pour établir la justification d'une isolation thermique suffisante sont exactes et complètes.

L'auteur du projet: _____

Date: _____

L'auteur du justificatif: _____

Date: _____

1.a Surface de référence énergétique, volume net et valeur-limite/cible

Zone thermique	Catégorie d'ouvrage	A_E [m ²]	A_{th}/A_E	Vol. net [m ³]	Q_{th} [MJ/m ²]
Bâtiment D	habitat collectif	7'380.2	0.683	16'904.2	102.2
	Total	7'380.2	0.683	16'904.2	102.2

Correction de Ch_{th} en fonction de la température moyenne annuelle $\theta_{e,3}$:

-17.7 %

1.b Surfaces, hauteurs par zones

1.b.1 Bâtiment D

	Hauteur étage [m]	A_E [m ²]	Vol. Brut [m ³]
RDC	3.7	198.2	733.3
Etage Type	2.84	7'182.0	20'396.9
	Total	7'380.2	21'130.2

2. Surface de l'enveloppe

2.1 Bâtiment D

Surfaces en m ²	contre ext.	contre non-chauffé		contre le terrain		contre chauffé	surfaces totales	
		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction	sans facteur de réduction	avec facteur de réduction		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction
Plancher	599.8	198.2	158.6	0.0	0.0	0.0	798.0	758.4
Façades	3'486.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3'486.4	3'486.4
Toit, plafond	798.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	798.0	798.0
Total	4'884.2	198.2	158.6	0.0	0.0	0.0	5'082.4	5'042.8

Rapport de surface $A_{th}/A_E =$

0.683

3. Distribution des éléments d'enveloppe et facteur de réduction dû à l'effet des ombres permanentes

3.1 Bâtiment D

Surfaces des éléments en m ²	toit, plafond	façades								plancher	total
		Nord	NE	Est	SE	Sud	SO	Ouest	NO		
opaques	791.6	0.0	454.5	0.0	383.4	0.0	173.0	0.0	383.4	798.0	2'983.9
translucides et portes	6.4	0.0	905.3	0.0	0.0	0.0	1'186.8	0.0	0.0	0.0	2'098.5
total	798.0	0.0	1'359.8	0.0	383.4	0.0	1'359.8	0.0	383.4	798.0	5'082.4
rapport él. translucides + portes / surface enveloppe	0.01	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.41
Facteur de réduction Fs dû à l'effet des ombres permanentes.											
F _{s1} (horizon)	0.85	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	----	---
F _{s2} (surplomb)	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	----	---
F _{s3} (écran latéral)	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	----	---
F _s (F _{s1} . F _{s2} . F _{s3})	0.85	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.52	1.00	1.00	----	---

Rapport surface des éléments translucides et des portes / Ae :

28.4 %

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élém.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _L	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
1	Bâtiment D												0
2	Parois Element NORD c/ext	B1	1	0	90	43.7			0.49	1.00	454.5	222.7	65'204
3	Fenêtre Façade	D1	1		90	43.7	.4	.36	0.65	1.00	905.3	584.8	171'333
4	Parois Balcon SUD c/NC	B1	1	0	90	223.7			0.00	1.00	173.0	.2	51
5	Fenêtre Balcon	D1	1		90	223.7	.6	.54	0.73	1.00	1'186.8	864	252'962
6	Parois Pignons EST c/ext	B1	1	0	90	133.7			0.36	1.00	383.4	138	40'411
7	Parois Pignons OUEST c/ext	B1	1	0	90	313.7			0.36	1.00	383.4	138	40'411
8	Toiture	A1	1	0	0	223.7			0.23	1.00	791.6	182.1	53'307
9	Fenêtre cage escalier	D1	1		0	223.7	.92	.83	6.00	1.00	6.4	38.4	11'243
10	Plancher c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.26	1.00	590.4	153.5	44'943
11	Plancher c/Entrée NC	C2	1	0	0	223.7			0.26	0.80	198.2	41.2	12'070
12	Ponts thermiques	B1	1	0	90	223.7			0.01	1.00	0.0		0

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élément.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _l	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
13	Plancher Piliers c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.96	1.00	9.4	9.1	2'651

Tot.: 2'372.0

b: Facteur de réduction(EN ISO 13790)

A: Surface de l'élément

g: Coefficient de transmission énergétique global pour le rayonnement diffus

Isol: épaisseur de l'isolation

cat: catalogue

4.2 ponts thermiques linéaires

n°	désignation	Enveloppe	Nb élément.	code	Ψ [W/mK]	b [-]	l [m]	Nb.b.l.Ψ [W/K]	Pertes [MJ]
1	Embrasures	Ponts thermiques	1	L5	0.10	1.00	2'973.6	297.36	87'062
2	Dalles balcon	Ponts thermiques	1	L2	0.71	1.00	478.8	339.95	99'531
3	Pieds de façade	Ponts thermiques	1	L3	1.00	1.00	93.2	93.20	27'287
4	Toiture plate.1	Ponts thermiques	1	L3	0.50	1.00	136.4	68.20	19'968
5	Murs de renfend	Ponts thermiques	1	L1	0.59	1.00	230.0	135.70	39'731
6	Dalles étages	Ponts thermiques	1	L1	0.78	1.00	150.0	117.00	34'256
7	Intercalaires	Ponts thermiques	1	L5	0.04	1.00	2'092.0	73.22	21'438

Tot.: 1'124.63

Tot. L1: 252.70 W/K

Tot. L2: 339.95 W/K

Tot. L3: 161.40 W/K

Tot. L5: 370.58 W/K

4.3 ponts thermiques ponctuels

n°	désignation	Enveloppe	code	χ [W/K]	b [-]	z	b.z.χ [W/K]	Pertes [MJ]
1				0.00	0.00	0.00	0.00	0

Tot.: 0.00

5. Données d'entrée spéciales (SIA380/1)

Zone thermique	Capacité thermique rapportée à la surface de réf. én. C/SRE ^o [MJ/m ² K]	supplément ΔΘ _{ig} pour régulation non performante de la température ambiante: [°C]	Si système de chauffage intégré, température de départ maximale Θ _d [°C]	Si corps de chauffe devant translucide, température de départ maximale Θ _d [°C]	Débit d'air neuf [m ³ /(h.m ²)]
Bâtiment D	0.4	0.0			0.70

6. Bilan thermique

Zone thermique	Q _T [MJ/m ²]	Q _V [MJ/m ²]	Q _i [MJ/m ²]	Q _s [MJ/m ²]	η _g	Q _h [MJ/m ²]	Q _{h,i} [MJ/m ²]	Q _{ww} [MJ/m ²]
Bâtiment D	139	66.2	97.6	170.5	0.52	65.2	102.2	75
Total	139	66	98	170	---	65	102	75

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_g (Q_i + Q_s)$$

(Q_{h,i} : SIA 380/1)

7. Bilan thermique mensuel

7.1 Bâtiment D

Bilan mensuel							
Mois	Q _T [MJ/m ²]	Q _V [MJ/m ²]	Apports de chaleur			η _g	Q _h [MJ/m ²]
			Q _i [MJ/m ²]	Q _s [MJ/m ²]	Total [MJ/m ²]		
Janvier	23.2	11.1	8.3	6.0	14.3	1.00	20.0
Février	19.6	9.3	7.5	9.4	16.9	1.00	12.0
Mars	17.1	8.2	8.3	15.7	24.0	0.94	2.7
Avril	13.0	6.2	8.0	16.9	24.9	0.76	0.2
Mai	7.1	3.4	8.3	19.6	27.9	0.38	0.0
Juin	3.0	1.4	8.0	20.8	28.8	0.15	0.0
Juillet	0.0	0.0	8.3	22.0	30.3	0.00	0.0
Août	0.0	0.0	8.3	20.5	28.8	0.00	0.0
Septembre	5.7	2.7	8.0	16.3	24.4	0.34	0.0
Octobre	11.2	5.3	8.3	11.6	19.9	0.81	0.3
Novembre	17.7	8.4	8.0	6.4	14.4	1.00	11.7
Décembre	21.4	10.2	8.3	5.1	13.4	1.00	18.3
Total	139.0	66.2	97.6	170.4	268.1	-	65.2

Projet: *Meyrin-Parc - Bât. Type 9 étage*

N° du dossier:

Emplacement du projet:

Maître de l'ouvrage:**Représentant du maître de l'ouvrage:****Adresse:****Tél.:****Fax:****E-Mail:****Auteur du projet:****Collaborateur en charge du dossier:****Adresse:****Tél.:****Fax:****E-Mail:****Optimisation-comparaison**

Nature des travaux: SIA 380/1 (éd. 2007), Transformation

Station météorologique: Genève-Cointrin

Ref: SIA 2028

Période de calcul: de Janvier à Décembre

Besoins de chaleur pour le chauffage du projet Q_h :467 [MJ/m²]

données effectives des conditions d'utilisation	surface de référence énergétique A_E [m ²]	température intérieure [°C]	surface par personne A_P [m ² /P]	chaleur moyenne dégagée par une personne Q_P [W/P]	durée de présence des personnes t_P [h]	consommation d'électricité par année Q_E [MJ/m ²]	facteur de réduction des apports de chaleur des installations électriques f_E -	débit d'air neuf rapporté à la surf. de réf. én. sans correction de hauteur [m ³ /m ² h]
Bâtiment D	7'380.2	21	36.901	70	12	100	0.7	1
Total	7'380.2	---	36.9	70	---	100	0.7	---

Pré-dimensionnement chaudière			Chauffage			SRE	ECS		
			[kW]	[W/m ²]		[kW]	[W/m ²]		
Bâtiment D			-4.2°C	434.03	58.8	7380.2	17.42		2.4
H vent	2371.9	HTie	14083.6	HTiue	0	HTig	110.6	HTij	0
Total			434		0.0	7'380	17.4		0.0

[W/K]

1.a Surface de référence énergétique, volume net et valeur-limite/cible

Zone thermique	Catégorie d'ouvrage	A_E [m ²]	A_{th}/A_E	Vol. net [m ³]	Q_{th} [MJ/m ²]
Bâtiment D	habitat collectif	7'380.2	0.722	16'904.2	0
	Total	7'380.2	0.722	16'904.2	0.0

Correction de Ch_{th} en fonction de la température moyenne annuelle $\theta_{e,a}$:

0.0 %

1.b Surfaces, hauteurs par zones

1.b.1 Bâtiment D

	Hauteur étage [m]	A_E [m ²]	Vol. Brut [m ³]
RDC	3.7	198.2	733.3
Etage Type	2.84	7'182.0	20'396.9
	Total	7'380.2	21'130.2

2. Surface de l'enveloppe

2.1 Bâtiment D

Surfaces en m ²	contre ext.	contre non-chauffé		contre le terrain		contre chauffé	surfaces totales	
		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction	sans facteur de réduction	avec facteur de réduction		sans facteur de réduction	avec facteur de réduction
Plancher	599.8	0.0	0.0	198.2	97.1	0.0	798.0	696.9
Façades	3'831.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3'831.2	3'831.2
Toit, plafond	798.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	798.0	798.0
Total	5'229.0	0.0	0.0	198.2	97.1	0.0	5'427.2	5'326.2

Rapport de surface $A_{th}/A_E =$

0.722

3. Distribution des éléments d'enveloppe et facteur de réduction dû à l'effet des ombres permanentes

3.1 Bâtiment D

Surfaces des éléments en m ²	toit, plafond	façades								plancher	total
		Nord	NE	Est	SE	Sud	SO	Ouest	NO		
opaques	791.6	0.0	532.7	0.0	424.8	0.0	251.2	0.0	424.8	798.0	3'223.1
translucides et portes	6.4	0.0	958.1	0.0	0.0	0.0	1'239.6	0.0	0.0	0.0	2'204.1
total	798.0	0.0	1'490.8	0.0	424.8	0.0	1'490.8	0.0	424.8	798.0	5'427.2
rapport él. translucides + portes / surface enveloppe	0.01	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	0.83	0.00	0.00	0.00	0.41

Facteur de réduction Fs dû à l'effet des ombres permanentes.

F _{s1} (horizon)	0.85	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	----	---
F _{s2} (surplomb)	1.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.00	----	---
F _{s3} (écran latéral)	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	----	---
F _s (F _{s1} . F _{s2} . F _{s3})	0.85	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.51	1.00	1.00	----	---

Rapport surface des éléments translucides et des portes / Ae :

29.9 %

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élém.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _L	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
1	Bâtiment D												0
2	Parois RDC NORD c/ext.1	B1	1	0	90	43.7			3.72	1.00	78.2	290.9	94'346
3	Fenêtre Entrée RDC	D1	1		90	43.7	.92	.83	6.00	1.00	52.8	316.7	102'734
4	Parois RDC SUD c/ext.1	B1	1	0	90	223.7			3.72	1.00	78.2	290.9	94'346
5	Fenêtre Entrée RDC.1	D1	1		90	223.7	.92	.83	6.00	1.00	52.8	316.7	102'734
6	Parois RDC EST c/ext.1	B1	1	0	90	133.7			3.72	1.00	41.4	154	49'948
7	Parois RDC OUEST c/ext.1	B1	1	0	90	313.7			3.72	1.00	41.4	154	49'948
8	Parois Element NORD c/ext	B1	1	0	90	43.7			1.24	1.00	454.5	563.6	182'780
9	Fenêtre Façade	D1	1		90	43.7	.72	.65	2.86	1.00	905.3	2'587.3	839'157
10	Parois Balcon SUD c/NC	B1	1	0	90	223.7			0.00	1.00	173.0	.2	56
11	Fenêtre Balcon	D1	1		90	223.7	.92	.83	5.52	1.00	1'186.8	6'551.1	2'124'662
12	Parois Pignons EST c/ext	B1	1	0	90	133.7			0.83	1.00	383.4	318.2	103'206
13	Parois Pignons OUEST c/ext	B1	1	0	90	313.7			0.83	1.00	383.4	318.2	103'206
14	Toiture	A1	1	0	0	223.7			0.85	1.00	791.6	672.9	218'222
15	Fenêtre cage escalier	D1	1		0	223.7	.92	.83	6.00	1.00	6.4	38.4	12'454
16	Plancher c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.96	1.00	590.4	566.8	183'819
17	Plancher c/Terre	C1	1	0	0	223.7			1.86	0.49	198.2	180.6	58'585

4. Eléments d'enveloppe

4.1 Eléments d'enveloppe plans

n°	désignation	code	Nb élé.	Isol. [cm]	inclin. [°]	orient. [°]	g _l	g _g	U [W/m ² K]	b [-]	A [m ²]	Nb.U.b.A [W/K]	Pertes [MJ]
18	Ponts thermiques	B1	1	0	90	223.7			0.01	1.00	0.0		0
19	Plancher Piliers c/ext	C1	1	0	0	223.7			0.96	1.00	9.4	9.1	2'936

Tot.: 13'329.6

b: Facteur de réduction(EN ISO 13790)

A: Surface de l'élément

g: Coefficient de transmission énergétique global pour le rayonnement diffus

Isol: épaisseur de l'isolation

cat: catalogue

4.2 ponts thermiques linéaires

n°	désignation	Enveloppe	Nb élé.	code	Ψ [W/mK]	b [-]	l [m]	Nb.b.l. Ψ [W/K]	Pertes [MJ]
1	Embrasures	Ponts thermiques	1	L5	0.10	1.00	2'973.6	297.36	96'440
2	Dalles balcon	Ponts thermiques	1	L2	0.71	1.00	478.8	339.95	110'252
3	Pieds de façade	Ponts thermiques	1	L3	1.00	1.00	93.2	93.20	30'227
4	Toiture plate.1	Ponts thermiques	1	L3	0.50	1.00	136.4	68.20	22'119
5	Murs de renfend	Ponts thermiques	1	L1	0.59	1.00	230.0	135.70	44'010

Tot.: 934.41

Tot. L1: 135.70 W/K

Tot. L2: 339.95 W/K

Tot. L3: 161.40 W/K

Tot. L5: 297.36 W/K

4.3 ponts thermiques ponctuels

n°	désignation	Enveloppe	code	χ [W/K]	b [-]	z	b.z. χ [W/K]	Pertes [MJ]
1				0.00	0.00	0.00	0.00	0

Tot.: 0.00

5. Données d'entrée spéciales (SIA380/1)

Zone thermique	Capacité thermique rapportée à la surface de réf. én. C/SRE ^o [MJ/m ² K]	supplément $\Delta\Theta_{1g}$ pour régulation non performante de la température ambiante: [°C]	Si système de chauffage intégré, température de départ maximale Θ [°C]	Si corps de chauffe devant translucide, température de départ maximale Θ [°C]	Débit d'air neuf [m ³ /(h.m ²)]
Bâtiment D	0.4	0.0			1.00

6. Bilan thermique

Zone thermique	Q _T [MJ/m²]	Q _V [MJ/m²]	Q _i [MJ/m²]	Q _s [MJ/m²]	η _g	Q _{h,comp} [MJ/m²]	Q _{h,f} [MJ/m²]	Q _{ww} [MJ/m²]
Bâtiment D	626.8	104.2	99.9	284.4	0.69	466.5	0	74.4
Total	627	104	100	284	---	467	0	74

$$Q_h = (Q_T + Q_V) - \eta_g (Q_i + Q_s)$$

(Q_{h,f} : SIA 380/1)

7. Bilan thermique mensuel

7.1 Bâtiment D

Bilan mensuel							
Mois	Q _T [MJ/m²]	Q _V [MJ/m²]	Apports de chaleur			η _g	Q _{h,comp} [MJ/m²]
			Q _i [MJ/m²]	Q _s [MJ/m²]	Total [MJ/m²]		
Janvier	99.9	16.6	8.5	10.0	18.5	1.00	98.1
Février	84.6	14.1	7.7	15.6	23.3	1.00	75.5
Mars	75.1	12.5	8.5	26.0	34.5	0.99	53.5
Avril	58.1	9.7	8.2	28.2	36.4	0.97	32.6
Mai	34.2	5.7	8.5	33.0	41.5	0.79	6.9
Juin	17.0	2.8	8.2	35.1	43.3	0.45	0.4
Juillet	4.1	0.7	8.5	37.0	45.5	0.11	0.0
Août	5.2	0.9	8.5	34.2	42.7	0.14	0.0
Septembre	28.1	4.7	8.2	27.1	35.3	0.78	5.2
Octobre	50.7	8.4	8.5	19.2	27.7	0.98	32.1
Novembre	77.2	12.8	8.2	10.6	18.8	1.00	71.2
Décembre	92.7	15.4	8.5	8.4	16.9	1.00	91.2
Total	626.8	104.2	99.9	284.4	384.3	-	466.5