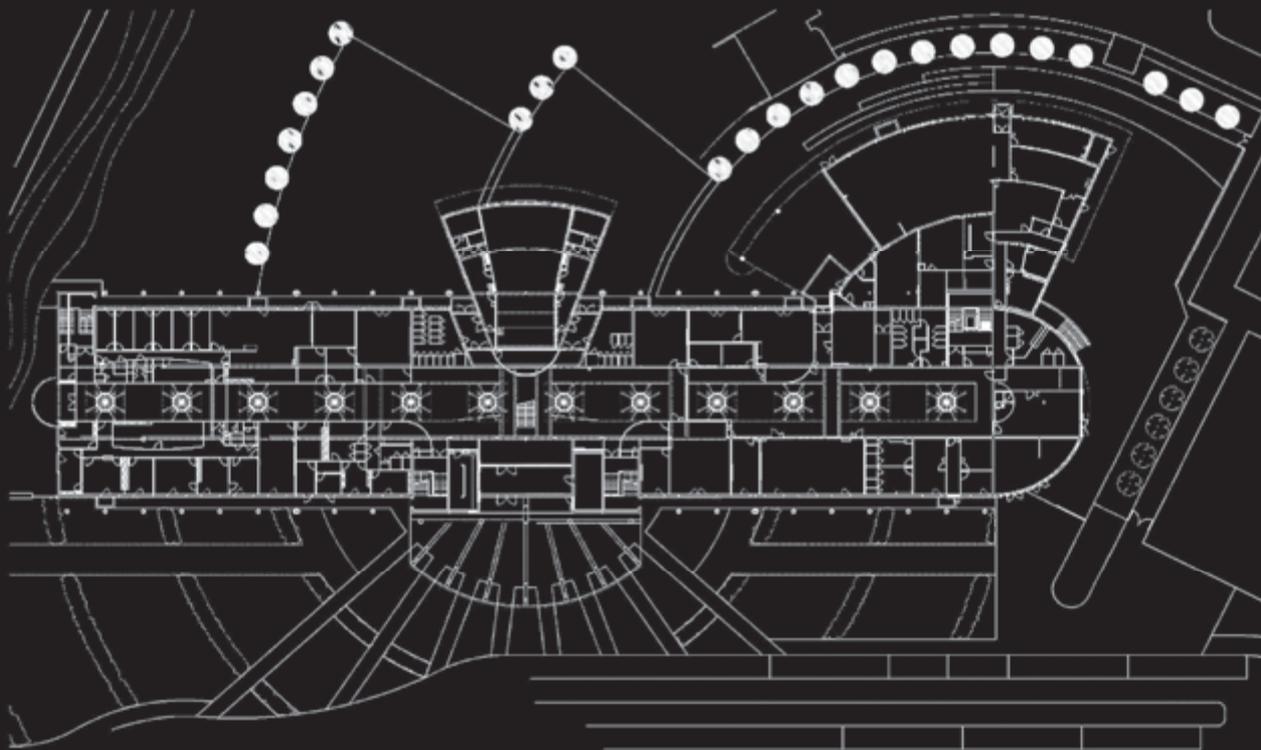
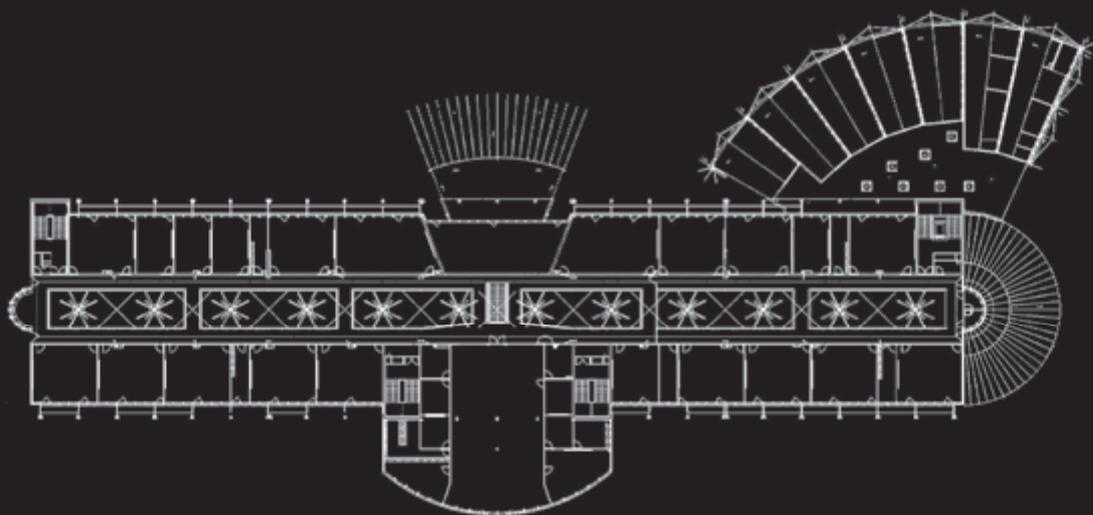


*Architecture
Environnementale* 6
en Rhône-Alpes

*Lycée du Moyen Grésivaudan
Villard Bonnot Isère*



Plan du Rez de Chaussée



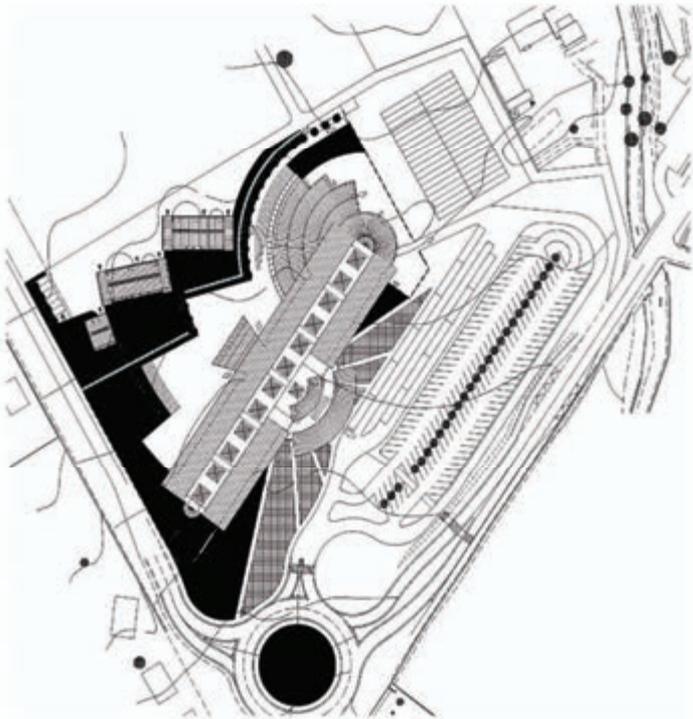
Plan du Niveau 1



Plan du Niveau 2

PARTI ARCHITECTURAL, URBANISTIQUE ET PAYSAGER, INSERTION DANS LE SITE

Le site d'implantation est situé dans la ZAC du quartier Berlioz à Villard Bonnot à 20km de Grenoble , en direction de Chambéry. Le terrain d'implantation est de 13 000 m2 de superficie. Le stationnement des cars scolaires et des véhicules des usagers et visiteurs du lycée a été aménagé par le Syndicat Intercommunal.



IMPLANTATION DANS LE SITE

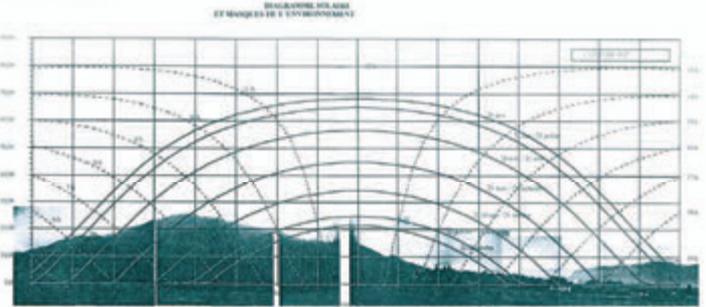
Le parti architectural se traduit par: l'implantation du bâtiment principal en façade Sud-Est du terrain, créant un front de bâtiment sur la RD 523 assurant la continuité de l'urbanisation et dégageant ainsi une grande cour de récréation ensoleillée sur l'arrière et orientée au Sud Ouest; la création des logements de fonction à l'Ouest du tènement en relation avec le lotissement créé; la création de la demi-pension à l'angle Nord Ouest; l'accès principal en façade Sud Est, accessible depuis un vaste parvis minéral en relation directe avec le parking aménagé, y compris pour l'accès des vélos.

CONTRAINTES DU SITE ET PARTI ARCHITECTURAL:

Les contraintes climatiques et acoustiques

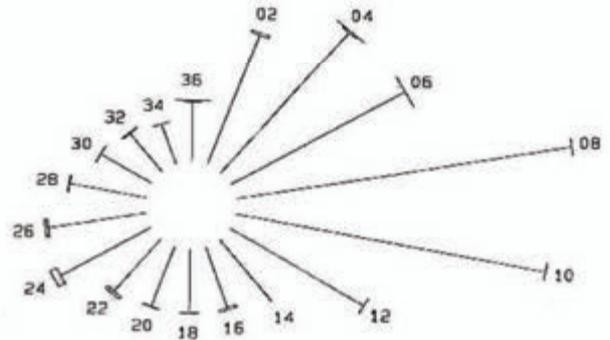
L'orientation principale du bâtiment: afin d'améliorer le confort des usagers et de réduire la facture énergétique nécessaire à l'obtention de ce confort, il est nécessaire de tenir compte des données climatiques du site; les données prépondérantes sont relatives à l'ensoleillement et à la direction dominante des vents.

Le soleil:



Le masque solaire montre que les montagnes à l'Est (contreforts de la Chaîne de Belledonne) masquent le soleil tôt le matin en hiver, à la période où celui-ci est peu énergétique. On peut considérer que les montagnes n'auront pas d'influence sur les apports solaires. Il est donc intéressant de valoriser cette énergie renouvelable incidente notamment pour le chauffage des logements de fonction (gain direct par les vitrages et ECS solaire). Par contre, pour le bâtiment d'externat, il est impératif de limiter les apports solaires dans les salles de classes, pour éviter les surchauffes. L'orientation de l'axe principal Sud Ouest / Nord Est est la plus appropriée. En effet, la façade Sud Est reçoit le soleil du matin, lorsque l'air extérieur n'est pas trop chaud et que la charge thermique du bâtiment a été réduite tout au long de la nuit par un rafraîchissement nocturne. La façade Nord Ouest, n'est exposée au soleil que tard en été. Du fait des masques dus à la chaîne de la Chartreuse, ces rayons incidents n'arrivent pas. On évite ainsi tout apport solaire dans les classes en fin de journée, lorsque l'air extérieur est beaucoup plus chaud.

Les protections contre les vents:



La rose des vents montre une direction privilégiée de vents de faible intensité, selon la direction Nord Est à Est. Aussi, il est important de protéger la cour de récréation de ces vents, ainsi que le préau. L'espace récréatif utilisé après le repas de midi par les demi-pensionnaires permet de profiter de la vue sur le Massif de Chartreuse et " la dent de Crolles ", tout en étant lui aussi protégé de ces vents.

Les contraintes acoustiques

La route départementale RD 523 génère un trafic important qui est une source de nuisances sonores. Le parking arboré entre le lycée et la voirie, crée un espace de 75m de large, qui permet une atténuation de cette nuisance. Néanmoins, des dispositions constructives sont prises pour éviter les entrées d'air dans les menuiseries: insufflation d'air neuf au lieu d'extraction..

Un bâtiment compact :

La compacité du projet permet de réduire les quantités de matériaux mis en oeuvre. L'utilisation parcimonieuse de ces matériaux de construction, permet de réduire les coûts induits en "énergie grise" et en corollaire, les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

La compacité permet aussi de limiter les déperditions thermiques, donc réduit le coût de consommation de chauffage. En été, cette compacité joue dans le sens d'une amélioration du maintien de la fraîcheur emmagasinée durant la nuit.

La compacité permet aussi de limiter les zones de toitures, donc de réduire les surfaces de sols imperméabilisées. Par contre, cette compacité accentue la difficulté d'éclairer l'ensemble des locaux. Aussi, le parti architectural est de réaliser un bâtiment R+2, organisé autour d'une rue centrale formant un atrium sur le R+1 qui permet d'apporter de la lumière à l'ensemble des locaux (R. R+1. R+2).

La différenciation des flux:

- * les élèves arrivent par le large parvis d'accueil, traité en béton désactivé de couleur claire.
- * les véhicules de livraison, à l'extrémité de la gare routière, longent le gymnase.
- * l'accès propre aux logements de fonction se fait par la voirie de desserte du gymnase
- * l'accès des élèves aux installations sportives intervient directement depuis l'enceinte du lycée pour la sécurité
- * l'accès des vélos se fait par le parvis d'accueil (pas de pistes cyclables spécifiques), avec l'arrivée directement dans le sas d'entrée du bâtiment.
- * l'accès à l'infirmerie est direct depuis le parvis d'accueil
- * et l'accès à la salle polyvalente est possible, soit en traversant le hall d'accueil, soit en utilisant le cheminement piétonnier (période ultra scolaire).

Un jeu subtil entre "RIGUEUR" et "POESIE":

Les salles de classes sont des espaces qui peuvent évoluer dans le temps, donc le système constructif est répétitif, générant un gabarit rigide. Par contre les points singuliers (CDI, salle dessin) et les "limites du projet" sont traités de manières plus sensibles, afin de créer des espaces plus riches et des signaux en façades. (Signal du CDI).

Un écho du paysage extérieur: "les arbres".

Le flux de circulation des élèves et des enseignants est guidé dans un atrium qui symbolise les sous-bois des forêts de la région. Des structures arborescentes en bois équarri ou lamellé-collé structurent cet espace. Un éclairage zénithal donne une ambiance feutrée, jouant avec les ombres et la lumière au milieu de "ces branches". Un banc circulaire au pied de chacune de ces structures joue le rôle de socle et permet un lieu riche en échanges et convivialité.

Afin de limiter les frais de maintenance, les verrières sur les structures arborescentes sont protégées du rayonnement solaire par des pare-soleil fixes (métal blanc laqué), en position légèrement inclinée.

Les réflecteurs devant les salles de classe (coursive de nettoyage)

Afin d'améliorer la lumière à l'intérieur des locaux d'enseignement (coloration-réflexion), il est posé à hauteur d'allège un élément horizontal de caillebotis laqué blanc jouant le rôle de réflecteur. Sa conception permet la circulation d'une personne, afin de pouvoir entretenir les vitrages sur la face extérieure.



ORGANISATION INTERNE DU PROJET

Accueil:

L'entrée se fait sous un large auvent, signal de l'établissement. Le hall d'accueil est le centre de gravité de l'atrium qui dessert les deux premiers niveaux de l'établissement. C'est un espace ouvert sur deux niveaux, dont la toiture est soutenue par une structure arborescente en bois. Le bureau d'accueil est situé latéralement à l'entrée principale, en position centrale, assurant l'accueil des visiteurs et permettant une surveillance sur la totalité du RDC de l'atrium et sur les abris à vélos. L'atrium est un lieu de rencontre, chaque "arbre" reçoit à son pied, un banc en bois permettant à chacun de s'asseoir. Une lumière filtrée par des claustras, se diffuse dans l'ensemble de ce volume. Côté Nord, les locaux de la vie scolaire sont largement ouverts sur cet espace. Côté Sud, ceux-ci sont plus "hermétiques", afin de permettre la confidentialité des locaux administratifs et des professeurs. Ce hall se prolonge côté cour par un préau, en relation avec le secteur restauration rapide et la demi-pension.



La salle à usage polyvalent:

Celle-ci est considérée comme une entité indépendante, sous la forme d'un volume libre permettant une conception adaptée à la musique. Sa structure indépendante du reste de l'établissement permet une très bonne isolation phonique, en évitant la transmission des vibrations aux locaux mitoyens. Les murs sont habillés par des parements terre cuite. Le faux plafond est en bois perforé pour corriger l'acoustique.

L'administration

Facilement identifiable dès l'entrée dans l'établissement, elle est implantée au RDC de l'atrium, en retrait des flux de circulation et en vis à vis avec le secteur "enseignants". Son orientation, côté voirie, permet une surveillance des allées et venues sur le parvis d'accueil et permet une certaine confidentialité par rapport à la cour de récréation. Les bureaux des CPE sont intégrés dans cet espace, traités avec la même transparence.

Le secteur enseignants

Facilement accessible depuis l'atrium, et ouvert sur celui-ci par des parois vitrées, il est en dehors des flux de circulation des élèves, ce secteur étant "ecul de sac" vis à vis de la vie dans l'établissement. Son orientation, côté cour "calme", permet une surveillance et un contact avec les élèves. Cette partie de l'atrium réservée à priori aux adultes donne accès à un patio extérieur, permettant au personnel enseignant et administratif de se détendre à l'abri d'un mur courbe végétalisé.

La Vie scolaire

Facilement accessible depuis le hall d'accueil, l'atrium dessert ce secteur réparti en une zone calme sur rue et une zone plus bruyante, donnant sur la cour de récréation. Des façades en menuiseries bois vitrées permettent communication et surveillance de ce secteur. Les locaux des surveillants et des CPE sont intégrés dans cet espace, traités avec la même transparence.

La Restauration

Le site est remarquable par la vue sur " la dent de Crolles ", sur le versant Ouest de la vallée. Les élèves et le personnel perçoivent cette vue lors des repas. Le volume profite de la lumière naturelle, sa toiture "écaillée" permet une prise de jour tous les six mètres.



Des gradins, le long du cheminement, permettent aux élèves de s'asseoir, face à la vue, à la belle saison. En cas de mauvais temps, l'auvent mène jusque sous le préau, qui se développe devant la restauration rapide et le foyer des élèves.

La réception des marchandises se fait depuis la cour de service située au Nord du projet, protégée des intempéries et masquée de la vue par le complexe sportif.

Le Médico-Social.

A proximité de l'administration et d'un bureau du CPE, l'infirmerie dispose d'un accès extérieur sur le parvis d'accueil facilement accessible aux véhicules ambulanciers (hors enceinte de la clôture).

La Maintenance

En prise directe sur la cour de service, ce secteur occupe la tête de l'établissement, en liaison avec le secteur restauration et la cour de service.

Le CDI



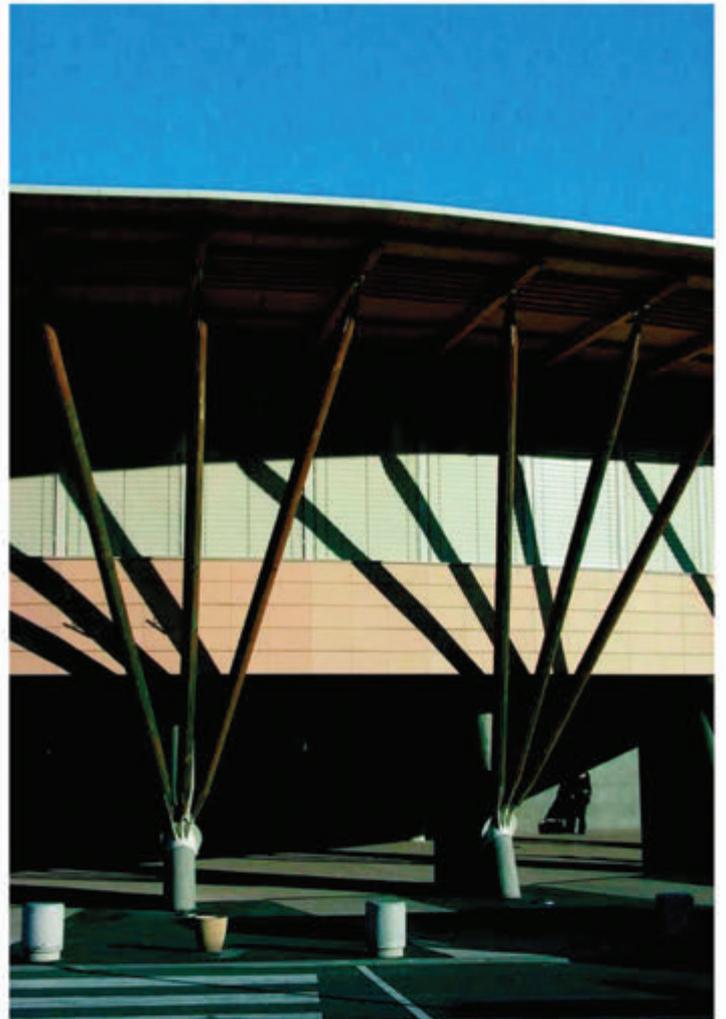
Vitrine de l'établissement, son implantation au premier niveau sur le hall d'entrée est le "signal" donnant sur le parvis d'accueil. Sa perception depuis le rond-point est renforcée par le large débord de toiture, soutenu par des "béquilles" en bois rond fuselé.

L'orientation au Nord Est évite tout problème de surchauffe de cet espace largement ouvert sur l'extérieur. Son accès depuis le hall d'accueil est favorisé par la localisation d'un escalier "monumental". Sa position au centre de gravité de l'enseignement général en fait un espace privilégié des élèves.

La bibliothèque, nécessitant un espace profond récupère sa lumière en façade, sur l'atrium et par un skydome en toiture.

L'enseignement général

Situées au 1er niveau de l'atrium, les salles banales encadrent les locaux informatiques et de devoir surveillés. Elles sont desservies par une coursive agrémentée par les structures spatiales des "arbres". Les cloisons sur l'atrium sont pleines, pour des raisons de sécurité incendie et d'isolement acoustique.



L'enseignement artistique

Situé au 2ème étage en position centrale, c'est un espace largement vitré en façade et par un skydome en toiture. A l'image du CDI, c'est un point focal de l'établissement. Ce volume est saillant par rapport à la volumétrie générale du bâtiment, afin de faire pénétrer un maximum de lumière dans l'espace.



L'enseignement scientifique et tertiaire

L'ensemble du secteur scientifique et tertiaire se situe sur un même niveau, au 2ème étage, afin de limiter les risques d'effraction. La hauteur sous plafond plus importante est un avantage: volume jusque sous le rampant de la toiture.



Les logements de fonction

Situés en relation avec le lotissement, ils sont regroupés pour donner une échelle intermédiaire entre le bâtiment du lycée et les maisons individuelles construites dans le secteur limitrophe.

Un même toit permet d'accueillir un T6 et deux T5 sur deux niveaux habitables. Le dernier T6 est conçu comme une ponctuation de cet ensemble organisé. Chaque logement est traversant, l'accès se faisant au nord côté Cuisine (surveillance). Les séjours se développent au Sud, afin de profiter au mieux de l'ensoleillement.

L'enseignement Tertiaire

Au même niveau que le secteur scientifique, il occupe l'aile Nord Est.direct. Chaque logement dispose d'un jardin, qui est protégé de la vue du lycée par une végétation de taillis (permettant la biodiversité des espèces), un chemin d'accès direct à la cour du lycée et la clôture grillagée du lycée. La toiture à deux pans permet de positionner des absorbeurs solaires du côté sud.





LES CIBLES DE MAITRISE DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

Cible 1 : Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement.

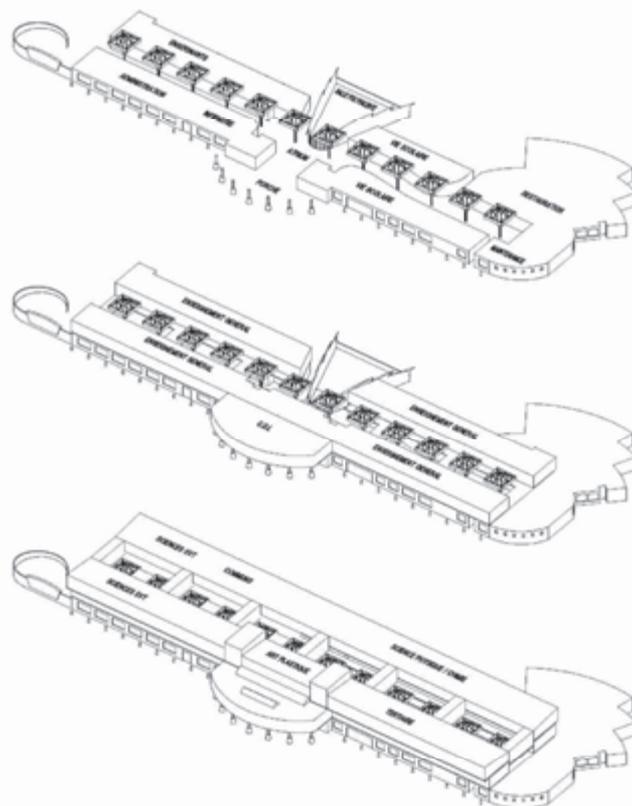


Des accès séparés en fonction des flux des utilisateurs, sans croisement des circulations

L'orientation et ensoleillement

L'orientation Nord Sud semble a priori plus favorable pour un bâtiment d'enseignement que cette orientation " à 45° ". En effet, il n'y a pas d'apport solaire au Nord et le traitement de l'ensoleillement d'été par des effets de " casquette " au Sud est facile. Mais il était ici impossible d'implanter le bâtiment selon cette direction privilégiée dans le terrain d'assiette qui est très petit pour le programme. Nous avons donc été contraints d'orienter les façades principales au Sud-est et Nord-ouest, afin de poursuivre le caractère continu du tissu " urbain " avoisinant. Cette orientation à priori défavorable est contrebalancée partiellement par l'effet de masque de la montagne à l'Est qui évite les apports solaires du matin qui peuvent charger thermiquement le bâtiment. Par contre la façade Nord Ouest ne reçoit pratiquement jamais d'apport solaire. Cette orientation générale du bâtiment est donc un compromis dans ce cas particulier.

Un bâtiment compact pour limiter la surface de terrain imperméabilisée. Un bâtiment R+2 ne recouvre que les 2/3 d'un bâtiment R+1.



Un bâtiment de plain pieds en rez de chaussée, avec un ascenseur unique qui dessert l'ensemble du niveau 1 et niveau 2 ; (Economie d'espace, d'investissement et de contrat d'entretien).

Des cadrages du paysage depuis les locaux comme la Restauration, la salle Polyvalente et le CDI.

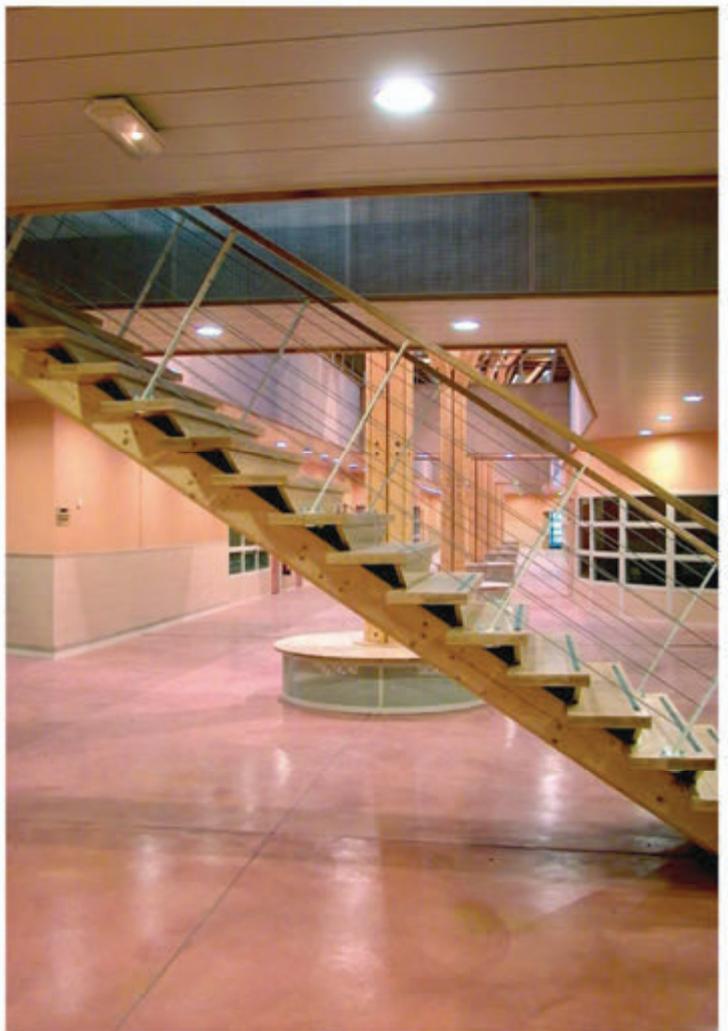
Création d'un atrium limitant les sorties aux intempéries des élèves et des enseignant

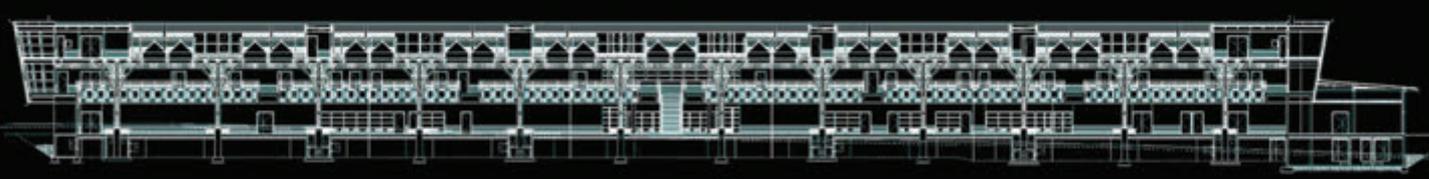
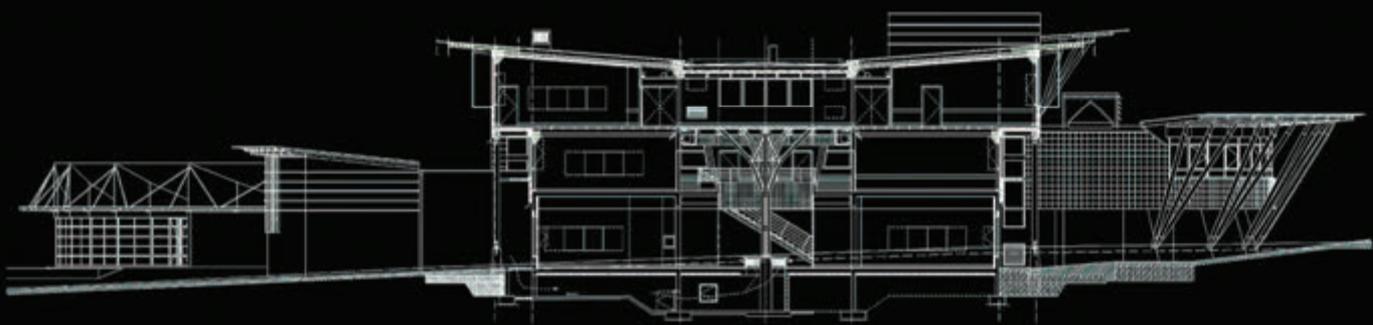
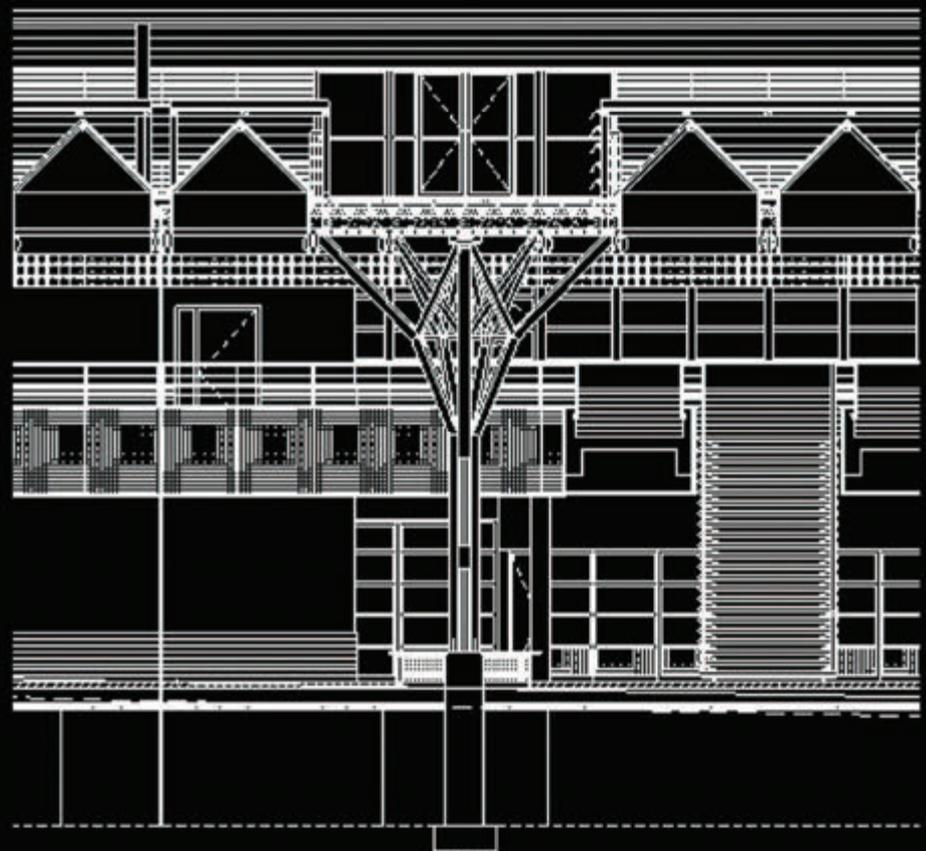
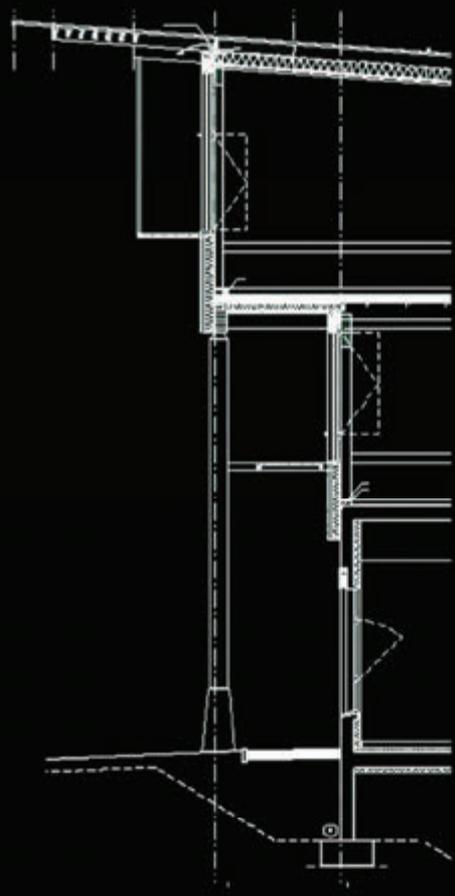
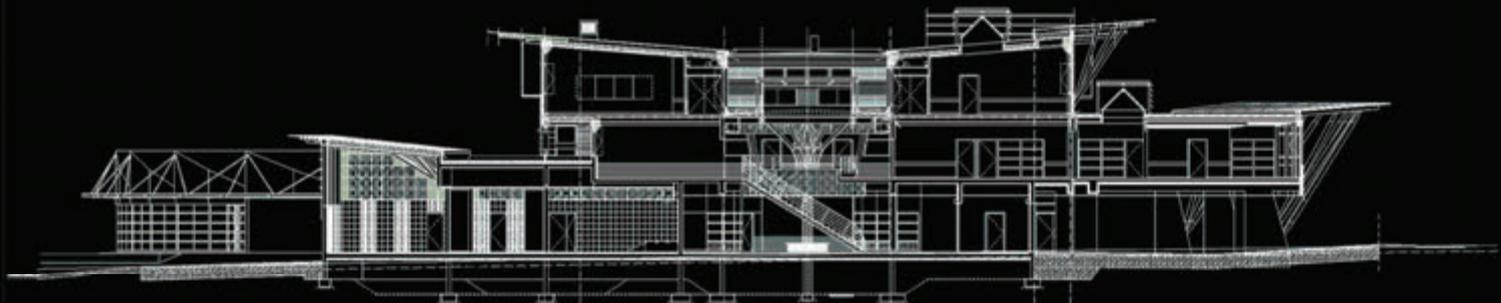
Cible 2 : Choix des procédés et produits de construction.

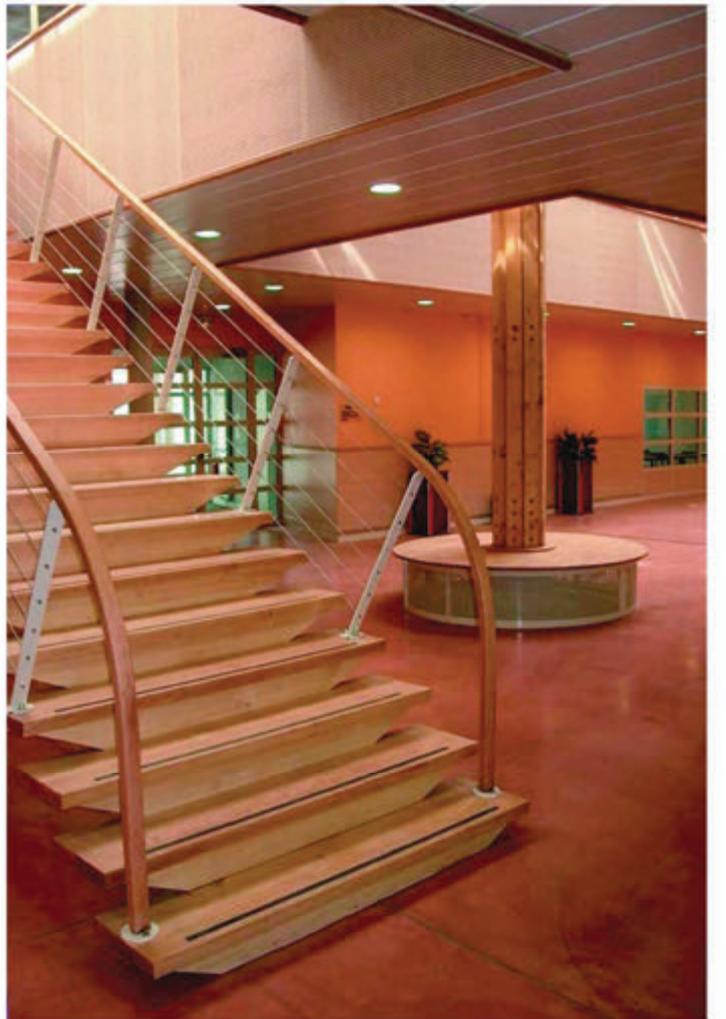
Rez de chaussée en minéral, en béton armé pour éviter les dégradations de façade et s'isoler des remontées d'humidité du sol.
Niveau 1 et 2 : En structure bois poteaux poutres sous formes de cadres (suppression des murs de contreventement remplacés par des goussets contreplaqués en hêtre pour réaliser l'encastrement) tramés sur 1.20 m. Cette trame permet une évolutivité facile du bâtiment dans le temps.

Structure préfabriquée en atelier. Murs de remplissage en structure bois préfabriqués avec plaque de Fermacel, isolation laine minérale, contreplaqué de contreventement et parepluie.

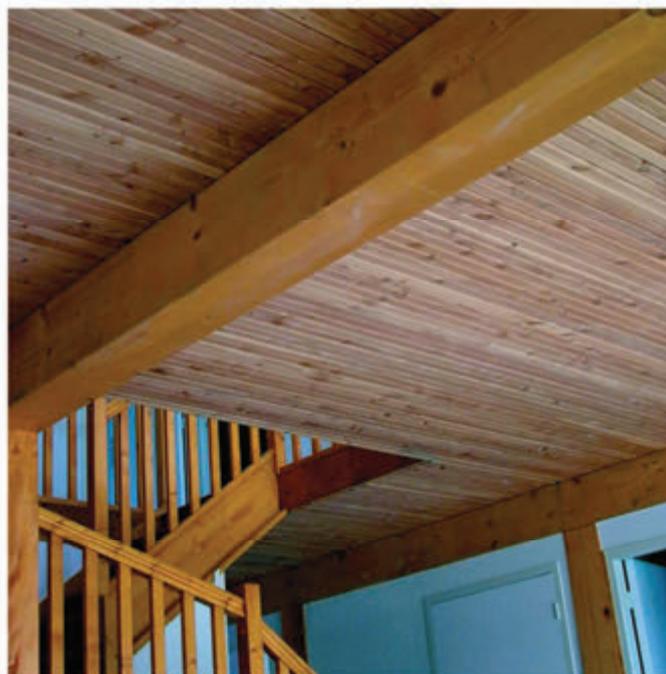
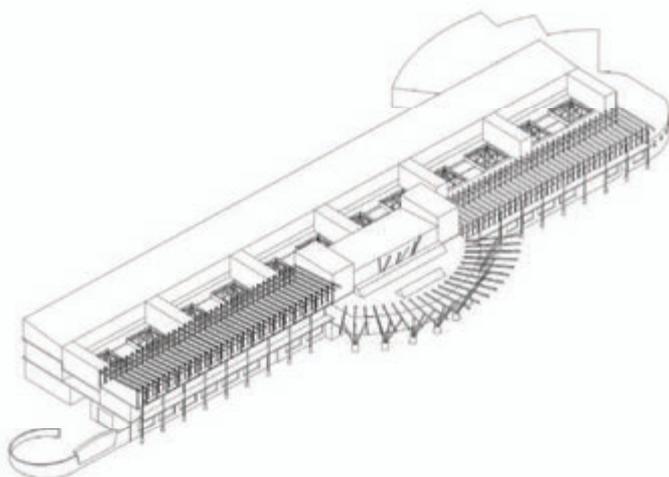
Charpente primaire en Bois Lamellé Collé tramé sur 1.20m évitant tout système secondaire, isolation fibres minérales entre le contreplaqué de contreventement et le pare pluie. Platelage support de couverture formant une lame d'air ventilée.







Poteaux en Bois BEQ contrecollés pour valoriser les bois locaux.



Plancher collaborant bois béton SYLVABAT pour l'externat



Plancher collaborant bois béton LIGNADAL pour les logements de fonction

Comparatif entre un plancher collaborant bois-béton et une dalle béton conventionnelle pour une portée de 6m :

Caractéristique	Plancher LIGNADAL	Plancher béton	Bilan
Epaisseur	14+3+6 soit 23 cm	21 cm	
Coût en 2003	82€	66€	+19%
Energie grise	73 kwh/m2*	169 kwh/m2*	-65%
Emissions de CO2 kg /m2	-76 kg /m2	87 kg /m2	Puits de CO2
Poids	250 daN/ m2	525 daN/m2	-52%

Cette comparaison peut être faite pour toutes les portées entre 3 et 8m sur le site www.lignalithe.com

* Le plancher LIGNADAL répond à la norme NFXP P01.010.1 dont le détail est à disposition chez LIGNALITHE sarl sur simple demande.

Toiture de zinc sur lame d'air de 20 cm pour permettre une surventilation jouant le rôle de sur-toiture. Membrane polyoléfine recyclable sur l'espace restauration;

Toiture en dalle massive de bois pour réalisation de la toiture terrasse de l'atrium. Le bilan environnemental est similaire au plancher LIGNADAL;

Parements extérieurs et intérieurs :

Pour les façades protégées par un auvent : Résineux de pays de 23mm d'épaisseur ; essence : mélèze de pays, naturellement durable (sans traitement).

Pour les façades exposées : terre cuite ou zinc.

Habillage intérieur des allèges et des parties basses des coursives en bois plaqué d'essences nobles (pas de stratifié). Les panneaux d'aggloméré sont demandés à faible teneur en formaldéhydes.

Sol mince linoléum (mise en œuvre sur tout le Niveau 1) au lieu de PVC dès que les conditions d'entretien le permettent (revêtement de sol non autorisé en salles scientifiques) et dès que l'isolation acoustique est suffisante (D L de 6dB au lieu de D L 16dB souhaité pour éviter une chape flottante).

Habillage des murs des circulations des étages sur 1.20m pour protection contre les rayures des cartables par des habillages en bois ne nécessitant pas d'entretien ou béton net de décoffrage au niveau 1.

Bois des huisseries intérieures prescrit dans le CCTP en bois dur d'origine des pays tempérés : acacia ou chêne. L'entreprise ne pouvant fournir de PV Coupe Feu avec ces essences de bois, il est toléré d'utiliser des essences de bois exotique (Palapi d'Indonésie ou Bossé du Congo) avec un Certificat de gestion durable " FSC ".

Respect de la loi sur l'air article 21 imposant un minimum de bois dans les constructions. Ratio de 109dm3/m2 SHON pour cette construction alors que la moyenne nationale de 32dm3/m2 pour ces types d'établissements.





Réf	Élément d'ouvrage	Unité	Nb d'unité	Ratio en dm ³ /unité	Volume total
1a	Plancher bois porteur	M2	2186	52.6	115010
1b	Panneau contreventant	M2	5573	22.0	122606
2a	Pan d'ossature bois porteur	M2	2350.2	20.0	47004
3	Ossature poteaux-poutres	M3	70.6	1000.0	70600
4a	Charpente traditionnelle et lamellé-collé	M3	334.91	1000.0	334910
4b	Toiture massive bois	M2	827	110.0	90970
7	Couverture à support continu	M2	2906	27.0	78454
8	Sous-face de débord	M2	1141	27.0	30813
9	Bardage en bois ou dérivé	M2	721	23.0	16583
14	Ossature bois non porteuse	M2	120.73	20.0	2415
15	Habillages bois intérieur	M2	351	18.0	6318
16	Huisserie en bois	U	200	23.1	4618
17a	Portes intérieures en bois	Vantaux	362	66.6	24119
17b	Ensembles menuisés en bois	M2	217	5.0	1080
18	Escalier en bois	ML	20	306.8	6177
20	Piñthes en bois	ML	1850	1.5	2774
21	Garde-corps en bois	M2	785	22.0	17270

Volume total de bois dans l'ouvrage (en dm³)
 SHON de l'ouvrage hors logements de fonction
 Volume de bois en dm³/m² de SHON

971720
8914
109.0

Bilan global Energie grise et Emissions de CO2.

Une comparaison est faite entre deux systèmes constructifs : la construction telle que réalisée (avec un sous sol et niv 0 en béton, niv1 et niv 2 en structure bois), et le même bâtiment réalisé complètement en béton.

	Construction en bois niv1+2 en béton Niv-1 et 0	Construction en béton Pour Niv -1, 0, +1, +2	Bilan
M3 de bois au niv 1+2	615		
M3 de béton au niv 1+2		1 737	
M3 de béton NIV -1 et 0	3 812	3 812	
Cube total béton en m3	3 812	5 549	146%
Energie grise bois kwh/m3*	18 450		
Energie grise béton kwh/m3 *	762 400	1 109 800	
Total énergie grise en kwh	780 850	1 109 800	142%
Emissions de CO2 kg/m3**	1 429 500	2 080 875	146%
Stockage de CO2 kg/m3 **	520290		Puits de CO2
Bilan CO2 kg	909 210	2 080 875	229%

Cible 3 : Chantier vert.

Accès au chantier totalement indépendant des accès des riverains, afin de réduire les nuisances pour les usagers du gymnase.

Limiter la production de déchets à la source par préfabrication de la structure bois sur une trame de 1.20 m permettant une optimisation de l'emploi des matériaux.

Lot spécifique pour les déchets de chantiers, assurant le Maître d'Ouvrage d'un suivi des filières de valorisation ou de stockage et une comptabilisation des quantités de déchets gérés sur le chantier. Montant de ce lot traité à bon de commande : 62 K€ HT.

Fondations de voirie définitive dès le début du chantier pour implanter le campement de chantier. Marquage des circulations principales par de la " rubalise " et gravier au sol afin d'éviter de souiller le chantier.

Campement de chantier implanté comme un écran acoustique vis-à-vis du lotissement mitoyen.

Réalisation des VRD dès le début du chantier pour éviter les concentrations d'eau et permettre le remblaiement en périphérie du bâtiment pour travail " en blouse blanche ".

Palissade opaque métallique pour protection visuelle du voisinage. Quelques fenêtres sont percées comme support pédagogique (motiver les enfants aux métiers du bâtiment). Une communication du chantier (supports pour plans, images et textes.) aurait pu prendre place sur cette palissade.

Limitation du transport des terres des terrassements en créant des merlons de terre pour la protection visuelle entre la voie rapide et la cour de récréation.

Huile de décoffrage " végétale " "biologique ".

Réservations pour le second œuvre au préalable plutôt que de percer sur place après coup (évitant les nuisances acoustiques et la production de gravats).

Article spécifique dans la DPGF pour lot gestion des déchets de chantier, afin que chaque entreprise prenne conscience de l'importance de ce poste.

Cible 4 : Gestion de l'énergie et confort d'été.

CHOIX ARCHITECTURAUX :

Vitrage isolant à faible émissivité " Iplus " 16mm sans argon avec k = 1.4W/m2 (1.1W/m2 avec argon).

Création de sas à chaque entrée dans le bâtiment.

Compacité du bâtiment limitant les déperditions surfaciques de l'enveloppe.

Atrium central évitant les entrées sorties dans divers bâtiments.

CHAUFFAGE :

Diagnostique pour déterminer le choix de l'énergie pour le chauffage.

Gaz naturel passant en partie Nord du tènement et desservant le lotissement mitoyen: Consommation estimée à 57 K€ - Temps de retour par rapport à l'électricité : 4.5 ans.



Electricité avec une proposition commerciale réalisée par EDF. Consommation estimée à 70 K€.

Eau chaude sanitaire solaire pour les logements de fonction, avec création d'un élément de toiture spécifique de 6.6m² par logement. Les logements se répartissent comme suit : 4 de type T5 et 3 de type T6. La consommation journalière moyenne retenue est de 40 l par occupant, ce qui correspond à 43.000 kWh de gaz consommés dans la solution de base pour l'ensemble des 7 logements. Pour simplifier, les calculs sont réalisés pour un logement moyen soit environ 6 100 kWh de Gaz par an pour la production d'ECS. Le taux de couverture solaire des besoins est évalué à 42 % avec 4.4 m² de capteurs et 53 % avec 6.6 m² de capteurs. Dans la solution avec 6.6 m² de capteurs, la consommation de gaz pour l'appoint est de 6 100 x (1 - 0.53) soit environ 2 900 kWh ce qui correspond à 80€ TTC par an. Investissement global pour les 7 logements: 32 000 €. Temps de retour sur base avec subvention ADEME: 21.3 années.



Pompe à vapeur d'eau pour un surcoût de 53 K€ HT et une économie d'exploitation estimée à 2 280 € HT/an (solution non retenue).

Chaufferie bois: cette énergie a été abandonnée par manque de place pour un stockage bois et l'absence de réseau de chauffage urbain.

Chauffage basse température dans le sol de l'atrium, pour éviter la stratification et agir par rayonnement pour le confort.

La GTC permet une programmation d'occupation et un contrôle de la température très précis salle par salle.

VENTILATION :

VMC simple flux par insufflation permettant :

- * de supprimer les bouches d'entrée d'air dans les châssis vitrés, créant ainsi une meilleure isolation acoustique vis à vis de la voie rapide et de la route départementale.

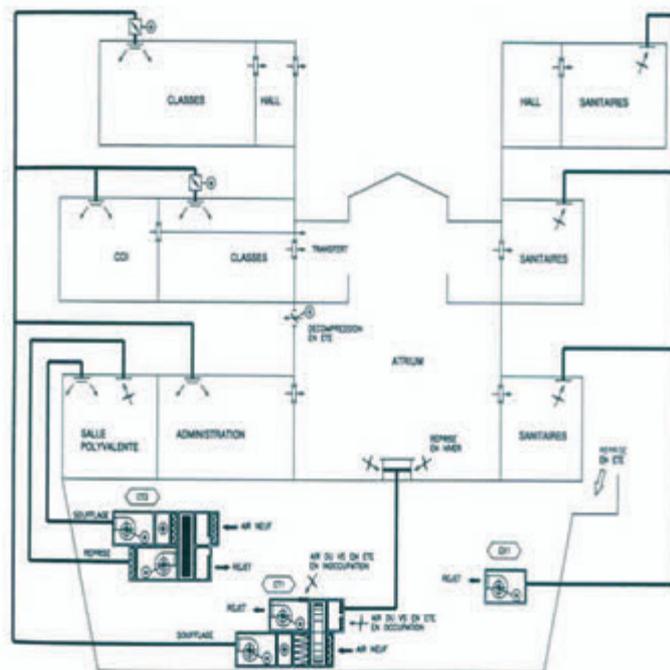
- * d'assurer un débit d'air égal au renouvellement hygiénique de 18m³/h/élève sans compter sur l'ouverture des baies vitrées.

- * une surventilation nocturne (2 fois le débit hygiénique) en période estivale. Il a été envisagé de rafraîchir l'air via un échangeur (rotatif ou caloduc) sur l'air extrait dans le vide sanitaire. Cette solution n'a pas été retenue par le Maître d'Ouvrage mais il est placé un mannequin qui permettra de " glisser " un appareil de refroidissement dans le réseau de ventilation en sous sol si besoin.

* Solution retenue par la maître d'Ouvrage d'un coût de 168 K€ HT.

VMC double flux avec échangeur de chaleur pour la salle polyvalente.

VMC double flux sans récupération de chaleur pour la ½ pension.



Au stade de l'APS, des solutions avaient été proposées pour rafraîchir l'air introduit en été :

- en prenant l'air neuf de la VMC dans le vide sanitaire.

La DDASS a exprimé un refus catégorique parce que, selon le règlement sanitaire départemental, l'air neuf ne doit pas transiter par d'autres locaux .

- en ventilant avec rafraîchissement de l'air neuf par échangeur sur l'air du vide sanitaire.

Une comparaison des performances et des coûts des systèmes suivants a été réalisée sur la ventilation :

- aucun système de récupération en base.
- échangeur rotatif avec un temps de retour de 7 ans.
- caloduc avec un temps de retour de 5 ans.

La solution avec échangeur n'a pas été retenue par le Maître d'Ouvrage.

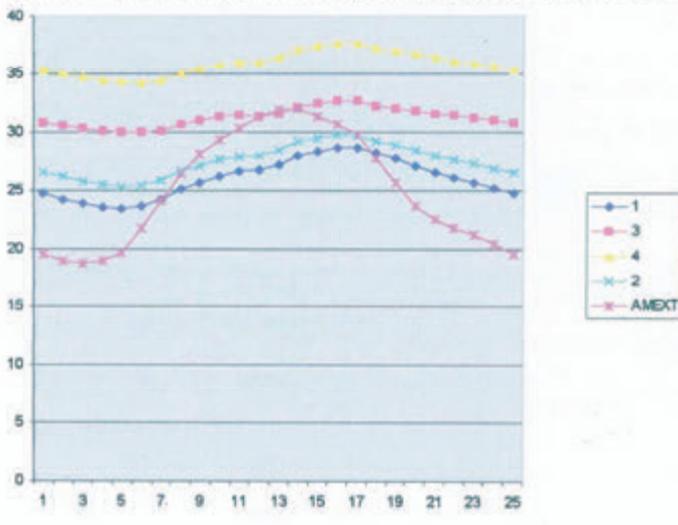
- en ventilant avec un système complémentaire de rafraîchissement par laveur adiabatique. Surcoût par rapport à la solution avec simple échangeur de 15 K€ HT, avec un coût annuel de fonctionnement de 2 600€ HT.

- en ventilant avec un système de rafraîchissement thermodynamique permettant d'obtenir les mêmes performances qu'avec le laveur adiabatique. Surcoût par rapport à la solution avec simple échangeur de 18 K€ HT avec un coût annuel de fonctionnement de 1 700€ HT.

- en ventilant avec une surventilation nocturne très importante, soit 10 vol/h, nécessitant une augmentation des sections de la VMC (surcoût 60 K€ HT).



L'analyse réalisée par le bet GAUDIN compare l'effet de la surventilation nocturne (Solution n°1) à la solution où aucune ventilation mécanique n'est réalisée (Solution N°3) . La solution N°4 considère en outre une mauvaise gestion des protections solaires.



Une analyse a été effectuée sur l'intérêt de la technologie des ventilateurs à roue libre. Sans surcoût à l'investissement, ils permettent une économie annuelle de 760€ sur la consommation d'énergie électrique et un niveau sonore généré moindre.

Le puits canadien a été évoqué mais n'a pas fait l'objet d'étude particulière.

CONSOMMATION D'ELECTRICITE

Luminaires à basse consommation fluorescente à basse luminance de type LUMILUX PLUS ECO avec ballast conventionnel :

Efficacité lumineuse en fonction de 3 facteurs de variation de rendement des tubes fluo : Nature (standard - ht rendement ou T5), taille et température de couleur : 3500° K

Bilan pour les tubes haut rendement mis en œuvre :

3500°K	Autres ° K
58W : 93 lumen/W	58W : 89 lumen/W
36W : 93 lumen/W	36W : 93 lumen/W
18W : 81 lumen/W	18W : 75 lumen/W

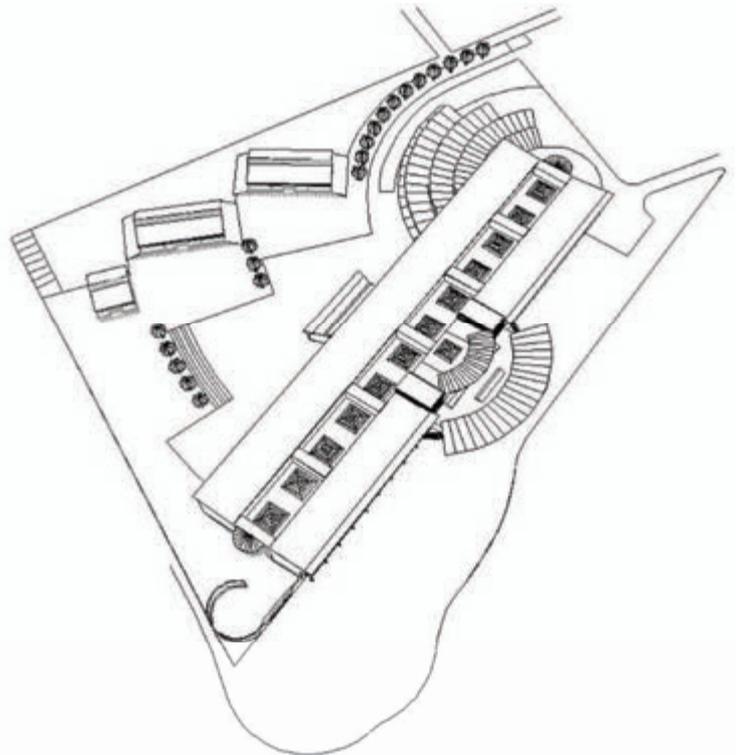
Durée de vie moyenne : 13 000 heures.

Durée de vie utile : 10 000 heures.

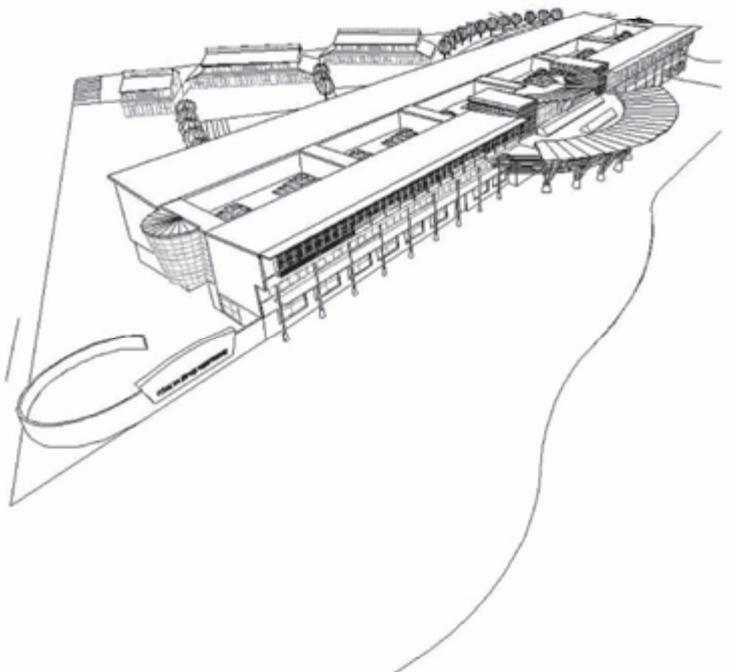
Séparation des circuits d'éclairage " fenêtre -couloir " dans les salles de classe, pour une modulation optimum.

CONFORT D'ETE :

Héliodons réalisés au stade du concours pour éviter les surfaces vitrées vue du soleil en période estivale et hivernale, à 9H, 12 H et 15H.



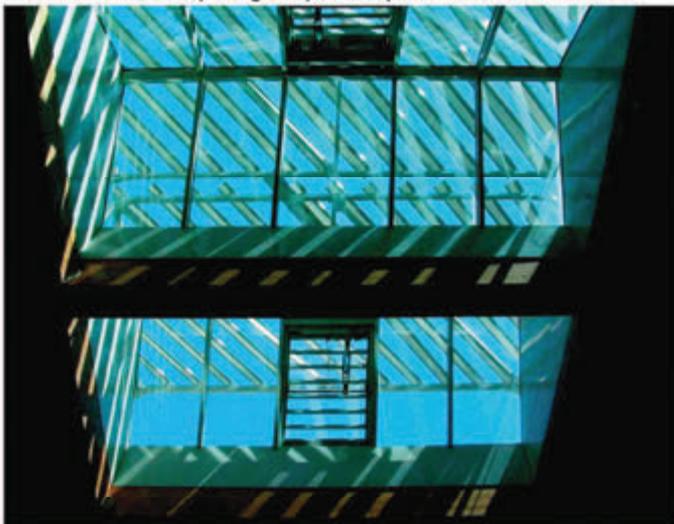
Soleil à midi en été



Soleil à midi en hiver



Verrières en toiture protégées par des pare-soleil inclinés à 35°.

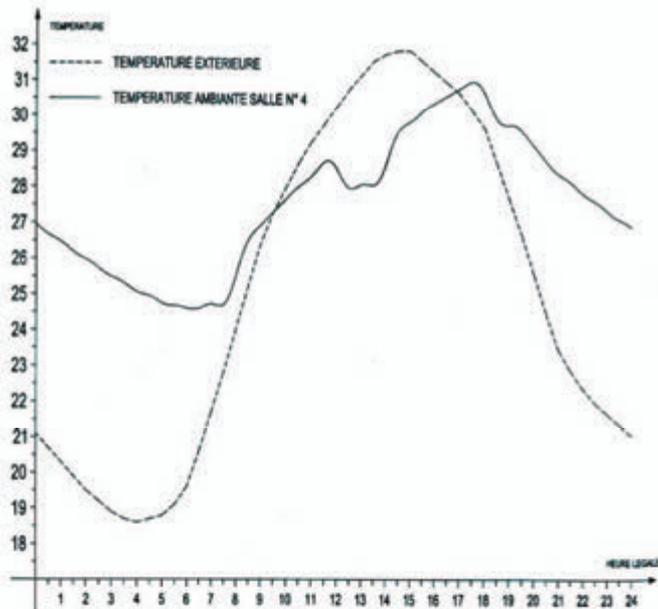


Protections solaires par des volets à lames orientables (type Griesser) avec gestion de fermeture le soir et ouverture à l'horizontal le matin et à mi-journée. Occultation totale des apports solaires directs par les volets en période estivale. Gestion de l'ensemble par la GTC.

Surcoût estimé à 144 K€ HT pour niveau 1 et 2 par rapport à des rideaux.

Analyse des températures intérieures au bâtiment en fonction d'un scénario climatique type fourni par l'AMO HQE. Modélisation de l'évolution de la température avec le logiciel SIMULA. La conclusion de cette simulation est que le fait de passer d'une structure légère à une inertie augmentée au niveau 1 (dalle béton de 15cm et cloison entre salles et couloir en béton de 10cm) réduit la température maximale atteinte dans la salle de 0.5°C.

2-1 CONCEPTION DE BASE (STRUCTURE LEGERE)



Toiture sur-ventilée blanche avec déphasage.

L'AMO HQE souhaitait une toiture avec de la masse pour éviter la surchauffe du niveau 2. Devant la difficulté et le coût de réaliser une dalle béton sur une structure bois, il est proposé les alternatives suivantes :

- * des toitures de couleur blanche, pour réfléchir le maximum de rayonnement solaire.
- * une surventilation naturelle par lame d'air de 20cm de haut. Une hypothèse de circulation forcée (de type parietodynamique) avec l'air de la VMC a été abandonnée par crainte de condensation sous la couverture. De plus le débit d'air injecté dans la lame d'air était très proche d'un débit de renouvellement naturel.
- * Déphasage : Remplacement de l'isolation par laine minérale de 20cm d'épaisseur (déphasage de 7 heures) par une projection de fibres de cellulose de 20cm créant un déphasage de 11 heures (norme SIA 180) - solution abandonnée en cours de chantier pour des problèmes de mise en oeuvre.

Cible 5 : gestion de l'eau.

La récupération des eaux pluviales pour arrosage des plantations et sanitaire a été envisagée. Mise en place d'une cuve de 25m³. Surcoût de 27.4 K€ HT, (solution non retenue).

Appareils avec distribution temporisée ou cellules infra rouge.

Création d'un fossé pour le stockage tampon des eaux pluviales, déphasage de la restitution des eaux pluviales des toitures imperméables et élément pédagogique pour la SVT. Ce fossé situé entre la cour de récréation et les logements a été abandonné par manque d'espace. Un bassin écrêteur d'orage collectif aux équipements et au lotissement a été réalisé en aval du réseau EP par la collectivité.

Cible 6 : Gestion des déchets d'activité.

Tri sélectif par agrandissement des locaux déchets prévus au programme : 54 m² au lieu 10m² - Surcoût de l'ordre de 47 K€ HT.

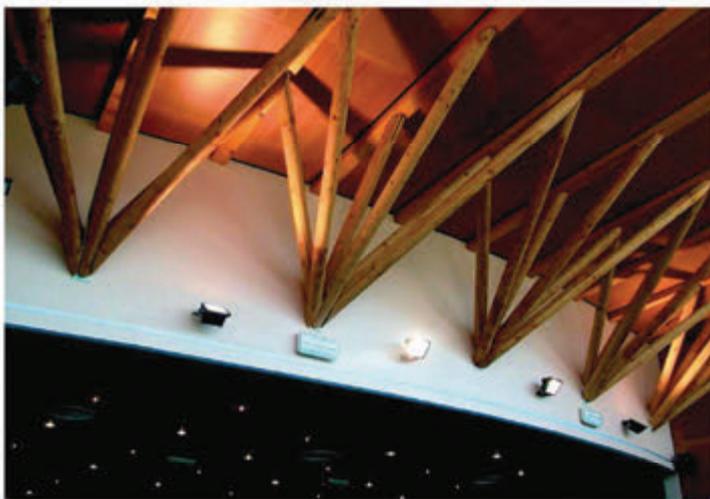
Cible 7 : Entretien- Maintenance.

Coursive de maintenance en caillebotis métallique permettant de rendre facilement accessibles de l'extérieur les Façades vitrées des niveaux 1 et 2 - Coût 90 K€ HT.

Local technique situé en partie centrale sous l'ensemble du bâtiment, pour circulation horizontale des réseaux, permettant une maintenance à tout moment sans déranger les usagers.

Création d'une cour anglaise pour descendre le matériel au niveau du sous sol par une grue. Réalisation d'un passage de 1m de large bétonné pour circulation aisée d'un chariot à roues pour les opérations d'entretien et de remplacement de matériel.

Rôle de la GTC : contrôle l'encrassement des filtres d'air, messages liés au nombre d'heures de fonctionnement des moteurs, statistiques de consommation, télémaintenance, gestion des protections solaires...



LES CIBLES DE CREATION D'UN ENVIRONNEMENT INTERIEUR SATISFAISANT

Cible 8 : Confort hygrothermique.

Inertie moyenne pour des locaux à occupation intermittente réalisée par :

- du béton en RDC.
- plancher collaborant bois-béton entre niveau 1 et niveau 2, avec dalle de compression (de 10 cm d'épaisseur - 6cm aurait suffit pour la résistance statique).
- cloisonnement en briques de type " carrophon " au lieu de placoplâtre, pour créer de la masse, donc de l'inertie.



Mur de séparation entre les salles de classes et l'atrium au niv 1 par un mur en béton.

Ventilation mécanique indépendante pour les locaux de restauration (dans local technique situé en sous sol) et salle polyvalente (dans galerie technique).

Ventilation mécanique dans toutes les classes par insufflation, ventilation mécanique par dépression dans les sanitaires
Désenfumage de l'atrium et des dégagements servant à la ventilation naturelle des circulations de l'ensemble des niveaux.

Cible 9 : Confort acoustique.

Dalle de compression de 10cm de béton sur plancher bois béton au lieu de 6cm suffisant d'un point de vue mécanique.

Cloisons briques de terre cuite alvéolaires type "carrophon".

Indépendance de la salle polyvalente pour éviter la transmission des ondes acoustiques et renforcer leur isolation par des volumes d'air tampons (sas d'entrée vers la cour de récréation).

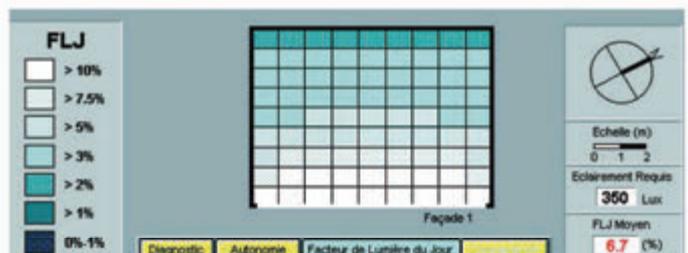
Chauffage des locaux par circulation d'eau: radiateurs et plancher chauffant dans l'atrium.

Vitrages de 35 dB au lieu de 30 dB, pour tenir compte des nuisances acoustiques de la voirie RD N°523 classée catégorie 3 Tissu Ouvert. - surcoût de l'ordre de 46 K€ HT. Les isolements acoustiques des façades du lycée sont de 35 dB pour les menuiseries et 42 dB pour les parois opaques.

Cible 10 : Confort visuel.

Eclairage bidirectionnel pour les salles de classes du niveau 1 envisagé au stade du concours. *Facteur de lumière du jour moyen " FLJ "* pour les salles du niveau 1 estimé entre 3.2 et 3.9% avec une baie de 2.80m de haut. Une simulation est faite en vitrant la partie haute de la cloison donnant sur le couloir. Le FLJ devient 6.8% pour une baie de 0.60m et 7.2% pour une baie de 1.00m de haut. La variation du FLJ dans le sens transversal est atténuée, d'où un confort visuel amélioré. Néanmoins, ces parois vitrées sont coûteuses, du fait de leur critère PF 1/2H et de leur faiblesse au niveau de l'isolation acoustique.

Solution abandonnée pour raison financière - surcoût estimé à 137 K€ HT.



Facteur de lumière du jour moyen " FLJ " pour les salles du niveau 2 estimé à 6.7% selon logiciel DIAL du LESO - EPFL.

Salle de restauration orientée au Nord-Ouest, pour éviter toute charge thermique le matin et à midi. Un éclairage zénithal complémentaire est fait en façade Nord-Est



Salle polyvalente pouvant être éclairée sur l'extérieur en façade Nord-Ouest (pour éviter les apports solaires).

Le CDI, volume plus profond que les salles de classes est vitré (CF 1H) en second jour sur l'atrium. Pour répondre à la fonction d'accueil, un éclairage artificiel fonctionnera inéluctablement en complément de cet éclairage naturel. Il serait opportun de réaliser un " toit solaire " partiel sur l'établissement pour compenser une partie de la consommation " fatale " d'électricité.

Poste de travail du secteur Restauration profitant de la transparence à travers la salle de restauration et de la baie donnant sous le préau. Complément de lumière zénithale par la toiture terrasse.

Circulations du niveau 2 avec vue sur des patios recevant des éléments d'animation (sculptures) sur une terrasse gravier " à la japonaise ".

Atrium avec éclairage zénithal sous forme de verrières zénithales (avec des protections fixes pour éviter les apports solaires) Coût des verrières : 92 K€ HT + protections : 46 K€ HT .

Eclairage naturel dans l'atrium : Simulation sur DIAL : FLJ de 6.1 avec un taux de menuiseries de 40%.

Cible 11 : Confort olfactif.

Ventilation naturelle de l'atrium par le système de désenfumage naturel :

* sortie en partie haute par les puits de lumière situés au niveau 2 dans les patios.

* l'entrée d'air neuf sous les bancs situés autour des structures arborescentes a été envisagé mais nécessite un asservissement des trappons de désenfumage.(solution abandonnée).

Ventilation mécanique des salles de classes par insufflation.

Ventilation mécanique en dépression dans les sanitaires.

Ventilation double flux pour salle polyvalente avec récupération de chaleur.

Ventilation double flux sans récupération de chaleur en restauration, pour traitement de l'amenée d'air.

Cible 12 : Conditions sanitaires .

Accès de plain pied et " discret " à l'infirmerie, donnant directement sur la rue, en dehors des regards des élèves.

Éléments de cuisson des cuisines entièrement suspendus, pour faciliter l'entretien..

Éléments sanitaires en céramique " plus " de Villeroy et Boch à faible encrassement.

Plafonds filtrants en cuisine en remplacement des hottes traditionnelles : PV de 22 500€ HT

Cible 13: Qualité de l'air.

Analyse du risque Radon non justifiée, zone non répertoriée.

Perméabilité des façades traitées par la mise en place de pare vapeur et pare vent continus, et de joints entre les composants bois et béton (joints entre structure bois et dalle béton et complément par caisson masquant un joint complémentaire si nécessaire).

Laisser pénétrer ponctuellement le soleil dans les salles de classes (en dehors des périodes estivales) pour profiter des propriétés bactéricides du soleil, par mobilité des lames orientables pour effacement total.

Faux plafond à faible émissivité de type salle blanche selon normes scandinaves. (Surcoût de l'ordre de 30 K€ HT).

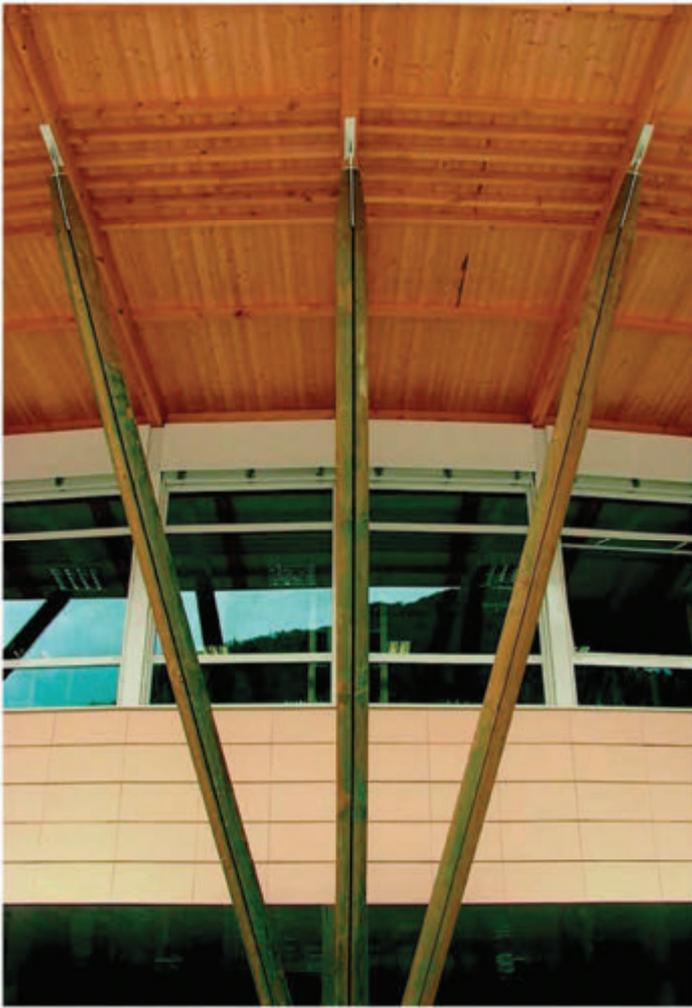
Cible 14 : Qualité de l'eau.

Réseau de distribution de l'eau potable dans la gaine technique située sous le bâtiment, pour faciliter la maintenance, réaliser le bouclage et faire une vérification aisée de l'absence de bras morts (pour éviter la Légionellose).

Transformation et évolution facilitée ne nécessitant pas d'accès dans les salles de classes ou les locaux de circulation.

Préparation d'eau chaude à proximité des points de puisage.

Traitement de l'eau potable non prévu , hormis l'adoucisseur, qui est plutôt une contrainte, en particulier à cause du caractère corrosif de l'eau traitée, d'où l'injection de polyphosphates pour protéger les tuyauteries.





Organisme	Fonction	Téléphone	Fax	Adresse
GAUDIN INGENIERIE	AMO HQE	02 40 73 22 11	02 40 73 20 71	Zac Le Bois Cholet 44860 St Agnan de Gd Lieu
PORTAILLER M.R	Coloriste	04.77.32.08.81	04.77.32.08.81	55 rue Royet 42000 St-Etienne
COGEOR	OPC	04 76 23 33 36	04 76 33 38 95	37, rue Claude Kogan 38100 Grenoble
SOCOTEC	Contrôle technique	04 76 22 34 45	04 76 09 09 50	1, rue du docteur Pascal ZAC du Rondeau 38130 Echirolles
ELYFEC	SPS	04 78 90 89 71 04 76 21 13 13	04 78 90 88 80 04 76 33 11 67	BP 60 38230 Pont de Cheruy
Groupement GIBELLO Générale de Construction	Maconnerie	04 79 28 09 24	04 79 28 00 64	ZA Plan Cumin 73800 Les Marches
Société Dauphinoise Charpente Couverture	Charpente Ossature Bois	04 76 72 84 58	04 76 72 85 25	ZI St Ange 38760 Varcès
SAS GUIBOUD	Chauffage Ventilation	04 76 24 22 90	04 76 25 74 03	53 rue des Pellets - BP 109 38322 Eybens Cédex
METALLERIE DU FOREZ Ets BLANCHET	Menuiseries Aluminium Serrurerie	04 77 96 82 30	04 77 96 82 57	ZI de Vaure - BP 103 42603 Montbrison Cédex
CEGELEC	Electricité	04 76 60 43 43	04 76 60 43 10	11 rue du Vercors - BP 2 38321 Eybens Cédex
SAS VIVIER Christian	Paysagiste	04 76 56 05 25	04 76 75 58 89	Actinord Zac Veurey Voroize 38113 Veurey Voroize
ARIANE Signalétique SA	Signalétique	04 78 95 27 27	04 72 61 88 71	242 Rue Duguesclin BP 3115 69397 Lyon Cédex 03



Partenaires et Entreprises ayant participé au chantier et au financement de cette plaquette

Maître de l'Ouvrage: Région Rhône Alpes
78 Route de Paris
69751 CHARBONNIERES LES BAINS
Tél: 04.72.59.40.00 - Fax: 04.72.59.42.18

Mandataire: TERRITOIRES 38
1 place Firmin Gautier
38022 GRENOBLE cedex
Tél: 04 76 70 97 97 - Fax: 04 76 48 07 03

Architecte: ARCHIPENTE
Dominique MOLARD
2 rue du repos - 42600 MONTBRISON
Tél: 04 77 96 30 60 - Fax: 04 77 58 57 56

BET Structures Bois: LIGNALITHE
2 rue du repos - 42600 MONTBRISON
Tél: 04 77 96 30 63 - Fax: 04 77 58 57 56

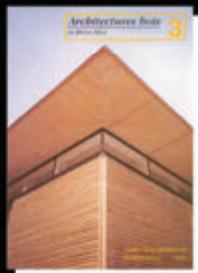
BET Structures Béton: AGIBAT
20 chemin Louis Chirpaz - 69134 ECULLY Cédex
Tél: 04.72.18.02.40 - Fax: 04.78.64.71.49

Economiste: Joël MOUNIER
2 rue du Repos - 42600 MONTBRISON
Tél: 06 87 85 06 15 - Fax: 04 77 58 57 56

BET Fluides: BRIERE SA
3 rue de Rumilly - 74000 ANNECY
Tél: 04.50.51.35.41 - Fax: 04.50.52.72.40

Paysagiste: Brigitte MASSON
Les Jaurès - 38190 FROGES
Tél: 04.76.13.38.63 - Fax: 04.76.13.38.63

BET HQE: ENERPOL
149 Rue Alexandre Bérard - 01500 AMBERIEU BUGEY
Tél: 04.74.34.59.59 - Fax: 04.74.38.29.78



Dans la même collection



Effectif : 840 élèves dont 550 demi-pensionnaires
Effectif personnel: 110
Classement : Type RN catégorie 2
Surface utile: 7 006 m²
Surface HO Nette: 10 193 m²

Charpente bois: 910 m³
Bois de menuiserie: 62 m³
Ratio de bois/m² SHON 109 dm³/m²

Montant des travaux TTC: 12 643 000 euros

Montant du lot charpente TTC: 2 180 000 euros
Montant du lot menuiserie TTC: 565 000 euros

Remise du concours en mars 99
Signature des marchés en Octobre 2001
Réception des travaux en Juin 2003 tranche 1
Réception des travaux en Juin 2004 tranche 2.

Dominique MOLARD
Architecte densais
Maîtrise de spécialisation construction bois EPFL
Vice Président "Inter Forêt bois 42",
Membre du Bureau de "FIBRA"
Membre "Ingénierie Bois Construction"



Jacqueline MOLARD
Collaboratrice
Secrétariat - Comptabilité



Christian PUIPIER
Architecte DPLG



Catherine CHARVON
Ingénieur génie civil CUST Clermont Ferrand.
Maîtrise de spécialisation construction bois EPFL
Membre "Ingénierie Bois Construction"



Joël MOUNIER
Economiste OPQTEC



ARCHIPENTE
2 rue du repos - 42600 - MONTBRISON
archipente@wanadoo.fr
www.archipente.com
Tél: 04 77 96 30 60 - Fax: 04 77 58 57 56

LIGNALITHE
2 rue du repos - 42600 - MONTBRISON
lignallithe@wanadoo.fr
www.lignallithe.com
Tél: 04 77 96 30 63 - Fax: 04 77 58 57 56

