

# Abécédaire

de la qualité environnementale du Lycée du Pays de l'Arbresle

ARCHITECTURE  
HELIOCLIMAT  
COUVERTURE  
ORIENTATION  
PIEDS  
BOIS  
SITE  
SOLAIRE  
VUE  
FORME  
MATERIAU  
VATT

# Abécédaire

de la qualité environnementale du Lycée du Pays de l'Arbresle

# Editorial

La Région accompagne au quotidien les jeunes Rhônalpins dans leur formation comme dans leur entrée dans la vie active. Notre collectivité consacre ainsi près de la moitié de son budget à l'enseignement et à la formation professionnelle.

Premier donneur d'ordre sur son territoire, notre Région a la charge de la construction, de la réhabilitation et de la maintenance des 280 lycées publics d'enseignement général, technologique et agricole. Au travers de cette importante mission, nous voulons donner à chaque jeune les meilleures conditions pour acquérir les connaissances, qui leur permettront d'accéder à un emploi et à une vie d'adulte épanoui.

La valeur architecturale des établissements, leur insertion dans le tissu urbain, leur fonctionnalité, mais aussi la qualité des interventions de maintenance qui y sont menées contribuent à valoriser l'image des lycées, quel que soit le lieu où l'on réside en Rhône-Alpes.

De même, le confort des locaux, leur valeur en matière de respect de la santé des utilisateurs (qualité de l'air, de l'eau, de l'éclairage...) et la gestion raisonnée des énergies sont au premier rang de nos préoccupations.

La construction du Lycée du Pays de L'Arbresle en est une illustration concrète. Parmi les points forts du projet, je veux souligner l'insertion dans le paysage et l'effort consenti en matière de gestion et de récupération des eaux pluviales. Je retiens aussi la priorité accordée à l'éclairage naturel des locaux, l'utilisation des énergies renouvelables (chaufferie bois, eau chaude sanitaire solaire pour la demi-pension) et le souci de la maîtrise de la dépense énergétique.

En ce sens, le Lycée du Pays de L'Arbresle porte l'expression de nos priorités pour faire de Rhône-Alpes une Région de la connaissance et une véritable Eco-Région, qui s'engage avec détermination dans la lutte contre les effets du réchauffement climatique.

**Jean-Jack QUEYRANNE**  
**Président de la Région Rhône-Alpes**  
**Ancien Ministre**



# Editorial

Le concept de développement durable est un enjeu de taille. Il s'agit de préserver le patrimoine humain. Le développement durable se définit comme « un développement qui répond aux besoins présents sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». Il repose sur trois dimensions, le développement économique, les aspirations sociales et l'environnement.

La Société d'Équipement du Rhône et de Lyon met en place, dans le développement de ses opérations, une véritable démarche de management environnemental.

Le plus en amont possible, dès l'étude de faisabilité, une réflexion stratégique est engagée, qui conditionnera des choix essentiels sur le contenu du projet, son implantation, la mobilisation des compétences nécessaires, les choix techniques...

La S.E.R.L s'appuie sur une organisation efficace et rigoureuse pendant toute la durée du projet, objet du Système de Management Environnemental (SME) mis au point avec le concours de l'ADEME.

Dans la pratique, notre Société a introduit la demande de qualité environnementale appliquée aux bâtiments dans plusieurs de ses opérations, à l'occasion de consultations de promoteurs ou de concours de concepteurs comme la ZAC de la DUCHERE, la ZAC du BON LAIT, à Lyon, ou bien d'autres projets.

Ce niveau d'exigence est porté également dans des opérations relevant de montages privés, par exemple la construction des terrains de la SEPR, l'aménagement TECHSUD à Gerland, le quartier d'habitation des Hauts de Feuilly à Saint-Priest. Egalement dans des opérations de construction d'équipements publics, comme le Groupe Scolaire RAVIER à Lyon - bâtiment ossature bois - , le futur siège de la Région Rhône Alpes, œuvre de l'architecte Christian de Portzamparc...

La SERL est heureuse d'être partenaire de la Région dans ce projet, celui d'un lycée, lieu clé de la transmission du savoir, bâtiment qui se veut confortable, accueillant, bien intégré à son environnement et respectueux des principes du développement durable.

**Jean-Luc da PASSANO**  
**Président de la SERL**



# Sommaire

Mémoire	P 09
<b>ARCHITECTURE</b>	P 11
<b>BOIS</b>	P 11
<b>BOIS-ENERGIE</b>	P 13
<b>COV</b>	P 13
<b>DEVELOPPEMENT DURABLE</b>	P 15
<b>DOUVE AQUATIQUE</b>	P 17
<b>ECLAIRAGE NATUREL</b>	P 19
<b>ECLAIRAGE ARTIFICIEL</b>	P 19
<b>FENETRE</b>	P 21
<b>FORME</b>	P 21
<b>GESTION DES EAUX PLUVIALES</b>	P 23
<b>HELIODON</b>	P 23
<b>INERTIE</b>	P 23
<b>ISOLATION</b>	P 25
<b>JARDIN</b>	P 25
<b>LA TOURETTE</b>	P 27
<b>LOGEMENTS</b>	P 27
<b>MAINTENANCE</b>	P 27
<b>MATERIAUX</b>	P 29
<b>MODULARITE</b>	P 29
<b>ORIENTATION</b>	P 29
<b>PIERRE</b>	P 31
<b>PREAU</b>	P 31
<b>QUALITE DE L'AIR</b>	P 33
<b>RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE</b>	P 33
<b>SITE</b>	P 35
<b>SOLAIRE</b>	P 35
<b>TOIT</b>	P 35
<b>TOPOGRAPHIE</b>	P 37
<b>U</b>	P 39
<b>VIVACES</b>	P 39
<b>VUE</b>	P 41
<b>WATT</b>	P 41
Epilogue	P 43
Annexe	P 45

# Mémoire

Ce mémoire établit la nomenclature non exhaustive des choix, décisions et thèmes à l'oeuvre dans la phase de conception du futur Lycée du Pays de l'Arbresle.

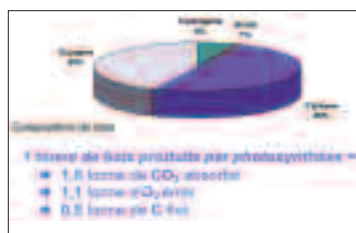
La forme ouverte d'un abécédaire évite une hiérarchisation simpliste et le ciblage trop "certifié" et obligé des démarches de qualité environnementale. Elle initie une approche moins "environnementaliste" qui reste sensible à la complexité des enjeux et à leur interdépendance.

Ce mémoire constitue en fait **la mémoire** d'un travail qui s'attache à préfigurer, sur le fond comme sur sa forme, ce qui pourrait devenir un moyen d'information et de communication destiné aux futurs utilisateurs.

La qualité environnementale n'ayant de sens qu'à l'aune d'une "culture partagée", il importe d'en faire une **mémoire active**, un outil pédagogique nécessaire à ce partage.



1



1

# ARCHITECTURE

La mobilité des valeurs qui sont à l'oeuvre dans un travail d'architecture rend illusoire la permanence d'une définition de l'architecture.

Le projet est autant le fruit de savoirs constitués que d'une capacité à les problématiser.

Dès lors, dans l'étendue des découpages, des préoccupations, des "échelles" qui opèrent dans le projet, on comprendra la nécessaire prise en compte de la transversalité des enjeux environnementaux, mais aussi la résistance salutaire à ne pas en faire des idéaux "canoniques" et la pierre de touche d'une "nouvelle" architecture. L'architecture définit les liens d'une communauté humaine avec le milieu vivant dont celle-ci fait partie, et en retour est définie par ces rapports, toujours en transformation.

1 Le projet du lycée dans son contexte, vu depuis de La Tourette

# BOIS

Sans revenir sur une hagiographie abondante et consensuelle relative au matériau bois, on retiendra ses atouts écologiques suivants :

.Réduction de l'effet de serre (bilan C02/02)

.Une ressource renouvelable et abondante

.Un cycle de vie à faible coût énergétique

Cette matière première naturelle qui autorise des préfabrications soignées et des mises en oeuvre facilitées est préconisée pour le lycée dans principalement 2 lots : Menuiseries Extérieures et Menuiseries Intérieures. Le coût de ces deux lots représente environ 20 % du coût de construction de l'opération.

Ces préconisations s'accompagnent d'un travail important de conception, mais aussi de prescriptions (CCTP) précises et exigeantes qui fixent les essences du bois et leur usage, la traçabilité des provenances, les traitements,...

1 Bilan C02 du bois (Source CNDB)

2 Extrait du CCTP du lot Menuiseries extérieures

3 Détail de mise en oeuvre

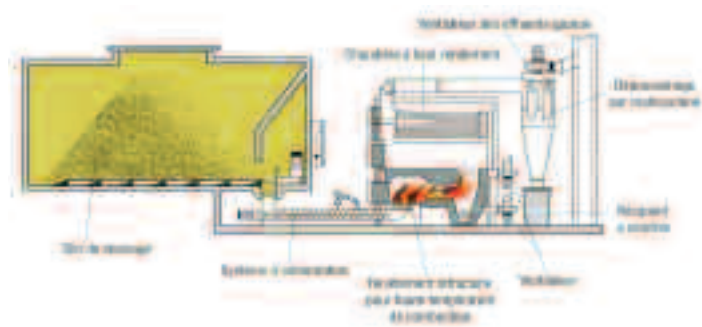
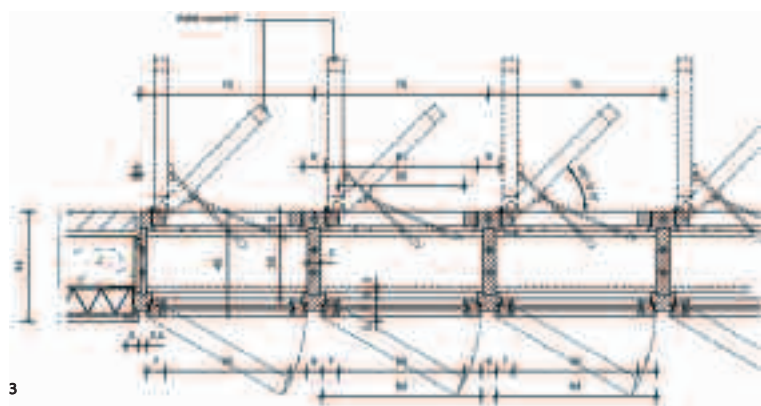
2

*Essence des bois :*

*Les façades protégées (Salles d'enseignements, façade vitrée ouest des bâtiments A et B, façades sud du bâtiment A) seront traitées en FSC Mélèze / Bois massif purgé d'aubier (Mélèze de 1ère qualité exempt de noeud en faces vues comme en faces cachées), avec possibilité d'utiliser partiellement du bois reconstitué (3 plis).*

*Le Mélèze devra provenir d'une forêt labellisée PEFC (Pan European*





Forest Certification Council) ou FSC (Forest Stewardship Council)

Les façades exposées (façade est du CDI, façade ouest : les volets, façades sud des bâtiments d'enseignement : les volets orientables), pour les ensembles menuisés CF, pour cadre et pré cadres des portes et châssis situés au nu de la pierre, pour les portes et châssis en soubassements des bâtiments enseignement, en bois tropicaux de type Niangon, Mengkulang,...

Les bois durs (exotiques ou pas) proviendront d'une forêt labellisée PEFC (Pan European Forest Certification Council) ou FSC (Forest Stewardship Council). Par défaut, la traçabilité de la provenance de ces bois sera exigée et devra attester d'une gestion durable des forêts desquelles ils sont issus.

Le traitement des bois se fera en atelier par produits respectueux de l'environnement. Finition par lasure avec faible teneur en COV (composés organiques volatils) inférieure à 20 g/l. Label environnemental à faire valider par le maître d'oeuvre.

Les panneaux bois utilisés respecteront la norme E1 (limitation de la quantité de formol).

## BOIS ENERGIE

Le bois énergie consiste à valoriser les sous-produits forestiers et les bois de rebut.



1

Le bois est une énergie propre (émissions polluantes très limitées) et renouvelable. Sa consommation et son usage raisonné permettent d'économiser les ressources dites fossiles (pétrole, gaz,...). La couverture forestière en France représente un tiers du territoire national.

Les filières d'approvisionnement qui se développent dans la Vallée de l'Azergues donnent l'opportunité de recourir à cette biomasse énergétique.

Une chaudière bois (compatible granulés et plaquettes bois) d'une puissance de 350 KW implantée en infrastructure est associée à un silo de 70 m<sup>3</sup> de stockage (Consommation estimée à 210 tonnes/an).

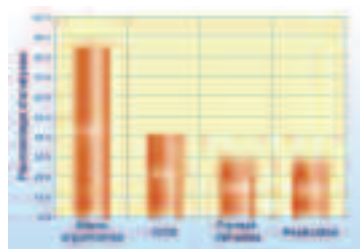
Deux chaudières gaz de 350 KW assureront le complément des besoins et le secours.

1 Schéma de fonctionnement d'une chaufferie bois (Source Guide ADEME)

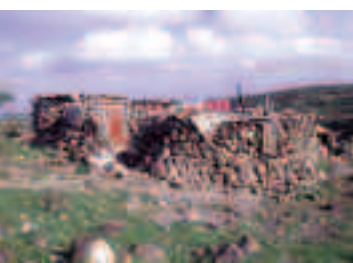
2 Cycle du carbone (Source ASDER)

## COV

COV est l'abréviation de Composés Organiques Volatils. Ce sont des substances chimiques, que l'on trouve avec



1



1

des concentrations variables dans l'air et qui constituent une source importante de "pollution intérieure". Leurs origines sont nombreuses et proviennent des activités humaines (tabac, produit de nettoyage,...) comme des produits de construction (sols, peinture, colle, ameublement,...). Selon leur nature et leur teneur, les COV peuvent avoir des effets sur la santé : irritations, allergies, troubles neurologiques...

Pour le lycée, la prescription des matériaux a veillé à limiter et réduire le risque d'exposition aux COV :

.Sols : revêtement à base de farine de bois et huile de lin

.Murs : peinture et lasure avec teneur en COV <20 g/litre

.Plafonds : panneaux avec fibres et avec éco-label

.Ameublement : utilisation de panneau bois E1 (limitation de la formaldéhyde).

1 Pollution intérieure des logements (Source Observer/Le Moniteur)

## DÉVELOPPEMENT DURABLE

Il s'agit d'une traduction de "sustainable development", qui nomme les actions engagées au niveau international et mondial par un ensemble d'acteurs politiques, associatifs et citoyens face aux conséquences, pour les générations futures mais aussi les populations ou les personnes les plus démunies actuellement, d'une économie libérale mondialisée toute puissante. C'est un terme complexe qui génère entre autres une réflexion et une action pour la protection et l'amélioration des conditions de vie physiques sur la Terre, que le vocable de "Haute Qualité Environnementale" tente de définir et de représenter en France, mais qui dépasse ces seules préoccupations. La force du Développement Durable est d'explicitier les enjeux et les conséquences économiques, sociales et culturelles, donc politiques, de chaque acte de transformation des territoires, en affirmant qu'il n'est plus possible, si l'on veut tenir compte d'une éthique et donc considérer le développement dans une durée, de reproduire les modèles existants.

Pour un développement durable et équitable il faut inventer, reconsidérer les habitudes de pensées comme de faire, ne pas limiter l'action "écologique" à une simple réflexion normative ou technique mais concevoir l'interdépendance des économies et des cultures, des peuples et des territoires, comme ceux des biotopes. Le travail d'architecture se mesure à l'échelle planétaire, entraînant la conception du "glocal", et selon une échelle de temps qui n'est plus celle de la possession mais celle du



partage et de la transmission des richesses et des ressources. Ceci transforme la notion de patrimoine.

L'acte architectural, responsable, n'a plus seulement à s'inscrire dans un contexte environnemental mais à prendre position par rapport aux raisons de ce contexte.

1 Habitation à Arta Djibouti

## DOUVE AQUATIQUE

Sans eau, il n'y a pas de qualité environnementale, car il n'y a pas de vie. L'eau est devenue un enjeu essentiel du développement durable, notamment pour la préservation de la biodiversité.



5

Parmi les milieux naturels, les marais, mares, étangs,... sont ceux qui sont les plus dénaturés, les plus détruits par l'homme.

La présence sur le terrain du projet, d'une mare d'origine artificielle (1 400 m<sup>2</sup>) prévue asséchée et remblayée, est maintenue dans le projet sous forme d'une douve aquatique.

Cette douve réfère le projet à la géologie argileuse du terrain et valorise le biotope lié aux zones humides.

La douve, alimentée par la bêche de récupération des eaux de pluie, forme un seuil et qualifie l'accès et l'entrée du lycée. Réalisée en blocs d'argile de 40 cm d'épaisseur et avec une végétation diversifiée et spécifique, elle constituera un écosystème riche et complexe, et illustrera le potentiel possible et valorisant d'une forme particulière de gestion de l'eau.

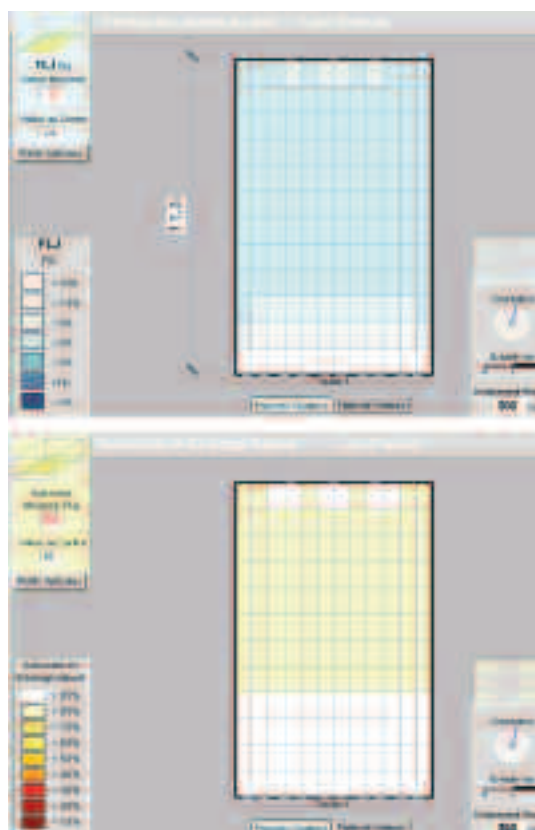
Située sur le linéaire de la façade ouest, elle contribuera, par son évaporation (estimée à 300 m<sup>3</sup>/an) à l'hygrométrie favorable de l'air pendant les périodes chaudes.



### **Nomenclature des plantes aquatiques:**

*Caltha palustris, Iris pseudacorus, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Lysimachia nummularia, Scirpus lacustris, Pontaderia cordata, Eriophorum angustifolium, Typha latifolia, Typha minima, Hydrocharis morsus-ranae, Nuphar lutea.*

- 1 Principe du déversoir de la douve
- 2 Principe de la circulation d'eau de la douve
- 3 Coupe sur la douve en pied de la façade ouest
- 4 Principe de la douve
- 5 La mare préexistante sur le site



# ECLAIRAGE NATUREL

Épargner les énergies fossiles, c'est aussi optimiser le recours à l'éclairage naturel. Pour un établissement d'enseignement, et en particulier pour des salles de cours, il est fondamental d'étudier la distribution de la lumière naturelle afin de satisfaire un réel confort visuel.

La valeur minimum recommandée pour le facteur de lumière du jour (FLJ) de salles d'enseignement est de 2%. ( $5000 \text{ Lx} \times 2\% = 100 \text{ Lx}$ ).

Le logiciel LESO DIAL a permis de vérifier les FLJ et l'autonomie en éclairage naturel des salles de cours. En phase APS, l'ensemble des salles ont satisfait un FLJ > 3 %.

En phase PRO, le passage de la profondeur des salles de sciences de 6 m à 11,20 m a nécessité de nouvelles simulations.

Le positionnement de 3 oculus verticaux (plus performant qu'un bandeau vitré horizontal), situés sur le dégagement en 1er jour a permis de préserver un FLJ minimum > 3 %.

1 Diagramme d'une salle de cours avec FJL et autonomie en éclairage naturel

# ECLAIRAGE ARTIFICIEL

Comme l'éclairage naturel, l'éclairage artificiel est une composante de la qualité de la lumière et participe au confort visuel.

L'éclairage artificiel constitue un relais à l'éclairage naturel et son niveau de performance est lié à trois caractéristiques principales : le niveau d'éclairement, l'efficacité lumineuse et le rendu des couleurs.

Pour les salles de cours et les bureaux (administration), 2 circuits d'éclairage sont graduables séparément (côté fenêtres et côté couloir) et commandés à la fois par détecteur de mouvement et cellule photoélectrique.

Ce dispositif de gradation en fonction de l'occupation et de l'éclairage naturel conduit à une optimisation des consommations électriques.

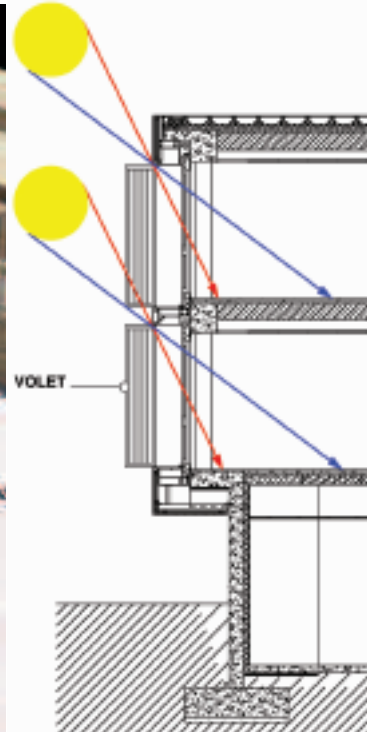
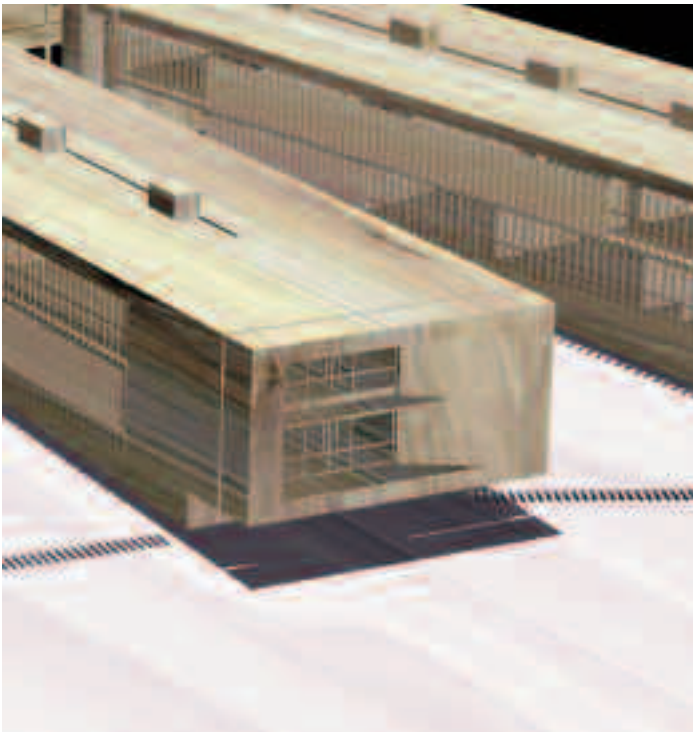
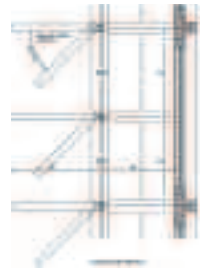
### **Caractéristiques techniques des éclairages retenus :**

*Salle de cours et bureaux : Appareils basse luminance avec ballast électronique et avec tubes fluorescents T5 à haute efficacité, IRC 85, durée de vie 16000 heures.*

*Autres locaux : Tubes fluorescents ou lampes fluo-compactes avec ballast électronique.*

*Abords et éclairage de sécurité : Utilisation de technologie avec diodes luminescentes.*





# FENETRE

Les fenêtres et les ouvertures assurent une médiation entre l'extérieur et l'intérieur. Elles cadrent, délimitent, éclairent, ventilent, filtrent... et, par leur orientation, participent au bilan thermique d'un projet. Dans le projet du lycée, on pourrait pratiquement établir une typologie des ouvertures suivant leurs positions cardinales (voir ORIENTATION)

L'orientation Sud est la plus favorable d'un point de vue énergétique (apports solaires d'hiver), mais elle reste problématique par la surchauffe qu'elle peut engendrer l'été.

Les façades des bâtiments d'enseignements orientés Nord/Sud sont dotées de coursives (dispositif pour la maintenance des parties vitrées) qui assurent en partie la protection aux incidences solaires défavorables.



THAMMIEU MEFURMUR  
GARANTIE DE PROTECTION  
RECHERCHES ET TRAVAUX D'INNOVATION

Des volets bois verticaux et orientables, couplés par classe, complètent le dispositif des coursives. Ils permettent par leur pivotement une modulation de la protection.

Sans réduire le niveau d'éclairement, la simple orientation des volets offrent un masque pouvant réduire de 75 % le rayonnement direct.

## **Répartition des fenêtres et châssis vitrés suivant les orientations:**

*Sud: 38 % / Nord: 34 % / Est: 14% / Ouest: 14%*

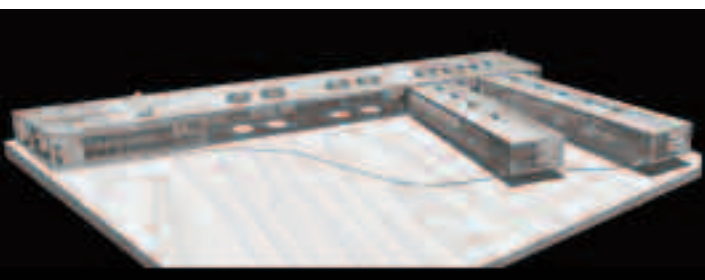
- 1 Coupe horizontale partielle sur le dispositif coursive / volets
- 2 Maquette virtuelle avec vue des volets en façade sud
- 3 Coupe verticale sur la façade sud des salles d'enseignement

# FORME

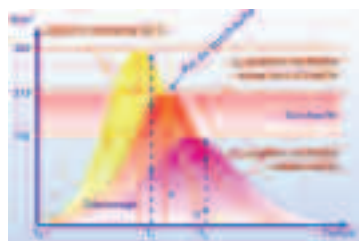
En général, la forme et l'espace construit sont considérés comme l'apanage de l'architecture et des architectes. Ce raccourci conduit souvent à des surenchères volumétriques, à des spéculations formalistes exclusives de préoccupations plus fondamentales et plus actuelles.

Les considérations environnementales et la problématique du développement durable donnent l'opportunité de repenser l'architecture comme le résultat et l'arbitrage d'enjeux plus complexes dans lesquels la forme n'est plus qu'un élément parmi d'autres (Histoire, Culture, Economie, Usage, Technique,...)

- 1 Maquette du projet du lycée



1



1

# GESTION DES EAUX PUVIALES

La gestion des eaux de pluie a pour but de favoriser le cycle hydrique et naturel de l'eau. Plusieurs dispositions ont été retenues pour ménager ce cycle et assurer une gestion "alternative" et locale :

.Limitation de l'imperméabilité des sols : coefficient d'imperméabilisation inférieur à 30 %

.Rétention favorisant l'évaporation et permettant la régulation des débits : douve aquatique, toiture végétalisée

.Stockage d'une capacité de 130 m<sup>3</sup> réalisé par bache souple placée en vide sanitaire

.Infiltration en bas de pente par mise en place d'une allée dite du drain.

# HELIODON

Le terme héliodon vient de Hélios (soleil). Un héliodon simule la course du soleil et matérialise les ombres portées sur les façades et au sol par les obstacles à la course du soleil.

Les reliefs naturels, les bâtiments entre eux (etc...) peuvent constituer des masques que les héliodons, réalisés à différentes dates et heures, permettent de révéler. Une maquette virtuelle en infographie a permis pour le lycée de contrôler et d'évaluer les ensoleillements.

1 Simulation informatique au 15 mai à 12H00

# INERTIE

L'inertie thermique est la capacité à accumuler des calories (chaud ou froid) et à les restituer avec un déphasage dépendant des caractéristiques du matériau considéré. Elle est aujourd'hui devenu un élément "passif" et clef pour le confort d'été.

Pour le lycée, la conception des structures en béton (poteaux, poutres, planchers) et l'usage de "boucliers massifs" permettent d'atténuer et de déphaser les surchauffes liées aux apports solaires.

L'inertie permet aussi de stocker, via une sur-ventilation nocturne, le rafraîchissement de l'air qui par sa restitution différée participe au confort d'été.

1 Forte et faible inertie et réaction aux apports solaires (Source: Observ'ER)

<b>PROBLEMS</b>		
<b>Indefinite integrals - Part 1 (10)</b>		
$\int x^2 dx$	$\int -0.1x^2 dx$	$\int x^2 dx$
* More problems do not fit here, so do not write the solutions unless you are asked to.		
<b>Area of curves</b>		
$\int_0^1 x dx$	$\int_0^1 x^2 dx$	$\int_0^1 x^3 dx$
* In some cases, you may need to use the formulae for the area of a triangle.		
<b>Indefinite integrals - Part 2 (10)</b>		
$\int x dx$	$\int x^2 dx$	$\int x^3 dx$
* More problems do not fit here, so do not write the solutions unless you are asked to.		
<b>Indefinite integrals - Part 3 (10)</b>		
$\int x dx$	$\int x^2 dx$	$\int x^3 dx$
* More problems do not fit here, so do not write the solutions unless you are asked to.		
<b>Exercises 10A, 10B, 10C, 10D, 10E, 10F, 10G, 10H, 10I, 10J, 10K, 10L, 10M, 10N, 10O, 10P, 10Q, 10R, 10S, 10T, 10U, 10V, 10W, 10X, 10Y, 10Z</b>		
$\int x dx$	$\int x^2 dx$	$\int x^3 dx$
* More problems do not fit here, so do not write the solutions unless you are asked to.		
<b>ANSWERS</b>		
<b>Indefinite integrals - Part 1 (10)</b>		
$\int x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 + C$	$\int -0.1x^2 dx = -\frac{0.1}{3}x^3 + C$	$\int x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 + C$
<b>Area of curves</b>		
$\int_0^1 x dx = \frac{1}{2}x^2 \Big _0^1 = \frac{1}{2}$	$\int_0^1 x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 \Big _0^1 = \frac{1}{3}$	$\int_0^1 x^3 dx = \frac{1}{4}x^4 \Big _0^1 = \frac{1}{4}$
<b>Indefinite integrals - Part 2 (10)</b>		
$\int x dx = \frac{1}{2}x^2 + C$	$\int x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 + C$	$\int x^3 dx = \frac{1}{4}x^4 + C$
<b>Indefinite integrals - Part 3 (10)</b>		
$\int x dx = \frac{1}{2}x^2 + C$	$\int x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 + C$	$\int x^3 dx = \frac{1}{4}x^4 + C$

1



1

# I SOLATION

L'isolation permet de réduire les déperditions thermiques et constitue un facteur déterminant pour les consommations énergétiques d'un bâtiment.

Ici, le niveau d'isolation a été renforcé pour dépasser les niveaux d'isolation réglementaires (RT 2000)

L'intensité d'occupation différenciée entre le lycée et les logements de fonction a conduit à privilégier l'isolation par l'extérieur pour ces derniers et l'isolation par l'intérieur pour le lycée.

Les isolants retenus sont le polystyrène PSE et la laine de chanvre (logements).

1 Caractéristiques des isolants mis en oeuvre

# J ARDIN

Le projet est environnemental non seulement parce qu'il répond aux objectifs de Haute Qualité Environnementale souhaités par son maître d'ouvrage, mais parce que son architecture est faite des relations qu'entretiennent un bâtiment et un paysage, comme des relations des usagers avec leur territoire, et celles des personnes entre elles.

Les espaces extérieurs et l'enchaînement direct des séquences Entrée/Hall-préau/Cours sont déterminants dans le vécu d'un lycée. La facilité des transitions de l'un à l'autre, espaces Couverts/Non-couverts, Intérieur/Extérieur, participe de la vie de l'établissement.

Les espaces extérieurs traités en jardin d'un hectare sont orientés plein Sud, protégés des vents, bénéficiant de toutes les vues, ils sont constitués en partie d'une pelouse directement utilisable et en partie d'une prairie qui conserve la richesse naturelle du site. Quelques espaces, en stabilisé avec des bancs, comme des poches dans ces deux étendues, sont aménagés, délimités, ombragés. La douve aquatique, le petit bois, l'allée des féviers, l'allée serpentine, le "mixed-border" de vivaces, le pré haut, ..., contribuent à une identité paysagère.

Ce projet met en harmonie un programme contemporain d'envergure, celui d'un lycée neuf, lieu clé de la transmission du savoir, et la qualité résidentielle et paysagère d'une commune dont la population tient à son cadre de vie et pense à l'avenir de ses enfants. Il doit "faire école", être un exemple qui encourage maîtres d'oeuvre et maîtres d'ouvrage à protéger et à valoriser aussi le "patrimoine vert" de leur commune.

1 Vue générale du lycée depuis les espaces extérieurs



1



Dimension de l'élément / Caractéristique

	1	2	3
Surface au sol	100 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Volume	1000 m <sup>3</sup>	1500 m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup>
Surface de toiture	100 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>
Surface de façade	100 m <sup>2</sup>	150 m <sup>2</sup>	200 m <sup>2</sup>

1

2



3

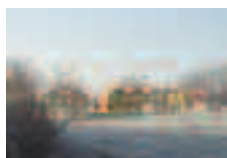
# LA TOURETTE

C'est le 4 mai 1953 que Le Corbusier arrive à L'Arbresle et qu'il dessine sur ses carnets la première esquisse de ce qui deviendra le Couvent Sainte-Marie de La Tourette. Située sur la colline de "Grands Fonds", La Tourette fait face au vaste horizon collinaire de l'Ouest et face à la colline de "Grands Champs"... ou s'implante le lycée.

1 Croquis de Le Corbusier

# LOGEMENTS

Les logements de fonction sont situés à l'extrémité Est de la parcelle. Evitant l'individualisme pavillonnaire habituel, organisés sur 2 niveaux et groupés par 2 et 3, ils offrent une compacité économe (matériaux, thermique,...) qui libère plus d'espace naturel.



D'une volumétrie très simple, leur enveloppe se décline en 2 matériaux principaux : bardage bois pour les façades sur entrée et jardin, et parement en terre cuite pour les toitures et les autres façades.

Ces vêtements protègent une isolation extérieure qui garantit une bonne inertie et donc un confort d'été certain. Les plans en rez-de-chaussée s'articulent autour d'un "noyau" qui autorise des usages variés.

Les garages et celliers dissociés constituent une bande tampon par rapport à la voirie de desserte optimisée.

1 Impact de la compacité (Source Okologische Baukompetenz)

2 Plan du rez de chaussée d'un T4

3 Elévation partielle sur les logements

# MAINTENANCE

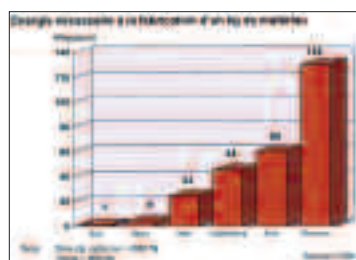
Penser un projet aujourd'hui ne se limite pas à l'anticipation et à l'immédiateté du construit. La conception engage des choix sur le devenir du bâti, son exploitation et sa gestion. La notion de coût global permet d'appréhender ces enjeux patrimoniaux et économiques.



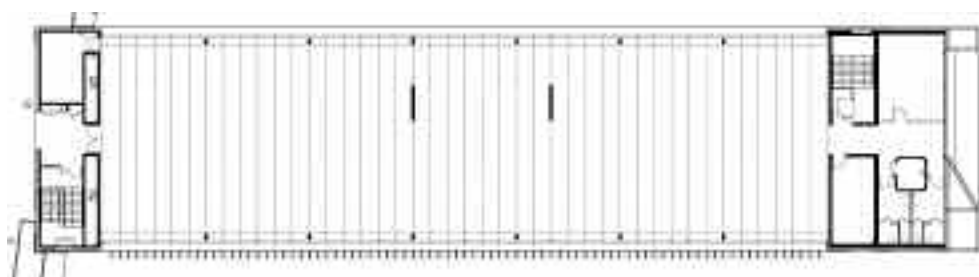
La durabilité, l'entretien, la maintenance... sont des thématiques indissociables d'une permanence de la qualité architecturale et environnementale. La fiabilité des matériaux et matériels, les détails de mise en oeuvre, l'accessibilité et

la sécurisation des équipements sont autant de préoccupations prises en compte pour le lycée et qui fondent aussi la qualité et la complexité d'un projet architectural.





1



1

# MATERIAUX

L'utilisation de matériaux naturels emblématiques de la région (pierre jaune, bois, terre cuite) contribue à l'ancrage du projet dans son contexte géographique et historique, et limite son empreinte écologique.

Retenu pour les structures (poteaux/poutres/plancher), le béton est un matériau peu énergivore. La proximité d'un site industriel de fabrication du ciment (Châtillon d'Azergues) et de centrales à béton proches minimise les nuisances liées au transport.

Ces matériaux seront mis en oeuvre avec le recours à des procédés de préfabrication qui garantissent une qualité de réalisation et qui limitent les nuisances inhérentes à la phase chantier.

1 Matériaux et énergie nécessaire à leur fabrication (Source CTBA)

# MODULARITE

La modularité croise la problématique des usages et de leur évolutivité, voire celle des changements d'affectation.

La durabilité d'un bâti peut se mesurer à sa capacité à permettre des restructurations spatiales et techniques. Pour un établissement scolaire, on peut comprendre l'intérêt d'une modularité qui permet des adaptations aux évolutions pédagogiques.

Dans la conception architecturale, veiller à la non obsolescence prématurée d'un projet c'est minimiser les coûts de transformation et leurs impacts environnementaux.

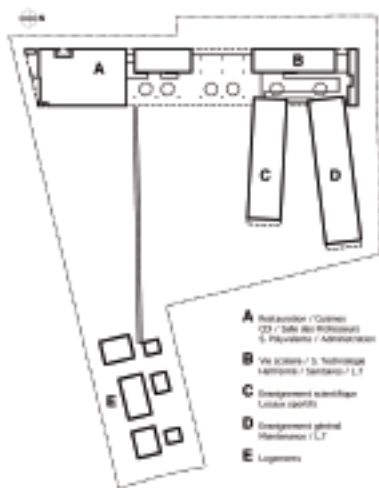
Pour les bâtiments d'enseignement, les structures "permanentes" (poteaux, escaliers, gaines,...) sont dissociées des éléments "évolutifs". En façade, une trame modulaire est introduite pour anticiper et donner une souplesse aux transformations éventuelles. Des plénums en étages et des locaux techniques en rez de chaussée permettent les changements et les évolutions techniques.

1 Plan décloisonné (790 m<sup>2</sup>) du bâtiment d'enseignement général

# ORIENTATIONS

Pas toujours facilement conciliables avec d'autres contraintes, les orientations infléchissent le bilan énergétique d'un projet (voir FENETRE).

Les bâtiments d'enseignement, perpendiculaires à la



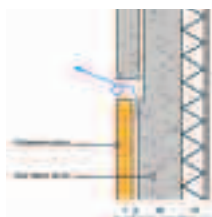
1



2



1



déclivité Est-Ouest, développent des façades au Nord et au Sud.

Les autres entités du programme, regroupées parallèlement à la voie d'accès et implantées sur la courbe de niveau haute du terrain, s'ouvrent à l'Est et à l'Ouest sur des vues remarquables.

Ces positionnements et ces orientations définissent des typologies et écritures architecturales différentes pour chaque ouverture et chaque façade.

Par exemple, à l'Ouest qui constitue toujours une exposition délicate à gérer, des volets « noucharabiech » permettent de filtrer et de maîtriser l'ensoleillement problématique lié à cette exposition cardinale.

1 Plan de masse et repérage des entités du programme

2 Perspective sur la façade ouest

## PIERRE

La pierre jaune (calcaire Jurassique) est un matériau très associé à l'architecture traditionnelle locale. Les évolutions techniques et économiques des modes de construction ont conduit à la fermeture des carrières et ont "patrimoinisé" cette identité vernaculaire liée à l'usage de la pierre et à la proximité de cette ressource naturelle.



2

C'est en bandes verticales (15, 20, 25, 30 cm) massives (7 cm) que sera mise en oeuvre la pierre de Jaumont (Metz). Avec des joints secs verticaux de 2 cm et avec une lame d'air arrière de 3 cm, ce parement constituera en façade Ouest un "bouclier thermique". Nouvel usage et nouvelle technique se conjuguent pour relier ainsi passé et présent.

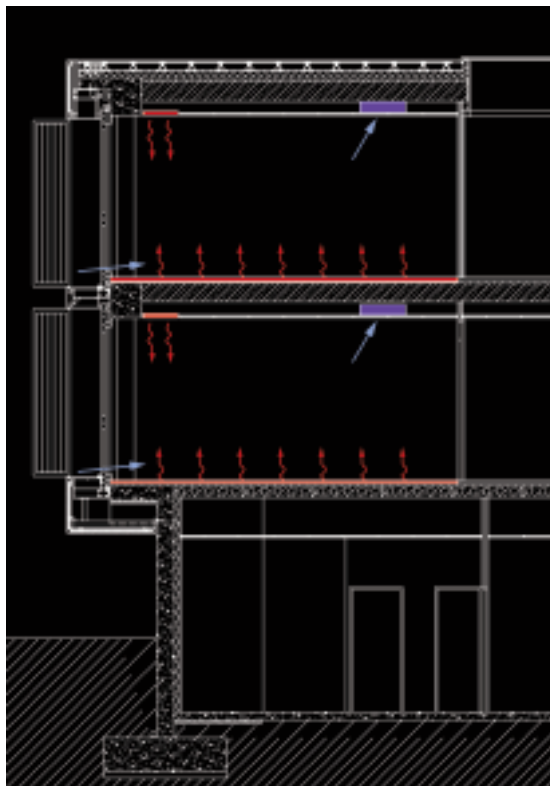
1 "Pan de pierre aléatoire" façade ouest partielle / Détail de la mise en oeuvre de la pierre

2 Maison et carrière de pierre jaune (St Germain sur l'Arbresle)

## PREAU

Associé généralement aux espaces de circulation, le préau est souvent considéré comme une surface annexe au programme. Initialement prévu d'une surface de 250 m<sup>2</sup>, il devient dans ce projet un élément central de 1 200 m<sup>2</sup>.

Ce vaste "Hall-Préau", couvert, protégé, lumineux, végétalisé, constitue un des lieux singuliers du projet. Lieu de rassemblement, de rencontres, d'échanges, d'informations..., il forme une terrasse, un balcon sur le paysage situé au coeur de l'organisation spatiale.



1

# QUALITE DE L'AIR

Le renouvellement de l'air est indispensable pour assurer une qualité hygiénique.

Une salle de classe, du seul fait de l'air expiré, produit 600 L de gaz carbonique par heure.

Dans ce cas précis, l'intensité et la durée de la dégradation de l'air nécessitent un renouvellement réglementaire (18 m<sup>3</sup>/h et par personne) qui peut difficilement se passer d'un dispositif mécanique de ventilation.

Ce renouvellement d'air obligé, entraîne évidemment des pertes caloriques importantes, mais qui peuvent être minimisées.

Pour les bâtiments d'enseignement, les débits réglementaires de ventilation se font par extraction à simple flux, avec une régulation par sonde de présence.

Avant rejet de l'air vicié, les calories de l'air extraites (75 KW/h) sont récupérées sur un échangeur et servent à préchauffer l'air insufflé dans le hall fermé situé en prolongement du préau.

Des cassettes chauffantes en rive des façades et le plancher chauffant des salles de cours tempèrent les entrées d'air réparties.

La surventilation nocturne associée à l'inertie du bâti assurera le confort thermique d'été.

1 Demi-coupe verticale des bâtiments d'enseignement

## RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE

Récupérer les eaux de pluie participe à l'économie de cette ressource vitale. Alors que la récupération est généralisée en Allemagne, son usage reste très restrictif en France.

A l'Arbresle, la pluviométrie moyenne est de 720 mm/an.

RECUPERATION:

Bâtiment A et B	SUBSTRATS	2 073 m <sup>3</sup>	2 073 x 720 x 31 %	1 160 m <sup>3</sup>
	CARREFOITIS	975 m <sup>3</sup>	975 x 720 x 75 %	
Bâtiment C	TERRASSE	1 000 m <sup>3</sup>	1 000 x 720 x 75 %	340 m <sup>3</sup>
Bâtiment D	TERRASSE	750 m <sup>3</sup>	750 x 720 x 75 %	420 m <sup>3</sup>

Sur l'année, le potentiel de récupération s'élève à 2 130 m<sup>3</sup>. Une bâche souple située en soubassement des bâtiments d'enseignement permettra le stockage permanent de 130 m<sup>3</sup>. Cette eau servira à l'arrosage des espaces verts, et la douve aquatique offrira un usage singulier de cette récupération des E.P.



# SITE

Dans son assertion large (géographique, historique, culturelle,...) le site constitue la "tabula non rasa" de toute approche et de toute démarche à ambition environnementale. Pour les considérations classiques et usuelles (topographie, vues, vent, orientations,...) on renverra au schéma ci-joint et aux éléments de l'abécédaire.

1 Implantation des masses et gestion des atouts et des contraintes du site

# SOLAIRE

Le solaire thermique fait partie des filières des énergies renouvelables.

Les besoins en eau chaude pour le lycée sont principalement liés à la demi-pension, et s'élèvent à environ 3 000 litres par jour et service.



Les capteurs solaires d'une surface de 53 m<sup>2</sup>, orientés à + 10° par rapport au Sud et suivant une inclinaison de 30°, bénéficieront d'une irradiation solaire de 100 % et couvriront 60 % des besoins.

Une superstructure en terrasse offre un support aux capteurs et intègre d'autres équipements techniques (CTA, extracteurs,...)

Les ballons de stockage (2 x 1 500 L) associés à cette production d'eau chaude sont situés en vide sanitaire. Pendant les congés scolaires d'été, une pompe assurera la mise en circuit de l'eau afin de dissiper les charges calorifiques.

1 Maquette, vue de l'implantation des capteurs solaires

2 Détail de la superstructure support des capteurs et local technique

# TOIT

Les toitures du projet se déclinent en 3 types principaux qui participent à l'identité de ses parties constitutives.

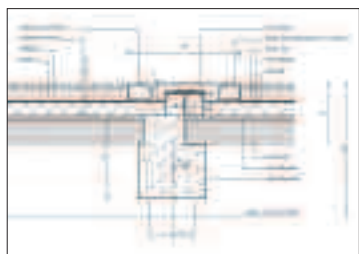
.Les logements bénéficient d'une toiture en tuiles de terre cuite qui les associe aux typologies pavillonnaires voisines.

.Les bâtiments d'enseignement scientifique et général sont traités en toiture terrasse avec une finition en dalles sur plots.

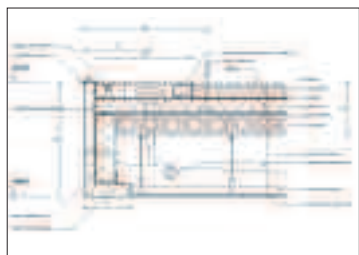
.Le bâtiment principal dans sa linéarité urbaine, est couvert d'un toit végétalisé.

Les toits dits "terrasse" souvent délaissés dans leurs





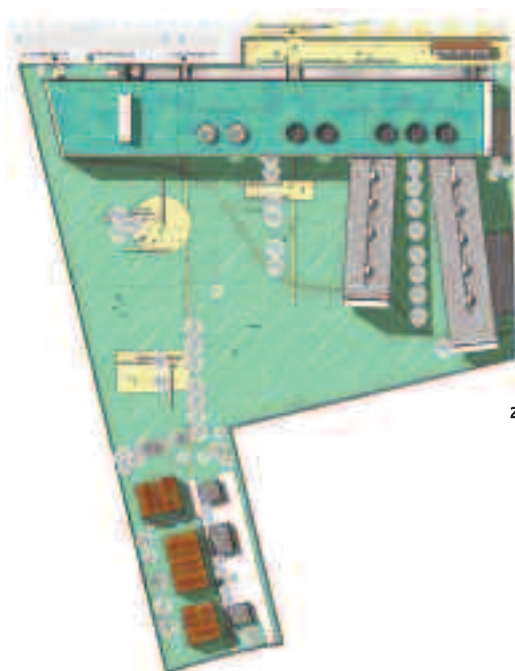
1



2



1



2

finitions (relevés d'étanchéité, joint de dilatation, équipements techniques,...) car non vus, sont ici particulièrement soignés (vue lointaine) et participent à la gestion des eaux de pluie (voir RECUPERATION DES EAUX DE PLUIE).



Si aujourd'hui la pluralité des avantages des toits à "herbage" n'est plus à démontrer (rétention, thermique, biodiversité,...) leur mise en oeuvre doit être bien pensée afin de faire perdurer leur usage.

Dans ce projet, le traitement des "bandes neutres", des cheminements, des J.D., des émergences, est spécifique (voir ci contre).

La terrasse végétalisée est constituée d'un substrat de 12 cm et d'une pré-végétalisation par rouleaux de sédum (surface de 2 875 m<sup>2</sup>).

Les terrasses étanches sont protégées par des dalles sur plots teintés dans la masse (surface de 1 790 m<sup>2</sup>).

1 Toiture végétalisée: détail du joint de dilatation

2 Toiture végétalisée: détail de rive

## TOPOGRAPHIE

La topographie du terrain révèle une pente d'environ 5% orienté à l'Est. L'identité des lieux, du terrain est liée à cette déclivité. Le projet s'y inscrit sans la bouleverser.

Le corps de bâtiment principal, qui contient les espaces aux fonctions plus publiques, dont le vaste hall d'entrée, entités repérables et accessibles rapidement depuis le mail de l'entrée, est implanté le long des courbes de niveaux hautes, tandis que les bâtiments d'enseignement posés sur un soubassement (locaux techniques) sont implantés perpendiculairement à la pente.

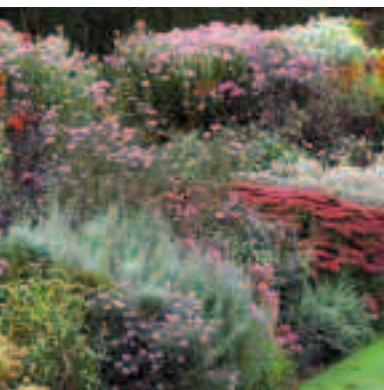
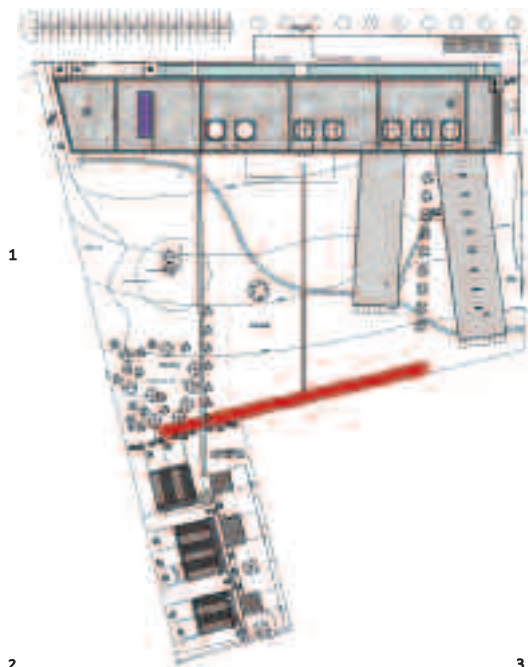
Ce sont là deux manières "économiques", "vernaculaires" de gérer la topographie, de la révéler plutôt que de l'asservir à des terrassements abusifs et à des remblaiements artificiels.

Cette gestion du relief existant organise le projet en un "L" qui protège les espaces extérieurs récréatifs des vents dominants Nord-Ouest et les ouvre au Sud. Le projet articule ainsi les différents éléments du programme, mais aussi les relie aux orientations, aux vues, au relief, au climat.

1 Elévation sud du bâtiment d'enseignement général

2 Plan de masse

Plant Name	Quantity	Plant Size	Plant Spacing
Plant A	10	100cm x 100cm	1.0m x 1.0m
Plant B	20	50cm x 50cm	0.5m x 0.5m
Plant C	30	30cm x 30cm	0.3m x 0.3m
Plant D	40	20cm x 20cm	0.2m x 0.2m
Plant E	50	15cm x 15cm	0.15m x 0.15m



1

2

3

# U

U est le coefficient de transmission surfacique. Le  $U_{bat}$  est le coefficient de transmission surfacique moyen de l'enveloppe du bâtiment considéré. Exprimé en  $W/m^2.K$ , il traduit les déperditions thermiques, et doit être comparé au  $U_{ref}$  qui fixe les performances minimums réglementaires (RT 2000).

BATIMENT	$U_{bat}$	$U_{ref}$	Gain
A	0.66	0.87	24.1 %
B	0.66	0.75	12 %
C	0.67	0.89	24.1 %
D	0.70	0.89	21.3 %

# VIVACES

Les vivaces sont des plantes herbacées qui peuvent vivre plusieurs années.

Vigoureuses et rustiques, elles se déclinent en une multitude de variétés dont les floraisons peuvent se succéder du printemps à l'automne, et offrent une solution "durable" aux problèmes d'entretien.

Un "mixed border" de 90 m x 3,5 m constituera une limite végétale riche (hauteur, couleurs, formes, senteurs,...), singulière et pédagogique (affichage descriptive pour chaque variété).

Alors qu'à l'Ouest, c'est la douve aquatique qui qualifiera l'entrée, c'est le parterre de vivaces qui à l'Est bordera et valorisera la limite Est du site.

## **Nomenclature des plantes vivaces:**

*Aster novae angliae* Mme Loyau, *Hemerocallis hybrids*, *Lavatera hybrides* Burgundy, *Achillea* "Feuerland", *Alcea ficifolia*, *Artemisia lactiflora*, *Astilbe arendsii* Cattleyan, *Filipendula rubra*, *Valeriana officinalis*, *Aster ericoïdes*, *Gaura lindheimeri*, *Lythrum salicaria*, *Rudbeckia fulgida speciosa*, *Gaillardia hybrids*, *Oenothera speciosa*, *Gaura lindheimeri* "Siskiyou Pink", *Chrysanthemum maximum*, *Aster tongolensis*, *Anthemis tinctoria*, *Geranium x oxonianum* Rosenlicht, *Hedera helix* Buyet, *Fragaria William*, *Vinca major*, *Narcissus poeticus*.

## **Nomenclature des plantes aromatiques condimentaires:**

*Chamaemelum nobile* (camomille), *Galium odoratum* (asperule odorante), *Mentha pulegium* (menthe pouliot), *Mentha piperita* (menthe poivrée), *Origanum vulgare* (marjolaine), *Salvia officinalis* (sauge), *Sanguisorba minor* (pimprenelle), *Satureja montana* (sariette), *Thymus serpyllum* (serpolet), *Verbena officinalis* (verveine)

1 Principe du mixed-border

2 Parterre de vivaces

3 Plan de masse avec en bleu la douve aquatique et en rouge le parterre de vivaces



# VUE

Le confort visuel est souvent limité et ramené à une dimension performancielle et technique (éclairage naturel, flux lumineux, température des couleurs,...) Rarement, il est associé à la relation visuelle avec l'extérieur que constitue la vue ou les vues.



3

La colline des "Grands Champs" où s'implante le lycée entretient une réciprocité visuelle singulière avec la colline de "Grands Fonds" et permet d'embrasser un continuum paysager remarquable.

L'implantation séquentielle du bâti, les cadrages, les vides, les transparences, la seat-window du CDI,... sont autant d'éléments qui "construisent" des vues et qui déterminent une qualité environnementale.

- 1 Coupe paysagère sur la vallée
- 2 Le Hall/Préau formant entrée et sa transparence
- 3 Vue depuis l'extrémité du bâtiment d'enseignement général

# WATT

Le watt (w) est l'unité de flux énergétique et thermique. La limitation de ces flux induits par les besoins énergétiques d'un bâtiment est à l'origine de l'évolution des réglementations.

La consommation totale d'énergie d'un bâtiment (chauffage, ventilation, Ecs, éclairage,...) s'exprime sous la forme d'un coefficient nommé C. Ce coefficient doit être inférieur ou égal au coefficient de référence (réglementaire) noté Cref.

BÂTIMENT	COEFF.	COEFF. Cref	Diffé.
A	452872	462007	8,2 %
B	15120	40174	25,2 %
C	63980	87322	28,5 %
D	93507	129041	38,4 %

Pour des performances au-delà de la réglementation, des labels ont été instaurés :

Label HPE : consommation inférieure de 8 % au Cref

Label THPE : consommation inférieure de 15 % au Cref

La façon la plus perfide de nuire à une cause, c'est de la défendre intentionnellement avec de mauvaises raisons.

F. Nietzsche, *Le Gai Savoir*

## Epilogue

Bien d'autres thématiques auraient pu compléter cette "mémoire". En effet, le projet d'architecture est un chantier permanent, technique et culturel, qui ne peut se satisfaire d'une soumission aveugle et systématique à des cibles trop figées.

La forme d'abécédaire essaye de rendre compte d'une démarche de projet ouverte, en "mouvement", plus complexe et riche que la simple mise en oeuvre normative des cibles.

L'histoire nous a montré combien, des mots d'ordre d'un moment (fonctionnalisme, hygiénisme,...) ont trouvé dans le temps leur limite.

Dans son dernier ouvrage intitulé *La grande santé*, le philosophe Olivier RAZAC montre comment l'idéalité de la santé et du corps sain nourrit des peurs, induit le contrôle disciplinaire des corps, produit des valeurs de conservations de soi et, au final, engendre des moralités réactives et ... peu "saines".

La qualité environnementale reste une construction sociale qu'il convient de mettre en perspective et qui nécessite l'éclairage urgent des Sciences Humaines.

La qualité environnementale devenue consensuelle, "mondialisée", ne doit pas détourner l'architecte et tous les acteurs d'engagements complémentaires durables : la culture demeure la cible environnementale première.



Conception graphique: M.MAURICE  
Textes: M.MAURICE, V GIORGIUTTI

# Annexe

## **OPERATION**

LYCEE DU PAYS DE L'ARBRESLE 875 Elèves  
SURFACE SHON:9630 m2  
SURFACE SHOB:17520 m2  
COÛT DES TRAVAUX 15 M€ HT  
LIVRAISON MAI 2008

## **MAITRISE D'OUVRAGE**

REGION RHONE-ALPES  
SERL

## **MAITRISE D'OEUVRE**

ATELIER ARCHE / M.MAURICE  
13 Place J.Ferry 69006 LYON Tél:04.72.74.24.80

THEL-ETB Bureau d'études fluides  
E2CA Economiste  
ARCADIS Bureau d'études structure  
SAFEGE Bureau d'études VRD  
P.PIONCHON Paysagiste  
RL CONSULTANT Cuisiniste  
GENIE ACOUSTIQUE Bureau d'études acoustique