

MEP Réaménagement de l'espace «Triangle de Carouge»  
**GIARDINO**

**Document 1.8.1**

Cahier des charges architectural

Dossier explicatif spécifique à chaque bâtiment

**MSV architectes urbanistes sàrl** Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Développement Durable Implenia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

Genève le 15 avril 2011

*Ainsi conçue, la façade type devient un filtre, un modulateur, capable de s'adapter à toutes les situations sans qu'un groupement quelconque perde jamais les propriétés régulatrices du modèle, ni la capacité de se combiner avec n'importe quel autre.*

*Ce principe de composition rationalise la maison traditionnelle pour l'élever à la qualité de l'architecture « cultivée ». Il donne une clef pour transformer la succession, l'énumération purement additive, des constructions traditionnelles en une continuité modulaire: de toutes les constructions en rang que l'histoire ait connues, celles qu'a produites le système de Giardino sont sans doute parmi les plus heureusement diversifiées. A l'aube d'une société égalitaire, Carouge propose mieux qu'un simple nivellement.*

André Corboz, *Invention de Carouge 1772 -1792*, Payot, Lausanne, 1968, p. 392

## MEP Triangle de Carouge

### Introduction

Carouge : la cité Sarde a le charme des villes du sud. Un cachet qui lui vient de ses origines et de son identité architecturale.

Dans les années 1780 le roi de Sardaigne, Victor-Amédée III, décide de développer la petite bourgade de Carouge, sise aux portes de Genève, ville indépendante et calviniste. Un choix politico-économique qui n'est pas sans incidences sur les relations avec Genève et avec le voisin français<sup>1</sup>.

Carouge hérite son identité architecturale de Turin, la capitale du royaume de Piémont-Sardaigne. Une architecture sobre et cultivée, basée sur des règles qui lui assurent une forte unité. Une ordonnance, édictée le 14 mai 1787, constitue, selon André Corboz un des actes les plus importants de l'urbanisme carougeois. «S'étant déjà présentés différents particuliers qui desirent Batir dans la Nouvelle Rue, qui va s'ouvrir entre les isles III et IX : IV et X : V et XI : VII et XII : VIII et XIII – et pour donner à cette Rue du décore, et de l'uniformité, Nous commettons le Sr Architecte Giardin pour diriger les alignements, et L'avons chargé de nous dresser un plan de façade économique, et descent, afin que ceux qui voudront batir dans la<sup>de</sup> Rue aient une baze fixe et uniforme.»<sup>2</sup>

Lorenzo Giardino, qui en Savoie francise son nom et devient Giardin, est le sixième et dernier architecte de la Cité avant l'annexion à la France. Nommé architecte de la ville de Carouge le 19 mai 1788, il crée une sorte de vocabulaire de base, un choix de modèles contenu dans un gabarit strict.

A la différence de Turin où les règles sont rigoureusement appliquées, Giardino, propose plutôt un modèle de façade. Il ne cherche pas une uniformité importée et imposée, mais une «baze», un point de départ pour établir de nouvelles constructions. De même il étudie et s'approprie les méthodes de construction et les matériaux locaux. «L'animation des surfaces, c'est-à-dire le rythme de la rue, s'obtient par de subtiles variations sur les claveaux et les allèges, dont les combinaisons sont laissées au goût de l'exécutant... Et il est vrai qu'à partir de cette date, l'architecture carougeoise se hausse à un niveau de qualité qu'il est rare de rencontrer à ce point dans une architecture mineure, et



Référence éléments architecturaux

<sup>1</sup> Pour une étude détaillée des origines de la ville de Carouge et de son histoire architecturale, voir l'admirable « Invention de Carouge » d'André Corboz : *Invention de Carouge 1772 -1792*, Payot, Lausanne, 1968

<sup>2</sup> *Ibid*, p. 362 et 387

même dont les caractéristiques prouvent, une fois de plus, le caractère artificiel et didactique de la distinction tranchée entre le populaire et le cultivé»<sup>3</sup>.

Pour ce projet de réaménagement il nous a semblé important de retenir ces quelques éléments qui découlent de l'ordonnance de 1787 : les corniches, légères, qui marquent parfois l'étage et divisent la façade entre rez et piano nobile, le chaînage d'angle qui souligne les extrémités de l'îlot ainsi que les embrasures en pierre au rez-de-chaussée qui sont en continuité avec le socle et qui touchent la corniche. A l'étage les encadrements de fenêtres peu saillants, sans aedicula et qui «flottent» dans la surface du crépi.

André Corboz souligne le caractère vigoureux du crépi avec un grain très rude et noir qui fait vibrer la surface dans la lumière rasante.<sup>4</sup> Une vision baroque «qui ne tolère pas de limites dimensionnelles à l'étendue des surfaces coloristiquement sensibles à la lumière»<sup>5</sup>. Cette

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 362, 363

<sup>4</sup> *Ibid*, p. 395

<sup>5</sup> G. C. Argan, « Urbanistica e architettura », in *Le Arti*, IV/1938, p. 370, cité de *Ibid*, p. 365. En 1968 A. Corboz

thèse est mise en question par Pierre Baertschi qui voit dans ce crépi la manifestation du type dit « tyrolien » très en vogue dans les années 1920 et 30.<sup>6</sup>

Il ne nous appartient pas de trancher ce débat, mais néanmoins le choix d'un crépi foncé faisant ressortir les éléments de décor nous a paru judicieux pour structurer les façades par un jeu de contraste. Il faudra dans tous les cas procéder à des études stratigraphiques par affiner notre concept couleur.

Ainsi le choix de souligner la métrique des façades sur rue renoue avec le projet de Giordano et réinterprète l'ordonnance de 1787 qui visait à renforcer la qualité de l'espace urbain par la modénature et l'unité des façades.

<sup>6</sup> a observé et photographié plusieurs maisons avec ce type de crépi : rue Ancienne 14 et 36, rue Saint-Joseph 22, rue Vautier 25, rue Saint-Victor 20 et 24, Maison Perrier, place du Marché, café de la Mairie, rue J. Dalphin 21 – 23, Maison Baylon, etc.

<sup>6</sup> Baertschi Pierre, « Modes de construction, couleurs et matériaux de la cité nouvelle », in *Bâtir une ville au siècle des lumières, Carouge : modèles et réalités*, cat. d'exposition, Carouge 1986 © Archivio di Stato di Torino, p. 366



Référence marquise



Référence mur pignon

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39

1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implemia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.1

## Cahier des charges architectural

Comment travailler sur les règles édictées par Giardino et qui ont donné à Carouge son identité ? L'article 6 du règlement du plan de site du Vieux-Carouge<sup>7</sup> prescrit une bonne intégration du projet dans son contexte mais laisse à l'auteur une bonne marge d'interprétation. Ne faudrait-il pas être plus directif, à l'instar de Giardino ? Réintroduire son esprit sans pour autant effacer l'histoire récente ?

Une grande partie des maisons dans le périmètre du Vieux-Carouge ont été rénovées, transformées ou carrément construites au cours du XX<sup>ème</sup> siècle. Comment redonner aujourd'hui à Carouge son identité ? Les quelques règles énoncées ci-dessous s'attachent à définir les **modénatures** de la **façade rue** ou façade «noble». Leur application doit être adaptée et modulée en fonction du projet, des constructions existantes et du contexte.

La **façade cour** est plutôt une façade «utilitaire» avec une écriture plus libre et des coursives en bois.

La **cour** doit rester, dans la mesure du possible, un espace public ou du moins un espace semi-public. Des jardins potagers et des espaces utilitaires sont à aménager pour qu'elle retrouve son caractère particulier.

Le **gabarit** ne devrait pas dépasser le R+3.

<sup>7</sup> Le plan de site no 27383, dressé par le département des travaux publics le 10 nov. 1980, et modifié le 17 mai 1982, stipule à l'art. 6, Esthétique des bâtiments que :

<sup>1</sup> En règle générale, l'expression du découpage parcellaire est maintenue.

<sup>2</sup> Les matériaux et teintes doivent être en harmonie avec ceux des constructions existantes. Le département peut exiger la présentation d'échantillons.

<sup>3</sup> Les murs sont crépis selon les règles de l'art (truelle et taloche). L'application des crépis à la machine est exclue. En règle générale, on exécutera un crépi au mortier de chaux et de ciment.

Les **embrasures** devraient idéalement être reconstruites en pierre. Le plaquage en pierre et la pierre artificielle étant à éviter. Les pierres recommandées pour les embrasures sont le calcaire, le grès ou la molasse. Le traitement de cette dernière avec un badigeon grisâtre ou jaunâtre est envisageable.

Les **corniches** sont en principe en pierre calcaire, dans les cas où elles sont en béton, elles seront badigeonnées en grisâtre ou jaunâtre.

Le **crépi** doit être gris foncé et rugueux. Un badigeon gris foncé sur les surfaces existantes en crépi est envisageable.

Les **murs pignons** seront traités avec un enduit ou un crépi lissé type «crépi de fond», de couleur plutôt gris clair.

La plupart des **fenêtres** sont construites en chêne. Les anciens cadres avec des vitrages simples sont, dans la mesure du possible, à restaurer. La battue sera approfondie pour recevoir un nouveau verre isolant (Silverstar 11 mm). Les fenêtres plus récentes (après 1970) sont à remplacer avec des cadres en chêne et des verres isolants de haute performance. Côté rue, les dimensions des cadres doivent

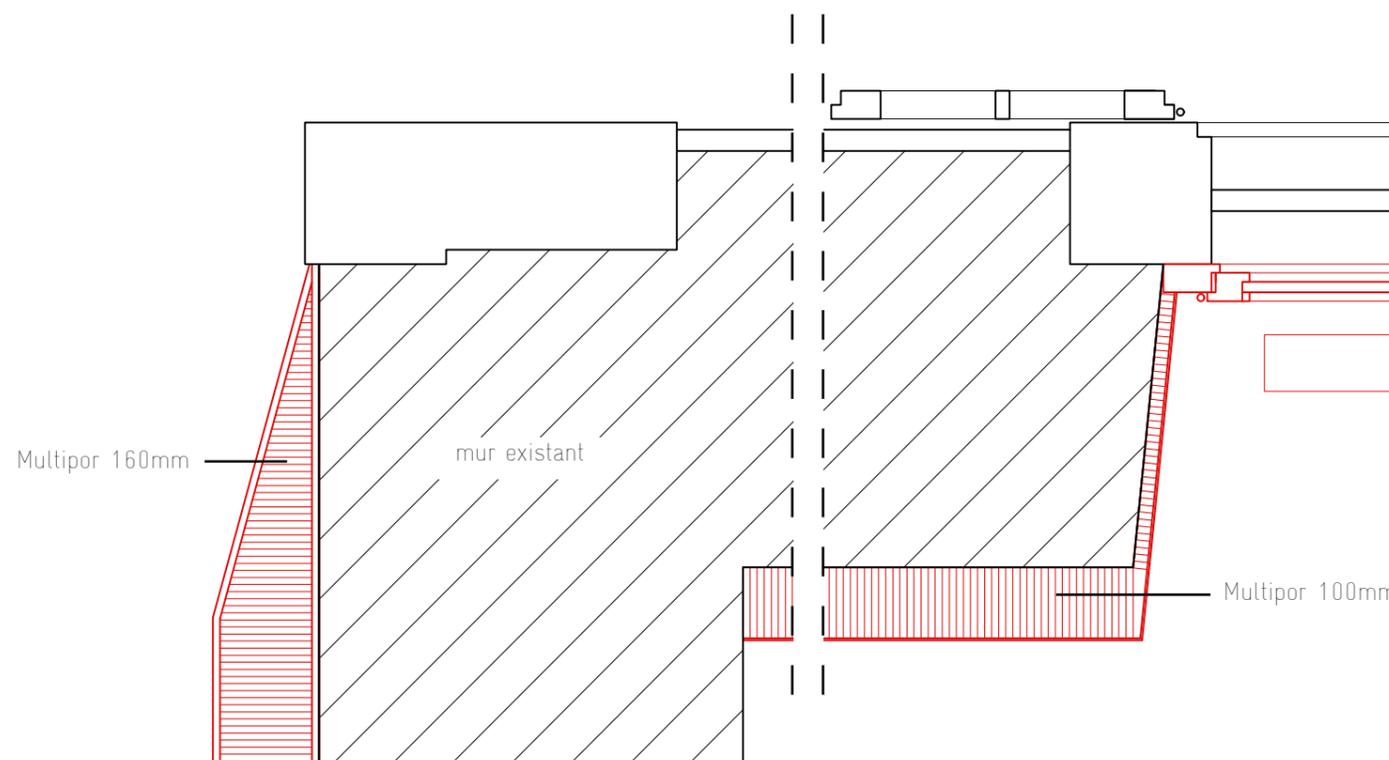
s'apparenter à celles des anciens cadres et la division de la surface vitrée par des baguettes doit être réintroduite.

Les **volets** sont en bois peints en gris bleu clair.

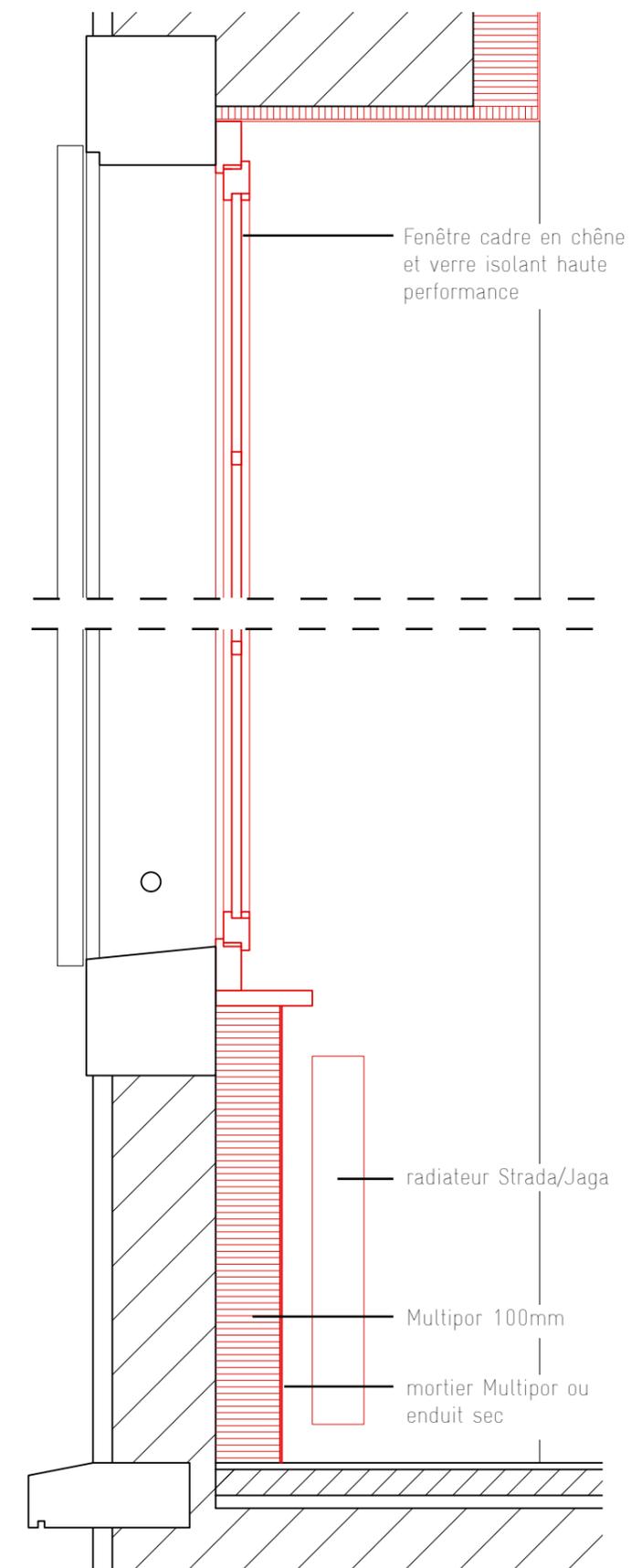
Les **marquises** doivent suivre la forme du bandeau des arcades.

Les **portes** sont, à l'instar des fenêtres, construites en chêne.

Les **toitures** sont couvertes par des tuiles plates.



Plan détail mur pignon et fenêtre 1:20



Coupe détail fenêtre 1:20

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implemia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.1

## Eclairage de façade

Le projet consiste à repenser l'éclairage dit "de représentation" de l'îlot : la façade bordant la Place du Marché. Les façades donnant sur les deux rues et la cour ne reçoivent pas d'éclairage de valorisation spécifique.

L'éclairage de cette façade est partie intégrante de la mise en valeur globale de la Place du Marché.

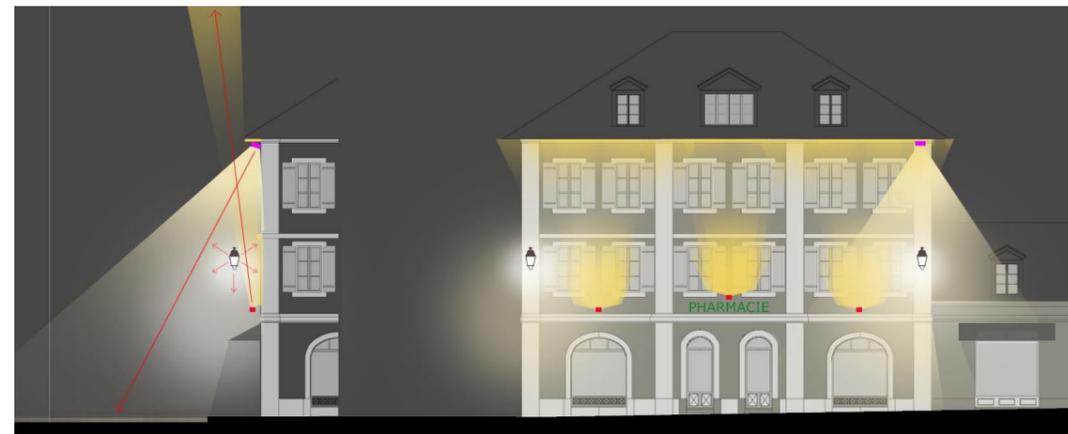
L'installation a été réalisée en 2001 sur le modèle lyonnais de mise en lumière en contre plongée des corniches et de façades dépourvues de volets.

Elle est devenue en partie obsolète en terme de matériel et de technologie, et présente plusieurs aspects problématiques dus à sa construction lumière.

Nous proposons une solution de rénovation de cet éclairage qui peut être compatible avec les autres façades de la place.

Les valeurs sont inversées: nous privilégions un éclairage du socle commercial et citoyen en partie basse et épargnons les façades d'habitations. L'échelle haute des façades est conservée par un éclairage ponctuel et cadré.

### Concept existant

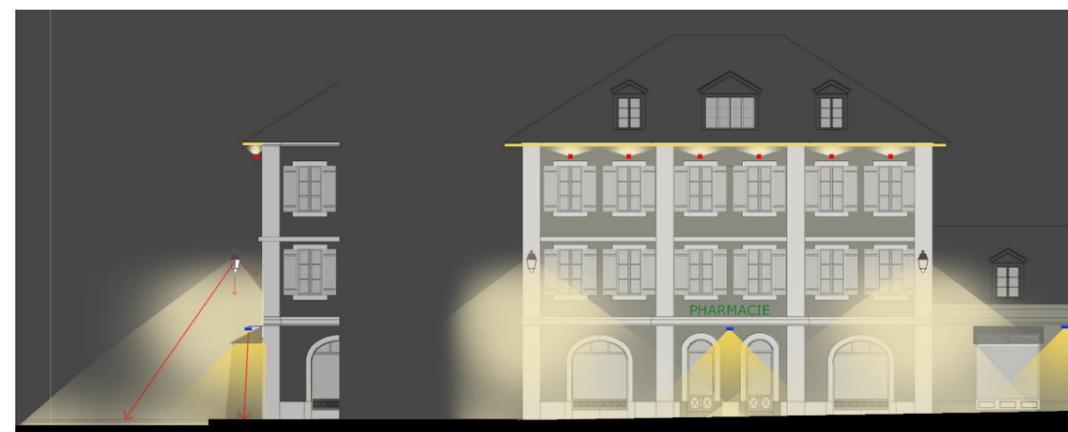


### Description sommaire des inconvénients

- Ombres portées des volets sur la façade
- Effets de gêne pour les riverains (éblouissement, pénétration des flux dans la sphère privée)
- Eblouissements d'inconfort des projecteurs en partie haute pour les passants sur la place
- Trottoirs peu ou pas éclairés et fuites d'une partie de l'éclairage vers le ciel
- Puissances de feu importantes (250W,70W)

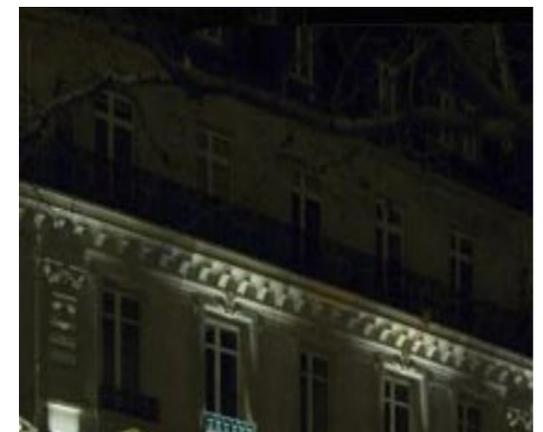


### Concept proposé



### Description sommaire des avantages

- Eclairage des corniches épargnant les façades
- Respect des habitants et du ciel nocturne
- Eclairage de la chaussée depuis les lanternes
- Eclairage du RDC et des trottoirs commerçants
- Miniaturisation des sources et luminaires
- Puissances de feu réduites ( 100W - LEDS)



MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implemia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.1

## Eclairage de façade

L'intervention consiste en une rénovation partielle du matériel et de l'installation électrique existante. De nouveaux luminaires sont proposés.

### Lanternes :

Les lanternes de style, propres à l'identité de Carouge, sont conservées et améliorées. Elles sont équipées d'un réflecteur à photométrie routière asymétrique.

Un changement de source (Iodures métalliques) et de température de couleur (70W-100W) est opéré.

Pour optimiser la répartition des flux, les facettes de la vasque sont :

- en verre opalescent face au mur,
- en verre clair face à la rue et la place,
- en verre clair et opalescent sur les côtés.



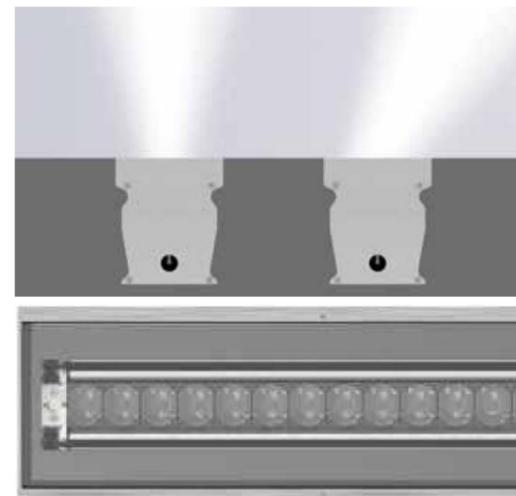
### Luminaires en partie basse :

En alternative aux projecteurs halogènes sur potence d'éclairage pour les commerces, les projecteurs à LEDS à collimateurs asymétriques éclairent les trottoirs dans la longueur et renvoient du flux lumineux sur la façade au rez-de-chaussée.



### Luminaires de la voûte d'accès :

Les luminaires à barre de LEDS orientables, encastrés au sol au pied des piliers, soulignent la voûte d'entrée principale de l'îlot.



### Luminaires en partie haute :

De petits projecteurs à LEDS à faisceau asymétrique (15° x 120°) ponctuent en bandeau la face des avant-toits.



### Alternative :

De mini barreaux à LEDS fixés en continu sur les lisses de la façade éclairent de façon homogène la bande des avant-toits.



### Récapitulatif / quantitatif

Matériel type ou similaire

Lanternes :

- 7 Réflecteurs de type ECLATEC / Optitec ® 28 avec appareillage pour lampe IM 70W-100W Blanc chaud 3000K
- 28 verres mixtes clairs / opale pour vasques

Luminaires bas :

- 10 Projecteurs de type WE-EF / X Flood 12 12 LEDS -30W, verre strié, montés sur potence Blanc chaud 3000K

Luminaires haut :

- 27 Projecteurs de type WE-EF / X Flood 3 3 LEDS 7,5W, verre strié, montés sur potence ou
- 46 barreaux LEDS de type WE-EF / X Mini line 50 LEDS 24 V 15W, L = 1525 mm Blanc chaud 3000K

Luminaires voute d'accès :

- 2 encastrée sol de type WE-EF / X Line up 12 LEDS 230 V 12W, L = 350 mm Blanc chaud 3000K

# MEP Réaménagement de l'espace «Triangle de Carouge» **GIARDINO**

## **Document 1.8.3**

Aménagement de la cour

Dossier explicatif sur le concept de sécurisation

**MSV architectes urbanistes sàrl** Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Experts

François Guisan Intégrateur Développement Durable Implenia

François Gschwind Eclairagiste indépendant

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

Genève le 15 avril 2011

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implenia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

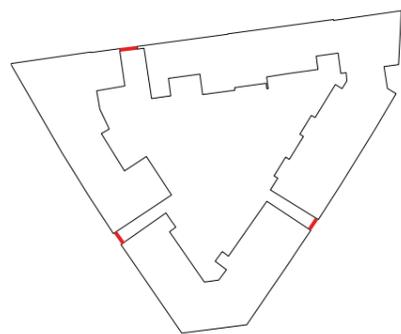
Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.3

## Aménagement extérieur et sécurisation de la cour

La cour doit rester, dans la mesure du possible, un espace public ou du moins un espace semi-public. Des jardins potagers et des espaces utilitaires sont à aménager pour quelle retrouve son caractère particulier.

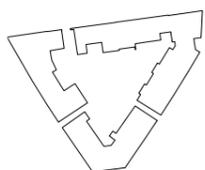
Sécurité: fermeture et ouverture automatique des accès selon horaires définis



Espace



Structure



Interventions

### T2 Ouvrages extérieurs

Création de nouveaux gradins en béton pour agrandir l'espace central. Le confort d'accès au rez inférieur de l'immeuble rue du Marché 9 sera amélioré avec des marches intermédiaires. L'utilisation de ce petit forum pour des petits spectacles et concerts estivaux est envisageable.

### T4 Espaces verts

La plantation d'une pelouse sur le triangle central créera un espace dégagé. L'arborisation existante sera préservée et mise en valeur.

### T5 Chemins, routes, places

Valoriser le système des chemins et placettes avec un revêtement uniforme et perméable de type Migrasol. Son caractère naturel renforcera l'intimité de la cour.

### T6 Clôture

Installation d'un portail dans chacune des 3 entrées de la cour. Les portails se fermeront automatiquement chaque soir vers 21h00 pour se rouvrir à l'aube. Durant la nuit l'accès aux appartements sera assuré par un interphone.

### T8 Équipements

Des bancs linéaires en béton profilé favoriseront un usage confortable de la cour et l'intégration sociale.

Références :

Migrasol: <http://www.migrasol.fr/>



MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implemia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.3

## Eclairage de la cour

Concepts :

Le projet concilie la création d'ambiances nocturnes qualitatives à destination du public et des riverains, avec l'usage privatif d'accès aux habitations après fermeture de la cour.

Il est constitué :

- d'un éclairage d'ambiance d'illumination : mise en valeur des sujets végétaux remarquables, verticalité des troncs et horizontalité des bancs.
- où d'un éclairage d'ambiance fonctionnel : éclairage permanent des zones d'accès à la cour, balisage des cheminements en partie centrale, éclairage ponctuel des accès aux immeubles.

Objectifs :

Renforcer le sentiment de sécurité lors des traversées et des pauses dans la cour.

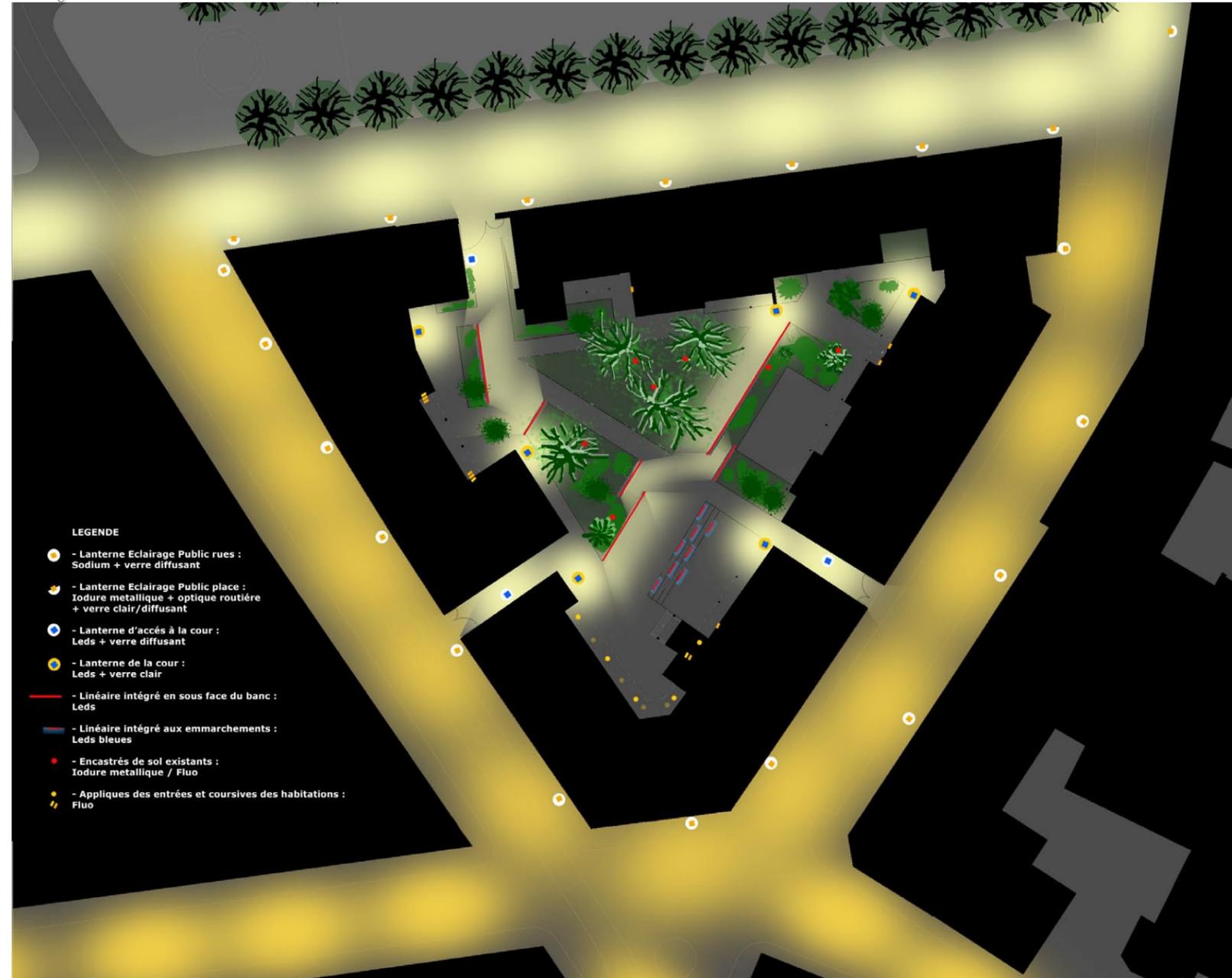
Favoriser la pause, la rencontre, la contemplation par des ambiances qualitatives.

Renforcer l'image et l'identité nocturne de cet oasis végétal urbain.

Réduire les coûts de consommation et de maintenance du matériel.

Réduire les nuisances et pollutions lumineuses pour les riverains.

## A. Régime de soirée



## B. Régime de veille



## Régime des allumages :

A. Régime de soirée : de la tombée du jour à 1h00.

- L'ensemble des lanternes est allumé : le flux lumineux est diffusant entre les pignons et dirigé vers le sol dans la cour.
- Les cheminements reçoivent un balisage linéaire rasant intégré aux bancs.
- L'éclairage d'illumination des arbres et celui des bancs sont conservés sur le circuit "TPG" de l'éclairage public.

B. Régime de veille : de 1h00 du matin à l'aube.

1- Seuls les trois accès à la cour restent éclairés en permanence : les jardins profitent ainsi d'une semi-obscurité pendant le sommeil des riverains.

2- Un dispositif d'allumage automatique par capteurs de présence permet l'activation progressive et sélective des différents points lumineux lors des entrées et sorties nocturnes de riverains.

3- Les six lanternes de la cour intérieure s'allument à l'entrée de riverains dans la cour : les pourtours de l'ensemble de la cour sont ainsi définis.

4- L'éclairage ponctuel des abords de l'habitation concernée se déclenche à distance rapprochée.

5- L'éclairage privé intérieur des communs et escaliers prend le relais.

Le dispositif est réversible lors de sorties d'habitants durant la nuit.

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Imptenia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.3

## Eclairage de la cour

L'intervention consiste en une rénovation partielle du matériel et de l'installation électrique existante. De nouveaux luminaires sont proposés.

### Lanternes

Les lanternes de style, propres à l'identité de Carouge, sont conservées et améliorées.

Elles sont équipées de modules de LEDs à photométrie asymétrique.

Les facettes des vasques des 3 lanternes d'accès à la cour sont en polycarbonate à effet sablé et diffusant.

Les 6 autres vasques sont en verre clair, le flux lumineux est concentré vers le sol (ULOR = 0%)



### Luminaires des accès d'immeubles

Les diverses appliques fixées aux murs et plafonds des coursives et escaliers extérieurs sont remplacées par un luminaire unique, sobre et contemporain.

Elles sont équipées de lampe fluocompacte conçue pour allumages fréquents (20 000h, allumage instantané et montée en flux rapide).

L'applique tubulaire est équipée d'une vasque en polycarbonate opale et décorée d'un brise flux en métal qui peut être personnalisé pour l'îlot du triangle ou la Ville de Carouge (design spécial à créer).

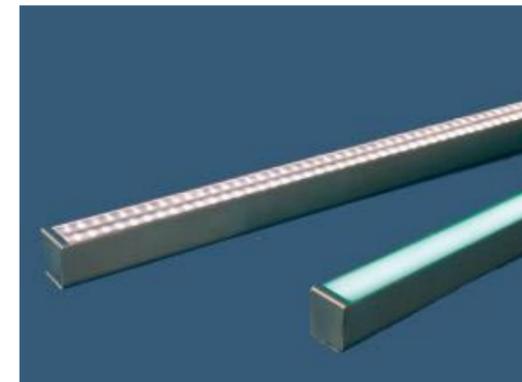


### Luminaires des accès d'immeubles

Les bornes existantes sont déposées et remplacées par des barreaux de LEDs intégrés en sous face des bancs et aux marches.

Les linéaires des bancs diffusent un éclairage rasant sur le sol sur la largeur des cheminements.

Les marches sont ponctuées d'éclairages rasant et diffusants.



### Récapitulatif / quantitatif

Matériel type ou similaire

Lanternes :

- 2 lanternes type "Ville de Carouge" ( ECLATEC / Beauregard)
- 9 modules de LEDs type COMATELEC / Dantan 32 LEDs - 42W
- 3 vasques opales diffusantes

Accès et coursives :

- 30 appliques de type SAMMODE / Dirac 100 Lampe fluocompacte 14W/2500K

Balisage :

- 24 barreaux à LEDs de type LUMATEC / Serie LA fenêtre clair. L= 2 ml.
- 8 barreaux à LEDs de type LUMATEC / Serie LA fenêtre opale. L= 1 ml.

Gestion des allumages :

- 12 Détecteurs de présence de type THEBEN - STEINEL

# MEP Réaménagement de l'espace «Triangle de Carouge» **GIARDINO**

## **Document 1.8.3**

Système de chauffage et de production d'eau chaude centralisé  
Dossier explicatif

**MSV architectes urbanistes sàrl** Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Experts  
François Guisan Intégrateur Développement Durable Implenia  
François Gschwind Eclairagiste indépendant  
Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA  
Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

Genève le 15 avril 2011

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implemia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.2



Photo: exemple d'un accumulateur de glace de taille industrielle



Photo: Toiture Solaire AS avec capteurs sans vitrages sélectifs

## Concept énergétique

### Introduction

Le triangle de Carouge jouxte le secteur en plein développement de Carouge-Est. Plusieurs projets de plans localisés de quartier (PLQ) sont actuellement à l'étude ou en révision, visant à densifier ce secteur. Ces différents projets sont dans l'obligation légale, depuis dernièrement, de mener une réflexion énergétique à l'échelle de l'îlot, voire du quartier, et non plus à celle du seul bâtiment projeté, dans une perspective de gestion énergétique durable des ressources et des besoins.

Bien que notre îlot se trouve dans le Vieux-Carouge, qui est protégé par un plan de site, il est néanmoins dans un périmètre en dépassement chronique (moyenne 2002-2008) des valeurs limites d'immissions pour le dioxyde d'azote et les particules fines. En réduisant l'utilisation des énergies fossiles, nous contribuons à l'amélioration de la qualité de l'air.

C'est pourquoi nous avons opté pour une installation solaire en toiture en complément au remplacement du système de chauffage. Cette approche fait l'objet du «Concept Énergétique du Bâtiment - CEB», exigé par la nouvelle loi sur l'énergie en vigueur à Genève. Cette loi exigerait normalement un «Concept Énergétique Territorial - CET» en amont du CEB. Mais en l'occurrence, et après discussion avec le ScanE, vu la taille du projet, la validation des vecteurs énergétiques de l'îlot de Carouge se fera directement par le CEB.

L'ensemble des blocs voisins «Ilot des Menuisiers» a fait l'objet d'un CET, validé le 14 mars 2011 par le ScanE. Les

conclusions sont exactement dans la ligne de notre approche, avec les mêmes vecteurs énergétiques (solaire, PAC -pompe à chaleur- et gaz), sauf que les recommandations de PAC sont de moindre performance (air/eau) que la solution que nous étudions ensemble (eau/glace).

#### Ce système est composé de :

- Toiture Solaire AS
- Stock de chaleur à changement de phase (eau/glace)
- Accumulateur combiné chauffage / eau chaude sanitaire (ECS) pour le stockage de chaleur solaire ainsi que le préchauffage solaire d'ECS
- Chauffe-eau pour la production d'eau chaude sanitaire
- Chaudière à gaz

### Étude prépour une installation solaire & avec de chaleur latente

#### Conditions cadre du projet :

Cet avant-projet part d'une estimation des besoins thermiques de l'îlot Triangle Carouge considérant que ses besoins de chauffage et eau chaude sanitaire correspondent aux exigences de la norme SIA380/1 (2009). Actuellement ce bâtiment consomme nettement plus d'énergie. Un assainissement de l'enveloppe du bâtiment s'impose et est absolument prioritaire, sans quoi le système de chauffage proposé ne serait pas adéquat.

- Surface de référence énergétique SRE = 9'500 m<sup>2</sup>
- Besoins totaux en chauffage = 150 MJ/m<sup>2</sup>.an x SRE = 396'000 kWh/an
- Besoins totaux en eau chaude sanitaire =

75 MJ/m<sup>2</sup>.an x SRE = 198'000 kWh/an  
- Puissance de chauffage estimée 200 kW + puissance production ECS 100 kW => TOTAL :300 kW

- Condition cadre :Chauffage basse température (Température max. 38°C)
- Lieu météorologique :Genève (CH)
- Inclinaison des toitures : 25°
- Surfaces de toiture 'favorables' pour la pose de Toiture Solaire AS
- 2 pans de toiture d'une surface cumulée de 600 m<sup>2</sup> (surface active)
- Note: Les surfaces de toiture devraient ne pas présenter de nombreux 'obstacles' (vélux, cheminées, ventilations primaires, etc.)

#### Chauffer avec un accumulateur de glace :

Les pompes à chaleur conventionnelles permettent d'exploiter la chaleur à basse température. L'accumulateur de chaleur latente / glace du système emmagasine la chaleur à faible température sans aucune déperdition. Elle permet le fonctionnement de capteurs solaires à une température proche de la température ambiante, ce qui est propice à un rendement 'solaire' très élevé.



Grâce à la décongélation et à la congélation de l'eau, il est possible de stocker énormément d'énergie dans un espace très réduit.

L'énergie thermique (kWh) contenue dans un volume d'eau ramené de 80°C à 0°C est égale à celle contenue dans un volume d'eau équivalent à 0°C dans lequel un changement de phase de l'eau en glace est opéré.

- Changement de phase eau => glace : le stock de glace fonctionne comme volume tampon permettant à la PAC de fonctionner avec une source froide à minimum 0°C pendant les heures d'hiver sans ensoleillement qui ne permettent pas de gains d'énergie par les panneaux solaires thermiques.
- Changement de phase glace => eau : dès qu'un faible ensoleillement est présent, voire dès que la température ambiante est supérieure à 0°C, les capteurs solaires sont mis à profit pour dégeler le volume de glace. Des capteurs sélectifs sans vitrages permettent un excellent apport de chaleur latente, vu leur coefficient optique de 95% et leur excellent fonctionnement comme échangeur sur l'air ambiant (gains

Illustration: contenu en énergie d'un volume d'H<sub>2</sub>O 80°C => 0°C, comparé à un volume d'H<sub>2</sub>O 0°C => 0°C avec changement de phase

convectifs, gains par condensation, etc.).

À partir de l'eau/la glace de l'accumulateur de chaleur latente, de la chaleur est prélevée et amenée à une température plus élevée grâce à une pompe à chaleur afin d'être utilisée pour le chauffage ou la production d'eau chaude.

#### Fonctionnement de l'installation solaire à pompe à chaleur :

##### Le système se compose des éléments suivants:

- Pompes à chaleur (2 PACs à 2 compresseurs de 70 kW) et automate de régulation
- Ballons de stockage d'eau morte
- Accumulateur 'combiné' d'eau de chauffage avec serpentins en acier inox V4A pour le pré-chauffage d'ECS; accumulateurs en inox V4A pour la production d'eau chaude sanitaire
- Toiture Solaire AS composé de capteurs solaires non vitrés sélectifs remplissant en même temps la fonction de capteur solaire thermique, de source froide pour la PAC et de couverture étanche de toiture
- Chaudière à gaz de 250 à 300 kW

Par grand soleil, la chaleur générée par la Toiture Solaire AS est utilisée pour réchauffer les accumulateurs de stockage d'eau morte, qui permettent d'alimenter les accumulateurs d'eau chaude sanitaire existants, voire également la distribution de chauffage. Par faible ensoleillement, la chaleur solaire est déviée dans l'accumulateur de chaleur latente/glace. Si de la chaleur est requise, la pompe à chaleur peut élever la température pour l'eau chaude et le chauffage. Dans le cas contraire, la chaleur est transmise à l'accumulateur de chaleur latente qui fonctionne à un niveau de

MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implenia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.2

température plus bas que les accumulateurs (ballons) d'eau morte. S'il est requis plus de chaleur qu'il n'en est disponible dans les accumulateurs de stockage de chaleur, la pompe à chaleur se met en marche. Elle prélève de la chaleur à basse température dans l'accumulateur de chaleur latente et l'amène à une température plus élevée. Dans le cas de grand froid en hiver, nécessitant une distribution de chauffage ne permettant pas le fonctionnement de la PAC avec un bon COP (coefficient de performance) et pour assurer la production d'ECS dans les situations climatiques difficiles, une chaudière à gaz permet d'assurer le confort des habitants.

### Performance du système SOLAIRE-PAC-stock de chaleur latente :

Les résultats ci-dessous sont basés sur une simulation préliminaire du fonctionnement du système prenant en compte des valeurs horaires.

- Consommation d'électricité estimée des PACs : 89'000 kWh/an
- SPF (seasonal performance factor - facteur de performance annuel) des PACs : 4.0
- Taux de couverture du système SOLAIRE - PAC : env. 60%
- Consommation de gaz estimée : 26'000 m<sup>3</sup>
- Taux de couverture de la chaudière d'appoint gaz : env. 40%

### Source d'informations pour le dimensionnement et le calcul de performance :

- Valeurs météorologiques : Météonorm
- Captage d'énergie de la Toiture Solaire AS : Polysun 5.5 et résultats d'installations PAC&SOL&glace similaires faisant l'objet de

suivi dans le cadre du programme P&D de l'OFEN

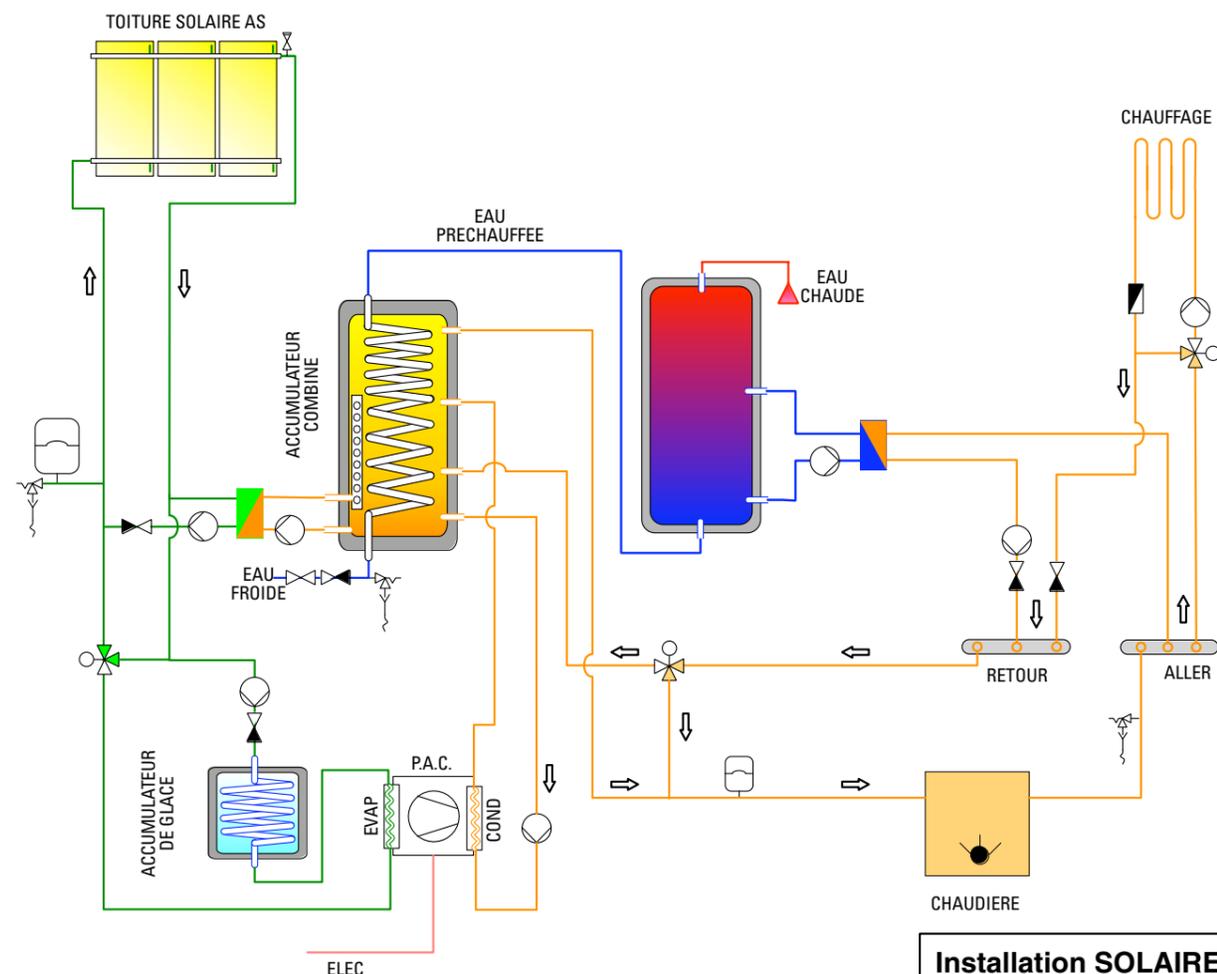
- Informations techniques & budgétaires PAC & stock d'eau glacée (Climat Gestion SA, P.A. Giroud)

### Note :

Afin de définir plus précisément la performance du système, des valeurs de consommation de chaleur horaires devraient être calculées (calcul basé sur bilan thermique de l'enveloppe après rénovation thermique du bâtiment).

### Avantages du système en un coup d'œil :

- Émissions locales de CO<sub>2</sub> fortement réduites par rapport au chauffage au fioul ou au gaz
- Grâce à la faible consommation électrique du système, la compatibilité environnementale est bien supérieure à celle d'un système fonctionnant 100% au fioul, au gaz ou fonctionnant à l'aide de pompes à chaleur air/eau conventionnelles
- Des capteurs solaires sélectifs, faisant également office de couverture étanche de la toiture, captent de l'énergie jour et nuit. La Toiture Solaire AS ne capte pas seulement la chaleur solaire directe via la transformation du rayonnement, mais également la chaleur solaire indirecte via la chaleur atmosphérique ambiante
- Le fonctionnement des capteurs solaires à basse température permet leur utilisation à rendement inégalé (jusqu'à 95% de rendement de conversion de rayonnement solaire en chaleur pour la Toiture Solaire AS !)
- Grâce au stockage de la chaleur à basse température, l'énergie est conservée presque sans déperdition



Installation SOLAIRE+PAC  
SCHEMA DE PRINCIPLE 08.04.2011

© ENERGIE SOLAIRE S.A. - Case postale 353 - CH-3960 Sierr  
Tél. ++41 27 451 13 20 Fax ++41 27 451 13 29 www.energie-solaire.com



MEP Réaménagement de l'espace

«Triangle de Carouge»

## GIARDINO

Mandataire

MSV architectes urbanistes sàrl Rue Eugène Marziano 39  
1227 Acacias tél. 022 301 70 90 fax 022 301 70 89

Consultants

François Guisan Intégrateur Dév. Durable Implenia RE

François Gschwind Concepteur lumière ACE

Bernard Thissen ENERGIE SOLAIRE SA

Dr. Iris Mack SWISSINSO SA

### Document 1.8.2

L'accumulateur de glace permet de stocker de la chaleur latente sur une surface réduite

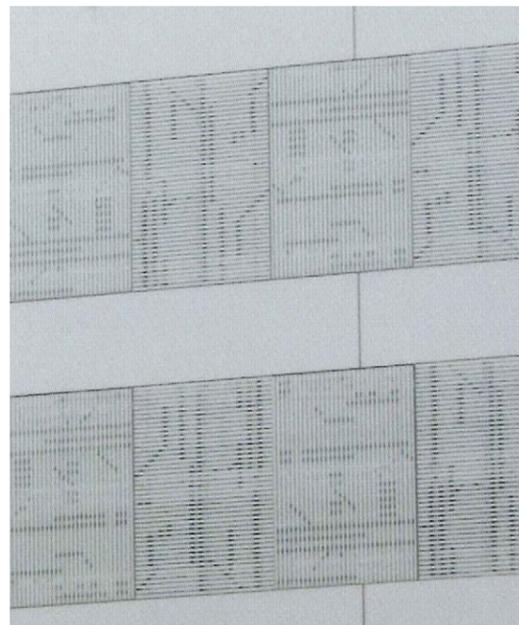
- Un coefficient de performance annuel du système particulièrement élevé (4 à 6)
- Les coûts engendrés par des sondes ou capteurs géothermiques et les travaux de terrassement correspondants – en règle générale nécessaires pour l'installation de pompes à chaleur – sont épargnés
- Aucun risque de surchauffe estivale de l'installation solaire thermique
- Le système proposé permet une 'autonomie solaire' quasi totale en dehors de la période de chauffage.

### Intégration de panneaux solaires en site protégé

Intégrer des panneaux solaires à des toitures traditionnelles sans modifier le caractère du lieu relève du défi. Pour ce faire nous avons pris contact avec Swissinso, une start up affiliée à l'EPFL/LESO. Cette jeune entreprise s'est spécialisée dans la construction de vitrages protecteurs de panneaux solaires afin de pouvoir les intégrer en façade, dans les allèges des fenêtres. Notre collaboration a porté sur l'utilisation de ces vitrages en toiture et sur leur coloration.

La compatibilité de ces vitrages et des panneaux Energie Solaire SA doit être vérifiée et homologuée, mais les tests effectués dans les laboratoires de Swissinso sont d'ores et déjà prometteurs.

Au surplus, la surface des vitrages peut être structurée par un traitement à l'acide et ainsi contrer la réverbération du soleil. La densité de ce traitement étant variable, on évitera ainsi l'effet massif d'une grande surface homogène en toiture, par exemple par des effets de strillage. Un échantillon sera présenté lors de l'audition.



Vitrage protecteurs de panneau solaire type Swissinso

### Petit bilan énergétique pour le Triangle de Carouge

Calcul des consommations actuelles pour une différence de température de 20°C entre intérieur/extérieur, en surface totale d'éléments pour l'ensemble du complexe :

Éléments	Surface m2	Coefficient U W/m2 °C	Consommation/jour kWh/jour
Murs extérieurs	4062	1.7	3315
Vitrage	890	3	1282
Plafonds combles	3096	2.45	3641
Planchers	2364	1.09	618
<b>Total</b>			<b>8856</b>

A cela s'ajoute

- les consommations d'eau chaude pour 122 personnes, soit environ 300 kWh/jour
- les infiltrations d'air par l'enveloppe (1,7 m3h/m2 surf. froides), soit environ 2'372 kWh/jour

Ce qui donne une demande thermique actuelle approximative d'environ 11'528 kWh/jour ( $\Delta$ -20°C int/ext.)

Les améliorations apportées par le projet considéreraient au minimum les critères suivants :

Éléments	Surface en m2	Coefficient U W/m2 °C	Consommation/jour kWh/jour
Murs extérieurs	4062	0.8	1560
Vitrage	890	1.2	513
Plafonds/combles	3096	0.3	446
Planchers	2364	0.8	450
<b>Total</b>			<b>2969</b>

A cela s'ajoute

- les consommations d'eau chaude pour 122 personnes, soit environ 300 kWh/jour
- les infiltrations d'air par l'enveloppe (1,2 m3h/m2 surf. froides), soit environ 1'674 kWh/jour

Ce qui donne une demande thermique future approximative d'environ 4'943 kWh/jour ( $\Delta$ -20°C int/ext.)

**Soit une diminution de la demande de 57%**

Apport solaire :

Avec 600 m2 de panneaux, d'une puissance journalière moyenne dans les conditions défavorable considérées de 3,5 kWh/jour, le 42% des besoins seraient couverts, avec un apport de 2'100 kWh/jour.

Ce qui veut dire que sur l'ensemble de l'année une plus grande partie des besoins pourraient être couverts (40-53%), la puissance des panneaux s'améliorant lorsque les conditions sont moins sévères (printemps/automne), et diminuant lorsqu'elles le sont plus (extrêmes hivernaux).

La contribution de la PAC eau/glace améliorera le rendement de l'installation globale solaire à basses températures extérieures, diminuant alors encore la consommation d'énergie primaire pour couvrir les besoins de la demande thermique.

**Soit une couverture des besoins annuels de 50%**

La présente étude préliminaire, établie et communiquée à bien plaisir, n'engage en rien ni ses auteurs, ni les sociétés qui les auraient conseillé.