

Construction du lycée Robert Schuman Charenton (94)

Retour d'expérience
Juin 2012



Vue sur le lycée Schuman - Photo Nicolas Borel



UNION
RÉGIONALE
DES **CAUE**
D'ÎLE-DE-FRANCE



ekopolis

PUCA

plan
urbanisme
construction
architecture

LA DÉMARCHE DE RETOURS D'EXPÉRIENCE EKOPOLIS

Ce document est élaboré selon la méthode d'analyse de projet mise en place par Ekopolis, dans le but de diffuser aux acteurs de la construction des informations fiables et concrètes sur des projets franciliens ayant travaillé sur la soutenabilité de leur réalisation.

La méthode suivie s'inspire de l'expérience de l'Observatoire de la qualité architecturale du logement menée par les CAUE d'Île-de-France et du programme de recherche européen LENSE. Elle est détaillée dans le document « Méthode de retour d'expérience – bâtiments », disponible sur le site internet d'Ekopolis (www.ekopolis.fr).

La démarche est mise en place avec - et pour - les acteurs du projet (élus, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises et usagers), auprès desquels un travail d'investigation est mené en procédant à des interviews et des visites. Des données singularisant la démarche des acteurs, les méthodes mises en œuvre et leurs applications concrètes sont collectées. L'analyse est restituée sous forme d'une visite commentée du projet, accompagnée d'une grille de lecture explicitant le « profil » du projet selon les trois dimensions du développement durable. Chacune des dimensions est examinée selon plusieurs buts, divisés en objectifs, en explicitant les méthodes utilisées pour traiter chacun des objectifs.

SÉRIE SPÉCIALE « BATEX » : LA MAÎTRISE D'USAGE DANS LES PROJETS D'ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

Cette publication est l'un des quatre retours d'expérience réalisés dans le cadre de la seconde session de l'appel à projets BATiments EXemplaires (BATEX) dirigé par le Plan Urbanisme Construction Architecture (PUCA), organe interministériel de recherche, d'expérimentation et de soutien à l'innovation et à la valorisation scientifique et technique dans les domaines de l'aménagement et de la construction. La candidature de l'Union régionale des CAUE d'Île-de-France a été retenue, sur la proposition de mener le travail de retours d'expérience sur un corpus diversifié de 4 équipements scolaires et sur le thème de la prise en compte des usages dans ces projets.

La méthode d'analyse et le format de ces retours d'expérience ont été adaptés au sujet étudié. Le terme de « maîtrise d'usage » regroupe plusieurs interrogations. Nous avons cherché à comprendre :

- comment les usagers avaient été associés aux projets de construction, et si cela avait permis une meilleure prise en compte de leurs besoins, moyens et pratiques par les maîtres d'ouvrage maîtres d'œuvre ;
- si les projets avaient été l'occasion de donner aux usagers les moyens de devenir acteurs de l'usage, notamment par la transmission de savoirs, de savoir-faire et une sensibilité accrue aux enjeux environnementaux ;
- de proposer une interprétation des témoignages des usagers rencontrés qui offre des pistes de réflexion pour les acteurs de la construction durable.

La « visite guidée » est, à cette fin, suivie d'un développement relatif à la maîtrise d'usage au sein et au-delà du projet de construction. L'analyse des espaces et des aspects relatifs à l'usage ne prétend pas à être exhaustive. Les avis exprimés sont issus des témoignages des usagers et des observations réalisées sur site. Ils n'ont pas pour but de rendre un jugement normatif sur la qualité des projets étudiés, mais de nourrir une réflexion constructive dans la perspective de futurs projets.

VOUS ÊTES PROFESSIONNEL DE LA CONSTRUCTION ?

Cette publication est faite pour vous fournir un retour concret et des données fiables sur le type de projet étudié.

VOUS ÊTES CHERCHEUR OU ENSEIGNANT ?

Cette publication vous donne les principales informations sur un exemple de projet de construction sélectionné pour ses qualités que vous pourrez approfondir sur un thème de recherche ou sous forme d'exercice avec des étudiants notamment grâce aux documents en annexe.

Dans tous les cas, n'hésitez pas à soutenir notre démarche en envoyant vos commentaires par mail : contact@urcaue-idf.fr

REPÈRES

Programme :

Construction d'un lycée d'enseignement général et technologique tertiaire pour 710 élèves et de 5 logements de fonction

Localisation :

2 Rue de l'Embarcadère 94220 Charenton le Pont

Surface : 8 232 m² SHON (lycée : 7 514 m² / logements : 718 m²)

Coût travaux : 19 974 347 € HT, valeur nov. 2007

Maîtrise d'ouvrage : Région Île-de-France

Maître d'ouvrage délégué : SADEV 94

Assistant à maître d'ouvrage HQE : Oasiis

Architecte mandataire : Epicuria architectes

Architecte associé : Atelier d'architecture Malisan

Architecte HQE : Sophie Brindel-Beth, SLH

Entreprise générale : Urbaine de Travaux

Vote du premier projet d'établissement : 11/2001

Vote du projet d'établissement définitif : 11/2003

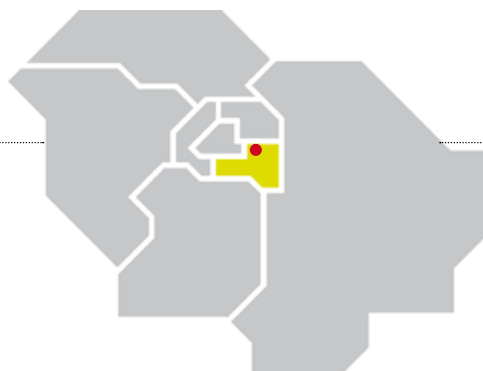
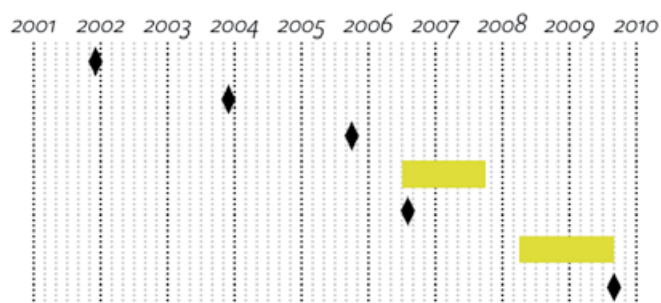
Rendu du concours : 10/2005

Études : 07/2006 - 09/2007

Permis de construire : 08/2006

Chantier : 04/2008 - 08/2009

Livraison : 09/2009



SOMMAIRE

Introduction

p 4

Profil développement durable

p24

Visite commentée

p 6

Annexes

p 30

- 1 > Insertion urbaine, traitement du site et accessibilité 6
- 2 > Systèmes techniques, performance et confort 10
- 3 > Espaces et qualités d'usages 13

- Bibliographie 30
- Liste des entretiens 30
- Liste des documents 31

La maîtrise d'usage

p 19

Fiche technique

p 32

- 1 > La prise en compte des usages dans le projet 19
- 2 > Les usagers, acteurs de l'usage ? 20
- 3 > L'espace perçu et vécu par les usagers 22

Introduction

Genèse et caractéristiques du projet

Cet établissement a pour origine la volonté du rectorat de Créteil de transformer l'ancien lycée professionnel de Charenton-le-Pont en lycée d'enseignement général. Une étude préalable ayant abouti à la conclusion que la parcelle du lycée existant (Jean-Jaurès, à l'origine un groupe scolaire construit en 1936) ne pouvait accueillir l'établissement de 700 élèves souhaité par le rectorat, il a été décidé de trouver un nouveau site pour y construire un bâtiment capable d'accueillir les effectifs existants et de créer les filières générales envisagées.

À l'issue de plusieurs années de recherche, la Région Île-de-France, maître d'ouvrage de l'opération, a retenu le terrain proposé par la ville de Charenton : une parcelle triangulaire située à l'ex-

trémité d'un quartier résidentiel. Celle-ci, longée par une autoroute et une voie ferrée, est reliée au centre-ville par une passerelle.



Les écoles de Charenton, devenues lycée Jean-Jaurès d'où est issue la communauté scolaire du nouveau lycée Robert Schuman. / Henri Guyon architecte

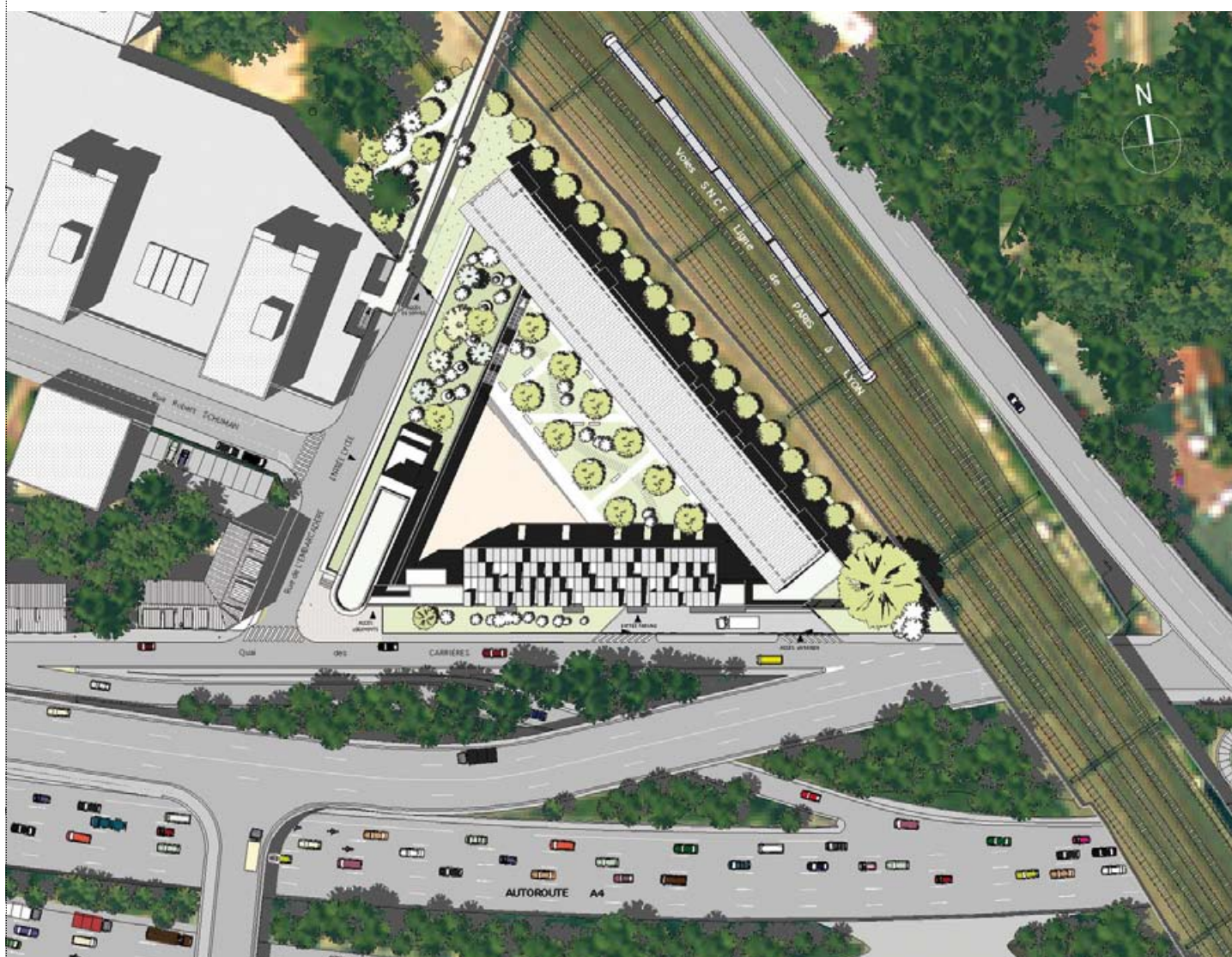


Situation du lycée Robert Schuman et de l'ancien lycée Jean Jaurès / Photo aérienne : IGN-Geoportail

La Région a inscrit le projet de construction dans une démarche environnementale afin de prendre la pleine mesure des contraintes acoustiques posées par le site tout en maximisant le confort d'usage. Elle s'est adjoint à cette fin les services d'un Assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO) HQE et l'architecte mandataire a travaillé en co-traitance avec une architecte spécialisée en démarches environnementales, afin d'assurer l'intégration des principes environnementaux choisis au bâtiment réalisé.

Celui-ci se développe en triangle autour de la cour tout en restant visuellement ouvert : une double peau entièrement vitrée protège les usagers du bruit des véhicules tout en ménageant de larges

vues sur les voies de circulation et le reste de la ville. Les façades extérieures accueillent les locaux techniques, tandis que les salles d'enseignement sont distribuées autour de la cour. La contrainte acoustique ne permettant pas d'ouvrir de fenêtre côté autoroute et SNCF, un système de ventilation mécanique a dû être intégré. La double peau, reliée à un puits canadien de grande dimension situé sous la cour, contribue à la performance thermique du bâtiment. Le puits a été équipé d'instruments de suivi afin que son efficacité puisse être évaluée et optimisée. Les toits du bâtiment, partiellement végétalisés, accueillent 200 m² de panneaux photovoltaïques et un dispositif de récupération des eaux de ruissellement.



Plan masse du lycée. En haut de l'image, la passerelle reliant le lycée au centre-ville / Epicuria architecture

Visite commentée

1/ INSERTION URBAINE, TRAITEMENT DU SITE ET ACCESSIBILITÉ

Le choix de la parcelle

Charenton, commune limitrophe de Paris, est très exposée à la raréfaction du foncier disponible en Île-de-France. Le mode de cession du foncier de la ville à la Région ne facilite pas l'obtention de terrains viables pour la construction des lycées.

« Le foncier a été cédé au franc symbolique à la Région. La Région devient propriétaire dès qu'elle construit sur le terrain, en finançant intégralement la construction elle-même. D'où le problème pour les communes qui ont un foncier qui rapporte [...] Il n'y avait pas d'autres parcelles disponibles sur la commune pour ce type de projets. »

Raymonde Donat, chargée d'opération en étude de faisabilité, Région Île-de-France

Un enseignant perçoit ces contraintes comme l'origine d'une tendance générale consistant à attribuer aux constructions du foncier résiduel, contraignant les collectivités publiques à assumer les coûts relatifs à sa viabilisation.

« Il y a plein d'écoles construites en bord de voie. Un terrain comme cela ne peut apporter de gros gain financier. Un peu après le lycée il y a la crèche des Godeaux, ensuite une école maternelle, ensuite une école primaire. On met les écoles le long des voies ferrées, pour des raisons uniquement économiques. »

Jacques Taffin, professeur d'arts plastiques

Enveloppe financière constatée en € TTC

Achat du terrain (Ville) ¹	5 335 365	15,2 %
Frais préliminaires et divers (Région) ²	511 626	1,5 %
Honoraires (Région) ³	2 530 100	7,2 %
- dont AMO HQE	83 720	0,2 %
- dont MOE	2 339 726	6,7 %
Construction (Région) ⁴	25 762 108	73,5 %
- dont coût travaux	25 637 687	73,1 %
Rémunération MOA délégué (Région) ⁵	931 090	2,7 %
Total :	35 070 288	100 %

1 : Achat du terrain (7 296 m²) par la ville de Charenton-le-Pont le 26/11/2003.

4 : Y compris révisions, aléas, branchements et taxes de raccordements.

5 : Rémunération forfaitaire de 2,5 % du coût d'opération total hors achat terrain et rémunération MOA délégué.

Valeur : janvier 2006 (2) et septembre 2010 (3,4 et 5)

Source : SADEV 94. Bilan financier. mars 2011 (sauf 1)



Le lycée vu depuis l'autoroute / Photo Nicolas Borel

La démarche HQE

Pour le maître d'ouvrage, la démarche environnementale trouve toute sa pertinence dans un site contraint, en tant que garantie de confort pour les usagers. Elle participe d'une volonté de démontrer que ce type de site peut être utilisé pour accueillir des équipements publics.

« L'avantage de la programmation avec des objectifs environnementaux est de prendre la pleine mesure de toutes les contraintes et de proposer une requalification de ce site complexe. »

Agnès Lauret-Grémillet, responsable du service qualité environnementale des lycées, Région Île-de-France

« La question a fait débat : peut-on se donner les moyens de construire un établissement offrant une qualité de vie aussi satisfaisante sur un tel site, ou faut-il déclarer le terrain non constructible ? Nous avons démontré, alors que ce n'était pas accepté par de nombreuses personnes, qu'on peut rendre vivable un lieu qui a priori ne l'est pas. »

Sophie Brindel-Beth, SLH, architecte HQE

La plupart des acteurs saluent le choix de la HQE et le confort d'usage du bâtiment, obtenus notamment grâce à la maîtrise des coûts en amont et tout au long de l'opération par le maître d'ouvrage. Dès la faisabilité, des diagnostics de contraintes acoustiques et de pollution ont été engagés afin de calibrer le budget.

« Est-ce que vous ne pensez pas qu'on est quand même privilégiés parce qu'on a une qualité de vie assez élevée, pour un lycée qui a un coût quand même ? Je pense que tous les lycées ne vont pas être comme ça. »

Un élève de première scientifique

Comparé aux autres lycées construits à la même époque, le coût travaux rapporté à la SHON se situe en effet dans les prix supérieurs. Les prescriptions environnementales notamment avaient fait l'objet d'une provision en sus du ratio moyen lors de la programmation, mais elles tendent aujourd'hui à se généraliser.

Coût travaux prévisionnel en € HT

Gros-œuvre	7 237 943	36,2%
Charpente métallique	858 636	4,3%
Couverture	384 620	1,9%
Étanchéité	396 495	2,0%
Menuiseries extérieures	2 893 523	14,5%
Cloisons-doublage-plâtrerie	304 680	1,5%
Menuiseries intérieures	820 974	4,1%
Métallerie clôtures	626 056	3,1%
Ascenseurs	198 453	1,0%
Chauffage ventilation	1 711 870	8,6%
Plomberie - sanitaires	407 102	2,0%
Électricité	1 354 530	6,8%
Équipements de cuisine	320 378	1,6%
Équipement salles spécialisées	48 152	0,2%
Faux-plafonds	445 861	2,2%
Sols et murs carrelés	245 169	1,2%
Sols souples	354 075	1,8%
Peinture	310 485	1,6%
VRD	902 512	4,5%
Espaces Verts	152 833	0,8%
Total :	19 974 347	100 %

Soit 2 298 €/HT/m² SHON hors VRD et espaces verts

Source Epicuria Architecture, valeur nov. 2007



Réponses architecturales aux contraintes du site / Epicuria architecture

Une implantation en triangle autour de la cour intérieure

La solution retenue est un bâtiment de forme triangulaire, suivant les contours de la parcelle, de manière à protéger les façades intérieures et la cour du bruit occasionné par les voies de circulation. Les salles d'enseignement sont réparties sur les façades intérieures, tandis que les circulations et les locaux techniques donnent sur les façades extérieures. Ces derniers sont situés dans la double peau et inscrits en saillie, afin de gagner de l'espace et d'animer les façades.



Les locaux techniques en saillie sur les façades extérieures / Photo : Nicolas Borel

La longueur des circulations imposée par la forme du bâtiment, doublée de la volonté des architectes de dimensionner celles-ci généreusement, tendait à faire augmenter le ratio SHON/SU et le coût de construction. L'installation des locaux techniques sur la façade extérieure et l'utilisation privilégiée de la cour comme espace de circulation au rez-de-chaussée ont permis de limiter les coûts et de maintenir le ratio SHON/SU à une valeur de 1,56 (à comparer avec le rapport standard de 1,3 à 1,4 [MIQCP-2006 p. 11]).

Les architectes se sont mobilisés pour que la question du bruit soit considérée comme un enjeu prioritaire. La mise en œuvre d'une double peau sur les côtés exposés aux voies de circulation permet de concilier protection acoustique et ouverture visuelle.

« Nous étions angoissés par la question du bruit, et nous nous sommes dit que pour faire un bâtiment vivable, il fallait vraiment se protéger de ce bruit. [...] On ne voulait pas faire quelque chose d'enclavé, avec quatre murs qui montent, complètement fermé, on voulait que ce soit protégé mais très poreux. On retrouve donc le préau vitré, transparent, les logements orientés vers la ville, l'entrée dans l'axe de la rue. »

Jean-Michel Buron, Epicuria architectes

Accessibilité piétonne

Du fait de sa localisation dans un tissu urbain dense à proximité de Paris, le lycée bénéficie d'une bonne accessibilité. Les élèves viennent à pied ou avec les lignes régulières des transports en commun : la commune est desservie par le métro et par plusieurs lignes de bus. Le lycée est relié au centre ville par une passerelle piétonne, rénovée à l'occasion de la création du lycée.

« Le lycée est vu de nombreux endroits, le programme demandait du soin pour les façades ne comportant pas d'entrées. D'où notamment les jardins en toiture. La ville voulait que la passerelle en hauteur arrive directement dans le lycée. La Région a refusé car cela aurait posé trop de problèmes de surveillance, car la passerelle est ouverte à tous les publics (mais aussi en partie propriété de la SNCF car située au-dessus d'une emprise SNCF). »

Raymonde Donat, chargée d'opération en étude de faisabilité, Région Île-de-France

Un parking a été construit sous le lycée mais il est réservé au personnel habitant dans les logements de fonction. L'établissement interdit actuellement

aux professeurs de s'y garer, sauf pour décharger ponctuellement du matériel lourd, mais un enseignant pense qu'en mutualisant les places il serait possible de mieux utiliser la surface de parkings disponible :

« L'argument est qu'il y a trop de profs pour pas assez de places [...] Comme il n'y a pas de place pour tout le monde a priori, il n'y en a pour personne. [...] Tous les profs n'ont pas une voiture, et ils ne sont pas toujours tous là en même temps, donc une meilleure organisation devrait permettre à plus de profs de s'y garer. »

Jacques Taffin, professeur d'arts plastiques

Une piste cyclable dessert le site mais peu d'élèves viennent en vélo. Un élève attribue cela au fait que le parking à vélos, situé à l'extérieur du lycée, manque de surveillance.

« Si on avait aménagé pour garder les vélos à l'intérieur du lycée, il y aurait beaucoup plus de personnes qui seraient venues en vélo [...] ça fait moins peur qu'à l'extérieur [...] des fois on voit des vélos qui sont tombés par terre [...] j'aimerais pas venir en vélo pour le voir cassé ou volé. »

Un élève de première scientifique



Vue sur l'entrée principale du lycée / Photo Nicolas Borel

2/ SYSTÈMES TECHNIQUES, PERFORMANCE ET CONFORT

Construction du lycée

Le lycée est construit sur des fondations et avec une structure en béton préfabriqué. L'isolation thermique, initialement prévue par l'extérieur est située à l'intérieur, ce qui a permis d'utiliser des panneaux en béton préfabriqués porteur et d'optimiser les délais de construction. Des rupteurs de pont thermique ont donc été posés pour limiter les déperditions. Certaines couvertures ainsi que les double peaux sont métalliques. Le choix des revêtements de sol s'est fait sur des critères de qualité environnementale, mais aussi sur des critères de coût et de facilité d'entretien. Le linoléum initiale-



Vue sur le lycée Schuman pendant la construction / Photo : Epicuria architecture

ment prévu dans les salles de classes a pour cette dernière raison été remplacé par un sol PVC (plus nocif pour l'environnement) car ce revêtement demande le même type d'entretien que les sols en caoutchouc et résine coulés dans les couloirs.

Puits canadien, ouverture des fenêtres

Le bâtiment étant contraint par de fortes nuisances acoustiques et devant être économe en énergie, le renouvellement de l'air dans le bâtiment est entièrement assuré par une ventilation mécanique double flux. La construction de ce lycée a été l'occasion d'expérimenter un puits canadien de très grande taille (débit total de 25 000 m³/h, 2,92 m² de section de prise d'air). Les prises d'air sont situées sous les bancs de la cour. En été, l'air frais sortant du puits canadien est insufflé directement dans les salles de classe. En hiver, l'air préchauffé par son passage dans le sol est conduit dans les doubles peaux, créant un espace tampon thermique.

L'ouverture des fenêtres par les usagers tend à diminuer l'efficacité de la récupération de chaleur par la ventilation double flux. Confronté à la difficulté de sensibiliser les usagers à cette exigence de l'usage, le proviseur a finalement préféré faire enlever les poignées des fenêtres, excepté celle située au niveau du professeur, dans les salles d'enseignement.

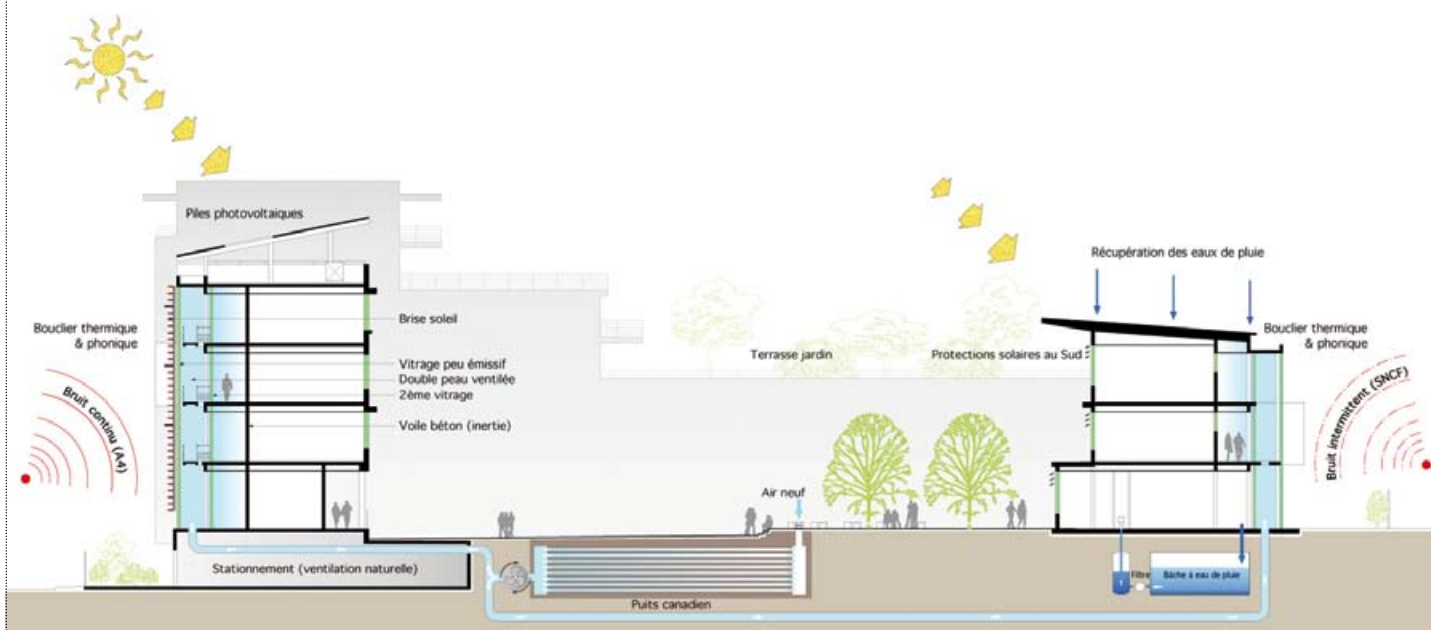


Schéma de l'implantation du puits canadien / Epicuria architecture

« Tout le bâtiment est en ventilation double flux, il faut donc éviter d'ouvrir les fenêtres. Le proviseur a d'abord expliqué cela, puis il a finalement enlevé les crémones des fenêtres, afin d'être sûr qu'elles ne soient pas ouvertes. Il avait été prévu qu'une fenêtre sur deux puisse être ouverte, pour des raisons d'entretien et pour un éventuel désenfumage des locaux. »

Jean-Michel Buron, Epicuria architectes

« J'ai dit 'je prends une décision, je ferme toutes les fenêtres'. On n'arrivait pas à régler notre système, ce n'était pas possible. »

Manuel Lopes, proviseur

Lumière naturelle et artificielle

Les surfaces vitrées permettent de maximiser l'apport de lumière naturelle. La luminosité dans les différents espaces et les faibles besoins d'éclairage artificiel sont cités comme un important facteur de confort par une grande majorité des usagers rencontrés.

« J'apprécie beaucoup la luminosité. La plupart du temps, je ne mets pas la lumière, même dans les salles de cours, c'est quand même assez agréable, et plutôt apaisant pour les élèves. Dans les couloirs, ce n'est pas du tout sombre et on voit toujours l'extérieur. »

Sanaë Second, professeur de sciences de la vie et de la terre

L'apport de lumière artificielle est régulé de manière automatique afin de n'intervenir qu'en complément de la lumière naturelle. La baisse d'intensité de la lumière artificielle quand la lumière

naturelle augmente amène parfois les usagers à oublier de l'éteindre.

« Avec le facteur lumière du jour très élevé, il n'y a pas besoin d'allumer la lumière en journée, mais les usagers ont tendance à l'allumer et à ne pas l'éteindre quand la lumière naturelle devient suffisante. Et avec la lumière naturelle, on ne voit plus si l'éclairage artificiel est allumé ou pas. Il faudrait des voyants sur les interrupteurs pour signaler que la lumière est allumée, mais cela coûte cher. »

Jean-Michel Buron, Epicuria architectes

GTC et suivi d'exploitation

Le bâtiment est équipé d'un dispositif de Gestion technique centralisée (GTC), accessible par le proviseur dispose dans son bureau qui lui permet de repérer les problèmes techniques (fuites d'eau, etc.) et de remédier aux oublis des usagers (lumières restées allumées, etc.).

D'après la Région, tandis que la consommation de gaz (chauffage et eau chaude du lycée et des logements) se situe 20% en dessous de la moyenne du parc des lycées, celle d'électricité (tous usages confondus) est très supérieure à la moyenne du parc.

Pour le maître d'ouvrage, le système en place ne permet pas d'assurer en l'état un pilotage optimisé du bâtiment et va donc nécessiter une reprise. La transmission des données par courant porté (par le réseau de téléphone) se révèle notamment inapte à la taille du bâtiment et un câblage est donc envisagé.



Construction du puits canadien / Photo : Epicuria architecture

Récupération des eaux de ruissellement de toiture

Les eaux de pluie de la toiture sont récupérées et utilisées dans les toilettes du bloc sanitaire principal, ainsi que pour l'arrosage des espaces verts et l'entretien du bâtiment. Les élèves ont interprété la « gratuité » de l'eau ainsi récupérée comme une possibilité d'utiliser les chasses d'eau sans restriction. La communauté éducative (i.e. les personnels administratifs et pédagogiques) a dû compléter le message à leur intention en leur expliquant que même l'eau récupérée est une ressource limitée à préserver. Et lorsque sa quantité est insuffisante, ce réseau est alimenté en complément par de l'eau potable.

Un enseignant rapporte que ses élèves ont des réticences à boire aux robinets car ils ne savent pas si l'eau qui en sort est potable. Il pense que leur montrer les deux circuits séparés pour l'eau potable et l'eau pluviale pourrait les mettre en confiance. Le même enseignant a remarqué que l'automatisation des robinets tend à faire perdre aux élèves le réflexe de les fermer.

« À chaque fois les élèves veulent boire, je leur dis 'oui vous pouvez boire un coup', et ils ont tout le temps le doute. Je leur ai dit que quand on va à la cave on voit la double tuyauterie, eaux grises et eaux douces.

Les élèves ne savent déjà plus se servir des robinets qui ne se ferment pas tout seuls : ils les ouvrent mais ne les ferment pas. »

Jacques Taffin, professeur d'arts plastiques

La consommation d'eau potable réelle moyenne sur les années civiles 2011 et 2012 s'élève à 2 700 m³/an. L'économie d'eau reste un objectif à travailler avec les usagers du bâtiment.



Cuves de récupération des eaux de ruissellement de toiture / Photo : Epicuria architecture

Réelles

Consommations d'énergie primaire en kWh_{ep}/m².an

Gaz

Électricité

Productions d'énergie en kWh_{ef}/an

Solaire thermique

Solaire photovoltaïque

Consommation d'eau en m³/an

Pour plus d'informations, consulter : Région. Synthèse fluides. Juin 2012

3/ ESPACES ET QUALITÉS D'USAGES

Cour et parvis, passerelle d'accès

Bien que la cour soit appréciée des adultes, notamment pour son jardin paysagé, elle est peu utilisée par les élèves, qui se rendent massivement sur le parvis du lycée lors des pauses.

« Les élèves ne s'approprient pas du tout la cour de récréation. Ils ne s'assoient pas sur les bancs, ils ne s'assoient pas sur la pelouse, contrairement à ce que j'aurais pu penser. [...] Ca manque peut-être de petits coins, où ils peuvent s'asseoir en cercle, ou les uns en face des autres. [...] Ils vont tous dehors, tous. L'an dernier, la cour ne faisait pas envie, il n'y avait pas les arbres, pas la pelouse, je comprenais. Mais cette année où elle est jolie... »

Sanaë Second, professeur de sciences de la vie et de la terre

De nombreux élèves de première et terminale sortent sur le parvis pour fumer pendant les pauses. Un élève évoque l'« effet de groupe » qui s'ensuit :

« Moi je pense qu'on a une belle cour donc, pourquoi pas en profiter, mais c'est l'effet de groupe, moi, si mes amis ils sortent, je vais pas rester tout seul, donc, c'est pour ça que la cour je la déserte, personnellement. »

Un élève de première scientifique

Le parvis est trop petit pour accueillir l'ensemble des élèves qui se rendent devant l'établissement

lors des récréations. L'espace public devant le lycée a toutefois été réaménagé à l'occasion de la construction du lycée, notamment pour y intégrer une piste cyclable. Les rues autour du lycée ont été classées en zone 30 (qui permet de pacifier la circulation automobile avec notamment une limitation de la vitesse à 30 km/h) ; une zone zébrée, un ralentisseur et des barrières ont été installés afin d'assurer la sécurité des élèves.

Tableau des surfaces réalisées en m²

Enseignement	2518
- dont salle d'arts plastiques (hors dépôt)	100
Vie scolaire et sociale	996
- dont CDI (hors salles de travail)	166
Administration et logistique	690
Demi-pension	548
Surface utile du lycée	4752
Circulations lycée	1738
Escaliers, dégagements et espaces d'attente	490
Double peau	318
Locaux techniques et répartiteurs	408
Cour et espaces végétalisés au sol dans le lycée	1820
Préau et cheminements couverts dans le lycée	742

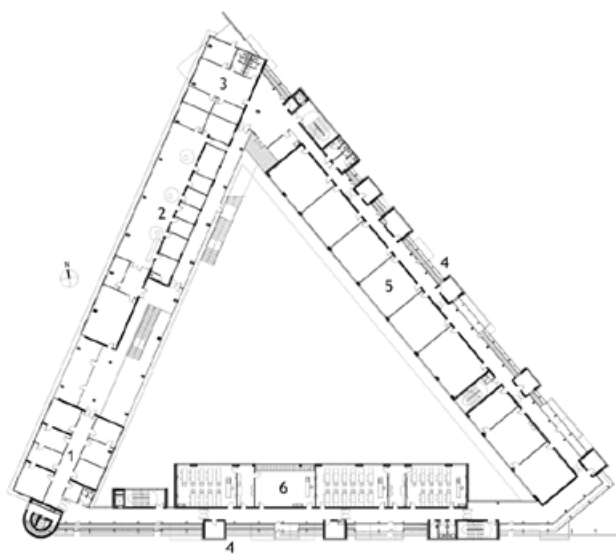
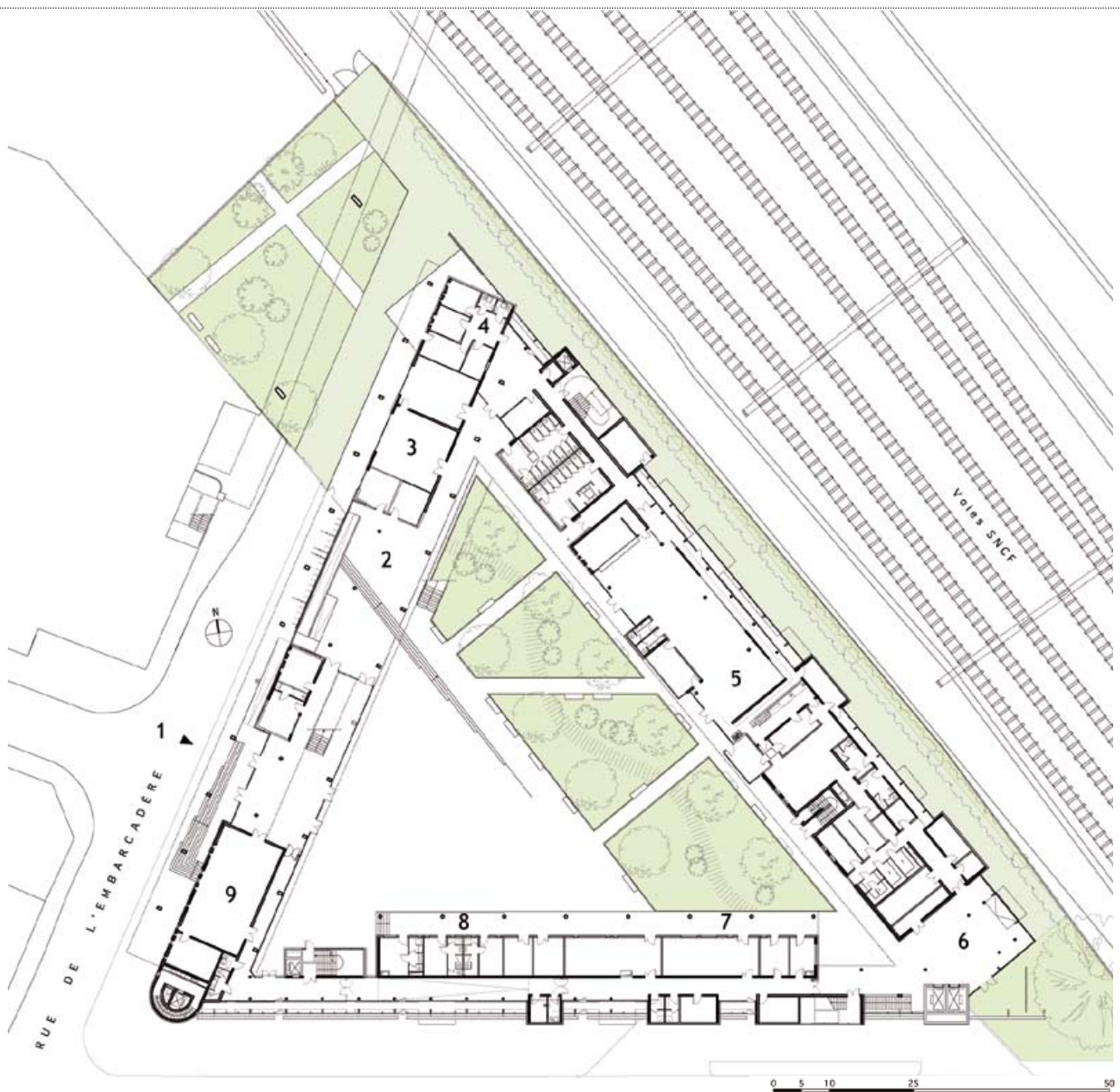
Source : Epicuria. Tableau des surfaces. Avril 2012



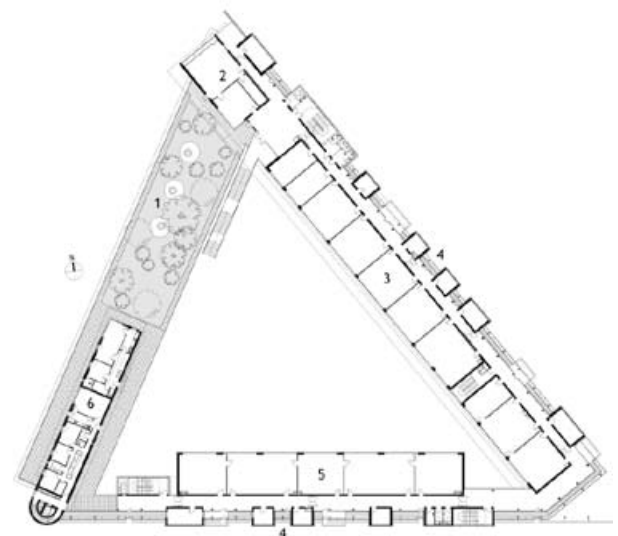
La cour paysagée / Photo URCAUE IdF



Le parvis du lycée / Photo URCAUE IdF



- 1 ADMINISTRATION
- 2 C.D.I.
- 3 LOCAUX ENSEIGNANTS
- 4 DÉPÔTS
- 5 ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL
- 6 ENSEIGNEMENT SCIENCES



- 1 JARDIN SUSPENDU
- 2 ENSEIGNEMENT ARTISTIQUE
- 3 ENSEIGNEMENT GÉNÉRAL
- 4 DÉPÔTS
- 5 ENSEIGNEMENT TECHNO.
- 6 LOGEMENTS DE FONCTION

Circulations

Sur les deux façades extérieures longées respectivement par les voies de chemin de fer et l'autoroute, la double peau vitrée donne à voir les trains et les voitures tout en rendant imperceptible le bruit de leur passage. Les usagers rencontrés apprécient la lumière naturelle abondante et l'effet esthétique créé par le passage silencieux des véhicules le long du bâtiment. Les circulations ont bénéficié d'un traitement acoustique et d'un dimensionnement généreux qui préviennent les tensions liées au flux des élèves.

« J'ai revendiqué que les circulations soient aussi des lieux de calme. Si les circulations sont calmes, les élèves restent calmes en sortant de classe. »

Sophie Brindel-Beth, SLH, architecte HQE



Le couloir du réfectoire / Photo URCAUE-IdF

« On n'entend pratiquement pas, voire pas du tout les trains, ni même les bruits à l'extérieur, ni même les déplacements des élèves. Les flux des élèves, les déplacements peuvent être une nuisance et c'est un aspect qui est bien géré. »

Joëlle Kurtz, professeur documentaliste

« Dans les couloirs, ce n'est pas du tout sombre et on voit toujours l'extérieur. C'est toujours impressionnant quand le train passe, ça aussi c'est vraiment... chouette. »

Sanaë Second, professeur de sciences de la vie et de la terre

Circulations : code couleur

Les architectes ont créé un code couleur afin de faciliter l'orientation des élèves dans le bâtiment. Un membre de l'administration a néanmoins attiré notre attention sur l'absence de signalétique dans le bâtiment.

« Les circulations ont toutes une référence à l'extérieur. Au nord, on voit les lignes SNCF, au sud les voies de l'autoroute et à l'est la cour de récréation. Quel que soit l'endroit où l'on se trouve, on se situe immédiatement dans le bâtiment. Cette disposition est renforcée par un code couleur pour les sols et les murs propre à chaque niveau. Ce code est intuitif, l'usager se situe par les ambiances. »

Jean-Michel Buron, Epicuria architectes

« Il n'y a pas de panneaux non plus pour dire salle des profs, bâtiment A, bâtiment B... Je me dis, les gens qui viennent, les élèves qui arrivent, ils doivent être un peu perdus. Où est le CDI, où est la cantine on ne sait pas non plus, où est la salle de permanence... [ce sont] des choses assez importantes pour les élèves. »

Murielle Ernu, secrétaire du proviseur

Contrairement à la signalétique, qui est immédiatement utilisable par les usagers, l'utilisation du code couleur n'est pas exactement intuitive puisqu'elle demande un apprentissage de la signification reliée à chacune des couleurs.

Circulations : surveillance

Dans les étages, trois couloirs linéaires desservent l'ensemble des locaux, permettant la surveillance simultanée de deux ailes depuis chacun des angles du bâtiment. Contrairement à d'autres établissements, l'accès aux circulations n'est pas interdit aux élèves pendant les récréations. Le proviseur explique que cela fait partie de l'autonomie conférée aux lycéens.

« La grosse problématique d'un établissement scolaire est la surveillance, surtout dans le cas d'un collège, dans le cas d'un lycée ça va à peu près. C'est important de ne pas créer de recoins, de zones de non-droit. Par contre on essaie de faire des choses vraiment droites, facilement surveillables. »

Jean-Michel Buron, Epicuria architectes

Seul un des usagers rencontrés se dit déstabilisé par l'effet visuel que produit la longueur des circulations.

« Je trouve que les couloirs sont immenses, sont très, très grands, sont vraiment très, très, très grands. Surtout le bâtiment B. Quand je fais la préparation des examens, coller les étiquettes sur les tables, faire tous les couloirs, quand j'arrive au début du couloir je me dis 'oh mon dieu' [rire]. »

Murielle Ernu, secrétaire du proviseur

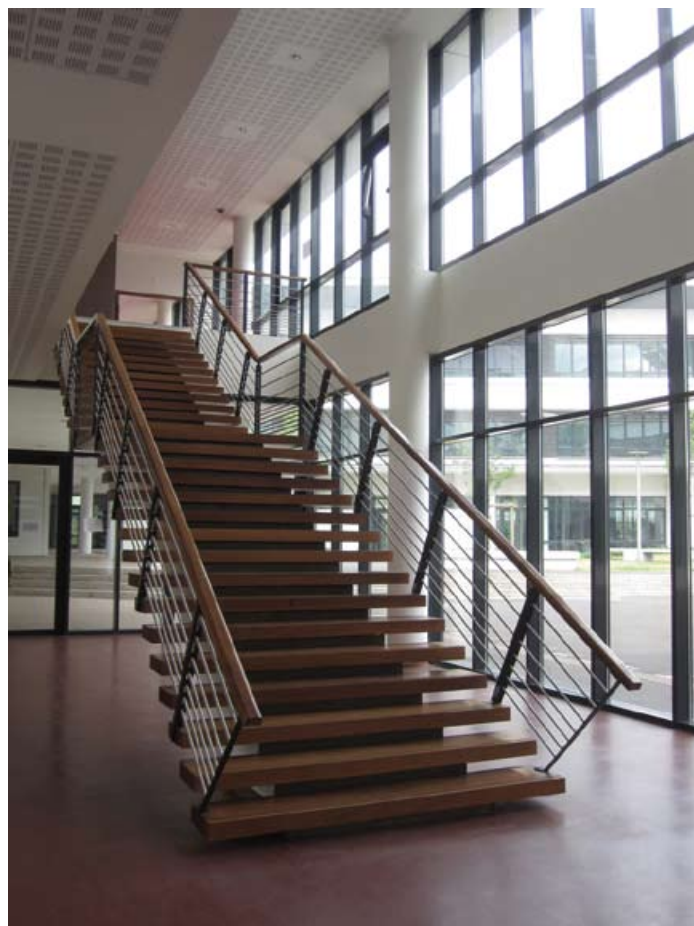
Escaliers interdits

Les deux escaliers les plus imposants, celui situé dans le hall d'entrée du bâtiment et celui qui relie directement la cour au seuil de la salle d'enseignement artistique au second étage, sont interdits d'accès aux élèves, en premier lieu pour des raisons de sécurité. Les élèves ont néanmoins le droit de s'asseoir sur l'escalier extérieur.

« [Les élèves] entrent par les 4 escaliers de secours et sortent par les 4 escaliers de secours, en laissant l'escalier en bois [du hall] libre d'accès, ne serait-ce que pour les pompiers et pour pouvoir circuler vite en cas de problème. C'est un escalier en bois, très neuf, mais si tout le monde passait dessus, on aurait très vite une belle usure, 700 élèves



La linéarité des couloirs facilite le contrôle visuel / Photo URCAUE-IdF



L'escalier interdit d'accès aux élèves dans le hall du lycée / Photo URCAUE-IdF

qui montent 4 à 5 fois par jour plus les adultes, c'est pas des marches de métro où le ciment tient. [...] L'escalier extérieur est une très bonne idée [pour monter des charges lourdes] mais il donne sur la terrasse, avec un garde-corps qui peut s'enjamber, ça m'a semblé délicat. »

Manuel Lopes, proviseur

Salle d'arts plastiques et jardin en toiture

La salle d'enseignement artistique est très appréciée par le professeur d'arts plastiques. Il est l'unique enseignant à l'utiliser et peut donc la personnaliser à son gré. Par son ouverture sur le jardin en toiture, sa taille et ses espaces de stockage, cette salle s'est avérée adaptée pour accueillir les événements conviviaux réunissant le personnel de l'établissement.

Les architectes ont proposé un jardin en toiture qui confère un atout esthétique à la vue depuis la passerelle et les logements, et qui est accessible directement depuis la salle d'enseignement artistique afin que les élèves puissent venir y dessiner.

Cependant le professeur d'arts plastiques n'emmène pas ses élèves dans le jardin. La pratique des arts plastiques implique l'emploi d'outils qui peuvent difficilement être déplacés – certains, tels que les pistolets à colle, ont besoin d'être branchés sur secteur – et le risque de chutes constitue une contrainte supplémentaire que l'enseignant n'est pas prêt à assumer.

« Au début le proviseur me disait « vous pourrez faire des croquis, aller sur la terrasse dessiner en extérieur ». Et puis en fait non. Et puis même je l'aurais pas fait puisque... déjà ils ont une forme de liberté dans la salle où ils bougent, ils circulent, des fois je leur mets des pistolets à colle là, de la photo, des ateliers. Donc ils sont en circulation, il y a du matériel, ils peuvent faire les andouilles à tout moment, si en plus il faut que je les surveille pour pas qu'ils... il peut se passer n'importe quoi. Il se passe déjà beaucoup de choses, alors ça en plus, non. Peut-être que le mercredi après-midi je pourrais le faire, avec l'atelier que j'ai. Mais c'est vraiment quelque chose de particulier. »

Jacques Taffin, professeur d'arts plastiques



L'escalier interdit d'accès aux élèves dans la cour / Photo URCAUE-IdF



Le jardin en toiture ; en arrière-plan, l'entrée de la salle d'arts plastiques et la partie haute de l'escalier donnant sur la cour / Photo Nicolas Borel

Les salles d'enseignement : ouverture visuelle

Si les ouvertures visuelles dans les salles de classe sont généralement appréciées des usagers, elles permettent aux élèves qui se trouvent à l'intérieur d'interagir avec ceux qui passent à l'extérieur, ce qui peut perturber le déroulement des cours et requiert la pose d'occultations.



La salle de mathématique ouverte sur le couloir / Photo URCAUE-IdF

« Les mêmes qui passent devant tapent toujours à la vitre. Tout le monde regarde, tout le monde tourne la tête, c'est inévitable, même si vous êtes sérieux. Même moi, quand je parle aux élèves, je vois quelqu'un qui passe sur la passerelle. »

Jacques Taffin, professeur d'arts plastiques

L'architecte a expliqué au professeur d'arts plastiques que le but était de créer une vitrine artistique, que les passants s'arrêtent pour regarder ce qui se passe à l'intérieur. L'enseignant a fait le test d'ouvrir le store pendant un cours et rapporte qu'effectivement des passants s'arrêtent et regar-

dent. Il n'avait pas pensé à cet usage mais l'estime « pas mal vu », au-delà du fait qu'il peut gêner la concentration des élèves.

La salle de mathématique était en fait initialement prévue avec un verre dépoli pour assurer le facteur lumière du jour et la protection aux regards extérieurs. Pendant le chantier, les architectes ont toutefois préféré installer un vitrage clair pour ne pas priver les usagers de la vue panoramique, considérant que la pose d'une occultation partielle serait toujours possible.

CDI : point central, point de contact entre catégories d'usagers, point d'ouverture vers l'extérieur ?

Le CDI du lycée, fréquenté par les élèves et les professeurs, leur permet de partager un même lieu en dehors des heures d'enseignement. La documentaliste qualifie le CDI de lieu de « sérénité » et le valorise comme un lieu où les élèves peuvent entretenir une relation privilégiée à l'adulte, car non basée sur le rapport d'enseignant à enseigné et l'évaluation du premier par le second. Elle aurait apprécié que le CDI communique directement avec la salle des professeurs qui lui est voisine, afin de pouvoir interagir plus facilement avec ses collègues.

La documentaliste n'est pas tant préoccupée par les salles de travail fermées que par la disposition du CDI dans la longueur, qui implique une disposition des étagères rendant la surveillance plus difficile.



Vues de la salle d'arts plastiques. Les deux baies vitrées donnent respectivement sur le jardin en toiture et sur la passerelle SNCF / Photo URCAUE-IdF



La maîtrise d'usage

1/ LA PRISE EN COMPTE DES USAGES DANS LE PROJET

Étant donné que le lycée Robert Schuman a remplacé le lycée Jean Jaurès situé dans la même commune, la préexistence d'une partie de la communauté éducative a permis un travail avec certains des futurs usagers. En phase de préprogrammation, le programmiste mandaté par la Région a travaillé avec la communauté éducative du lycée Jean Jaurès (proviseur, CPE, surveillants), même si ce travail trouve ses limites dans le fait que le lycée Jean Jaurès était un lycée d'enseignement technique, tandis que la majorité des élèves du lycée Robert Schuman suivent un cursus d'enseignement général. Cette première phase de coordination entre les attentes du rectorat, les besoins des usagers ainsi que les possibilités patrimoniales et budgétaires de la Région a été pilotée par le service programmation de l'Unité lycée.

L'association des usagers au projet par ces divers canaux a déterminé la localisation dans le bâtiment de certains pôles fonctionnels comme les bureaux des CPE, la loge, le foyer par rapport à la salle de permanence et la salle des professeurs. L'architecte HQE a dialogué avec les agents d'entretien, ce qui a permis de choisir un revêtement de sol en PVC plus adapté à leurs attentes en matière d'entretien que le linoléum qui était initialement prévu.

Outre la participation de certains usagers aux différentes instances (présence du proviseur et d'un élève au jury du concours de maîtrise d'œuvre, participation de personnels administratifs à la commission technique, validation du projet par le conseil d'administration du lycée en phase APD), le proviseur du futur lycée Schuman s'est distingué par son implication lors du chantier, notamment sur les aspects techniques. Il juge l'établissement satisfaisant à l'usage, tout en émettant quelques remarques comme le manque de fluidité occasionné par l'accès unique pour les entrées et les sorties. Il pointe les difficultés qui peuvent survenir lors de l'intégration de nouvelles filières

(le dimensionnement des salles de sciences par exemple) et celles liées à l'évolution des pratiques pédagogiques entre le début et la fin du projet, à travers le cas de l'équipement informatique : la contrainte posée par le passage des câbles quand de nombreux postes doivent être installés dans une même salle n'a selon lui pas été suffisamment anticipée.

Deux escaliers et le jardin en toiture sont interdits d'accès aux élèves. Les problèmes de surveillance et de sécurité en constituent la raison principale, même si d'autres enjeux viennent s'y mêler, tels que la crainte de l'usure de l'escalier en bois exprimée par le proviseur. Bien qu'il soit difficile de mesurer la part de l'individuel et du subjectif dans les usages, il n'est pas impossible que si le proviseur et le professeur d'arts plastiques interdisent respectivement aux élèves l'accès aux escaliers ouverts et au jardin en toiture, leurs successeurs, susceptibles de partager leurs préoccupations en termes de sécurité, en fassent de même.

L'architecte considère comme normaux ces usages imprévus mais il ne leur attribue pas forcément les mêmes causes que les usagers : il pense que l'accès au jardin en toiture est principalement interdit aux élèves parce qu'il offre un accès aux logements de fonction. Le proviseur évoque quant à lui d'emblée le garde-corps que l'on peut enjamber et qui constitue donc un facteur de risque. Il est difficile de mesurer le poids des différents arguments dans la décision d'interdiction, mais cet exemple révèle que les acteurs de la conception et les usagers n'ont pas, au terme du projet, une vision entièrement partagée des enjeux d'usage. Le proviseur fait part de sa difficulté à se représenter l'espace avant sa création, ce qui laisse à penser que le problème est peut-être avant tout méthodologique.

« L'escalier a été monté pratiquement à la fin du chantier. Il faut attendre que ce soit fini [le chantier] pour voir un peu comment on circule. »

Manuel Lopes, proviseur

2/ LES USAGERS, ACTEURS DE L'USAGE ?

Information et formation

Des séances d'information sur le lycée et ses caractéristiques ont été dispensées aux élèves par la maîtrise d'œuvre lors de la mise en service du bâtiment. À chaque rentrée, une séance semblable est dispensée aux élèves arrivant en seconde afin de les informer sur les systèmes techniques du lycée et leurs implications en termes d'usage, telles que la nécessité de laisser les fenêtres fermées. À part une réunion de présentation en fin de chantier, il n'y a pas eu d'initiative spécifique en direction des enseignants. Cependant, certains membres de la communauté éducative sensibles aux enjeux environnementaux jouent un rôle moteur et expliquent à leurs collègues les principes de fonctionnement du bâtiment. Ce sont ces mêmes personnes qui réclament une certaine cohérence et une certaine exemplarité dans les comportements des usagers, et pointent du doigt ceux qu'ils jugent non écologiques.

L'AMO HQE a élaboré un « carnet de vie » à destination des usagers, avec l'objectif de « présenter succinctement les différentes installations susceptibles d'interagir au quotidien avec les

utilisateurs » et de « fournir des recommandations et bonnes pratiques à suivre pour maintenir un niveau de confort optimal au sein du lycée ». Ce carnet ne semble pas avoir été transmis aux usagers ; l'administration du lycée en a élaboré un autre pour le distribuer aux élèves.

La part de responsabilité laissée aux usagers dans la régulation des dispositifs techniques ne leur paraît pas toujours facile à assumer. Ouvrir pour ventiler étant souvent un geste intuitif, le fournisseur de l'établissement a préféré, en enlevant les poignées de fenêtres, supprimer cette possibilité. Il aurait de même souhaité que l'éclairage artificiel soit entièrement automatisé, au contraire de l'architecte qui a insisté pour que des interrupteurs soient posés afin de laisser une part de responsabilité à l'utilisateur. La concurrence entre les volontés de responsabiliser les usagers et de réaliser rapidement des économies d'énergie substantielles n'est pas complètement résolue et requiert une réflexion englobant les techniques mises en œuvre et les comportements d'usage requis.



Le CDI bénéficie d'un éclairage zénithal grâce aux puits de lumière installés dans le jardin en toiture / Photo Epicuria architectes

Pédagogie et sensibilisation aux enjeux environnementaux

L'étude des systèmes techniques du bâtiment dans le cadre des cours de sciences s'avère difficile en raison du temps limité pour terminer les programmes scolaires, des temps de déplacement et des contraintes de sécurité qui rendent impossible la visite des panneaux solaires ou du puits canadien par des classes entières. Certains élèves choisissent de travailler, dans le cadre des travaux personnels encadrés (TPE), sur ces installations, auxquelles ils peuvent accéder sur demande le cas échéant. La démarche reste donc basée sur le volontarisme des élèves.

Des conférences sur les enjeux environnementaux ont été dispensées aux élèves mais le proviseur n'a pas renouvelé l'expérience, les jugeant insuffisamment concrètes pour les élèves et trop peu reliées aux installations du lycée. Pour la rentrée 2012, la Région a proposé à l'établissement de participer à la démarche « écolycée » de sensibilisation citoyenne et d'éducation à l'écologie à travers la compréhension et l'attitude quotidienne vis-à-vis des usages de l'énergie dans l'établissement.

Dans un couloir du premier étage, sous la colonne de descente de l'énergie électrique, un compteur



Panneau d'affichage de la production photovoltaïque / Photo URCAUE

affiche la production d'électricité par les panneaux photovoltaïques.

L'appropriation des lieux par l'affichage

Il semble que, malgré l'importance des surfaces vitrées, les enseignants parviennent à afficher dans les salles sans nuire à l'apport de lumière naturelle. Au moment de l'étude, une enseignante souhaitait constituer une exposition avec des élèves et l'accrocher dans le lycée. Étant donné l'impossibilité d'accrocher des panneaux sur les murs en béton, une solution d'accrochage aux plafonds était à l'étude.

3.3 L'ESPACE PERÇU ET VÉCU PAR LES USAGERS

Le rapport au confort, à l'esthétique et à l'état des lieux

L'avantage perçu de la manière la plus immédiate par les usagers concerne le confort. Celui-ci se matérialise avant tout par le traitement acoustique et les apports de lumière naturelle. Le « calme » et la « luminosité » reviennent très fréquemment dans leur discours. Les usagers rencontrés perçoivent positivement, dans leur grande majorité, l'esthétique du lycée et le travail des architectes sur les transparences et les vues vers l'extérieur de l'établissement.

Les usagers, en particulier les élèves, se montrent très sensibles à la nouveauté du bâti. Son aspect « neuf », la récence des équipements électroniques et informatiques amènent les usagers à se sentir personnellement valorisés de leur présence dans l'établissement. La rhétorique du « respect » (« vous avez un bâtiment qui vous respecte, respectez-le ») entretenue par certains des acteurs, tant du côté de la conception que de l'usage, révèle cette personnalisation du rapport de l'utilisateur au bâti. Les ordinateurs, les tableaux interactifs et le système d'enregistrement électronique pour la demi-pension font partie des éléments jugés positifs que les élèves évoquent le plus spontanément. À l'inverse, le fait que le professeur d'arts plastiques ramène des tables de l'ancien lycée a été mal perçu par les élèves ; et à l'évocation de certains équipements qui ne fonctionnent pas à leur étage, les élèves de seconde professionnelle se disent « dévalorisés ».

L'ouverture, une même notion au service d'interprétations différenciées de l'espace

La perception de l'espace créé en termes d'ouverture et/ou de fermeture s'avère moins unanime et plus clivante entre les différents usagers. La notion d'ouverture, appliquée à l'espace scolaire, revêt des significations différentes, que les usagers mettent au service d'interprétations contradictoires.

L'ouverture visuelle est par exemple plusieurs fois mise en opposition avec la « fermeture » spatiale ressentie, due à l'impératif pour le bâtiment de protéger ses usagers des nuisances extérieures. Un usager regrette le lycée Jean Jaurès en bordure du bois de Vincennes, où il pouvait ouvrir la fenêtre pour entendre le chant des oiseaux. Un autre explique que l'on rentre dans le bâtiment par la cour, « dans les angles, sous les ombres ».

Certains élèves interprètent, en mobilisant des arguments parfois contradictoires entre eux, l'espace comme un facteur d'enfermement. Ce faisant, ils communiquent avant tout, en négociant avec l'élève et l'enseignant sur la signification symbolique de l'espace, un malaise plus ou moins prononcé face à l'obligation d'aller à l'école et de s'y trouver sous l'autorité des adultes. Néanmoins, lorsqu'ils comparent le lycée avec leur ancien collège, on comprend qu'ils opposent concrètement – avec toutes les difficultés que parler de l'espace implique – deux configurations spatiales que l'on peut qualifier d'inverses : la première où le bâtiment encadre la cour, la seconde où la cour encadre le bâtiment.

« D'habitude les lycées sont carrés. Après ils mettent une grosse cour avec une grosse sortie, après un préau. »

« Il y avait des grilles là, déjà il y avait des grilles tout autour, on voyait l'extérieur du collège. Là [au lycée] si on se met dans la cour on peut pas voir à l'extérieur. »

Deux élèves de seconde professionnelle

Voir au dehors d'un bâtiment et être à l'extérieur des murs ne sont pas des termes qui s'équivalent aux yeux de tous les usagers ; sans doute faut-il également percevoir en l'afflux massif des élèves sur le parvis aux récréations, la volonté d'échapper – ne serait-ce que symboliquement – à la surveillance des adultes, en sortant d'un bâtiment en triangle où un observateur peut facilement, depuis l'une des salles de cours ou depuis certains bureaux de l'administration, exercer un contrôle visuel sur l'ensemble des façades intérieures.

L'ouverture visuelle est d'ailleurs à double tranchant, car si elle facilite la surveillance elle peut aussi perturber les situations d'enseignement : lors de la visite du lycée réalisée avec deux élèves de première, la présence des enquêteurs et de leurs « guides » n'est pas passée inaperçue.

« Et je sais pas si vous avez remarqué aussi, mais on voit tout le lycée. Donc d'ici moi je vois leurs salles de cours. Donc en fait le lycée il est ouvert. [...] Bon par contre on dérange les élèves, par exemple là-bas qui nous font des coucous. On va partir je pense. »

Un élève de première scientifique

La notion d'« ouverture », employée de différentes manières par les différents usagers, nous informe donc sur leurs attentes face à l'espace. La qualité d'usage est tour à tour définie comme la possibilité d'être protégé de l'environnement extérieur, ou d'être en contact direct avec celui-ci, par une cour donnant sur l'extérieur ou par la possibilité d'ouvrir les fenêtres. Sortir sur le parvis ou rester dans les couloirs pendant les récréations est certainement aussi, pour les élèves, un moyen de se créer, sinon une situation d'isolement, du moins une sensation d'intimité, dont l'articulation avec l'impératif de surveillance reste difficile à traduire en espaces.

Profil développement durable

Le tableau suivant établit un profil du projet selon les trois dimensions du développement durable : environnementale, sociale et économique. Chaque dimension est structurée en objectifs et sous-objectifs. Cette grille est inspirée du programme de recherche européen LENSE et adaptée pour la recherche BATEX.

Pour chaque item, la colonne 'mise en œuvre' indique les outils et les moyens utilisés pour traiter cet objectif et la colonne 'observations' regroupe les remarques d'Ekopolis.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Lutte contre le dérèglement climatique		
Diminuer les émissions de gaz à effet de serre des bâtiments et liées aux déplacements	L'utilisation d'un puits canadien pour le préchauffage de l'air entrant et le confort d'été (rafraîchissement naturel) contribue à la diminution des émissions de CO ₂ . Le lycée est bien desservi par les transports en commun via le RER A ou les bus.	
Diminuer la consommation d'énergie totale des bâtiments et liée aux déplacements	Optimisation de l'enveloppe avec un travail sur l'inertie et la réduction des ponts thermiques. Les contraintes acoustiques et de qualité de l'air liées à la proximité de l'autoroute ont conduit à une solution de ventilation mécanique double flux pour tout le lycée.	Un suivi d'exploitation précis est en cours de réalisation en mai 2012.
Employer des énergies renouvelables	Panneaux solaires thermiques pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire des logements de fonction et la contribution au chauffage par plancher chauffants. Capteurs solaires photovoltaïques en toiture dont la production électrique est vendue au réseau.	
Lutter contre la destruction de la couche d'ozone stratosphérique	Fluides frigorigènes sans impact sur la couche d'ozone.	
Limiter la formation locale d'ozone troposphérique		
Développement de la biodiversité		
Réduire les sources d'eutrophisation		
Intégrer le site dans une logique de continuité écologique (faune et flore)		
Revaloriser les territoires à faible valeur écologique (faune, flore, sols)	Création de toitures végétalisées intensives et extensives.	Pas de recensement des espèces indigènes sur la parcelle d'origine en friche.
Minimiser l'impact sur les sites de valeur écologique		
Valoriser les espèces animales et végétales indigènes		
Diversifier les essences		

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Utilisation raisonnée des ressources et réduction des déchets		
Préserver la ressource énergie non renouvelable en minimisant son utilisation	Optimisation des consommations liées à l'éclairage artificiel grâce à des appareils performants et à des systèmes de commande.	
Assurer la pérennité et minimiser les impacts en cycle de vie des matériaux et équipements, notamment par les choix constructifs	Une évaluation de l'impact environnemental des matériaux a été conduite sur 4 indicateurs (Ressource énergétique, changement climatique, acidification atmosphérique, et émissions de COV et de formaldéhyde). Un carnet d'entretien très clair et détaillé est contenu dans le Dossier des ouvrages exécutés (DOE).	Cette évaluation n'a pas permis de comparer plusieurs solutions mais constitue une première approche d'analyse en cycle de vie, possible depuis peu selon l'approche française grâce aux premières Fiche de déclarations environnementales et sanitaires disponibles.
Favoriser les matériaux locaux, de qualité, gérés durablement	Le bois utilisé notamment pour les escaliers est labellisé FSC.	
Minimiser la production de déchets non dangereux pendant les phases de chantier et de fonctionnement	Signature par toutes les entreprises de la charte de chantier vert avec estimation des quantités produites, organisation du tri des déchets sur le chantier.	
Minimiser la production de déchets à risques pendant les phases de chantier et de fonctionnement	Signature par toutes les entreprises de la Charte de chantier vert avec traçabilité de l'élimination des déchets par bordereaux de suivi.	
Gérer la ressource eau (potable, pluviale, usées)	Optimisation des consommations d'eau potable par des appareils hydro-économes et des comptages sectorisés. Végétalisation partielle de la toiture favorisant la temporisation des rejets d'eau pluviale et l'évaporation (humidification de l'air). Collecte des eaux de toiture et stockage pour l'alimentation des WC du lycée (usage intérieur au bâtiment, dérogation délivrée par la DDASS 93 en janvier 2007 en anticipation de l'arrêt d'août 2009) et pour l'arrosage des espaces extérieurs.	
Réutiliser des constructions existantes		
Anticiper la mutabilité du tissu urbain, des parcelles et des constructions		
Réutiliser des sites déjà urbanisés et limiter l'étalement urbain	Construction sur friche urbaine en milieu urbain dense.	
Décontaminer les terrains pollués	Le diagnostic de reconnaissance de pollution effectué n'a pas conduit à envisager de décontamination.	
Gestion de l'environnement et des risques		
Limites les impacts environnementaux liés à l'organisation et à la gestion		
Prendre en compte les risques climatiques locaux	Une partie du terrain est en zone inondable et l'opération respecte les prescriptions réglementaires en la matière.	
Prendre en compte les risques géophysiques locaux		
Identifier les risques technologiques		

DIMENSION SOCIALE

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Impacts sociaux et spatiaux		
Favoriser la mixité fonctionnelle, sociale, intergénérationnelle, culturelle	Le bâtiment accueille des filières générales et techniques, ce qui permet de rassembler dans un même établissement des élèves aux profils socioéconomiques différents.	
Contribuer à l'insertion sociale par l'emploi		
Limiter les nuisances pour les riverains		
Concevoir le projet en harmonie avec son contexte (bâti existant, espaces publics, milieux naturels)	La programmation et la conception se sont organisées autour de la prise en compte des nuisances occasionnées par les voies de transport longeant la parcelle. La toiture végétalisée constitue une cinquième façade pour le voisinage.	
Diversification des déplacements et mobilité accrue		
Garantir l'accessibilité piétonne et améliorer les liaisons piétonnes	Une passerelle piétonne, propriété de la SNCF, a été ouverte au public afin de relier le lycée au centre-ville en passant au-dessus des voies ferrées.	
Faciliter l'accessibilité en vélo et améliorer l'offre de pistes cyclables	Une piste cyclable et un parking à vélos ont été créés, mais ils ne sont pas utilisés par les usagers.	Le lycée n'offre pas de parking à vélo sécurisé.
Faciliter l'accès en transports en commun (ferroviaires, routiers, covoiturage et autopartage)	Le lycée est desservi par de nombreuses lignes de transports en commun (métro et bus).	
Faciliter l'accès au bâtiment pour les personnes handicapées	Conformément aux exigences réglementaires, le bâtiment est doté d'une rampe d'accès et d'ascenseurs.	
Qualités d'usage		
Prendre en compte les besoins, moyens et pratiques des usagers dans la programmation et la conception	L'emplacement de certains locaux a fait l'objet d'un dialogue avec les usagers. Le proviseur s'est impliqué dans les aspects techniques.	Certaines questions d'usage, notamment la sécurité des élèves dans les escaliers et sur le jardin en terrasse, n'ont pas été résolues lors de la conception.
Prendre en compte les retours des usagers pour faire évoluer le bâtiment et son fonctionnement	La mission de l'AMO inclut un bilan d'exploitation qui permettra d'avoir un retour sur l'utilisation des équipements. L'implication des usagers pourra être renforcée au moyen du projet «écolycées franciliens» de la Région.	
Proposer des dispositifs techniques gérables par les usagers et dispenser des formations à leur utilisation	Le proviseur gère une grande partie des aspects techniques via la GTC installée dans son bureau. Un carnet d'entretien est intégré au D.O.E.	Le proviseur n'est pas parvenu à obtenir des autres usagers qu'ils laissent les fenêtres fermées afin de garantir l'efficacité du puits canadien et a finalement décidé d'en ôter les poignées.
Faciliter la transmission des connaissances techniques entre usagers	Une présentation du lycée, incluant ses systèmes techniques et ses exigences en termes d'usage, a été dispensée aux nouveaux élèves à chaque rentrée. La communauté éducative a conçu un livret qui leur est également distribué.	Le «carnet de vie» conçu par l'AMO HQE n'est pas utilisé par le personnel de l'établissement.
Sensibiliser les usagers aux enjeux du développement durable et encourager les comportements socialement responsables	Certains élèves travaillent sur les dispositifs techniques (puits canadien, panneaux solaires) dans le cadre des travaux personnels encadrés.	

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Confort d'ambiance		
Assurer le confort lumineux et privilégier la lumière naturelle	L'ensemble des locaux est doté de grandes surfaces vitrées, le projet incluait des études de Facteur lumière du jour (FLJ). L'apport de lumière artificielle est géré par un automatisme afin de compléter la lumière naturelle.	Le contrôle automatique de l'intensité de la lumière artificielle amène certains usagers à oublier de l'éteindre quand elle n'est plus nécessaire.
Assurer le confort thermique tout au long de l'année	Le puits canadien contribue à la régulation de la température intérieure pendant les pics de froid et de chaleur.	Les cas d'inconfort signalés relèvent largement du réglage des chaudières, mais il semble également que les apports solaires varient substantiellement selon les espaces, entraînant des différences notables de température.
Assurer le confort acoustique	Mise en place d'une double-peau acoustique.	La double peau vitrée en façades extérieures protège bien le lycée du bruit occasionné par les voies de circulation.
Assurer le confort tactile		
Assurer le confort olfactif		Des mauvaises odeurs, qui pourraient être dues à la présence d'une nappe d'eau souterraine, ont été signalées dans l'aile C.
Hygiène et santé des usagers		
Assurer la qualité de l'air intérieur	La ventilation double flux a été conçue de manière à renouveler l'air intérieur sans que les usagers n'aient besoin d'ouvrir les fenêtres. Peinture alkyde en phase aqueuse avec de faibles dégagements de Composés organiques volatiles(COV). Les revêtements muraux et colles choisis ne dégagent qu'un minimum de COV, de formaldéhydes et ne nécessitent aucun produit d'entretien toxique.	
Prendre en compte la toxicité dans les espaces d'usage (produits d'entretien, risques bactériens et chimiques liés à l'eau)		
Prendre en compte les aspects sanitaires liés aux espaces extérieurs végétalisés (pollens allergènes, pesticides, compostage)	Pas de plantes allergisantes dans les espaces verts.	
Protection des biens et des personnes		
Assurer la protection des biens et des personnes (risques humains : vols, agressions)	Les abords du lycée font l'objet d'une vidéosurveillance. Sécurisation des accès par la conception, la disposition de la loge gardien et le traitement des limites de l'emprise.	Le proviseur aurait souhaité que la loge soit plus proche de l'entrée et que les entrées et sorties s'effectuent par des accès séparés, afin d'en faciliter le contrôle.
Assurer la protection des biens et des personnes (risques du bâtiment : incendies, chute d'éléments de façade)		
Prendre en compte les règles de sécurité des ouvrages (Catastrophes naturelles : risques telluriques, climatiques, incendies)		
Assurer la sécurité sur le chantier		

DIMENSION ÉCONOMIQUE

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Maîtrise budgétaire de l'opération		
Concilier le respect du programme, du budget et des délais	La réalisation respecte le programme et les ambitions environnementales du projet. Les délais de travaux étaient très courts au regard de l'ampleur de l'opération mais le lycée a pu ouvrir pour la rentrée 2009 comme prévu. Les budgets votés en début de projet ont couvert la très grande majorité des frais du projet : l'objectif lors du marché de maîtrise d'œuvre s'élevait à 28 190 000 € TTC, et le bilan de l'opération toutes dépenses incluses s'élève à 29 800 000 € TTC, soit une augmentation faible, à hauteur de 5,7% (source : bilan d'exploitation AMO).	
Adapter la gestion et les moyens aux objectifs du projet	L'opération a été menée selon les exigences de la loi MOP. La Région Île-de-France a fait appel à la SADEV 94 (SEM d'aménagement) pour assurer la maîtrise d'ouvrage déléguée, ainsi qu'à un programmiste qui a travaillé avec les usagers de l'ancien lycée et à un AMO HQE. Le groupement de maîtrise d'œuvre comprenait une architecte qui a travaillé spécifiquement sur les aspects relatifs à la HQE.	La coordination entre les acteurs semble avoir été bonne ; la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre ont souligné la qualité du travail réalisé par l'entreprise générale.
Optimiser les coûts de construction	Une isolation par l'extérieur était prévue par la maîtrise d'œuvre, mais l'entreprise générale a proposé et fait adopter une isolation par l'intérieur, ce qui a permis d'optimiser les délais de construction. Les panneaux de béton-structure ont été préfabriqués.	L'étude thermique relative à l'isolation par l'intérieur fournie par l'entreprise est succincte.
Optimiser l'utilisation du foncier	Le lycée vient terminer un linéaire urbain bâti, contribuant à l'optimisation de l'usage du foncier dans une zone très dense. La conception HQE a entraîné des coûts spécifiques mais a permis l'utilisation d'une parcelle soumise à des fortes nuisances, notamment sonores.	Une opération de promotion immobilière privée est à l'étude sur la parcelle de l'ancien lycée, située dans un cadre privilégié en bordure du bois de Vincennes.
Recourir aux possibilités de cofinancement et de subventionnement	Le projet a été intégralement financé par la Région. Le foncier lui a été cédé par la Ville au franc symbolique.	
Optimisation des investissements sur la durée de vie du bâtiment		
Sélectionner la maîtrise d'œuvre et les entreprises sur des critères favorisant la qualité et la pérennité du projet		
Anticiper et optimiser les coûts de fonctionnement du bâtiment	Le revenu issu de la revente à EDF de l'électricité produite par les panneaux solaires sert à financer l'achat d'équipements pour le lycée. La maîtrise d'œuvre a cherché des compromis entre la qualité environnementale des matériaux et leur facilité de mise en œuvre et d'entretien. Les eaux pluviales issues du ruissellement en toiture sont récupérées pour être utilisées dans la batterie de sanitaires principale.	
Adopter un mode d'exploitation adapté au bâtiment et à ses usages	L'entretien courant est assuré par les agents techniques de l'établissement. Des contrats avec des prestataires extérieurs ont été passés pour la maintenance des systèmes techniques. Un seul contrat couvre l'ensemble des aspects énergétiques (chauffage et ventilation).	Des difficultés de réglage des chaudières en complémentarité avec le puits canadien ont été signalées. Le contrat de maintenance des cinq ascenseurs constitue un poste de dépenses aussi important que celui relatif aux aspects énergétiques.
Prévoir des espaces partagés et multifonctionnels		L'établissement n'est pas utilisé en dehors du temps scolaire.
Prévoir l'adaptabilité de la construction, la flexibilité des espaces, l'évolutivité de l'enveloppe, et la déconstructibilité	Il serait envisageable de reconvertir le lycée en immeuble de bureaux.	Les panneaux de béton porteurs ont une durée de vie élevée mais limitent l'évolutivité de la structure.
Assurer un suivi régulier des coûts de fonctionnement	Le lycée gère lui-même son budget (une dotation de fonctionnement lui est versée par la Région). L'AMO HQE réalise un suivi d'exploitation pour le compte de la Région. Un outil de gestion de données environnementales et des coûts est en cours d'élaboration dans le cadre de la refonte des données de l'Unité Lycée de la Région.	

Objectif	Mise en œuvre	Observations
Évaluation des impacts indirects		
Contribuer au développement économique local	L'implantation du lycée semble profiter aux commerces alimentaires locaux.	
Contribuer à l'attractivité résidentielle du territoire	Le lycée répond à une forte demande locale de classes d'enseignement général et son implantation a été fortement souhaitée par la Ville.	

Annexes

BIBLIOGRAPHIE

ARTICLES

- > *Une réunion publique pour découvrir le nouveau lycée.* In : Charenton magazine, n° 142, juin 2009, pp. 10-13, disponible sur : www.charentonlepont.fr/publications/pdf/142.pdf, consulté le 29/04/2011
- > *Polémique autour du site de l'ancien lycée Jean-Jaurès.* In : LeParisien.fr, 21 décembre 2009, disponible sur : www.leparisien.fr/charenton-le-pont-94220/polemique-autour-du-site-de-l-ancien-lycee-jean-jaures-21-12-2009-751947, consulté le 29/04/2011
- > DESFONTAINES Michel. *Un puits canadien géant pour le lycée Robert-Schuman de Charenton.* In : Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment, 6 novembre 2009, n°5528, p.35
- > HOUZELLE Béatrice. *Protecteur et pédagogique.* In : Construction moderne, décembre 2010, n°135, pp.23-27
- > RANTOS Marie-anick. *Les Moyens de la réussite.* In : Ecologik, décembre 2010/janvier 2011, n°18, pp.110-117
- > NEVES Corinne. *L'avenir de l'ex-lycée Jean-Jaurès se joue au conseil municipal.* In : Le Parisien, 26 mai 2011

OUVRAGES

- > [MIQCP-2006] Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques. *Ouvrages publics & coût global.* Paris-La Défense : 2006.
- > Région Île-de-France. Catalogue de l'exposition « Construis-moi un lycée ». Nov. 2006, 128 p.
- > Région Île-de-France. Écorégion et lycées franciliens - 10 ans de recherche environnementale appliquée. Nov. 2007, 104 p. disponible sur : http://www.iledefrance.fr/fileadmin/contrib_folder/Brochures/LYCEES.pdf

SITES INTERNET

- > Site internet de l'agence Epicuria architectes : www.epicuria-architectes.com
- > Site internet du lycée Schuman : <http://lpocharenton.nerim.net/>
- > Le lycée Robert Schuman sur le blog moncharenton.com : moncharenton.blogencommun.fr/tag/lycee-robert-schuman

LISTE DES ENTRETIENS

- > **Sophie Brindel-Beth**, SLH, architecte HQE, le 07/02/2011
- > Visite du site avec Raymonde Donat, Agnès Lauret Gremillet, Jean-Michel Buron, Sophie Brindel-Beth et Manuel Lopes, le 03/03/2011
- > **Raymonde Donat**, chargée d'opération en étude de faisabilité, et **Agnès Lauret Gremillet**, responsable du service qualité environnementale des lycées, Région Île-de-France, maître d'ouvrage, le 23/05/2011
- > **Jean-Michel Buron et Isabelle Viguié**, Epicuria architectes, le 23/05/2011
- > **Catherine Renié**, SADEV 94, maître d'ouvrage délégué le 09/09/2011
- > **Marc Vinazza**, Urbaine de travaux, entreprise générale, le 12/09/2011
- > **Marie-Claire Meynckens**, responsable service urbanisme de la mairie de Charenton, le 21/02/2012
- > **Manuel Lopes**, proviseur, le 27/05/2011
- > **Murielle Ernu**, secrétaire du proviseur, le 27/05/2011
- > **Jacques Taffin**, professeur d'arts plastiques, le 27/05/2011
- > **Sanaë Second**, professeur de sciences de la vie et de la terre, le 27/05/2011
- > **Joëlle Kurtz**, professeur documentaliste, le 27/05/2011
- > **Deux élèves de première scientifique**, le 27/05/2011
- > **Dix élèves d'une classe de seconde professionnelle**, le 27/05/2011

LISTE DES DOCUMENTS

Les documents réunis par Ekopolis au cours de l'analyse sont archivés. Dans le but de diffuser les expériences de projets, ces documents sont centralisés et téléchargeables sur le site www.ekopolis.fr, en accès libre pour certains, restreint pour d'autres, selon la confidentialité voulue par leurs auteurs.

> Région Île-de-France. Rapport pour la commission permanente n°CP 01-670 du 8 novembre 2001	En accès libre
> Région Île-de-France. Rapport pour la commission permanente n°CP 03-812 du 27 novembre 2003	En accès libre
> Région Île-de-France. Rapport pour la commission permanente n°CP 09-323 du 9 avril 2009	En accès libre
> Région Île-de-France. Programme fonctionnel	En attente
> Région Île-de-France. Synthèse des consommations de fluides . Juin 2012	En accès libre
> SADEV 94. Bilan financier . mars 2011, 1 p.	En accès restreint
> OASIIS. Programme HQE . juin 2005, 82 p.	En accès restreint
> OASIIS. Mémento des justifications environnementales . juin 2005, 25 p.	En accès restreint
> OASIIS. Carnet de vie (simple / détaillé) . décembre 2009, 12 / 30 p.	En accès restreint
> Epicuria. Présentation du projet . mars 2011, 7 p.	En accès libre
> Epicuria. Pièces graphiques . 22 p.	En accès libre
> Epicuria. Notice du concours . octobre 2005, 88 p.	En accès libre
> Epicuria. Synthèse du profil HQE du projet et surcouts . 8 p.	En accès libre
> Epicuria. Présentation du puits canadien . 10 p.	En accès libre
> Epicuria. Tableau des surfaces . Avril 2012	En accès restreint
> CET Ingenierie. Additif DCE Chauffage/ventilation . novembre 2007, 8 p.	En accès restreint
> Sophie Brindel Beth (SLH). DCE - Notice HQE . 89 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). DCE - Notice Acoustique . octobre 2007, 30 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). DCE - charte de chantier . octobre 2007, 46 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). Bilan environnemental du chantier . mars 2010, 9 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). Évaluation des impacts environnementaux . mars 2010, 11 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). Carnet d'entretien . 2009, 47 p.	En accès libre
> Sophie Brindel Beth (SLH). Carnet sanitaire de l'installation de récupération des eaux pluviales . mars 2010, 8 p.	En accès libre
> Urbaine de travaux (ATPS). Calculs RT2000 . janvier 2009, 166 p.	En accès restreint
> Urbaine de travaux. Simulation thermique dynamique . juin 2008, 31 p.	En accès restreint
> Urbaine de travaux (Wirecom). DOE installations de chauffage ventilation et GTB . mai 2009, 29 p.	En accès restreint
> LASA. Mesures acoustiques . septembre 2009, 32 p.	En accès restreint
> Lycée Robert Schuman. Livret d'accueil élève . septembre 2009, 10p.	En accès restreint

Fiche technique

LYCÉE ROBERT SCHUMAN

Programme : construction d'un lycée d'enseignement général et technologique tertiaire et de 5 logements de fonction

Nombre d'élèves potentiel : 710 (2009/2010 : 564, 2011/2012 : 635)

Personnel : 50 professeurs, 36 agents et encadrants

Type d'intervention : construction neuve

Modalité de choix de la MOE : concours

LOCALISATION

Adresse : 2 rue de l'Embarcadère 94220 Charenton le Pont

Contexte : résidentiel collectif dense + infrastructures de transport

Nombre d'habitants dans la commune : 28 571 (en 2008)

CALENDRIER

Vote du premier projet d'établissement : nov. 2001

Vote du projet d'établissement définitif : nov. 2003

Concours : rendu en octobre 2005

Études : juillet 2006 à septembre 2007

Permis de construire : août 2006

Chantier : avril 2008 à août 2009

Livraison : septembre 2009

SURFACES

Parcelle : 7 484,8 m²

SHON : 8 232 m² (lycée : 7 514 m² / logements : 718 m²)

SU : 4 752 m² (lycée)

SH : 552 m² (logements)

COÛTS CONSTATÉS

Coût du terrain : 5 335 365 €

Honoraires : 2 530 100 € TTC valeur sept. 2010

Coûts travaux : 25 762 108 € TTC valeur sept. 2010

INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage : Région Île-de-France - Unité Lycées

Maître d'ouvrage délégué : SADEV

Assistant à maître d'ouvrage HQE : Oasiis

Architecte mandataire : Epicuria architectes

Architecte associé : Atelier d'architecture Malisan

Bureaux d'études techniques : CET Ingénierie

Architecte HQE : Sophie Brindel-Beth (SLH)

Entreprise générale : Urbaine de travaux

MATÉRIAUX

Structure : béton

Murs extérieurs : panneaux de béton blanc

Isolation murs extérieurs : laine minérale ; double peau

Isolation acoustique : double peau

Toiture : zinc et toiture végétalisée

Isolation toiture : polyuréthane 12 cm

Revêtements de sol : caoutchouc coulé dans le hall, les circulations et la restauration ; PVC dans les salles de classes

Peintures : peinture alkyde en phase aqueuse avec de faibles dégagements de COV

ÉQUIPEMENTS TECHNIQUES

Chauffage : 2 chaudières gaz à condensation en cascade (De Dietrich C310-430 Eco VD GS6), puits canadien

Ventilation : double flux (Aldès ADF2/V2 S2 et ADF1/V1 S2, Comfort Systems KOMFOVENT Verso 50 Type PPU)

Émetteurs de chaleur : planchers chauffants et radiateurs

Solaire thermique : Dietrisol PRO 2,5 (16 m²)

Photovoltaïque : 130 modules TENESOL TE 2000-200 (213 m², 112 modules de 127 Wc)

Récupération d'eau : collecte des eaux de toiture et stockage pour l'alimentation des WC du lycée et pour l'arrosage et l'entretien des espaces extérieurs.



UNION
RÉGIONALE
DES CAUE
D'ÎLE-DE-FRANCE

 ekopolis

Rédaction :

Gautier Jacquemain et Clément Rigot (URCAUE) avec la participation de l'Agence de l'énergie du Val-de-Marne (CAUE 94)

Graphisme :

CHEERI

Contact :

clement.rigot@urcaue-idf.fr

Retrouvez cette fiche sur :

www.urcaue-idf.fr et www.ekopolis.fr

Cette œuvre est diffusée selon les termes de la licence Creative Commons (contrat paternité - pas d'utilisation commerciale - pas de modification)

