

Date de dépôt : 1er novembre 2010

Rapport

de la Commission des travaux chargée d'étudier le projet de loi du Conseil d'Etat ouvrant un crédit d'investissement de 253 687 000 F en vue de la construction et l'équipement du nouveau bâtiment des lits (BDL2)

Rapport de M. Jean-Louis Fazio

Mesdames et
Messieurs les députés,

La Commission des travaux s'est réunie le 5 octobre 2010 pour étudier ce projet de loi 10703.

Elle a siégé sous la présidence de M. Gabriel Barriller. Elle a pu bénéficier de la collaboration de MM. Mark Muller, conseiller d'Etat, M^{me} Florence Prini, directrice générale de l'office des bâtiments/DCTI, M. Pierre-Alain Girard, secrétaire général adjoint/DCTI, M. Marc Andrié, directeur des investissements, du patrimoine et des actifs/DCTI, M. Laurent Séchaud, chef de projet/DCTI, M. Gilles Tirvaudey, ingénieur concept énergie/DCTI, M. Vladan Schroeter, chef du service ingénierie et énergie/DCTI, M. Dominique Peyraud, directeur d'exploitation/HUG et M. Romano Guarisco, architecte et chef de projet/HUG. Ainsi que le bureau d'architectes mandataire du pool Acte 5, M. Jacques Lucan, architecte, M. Wilfried Schmidt, architecte, et M. Patrice Anstett, ingénieur chauffage, ventilation, sanitaire. Le procès-verbal été tenu par M^{me} Camille Selleger.

Que toutes ces personnes soient ici remerciées de leurs apports appréciés aux travaux de la commission.

Présentation

M. Andrié présente la construction du BDL2, il explique qu'elle s'inscrit dans le cadre de la planification hospitalière prévue dans le rapport du

Conseil d'Etat au Grand Conseil du 11 octobre 2000, visant à la rationalisation et l'amélioration des structures d'hospitalisation garantissant une sécurité et une hygiène optimale selon les standards hospitaliers en vigueur. L'actuel BDL, datant des années 60, ne répond plus aux exigences actuelles, notamment en raison des nombreuses chambres à 7 lits, de l'absence de sanitaires dans les chambres (1 WC pour 10 patients et 1 douche pour 15 patients, non équipés pour les handicapés), de l'état de la façade du bâtiment, de ses installations techniques obsolètes, et des températures estivales dépassant les 30°C dans les chambres. Le nouveau BDL2 permettra la construction de 350 lits, soit 196 chambres à 1 ou 2 lits, de même que le regroupement des blocs opératoires et des soins intensifs pour adultes. L'ancien BDL pourra être rénové et adapté pour accueillir des chambres à 1 ou 2 lits avec sanitaires intégrés, après construction de ce bâtiment.

M. Peyraud rappelle que le BDL2 a fait l'objet d'une étude votée en 2005, il sera adossé au le bâtiment Opéra existant. Le but de la construction du BDL2 est de permettre la rénovation complète du BDL1. En effet, une fois le BDL2 construit, l'aile Jura y sera transférée. Une fois l'aile Jura rénovée, l'aile Salève le sera également. Par la suite, le service d'ophtalmologie ainsi qu'une partie de l'hôpital Beau-Séjour seront transférés au BDL1. Il ajoute qu'une fois le BDL1 rénové, le nombre total de lits n'augmentera pas. M. Peyraud, rappelle le problème de la promiscuité et des températures estivales trop élevées, qui ne permettent pas la bonne conservation de certains médicaments. Par ailleurs, les températures hivernales sont parfois trop basses pour les patients. Actuellement, aucun système de régulation ne permet de contrôler ces températures en fonction de la position des chambres dans le bâtiment. La construction du BDL2 permettra aussi de remédier à l'obsolescence des blocs opératoires des urgences et d'ophtalmologie. Par ailleurs, les services de soins intensifs destinés aux adultes pourront être regroupés.

Description du bâtiment

M. Lucan indique que le bâtiment sera adossé au bâtiment Opéra, afin d'être dans la continuité de celui-ci et de créer le long de la rue Alcide-Jentzer une esplanade permettant l'installation d'un hôpital provisoire en cas de catastrophe et la création d'une zone d'arrêt pour les taxis et les ambulances. Pour des raisons d'économie, le bâtiment sera relativement compact. Le but des architectes est de construire dans la continuité du bâtiment Opéra sans chercher à s'appuyer sur celui-ci.

M. Lucan explique que le niveau U (3^e sous-sol) sera dévolu au parking, il sera construit en continuité avec celui du bâtiment Opéra et utilisera l'entrée

de ce dernier. L'économie de construction permettra un gain d'espace significatif. Le niveau U comprendra également des locaux techniques. Le niveau T (2^e sous-sol) sera entièrement dévolu aux installations techniques. Le niveau S (1^{er} sous-sol) sera principalement dévolu aux nouveaux vestiaires du personnel et il permettra également une augmentation de capacité des parkings pour vélos. Le niveau R (rez-de-chaussée) comprend le grand hall d'accueil. De là, les utilisateurs pourront emprunter les ascenseurs ou l'escalator afin d'accéder aux étages et à la toiture du bâtiment Opéra, qui abritera un véritable jardin. Le niveau R comportera aussi des commerces et une cafétéria. Une des difficultés du projet a été d'assurer la sécurité des personnes et de récupérer un certain nombre d'issues de secours du bâtiment Opéra ce qui explique l'installation de couloirs de fuite permettant d'évacuer tout le bâtiment. Le noyau central sera constitué de 4 monte-lis et de 4 ascenseurs destinés au personnel et aux visiteurs. Le niveau le plus complexe est le niveau P (1^{er} étage), car il se situe en continuité avec le niveau correspondant du bâtiment Opéra et en continuité fonctionnelle avec les blocs-opératoires et les soins intensifs du même bâtiment.

M. Lucan précise que tous les niveaux seront en continuité avec les niveaux du bâtiment Opéra. Le niveau 0 (2^e niveau) comporte de grands locaux techniques, qui seront en surélévation du bâtiment Opéra. Ce niveau comprend également le centre cardiovasculaire, des salles de réunion, un amphithéâtre, des salles de repos et des bibliothèques. Pour que le BDL2 ne s'appuie sur le bâtiment Opéra, il faudra faire reposer toute la partie supérieure des 7 niveaux de chambres, sur une structure très importante de poutres ramenant toutes les charges au centre, raison pour laquelle le niveau 0 (2^e étage) comporte de nombreux éléments structurels.

M. Lucan note qu'une galerie chauffée permettra d'accéder au BDL1 par la toiture. Les 7 niveaux de chambres seront similaires. Les chambres seront situées sur toute la périphérie du bâtiment et seront distribuées par deux galeries longitudinales traversant l'entier du bâtiment ainsi que des galeries transversales. De grandes loggias seront situées le long de la façade et elles permettront d'apporter de la lumière aux galeries (couloirs) et aux postes de soins, qui offriront une vue maximale sur les chambres. Les monte-lits et monte-charges permettront de desservir les étages dans un circuit distinct de celui emprunté par les visiteurs. Le niveau de toiture sera entièrement dévolu aux équipements techniques, dont un dispositif permettra de nettoyer les façades en verre. La coupe transversale du bâtiment permet de constater que tous les niveaux du BDL2 seront en correspondance avec ceux du bâtiment Opéra. Toutes les chambres seront pourvues de grandes fenêtres munies de stores. Les loggias, très blanches, fonctionneront comme des « boîtes à

lumière » et permettront d'apporter de la lumière naturelle à l'intérieur du bâtiment. Le bâtiment comptera environ 40 000 m² de surface au sol et 150 000 m³ de volume.

M. Anstett explique que le projet cherche à se fonder sur 3 axes principaux : 1) une perspective sociale, 2) une perspective économique et 3) une perspective environnementale. L'aspect social a été pris en compte en intégrant des loggias, un jardin sur le toit du bâtiment Opéra ainsi que des liens avec quartier et les transports publics, afin d'offrir confort et bien-être des utilisateurs. Par ailleurs, l'organisation rationnelle et fonctionnelle du plan offrira véritablement une ergonomie aux utilisateurs, notamment au personnel. La perspective économique consiste en une utilisation mesurée des énergies et ressources. Le bâtiment, d'une grande capacité, possède ainsi une emprise foncière réduite. Cela découle d'une recherche du meilleur compromis entre les coûts directs d'investissement et ceux durables d'exploitation visant à optimiser sur la durée l'impact financier de la réalisation. Enfin, sur le plan environnemental, l'utilisation de matériaux non renouvelables est minimisée. Le suivi attentif des normes relatives et recommandations relatives à l'écologie de la construction participe de cette démarche environnementale. La végétalisation vise à réduire l'empreinte environnementale du bâtiment. Enfin, conformément aux exigences de la loi et celles du maître de l'ouvrage, les performances énergétiques seront optimisées, réduisant au maximum la consommation d'énergies fossiles.

Concept énergétique

M. Schmidt présente ensuite le concept énergétique. Le but est de minimiser les consommations énergétiques et d'utiliser au maximum les ressources existant déjà aux HUG, telles que la production de chaleur ou de froid. Il explique que la majeure partie de la consommation de chaleur est constituée par les besoins en eau chaude sanitaire, c'est pourquoi des panneaux solaires seront installés en toiture. Seuls 30% de l'eau chaude sanitaire sera de l'eau surchauffée en provenance de la centrale thermique du bâtiment Opéra. Par ailleurs, les rejets de froid du bâtiment Opéra, actuellement évacués par des tours de refroidissement, seront valorisés au sein du BDL2. Les vitrages prévus seront en triple verre, très isolant et les façades comporteront plus de 20 cm d'isolation thermique ce qui permettra d'atteindre les exigences les plus hautes (MoPEC 60%). L'éclairage naturel et les groupes de secours présents dans le bâtiment Opéra seront exploités au maximum. Chaque pièce sera ventilée aux standards Minergie avec double flux et 100% d'air neuf. La gestion de l'éclairage sera effectuée par le couloir, ce qui permettra de jouer entre le naturel et l'artificiel. L'intégralité

des eaux de toitures seront récupérées et réutilisées pour les WC. Les vitrages très performants et les stores avec gestion autonome permettront de minimiser les apports solaires. Le refroidissement sera effectué avec de l'eau à 16°C. La récupération de chaleur sera effectuée à hauteur de 90%. La ventilation naturelle sera optimisée, particulièrement dans les atrium et parties communes. La gestion intelligente de l'éclairage permettra d'économiser les ressources et des systèmes de stérilisation permettront d'éviter le développement de la légionellose.

Questions

Architecture

Sous-sol

Un député demande quel est l'impact de la présence de la nappe phréatique sur la construction du 3^e sous-sol et s'il existe une extension du parking sous l'esplanade.

M. Anstett répond que la nappe phréatique se situe à 2.5 m en dessous du niveau du sol. La construction des sous-sols sera donc effectuée au moyen de parois moulées afin de garantir l'étanchéité. Un drainage sera effectué au niveau du radier. M. Lucan ajoute que les sous-sols sont situés à la verticale du BDL2. Seul un léger débord des sous-sols du côté de l'esplanade est prévu.

Un député demande si techniquement il aurait été possible de déborder pour agrandir le 3^e sous-sol, afin d'augmenter le nombre de places de parkings.

M. Schmidt répond que la présence de la nappe n'a pas été un obstacle à une extension élargie du sous-sol. Par contre, les liaisons techniques existantes limitent une telle extension (galeries techniques et galeries de liaisons).

Surélévation

Un député demande si une surélévation ultérieure du bâtiment est possible.

M. Peyraud répond que non. Le gabarit du projet est fixe.

Façades

Un député estime que les loggias situées au nord vont apporter des concentrations d'air froid au sein du bâtiment. Il demande s'il est vraiment utile de les maintenir, au vu du surcoût engendré.

M. Lucan explique que le but des loggias est d'apporter de la lumière à l'intérieur du bâtiment, ainsi que des vues vers l'extérieur, ce qui est essentiel au confort des patients et surtout du personnel. Il ajoute que les loggias situées au nord constitueront un endroit agréable pour se tenir en été, lorsque les loggias situées au sud seront trop violemment exposée au soleil et à la chaleur.

Une députée demande si les vitres des loggias et des chambres pourront être ouvertes, et si l'affectation de l'espace compris dans les loggias a déjà été définie.

M. Lucan explique que les fenêtres des chambres comporteront une partie fixe et une partie ouvrante. Les loggias seront accessibles et constitueront des lieux de repos dans les étages. On peut aussi imaginer que les vitres des loggias puissent être ouvertes sans remettre en cause la ventilation de l'hôpital. Les côtés verticaux et horizontaux des loggias seront opaques, peints en blanc, et la partie située en façade sera entièrement vitrée afin d'offrir une vue vers l'extérieur.

Aménagements intérieurs

Surfaces

Un député s'interroge sur la capacité totale du nombre de lits, il demande si cette capacité est suffisante et si elle sera encore suffisante au moment de l'entrée en fonction du bâtiment

M. Peyraud répond que le nombre de chambres total du site comprenant actuellement le BDL1, l'ophtalmologie et Beau-Séjour ne va pas augmenter. Beau-Séjour va être vidé et seules 20% des surfaces vont y être conservées. Une réserve de capacité y sera donc exploitable en cas de besoin. La capacité suffira à couvrir les besoins identifiés.

Un député demande quelle est la capacité actuelle.

M. Peyraud répond que la capacité totale du BDL1, de l'ophtalmologie et de Beau-Séjour est actuellement de 767 lits LAMal. Ce chiffre sera maintenu après les travaux. La rénovation du BDL1 commencera par l'aile Jura et se poursuivra par l'aile Salève, où seront transférés finalement les patients de l'ophtalmologie et de Beau-Séjour.

Un député demande si les surfaces des chambres seront plus petites, par rapport au BDL1.

M. Peyraud répond que dans le BDL1, la surface totale disponible par patient est de 12,7 m² alors qu'elle sera de 16,3 m² au BDL2. Les services aux patients seront améliorés, instauration de menus à choix, téléphones et système wifi.

Une députée demande si l'octroi des chambres à deux lits sont liées à des pathologies particulières.

M. Peyraud répond que toutes les chambres sont à deux lits, sauf les 6 chambres d'isolement par étage, qui comprennent un lit et qui permettront de traiter certaines pathologies particulières.

Unités

Une députée demande si toutes les unités vont être représentées au sein du BDL2.

M. Peyraud répond que les unités les plus courantes seront représentées au sein du BDL2. Ce bâtiment sera toutefois affecté en priorité au traitement des soins aigus, il ne comportera donc pas de service de gériatrie, et qu'il n'y aura pas de doublon entre BDL1 et BDL2, car les typologies des unités de soins ne seront pas les mêmes au sein des deux bâtiments.

Un député demande ce qui adviendra du bâtiment dédié à l'ophtalmologie.

M. Peyraud répond que ce bâtiment devrait être démoli, car il est vétuste. Le projet évoqué est de construire à cet endroit un bâtiment d'hospitalisation destiné à l'hôpital des enfants.

Bibliothèque

Un député note que le CMU6, qui sera prochainement construit, comprendra une immense bibliothèque universitaire.

M. Peyraud explique que les HUG abritent des bibliothèques cliniques, et non des bibliothèques liées à la recherche fondamentale comme celle du CMU6, et M. Garrisco rajoute, que 4 modules sont transformés en bureaux destinés aux internes.

Un député note que les niveaux 2 et 3 comprennent un nombre important de salles de réunion, il demande quel en sera l'affectation.

M. Lucan rappelle qu'il s'agit d'un hôpital universitaire, ayant un objectif de formation et de recherche médicale, une partie des salles de réunion

pourra en outre être utilisée pour loger des bibliothèques cliniques. M. Peyraud indique qu'actuellement, les HUG connaissent une forte pénurie de salles de réunion et de colloques. Par ailleurs, de nombreuses bibliothèques situées au niveau P du bâtiment actuel devront être démolies, et elles seront transférées au 1^{er} niveau du BDL2.

Pharmacie

Un député demande si l'instauration d'un système de pharmacie gérée informatiquement, tel que celui mis en place à l'hôpital d'Annecy, a été étudié.

M. Peyraud explique que les deux hôpitaux ne sont pas comparables, car l'hôpital d'Annecy a été construit à partir de zéro, sur de nouveaux terrains. Des couloirs y ont été totalement affectés à la circulation de marchandises par robots de déplacement. Par contre, l'implantation d'un robot de pharmacie destiné au tri de médicaments n'a pas été étudiée à Genève faute d'espace, mais cette technologie n'est pas encore complètement au point. Un test de robot de pharmacie est en cours aux HUG, mais cette expérience est indépendante de la construction du BDL2. Au sein du BDL2, un local sera spécialement affecté à la préparation des médicaments afin d'éviter aux collaborateurs de les effectuer en chambre.

Locaux de repos pour le personnel

Un député a posé une question complémentaire : a-t-on prévu en suffisance dans le BDL2 des locaux de repos pour le personnel ?

M. Peyraud répond que dans le BDL2 est prévue une salle de repos pour le personnel de 26 m² par étage, soit 7 de ces salles sur l'ensemble du bâtiment pour une surface totale de 182 m², ainsi qu'une salle de repos de 120 m² au niveau 0. A noter que le BDL1 n'est doté que de 2 salles de repos pour les 589 lits LAMAL de ce bâtiment.

Crèche

Une nouvelle crèche est-elle prévue au BDL2 ?

M. Peyraud indique qu'il n'est pas prévu de nouvelle crèche dans le BDL2, la crèche « Les Kangourous » étant déjà disponible sur le site de Cluse-Roseraie. Une deuxième crèche « Les Magnolias » est disponible sur le site de Belle-Idée.

A noter que la construction du BDL2, n'augmentant pas le nombre de lits du site Cluse-Roseaie, n'entraînera pas d'augmentation du personnel de soins.

Quartier carcéral

Question complémentaire d'un député : est-il prévu la création d'un quartier carcéral au BDL2 ?

Réponse négative de M. Peyraud, le quartier carcéral, situé actuellement au niveau R du BDL1, sera repositionné et redéfini à un niveau supérieur du BDL1 lors de sa rénovation après la construction du BDL2. Cette rénovation se fera sans interruption de fonctionnement du quartier carcéral.

Finitions : sols et plafonds

Un député remarque que certains bureaux seront dotés de moquettes, et peine à comprendre ce choix. Alors que d'autres solutions sont plus hygiéniques.

M. Peyraud répond que la règle générale prévalant au sein des HUG est « pas de moquette ». M. Anstett rajoute que les chambres seront munies de sol coulé ou de linoléum, et les salles de bains seront équipées de sols en résine.

Un député demande ce qui est prévu pour les plafonds.

M. Amstett répond que dans un souci d'économie de la construction, la pose de plafonds plats a été envisagée. Il existe cependant d'autres pistes à étudier afin d'optimiser les coûts.

Concept énergétique

Un député salue la présentation de ce projet et note que le projet comprend 500 m² de panneaux solaires passifs et demande pourquoi cette surface n'est pas plus importante et pourquoi l'installation de panneaux solaires photovoltaïques n'a pas été envisagée.

M. Schmidt répond que la surface de toiture disponible est de 800 à 1000 m². Le problème est que le volume d'eau chaude n'est pas assez important pour absorber une telle production solaire. En effet, 500 m² suffisent à assurer l'approvisionnement en eau chaude du bâtiment tout au long de l'année. Concernant les panneaux photovoltaïques, il note que les surfaces à disposition auraient été beaucoup trop petites pour aboutir à une production d'énergie significative. L'installation de tels panneaux aurait donc constitué un « alibi » écologique plus qu'une véritable mesure efficace.

Le même député note que les panneaux solaires peuvent aussi être installés verticalement au niveau des derniers étages d'un bâtiment. A-t-on étudié cette éventualité ?

M. Schmidt indique que les derniers niveaux sont constitués de chambres vitrées, d'où l'impossibilité d'y installer des panneaux photovoltaïques. De tels panneaux auraient éventuellement pu être installés au niveau des locaux techniques. Il souligne toutefois que le rendement des panneaux verticaux est très mauvais, excepté pour ceux situés au sud.

A la question de savoir quelle est la part des besoins en eau couverts par la récupération des eaux de pluie et leur recyclage en eau sanitaire, M. Schmidt répond que 25% des besoins sanitaires, actuellement fournis en eau potable, seront couverts.

Un député demande comment sera effectuée la régulation de l'éclairage dans les niveaux inférieurs.

M. Schmidt explique que dans les niveaux inférieurs du bâtiment, des radars et des détecteurs de présence seront installés.

Un député salue l'effort effectué en matière de minimisation des déchets de construction et de choix de matériaux le plus écologique possible, et estime que ce chantier est exemplaire en matière de développement durable.

Installations techniques

Ventilation

Un député demande quelle stratégie est prévue au niveau de la ventilation afin de lutter contre les maladies nosocomiales, comme la légionellose.

M. Lucan explique que toutes les centrales de ventilation sont dotées d'une prise d'air neuf direct avec filtration. Il ajoute qu'il n'y a pas de présence de légionellose sur le site mis à part dans les tours de refroidissement situées à proximité du bâtiment Opéra, qui vont prochainement être remplacées. Par ailleurs, un autre type de légionellose se développe dans l'eau tiède entre 20 et 35°C. L'installation de capteurs solaires thermiques et de désinfection chromatique permettront d'éviter la prolifération de ce type de germes.

A la question d'un député sur la stratégie de lutte contre les autres maladies nosocomiales, M. Peyraud répond que l'installation de système de filtration d'air permettra de lutter efficacement contre ces maladies. De plus, une zone tampon sera réservée au sein du BDL1 lors des travaux de rénovation, ce qui permettra d'avoir une surface propre afin de transférer les patients.

Ascenseurs

Un député note qu'aujourd'hui, au BDL1, les circulations verticales sont lentes, et demande quel sera la capacité des ascenseurs prévus au BDL2.

M. Lucan explique que des études de flux ont été effectuées, l'installation de 4 ascenseurs et de 4 monte-lits groupés dans la partie centrale du bâtiment devrait permettre une bonne circulation des flux verticaux. Il ajoute qu'un escalier situé à proximité du noyau central permettra de passer facilement d'étage en étage. M. Anstett ajoute que 2 monte-charge supplémentaires seront dévolus intégralement à la circulation verticale des marchandises.

M. Peyraud explique qu'à la différence du BDL1, dans le BDL2, les flux seront différenciés entre les ascenseurs, destinés aux personnels et aux visiteurs, les monte-lits et les monte-charge. Concernant les rocadés BDL1/BDL2, il a été décidé de fermer complètement une aile afin d'y effectuer les travaux dans des conditions optimales. Les rocadés elles-mêmes ne poseront pas de problème particulier. Par contre, une complète séparation des flux sera instaurée. Le niveau R sera consacré aux flux purement logistiques, le niveau P sera consacré aux flux blocs opératoires et soins intensifs, le niveau 0 sera consacré aux flux de patients, et le niveau toiture Opéra et galerie chauffée d'accès au BDL2 sera consacré aux flux de collaborateurs et de visiteurs.

Sécurité

Un député demande quelles mesures de sécurité ont été prises, notamment en matière d'évacuation et de pompage de fumée.

M. Lucan répond que les questions de sécurité ont été traitées de manière conséquente et que les discussions avec les services de sécurité ont été très nombreuses. M. Schmidt ajoute que des sprinklers ont été installés dans les garages pour l'évacuation de la fumée, le bâtiment est complètement muni de détecteurs incendie dans les plafonds. Des ascenseurs destinés aux pompiers doivent permettre l'évacuation des toutes les personnes. Des systèmes de désenfumage naturel par aile ont été prévus.

Question complémentaire d'un député : à quelles normes répond le BDL2, en particulier sur l'aspect sismique ?

M. Peyraud répond que l'autorisation de construire inclut le respect des normes professionnelles SIA dont les normes sismiques (SIA 160, 260 et 261) de même que les lois, règlements et ordonnances fédérales et cantonales en matière de travail, de sécurité et d'énergies.

Finances

Un député demande si cette nouvelle organisation entraînera des coûts de fonctionnement supplémentaires.

M. Peyraud répond que non, car des unités entières seront déplacées avec leur personnel.

Un député remarque que le projet présenté lui semble bien maîtrisé. Il note que le prix de 904 F/m³ lui paraît cohérent.

M. Andrié précise que le DCTI a travaillé durant 6 mois pour parvenir au prix souhaité.

Un député demande si des analyses CFE ont été effectuées.

M. Andrié répond qu'un économiste de la construction a analysé en détail les prix CFE. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle le devis général inclut un degré de précision de plus ou moins 5%, plus bas que celui de la norme SIA, qui est de plus ou moins 10%. M^{me} Prini précise que pour le BDL2, l'amortissement est calculé sur 40 ans pour la partie bâtiment, et sur 10 ans pour les équipements.

A la question complémentaire d'un député sur l'impact pour les HUG de la réduction du programme des locaux du BDL2 en relation avec l'effort d'économie demandée, M. Peyraud indique que le principal impact a été la suppression d'une travée entraînant la réduction de 14 chambres, soit 28 lits sur les 378 initialement prévus. Cette réduction de programme a également réduit les surfaces en sous-sol destinées aux parkings voitures pour les collaborateurs.

Vote en premier débat

Le Président procède au vote d'entrée en matière sur le PL 10703.

Entrée en matière sur le PL 10703

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

L'entrée en matière : acceptée.

Vote en deuxième débat

Le Président procède au vote de deuxième débat.

Titre et préambule du PL 10703

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

Titre et préambule : adopté

Vote sur l'article 1, alinéa 1, du PL 10703

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

Article 1 alinéa 1 : adopté

Vote sur l'article 1, alinéa 2 du PL 10703**Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)****Contre : –****Abstention : 1 (1 PDC)****Article 1 alinéa : 2 adopté****Vote sur l'article 2 du PL 10703****Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)****Contre : –****Abstention : 1 (1 PDC)****Article 2 : adopté****Vote sur l'article 3 du PL 10703****Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)****Contre : –****Abstention : 1 (1 PDC)****Article 3 : adopté**

Vote sur l'article 4 du PL 10703

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

Article 4 : adopté

Vote sur l'article 5 du PL 10703

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

Article 5 : adopté

Vote en troisième débat sur le PL 10703**Vote final sur le PL 10703**

Pour : 13 (1 MCG, 1 UDC, 3 L, 2 R, 1 PDC, 3 Ve, 2 S)

Contre : –

Abstention : 1 (1 PDC)

Le PL 10703 est adopté en vote final.

Conclusions

L'ensemble des membres de la Commission des travaux vous recommande vivement d'accepter ce projet de loi qui apportera un plus grand confort aux malades, un meilleur accueil pour les patients, et de meilleures conditions de travail pour le personnel. Enfin, Genève disposera d'un bâtiment au potentiel énergétique et financier maîtrisé avec excellence, et dont la fiabilité de fonctionnement dans la durée est un atout majeur.

Ce débat sera traité en catégorie 3, l'urgence est demandée pour la session de novembre 2010.

Projet de loi (10703)

ouvrant un crédit d'investissement de 253 687 000 F en vue de la construction et l'équipement du nouveau bâtiment des lits (BDL2)

Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève décrète ce qui suit :

Art. 1 Crédit d'investissement

¹ Un crédit d'investissement de 253 687 000 F (y compris renchérissement et TVA) est ouvert au Conseil d'Etat pour la construction et l'équipement du nouveau bâtiment des lits (BDL2).

² Le montant indiqué à l'alinéa 1 se décompose de la manière suivante :

- Construction	175 568 000 F
- Equipement	14 148 000 F
- Honoraires, essais, analyses	24 662 000 F
- TVA (8%)	17 046 000 F
- Renchérissement	13 970 000 F
- Divers et imprévus	6 349 000 F
- Evolutions techniques hospitalières	<u>1 944 000 F</u>
Total	253 687 000 F

Art. 2 Budget d'investissement

¹ Le crédit d'investissement de 253 687 000 F sera réparti en tranches annuelles inscrites au budget d'investissement dès 2011, sous les rubriques N^{os} 05040600 5040000 et 08032100 50610000.

² Ce crédit se décompose de la manière suivante :

- Construction (05040600 50400000)	238 097 000 F
- Equipement (08032100 50610000)	<u>15 590 000 F</u>
Total	253 687 000 F

³ L'exécution budgétaire de ce crédit sera suivie au travers de numéros de projet correspondant au numéro de la présente loi.

Art. 3 Financement et charges financières

Le financement du crédit est assuré, au besoin par le recours à l'emprunt, dans le cadre du volume d'investissement « nets-nets » fixé par le Conseil d'Etat, dont les charges financières en intérêts et en amortissements sont à couvrir par l'impôt.

Art. 4 Amortissement

L'amortissement de l'investissement est calculé sur le coût d'acquisition (ou initial) selon la méthode linéaire, sur une période correspondant à l'utilisation effective des éléments d'actifs concernés; l'amortissement est porté au compte de fonctionnement.

Art. 5 Loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat de Genève

La présente loi est soumise aux dispositions de la loi sur la gestion administrative et financière de l'Etat de Genève, du 7 octobre 1993.

ACTE 5 pool de mandataires

ETIENNE CHAMBERLIN ARCHITECTURE – O. SEYLER & A. URSCHER ARCHITECTES – PIERRE D. ZARBORE
 ARCHITECTE
 DURCHMÄBLT - PARTHENON SA THOMAS J. NOY - REGIERUNG ERICH SA TECHNOLOGICAL ENGINEERING SA
 PROJEKTIONSGESAMTSCHAFT CHURCH SA ERDREI ERKENNUNG SA GARTENBAU- UND RAUMGEWANNUNG SA

ÉTAT DE GENÈVE DÉPARTEMENT DES CONSTRUCTIONS ET DES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE GENEVE
 HUG – BÂTIMENT DES LITS 2
 ET REQUALIFICATION DE L'ESPACE PUBLIC
 RUE ALCIDE JENTZER 17
 1205 GENEVE



DÉVELOPPEMENT DURABLE
 CONCEPT ENERGETIQUE

8 JUILLET 2009

	pages
1	SYNTHESE 5
1.1.	Synthèse développement durable 5
1.2.	Concept énergétique 6
2	PREAMBULE 7
2.1.	Développement durable 7
2.2.	Exposé des motifs du Maître de l'ouvrage 9
2.3.	Exposé des motifs des HUG 11
3	DESCRIPTION DU PROJET 15
3.1.	Contexte du site 15
3.2.	Contexte historique 17
3.3.	Données générales 18
3.3.1.	Données climatiques
3.3.2.	Qualité de l'air
3.3.3.	Bruit
3.3.4.	Environnement géo hydrologique
3.3.5.	Energies disponibles localement
3.4.	Principe d'implantation 25
3.5.	Projet BdL2 26
3.5.1.	Description du projet
3.5.2.	Quantitatif du projet
4	PRINCIPES ARCHITECTURAUX ET STRATEGIES 31
4.1.	Développement durable 31
4.1.1.	Environnement
4.1.2.	Economie
4.1.3.	Aspect social
4.1.4.	Synthèse
4.2.	Concept énergétique 34
4.2.1.	Principe de base
4.2.2.	Stratégie du chaud
4.2.3.	Stratégie du froid
4.2.4.	Stratégie de l'aération
4.2.5.	Stratégie de l'éclairage
4.2.6.	Stratégie de l'eau
4.3.	Stratégies de mise en œuvre et développement durable 38
4.3.1.	Terrassement, fondations et stabilisation du terrain
4.3.2.	Structure porteuse et béton armé
4.3.3.	Toitures
4.3.4.	Façades
4.3.5.	Parois intérieures et cloisons
4.3.6.	Sols et faux-plafonds
4.3.7.	Déchets de construction
5	CONCEPT ENERGETIQUE DES INSTALLATIONS TECHNIQUES 45
5.1.	Objectifs thermiques 45
5.2.	Production d'énergie 48
5.2.1.	Production et distribution de chaleur
5.2.2.	Production et distribution de froid
5.2.3.	Production et distribution d'électricité
5.2.4.	Production et distribution de vapeur
5.2.5.	Energies renouvelables
5.3.	Description des installations techniques 53
5.3.1.	Chauffage
5.3.2.	Froid
5.3.3.	Ventilation - climatisation
5.3.4.	Electricité
5.3.5.	Sanitaire

6	EXPLOITATION	62
	6.1. Evaluation des indices prévisionnels de dépense d'énergie	62
	6.2. Concept de mesures et de suivi	63
	6.2.1. Chauffage – ventilation	
	6.2.2. Electricité	
	6.2.3. Sanitaire	
7	ANNEXES (table des matières)	64
8	LISTE DES MANDATAIRES	65

1. SYNTHÈSE

1.1. Synthèse développement durable

En 1992 la conférence de Rio pose un constat, médiatisé internationalement : d'un point de vue environnemental le monde est arrivé à un tournant. Une vision et un souci à long terme doit, dès aujourd'hui et de façon urgente, diriger toute activité humaine vers un usage équilibré, parcimonieux et responsable de nos ressources naturelles. L'équation - complexe, parfois contradictoire - consiste à répondre aux besoins d'aujourd'hui sans hypothéquer les ressources des générations futures. Par conséquent l'une des questions centrales est celle de l'énergie dont les sources renouvelables doivent être exploitées, valorisées.

Les trois axes du développement durable sont l'économie, le social et l'écologie :

1. Axe économique :

Le bâtiment est compact et génère une emprise foncière réduite, minimisant, de ce fait, les interventions sur le bâti existant. Une extension future au-delà du bâtiment de la Voirie reste garantie.

La « haute qualité environnementale » est rentable mais possède indéniablement un coût d'investissement supplémentaire. Elle peut cependant générer des économies d'investissement lorsqu'elle permet d'éviter ou de sous dimensionner une installation technique.

Dans la recherche de solutions économique non seulement les coûts d'investissement sont pris en compte, mais également les coûts d'exploitation. Une solution onéreuse à l'investissement peut être avantageuse au niveau nettoyage, maintenance et rénovation.

2. Axe social :

Etant donné sa proximité au centre-ville, le bâtiment est facile d'accès depuis les transports publics. L'accessibilité est cependant plus difficile venant de la région. Seule la construction du CEVA améliorera la situation. Le choix des types de matériaux de construction et leurs traitements ont été déterminés par la volonté d'utiliser des matériaux simples et sains (écologiques). La création d'une « esplanade Alcide-Jentzer », lieu de rencontre et de convivialité, ménage la nécessaire nouvelle entrée Sud du site hospitalier.

Les aspects du développement durable liés au volet social ont été pris en compte, dès les premières phases de la planification, essentiellement selon deux axes : le bien-être des patients et de leur famille lors de leur séjour, et celui des soignants et des collaborateurs des HUG dans l'exercice de leurs activités.

La construction de ce nouveau bâtiment des lits sera l'occasion de mettre en œuvre certains concepts de confort psychologique contribuant au bien-être de tous les utilisateurs de cet équipement public majeur.

3. Axe écologique:

Les matières premières non renouvelables entrant dans les constituants du projet ont été minimisées (matériaux composites non récupérables, attention particulière au niveau des solvants toxiques, etc). Un cahier des charges stipulera au niveau des soumissions, que leur nature, leur provenance et leur mise en œuvre devront être compatibles avec les principes de développement durable (EcoBau).

Les toitures végétalisées permettent, localement, de réguler l'impact environnemental. Grâce à la performance énergétique du bâtiment et à un large recours aux énergies renouvelables, les rejets sont minimisés.

1.2. Concept énergétique

Les bonnes performances énergétiques sont assurées par plusieurs actions : la forme du bâtiment, l'enveloppe du bâtiment, la minimisation du taux de renouvellement d'air et l'utilisation d'énergies renouvelables.

Le concept de base propose une architecture climatique équilibrée, c'est-à-dire que le bâtiment réagit au climat local. La lumière du jour est considérée comme la source d'éclairage principale afin de favoriser une économie de la consommation d'électricité. Pour y arriver, de grandes loggias et de larges baies vitrées ont été planifiées.

L'eau potable doit être considérée comme une richesse et gérée en conséquence. Les eaux en provenance de la toiture sont envoyées dans une citerne de stockage d'eau de pluie pour ensuite être récupérées. Les eaux de pluie sont utilisées pour alimenter les chasses d'eau des WC, l'arrosage et le nettoyage du parking.

Comme mesure d'économie et dans le but d'utiliser des énergies renouvelables, 500m² de panneaux solaires sont installés en toiture et la récupération de chaleur sur le groupe froid participe également au préchauffage de l'eau chaude sanitaire.

Bonnes performances grâce à une ventilation naturelle, une ventilation mécanique avec minimisation du taux de renouvellement d'air et une régulation des débits d'air par des ventilateurs à débit variable et des sondes d'ambiance.

D'après le règlement modifiant le règlement d'application de la loi sur les constructions et les installations diverses (RCI) « L 5 05.01 », le projet BdL2 doit être à haute performance énergétique. C'est-à-dire que la part d'énergie non renouvelable ne dépasse pas les 60% des besoins admissibles de chaleur tels que définis par la norme SIA 380/1 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire et dont la demande en électricité ne dépasse pas les valeurs cibles de la norme SIA 380/4. Le bâtiment répond à ces exigences.

2. PREAMBULE

2.1. Développement durable

Développement, car il s'agit de remettre l'homme au centre de tous les enjeux de décision politique ou économique, dans la perspective d'une réponse satisfaisante, toujours optimisée, à l'ensemble de ses besoins.

Durable, car il ne peut y avoir de satisfaction de nos besoins qu'à la condition que tous les peuples puissent y accéder équitablement, selon les mêmes formes, tout en laissant à nos descendants la possibilité intacte de répondre, eux aussi, aux leurs.

Comme l'a écrit Saint-Exupéry:

"Nous n'héritons pas la Terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants"...

Le développement durable fait appel à la logique, à l'intuition ; nous pouvons retrouver des textes datant de l'époque romaine parlant de construction respectant le climat, le matériel environnant, l'orientation du soleil, la culture du lieu d'implantation.

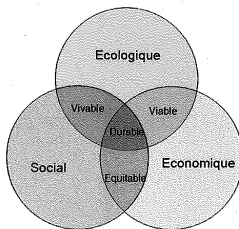
L'Etat de Genève s'est engagé à mener son action pour le XXI^e siècle dans le cadre d'un agenda 21 (tel qu'il a été défini lors du Sommet de la Terre, à Rio, en 1992), une loi sur l'action publique en vue d'un développement durable.

Art. 1 But

1. *L'ensemble des activités des pouvoirs publics s'inscrit dans la perspective d'un développement de la société, à Genève et dans la région, qui soit compatible avec celui de l'ensemble de la planète et qui préserve les facultés des générations futures de satisfaire leurs propres besoins.*
2. *A cette fin, on recherchera la convergence et l'équilibre durable entre efficacité économique, solidarité sociale et responsabilité écologique.*

La notion de développement durable définit un principe directeur capable de faire converger ou de rééquilibrer, à travers leurs interactions, les trois domaines suivants :

1. *Economique*
2. *Social*
3. *Ecologique (environnement)*



Des conflits d'objectifs entre les exigences des trois domaines, *société, économie et environnement*, sont inévitables.

L'un des éléments essentiels d'un processus de conception contribuant au développement durable consiste précisément à les identifier le plus tôt possible afin d'analyser la situation en connaissance de cause et de fixer des priorités.

Dans la création d'un « bâtiment développement durable », quatre acteurs sont engagés dans l'opération à savoir :

Le maître d'ouvrage, les concepteurs, les entreprises et les utilisateurs. Le maître d'ouvrage est le premier organe le plus important dans la mesure où il détermine tous les autres.

Il sera recherché un bénéfice durable pour tous. Il n'y a pas d'antagonisme dans le fait qu'un bâtiment soit à la fois durable et respectueux de l'environnement et du site d'une part, et économe et confortable, d'autre part.

Pour un bâtiment hospitalier qui est un gros consommateur d'énergie et producteur de déchets, les potentiels d'économie d'énergie sont importants. Il est également important que les infrastructures soient flexibles et puissent s'adapter aux technologies à venir.

Le coût global du futur bâtiment ne doit pas uniquement considérer le coût de construction, mais également le coût de maintenance, le coût social et le coût de la santé.

A ne pas oublier que la qualité architecturale d'un ouvrage représente un élément important de la durabilité.

2.2. Exposé des motifs du Maître de l'ouvrage

Préambule

Le quartier de l'hôpital cantonal abrite l'équipement hospitalier majeur de l'agglomération genevoise et transfrontalière. Cet équipement d'échelle territoriale élargie a crû dans un quartier caractérisé par sa forte densité d'occupation, par la diversité de sa composition urbanistique (bâtiments hospitaliers, îlots d'immeubles de logements à cour centrale et ateliers artisanaux, immeubles-barres, villas), par la diversité de ses activités, par sa configuration géographique (au pied du Plateau de Champel et en bordure de l'Arve). Cette complexité imprime sa marque dans la morphologie des volumes bâtis, comme dans le paysage du quartier.

Ce quartier doit faire face à un développement conséquent de ses équipements, étalé sur une vingtaine d'années. Les nouveaux projets sont appelés à s'inscrire dans les grandes tendances du Schéma directeur du développement du quartier de l'hôpital qui constitue, depuis avril 1999, le document de référence. Celui-ci oriente les diagnostics, commande l'élaboration des nouveaux projets, et permet aux multiples acteurs d'opérer des décisions avec une vision d'ensemble des objectifs.

Situé dans le quartier "La Cluse" au nord du cours d'eau de l'Arve, au pied du plateau de Champel, le site au centre de la "Section Plainpalais" s'organise dans un quadrilatère allongé Nord/Sud et délimité par le boulevard de la Cluse, la rue Lombard, l'avenue de la Roseaie et la rue Barthélémy-Menn.

La rue Alcide-Jentzer traverse ce secteur et délimite un "secteur Nord" regroupant les activités générales de la médecine (ambulatorio, médico-administratif plateaux techniques, laboratoires, chirurgie, opératoires, soins, etc.) et un "secteur Sud" intitulé "Zone Sud" orienté principalement vers les actes médicaux de la Maternité, de l'Hôpital des Enfants et le futur bâtiment des lits (BdL2).

Un concours de projets à deux degrés a été organisé par le DCTI entre 2005 et 2006 portant sur la construction d'un nouveau bâtiment des lits (d'environ 420 lits) et sur la requalification de l'espace public compris entre l'avenue de la Roseaie et le boulevard de la Cluse.

C'est le projet "Acte V" qui a été désigné à l'unanimité du jury sur la base des critères de qualités fixés dans le cahier des charges du concours soit :

- la fonctionnalité;
- la qualité architecturale;
- la qualité des espaces publics;
- l'économie des coûts;
- le développement durable.

Concept énergétique et développement durable

Ainsi, dès les premières phases de planification, le projet a intégré la notion de développement durable, dont les principaux objectifs sont la solidarité sociale, l'efficacité économique et la responsabilité écologique.

De façon générale, les architectes ont développé, dès la phase initiale du projet, une démarche coordonnée avec les ingénieurs CVSE, afin d'établir un cahier des charges spécialement adapté au projet.

Conformément aux lois, normes, règlements et directives en vigueur, un concept énergétique a été établi par les mandataires. Cette démarche a eu pour objectif l'optimisation de toutes les mesures à prendre dans les domaines de la construction, des installations techniques, de l'exploitation et de la gestion. Le concept énergétique comprend donc :

- une approche énergétique;
- une démarche visant à limiter les besoins en énergie lors de la construction et durant toute l'exploitation
- une démarche visant à limiter les besoins en énergie non renouvelable

2.3. Exposé des motifs des HUG

Préambule

Dans le rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil du 11 octobre 2000 sur la planification des constructions hospitalières 2000-2010 qui faisait suite à la motion M1180, figurait la rénovation du bâtiment des lits dont les objectifs étaient :

- o amélioration du confort des patients par la création de chambres à 1, 2 ou 4 lits avec, pour chacune d'elle, rafraîchissement et installations sanitaires adéquates
- o rénovation des installations CVSE (chauffage, ventilation, sanitaire, électricité)
- o rénovation des façades (isolation thermique, acoustique et carbonatation)
- o mise aux normes des installations de protection contre l'incendie

Vu l'obsolescence du bâtiment des lits existant (BdL1) et compte tenu des nombreux inconvénients liés aux conditions d'hospitalisation des patients dans le BdL1, les HUG ont souhaité donner la priorité à ce projet dans la planification générale des constructions hospitalières.

Le Département des constructions et des technologies de l'information (DCTI), en accord avec le Département de l'économie de la santé (DES), a décidé de mandater un groupe pluridisciplinaire de mandataires pour une étude de faisabilité. Cette étude a conclu en juillet 2003, après analyses et évaluations de 4 scénarios :

- o rénovation légère du BdL1 existant
- o transformation lourde du BdL1 existant
- o démolition - reconstruction sur le même site
- o construction d'un bâtiment neuf à la rue Alcide-Jentzer,

de retenir la quatrième variante, soit la construction d'un nouveau BdL de 400 à 500 lits au sud du bâtiment OPERA.

Le choix de la 4^e variante a été défini sur la base de critères fonctionnels, sécuritaires, techniques et financiers.

Cette orientation a été validée par les présidents du DCTI et du DES à la suite des séances des 26 août 2003 et 3 février 2004, décision qui a permis d'entreprendre les études programmatiques liées à ce projet.

Etat du bâtiment des lits 1 (BdL1)

L'analyse des données conceptuelles du bâtiment des lits, achevée en 1966, et leur mise en perspective par rapport aux contraintes fonctionnelles d'une médecine du XXI^{ème} siècle, laisse apparaître, par cercles concentriques (chambre, unité, bâtiment...), une totale inadéquation aux standards à appliquer pour garantir un confort du patient, une ergonomie des soins et un accueil des familles dignes d'un hôpital universitaire moderne.

L'obsolescence s'est avérée à tous les niveaux et à toutes les fonctions des espaces composant ce bâtiment. Ce constat a été confirmé par un groupe d'experts hospitaliers mandaté par le DCTI.

Projets de construction du BdL 2 et de rénovation du BdL1

Considérant :

- 1.1 les objectifs de la planification sanitaire quantitative (rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil, 483 du 16 avril 2003, concernant la planification hospitalière du système de santé genevois 2003-2010) qui prévoyait une réduction de 115 lits de soins aigus du BdL1 sur les 275 lits à réduire sur l'ensemble des lits HUG (- 12,3 %),
- 1.2 l'état du BdL1 décrit ci-dessus, tant au niveau fonctionnel que technique,
- 1.3 la nécessité d'hospitaliser les patients dans des chambres à 2 lits,

Un nouveau bâtiment des lits (BdL2) de soins aigus est prévu et sa capacité a été fixée à 14 unités de soins aigus de 25 à 26 lits, soit un total de 350 à 364 lits, pour respecter les objectifs financiers du Conseil d'Etat (215 mios de FS).

Le BdL1 sera rénové dans un deuxième temps en ramenant sa capacité actuelle de 741 lits à 410 lits, dans le but d'offrir aux patients des services de médecine générale, des cliniques de réhabilitation et de rééducation des chambres à 2 lits.

Par ailleurs, le projet de construction du BdL2 permettra d'intensifier les efforts de rationalisation du dispositif de soins (concentration des plateaux techniques) que les HUG entendent mener à l'avenir pour des raisons de qualité et d'économie (coûts de fonctionnement).

Dans ce sens, il est prévu un regroupement des compétences et des moyens dans une unité de lieu et d'action sur un même niveau (BdL 1, Appui et OPERA) relatif :

- o aux blocs opératoires de la zone nord par la construction de six salles d'opérations supplémentaires;
- o aux soins intensifs adulte par la mise à disposition de douze positions individuelles;
- o à la création d'unités de soins intermédiaires proches des salles de réveil et des soins intensifs.

Schéma directeur

Un schéma directeur du développement du quartier de l'hôpital cantonal constitue, depuis avril 1999, le document de référence en cas de constructions nouvelles.

Le schéma directeur indique les mesures à engager pour :

- o assurer une meilleure intégration du fonctionnement de l'hôpital dans la vie du quartier ;
- o répondre aux besoins de développement de l'hôpital et de son environnement immédiat ;
- o établir des priorités pour une réalisation évolutive des programmes ;
- o identifier et préserver les potentialités inscrites à l'intérieur du périmètre hospitalier en matière de création de réserves destinées aux soins, aux services techniques, à l'administration, aux accès (nouveaux parkings, transports publics, deux-roues) et aux espaces publics.
- o chercher la clarté d'expression architecturale et urbanistique dans la gestion prévisionnelle du territoire et des espaces hospitaliers, ainsi que des quartiers voisins.
- o Compte tenu d'une vision prospective de la planification hospitalière à 30 ans, ce document a été complété puis validé en février 2004 par le Département

des constructions et des technologies de l'information (DCTI) et le service d'urbanisme de la Ville de Genève.

Il contient :

- o une charte des aménagements des espaces publics (définition, hiérarchisation, requalification et mise en réseau) en liaison avec les futures constructions prévues et recommandations quant à leur traitement (végétation, plantation, mobilier urbain, éclairage...). Elle comprend également les projets officiels connus des voiries et espaces publics en cours de réalisation ou récemment achevés (boulevard de la Cluse, avenue de la Roseaie, parc des Chaumettes...);
- o un « master plan de coordination » des espaces publics définis en insérant les rez-de-chaussée des bâtiments existants et des nouveaux projets, permettant ainsi de tester leur compatibilité avec les principes établis. Dans ce sens ce plan de coordination est à la fois une carte de synthèse et un instrument de projet.
- o L'instrument de travail mis en place sert de référence aux différentes demandes en autorisation de construire déposées. Le futur bâtiment des lits s'inscrit dans ce processus.

Concours d'architecture

Un concours d'architecture à deux degrés a été organisé par le Département des constructions et des technologies de l'information (DCTI). Le concours s'est déroulé selon une procédure ouverte soumise à l'accord GATT/OMC, à l'accord intercantonal sur les marchés publics, au règlement genevois sur la passation des marchés publics et selon le règlement SIA 142, sur les concours d'architecture et d'ingénierie.

Le premier degré a servi de phase de présélection. Pour le deuxième degré, les cinq concurrents retenus (pools de mandataires) ont dû, notamment, développer un avant-projet à une échelle appropriée et remettre un concept énergétique.

La qualité des projets a été appréciée notamment selon les critères suivants :

- o la fonctionnalité ;
- o la qualité architecturale ;
- o la qualité des espaces publics ;
- o l'économie des coûts ;
- o l'écologie (développement durable).

Ce concours a débuté, pour le 1^{er} degré en juin 2005, une fois le crédit d'étude accepté. Le second degré s'est déroulé dans le courant du premier trimestre 2006. Le jugement du concours a eu lieu le 28 avril 2006.

Implantation du BdL2

L'implantation du bâtiment est prévue parallèlement à l'ancienne maternité et est accolée au bâtiment de la zone sud (Opéra). Cette position permet la mise en valeur de l'espace public (esplanade Alcide-Jentzer) situé entre le futur bâtiment et la maternité.

Un regroupement des blocs opératoires et des soins intensifs de chirurgie et de médecine, sur un même niveau (niveau P), est également prévu en construisant partiellement sur les terrasses Opéra.

Une galerie de liaison couverte pour les visiteurs assure une connexion entre les deux bâtiments des lits au niveau 1.

Au niveau exploitation, les liaisons sont assurées aux niveaux O, R et S du bâtiment Opéra.

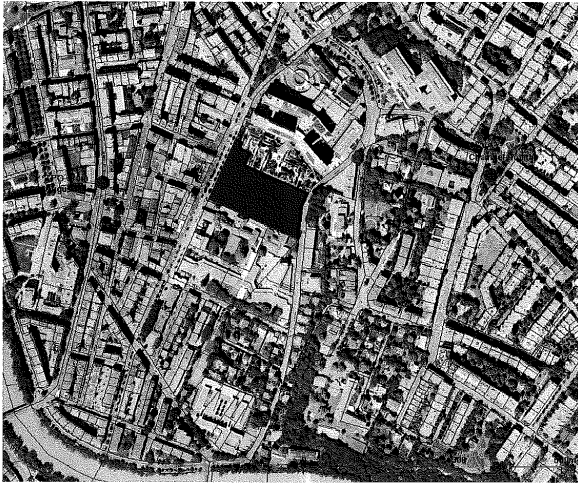
A plus long terme et en fonction des futurs besoins hospitaliers, une réserve de construction est d'ores et déjà identifiée dans le prolongement du BdL2 depuis le bâtiment de la voirie en direction de l'avenue de la Roseraie.

Une surface en sous-sol pour parkings vélos et automobiles a été prévue, afin de combler les places perdues sur l'ensemble du site Cluse-Roseraie. Cet aspect du projet a été coordonné avec l'étude de la 5^e étape du centre médical universitaire (loi 9279) qui a traité de la même problématique. Ceci a fait l'objet d'un extrait du procès-verbal de la séance du conseil d'Etat en date du 22 mars 2006.

Sur cette base, les HUG qui s'étaient engagé à étudier un plan de mobilité d'entreprise, ont rendu ce document le 24 mai 2007.

3. DESCRIPTION DU PROJET

3.1. Contexte du site



Coordonnées géographiques	500'300 / 116'400
Altitude	380 m
Commune	Genève-Plainpalais 24
Adresse	Rue Alcide-Jentzer 17
Cadastre	parcelles n° 3832 (Etat de Ge), 3833 (HUG), 3834 (HUG) et 3831 (HUG)
Plan de Registre Foncier	67
Zone	2
Surface de la parcelle	16'909 m2

Le site du projet BdL2 est situé en prolongation du bâtiment OPERA et en face de la maternité dans l'enceinte de l'HUG. Il longe au nord-ouest le Boulevard de la Cluse et au sud-ouest la Rue Alcide-Jentzer. Au sud-est, il se situe contre le bâtiment de la Voirie.

Le BdL2 disposera via l'esplanade Alcide-Jentzer d'un double accès depuis le boulevard de la Cluse et depuis l'avenue de la Roseraie.

La consommation énergétique liée aux déplacements domicile-travail des employés ne doit pas être négligée. La proximité des transports collectifs est essentielle dans le bilan énergétique global. La facilité de stationnement joue également un rôle essentiel dans le choix des modes de transport.

Il est donc prioritaire de choisir un site proche des transports en commun, de disposer de places de stationnement à vélos protégées et de limiter le stationnement des automobiles.






Le site hospitalier offre un accès facile en transports publics pour les habitants de la ville

L'hôpital est desservi par plusieurs lignes de bus, et surtout par les lignes de tram 12, 13 et 14 qui passent par la rue de Carouge. L'entrée du BdL2 se trouvera à env. 300m de l'arrêt de tram « Augustins »).

Par contre, il manque cruellement un raccordement au niveau régional, ce n'est que la réalisation de la ligne de chemin de fer Cornavin-Annemasse avec sa future gare Champel-Hôpital qui permettra un raccordement efficace au niveau régional, pour l'hôpital et ses milliers d'employés.



Légende :

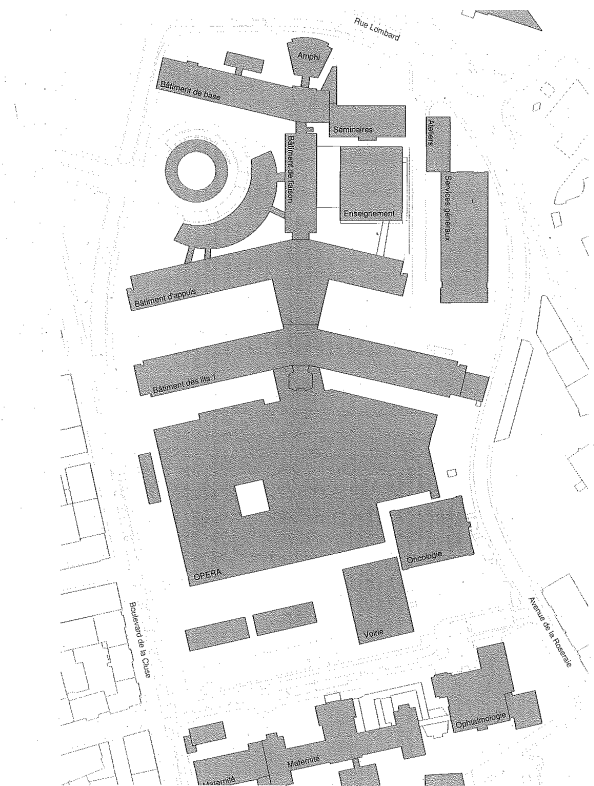
	Zone 2		Zone des bois et forêts
	Zone 3		Zone de développement 3
	Zone 4A		

Selon le plan des zones d'affectation, le site est en zone 2. Celle-ci comprend les quartiers édifiés sur le territoire des anciennes fortifications et des quartiers nettement urbains contigus ; elle est destinée aux grandes maisons affectées à l'habitat, commerce et à d'autres activités du secteur tertiaire.

3.2. Contexte historique

L'hôpital cantonal se trouve sur le même site depuis plus de 150 ans.

- 1856 Construction de l'ancien Hôpital Cantonal de Genève
- 1952 1ère étape : bâtiment des polycliniques, centre d'enseignement et bâtiment de liaison
- 1966 Construction du bâtiment des lits 1 (BdL1)
- 1976 Construction du bâtiment d'appuis
- 1992 Mise en service de la zone Opéra



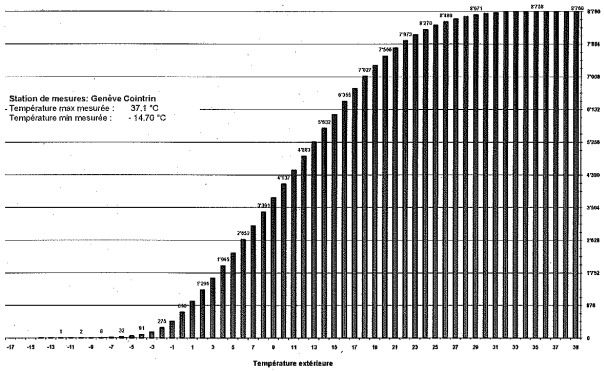
3.3. Données générales

3.3.1 Données climatiques

Par rapport à la météo, le chauffage du bâtiment et l'air d'hygiène est actif pendant que la température extérieure est comprise entre -4°C et +16°C. Tandis que le mode froid (plafond froid et les postes de consommation arrière) fonctionne entre +16°C et +32°C. Le chauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS) est indépendant de la météo.

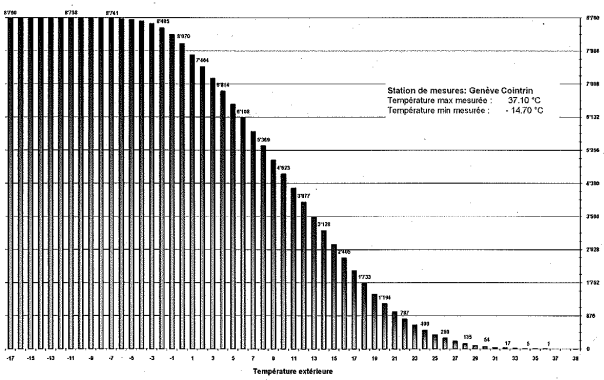
Chauffage, période annuelle
Inclus :

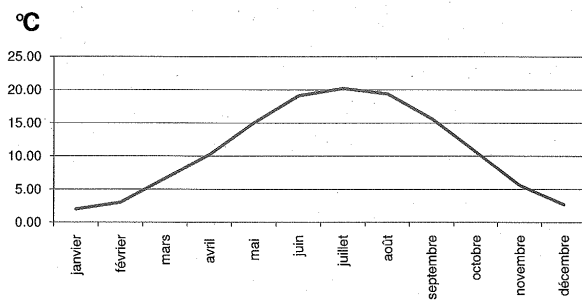
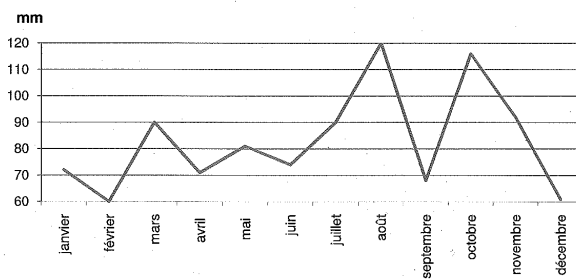
Nombre d'heures cumulées inférieures ou égales à la température T de 1987 à 2008



Climatisation, période annuelle
Inclus :

Nombre d'heures cumulées inférieures ou égales à la température T de 1987 à 2008

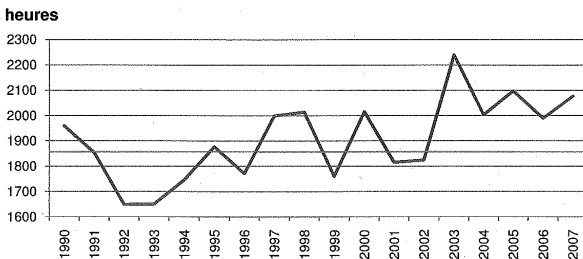


Température moyenne mensuelle (1999 – 2008):Précipitations en millimètres (moyenne 2000 – 2007):

Ensoleillement :

L'ensoleillement dans le canton de Genève est en augmentation depuis 1980. La moyenne des heures d'ensoleillement entre 1985 et 2005 est de 1845 heures. Localement, le bâtiment de 11 étages hors sol est dégagé puisque les bâtiments situés autour sont tous plus bas que le BdL2. On peut donc considérer qu'il bénéficie d'un bon ensoleillement.

Durée d'ensoleillement annuel en heures à Genève depuis 1990 :



Vents :

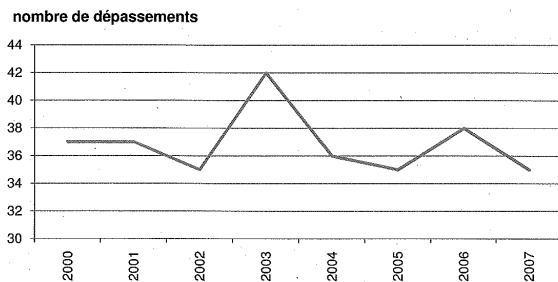
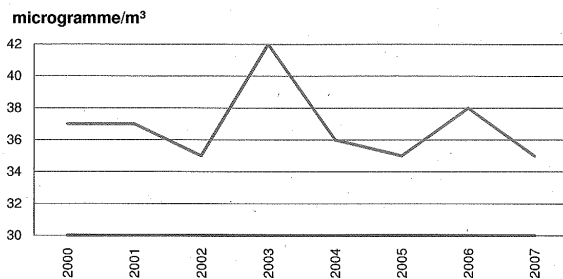
La bise est le vent le plus fréquent à Genève. C'est un vent de beau temps, froid et sec. Une fois établie, elle souffle par rafales ininterrompues généralement durant 3, 6 ou 9 jours.

3.3.2 Qualité de l'air

La qualité de l'air a un effet non négligeable sur la santé. Les effets de la pollution sur la santé augmentent en fonction des concentrations des substances polluantes dans l'air et de la durée d'exposition. Dans le cas d'un hôpital, l'effet est encore plus important puisque les personnes hospitalisées sont plus sensibles.

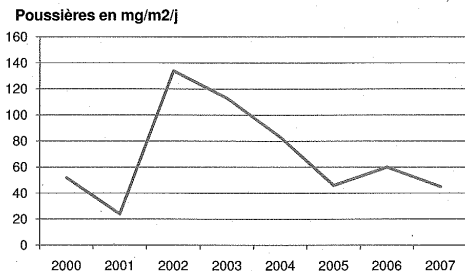
Selon les graphiques ci-dessous, le BdL2 est situé dans une zone à pollution élevée. C'est une des raisons pour laquelle une aération mécanique des locaux a été privilégiée par rapport à une aération naturelle. En effet, le projet prévoit des fenêtres s'ouvrant uniquement en imposte avec un petit ouvrant de 12 cm par chambre.

Les graphiques ci-dessous montrent que tant les NOx que l'ozone et les particules fines ont systématiquement dépassé les limites de l'OPair.

Dépassement d'ozone en ville de Genève (station de mesure : Sainte-Clotilde) :Dioxyde d'azote en ville de Genève (station de mesure : Sainte-Clotilde) :Limite OP-air : 30 microgramme/m³

Particules fines en ville de Genève (station de mesure : Sainte-Clotilde) :

Limite OP-air : 200 microgramme/m³

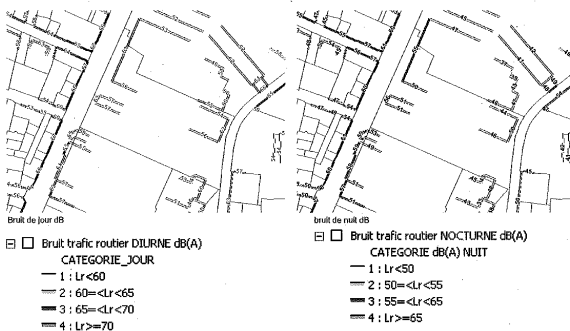


3.3.3 Bruit

Selon l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), il y a 4 degrés de sensibilité au bruit. D'après le plan de cadastre des degrés de sensibilité au bruit de Genève, le site du BdL2 est classifié de degré II.

Les valeurs limites d'exposition au bruit du trafic routier sont pour le degré II dans le cas de planifications: 60 dB(A) de jour et 50 dB(A) de nuit.

Bruit de circulation :



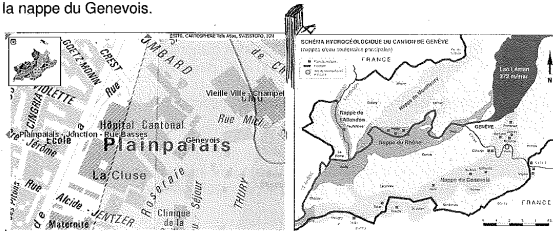
Le cadastre de bruit du trafic routier diurne et nocturne à Genève montre que les émissions de bruit dépassent les valeurs limites de l'OPB. Des mesures de protection contre le bruit seront donc prévues en façade.

3.3.4 Environnement hydrologique

Selon le Service cantonal de géologie, « le sondage réalisé sur la parcelle (SCG3843) montre l'absence d'alluvion ancienne jusqu'à une profondeur de 35 m environ. Or le toit d'alluvion ancienne est mis en évidence en bordure de la parcelle sur la carte du toit d'alluvion ancienne du canton basée sur l'ensemble des sondages de la banque de données du Service cantonal de géologie. Il y a des fortes chances pour que le toit d'alluvion ancienne soit présent à plus grande profondeur (env. dès 50 m de profondeur). »

« L'alluvion ancienne est le siège de la nappe d'eau souterraine du Genevois. Cette nappe est protégée et fait partie du domaine public, elle est exploitée en France et en Suisse pour la fourniture d'eau de boisson. En raison des risques de pollution liés à la mise en relation de l'aquifère protégé avec des couches supérieures et aux fuites de liquides caloporteurs, il n'est pas autorisé de mettre en place des sondes géothermiques pénétrant dans l'aquifère. »

Comme cité précédemment, la limite de la nappe phréatique du Genevois passe par la parcelle du BdL2. Dans les images ci-dessous, on peut voir la limite et l'étendue de la nappe du Genevois.



En plus de la nappe du Genevois, une autre nappe est présente sur la zone du projet. Il s'agit d'une nappe superficielle en légère pente vers l'Arve.

3.3.5 Energies disponibles localement

Le site des HUG dispose, dans ses locaux techniques situés au sous-sol du bâtiment OPERA, des énergies suivantes lesquelles sont disponibles en quantité suffisante pour couvrir les besoins du Bdl2, soit :

➤ Electricité :

La disponibilité des différents réseaux électriques est la suivante :

Réseau Normal, alimenté par les Services Industriels de Genève (SIG) à partir des sous-stations transformatrices BT09 et BT10 situées au niveau U.

Sous-station BT 09 :

- TR1 : 450 A
- TR2 : 660 A
- TR3 : 1000 A

Sous-station BT 10 :

- TR1 : 1000 A
- TR2 : 800 A

Réseau Secours, alimenté par 2 groupes de secours :

- Groupe de secours 1 ayant 200 kVA disponible
- Groupe de secours 2 ayant 100 kVA disponible

Réseau Vital alimenté via le Réseau Secours mais prioritaire en cas de surcharge.

Le bâtiment OPERA ne comporte plus de puissance sur le réseau ondulé à disposition pour le BDL2, par conséquent des onduleurs seront installés dans le nouveau bâtiment pour la puissance calculé dans le projet.

➤ CVCR :

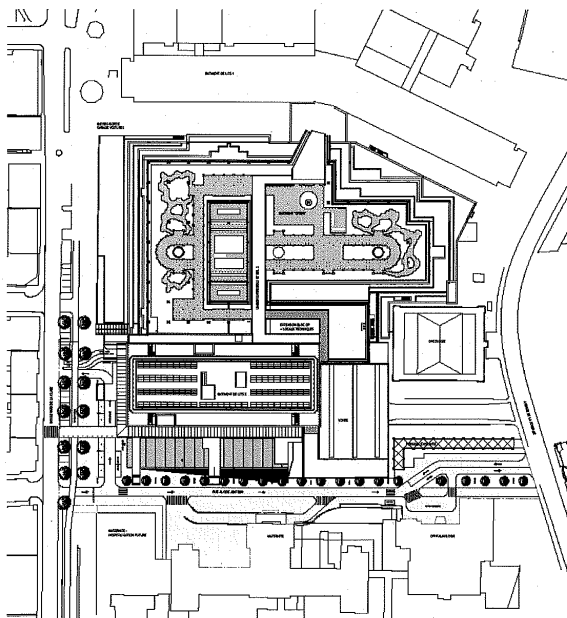
- eau surchauffée à une température de 170°C/90°C
- eau glacée des machines existantes 8°C/14°C
- eau glacée nouvelle machine 12°C/18°C
- vapeur à basse pression

➤ Sanitaire :

- réseau d'eau potable et sprinkler
- air comprimé
- oxygène
- protoxyde d'azote N2O
- dioxyde de carbone CO2

3.4. Principe d'implantation

Cinquième grande étape de la constitution de l'Hôpital Cantonal universitaire de Genève, le nouveau bâtiment des lits (BdL2) achèvera à l'horizon 2015 la croissance du complexe vers le Sud. Visant une amélioration du fonctionnement et du confort de la structure hospitalière dans son ensemble, cette structure noyée dans le tissu de la ville va établir une relation renouvelée de l'hôpital à la ville : par l'entremise d'une esplanade publique et au travers d'une façade résolument urbaine, la possibilité d'une nouvelle entrée sera ainsi établie. Une liaison visiteurs entre l'ancien et le nouveau bâtiment des lits sera réalisée au niveau de la toiture terrasse du bâtiment Opéra. La rue Alcide-Jentzer sera requalifiée par deux espaces à des niveaux différents et par la suppression du trafic automobile de transit sur cette portion de rue. Sur le boulevard de la Cluse, le nouveau bâtiment sera aligné au pignon du bâtiment des lits actuel. Le BdL2 est implanté de manière à permettre à long terme un agrandissement, en déplaçant l'unité de voirie, qui vient en avancée dans le futur espace non bâti entre les bâtiments.



3.5. Projet BdL 2

3.5.1 Description du projet

Le BdL1, qui remonte aux années 1960, ne répond plus aux exigences actuelles, notamment de par ses nombreuses chambres à sept lits sans sanitaires. Il devrait, dans un deuxième temps, être rénové et réaffecté aux besoins des cliniques de réhabilitation et de rééducation.

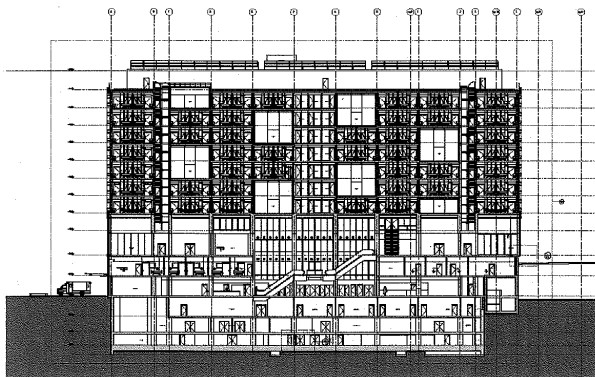
Le projet BdL2 consiste en la construction d'un nouveau bâtiment des lits avec une structure médicalisée importante qui accueillera les lits du BdL1 en rénovation. L'édifice sera en relation directe avec le bloc opératoire et les soins intensifs et comprendra entre 350 et 364 lits dans des chambres banalisées permettant une réelle flexibilité. Il comportera 2 unités de soins par étage.

Le BdL2 est un bâtiment compact dont la construction doit perturber le moins possible le fonctionnement de l'hôpital actuel.

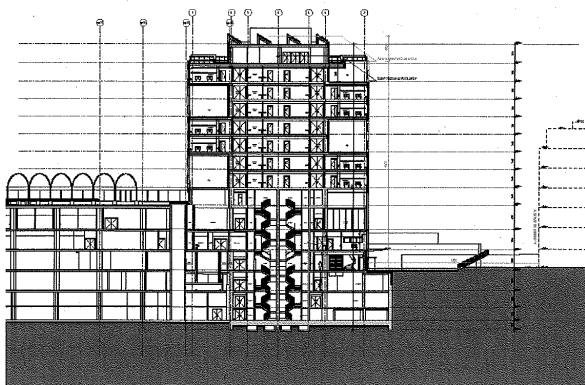
La partie supérieure des sept étages d'hospitalisation détermine la forme générale rectangulaire du bâtiment.

Coupe du bâtiment

Le BdL2 n'enjambe pas le bâtiment de la Voirie. Ce choix définit le concept constructif du projet. Les sept étages supérieurs d'hospitalisation sont des plateaux caractérisés par une trame de points porteurs régulièrement espacés. Cette trame permet une grande flexibilité d'aménagement. Ces sept étages supérieurs sont portés par des voiles en béton au niveau 1, puis des piliers qui permettent une emprise réduite au niveau du sol, permettant ainsi de construire par-dessus les bâtiments voirie et Opéra.



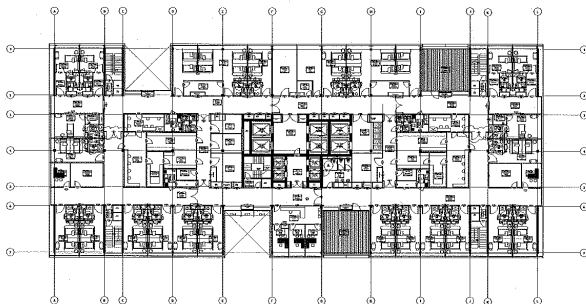
Les fonctions du bâtiment OPERA se poursuivent directement dans le socle du BdL2. L'amélioration des liaisons fonctionnelles passe par la réduction des distances à parcourir à l'intérieur du BdL2 et entre le BdL2, le bâtiment Opéra et le BdL1.

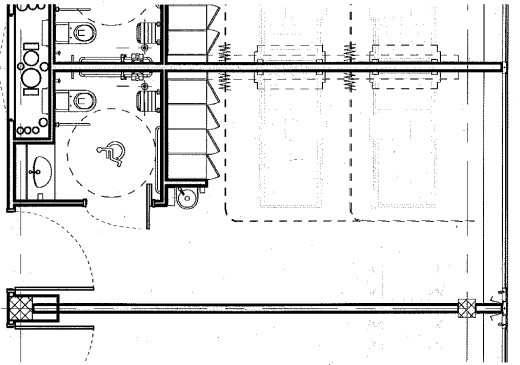


La réalisation du BdL2 apportera quatre améliorations principales :

1 – Une mise à niveau du confort hôtelier

Avec le nouveau bâtiment, l'hôpital disposera d'un ensemble d'unités d'hospitalisations performantes, offrant des chambres limitées à deux lits avec sanitaires individuels conformes aux normes actuelles. Par ailleurs, il permettra d'étendre les services du bâtiment OPERA, aujourd'hui à l'étroit, et de leur offrir des locaux plus fonctionnels et confortables.





2 – Une nouvelle façade urbaine

L'hôpital possèdera, avec le BdL2, une nouvelle façade urbaine et la possibilité d'une entrée complémentaire à l'entrée actuelle. Au-devant de cette façade sera créée une vaste esplanade publique.

Le BdL2 établit une nouvelle relation entre l'hôpital et la ville par une continuité entre le jardin en toiture du bâtiment Opéra et la nouvelle esplanade.

3 – L'esplanade et la rue Alcide-Jentzer

L'esplanade offrira l'espace de respiration nécessaire au BdL2 et la surface indispensable à l'installation d'une structure d'accueil en cas de catastrophes (HOCA). La création d'une « place Alcide-Jentzer », lieu de rencontre et de convivialité, ménagera la nécessaire nouvelle entrée Sud du site hospitalier. La rue Alcide-Jentzer sera réaménagée pour devenir un véritable passage urbain traversant le site de l'hôpital.

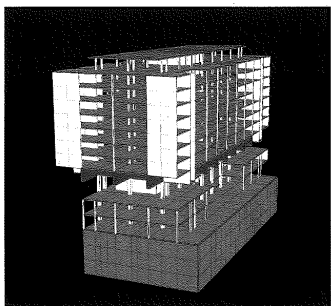
4 – Le jardin en toiture du bâtiment Opéra

A cette mise en valeur des espaces urbains s'ajoutera une amélioration du jardin situé en toiture du bâtiment Opéra. Cette amélioration consistera notamment en une régénération de ses plantations et une affirmation de ses qualités et de son caractère, le jardin conçu par Walter Bruggler offrant des situations particulièrement appréciées par les patients aussi bien que par le personnel hospitalier.



5 – un bâtiment compact et fonctionnel

Le BdL2 est un bâtiment compact dont la construction doit perturber le moins possible le fonctionnement de l'hôpital actuel.



Le bâtiment est compact et génère une emprise foncière réduite, minimisant, de ce fait, les interventions sur le bâti existant. Une extension future au-delà du bâtiment de la voirie reste garantie

La compacité du bâtiment a pour conséquence une grande inertie et permet de viser notamment de bonnes performances thermiques.

3.5.2. Quantitatif du projet

Paramètres du projet - SIA

1 - surface de terrain ST

16'909 m²

2 - surface de plancher SP

Sous-sol	BdL2	Niveaux U - T - S	6'591 m ²
Socle	BdL2	Niveaux R - P - O - 1	11'511 m ²
	Opéra	Niveaux P - O - 1	2'736 m ²
Étages d'hospitalisation	BdL2	Niveaux 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8	18'613 m ²
Superstructures	BdL2	Niveaux 9 - 10	1'503 m ²

40'955 m²

3 - surface de plancher externe SPE

Socle	BdL2	Niveau 1	876 m ²
Étages d'hospitalisation	BdL2	Niveaux 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8	911 m ²
Superstructures	BdL2	Niveaux 9	1'359 m ²

3'146 m²

4 - cube SIA

BdL2	146'712 m ³
Opéra	10'687 m ³

157'399 m³

4 PRINCIPES ARCHITECTURAUX ET STRATEGIES

4.1 Développement durable

4.1.1. Environnement

Le développement est dit durable quand le milieu de vie des êtres humains, des animaux et des végétaux est conservé et que les ressources naturelles sont exploitées dans le respect des générations futures. Il s'agit de la dimension « responsabilité environnementale ».

Les matières premières non renouvelables entrant dans les constituants du projet ont été minimisées (matériaux composites non récupérables, attention particulière au niveau des solvants toxiques, etc). Un cahier des charges stipulera au niveau des soumissions, que leur nature, leur provenance et leur mise en œuvre devront être compatibles avec les principes de développement durable (EcoBau).

Diminution des nuisances de chantier :

La première source de nuisance du chantier est le bruit. A niveau équivalent, les bruits issus des engins de chantier (80 à 90 dba) sont plus mal acceptés que le bruit du trafic automobile. Les approvisionnements génèrent également de nombreuses nuisances sonores. Déchets épars qui volent, poussière, graffitis sur les palissades, boue sur les chaussées, sont autant de nuisances imposées aux riverains.

Mesures à prendre :

- Organiser le plan de l'installation de chantier pour limiter la production de bruits de poussières et de boue.
- Inclure une charte chantier « à faibles nuisances » dans le dossier de consultation.
- Réduction de la production de déchets liquides polluants. Gestion spécifiée des déchets liquides polluants produits (récupération, assurance du traitement après enlèvement).
- Les eaux de chantiers seront traitées et évacuées selon les recommandations de la SIA431 (EC: décantation matériaux en suspension M.E.S < 20 mg/l, EU: décantation M.E.S < 20mg/l et éventuellement neutralisation: 6.5<pH<9).

Les machines de plus de 18 kW seront équipées de filtres à particules.

De manière générale, les normes et recommandations pour la construction durable qui seront utilisées sont notamment les suivantes :

- SIA112/1
- Minergie-Eco
- SNARC
- fiches CFC
- eco-devis

4.1.2. Economie

Un des objectifs majeurs, surtout en génie civil, sera d'économiser de la matière, car plus la construction sera économique (moins de matériaux), moins il y aura d'énergie grise utilisée et donc de pollution produite.

Le bâtiment: 81m de longueur x 35 m de largeur x 43 m de hauteur (hors-sol) est de forme "compacte".

On cherchera dans la mesure du possible à équiper le chantier d'une centrale à béton. Ceci permettra de limiter les mouvements de camions dans un quartier déjà fortement chargé en trafic avec en plus une école à proximité. Toutes les précautions seront prises pour limiter au maximum les nuisances pour le voisinage.

La « haute qualité environnementale » est rentable mais possède indéniablement un coût d'investissement supplémentaire. Elle peut cependant générer des économies d'investissement lorsqu'elle permet d'éviter ou de sous dimensionner une installation technique (exemple de la climatisation, de l'éclairage,...)

4.1.3. Aspects sociaux

Image et communication :

Un bâtiment est un vecteur durable de l'identité de l'organisme qu'il héberge. Une politique de communication peut s'appuyer sur la dimension environnementale de l'opération pour compléter ou affirmer une dimension environnementale à l'organisme

Les aspects du développement durable liés au volet social ont été pris en compte, dès les premières phases de la planification, essentiellement selon deux axes : le bien-être des patients et de leur famille lors de leur séjour, et celui des soignants et des collaborateurs des HUG dans l'exercice de leurs activités.

La construction de ce nouveau bâtiment des lits sera l'occasion de mettre en œuvre certains concepts de confort psychologique contribuant au bien-être de tous les utilisateurs de cet équipement public majeur.

1 - Bien-être des patients

Un effort de réflexion particulier a été porté sur l'accueil des patients afin que la perception du séjour hospitalier soit la moins négative possible, permettant ainsi une guérison plus rapide dans une ambiance sereine.

Accueil du patient et de sa famille

L'accueil du patient et de sa famille sera facilité par la mise en place, à chaque étage, d'un desk d'accueil, d'information et d'orientation qui permettra en tout temps aux patients de s'informer sur les divers aspects de leur séjour. Des chambres doubles et/ou individuelles favoriseront la sérénité des patients et leur offriront un environnement tranquille. Des locaux pour des entretiens entre les familles et le personnel médical et soignant, dans un climat privilégié, aideront à la prise en charge de tous les aspects émotionnels liés à la maladie et la souffrance. Ces différents dispositifs protégeront l'intimité et la sphère privée du patient.

Séjour du patient

L'aspect hôtelier des chambres sera développé dans le projet. Des rangements fonctionnels et ergonomiques assureront la transition entre l'extérieur et le séjour hospitalier, en offrant aux patients la sécurité de leurs valeurs et effets personnels. Les temps de loisirs bénéficieront d'installations, dans la chambre et « au pied du lit », proposant lecture, télévision, téléphone et utilisation d'ordinateurs portables personnels.

Les contacts sociaux et la convivialité seront possibles par l'utilisation de salons d'étage et de grandes loggias. Les jardins OPERA existants seront aisément accessibles pour la promenade et la déambulation pendant les phases de convalescence.

Ergonomie architecturale adaptée

Divers aspects architecturaux induisant une bonne ambiance propice au calme du patient et à la sécurité des soins, sont pris en compte tels que le traitement adéquat de la lumière artificielle et naturelle ainsi que des couleurs. La vue sur l'extérieur

depuis le lit participera aussi à la tranquillité du patient. Tous les aspects normatifs et pratiques liés à la mobilité réduite des patients et des visiteurs sont intégrés dans le projet pour garantir une bonne sécurité à l'usage du bâtiment.

2 - Ergonomie de travail des collaborateurs

La sécurité des soins et la prise en compte de bonnes conditions de travail ergonomiques pour le personnel soignant et médical, favorisant un climat social serein, ont guidé l'approche organisationnelle des unités de soins.

Les proximités

Une organisation fonctionnelle et regroupée des locaux, tels que le desk infirmier, la pharmacie et le stock du matériel centralisé, a été privilégiée pour optimiser au maximum la bonne ergonomie de travail. La disposition des chambres autour de ce noyau infirmier concourt également à cela. Ces deux concepts sont appuyés par des couloirs de liaisons circulaires et transversaux de dimensions adaptées. Les bureaux des médecins internes sont situés à proximité du bureau infirmier, pour faciliter les pratiques professionnelles, et des chambres, pour assurer une bonne sécurité des soins.

La logistique de maintenance

L'accessibilité verticale et horizontale des gaines et installations techniques est facilitée afin que le personnel technique et de maintenance bénéficie également d'une ergonomie de travail adéquate. Une bonne hygiène et propreté générales participent aussi à un climat de travail sécurisé et détendu. Des choix de matériaux permettant un entretien facile ont été privilégiés.

3 - Locaux de détente et de bien-être pour les collaborateurs

L'épanouissement des collaborateurs n'a pas été oublié et des espaces de détente et d'activités cardio-vasculaires sont prévus en dehors du contexte des unités hospitalières. La santé et le bien-être des collaborateurs concourent de manière évidente au bon climat de travail et ces locaux devraient y contribuer.

4 - Liens avec le quartier

Une cafétéria située dans le hall d'entrée avec une terrasse donnant de plein pied sur l'esplanade devant le bâtiment, ainsi que des commerces ouvrant sur le boulevard de la Cluse, créeront un lien social entre le quartier et ce bâtiment hospitalier. La rue Alcide-Jentzer est réaménagée pour qu'elle soit un véritable passage urbain traversant le site de l'hôpital.

4.1.4 Synthèse

Pour produire des matériaux, il faut des matières premières tirées de la nature, mais aussi de l'énergie pour leur extraction, leur transport, les processus de fabrication et de transformation incluse. L'énergie grise sert d'indicateur pour les ressources utilisées. L'énergie nécessaire à la fabrication de tous les matériaux d'une construction (énergie grise) correspond environ à celle qui est nécessaire pour chauffer un bâtiment bien isolé durant 30 à 40 ans.

Source : SIA document D 0200 (éd. 2004) : méthode pour l'évolution de l'écologie dans les projets d'architecture

De ce fait, il est important de garder toujours une vision globale. Le seul critère de la consommation d'énergie, par exemple, ne suffit pas pour juger du bilan énergétique d'un projet sur le long terme. Il doit être mis en équilibre avec l'énergie grise consommée pour fabriquer et entretenir le bâtiment et les aspects financiers.

4.2 Concept énergétique

4.2.1. Principe de base

Le concept de base propose une architecture climatique équilibrée, c'est-à-dire que le bâtiment réagit au climat local. La lumière du jour doit être considérée comme la source d'éclairage principale afin de favoriser une économie de la consommation d'électricité. L'eau potable doit être considérée comme une richesse et doit être gérée en conséquence.

4.2.2. Stratégie du chaud

D'après le règlement modifiant le règlement d'application de la loi sur les constructions et les installations diverses (RCI) « L 5 05.01 », le projet BdL2 doit être à haute performance énergétique, c'est-à-dire que la part d'énergies non renouvelables ne dépasse pas 60% des besoins admissibles de chaleur tels que définis par la norme SIA 380/1 pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire et dont la demande en électricité ne dépasse pas les valeurs cibles de la norme SIA 380/4.

Le bâtiment répond aux exigences de la norme SIA 380/1 éd. 2009 avec un indice de 87.5MJ/m²/an et répond également au MOPEC 60% version 2000

Les bonnes performances énergétiques de l'ouvrage seront assurées par plusieurs mesures :

- Forme du bâtiment : le rapport A/SRE est de 0,52 ce qui est très faible, le bâtiment a donc une forme très compacte. Trois étages sont enterrés.
- Enveloppe du bâtiment : l'enveloppe est très performante avec des murs très bien isolés (30 cm d'isolation), coefficient U des murs 0,13 W/m²K, des fenêtres avec du triple vitrage, coefficient U des verres 0,6 W/m²K. Les ponts thermiques sont minimisés par une isolation extérieure.
- Minimisation du taux de renouvellement d'air : les débits d'air de la ventilation mécanique ont été dimensionnés pour minimiser les renouvellements d'air, ce qui permet une optimisation des besoins en puissances et en consommations thermiques.
- Utilisation d'énergies renouvelables : le bâtiment est chauffé par récupération de chaleur sur le groupe froid OPERA avec comme appoint le réseau d'eau surchauffée des HUG.

4.2.3. Stratégie du froid

Le projet répond aussi aux exigences de confort estival en limitant les surchauffes par les mesures suivantes :

- Maîtrise des apports solaires : Protection solaire efficace par des stores à lamelles extérieurs sur tous les vitrages.
- Inertie thermique du bâtiment : grâce à son ossature en béton, le bâtiment a une capacité thermique élevée.
- Ventilation naturelle : Par mesure de sécurité les fenêtres s'ouvrent uniquement en imposte ; dans les chambres il y a également un ouvrant de 12 cm de large sur toute la hauteur de la fenêtre.

- Refroidissement des locaux : Afin de garantir le confort en été, les locaux à refroidir sont équipés prioritairement de plafonds froids à une température de fonctionnement élevée de 16/19°C.
- Ventilation mécanique : tous les locaux sont équipés d'une ventilation mécanique.

4.2.4. Stratégie de l'aération

Ventilation naturelle :

Compte tenu du cadastre du bruit et du niveau de pollution atmosphérique dans la zone du projet et s'agissant de chambres de malades, il n'est pas conseillé d'utiliser les fenêtres comme principale source de ventilation. Par sécurité, les fenêtres s'ouvrent uniquement en imposte. Les fenêtres des unités de soins comptent, dans chaque chambre, un ouvrant de 12 cm sur toute la hauteur de la fenêtre.

Ventilation mécanique :

Dans tout le bâtiment, une ventilation mécanique d'hygiène est assurée. Les monoblocs sont équipés d'une double récupération de chaleur à plaques et sont à débit variable.

Minimisation du taux de renouvellement d'air :

Les débits d'air de la ventilation mécanique ont été dimensionnés pour minimiser les renouvellements d'air en fonction des besoins hygiéniques.

Régulation des débits d'air :

Adaptation du taux de renouvellement d'air en fonction de la demande par des ventilateurs à débit variable et des sondes d'ambiance.

4.2.5. Stratégie de l'éclairage

Les 3 principes d'éclairage suivants sont prévus :

Eclairage des niveaux 9, S, T et U :

- Ces niveaux sont principalement constitués de locaux techniques, vestiaires, parking pour vélos et voitures et sont éclairés artificiellement.

Eclairage des niveaux O, P et R :

- Ces niveaux sont constitués de locaux techniques, stock, d'un auditoire, de locaux d'accueil des familles ainsi que 6 salles d'opération qui sont éclairés artificiellement.
- Les locaux donnant contre les zones de vitrage sont les chambres de soins intensifs, bibliothèques, réunions, réception, salle de repos, les bureaux, le restaurant, les commerces ainsi que le hall d'entrée principal qui seront principalement éclairés par la lumière du jour et complétés lorsque la profondeur est trop importante par de la lumière artificielle.

Eclairage dans les niveaux hors sol (Niveaux 1 à 8) :

- Les locaux en périphérie de ces niveaux sont constitués de chambres patients et principalement éclairés par la lumière du jour, qui peut être variée par l'orientation de l'ouverture des lamelles de stores externes.
- Les couloirs sont partiellement éclairés naturellement via les loggias.
- Les locaux techniques, bureaux médicaux, stocks et offices se trouvent au centre et sont éclairés artificiellement.

4.2.6 Stratégie de l'eau

Le bâtiment est composé de différentes affectations, un étage avec les soins intensifs et les salles d'opération, les étages des lits, commerces, cafétéria, bibliothèque, entre autres, d'où des besoins différents selon les affectations.

Eau froide :

On distingue deux réseaux différents, le premier, avec des eaux de pluie, alimente les chasses d'eau, l'arrosage et le nettoyage du parking. Le deuxième correspond au réseau d'eau potable qui alimente les lavabos, douches, éviers.

Dans l'objectif d'économiser de l'eau et de l'énergie, il sera installé dans tout le bâtiment, des limiteurs de débit sur la robinetterie, des douches temporisées, des urinoirs à débit réglable et des WC de chasse de 3/6 litres.

Eau chaude :

Comme mesure d'économie d'énergie et dans le but d'utiliser des énergies renouvelables, 500 m² de panneaux solaires seront installés en toiture et la récupération de chaleur sur le groupe froid participera également au préchauffage de l'eau chaude sanitaire. Cela permettra le chauffage de l'eau chaude sanitaire en été et le préchauffage de l'eau chaude sanitaire en hiver. L'appoint ainsi que la redondance sont assurés par le réseau d'eau surchauffée des HUG. S'agissant d'un hôpital, aucun arrêt de la production d'eau chaude ne peut être admis.

L'eau chaude sanitaire circule en permanence dans son réseau à une température de 60°C afin d'éviter tout risque lié au développement de la légionellose. La température de retour de recirculation est de 55°C. La structure de fonctionnement et le détail de la production d'eau chaude sont en cours d'analyse. Des vannes thermostatiques seront installées dans les différents tronçons de l'installation afin d'assurer l'équilibre de la température. Afin de lutter contre la légionellose, des chocs thermiques à une température de 80°C seront effectués à une fréquence hebdomadaire.

Les besoins en eau chaude sanitaire sont définis selon l'expérience acquise dans d'autres hôpitaux à caractéristique similaire au BdL2. Le débit a été estimé à 52,5 m³/j ce qui correspond à un besoin de chaleur pour l'eau chaude sanitaire de 25 MJ/m²/an pour les locaux « administration » et à 169 MJ/m²/an pour les locaux « hôpital » (niveau P et niveaux 2 à 8). Pour les besoins de chaleur en eau chaude sanitaire, les conditions normales d'utilisation données par la SIA 380/1 sont de 25 MJ/m²/an pour l'« administration » et 100 MJ/m²/an pour l'« hôpital ». Les besoins attendus sont donc plus élevés que ceux donnés par la SIA 380/1.

Eaux de pluie :

Les eaux de pluie suivent deux cheminements différents. Tout d'abord, les eaux météoriques hors bâtiment sont infiltrées dans le terrain. Les eaux en provenance de la toiture sont envoyées dans une citerne de stockage d'eau de pluie pour ensuite être récupérées. Les eaux de pluie sont utilisées pour alimenter les chasses d'eau des WC, l'arrosage et le nettoyage du parking.

La surface de captage (toiture) est de 2855 m². La citerne de stockage a un volume de 180 m³. Cette citerne permet d'absorber les eaux d'un orage d'une durée de 15 minutes.

L'investissement pour les installations sanitaires de récupération des eaux pluviales est d'environ CHF 100'000.-

Calcul de la quantité d'eau de pluie récupérable :
Précipitation en mm par m2 en 2007 : 1'077 mm/m²
Surface de la toiture : 2'855 m²
Quantité d'eau de pluie récupérable : 3'075 m³/an

Eaux usées :

Les eaux usées en provenance des niveaux S, T et U sont envoyées vers une fosse où ensuite elles sont pompées vers le réseau d'égouts. Le débit des pompes correspond au débit du sprinkler. Les eaux usées en provenance des autres étages s'écoulent par gravité dans le réseau d'égouts.

Au départ, il avait été proposé la récupération de chaleur des eaux usées non fécales (en provenance des douches et lavabos des chambres des unités de soin ainsi que des douches collectives disposées dans les vestiaires au niveau S). S'agissant d'un hôpital, le fait de stocker et manipuler des eaux usées à l'intérieur du bâtiment pourrait entraîner la production de bactéries, raison pour laquelle la récupération de chaleur des eaux usées a été abandonnée.

Nappe d'eau souterraine :

Des piézomètres de contrôles seront réalisés avant le début du chantier et suivis avant et pendant le chantier. En cas d'effet de barrage lié à la construction, des mesures de régulation de l'écoulement de l'eau souterraine devront être prises.

4.3 Stratégie de mise en œuvre et développement durable

Le choix des types de matériaux de construction et de leurs traitements de surface a été déterminé d'une part par la volonté architecturale et d'autre part par les exigences de l'hôpital et par les aspects liés au développement durable.

Les 4 critères de choix sont les suivants :

Adéquation architecturale :

- **Qualité de la construction, finalité technique:** qualité des matériaux, durée de vie, simplicité des éléments, exigences incendie, fonctionnalité de l'élément
- Cohérence constructive entre les différents éléments de construction et les systèmes formant un tout.

Impacts environnementaux :

L'impact environnemental peut être divisé en quatre phases:

- La production :
 - Politique d'achat environnementale et écolabels
 - Energie grise, potentiel effet de serre, potentiel d'acidification
 - Privilégier l'utilisation de produits naturels
 - Privilégier une fabrication nécessitant peu de ressources naturelles et d'énergie,
- La mise en œuvre sur le chantier :
 - En phase de chantier il s'agira de minimiser l'impact de la mise en œuvre des matériaux sur l'environnement (transport, fabrication, conditionnement, etc.). Dans le domaine des déchets et des eaux de chantier en particulier, toutes les mesures nécessaires seront mises en œuvre afin de réduire au maximum les pollutions induites et de préserver les ressources
 - Utilisation de produits sans solvants ou diluables à l'eau
- L'utilisation :
 - Caractéristiques écologiques et toxicologiques du matériau, notamment limiter l'usage de produits contenant des résines de synthèse, des solvants et/ou de la colle dégageant des vapeurs de formaldéhyde dangereuses pour la santé
 - Des conditions de vie saines et confortables à l'intérieur du bâtiment
 - Facilité d'entretien
- L'élimination en fin de vie :
 - Privilégier l'utilisation de matériaux renouvelables (potentiel de valorisation) et recyclables
 - Eviter les matériaux composites (plus difficiles à «démontier»)
 - une production réduite de déchets ultimes (déchets qui ne peuvent qu'être éliminés par stockage)

Coûts :

- Investissement : coûts des matériaux et de mise en œuvre
- Exploitation : facilité de nettoyage, de maintenance et de rénovation

Apports socio-économiques :

- Développement culturel : intentions du maître de l'ouvrage, développer des savoir-faire, conditions de travail
- Ressources : gestion des matières premières, provenance

4.3.1. **Terrassement, fondations et stabilisation du terrain**

Le chantier ne nécessite pas de grosse démolition. Les "containers" actuellement en place seront récupérés et réutilisés sur un autre site.

Le site ne contient pas de matériau pollué cadastré (source Topoweb).

Le terrassement en pleine masse sera fait à l'abri d'une enceinte de paroi moulée. Les matériaux d'excavation seront triés et évacués dans les décharges ad'hoc.

- terre végétale : stockage dans décharge du canton et restant propriété du Canton (pas de place pour stockage sur place). Les dépôts de terres n'excéderont pas 1.5 m de haut et ils ne seront pas utilisés comme dépôt, place de stockage ou zone de circulation. Si possible, ils seront également ensemencés immédiatement après leur création.
- sol limoneux argileux en décharge ad'hoc
- boues de forage de la paroi moulée et des fondations profondes (bentonite) dans décharge agréée.

Il ne sera pas nécessaire d'apporter des matériaux de remblayage. Les matériaux excavés seront, si nécessaire, revalorisés et réutilisés pour la mise en forme de l'aménagement futur.

4.3.2. Structure porteuse et béton armé

La structure porteuse des étages de lits (niveaux 2 à 8) est composée de dalles en béton armée appuyées sur des colonnes préfabriquées permettant d'obtenir une modularité et une flexibilité maximum.

Le système statique basé sur une trame de porteurs bidirectionnels de 8.15 m x 9.15 m au centre avec une réduction de la trame de bord de 17% (7.60 m), principe que l'on retrouve à tous les niveaux, est un système rationnel et économique. De plus, il permet une grande flexibilité d'aménagement dans le futur.

Ce système autorise également une optimisation du rapport hauteur statique/portée des éléments de structure. Ceci permet de limiter la quantité d'acier ou l'utilisation de béton à hautes performances nécessitant des adjuvants chimiques, tout en limitant une hauteur statique trop importante entraînant une surconsommation de béton.

Le béton sera armé avec des armatures passives à base de matériaux recyclés. Il ne sera pas utilisé plus de 0.3% de fibres synthétiques, en acier ou minérales. Les huiles de décoffrage portant le label écologique RAL-UZ 64 seront utilisées.

Si c'est possible sur le plan technique, les adjuvants pour béton, tels que fluidifiants ou accélérateurs de prise, etc. ne seront pas utilisés. Le cas échéant, le choix se portera sur des produits dotés du label FSHBZ.

Dans la mesure du possible, et s'ils sont produits dans un rayon de 25 km autour du chantier, des bétons recyclés seront utilisés:

- béton recyclé non classé : avec granulats de béton (jusqu'à 90%) ou granulats non triés (jusqu'à 60%) comme béton de propreté, de remplissage ou filtrant
- béton recyclé classé avec granulats de béton :
 - type A (C25/30 - classes d'exposition XC1, XC2): pour les fondations et galerie sous-radier
 - type C (C30/37 - classes d'exposition XC4): pour les murets de sorties, les sauts-de-loup et les tunnels de ventilation

En raison des modules d'élasticité et facteurs de fluage importants, les dalles et piliers ne peuvent pas être construits avec du béton recyclé.

Le niveau 1 est composé principalement de grands voiles en béton armé précontraint qui occupent toute la hauteur de l'étage. Ces voiles permettent de décaler les trames de bord, afin d'échapper au bâtiment de l'Opéra et de la Voirie.

En matière de développement durable, contrairement aux idées reçues, les avantages d'une telle solution sont significatifs :

- La durée de vie et le moindre entretien du matériau (en prenant les mesures nécessaires afin d'éviter les problèmes de carbonatation) ;
- La qualité des espaces créés grâce à une hauteur d'étage nette disponible plus grande ;
- Une bonne inertie de « masse », grâce à la structure porteuse des dalles et des voiles en béton armé pour un équilibre climatique ;
- La facilité de mise place des conduites des systèmes énergétiques

Variantes étudiées

- Reprise du porte-à-faux transversal : la solution initiale, au stade du concours, prévoyait l'utilisation des murs de séparation entre les chambres comme voiles. Cette solution a été abandonnée au profit des poutres de reprise au niveau 1, ceci permettant de donner une flexibilité d'utilisation aux étages de soins.
- On ne peut pas tellement parler de variantes étudiées, mais plutôt d'un processus continu de développement du projet. La meilleure approche de développement durable dans le gros-œuvre consiste à chercher des solutions qui permettent d'économiser de la matière et de construire ainsi économiquement.

4.3.3. Toitures

La totalité des toitures du bâtiment sera végétalisée. Le choix s'est porté sur une végétalisation extensive, pour éviter un arrosage (nécessaire avec une végétalisation intensive) et un renforcement de la dalle de toiture à cause de la charge supplémentaire.

Avantages :

- La végétalisation sur les toitures évite la surcharge des réseaux d'évacuation par une rétention des eaux pluviales
- Amélioration du bilan thermique et phonique des toitures
- Les villes sont toujours plus chaudes que les campagnes adjacentes. Le réchauffement excessif des toitures, du béton, de l'asphalte des rues et de la maçonnerie extérieure des murs réchauffe l'air environnant de quelques degrés supplémentaires ; une toiture végétalisée permet au moins localement une régulation climatique
- Les coûts d'entretien et surcoûts de construction sont faibles, en comparaison des services rendus, les toitures plantées en extensif ne nécessitant qu'un nettoyage annuel des écoulements, aucun arrosage et un entretien très réduit
- Augmentation de la durée de vie de l'étanchéité grâce à la protection contre les dégâts mécaniques et les chocs thermiques (pluie froide sur toiture chaude), les rayons ultraviolets et les variations de température.
- La végétalisation extensive apporte un espace vital pour de nombreuses espèces d'animaux et de plantes, souvent en danger d'extinction
- Filtration et épuration biologique des eaux de pluie

Coûts :

Une toiture végétalisée engendre des coûts supplémentaires initiaux, pour les diverses couches de protection, l'apport de substrat, semis et soins de finitions. Le surcoût est ici estimé à 5% ou environ 85'000 francs par rapport à une toiture classique.

Sur la durée de vie du bâtiment, ces surcoûts sont largement compensés.

4.3.4. Façades

Fenêtres des chambres :

Les bandeaux de fenêtres en bois/métal des chambres et couloirs sont montés sur les allèges en béton préfabriquées. Les vitrages des bandeaux de couloirs sont fixes. Pour le confort des chambres, un ouvrant de ventilation naturelle est prévu. L'aspect extérieur d'un vitrage intégral sur toute la surface est obtenu par un collage VEC du triple vitrage. Ce dernier est composé d'un verre extérieur trempé avec débords sérigraphié, d'un verre trempé au milieu et d'un verre intérieur float feuilleté. Les remplissages de gaz argon assurent une très bonne valeur U d'isolation thermique. A l'extérieur de la façade, on retrouve des stores à lamelles motorisés qui permettent le contrôle de la lumière et de la protection solaire. Une gestion par GTB est prévue, mais chaque lit peut manipuler les stores de sa chambre.

A première vue, on peut s'interroger sur l'utilité d'un triple vitrage, étant donné que l'énergie grise nécessaire à sa fabrication est plus importante que pour un double vitrage. Pourtant le triple vitrage se justifie pour le bâtiment BdL2, étant donné que son enveloppe est extrêmement efficace et que, de ce fait, le vitrage prend une part importante dans le bilan thermique et devient essentiel aux gains ou pertes rapportés à la consommation globale du bâtiment.

Avantages :

- Protection solaire extérieure, permettant de contrôler la lumière et de se protéger du soleil
- Ouvrant manuel pour ventilation naturelle
- Bois
- Très bonne valeur U (triple vitrage)

Habillage allèges et pignons :

L'habillage est composé d'une isolation en laine de roche de 300mm fixée sur le béton, d'une sous-construction métallique pour la réception des cadres d'habillage, d'une zone de ventilation et d'élément de vitrage émaillé ou pour accentuer l'effet de profondeur, d'une sérigraphie sur le vitrage avec un voile Stamisol sur l'isolation. Ce principe d'allège habillée permet d'obtenir la coupure feu entre les étages, une très bonne valeur U d'isolation thermique avec tous les avantages de l'inertie thermique dû à la structure en béton en face intérieure. Par rapport à d'autres matériaux opaques, le verre produit plus de profondeur, de reflets, d'irisements et rend le bâtiment plus vivant. De plus, ce type d'enveloppe ne s'altère pas, ne vieillit pas et demande tout au plus un nettoyage à intervalle régulier.

Avantages :

- Inertie thermique grâce aux voiles et murs en béton
- Très bonne valeur U
- Pérennité de l'enveloppe du bâtiment : un vitrage ne s'altère ni ne vieillit ; il demande seulement à être nettoyé à intervalles réguliers
- Aspect du bâtiment : un vitrage, qu'il soit laqué ou sérigraphié, a toujours une «profondeur » autre que tout autre matériau opaque ; il produit des reflets et des irisements qui le rendent plus vivant.

Loggias, type 5 :

Le système de montants/traverses posé au sol et guidé dans le haut permet malgré de grandes portées de rester compact avec un apport maximum d'éclairage naturel. La robustesse de cette construction intègre la coupure feu, une porte battante manuelle et conserve l'esthétique du triple vitrage intégral en surface extérieure. La profondeur des loggias apporte la protection solaire et forme un espace extérieure

d'agrément pour le bien-être des patients. Pour la sécurité et la transparence, un garde-corps en vitrage feuilleté encastré au sol vient délimiter cet espace.

Avantages :

- Espaces extérieurs pour patients
- Protection solaire de la façade par la profondeur des loggias
- Eclairage naturel des couloirs de circulation

Tableau de valeurs U

Remarque : Plus cette valeur est petite, meilleure est l'isolation thermique de l'élément de construction et moins il se perd de chaleur.

Matériaux	Valeur U (W/m²K)
Plafond contre extérieur niveau S	0.171
Toit niveau 9	0.187
Façade NO contre terrain niveau	0.325
Bande fenêtre avec ouvrant BDL2	0.97
Façade d'entrée niveau 0 BDL2	1.03
Fenêtres triple vitrage loggias BDL2	0.79

Pour avoir une comparaison :

La valeur U d'un mur en brique de terre cuite d'une épaisseur de 32 cm est de 1.1 W/m²K

4.3.5. Parois intérieures et cloisons

Principalement, nous avons analysé des systèmes à ossature tôle d'acier, ainsi que des systèmes de cloisons homogènes, soit constitués de carreaux de grand format ou de parpaings de petit format. Les systèmes à ossature présentent des caractéristiques intéressantes en termes d'intégration des réseaux et de leur accessibilité. Les cloisons constituées d'un matériau homogène présentent une masse d'inertie plus intéressante que les cloisons à ossatures et ont l'avantage d'être construites avec peu de moyens. Vu leur caractère homogène, la valorisation en fin de vie en est simplifiée.

Pour répondre aux exigences des utilisateurs (flexibilité d'utilisation aux étages de soins), le choix des cloisons des étages de soins s'est porté sur des cloisons en plâtre cartonné sur une ossature en acier avec isolation en fibres minérales

Points forts :

- Eléments secs sans apport d'eau
- Qualité phonique
- Grande résistance au feu
- Innocuité du plâtre qui est recyclable et nécessite une faible consommation d'énergie pour sa fabrication

Variantes étudiées :

- Murs de séparation entre les chambres en béton armé (voir 4.3.2)
- Construction en carreaux de plâtre
- Briques terre cuite et enduit plâtre

4.3.6. Sols et faux-plafonds

Sols

Chapes et revêtements de sol

Etages de sols : revêtement de sol en caoutchouc

Points forts :

- Durables et faciles d'entretien, les revêtements de sol en caoutchouc conviennent parfaitement pour les locaux soumis à des exigences élevées en matière d'hygiène et sont anti-salissants.

Variantes étudiées :

- Revêtement de sol en linoléum

Bureaux : revêtement de sol en moquette

Points forts :

- Absorbent les sons
- Coût initial

Problématique :

Les moquettes recueillent la poussière, les acariens, les moisissures, les bactéries et d'autres polluants qui peuvent affecter la santé des occupants.

Variantes étudiées :

- Revêtement de sol en linoléum

Circulation publique : revêtement minéral

Points forts :

- Surface dure facile à nettoyer et durable
- Conservent leur aspect avec le temps
- Résistent à l'humidité et aux taches ainsi qu'à la circulation intensive

Faux-plafonds :

Dans les chambres, le choix s'est porté sur des plafonds suspendus métalliques à bacs perforés. Il s'agit d'un plafond actif, qui assure à la fois le chauffage et le refroidissement des locaux.

Points forts :

- Grande résistance au feu
- Confort : absence totale de brassage d'air, absence de carbonisation des poussières, chauffage et refroidissement silencieux. Eléments secs sans apport d'eau
- Esthétique : système d'activation invisible car intégré dans le faux-plafond
- Sécurité : l'occupant n'est jamais en contact avec les éléments actifs

Variantes étudiées :

- Fibres minérales.

4.3.7. Déchets de construction

Démolition

De manière générale, les objectifs relatifs à la gestion des déchets de démolition sont les suivants :

- Respect intégral des bases légales et des recommandations, selon le plan de gestion des déchets du canton de Genève 2009–2012 (PGD-09)
- Tri sélectif aussi poussé qu'économiquement réalisable de tous les matériaux
- Démolition réalisée sous la forme de déconstruction ordonnée afin de privilégier par ordre de priorité :
 - la réutilisation sur place de matériaux (remblais, etc.)
 - le recyclage des matières valorisables
 - le traitement adéquat et conforme des fractions non valorisables

Excavation

Les objectifs à atteindre sont les suivants :

- Respect intégral des bases légales et des recommandations, notamment :
 - SIA 430 Gestion des déchets de chantier
 - SIA 431 Gestion des eaux de chantier, suivant le plan d'évacuation des eaux de chantier établi par l'ingénieur civil.

Travaux de l'entreprise de maçonnerie et construction métallique

Différents objectifs sont envisageables en fonction des directives du Maître de l'Ouvrage.

Déchets de chantier :

- Respect intégral des bases légales et recommandations, tri des déchets in situ.

Choix des matériaux de construction :

- Béton : Limitation de l'emploi d'adjuvant pouvant entraîner une fissuration plus importante des bétons.
- Pour les canalisations, emploi de matériaux de type PE plutôt que PVC

Protection de l'air sur le chantier :

- Application des exigences (niveau B de la directive Air chantier, dans la mesure du possible) de l'ordonnance sur la protection de l'air (Opair)*, entrée en vigueur le 1^{er} septembre 2002.

Soumissions :

- Les soumissions pourront être réalisées en intégrant les éco-devis permettant au Maître de l'Ouvrage un choix écologique / économique.

5 CONCEPT ENERGETIQUE DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

5.1 Objectifs thermiques

Obligations légales

La loi cantonale sur l'énergie (L 2 30) actuellement en vigueur a été adoptée le 18 septembre 1986. Or, en plus de vingt ans, la situation locale ainsi que le contexte énergétique mondial ont passablement évolué. Le Conseil d'Etat a donc adopté une révision de la loi le 10 mars 2008. Celle-ci prévoit différentes mesures concrètes :

- Afin de donner l'exemple, le Conseil d'Etat genevois souhaite que tous les bâtiments neufs des collectivités publiques, des établissements de droit public ainsi que ceux subventionnés par des fonds publics répondent à un standard de haute performance énergétique.
- Pour les bâtiments neufs, au minimum 20% des besoins admissibles en chaleur (chauffage et production d'eau chaude) devront être satisfaits par des énergies renouvelables (à moins que des techniques d'isolation particulières soient prévues).
- L'installation de panneaux solaires thermiques – permettant de produire au minimum 30% de la consommation d'eau chaude du bâtiment – est rendue obligatoire pour les nouvelles constructions ainsi que lors de toute rénovation de toiture existante.
- Le remplacement d'une chaudière de grande puissance est soumis à autorisation, afin d'examiner des modes de transformations énergétiques plus efficaces et la possibilité d'exploiter des énergies renouvelables.

Démarche énergétique

La démarche afin d'effectuer le concept de la production d'énergie nécessaire au Bdl2 est la suivante :

- Définition au plus juste des besoins de l'utilisateur.
- Dimensionnement des puissances et des consommations d'énergie chaud et froid.
- Evaluation des énergies à disposition dans le site existant.
- Recherche des sources d'énergie gratuites ou renouvelables à disposition, telles que : sondes géothermiques, énergie solaire thermique, récupération de chaleur sur les groupes froid.

Conditions d'utilisation

Spécialisation	Conditions ambiantes hiver		Conditions ambiantes été		Type de traitement en période estivale		
	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	R	C	CA
Niveaux U, T, S, R, P, 0, 1, 2 à 8 : SAS monte malades	22	nc	26	nc	X		
SAS ascenseurs	22	nc	26	nc	X		
Niveau P :							
Salles d'opération	18/26	30/50	18/26	?			X
Atterite et préparation pré int.	20/26	30/50	20/26	?			X
Chambres soins intensifs	18/26	nc	18/26	nc	X		
Local frigo	18	nc	18	nc	X		
Poste infirmier	21	nc	26	nc	X		
Niv. P sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 0 :	?	?	?	?			
Niveau 1 :	?	?	?	?			
Niveau 2 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 2 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 3 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Chambres soins intermédiaires 6 lits	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 3 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 4 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 4 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 5 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Chambres soins intermédiaires 6 lits	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 5 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 6 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 6 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 7 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Chambres soins intermédiaires 6 lits	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 7 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		
Niveau 8 :							
Chambres d'isolement et SAS	18/26	nc	18/26	nc	X		
Niv. 8 sauf WC/circulation/escaliers	22	nc	26	nc	X		

Légende : C = climatisation (T contrôlée)
CA = conditionnement d'air (T/HR contrôlées)
R = rafraîchissement d'air (T non contrôlée)
nc = non contrôlée

Approche énergétique

Qualification du rendement énergétique en fonction de la production thermique	
*****	Utilisation de la chaleur d'un réseau à distance
****	Valorisation de la chaleur ambiante (air, sol, eau) ou rejetée (effluents) à l'aide de pompes à chaleur
***	Cogénération de chaleur et d'électricité
**	Production de chaleur à partir d'une simple combustion
*	Production de chaleur par résistance électrique

Après analyse du site, des énergies à disposition et des équipements utilisés actuellement, le concept énergétique est en accord avec la classification donnée ci-dessus.

1. Utilisation de l'énergie produite à distance : réseau d'eau surchauffée et réseau de froid à distance
2. Valoriser la chaleur ambiante : récupération de chaleur sur les machines de froid et exploitation de l'énergie solaire thermique

5.2 Production d'énergie

5.2.1 Production et distribution de chaleur

L'analyse réalisée sur les différentes sources de production de chaleur a montré l'intérêt d'utiliser :

1. l'énergie solaire thermique pour le préchauffage de l'ECS
2. la récupération de chaleur sur les groupes « froid » pour le préchauffage de l'ECS, le chauffage et la ventilation
3. le réseau d'eau surchauffée comme appoint pour l'ECS, le chauffage et la ventilation

Les pourcentages suivants sont des taux de couvertures des besoins en chaleur soit de chauffage soit de production d'eau chaude sanitaire :

Concernant la production de chaleur du chauffage, 47% provient de la récupération de chaleur et 53% du réseau d'eau surchauffée des HUG. Pour l'ECS, 36% provient de l'énergie solaire thermique, 7% du réseau d'eau surchauffée et 57% de la récupération de chaleur.

Les niveaux de température à utiliser ont été choisis afin de respecter les niveaux de température indiqués dans le MoPEC 2008 : basse température max 50°C.

Les niveaux de température utilisés et les puissances sont les suivants :

Consommateur	Niveau de température	Puissance
Plafonds « chaud » unités de soin est et ouest	30/27 °C	140 kW
Chauffage de sol niv. R, P, 0, 1	40/30 °C	55 kW
Plafonds « chaud » niv. R, P, 0, 1	30/27 °C	35 kW
Chauffage radiateurs	50/35 °C	100 kW
Ventilation	45/35 °C	600 kW
Eau chaude sanitaire	60/55 °C	700 kW
Puissance globale du bâtiment		1630 kW

L'utilisation d'énergie renouvelable pour les besoins thermiques est décrite dans le paragraphe « énergies renouvelables ».

Tableau récapitulatif de la couverture des besoins en chaleur du bâtiment :

	Taux de couverture des besoins en chaleur		
	Solaire	Récupération de chaleur	Eau surchauffée
Besoins pour le chauffage	-	47%	53%
Besoins pour l'eau chaude sanitaire (ECS)	36%	57%	7%
	13.1%	56.3%	30.6 %
Besoins totaux en chaleur	400 MWh/an	1720 MWh/an	935 MWh/an

5.2.2 Production et distribution de froid

La production de froid provient du groupe froid OPERA. Une nouvelle machine « Carrier 1 » à haute température et d'une puissance de 1200 kW alimente le réseau froid à 12°C/18°C. Les machines existantes Carrier 2 et York 1 et 2 sont en secours à une température de 8°C/14°C. En effet, ces trois machines produisent le froid dans les bâtiments existants et servent de secours pour le BdL2. Pendant les heures de fonctionnement, on récupère de la chaleur de la nouvelle machine « Carrier 1 » pour le réseau de récupération de chaleur. Le réseau de récupération de chaleur fonctionne à une température de 47/40°C avec une puissance de 1330 kW. Tout a été mis en place afin de travailler avec des températures les plus hautes possible dans le réseau froid afin d'améliorer le coefficient de performance de la production de froid.

Les schémas de principe se trouvent dans les annexes.

Les niveaux de température utilisés et les puissances sont les suivants :

Consommateur	Niveau de température	Puissance
Plafonds froids unités de soin est et ouest	16/19°C	260 kW
Plafonds froids niveaux R, P, 0, 1	16/19°C	65 kW
Plafonds froids niveaux R, P, 0, 1	12/18°C	55 kW
Ventilation unités de soin	12/18°C	200 kW
Ventilation niveaux inférieurs	12/18°	30kW
Ventilation administration	12/18°C	200 kW
Ventilation salles d'opération	Hiver 13/19°C, été 8/14°C	240 kW
Ventilation chambres d'isolement	Hiver 13/19°C, été 8/14°C	210 kW
Puissance globale du bâtiment		1260 kW

5.2.3 Production et distribution d'électricité

La production d'énergie électrique par cellule photovoltaïque n'est pas envisagée, en effet la toiture est équipée de panneaux solaires thermiques qui ont un meilleur rendement et par conséquent fournissent plus d'énergie au mètre carré.

Toutes les sources d'énergie électriques proviennent du bâtiment OPERA comme décrit au point 3.3.5, les puissances utilisées pour le bâtiment BdL2 sont les suivants :

5.2.4 Production et distribution de vapeur

La vapeur blanche utilisée dans le BdL2 provient du réseau de vapeur existant des HUG. Son utilisation est la suivante :

Lave-vases	9 kg/h	1,5 bar
Monoblocs soins intensifs	80 kg/h	0,5 bar

5.2.5 Energies renouvelables

Utilisation d'énergie solaire thermique pour la production d'ECS

Depuis le début du projet, il a été envisagé l'utilisation de capteurs solaires thermiques pour la production de l'eau chaude sanitaire. Deux options ont été évaluées : capteurs en façade sud et capteurs en toiture.

Les capteurs en façade sud inclinés de 90° avaient un rendement plus bas que ceux en toiture et, en plus, l'investissement était plus élevé. De ce fait, il a été décidé de prendre l'option capteurs en toiture.

L'installation solaire est composée de 500 m² de panneaux solaires installés en toiture avec une inclinaison de 31,5°. Le réseau compte 4 accumulateurs de 7,5 m³ installés au sous-sol. Les panneaux solaires couvrent environ le 36% de la production d'eau chaude sanitaire ce qui est égal à 400MWh/an. Le reste est apporté d'une part par la récupération de chaleur sur les groupes froid (57%) et d'autre part par le réseau d'eau surchauffée des HUG (7%).

L'étude sur le dimensionnement et l'emplacement des capteurs solaires a été réalisée avec le logiciel Polysun ; elle figure en annexe.

Evaluation d'exploitation de sondes géothermiques

Lors de l'avant projet, il a été évalué l'exploitation de sondes géothermiques verticales situées sous le site du BdL2. Une première approche auprès du service cantonal de géologie a donné comme conclusion que les alluvions, ancien siège de la nappe d'eau souterraine du Genevois, peuvent être présentes sous la parcelle du BdL2. Cette nappe est protégée. En raison des risques de pollution, il n'a pas été autorisé de mettre en place des sondes géothermiques au-delà de 40 m de profondeur.

Par ailleurs, le sol n'a pas une bonne conductivité thermique. Donc, pour les raisons exposées précédemment, l'option sondes géothermiques a été abandonnée.

L'étude géologique est disponible dans les annexes.

Evaluation d'un concept énergétique satisfaisant MoPEC 60% par plusieurs variantes d'énergies renouvelables.

Dans la phase avant projet, plusieurs variantes ont été étudiées pour atteindre le standard MINERGIE. Toutes les variantes comprenaient l'utilisation d'énergie solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire. Pour le chauffage, l'étude a fait l'objet, dans un premier temps, d'une évaluation de 5 énergies renouvelables avec comme appoint le réseau d'eau surchauffée des HUG :

- Groupe de cogénération à gaz CCF
- Pile à combustible à gaz
- Géothermie (PAC eau-eau)
- Chaleur sur eaux usées (PAC eau-eau)
- Combinaison CCF+PAC sur eaux usées

L'évaluation des variantes inclut le calcul du label MINERGIE pour chaque variante, une analyse économique détaillée et une évaluation multicritère.

L'évaluation multicritère a porté sur 8 critères : sécurité d'approvisionnement énergétique, frais d'entretien et de maintenance annuelle, écologie, consommation d'énergie finale, investissements, fiabilité, facilité d'utilisation, place nécessaire. Il a été décidé de compléter l'étude par une analyse économique complémentaire sur les variantes suivantes en tant qu'équipements indépendants :

- CCF
- Pile à combustible
- PAC géothermie
- PAC eaux usées
- Solaire en toiture à 30° en toiture
- Récupération de chaleur sur les machines de froid

Les variantes du solaire en toiture à 30° et de la récupération des chaleurs sur les groupes froids ont été retenues comme la meilleure solution. Le réseau d'eau surchauffée des HUG est utilisé en complément comme appoint. Pour le chauffage, 47% provient des rejets de chaleur et 53% du réseau d'eau surchauffée.

Utilisation de la récupération de chaleur sur groupe froid OPERA

La récupération de chaleur est effectuée sur la nouvelle machine Carrier 1 du groupe froid OPERA. La puissance de récupération est de 1,5 MW avec une température de 47/40 °C. En hiver, la récupération est de l'ordre de 1000 kW – 1'500 MWh/a sur 1500 h/a. Les rejets sont distribués comme suit : 230 kW pour les plafonds chauds, 500 kW pour le préchauffage de l'ECS et 600 kW pour le préchauffage de la ventilation. En été, la récupération est de l'ordre de 220 MWh/a sur 800 h/a (120j) pour le préchauffage de l'ECS (52,5 m3/j).

La part de l'apport énergétique de la récupération de chaleur sur le groupe froid représente 56.3%.

Performances

Le bâtiment du BdL2 compte les niveaux U, T, S, R, 0 et 1 dont l'utilisation est diverse (cafétéria, commerces, vestiaires, bibliothèque, etc.) et les niveaux P et 2 à 8 dont l'utilisation est les salles d'opération, les soins intensifs et les chambres.

Pour le calcul du bilan énergétique et pour le calcul du MoPEC, les niveaux S, R, 0 et 1 ont été classifiés comme « administration » et les niveaux P et 2 à 8 ont été classifiés comme « hôpital ».


Les références de base sont la norme SIA 380/1 : 2009 et le MoPEC 2008.

Le calcul du bilan énergétique a été effectué avec le logiciel lesosai version 6.0 selon la norme précitée.

Valeur limite SIA 380/1 2009 :	97.2 MJ/m ² /a
Besoin de chaleur pour le chauffage	87.5 MJ/m ² /a

En conclusion, le projet respecte la norme SIA 380/1 : 2009.

Le calcul du MoPEC 60% donne :

Comparaison		Exigence		Couverture	
Couvert par des énergies non renouvelables	MJ/m ² a	119		65	OK

En conclusion, le projet respecte la preuve calculée de la part d'énergies non renouvelables 60%.

Récupération de chaleur des eaux usées.

Au départ, il avait été proposé la récupération de chaleur des eaux usées non fécales (en provenance des douches et lavabos des chambres des unités de soin ainsi que des douches collectives disposées dans les vestiaires au niveau S).

S'agissant d'un hôpital, le fait de stocker et manipuler des eaux usées à l'intérieur du bâtiment pourrait entraîner la production de bactéries, raison pour laquelle la récupération de chaleur des eaux usées a été abandonnée.

5.3 Description des installations techniques

5.3.1. Chauffage

La diffusion est assurée par des plafonds chauds (30/27 °C), des panneaux chauffants (50/35 °C), le chauffage au sol (inférieur 40/30 °C) et par les batteries de chauffage des monoblocs. Le chauffage au sol n'a pas été retenu dans les chambres afin de ne pas devoir augmenter la hauteur d'étage de 10cm et donc de sortir du gabarit de construction. Les plafonds chaud/froid ont donc été choisis pour des questions d'hygiène, de maintenance et parce qu'ils ne créent pas de courants d'air. Cette solution est également plus avantageuse financièrement que le chauffage au sol. De plus, il y a une diminution des frais d'exploitation énergétique car le froid est produit à haute température (16°C) et le chaud à basse température (30°C).

Consommateur	Niveau de température
- Raccordement primaire sur réseau existant	170/90 °C
- Batteries « chaud » des monoblocs de traitement de l'air	50/35 °C
- Production d'eau chaude sanitaire	90/70 °C
- Plafonds chauds	30/27 °C
- Chauffage radiateurs	50/40 °C

La puissance chauffage totale est égale à 1630 kW.

5.3.2. Froid

Le refroidissement des locaux se fait au moyen d'une installation du type refroidisseur de liquide à condensation à eau. Elle sert aussi de machine de secours pour les bâtiments existants. Deux installations de froid assurent l'approvisionnement des bâtiments existants. Un réseau de froid de 8/14 °C est créé pour le BdL2 et un groupe froid à 18/18 °C est rajouté sur lequel il y a récupération de chaleur. La récupération de chaleur installée sur ce groupe permet un gain annuel de 1720 MWh ce qui représente 56.3% de la demande de chaleur totale. Le nouveau groupe froid fonctionne avec sa propre tour hybride. Une liste exhaustive des locaux refroidis est annexée.

Consommateur	Niveau de température
- Batteries de froid des monoblocs de traitement de l'air (unités de soins+ch. d'isolement)	Eté : 8/14 °C Hiver : 13/19 °C
Batteries de froid des monoblocs de traitement de l'air (administration,...)	12/18 °C
- Boucle d'eau glacée desservant les locaux équipés d'éléments de refroidissement statique	16/19 °C
- Boucle d'eau glacée desservant les plafonds actifs	16/19 °C°

La puissance totale utilisée au BdL2 pour le groupe froid est de 1260 kW.

5.3.3. Ventilation – climatisation

Comparaison des solutions techniques de traitement d'air neuf

Dans l'objectif de sélectionner la meilleure solution pour les systèmes d'aération, il a été effectué une étude comparative de trois types de systèmes :

- traitement d'air avec récupération à plaques
- traitement d'air avec récupération à plaques + refroidissement adiabatique
- traitement d'air avec Dessiccant cooling system DCS

Le résultat des calculs a montré que le DCS utilise une puissance de chauffage en hiver inférieure aux deux autres variantes. En été, la puissance de refroidissement largement inférieure aux deux autres variantes, tandis que la puissance de chauffage du DCS est supérieure aux deux autres variantes. En automne la tendance est similaire qu'en été.

D'après le calcul du coût du kWh, la variante avec récupération à plaques + refroidissement adiabatique est la plus économique.

L'évaluation multicritères a pris en compte 8 éléments d'appréciation : sécurité d'approvisionnement énergétique, frais d'entretien et de maintenance annuelle, écologie, consommation d'énergie finale, investissements, fiabilité, facilité d'utilisation et place nécessaire.

La variante récupération à plaques a eu les meilleures notes dans l'évaluation et a été retenue comme solution.

Pour des raisons de sécurité, les mises en surpression des cages d'escaliers et couloirs sont nécessaires. Ceci pour maîtriser les fumées en cas d'incendie et laisser les voies de secours accessibles durant l'intervention des pompiers et l'évacuation des occupants.

Les installations sont classées en trois catégories :

1. Besoins hospitaliers

- Conditionnement d'air des soins intensifs niveau P
- Conditionnement d'air locaux accès salles d'opération niveau P
- Post-traitement d'air des 6 salles d'opération
- Monobloc de secours des 6 salles d'opération
- Conditionnement d'air unités de soins / ouest
- Conditionnement d'air unités de soins / est
- Conditionnement d'air unités de soins / centre
- Prétraitement d'air neuf chambres d'isolement / ouest
- Prétraitement d'air neuf chambres d'isolement / est
- Conditionnement d'air chambres d'isolement / ouest
- Conditionnement d'air chambres d'isolement / est

2. Besoins communs

- Ventilation des vestiaires du niveau S
- Conditionnement d'air bureaux des niveaux 1 + 0
- Conditionnement d'air cafétéria niveau R
- Conditionnement d'air hall niveau R
- Conditionnement d'air commerces niveau R
- Conditionnement d'air espace polyvalent / ouest
- Conditionnement d'air espace polyvalent / est
- Conditionnement d'air auditoire

3. Locaux techniques

- Mise en surpression d'air neuf des 5 cages d'escaliers + 5 sas / Niveau supérieur
- Mise en surpression d'air neuf des 4 cages d'escaliers / Niveau inférieur
- Mise en surpression d'air neuf couloirs intermédiaires
- Extraction d'air des parkings du niveau U
- Ventilation d'air parking vélos
- Mise en surpression d'air neuf cage d'ascenseur « Accès pompiers »
- Ventilation machinerie d'ascenseur
- Compensation air neuf cages d'ascenseur
- Ventilation locaux dévaloirs

Principe de ventilation des salles d'opération :

Chaque salle d'opération comprend son monobloc de recyclage d'air, disposé dans le local technique au-dessus du bloc opératoire. Le débit d'air traité par monobloc correspond à la vitesse de 0,35 m/s diffusé par le flux laminaire du noyau central de 3,2 x 3,2 m (10,24 m²), soit au maximum 13'000 m³/h. L'air de soufflage est acheminé au niveau de flux laminaire dans le noyau central à mini 18°C, à maxi 26°C ± 2K. L'air est repris dans chaque salle à raison de 1/3 au niveau du sol et 2/3 au plafond. La salle est traitée en surpression par rapport aux locaux post-opération et préparation, à raison de 1'000 m³/h.

Mode d'exploitation de chaque salle d'opération, OP en service :

air neuf : 1'000 m³/h
 Air recyclé : 100%
 Air évacué : 1'000 m³/h

Principe de ventilation des chambres des unités de soins :

La partie ouest des unités de soins comporte 7 niveaux à 3 chambres → 21 chambres à traiter. Selon le régime d'exploitation, les chambres peuvent être en sur / dépression. Chaque chambre de 22 m² / 60 m³ est traitée en recyclage, à raison de 12 h-1, au moyen de diffuseurs à tôle perforée de 700 m³/h. L'air neuf, par chambre, peut varier de 100 à 250 m³/h, permettant de compenser l'extraction d'air de 100 m³/h du sas et 150 m³/h du WC, afin de traiter chaque chambre en dépression ou surpression. L'air neuf, prétraité en centrale, est donc à débit variable, tandis que l'air évacué est à débit constant. Un bloc combiné en superstructure de 7 x 850 m³/h ~6'000 m³/h assure l'extraction d'air avec filtration H13 centralisée pour les 21 chambres. Un bloc de traitement de l'air pulsé en centrale, avec filtre final H13 assure le soufflage du débit des 21 chambres à débit variable. Ce descriptif est également valable pour la partie est.

Principe de ventilation des chambres d'isolement :

Chaque chambre d'isolement dispose d'une armoire autonome de conditionnement d'air composée de :

- 1 ventilateur à débit variable
- filtres sur l'air pulsé H13
- filtres sur l'air extrait F9
- batterie de refroidissement à eau (12/18°C)
- batterie de post-chauffage (50/35°C)

Principe de ventilation des besoins communs :

Les compensations et conditionnements d'air neuf se font à partir de monoblocs composés de :

- combiné pulsion / reprise
- récupération de chaleur à plaques
- 2 ventilateurs à débit variable
- filtres sur l'air neuf
- filtres sur l'air repris
- batterie de refroidissement d'air
- batterie de post-chauffage

Principe de ventilation des locaux techniques :

Chaque cage d'escalier dispose de son propre ventilateur de mise en surpression d'air neuf avec grille plus clapet automatique par niveau.

Les deux niveaux de parking disposent d'environ 50 places de parc avec :

- Commande de désenfumage.
- Fonctionnement de la ventilation selon détection de CO (obligatoire).
- Alarme acoustique ou optique (obligatoire).

Chaque palier de la cage d'ascenseur « Accès pompiers » est mise en surpression d'air neuf depuis le rez-de-chaussée jusqu'en toiture.

Chaque machinerie d'ascenseur dispose de son propre ventilateur d'extraction d'air direct sur l'extérieur, à raison de 1'500 m³/h.

Chaque dévaloir dispose de son propre ventilateur d'extraction d'air direct en toiture, à raison de 1'500 m³/h. L'air neuf de compensation est prélevé par transfert d'air sans traitement particulier, sauf l'aspect coupe-feu.

5.3.4. Electricité

Performances énergétiques

Le but sur le plan de l'utilisation rationnel de l'énergie électrique est de répondre à la norme SIA 380/4, édition 2008, donnant les règles pour l'électricité des bâtiments devant répondre aux standards de haute performance énergétique en atteignant les valeurs cibles pour ce bâtiment.

Pour ce qui est des installations spécifiques au domaine hospitalier (salles d'opérations, soins intensifs, etc.) la norme 380/4 ne donne aucune valeur. Toutefois, sur l'aspect technique, ce type d'équipement respecte les directives et besoins hospitaliers.

Principes généraux

Les principes généraux appliqués respectent les demandes spécifiques des HUG pour les concepts mis en place auxquels sont ajoutées les règles du développement durable, pour ce faire nous tenons compte des points suivants :

1. Analyse critique des besoins des utilisateurs et des exigences correspondant à l'affectation des locaux.
2. Elaboration de variantes techniques permettant d'optimiser la consommation énergétique, l'investissement et les frais d'entretien
3. La gestion de l'éclairage adapté à l'affectation des différents locaux, à l'éclairage naturel ainsi qu'à la présence des personnes.
4. Utilisation de luminaires de classe énergétique A.

Exploitation des investissements initiaux

Le projet BdL2 se greffe sur le bâtiment OPERA existant en privilégiant d'une façon critique et analytique les investissements initiaux consentis lors de sa réalisation ainsi que lors de ses modifications.

Ce principe s'applique aux techniques suivantes :

Alimentation électrique :

- Utilisation de la puissance du réseau SIG disponible dans les sous-stations transformatrices existantes BT09 et BT10 sans adjonction de transformateur.
- Utilisation de l'énergie à disposition à partir des trois groupes de secours existants dans le bâtiment OPERA et adjonction d'un groupe de puissance équivalente pour subvenir à la puissance totale dont a besoin le BDL2.

Facteur de puissance :

- Les batteries de compensation du facteur de puissances existantes dans les sous-stations BT09 et BT10 sont prévues pour limiter les pertes énergétiques entre la puissance réellement consommée et celle fournie par les SIG.
- Cet équipement participe également à limiter les harmoniques dans le réseau qui provoquent des déséquilibres énergétiques qui se traduisent en frais inutiles.

Critères écologiques appliqués aux installations électriques

Les exigences suivantes seront appliquées pour ce projet :

- Proscrire les matériaux contenant de l'halogène
- Limiter voir exempter les métaux lourds (cadmium, nickel, plomb, etc.)
- La durée de vie des matériaux
- Les critères de remplacement, de maintenance, de recyclage et de destruction des matériaux peu écologiques.
- La maîtrise des influences des champs électromagnétiques selon l'ordonnance sur la protection contre le rayonnement non ionisant.

Concept général de distribution

Le concept de distribution électrique est organisé de la manière suivante :

- Sous-stations BT09 et BT10 OPERA existant
- Liaison entre OPERA et Bdl2 par des décaissements dans le radier
- Local principal au niveau S pour la distribution des tableaux d'étages
- 1 tableau d'étage au niv. U, pour distribution des niveaux T et U
- 1 tableau d'étage au niveau O pour distribution des niveaux O et 1
- 1 tableau d'étage propre pour le niveau S et 9
- 1 tableau d'étage par demi-niveaux pour les niveaux R, P et 2 à 8
- Tableaux spécifiques pour les installations CVS répartis dans les centrales

Concept d'éclairage

Le concept d'éclairage est basé sur les demandes utilisateurs (HUG) qui respecte la norme SIA 380/4 soit :

Locaux	SIA 380/4
Circulations, sas, escaliers (s-sols)	100 lux
Parking	75 lux
Locaux techniques	100 lux
WC, Douches	200 lux
Vestiaires	200 lux
Couloirs d'évacuation	100 lux
Dépôts	100 lux
Restaurant	200 lux
Chambre froide	100 lux
Hall, accueil	100 – 200 lux
Commerces (non équipé)	300 lux
Vidoirs, dévaloirs	200 – 300 lux
Poste infirmier, esp. Médecins	300 lux
Att. transfert, transfert patients	300 lux
Préparation chir.	500 lux
Bureaux, réunion, repos	500 lux
Salle d'OP	1000 lux
Vestiaires blancs	200 lux
Bibliothèque / Réunion	200 lux / 500 lux
Auditoire 99 places	500 lux
Galerie de liaison	100 – 200 lux
Circulations, sas, escaliers (hors sol)	200 lux
Chambres d'hôpital	300 lux
Salle de bains	200 lux

La majorité des luminaires prévus sont équipés de 1 ou 2 tubes fluorescents de nouvelle génération T16 (diamètre 16 mm) avec ballast électronique de classe énergétique A. La puissance des tubes fluorescents est basée sur deux modèles 28W et 35W car ils présentent une bonne efficacité lumineuse (lumen/Watt) et un faible éblouissement. Ces luminaires sont utilisés dans les zones de circulations en mode linéaire décentrés, ils sont également utilisés dans différents locaux comme les sas, les escaliers, le parking, les locaux techniques, les vestiaires, les dépôts, les bureaux, salles de réunions, bibliothèques, les chambres.

Nous avons prévu des luminaires à source fluo compacte, également avec ballast électronique, de classe énergétique A pour des zones spécifique comme les WC, salles de bains, entrées de chambres, etc.

Nous prévoyons ponctuellement des luminaires à lampe iodures métalliques afin d'éclairer principalement les zones à grandes hauteurs.

La limitation du nombre de sources lumineuses différentes permet de rationaliser la maintenance en phase exploitation.

Concept de commande d'éclairage

La gestion de l'éclairage est prévue de la manière suivante:

- Les zones de circulations sont enclenchées à 100 % de jour et réduites de 2/3 pour la nuit avec possibilité d'enclencher le 100 % par le personnel si besoin.
- Le parking est enclenché continuellement à 1/3 de la puissance et des détecteurs de présence enclenchent à 100 % lors d'activité dans ce dernier.
- Les locaux techniques, dépôts, chambre froide, vidoirs et dévaloirs ont une commande locale à chaque entrée.
- Les WC, douches et vestiaires sont gérés par détecteurs de présence avec temporisation à l'extinction.
- Les couloirs d'évacuation sont éclairés uniquement lors de la présence de personnes par détecteurs de présence.
- Le hall et l'accueil sont gérés en fonction de la lumière naturelle par l'intermédiaire d'une sonde de luminosité pendant les heures d'ouverture et réduits de 2/3 en dehors de ces heures avec possibilité d'enclencher à 100% par l'intermédiaire de boutons poussoirs.
- Bibliothèque / Réunion sont gérés par une commande locale à l'entrée, un détecteur de présence et de luminosité gère l'extinction et enclenchement automatique en fonction de l'éclairage naturel.
- Les bureaux sont sur détecteur de présence avec gestion en fonction de l'intensité lumineuse naturelle.
- Les salles de réunion et de repos ont une commande locale à l'entrée avec détecteur de présence pour l'extinction automatique.
- Les salles d'opérations et de soins intensifs ont leurs commandes d'éclairage manuel.
- Les chambres sont commandées individuellement par le personnel soignant et directement par le patient pour l'éclairage de lecture.

Bilan des puissances éclairage :

Le tableau des valeurs calculées selon la norme SIA 380/4 pour l'établissement de ce rapport montre que les indices de référence totaux sont respectés (voir annexe Tecnoservice Engineering S.A., chapitre Electricité, Tool Eclairage)

Performances électrique					
Eclairage 380/4		Valeur du projet	Valeur limite	Valeur Minergie	Valeur cible
Avant-projet	kWh/m ² a	29.7	40.6	27.2	22.8
	MJ/m ² a	96.3	131.5	88.2	73.8
	MWh/a	1'057.2	1'443.6	968.6	810.3
Projet	kWh/m ² a	28.8	37.1	24.5	20.3
	MJ/m ² a	93.2	120.1	79.2	65.6
	MWh/a	1'021.7	1'316.0	868.8	719.7

5.3.5. Sanitaire

La distribution de l'eau est conçue de sorte à garantir une hygiène irréprochable tout en ayant un dimensionnement optimisé.

Les principaux critères lors de la distribution de l'eau potable sont la limitation des bras morts afin d'éviter les problèmes d'hygiène, éviter la stagnation de l'eau, optimiser les vitesses d'écoulement et température maximale de 20°C pour éviter les problèmes d'hygiène.

Les principaux critères pour la distribution de l'eau chaude sont le maintien d'une température dans le réseau de 60°C en tout point du réseau, de prévoir une fonction de sur-température dans les bouilleurs et l'optimisation du dimensionnement des conduites pour assurer un renouvellement d'eau maximal à chaque soutirage.

Au niveau de la sécurité, il est prévu une installation de sprinkler au niveau du parking et de l'atrium, protection de locaux particuliers par extinctions sèches, postes incendies destinés à l'usage des sapeurs-pompiers, extincteurs portatifs et colonne sèche à l'usage des sapeurs pompiers.

Lors de l'avant projet, il a été proposé l'ozonation du réseau d'eau chaude à 55°C à circulation continue, l'objectif étant de protéger les zones à risque particulier (chambres d'isolement, soins intensifs et blocs opératoires). Cette technique de désinfection permet des économies d'énergie de l'ordre de 15% par rapport à la solution de distribution à 60°C et choc thermique. Cette solution a été écartée à cause de la difficulté de la maintenance, en plus de la sécurité des chocs thermiques.

Fluides classiques

Eau froide potable

Le bâtiment est alimenté en eau potable depuis la nourrice existante.

Eau froide non potable

Provient de la récupération des eaux de pluie et est utilisée pour alimenter les chasses d'eau, urinoirs, arrosage et nettoyage des parkings. Les pressions sont assurées au moyen de suppresseurs d'eau.

Eau chaude

Il sera installé 3 chauffe-eau d'une contenance de 6000 litres chacun. La consommation d'eau chaude est estimée à 52.5 m³/j. La température dans les chauffe-eau sera augmentée à 75°C (choc thermique) périodiquement afin de prévenir tout développement de légionellose. La structure de fonctionnement et le détail de la production d'eau chaude sont en cours de réflexion. La production de l'eau chaude sanitaire sera centralisée au niveau U.

Fluides traités

Eau adoucie

La production d'eau adoucie à 5°F est destinée aux consommateurs des soins intensifs, salles d'opération ainsi qu'à la production d'eau chaude. Un circuit à 0°F est destiné à la production d'eau osmosée.

Eau osmosée

La production d'eau osmosée est destinée aux consommateurs des soins intensifs et salles d'opération. Les rejets de la production seront récupérés dans le réservoir d'eau de pluie.

Fluides à usage médicalAir comprimé

L'air comprimé est alimenté depuis la production existante. Ce réseau est destiné à l'utilisation par les soins intensifs, salles d'opération, salles de préparation, unités de soins, service technique et divers appareils.

Vide

Provient de la nouvelle centrale de production. Est destiné aux besoins des soins intensifs, salles d'opération, salles de préparation et unités de soins.

Oxygène

Provient de la nouvelle centrale de production. Est destiné aux besoins des soins intensifs, salles d'opération, salles de préparation et unités de soins.

NO2

Provient de la nouvelle centrale de production. Est destiné aux besoins des soins intensifs, salles d'opération et salles de préparation.

Fluides techniquesSaumure liquide

Depuis la cuve de stockage pour alimentation des adoucisseurs.

Fluides évacuésEaux usées domestiques

Le réseau des eaux usées des étages supérieurs s'écoule par gravité jusqu'au collecteur de la rue Alcide Jentzer. Les eaux usées des étages inférieurs vont à la station de pompage pour être refoulées sur le collecteur situé au rez-de-chaussée.

Eaux usées parking

Les eaux usées du parking sont traitées par un séparateur d'hydrocarbures avant de les acheminer vers la fosse de pompage.

6. EXPLOITATION

Il est nécessaire d'intégrer, dès la phase de planification, les données concernant les coûts d'exploitation et d'entretien, ce qui permet de qualifier d'économiques certains investissements plus importants lors de la phase de construction, dans la mesure où ils engendreront des coûts plus faibles durant la phase d'exploitation.

6.1. Evaluation des indices prévisionnels de dépense d'énergie

Installations sanitaires consommations

	Consommation journalière	Consommation annuelle	Consommation limite SIA	Consommation limite MINERGIE
Eau froide potable	ne	ne	ne	ne
Eau grise	8,4 m3	3'075 m3	ne	ne
Eau traitée (adoucie, osmosée)	47,6 m3	17'374 m3	ne	ne
Eau traitée (adoucie)	ne	ne	ne	ne
Eau chaude sanitaire	52,5 m3	19'163 m3	ne	ne
Air comprimé	ne	ne	ne	ne
Eaux usées domestiques	195 m3	71'175 m3	ne	ne
Saumure liquide	ne	ne	ne	ne

Performances thermiques

Besoin de chaleur	Valeur limite SIA 380/1 2009	Projet	Respecté
	97.2 MJ/m ² a	87.5 MJ/m ² a	OUI
Couverture par des énergies non renouvelables (MoPEC 60%)	Exigence	Projet	Respecté
	119 MJ/m ² a	65 MJ/m ² a	OUI

Performances éclairage :

Performances électrique Eclairage 380/4					
		Valeur du projet	Valeur limite	Valeur Minergie	Valeur cible
Projet	kWh/m ² a	28.8	37.1	24.5	20.3
	MJ/m ² a	93.2	120.1	79.2	65.6
	MWh/a	1'021.7	1'316.0	868.8	719.7

6.2. Concept de mesures et de suivi

6.2.1. Chauffage – ventilation

Chaud :

- Compteur sur circuit de récupération de chaleur « total » (sur conduite 47 °C)
- Compteur sur circuit de récupération de chaleur après bouteille casse-pression (conduite 40 °C)
- Compteur sur circuit récupération de chaleur pour ECS (sur conduite 40 °C)
- Compteur sur circuit solaire « total » (sur conduite 70 °C)
- Compteur sur circuit eau surchauffée « total » (sur conduite à 170 °C)
- Compteur sur circuit chauffage pour ventilation (sur conduite 35 °C)
- Compteur sur circuit chauffage pour ECS (sur conduite 70 °C)
- Compteur sur circuit solaire chauffage (sur conduite 35 °C)

Froid :

- Compteur sur circuit ventilation admin/unité de soin (18 °C)
- Compteur sur circuit ventilation salle d'op/soins intensifs/chambre isolement (18 °C)
- Compteur sur circuit froid total sortie machine froid (18 °C)
- Compteur sur circuit condenseur (40 °C)

6.2.2. Electricité

L'organisation de la distribution des alimentations et de la distribution électrique dépend directement de la stratégie du comptage de l'énergie consommée par les installations d'éclairage, ventilation, chauffage et sanitaire pour permettre le contrôle de la consommation en conformité avec la norme SIA 380/4.

Le comptage de l'énergie consommée pour les installations d'éclairage sera réalisé par des sous-compteurs installés sur chaque réseau alimentant l'éclairage, soit les réseaux normaux (SIG) et secours dans les divers tableaux d'étages concernés. Pour les installations de CVS, chaque tableau spécifique comporte également son sous-comptage électrique. Les sous-compteurs seront raccordés au réseau MCR par l'intermédiaire du bus LON, ce qui permettra d'avoir une lecture des différents compteurs depuis un poste informatique et de pouvoir totaliser les différentes consommations.

6.2.3. Sanitaire

- Compteur eau froide HP générale (2x)
- Compteur eau froide HP alimentation traitement d'eau
- Compteur eau froide douce
- Compteur eau froide osmosée (2x)
- Compteur eau froide recyclée
- Compteur eau froide HP secours recyclée
- Compteur eau chaude sanitaire hospitalisation
- Compteur eau chaude sanitaire administration

7 ANNEXES

Ingénieurs conseils CITEC - CSD

Notice d'impact environnemental

Ingénieur CVSE MCRG

Annexes au dossier (2 juillet 2009)

1. Bilan énergétique 2007 / MoPEC 70%
2. Bilan énergétique 2009 / MoPEC 60%
3. Ventilation / Liste des locaux / Caractéristiques des installations / Rapport comparatif - Comparaison des solutions techniques de traitement d'air neuf
4. Preuve du besoin pour réfrigération/humidification
5. Utilisation de l'énergie solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS)
6. Variantes concept énergétique
7. Géothermie
8. Pile à combustible + Pompe à chaleur
9. Evolution enveloppe du bâtiment
10. Concept énergétique et stratégies Phase 4.31
11. Etude des façades
12. Electricité : documents SIA 380 / 4

8 LISTE DES MANDATAIRES**MAITRE D'OUVRAGE****DCTI - Département des constructions et des technologies de l'information**

Rue David-Dufour 5, 1211 Genève 8
tel. 0041.22.327.53.17 fax. 0041.22.327.52.52

UTILISATEUR HÔPITAL**HUG - Hôpitaux Universitaires de Genève**

Rue Gabrielle-Perret-Gentil 4, 1211 Genève 14
Dominique.peyraud@hcuge.ch tel. 0041.22.022.372.60.53

POOL D'ARCHITECTES**BSA - O.SEYLER - J.LUCAN - G.ZIMMERLI**

17, rue Dupetit-Thouars 75003 Paris
E-mail : architectes@acte5.net Tél. 00 33 144 61 88 00 Fax. 00 33 148 04 04 79

Burckhardt+Partner SA

Avenue Industrielle 14, 1227 Carouge Genève
E-mail : wilfried.schmidt@burckhardtpartner.ch et pierre-alain.boisot@burckhardtpartner.ch
Tél. 00 41 22 308 14 00 Fax. 00 41 22 308 14 01

INGENIEUR CIVIL**Thomas Jundt Ingénieurs Civils SA**

Rue de la Fontenette 27, 1227 Carouge
E-mail : info@jundt.ch Tél. 00 41 22 309 06 10 Fax. 00 41 22 309 06 29

INGENIEUR CVSE MCRG**Tecnoservice Engineering SA**

Bellevue 7, 2074 Marin-Epagnier
E-mail : info@tecnoservice.ch Tél. 00 41 32 756 99 39 Fax. 00 41 32 756 99 35

INGENIEUR SECURITE**Ingénieurs Conseils Scherler SA**

Chemin du Champ-d'Anier 17-19, Case postale 336 - 1211 Genève
E-mail : jean-marc.fermaud@scherler.ch Tél. 00 41 22 929 12 12 Fax. 00 41 22 798 44 14

INGENIEUR FACADE**Emmer Pfenninger Partner AG**

Weidenstrasse 13, 4142 Münchenstein
E-mail : steffi.noubert@epag.ch Tél. 00 41 61 416 96 96 Fax. 00 41 61 416 96 97

INGENIEUR ACOUSTIQUE**Gartenmann Engineering AG**

Avenue Gare-des-Eaux Vives 24, 1208 Genève
E-mail : j.ballenegger@gae.ch Tél. 00 41 22 700 14 59 Fax. 00 41 22 700 14 59

INGENIEURS CONSEILS (ETUDE D'IMPACT)**CITEC - CSD**

Route des Acacias 47, 1211 Genève 26
E-mail : citec@citec.ch Tél. 00 41 61 809 60 00 Fax. 00 41 22 809 60 01

TECHNIQUE MEDICALE**SMECO**

Dornacherstrasse 210, 4002 Basel
E-mail : info@smeco.ch Tél. 00 41 61 338 36 36 Fax. 00 41 61 338 36 37