

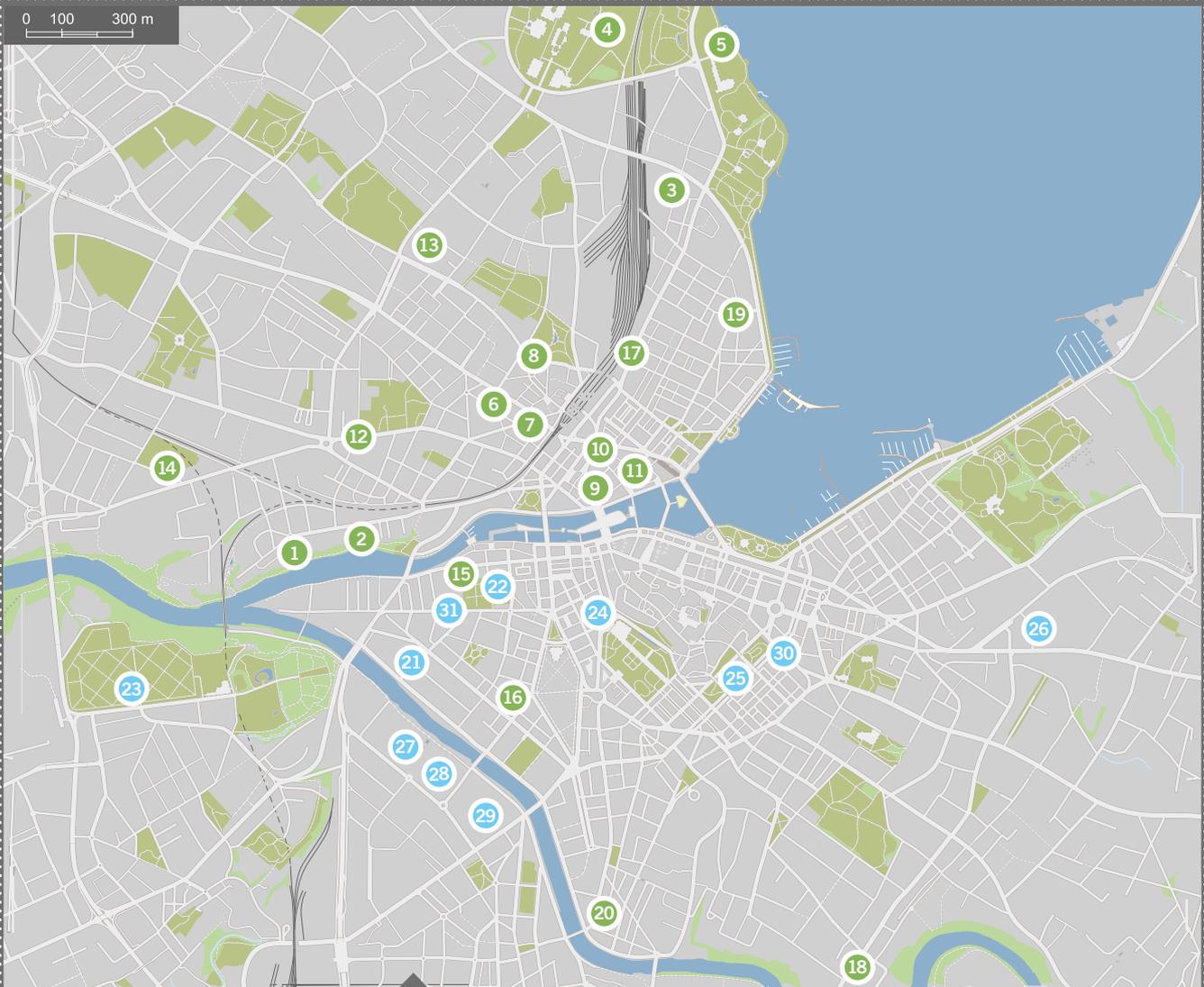
LA VILLE DE GENÈVE SUR LA VOIE DU 100% RENOUVELABLE

ENSEMBLE POUR UNE VILLE DE GENÈVE 100% RENOUELEBLE
ET ZÉRO ÉMISSION DE CO₂ EN 2050

MAI 2014



VILLE DE
GENÈVE



Source: ©SITG / SEMO n°24.2014

AVEC CES PROJETS GENÈVE POURSUIT SA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

🔍 PROJETS RÉALISÉS OU EN COURS

1. École de Saint-Jean
2. Crèche Germaine Duparc
3. Foyer de Sécheron
4. Conservatoire et jardin botaniques (CJB)
5. La Console (CJB)
6. 8, 11, 12 rue de l'Industrie
7. 10, rue Cité-de-la-Corderie
8. École des Croupettes – bâtiment polyvalent
9. 7, rue Rousseau
10. 8, 10 rue Lissignol
11. 7, rue du Cendrier
12. Crèche le Gazouillis
13. École et crèche de Chandieu
14. Cimetière de Châtelaine
15. Ecoquartier Jonction – dépôts
16. Musée d'ethnographie de Genève
17. 27, 27A rue de Lausanne
18. École des Crêts-de-Champel
19. Crèche de Chateaubriand
20. Ensemble des Minoteries

🔍 PROJETS À L'ÉTUDE

21. Ensemble Cité Jonction
22. Centre funéraire des Rois
23. Centre funéraire de Saint-Georges
24. Grand Théâtre
25. Musée d'art et d'histoire
26. Nouvelle Comédie
27. Centre sportif de la Queue d'Arve
28. Voirie de la Ville de Genève
29. Centre sportif des Vernets
30. Pavillon de la danse
31. Ecoquartier Jonction – équipement public



LA VILLE DE GENÈVE SUR LA VOIE DU 100% RENOUELABLE

L'exploitation des énergies fossiles (charbon, pétrole, mazout, gaz) par l'homme représente la cause majeure de l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère. Elle se concentre principalement dans deux secteurs: la mobilité et le chauffage.

Malgré le lien établi entre l'augmentation du taux de CO₂ et le réchauffement climatique, notre société est encore aujourd'hui en majeure partie dépendante des énergies fossiles. C'est ce contexte qui a poussé la Ville de Genève à entamer sa transition énergétique. Dans le cadre de sa politique énergétique et climatique, elle s'est fixé une vision: «Ensemble pour une Ville de Genève 100% renouvelable et zéro émission de CO₂ en 2050».

L'objectif principal est de désengager la Ville des énergies fossiles à long terme, tout en diminuant ses besoins afin de faciliter sa transition vers des énergies renouvelables. Ce programme concerne en particulier la couverture des besoins de chauffage des quelque huit cents bâtiments de son patrimoine immobilier. Lors de constructions ou de rénovations, la Ville de Genève s'efforce de rendre ses bâtiments 100% renouvelables et performants énergétiquement, en améliorant l'isolation et en mettant en œuvre des technologies utilisant les énergies renouvelables: soleil, air, eau, chaleur de la terre, biomasse, etc.

Au fil des réalisations, deux constats sont apparus:

- Les solutions «100% renouvelables» existent localement et sont souvent multiples.
- Leur mise en œuvre peut être également très bonne sur le plan économique.

En effet, si l'intégration d'un objectif énergétique peut parfois induire de légers coûts supplémentaires à l'investissement, il permet une réduction significative des frais de chauffage. Aujourd'hui, la majorité des projets de rénovation et de construction de la Ville de Genève répondent à l'objectif «100% renouvelable et zéro émission de CO₂ en 2050».

Pourtant, les démarches de rénovation ou de construction de bâtiments ne permettent pas, à elles seules, une percée à large échelle des énergies renouvelables. Pour supprimer les émissions dues au chauffage et atteindre son objectif, la Ville de Genève raisonne aussi désormais en termes de planification territoriale. L'expérience démontre que le déploiement d'énergies renouvelables à grande échelle passe par le développement d'infrastructures énergétiques dans les quartiers.

Le présent document présente trois exemples réalisés dans le cadre de la stratégie «100% renouvelable».

RÉNOVATION D'UN IMMEUBLE DE LOGEMENTS

LE CHIFFRE

-50%

de frais de chauffage pour les locataires



■ UNE RÉNOVATION 100% RENOUVELABLE ET ÉCONOMIQUEMENT ÉQUILBRÉE

L'immeuble situé au 10, rue Cité-de-la-Corderie, dans le quartier des Grottes, date de 1861. Il se compose de neuf appartements et de deux arcades. Avant sa rénovation, le bâtiment était en très mauvais état. Il n'y avait ni installations de chauffage ou de ventilation, ni salles de bains. La structure porteuse devait être consolidée et des interventions sur l'enveloppe et les installations techniques étaient indispensables.

En y appliquant sa stratégie «100% renouvelable», la Ville de Genève a souhaité faire de cette rénovation un projet pilote en matière énergétique et économique. Le 10, Cité-de-la-Corderie est ainsi **le premier bâtiment rénové appartenant à la Ville capable de couvrir ses besoins énergétiques exclusivement par des énergies renouvelables.**

■ DÉFINITION DE LA PRODUCTION DE CHALEUR

Le bâtiment est situé dans «une zone à émissions excessives», telle que définie par le service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) de l'Etat de Genève, c'est-à-dire dans une zone où la pollution de l'air est trop élevée. La solution technique de chauffage retenue a donc été la géothermie, combinée au solaire thermique et photovoltaïque. Elle a l'avantage de ne produire aucune émission de gaz dans l'atmosphère et ainsi de participer à l'amélioration de la qualité de l'air.

■ CONCEPT ÉNERGÉTIQUE

Le bâtiment est alimenté en chauffage par une pompe à chaleur (PAC) d'une puissance de 30 kW. L'énergie est puisée dans le sous-sol grâce à quatre sondes géothermiques de 165 m de profondeur chacune. A cela, s'ajoutent des capteurs solaires thermiques d'une surface de 30 m² implantés sur le toit de l'immeuble. Ils fournissent un appoint pour le chauffage et le préchauffage de l'eau chaude sanitaire. De plus, l'électricité consommée par la PAC est fournie par le réseau, via l'offre Vitale Vert (énergie renouvelable) des Services Industriels de Genève (SIG). Cette consommation est partiellement compensée (20%) sur le site même, par la production d'une centrale photovoltaïque de 40 m² en toiture. Cette centrale de 5,4 kWp produit environ 5400 kWh/an qui sont revendus à SIG. Les énergies primaires utilisées pour assurer l'ensemble des besoins en énergie de l'immeuble sont donc le soleil, la chaleur de la terre et l'électricité renouvelable.

■ AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ THERMIQUE DE L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

La toiture a été isolée et les façades ont été traitées différemment selon leur exposition: au sud et à l'est, elles ont reçu un crépi isolant tandis que celles au nord et à l'ouest ont été isolées par une épaisseur de 12 cm de laine de pierre. Les fenêtres ont toutes été dotées de triples vitrages. Les vitrines des arcades ont été remplacées par de nouvelles devantures métalliques et verres isolants.

Panneaux solaires thermiques et photovoltaïques en toiture

■ INVESTISSEMENTS ET COÛTS

La solution de la PAC à captage géothermique présentait une plus-value de 84 300 francs, soit seulement 2,8% de renchérissement du coût global. Afin de maintenir l'équilibre du plan financier associé à ce projet, la Ville de Genève a demandé et obtenu une subvention cantonale d'un montant équivalent auprès du Fonds énergie des collectivités publiques. Elle a également bénéficié d'une subvention fédérale du Programme Bâtiments. Au final, le surcoût engendré par la volonté de réaliser une rénovation 100% renouvelable a été intégralement compensé par des subventions.

■ BILAN ÉNERGÉTIQUE ET ÉCONOMIQUE GLOBAL

Le chantier s'est achevé au printemps 2011. Globalement, l'indice de dépense énergétique du bâtiment a été réduit par 3 au niveau des pertes de l'enveloppe et par 10 pour la consommation d'énergie primaire. Après la première année d'exploitation, la consommation d'énergie (électricité PAC) est très faible: 29 kWh/m².an (alors que la moyenne des bâtiments locatifs de la Ville se situe à 125 kWh/m².an).

La consommation totale annuelle du bâtiment a été de 25 500 kWh, auxquels il faut déduire la production du solaire photovoltaïque de 5400 kWh, soit un total net de 20 100 kWh. Ce chiffre correspond à environ 2000 litres de mazout par an, soit l'équivalent de la consommation d'une famille de quatre personnes vivant dans une villa individuelle relativement bien isolée. Le gain pour les locataires n'est pas négligeable: **leurs frais de chauffage se voient réduits de 50%** (6,2 CHF/m².an, alors que la moyenne du parc est de 11 CHF/m².an). Un bilan très satisfaisant pour un immeuble locatif aussi ancien et de taille modeste.

(Chiffres 2013, service de l'énergie, Ville de Genève)

■ CONCLUSION

La rénovation «100% renouvelable» de l'immeuble 10, Cité-de-la-Corderie démontre la capacité de la Ville de Genève à atteindre les objectifs de sa stratégie dans son cadre le plus contraignant qui est celui de la rénovation. Ce projet prouve que l'assainissement énergétique n'induit pas nécessairement de coûts supplémentaires importants et permet une réduction importante des frais de chauffage. Enfin, l'expérience du 10, Cité-de-la-Corderie est parfaitement reproductible. Plusieurs projets pilotés par la Ville de Genève s'inspirent de cet exemple.



LE PROJET EN UN COUP D'ŒIL

Début des travaux: janvier 2010

Fin des travaux: mars 2011

Architecte: M Architecture Sàrl, Patrick Marmet

► CRÉDIT ET COÛT

(chiffres: direction du patrimoine bâti, Ville de Genève)

Crédit de construction planifié: 3 318 860.–

Coût de construction effectif: 3 039 000.–

Subventions à déduire: 94 700.–

• Fonds énergie collectivités publiques: 84 300.–

• Programme Bâtiments: 10 400.–

Coût réel de construction: 2 944 300.–

► DONNÉES TECHNIQUES

Surface au sol: 220 m²

Gabarit: 13 m

Surface de référence énergétique: 866 m²

CORDERIE, 10 – TABLEAU DE CLASSIFICATION

ENERGIE PRIMAIRE consommation kWh/m ² .an	CO ₂ émissions kg/m ² .an	EAU consommation l/m ² .an
2013	47	1
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		

Energies utilisées: Fossile 0% / Renouvelable 100%

ÉCONOMIE RÉALISÉE:
2000 LITRES DE
MAZOUT PAR AN =
LA CONSOMMATION
D'UNE FAMILLE DE
QUATRE PERSONNES
VIVANT DANS UNE
VILLA INDIVIDUELLE

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE À L'ÉCHELLE D'UN SITE



■ BESOINS EN CHALEUR ASSURÉS À 100% PAR DES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les Conservatoire et jardin botaniques (CJB) s'étendent sur 28 hectares au bord du lac Léman. Espace de détente et de promenade pour les visiteurs, c'est aussi un haut lieu de la science botanique. Pourtant, ce lieu idyllique était le quatrième plus grand consommateur de mazout du patrimoine administratif de la Ville de Genève avec une consommation moyenne de 270 000 litres de mazout par an, soit 700 tonnes d'émissions de CO₂.

A travers son programme d'assainissement des chaufferies et au vu des nombreux potentiels de développement d'énergies renouvelables présents sur le site, la Ville de Genève a développé un concept énergétique global. **Désormais, les besoins en chaleur des CJB sont assurés à 100% par des énergies renouvelables**: le bois (75%), le solaire (5%) et le biogaz (20%).

■ BOIS LOCAL ET BIOGAZ

Les bâtiments, l'herbier et les serres sont alimentés par un réseau de conduites à distance depuis la chaufferie. Le caractère patrimonial de certaines serres et la longueur de la conduite à distance obligent à un haut niveau de température: 85° à 95 °C en hiver et minimum 60 °C en été (les cultures tropicales doivent également être chauffées en été et la nuit). Ces besoins en haute température ont orienté la solution technique de chauffage. En 2010, l'ancienne chaudière à mazout a été remplacée par deux

nouvelles chaudières à bois déchiqueté. La diminution de leur puissance a permis une économie d'énergie de 15%. Les chaudières à bois déchiqueté sont secondées, lors des pics de puissance, par une chaudière à gaz au bénéfice d'un contrat 100% biogaz. La Ville de Genève est le premier client à avoir conclu un tel contrat avec SIG. Cette démarche a induit un surcoût de près de 50 000 francs par an, mais **au final la solution « 100% renouvelable » s'avère toujours moins chère de 15% par année qu'une solution fossile**.

Le choix du bois déchiqueté a également permis le développement d'une nouvelle filière du bois entièrement locale. En effet, le bois utilisé est issu de l'entretien des forêts de la Ville de Genève par le service des espaces verts (SEVE), ainsi que par les déchets bois des CJB. Le surplus est fourni par l'association des propriétaires de forêts de l'ouest genevois, par le biais d'un partenariat innovant.

■ SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE ET THERMIQUE

Parallèlement à l'installation des chaudières, une centrale solaire thermique de 180 m² et une centrale solaire photovoltaïque de 148 m² ont été réalisées sur les toitures disponibles. La centrale solaire thermique alimente le réseau de chauffage à distance pour les serres et les bâtiments. A la belle saison, ce système permet de chauffer les serres sans utiliser la chaufferie centrale. Les panneaux thermiques produisent environ 60 000 kWh par an, soit une économie équivalente à 5000 litres de mazout. La centrale

LE CHIFFRE

15%
moins cher qu'une
solution fossile

Nouveaux pavillons d'accueil du public des CJB



LE PROJET EN UN COUP D'ŒIL

Début des travaux: novembre 2009
Fin des travaux: septembre 2010
Contrat biogaz: mars 2013

solaire photovoltaïque produit annuellement 20 000 kWh, soit l'équivalent de la consommation d'environ sept foyers de quatre personnes.

■ CONCLUSION

En l'espace de trois ans, le site des CJB, quatrième plus grand consommateur de mazout du patrimoine administratif de la Ville de Genève, a opéré sa transition énergétique et est devenu 100% renouvelable. Ses consommations d'énergie ont été diminuées de 15% et ses besoins en chaleur sont désormais assurés à 75% par le bois, à 20% par le biogaz et à 5% par le soleil. L'installation des chaudières à bois déchiqueté s'est révélée avantageuse sur le plan financier, mais aussi socio-économique. En effet, elle fait directement bénéficier la région des retombées de cet investissement.



Plan d'ensemble des Conservatoire
et jardin botaniques
(plan: source CJB)



- ① SERRES
 - ② MAISON DES JARDINIERS
 - ③ BOTANIC SHOP
 - ④ RESTAURANT
 - ⑤ BOT V (HERBIER)
 - ⑥ BOT II
 - ⑦ BOT III (BIBLIOTHÈQUE)
 - ⑧ VILLA LE CHÊNE
- Réseau de conduites à distance depuis la chaufferie

Maison des jardiniers: centrale solaire photovoltaïque et thermique en toiture

Alimentation en bois déchiqueté des nouvelles chaudières



**EN L'ESPACE DE TROIS ANS
LES CJB SONT DEVENUS
« 100% RENUVELABLES »**

CONSTRUCTION D'UN ESPACE DE QUARTIER



■ PREMIER BÂTIMENT LABELLISÉ «MINERGIE-P»

L'Espace de quartier de Sécheron se situe au 7, avenue Blanc. C'est un bâtiment mixte qui regroupe une crèche de quatre-vingt-huit places, un restaurant scolaire, une ludothèque, des salles de musique pour les jeunes, des salles d'activités et de rencontres, ainsi qu'une salle polyvalente destinée aux habitants du quartier.

Il s'intègre sur la parcelle dite du Foyer de Sécheron, acquise en 2003 par la Ville de Genève. Du point de vue énergétique, ce projet a fait l'objet d'une conception globale élaborée pour l'ensemble du site. Tous les bâtiments y respectent au moins la norme «Minergie». L'Espace de quartier va encore plus loin : il répond au standard de très hautes performances énergétiques «Minergie-P» (GE-005-P). Il s'agit de constructions tellement bien isolées qu'elles réduisent au minimum leur consommation de chauffage.

■ QUARTIER CHAUFFÉ À L'EAU DU LAC

Le Foyer de Sécheron étant un quartier neuf, la réflexion pour envisager des solutions énergétiques efficaces et renouvelables s'est faite, dès le début du projet, à l'échelle du site. Le quartier est proche du réseau Genève-Lac-Nations (GLN). Ce réseau de distribution d'eau du lac, géré par SIG, était jusqu'alors utilisé pour le refroidissement de plusieurs bâtiments du quartier. Le projet a consisté à étendre le réseau à la parcelle du Foyer de Sécheron et à envisager son utilisation pour le chauffage des bâtiments, via une pompe à chaleur centralisée. Ainsi, les deux tiers de la consommation

d'énergie destinée au chauffage sont issus d'énergies renouvelables. Le complément est fourni par une chaudière à gaz (besoin en haute température pour l'eau chaude sanitaire).

■ CONCEPT ÉNERGÉTIQUE

Pour atteindre le standard «Minergie-P», l'isolation de l'enveloppe de l'Espace de quartier a été augmentée à 30 cm et rendue étanche à l'air. Les fenêtres sont composées de triples vitrages. Les plus grandes d'entre elles ont été orientées au sud, afin de servir de capteurs solaires passifs.

Le potentiel solaire du bâtiment est également exploité par la construction en toiture d'une centrale photovoltaïque d'une surface de 370 m² et d'une puissance de 57 kW. Ces panneaux solaires, dont la production annuelle est estimée à environ 58 000 kWh, couvrent l'équivalent de 70% de la consommation en électricité du bâtiment.

Le bâtiment accueillant plusieurs activités distinctes se tenant sur des périodes d'utilisation différentes dans la journée, chaque zone dispose de son propre système de renouvellement d'air. Cela permet de ne ventiler que les zones occupées et d'éviter ainsi les consommations d'énergie inutiles.

LE CHIFFRE

80%

des besoins énergétiques sont assurés par des énergies renouvelables

LE PROJET EN UN COUP D'ŒIL

Début des travaux: novembre 2009

Fin des travaux: novembre 2011

Architecte: BFIK architectes HES, Muriel Kauffmann

Ingénieur: Küng et associés SA

■ DONNÉES TECHNIQUES

Surface au sol: 640 m²

Gabarit: 10 m

Surface de référence énergétique: 3263 m²

■ CONCLUSION

Ce projet démontre que l'on peut être très proche de l'objectif «100% renouvelable en 2050» dès la construction. 80% des besoins énergétiques de l'Espace de quartier de Sécheron sont assurés par des énergies renouvelables, réduisant au minimum les impacts sur la qualité de l'air et le climat. Le niveau de performance «Minergie-P» a été atteint dès la première année d'exploitation. Enfin, l'élargissement du périmètre de réflexion à la parcelle et ses alentours a également mis en lumière la pertinence d'utiliser des infrastructures énergétiques existantes comme GLN.

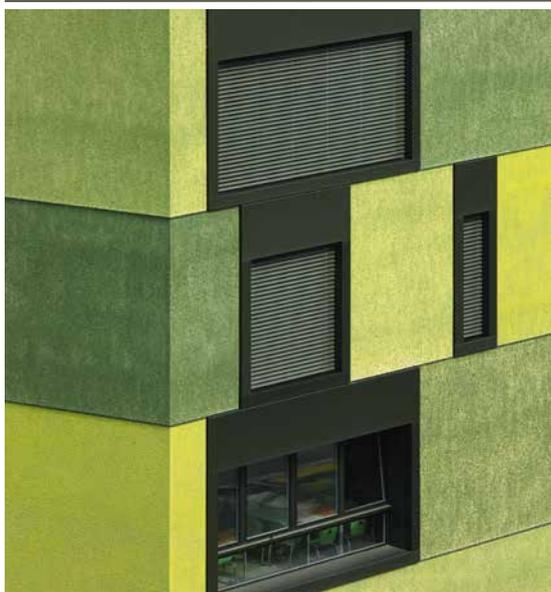
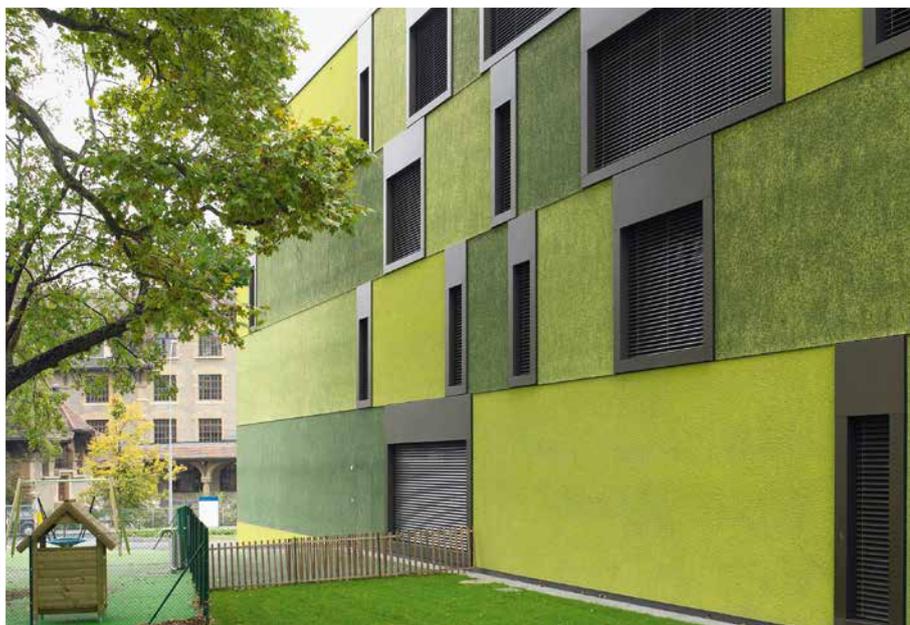
TABEAU DE CLASSIFICATION

ENERGIE PRIMAIRE consommation kWh/m ² /an	CO ₂ émissions kg/m ² /an	EAU consommation l/m ² /an	
2013	47	2	583
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			

Energies utilisées

Fossile 18%

Renouvelable 82%



**ESPACE DE QUARTIER DE
SÉCHERON: UN BÂTIMENT
CHAUFFÉ À L'EAU DU LAC,
CONSOMMANT TRÈS PEU
D'ÉNERGIE**

LA VILLE DE GENÈVE SUR LA VOIE DU 100% RENOUVELABLE

VILLE DE GENÈVE
DÉPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DE L'AMÉNAGEMENT
SERVICE DE L'ÉNERGIE
25, RUE DU STAND
1204 GENÈVE

T. 022 418 58 50
www.ville-geneve.ch

