

# Concevoir et construire un bâtiment « zéro énergie » L'école du Centre à Pantin



Méandre, architecture urbanisme et environnement - Emmanuelle Patte - 2008

## PROGRAMMATION

### exemple de l'Ecole à Pantin

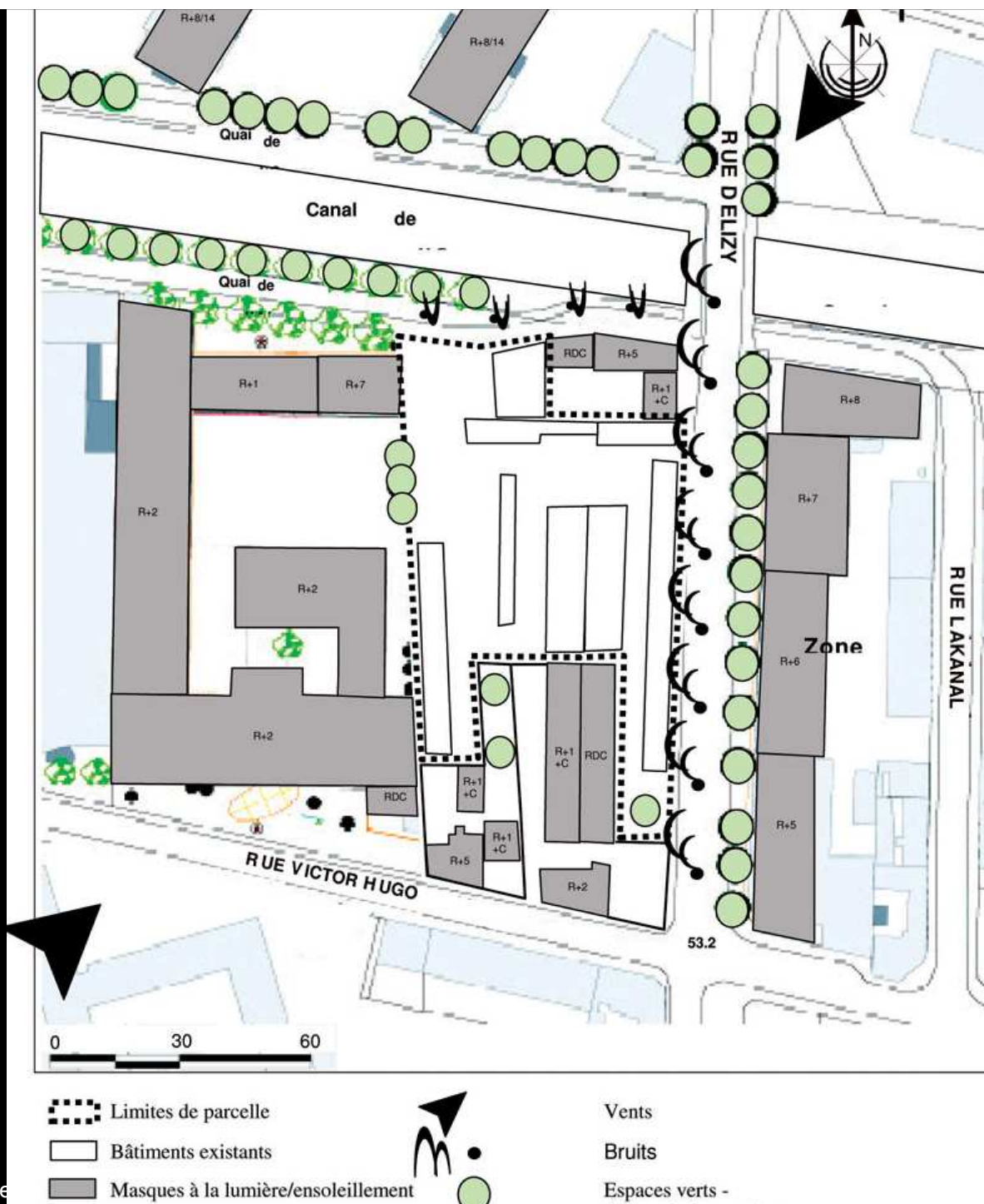


*Plan QE du site*

*Volet DD et QE du Programme*

*rédigé par TRIBU*

Emmanuelle Patte Méandre, architecture, urbanisme



## PROGRAMMATION

### exemple de l'Ecole à Pantin

Impact consommation énergie  
du transport par rapport au bâtiment

Ici 12 classes de 25 soit 300 enfants  
20 adultes

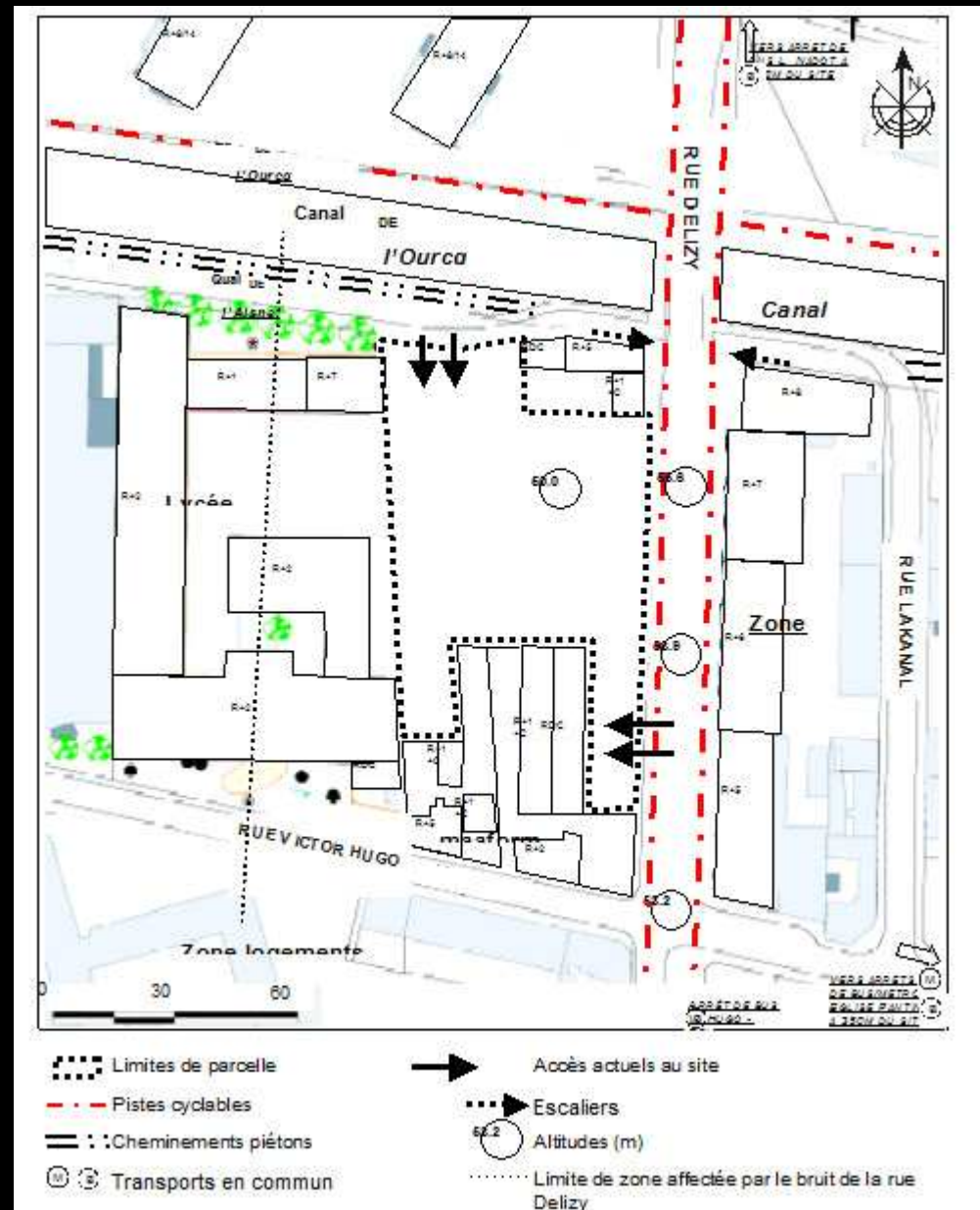
Zone de recrutement 500 m

Éco-comparaison

Calcul de l'impact de  
l'implantation urbaine

*Plan du site Transports et accès*

*Volet DD et QE du Programme rédigé par TRIBU*





# CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

## *Exemple Pantin*

Implantation pour 1 orientation nord/sud : invention par rapport aux autres contraintes et à nos modèles traditionnels.

pour que le soleil entre l'hiver  
mais qu'il ne soit pas trop chaud l'été,  
pour que les classes ne soient pas gênées  
par le bruit

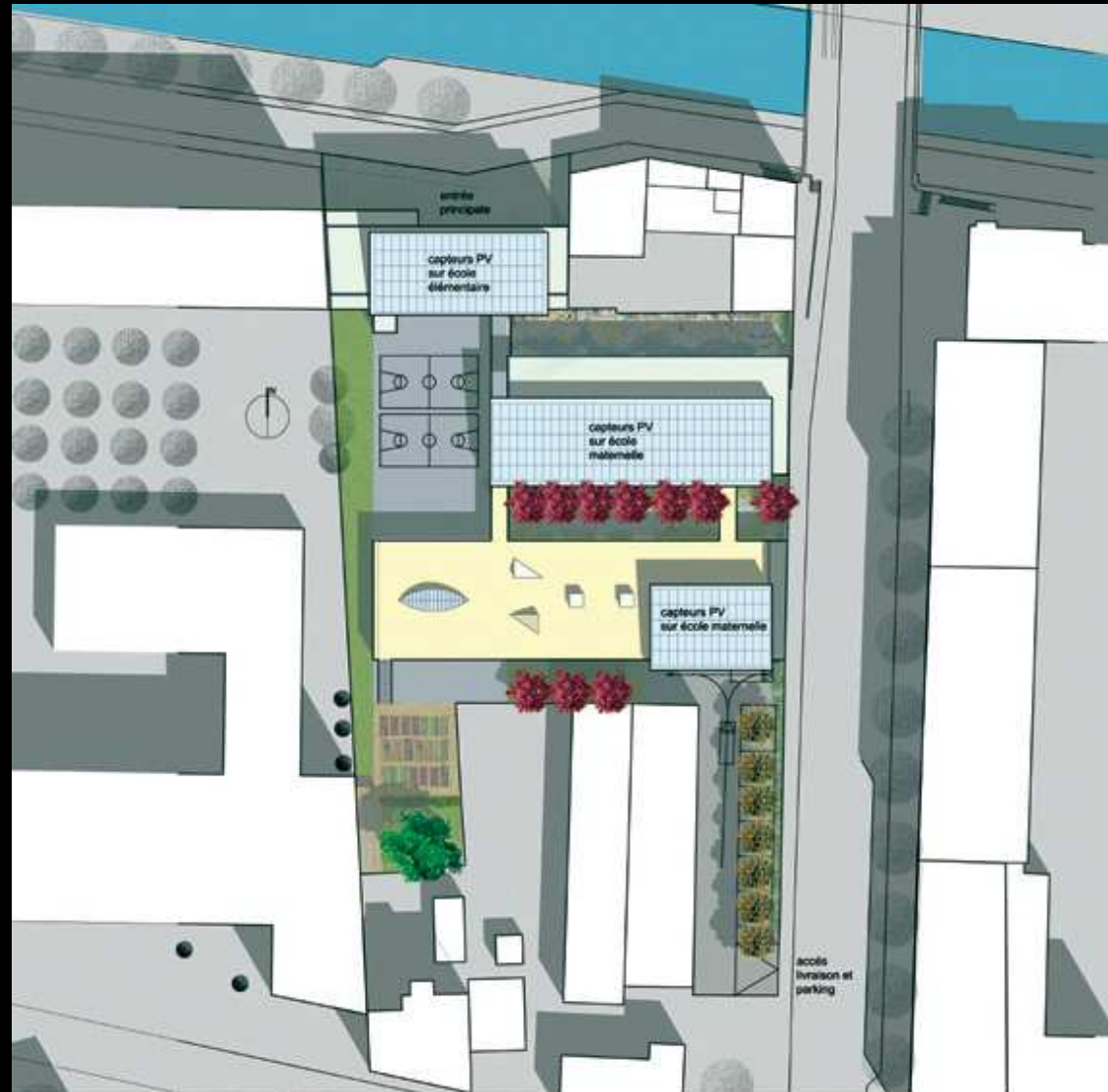
pour qu'il y ait une continuité des espaces  
libres, des jardins

pour adoucir le parcours des piétons rue  
Delizy

(séquences sensorielles pignons en  
bois, dacryl, végétation)

Compacité, empilement  
(évolution du projet)

mais les petites jambes des enfants,  
relation dedans/dehors,  
Lumière naturelle.



*Esquisse Plan Masse*

# CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

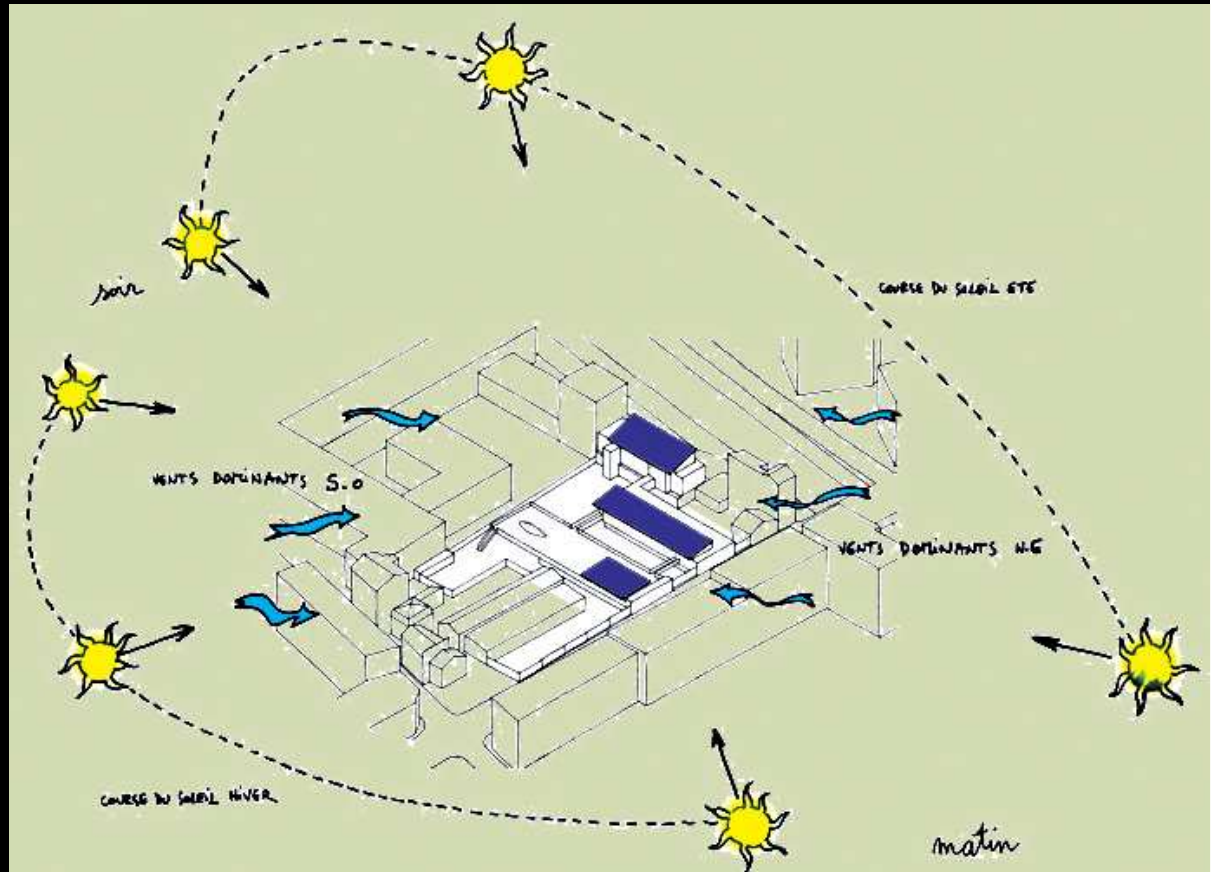
## Exemple Ecole zéro énergie

Implantation pour 1 orientation nord/sud : invention par rapport aux autres contraintes et à nos modèles traditionnels.

pour que le soleil entre l'hiver  
mais qu'il ne soit pas trop chaud l'été,

pour que les cours de récréation soient  
ensoleillées, surtout l'hiver

pour que les capteurs solaires soient  
efficaces



Esquisse axono climat

# CONCEPTION BIOCLIMATIQUE *Exemple Ecole zéro énergie*



NORD-SUD SUR ECOLE ELEMENTAIRE 1/200EME

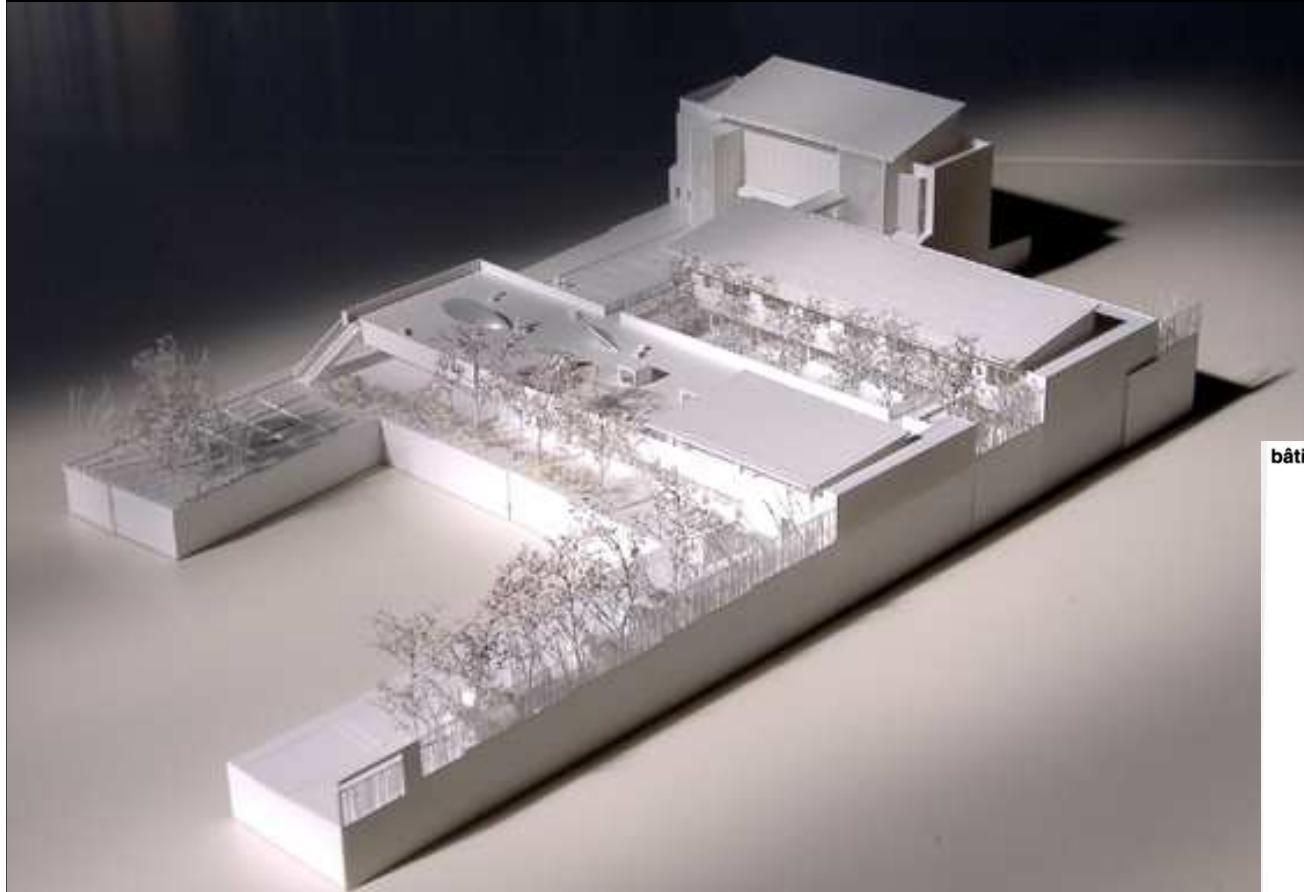
*Concours Coupe Nord Sud : gradation des hauteurs du nord vers le sud*



*Concours Coupe Ouest Est*

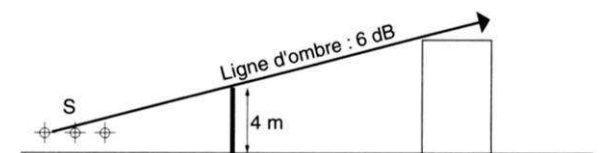
# CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

*Exemple Ecole zéro énergie Espaces extérieurs*



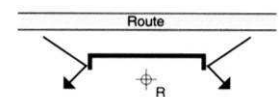
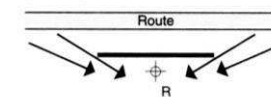
bâtiment et écran antibruit

b) Diminution du niveau sonore due à la présence de l'écran



Pour être réellement efficace, l'écran doit masquer la plus grande partie de la source sonore.

Créer des retours permet de limiter la longueur de l'écran.

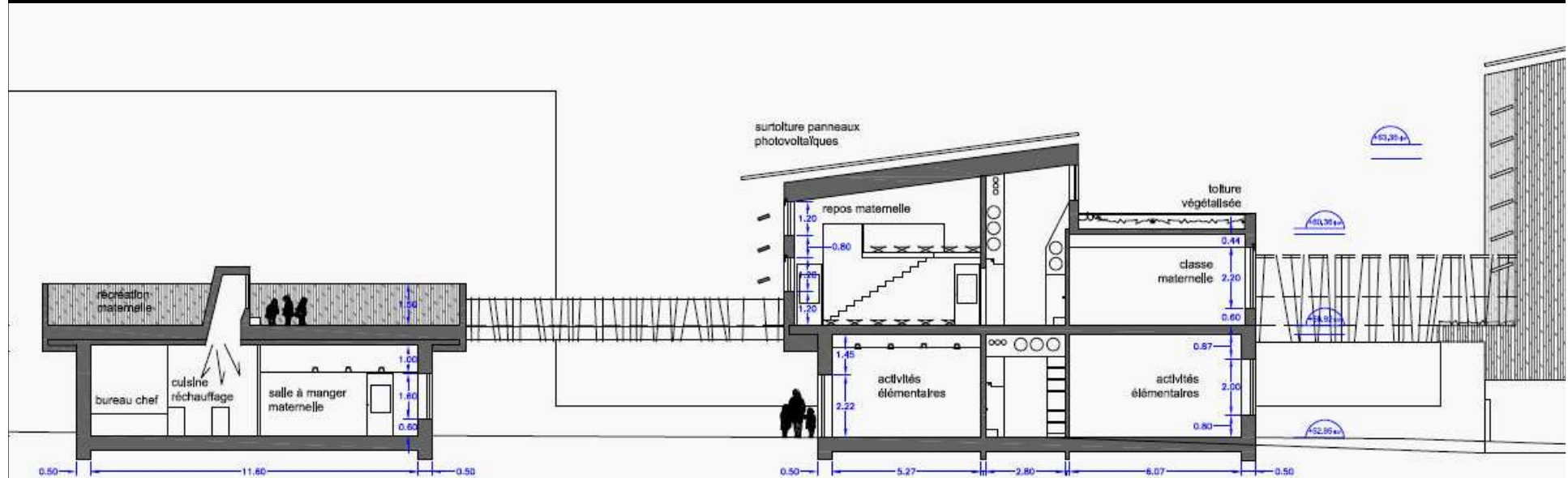


*Maquette Concours séquence rue Delizy*

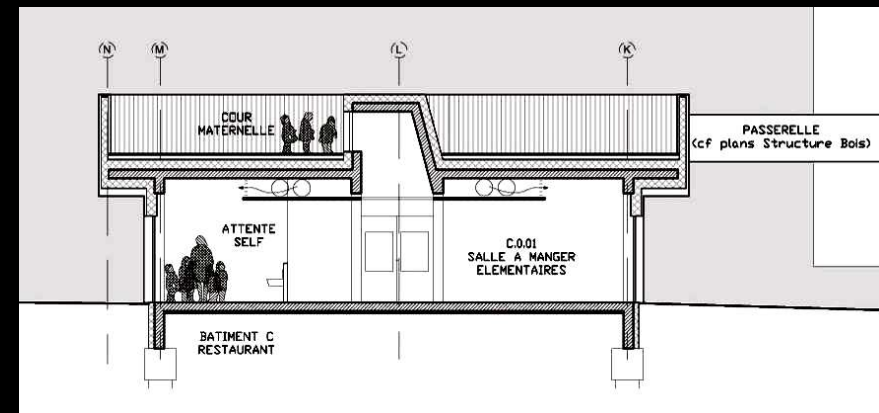
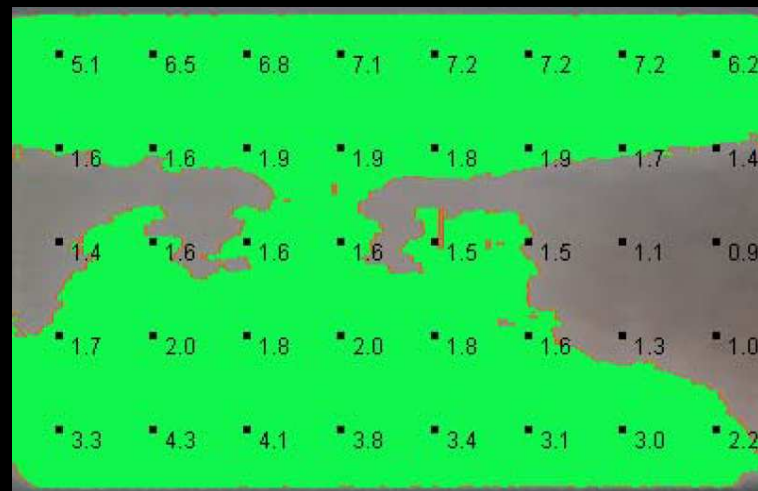


# CONFORT VISUEL - ECLAIRAGE NATUREL

*exemple Ecole à Pantin*



*Coupes APS sur la demi pension*



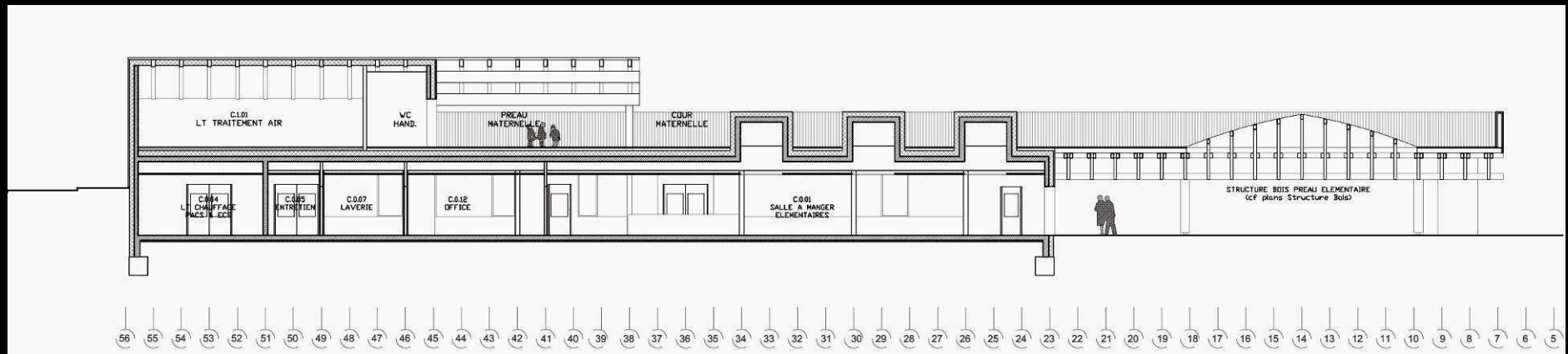
*Coupe APD sur la demi pension*



# CONFORT VISUEL - ECLAIRAGE NATUREL

*exemple Ecole à Pantin*

Faire entrer la lumière naturelle

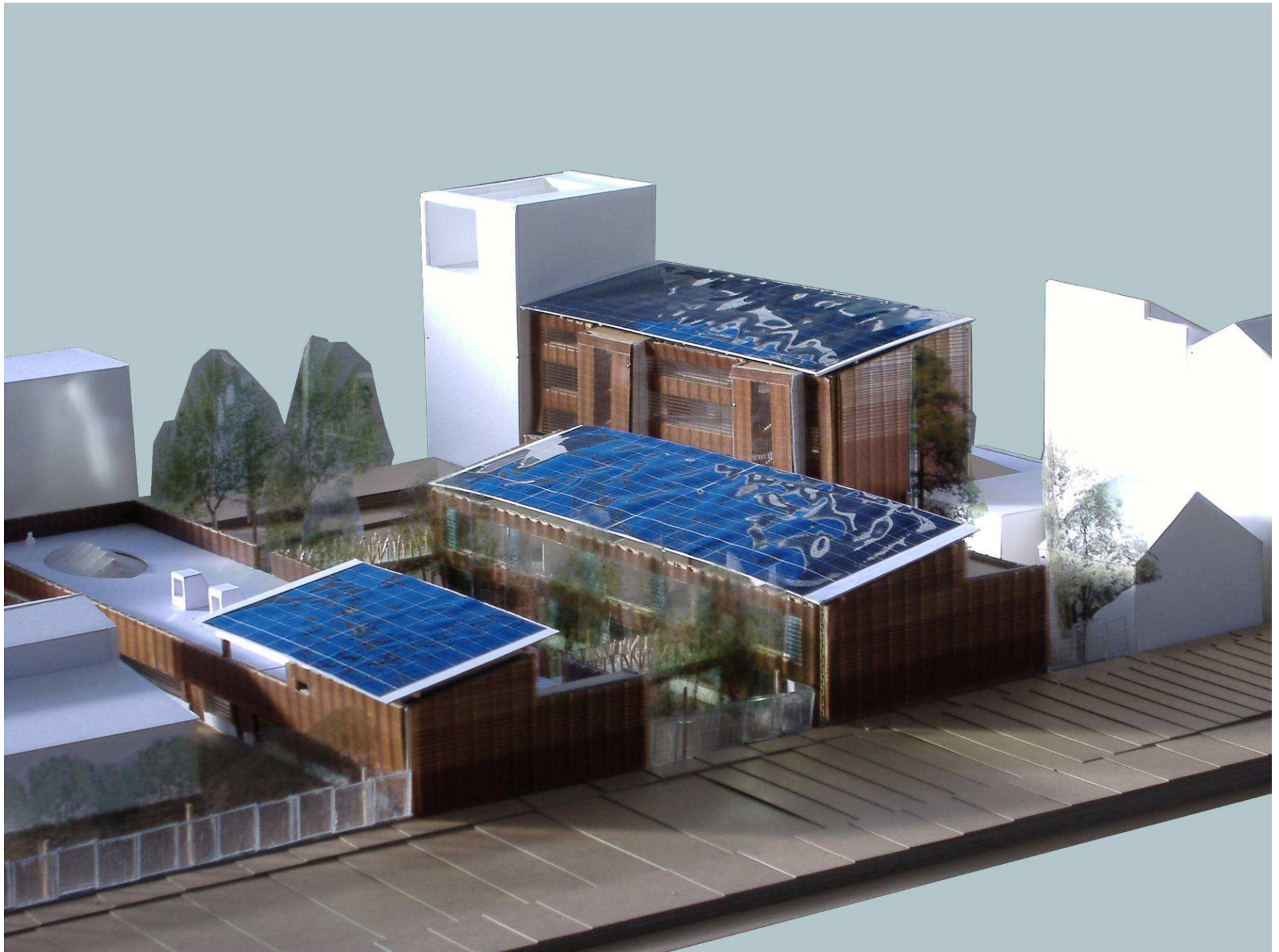


*Coupe APD sur la demi pension et le préau*



*Maquette APD*





EVALUATION

OUTILS

# Calcul de l'impact environnemental du bâtiment avec ECONSTEN

ECONSTEN est un outil d'évaluation environnementale des bâtiments.



Energies demain  
99 rue de Stalingrad  
93100-Montreuil  
01 42 87 23 27



## OUTILS

ECONSTEN analyse l'influence des matériaux sur le profil environnemental du bâtiment pendant tout son cycle de vie (construction, utilisation, démolition).

Le profil environnemental est exprimé par 5 indicateurs :

- l'énergie primaire consommée en eq. MJ/an
- la contribution à l'effet de réchauffement global en kg CO<sup>2</sup>/an
- la consommation d'eau en l/an
- la production de déchets ultimes en eq kg/an
- la production de déchets radioactifs en m<sup>3</sup>/an

*Nicolas, explication sur les unités ?*

## EVALUATION OUTILS ECONSTEN

Le profil environnemental est exprimé par 5 indicateurs :

- l'énergie primaire consommée en eq. MJ/an
- la contribution à l'effet de réchauffement global en kg CO<sup>2</sup>/an
- la consommation d'eau en l/an
- la production de déchets ultimes en eq kg/an
- la production de déchets radioactifs en m<sup>3</sup>/an

Le résultat est exprimé en impact annuel.

Ce qui est habituel pour la phase « **exploitation** » où l'on exprime la consommation en kWh/m<sup>2</sup>/an.

L'exploitation est la phase du cycle de vie du bâtiment qui pèse le plus lourd pour les bâtiments existants.

$$1 \text{ MJ} = 0,278 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,60 \text{ MJ}$$

## EVALUATION OUTILS ECONSTEN

Pour la phase construction, on annualise les données.

### Les quantités

(énergie grise, émission de GES, production de déchets et consommation d'eau) nécessaires à la fabrication, le transport et la mise en œuvre d'un matériau (ex kg de béton ou d'une unité fonctionnelle (ex une fenêtre)

sont divisées par la durée de vie estimée de chaque composante du bâtiment (ex 100 ans pour le béton, 30 ans pour 1 fenêtre).

Idem pour la fin de vie.

Les impacts de dépose, transport, séparation, tri, recyclage, réutilisation, ou élimination sont divisés par la durée de vie de l'élément concerné.



### Intérêt de l'annualisation

Le résultat tient compte de la durée de vie du bâtiment, et de ses différentes composantes.

On peut comparer le « poids » environnemental de la construction avec celui de l'exploitation.

### Limite

C'est une hypothèse.

(ex. : certains bâtiments construits il ya 20/30 ans que l'on démolit aujourd'hui)

La durée de vie réelle d'un élément (ou d'un bâtiment) ne correspond que très rarement à sa capacité, mais plutôt à l'usage ou à la perte d'usage.

## EVALUATION OUTILS ECONSTEN

Concrètement 3 type de feuilles de calcul

- Les pages de saisie, à renseigner par l'utilisateur.
- Les feuilles de calcul et de comparaison, qui montre le profil environnemental du bâtiment suivant les éléments saisis.  
  
Ou la comparaison entre base et variante constructive.  
Avec les 5 indicateurs et les 3 phases.
- La feuille de données contient le profil environnemental de chaque élément.  
Elle est protégée, non modifiable par l'utilisateur.

## Saisie 1 & 2, (Base ou Option) à renseigner par l'utilisateur.



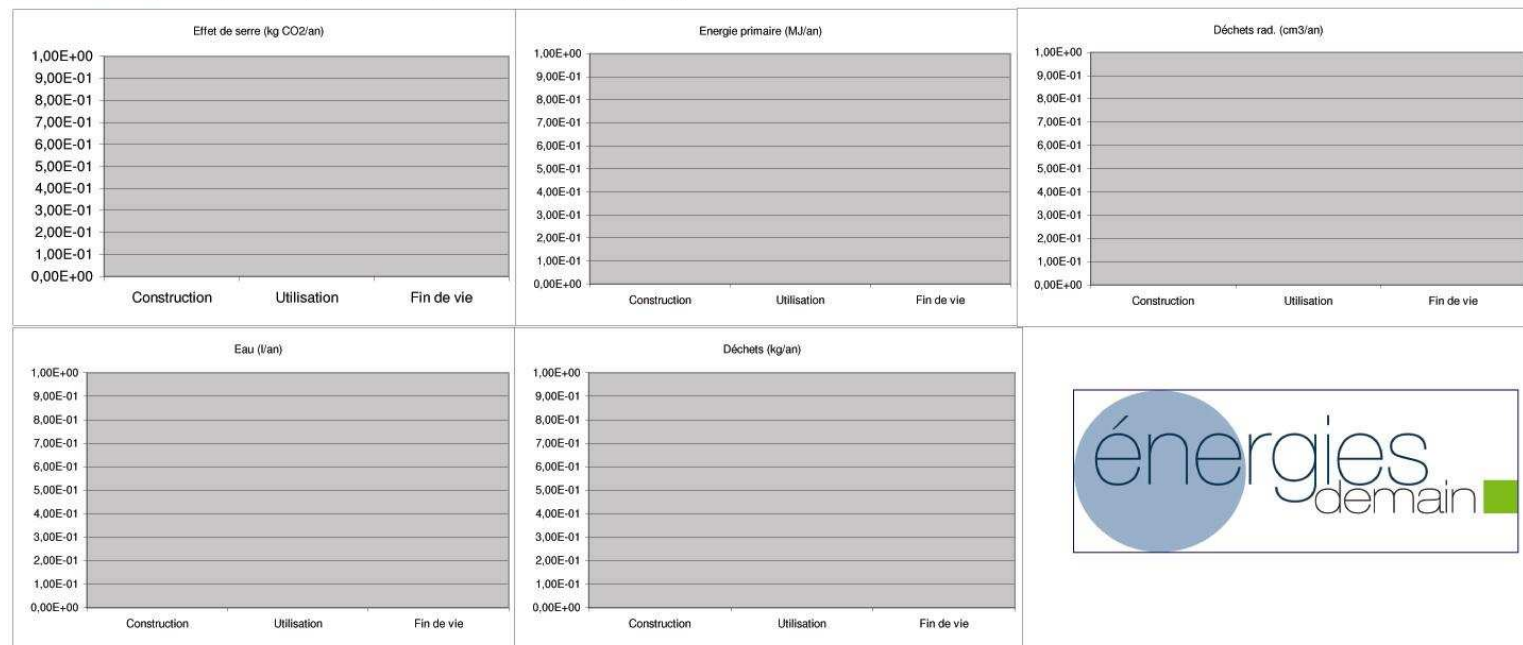
### Option 1

| Construction              |               |                              |               | Utilisation (consommations énergétiques) |                   |
|---------------------------|---------------|------------------------------|---------------|------------------------------------------|-------------------|
| Matériaux de construction |               | Transp. fabrication-chantier |               |                                          |                   |
| Matériaux (kg)            | Quantité (kg) | Type de transp.              | Distance (km) | Type d'énergie chauffage                 | Quantité (MWh/an) |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           | Vide                                     | 0                 |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           | Vide                                     | 0                 |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           | Vide                                     | 0                 |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           | Vide                                     | 0                 |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Matériaux (m²)            | Surface (m²)  | Type de transport            | Distance (km) | Climatisation et ventilation             | Quantité (MWh/an) |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           | Electricité base                         | 0                 |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |
| Vide                      | 0             | Camion 28t                   | 100           |                                          |                   |

# Feuille de Résultat ou Comparaison

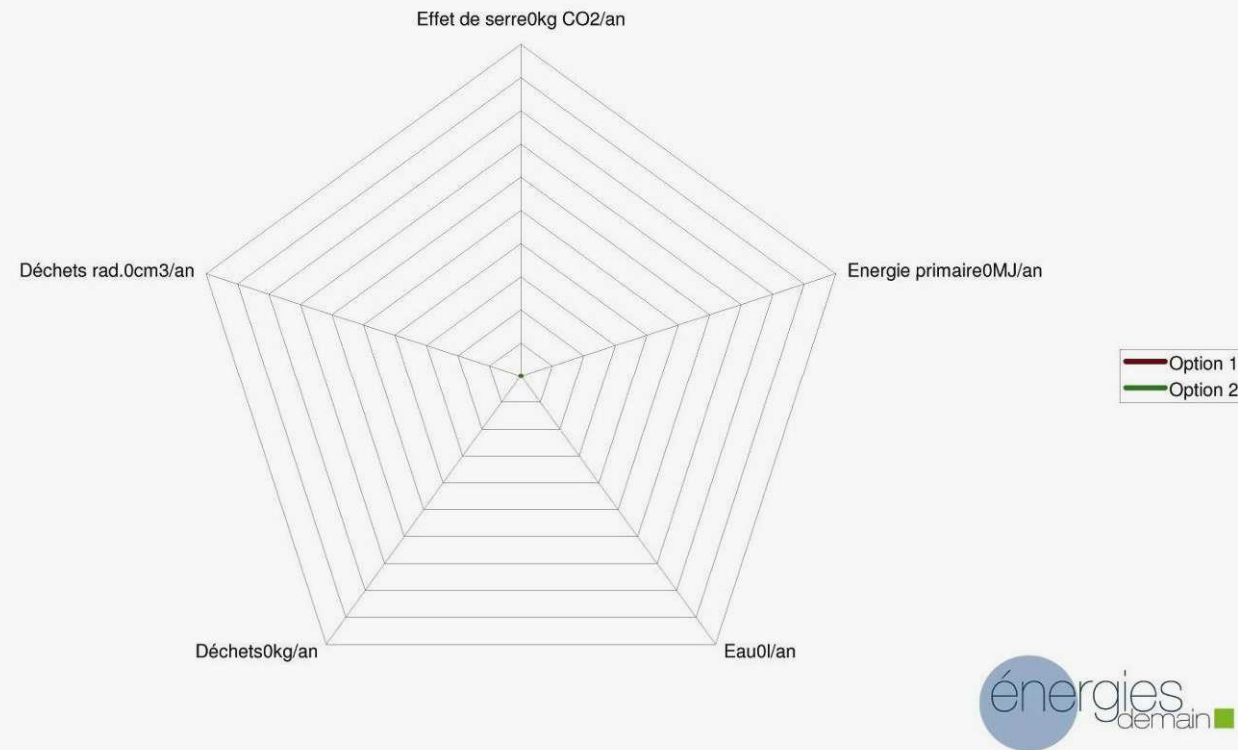
Option 1

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL    |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|----------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 0,00E+00   | 0,00E+00 |
| Energie primaire (MJ/an)   | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 0,00E+00   | 0,00E+00 |
| Eau (l/an)                 | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 0,00E+00   | 0,00E+00 |
| Déchets (kg/an)            | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 0,00E+00   | 0,00E+00 |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 0,00E+00     | 0,00E+00    | 0,00E+00   | 0,00E+00 |





## Feuille de Résultat ou Comparaison



EVALUATION  
ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

## Ville de PANTIN

### Construction de l' ECOLE DU CENTRE

groupe scolaire zéro énergie et démarche HQE



### SIMULATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU BÂTIMENT

*Méandre, architectes*  
99 rue de Stalingrad 93100 Montreuil  
Tél 01 43 63 23 44 - fax 01 43 63 11 46  
atelier.méandre@wanadoo.fr

avec : *Energies demain*  
99 rue de Stalingrad 93100 Montreuil  
Tél 01 42 87 23 27

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Hypothèses

## 1) Hypothèses

Les matériaux pris en compte sont ceux du gros œuvre et du second œuvre.  
Le mobilier (agencement et cuisine) et les aménagements extérieurs ne font pas partie de la simulation.

Les matériaux pris en compte en fonction des lots définis à l'APD sont les suivants :

| Lot                                                   | Matériaux                      | Localisation                                                                                               |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1-Fondations profondes                                | Béton                          | Pieu, tête de pieu, dalles                                                                                 |
| 2-Gros œuvre                                          | Acier (armature béton)         | Armature béton                                                                                             |
| 3-Charpente - Murs à ossature bois                    | BM Poutres                     | Préau BM                                                                                                   |
|                                                       | BM Planches                    | Platelage, solives et contreventement BM                                                                   |
|                                                       |                                | Platelage plancher et plafond BM                                                                           |
|                                                       |                                | Bardage Pin maritime                                                                                       |
|                                                       |                                | Parois intérieures porteuses et contreventante BM                                                          |
|                                                       |                                | Poteaux, allèges et linteaux, solivages, arbalétriers, pannes, structure préau et passerelles, garde-corps |
|                                                       | BLC                            | Isolant Parois intérieures porteuses et contreventante                                                     |
|                                                       | Laine de verre                 | Isolant Façade                                                                                             |
|                                                       | Laine de roche                 | Façade                                                                                                     |
|                                                       | Laine de bois (Agapan)         | Pare pluie Murs extérieurs Ferrari (kg/m²)                                                                 |
|                                                       | Polyacrylique                  | Parois intérieures porteuses et contreventante Triply                                                      |
|                                                       | Bois Aggloméré plaque (Triply) | Préau support étanchéité Triply                                                                            |
| 4-Isolation par l'extérieur - Revêtement façade béton | Béton                          | Bardage béton RDC                                                                                          |
| 5-Etanchéité                                          | Polyacrylique                  | Pare pluie sous panneaux photovoltaïques (kg/m²)                                                           |
|                                                       | Polyoléfine (FPO)              | Etanchéité toiture cour maternelles membrane Sarnafil T (kg/m²)                                            |
|                                                       | Laine de roche                 | Isolant toiture                                                                                            |
|                                                       | Argile                         | Couche drainante toiture végétalisée                                                                       |
|                                                       | Terre                          | Terre végétale toiture végétalisée                                                                         |
| 6-Menuiseries extérieures bois - Stores d'occultation | Alu / Bois double vitrage (m²) | Fenêtres, portes                                                                                           |
|                                                       | Alu / Bois triple vitrage (m²) | Fenêtres, portes                                                                                           |
|                                                       | Verre                          | Rue Delizy pavé de verre                                                                                   |
| 7-Serrurerie                                          | Aluminium                      | Grille de ventilation (kg/m²)                                                                              |
|                                                       | BM Planches                    | Marches escaliers extérieurs                                                                               |
|                                                       |                                | Escaliers extérieurs, portails et portillons, caillebotis, mains courants, garde-corps, passerelles        |
|                                                       | Acier                          |                                                                                                            |
| 8-Menuiserie intérieure bois                          | Portes intérieures (m²)        | Portes intérieures                                                                                         |

|                                                                              |                      |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 9-Agencement mobilier > Non compris dans la simulation                       |                      |                                                                                    |
| 10-Platerie                                                                  | Plâtre recyclé       | Cloisons séparatives Fermacell 10 et 15 cm, habillage acoustique                   |
|                                                                              |                      | Fermacell isolé                                                                    |
|                                                                              | Plaque de plâtre     | Habillage plaque de plâtre                                                         |
|                                                                              |                      | Enduits plâtrés sur BA                                                             |
|                                                                              | Laine de verre       | Remplissages cloison séparative 10                                                 |
|                                                                              |                      | Remplissages cloison séparative 15                                                 |
|                                                                              |                      | Remplissages revêt. Acoustique                                                     |
| 11-Peinture                                                                  | Peinture (m²)        | Revêtement parois murale, peinture sur ouvrage métallique, sur boiserie intérieure |
| 12-Plafonds suspendus                                                        | Plaque de plâtre     | Faux plafonds                                                                      |
|                                                                              | Fibrafutura          | Faux plafonds acoustique Fibrafutura (16kg/m2 en 50mm d'épaisseur)                 |
|                                                                              | Laine de verre       | FP 600x600 Ecophon                                                                 |
| 13-Carrelage - Faïence murale                                                | Carrelage            | Carrelage sol, plinthe, faïence murale cuisine                                     |
|                                                                              | Ciment               | Ciment chape flottante                                                             |
|                                                                              | Polystyrène extrudé  | Isolant plancher RDC                                                               |
|                                                                              | Laine de roche       | Isolant plancher R+1, R+3                                                          |
|                                                                              |                      | Isolant chape flottante Domisol plancher R+2                                       |
| 14-Revêtement sol collé                                                      | Caoutchouc           | Linoleum, plinthes si en remontée                                                  |
|                                                                              | BM Planches          | Parquet, platelage sur cour maternelle                                             |
|                                                                              |                      | Plinthes                                                                           |
|                                                                              |                      | Protection angles                                                                  |
| 15-Ascenseur                                                                 | Acier                |                                                                                    |
| 16-Plomberie - CVC > Non pris en compte dans la simulation                   | Acier / Cuivre / PVC | Conduits de ventilations, tuyaux eau                                               |
| 17-Courants forts - Courants faibles > Non pris en compte dans la simulation |                      | Fils électriques                                                                   |
| 18-Panneaux photovoltaïques                                                  | Panneaux (m²)        | Toiture                                                                            |
| 19-Cuisine > Non pris en compte dans la simulation                           |                      |                                                                                    |
| 20-Nettoyage chantier > Non pris en compte                                   |                      |                                                                                    |
| 21-Enrobé - VRD - Réseaux EU - EP > Non pris en compte dans la simulation    |                      |                                                                                    |
| 22-Aménagements extérieurs > Non pris en compte dans la simulation           |                      |                                                                                    |

Les éléments représentants de très petites quantités de matières ne sont pas pris en compte dans la simulation (éléments de fixation, etc....).

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

## École

## Zéro énergie

## à Pantin

Saisie des données  
Base

### 2) Simulations

Le modèle de base correspond à l'école 0 énergie telle qu'elle est conçue actuellement.  
Ce modèle est comparé à plusieurs variantes pour permettre de voir les conséquences de différents choix constructifs sur l'impact environnemental du bâtiment.

#### 1. Base :

(Quantité en kg)

| Matériaux                      | Base    |
|--------------------------------|---------|
| Béton B25                      | 4671162 |
| BM Poutres                     | 17050   |
| BM Planches                    | 72280   |
| Bois Lamellé collé             | 113760  |
| Laine de roche                 | 156325  |
| laine de bois (Agepan)         | 15171   |
| Polyacrylique                  | 1198    |
| Bois aggloméré plaque (Triply) | 5198    |
| Polyoléfine (FPO)              | 900     |
| Argile                         | 19295   |
| Terre                          | 14188   |
| Fenêtre double vitrage (m²)    | 482     |
| Fenêtre triple vitrage (m²)    | 552     |
| Verre                          | 14160   |
| Aluminium                      | 66      |
| Acier                          | 12570   |
| Portes intérieures (m²)        | 237     |
| Plâtre recyclé                 | 108717  |
| Plaque de plâtre               | 41753   |
| Fibrafutura                    | 37536   |
| Peinture (m²)                  | 8302    |
| Laine de verre                 | 5848    |
| Carrelage                      | 20976   |
| Ciment                         | 177100  |
| Polystyrène extrudé            | 3024    |
| Caoutchouc                     | 59225   |
| Panneaux photovoltaïques (m²)  | 1179    |
| Acier armature béton           | 160000  |

Consommation été -23 MWh/an

Consommation hiver 20 MWh/an

Consommation d'eau 542m3/an

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

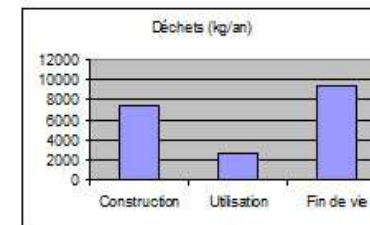
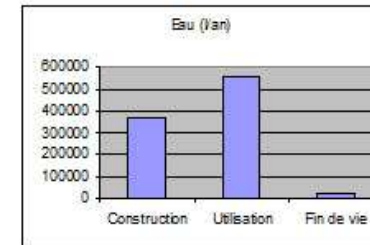
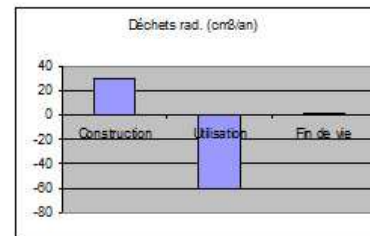
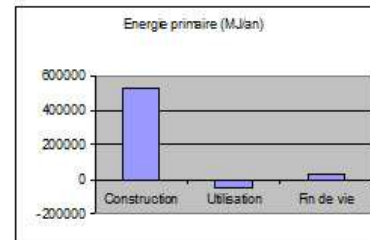
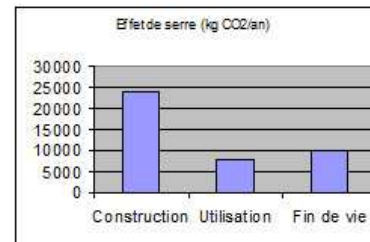
Résultats  
(base)

Note : 1 MJ = 0,278 kWh  
donc 193 MJ = 54 kWh  
non négligeable !

## 1) Base

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 24022        | 7688        | 9992       | 41702  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 523966       | -40750      | 31584      | 514800 |
| Eau (l/an)                 | 362906       | 556502      | 18650      | 938057 |
| Déchets (kg/an)            | 7373         | 2806        | 7781       | 17960  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -60         | 1          | -30    |

### Résultats par indicateurs au cours du cycle de vie



Dans ces résultats, le poids de la phase construction par rapport à la phase utilisation est inhabituel et correspond à la particularité d'un bâtiment Energie 0, alors que dans un bâtiment normal le poids environnemental de l'exploitation est 3 fois plus important que celui de la construction (voir la variante RT 2005).

Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus sur le cycle de vie à d'autres bâtiments ou projet, les données du modèle de base correspondant aux 5 indicateurs ont été rapportées à la surface dans l'œuvre du bâtiment :

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  | SDO (m²) | Indicateurs / SDO (m²) |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|----------|------------------------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 24022        | 7688        | 9992       | 41702  | 2660     | 15                     |
| Energie primaire (MJ/an)   | 523966       | -40750      | 31584      | 514800 |          | 193                    |
| Eau (l/an)                 | 362906       | 556502      | 18650      | 938057 |          | 352                    |
| Déchets (kg/an)            | 7373         | 2806        | 7781       | 17960  |          | 6                      |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -60         | 1          | -30    |          | -0,01                  |



# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

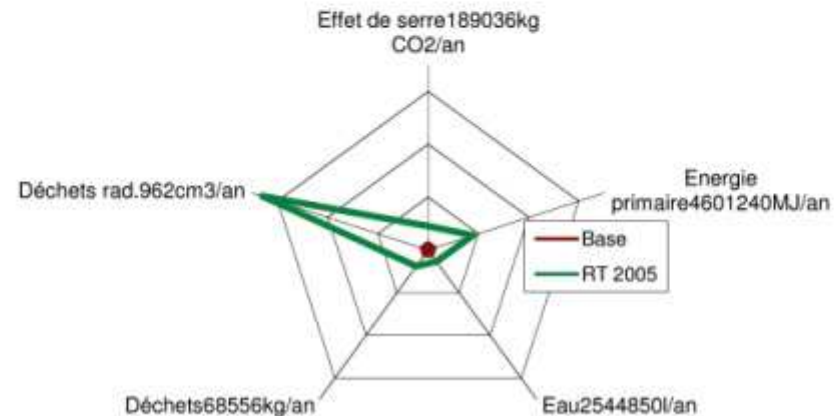
Comparaison  
zéro-énergie/ RT2005

## Comparaison Base / RT 2005 par indicateurs

|                            | Base   | RT 2005 |
|----------------------------|--------|---------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702  | 189036  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800 | 4601240 |
| Eau (l/an)                 | 938057 | 2544850 |
| Déchets (kg/an)            | 17960  | 68556   |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30    | 962     |

Comparaison Base / RT 2005 par indicateurs en valeur relative (Base = 1)

|                               | Base | RT 2005 |
|-------------------------------|------|---------|
| Effet de serre 41677kg CO2/an | 1    | 5       |
| Energie primaire 514530MJ/an  | 1    | 9       |
| Eau 938214l/an                | 1    | 3       |
| Déchets 19725kg/an            | 1    | 4       |
| Déchets rad. -30cm3/an        | 1    | 33      |



## EVALUATION ECONSTEN

Exemple

# École

# Zéro énergie

# à Pantin

*Ecole du Centre à Pantin (93) – suivi démarche Qualité Environnementale et Développement Durable*

La variante RT 2005 est celle qui présente le plus de variation par rapport au modèle de base.

Au cours du cycle de vie du bâtiment, la construction et la fin de vie présentent des différences peu importantes : le modèle de base est moins performant sur ces deux phases par rapport à la variante RT 2005, la quantité de matériaux utilisée étant plus importante (notamment la quantité d'isolant).

La phase d'utilisation du bâtiment présente des variations très significatives. En effet, dans cette variante, les économies d'énergie faites grâce à la performance de l'enveloppe mise en œuvre dans la phase construction, les panneaux photovoltaïques et tout le bénéfice dû à la production d'électricité sont supprimés. De plus, la simulation est basée sur deux saisons qui correspondent à deux mix de production d'électricité, aux caractéristiques différentes (électricité chauffage en hiver et électricité produite en régime de base en été). Dans la variante, le bâtiment consomme principalement de l'énergie chauffage, ce qui va peser fortement sur le résultat final.

*(L'amortissement du bâtiment, en comparaison avec la variante RT 2005 est présenté dans la suite de ce document).*

## Comparaison zéro-énergie/ RT2005

### 6) Amortissement du bâtiment

Dans la comparaison entre le modèle de base et la variante RT 2005, le modèle de base est moins performant au niveau de la construction et de la fin de vie.

L'amortissement de ces deux phases est réalisé au cours de la phase utilisation du bâtiment.

| Indicateurs                | Différence Construction + Fin de vie Base/RT 2005 |                                      |                                           | Différence Utilisation Base / RT 2005 | Durée d'amortissement (an) |
|----------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                            | Durée de vie                                      | Différence Construction + fin de vie | Différence en fonction de la durée de vie |                                       |                            |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 80                                                | 4949                                 | 395927                                    | 152283                                | 2,6                        |
| Energie primaire (MJ/an)   | 80                                                | 73495                                | 5879629                                   | 4159935                               | 1,4                        |
| Eau (l/an)                 | 80                                                | 107288                               | 8583064                                   | 1714081                               | 5,0                        |
| Déchets (kg/an)            | 80                                                | 3830                                 | 306361                                    | 54426                                 | 5,6                        |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 80                                                | 5                                    | 383                                       | 997                                   | 0,4                        |

Si l'on considère une durée de vie de 80 ans pour l'Ecole du Centre de Pantin, tous les surcoûts environnementaux dû à la construction et à la fin de vie seront compensés en maximum 5 ans et demi d'utilisation.

I

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
récupération EP

## 5. Variante récupération des eaux pluviales :

Simulation selon l'hypothèse de récupération des eaux pluviales pour l'arrosage, le lavage du parking et pour l'alimentation des cuvettes de WC des sanitaires de l'école (économie d'eau potable de 250 m3 / an)

Les quantités qui varient par rapport à la base sont indiquées en rouge.  
(Quantité en kg)

| Matériaux                      | Base    |
|--------------------------------|---------|
| Béton B25                      | 4671162 |
| BM Poutres                     | 17050   |
| BM Planches                    | 72280   |
| Bois Lamellé collé             | 113760  |
| Laine de roche                 | 156325  |
| laine de bois (Agepan)         | 15171   |
| Polyacrylique                  | 1198    |
| Bois aggloméré plaque (Triply) | 5198    |
| Polyoléfine (FPO)              | 900     |
| Argile                         | 19295   |
| Terre                          | 14188   |
| Fenêtre double vitrage (m²)    | 482     |
| Fenêtre triple vitrage (m²)    | 552     |
| Verre                          | 14160   |
| Aluminium                      | 66      |
| Acier                          | 12570   |
| Portes intérieures (m²)        | 237     |
| Platre recyclé                 | 108717  |
| Plaque de platre               | 41753   |
| Fibrafutura                    | 37536   |
| Peinture (m²)                  | 8302    |
| Laine de verre                 | 5848    |
| Carrelage                      | 20976   |
| Ciment                         | 177100  |
| Polystyrène extrudé            | 3024    |
| Caoutchouc                     | 59225   |
| Panneaux photovoltaïques (m²)  | 1179    |
| Acier armature béton           | 160000  |

Consommation été -23,4125  
Consommation hiver 19,67

Consommation d'eau 542m3/an  
Récupération des eaux pluviales 250 m3/an



# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
récupération EP

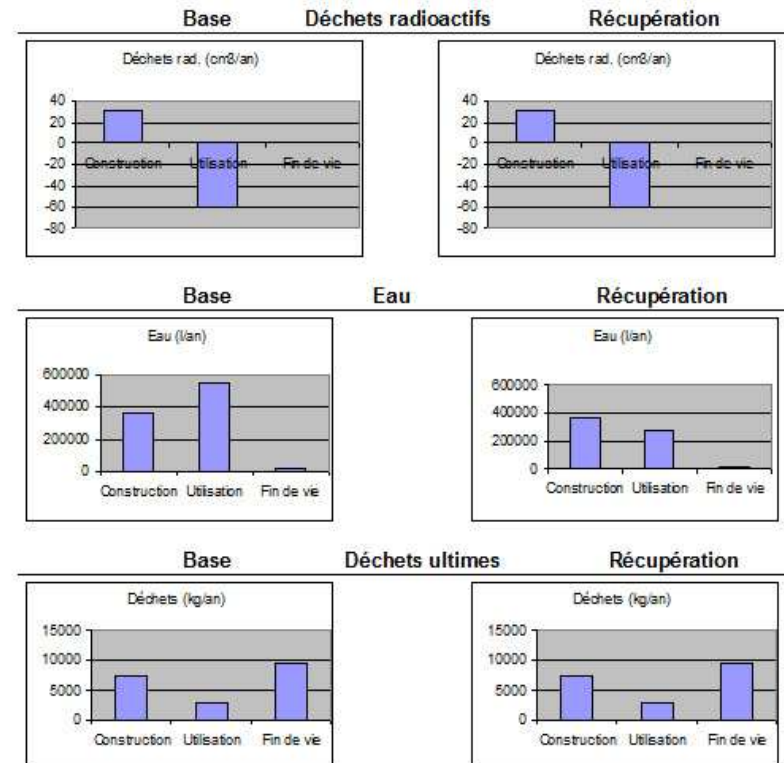
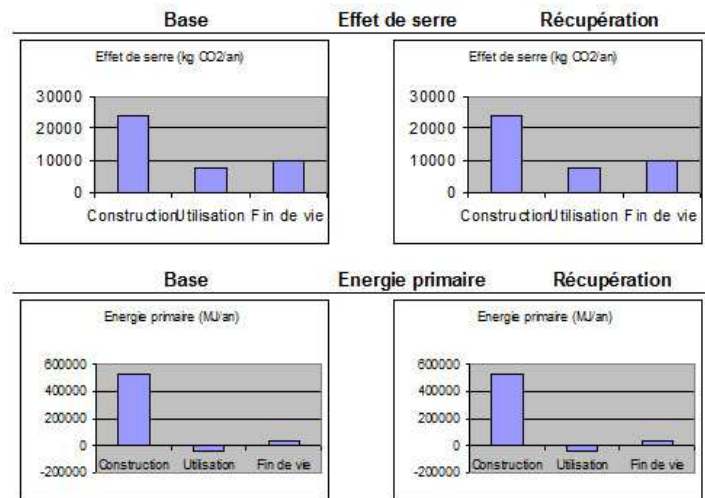
## 5) Variante Récupération des eaux pluviales

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 24022        | 7454        | 9992       | 41468  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 523966       | -43507      | 31584      | 512043 |
| Eau (l/an)                 | 362906       | 270213      | 18650      | 651769 |
| Déchets (kg/an)            | 7373         | 2512        | 7781       | 17667  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -61         | 1          | -31    |

### Base

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 24022        | 7688        | 9992       | 41702  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 523966       | -40750      | 31584      | 514800 |
| Eau (l/an)                 | 362906       | 556502      | 18650      | 938057 |
| Déchets (kg/an)            | 7373         | 2806        | 7781       | 17960  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -60         | 1          | -30    |

### Résultats au cours du cycle de vie





# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

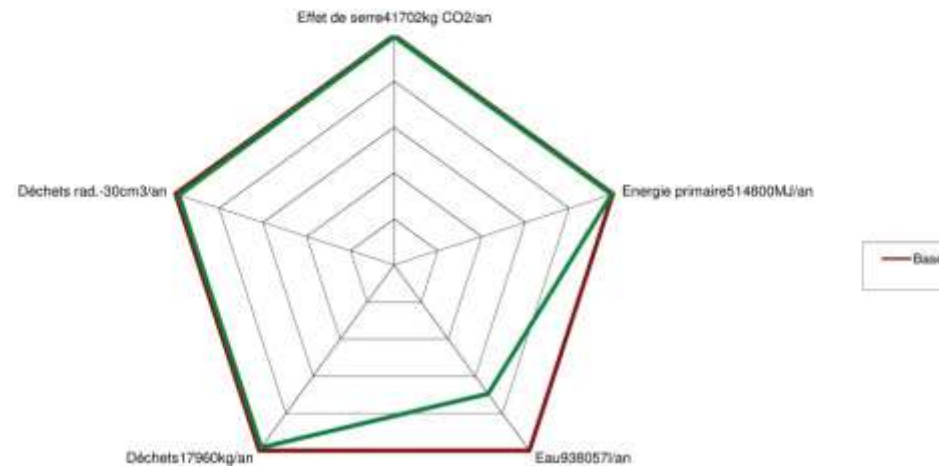
Comparaison  
récupération EP

## Récupération des eaux pluviales : résultat au cours du cycle de vie

|                            | Base   | Récupération<br>eau |
|----------------------------|--------|---------------------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702  | 41468               |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800 | 512043              |
| Eau (l/an)                 | 938057 | 651769              |
| Déchets (kg/an)            | 17960  | 17667               |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30    | -31                 |

Comparaison Base / Récupération des eaux pluviales par indicateurs

|                               | Base | Récupération<br>eau |
|-------------------------------|------|---------------------|
| Effet de serre 41677kg CO2/an | 1    | 0,99                |
| Energie primaire 514530MJ/an  | 1    | 0,99                |
| Eau 938214l/an                | 1    | 0,69                |
| Déchets 19725kg/an            | 1    | 0,98                |
| Déchets rad. -30cm3/an        | 1    | 0,98                |



## EVALUATION ECONSTEN

Exemple

# École

# Zéro énergie

# à Pantin

*Ecole du Centre à Pantin (93) – suivi démarche Qualité Environnementale et Développement Durable*

La récupération de l'eau de pluie a une influence uniquement sur la phase utilisation du bâtiment.

La consommation d'eau des utilisateurs est modélisée dans le logiciel à la fois par l'étape production et par l'étape traitement de l'eau. Ces deux étapes vont avoir un impact sur l'ensemble des 5 critères. La récupération d'eau permet donc en phase d'utilisation d'améliorer les 5 critères, la consommation en eau restant logiquement le critère le plus significatif.

Dans la phase utilisation, l'eau consommée par le bâtiment correspond à l'eau consommée par les utilisateurs, à l'eau liée à la consommation d'électricité et à l'eau économisée par la production d'électricité.

Sur la phase utilisation, la récupération des eaux de pluie divise par deux la consommation d'eau du bâtiment par an.

Sur l'ensemble du cycle de vie, la récupération d'eau permet d'économiser un tiers de la consommation totale d'eau.

Comparaison  
récupération EP

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Saisie  
Base/ béton

## 2. Variante Béton :

Simulation de l'école avec une structure en béton uniquement.

Le modèle de base comprend une quantité de béton correspondant à l'infrastructure du bâtiment et aux planchers bas des niveaux RDC et R+1.

Dans cette variante, les dalles des niveaux R+2 et R+3 (initialement en ciment et poutres bois) et la structure des bâtiments (poutres bois et cloisons contreventantes) et du préau sont conçus en béton. L'isolation est renforcée afin de conserver la même performance par rapport à la version de base.

Les quantités qui varient par rapport à la base sont indiquées en rouge.  
(Quantité en kg) (masse volumique du bois 600 kg par m3)

| Matériaux                      | Variante | Base    | Delta                       |
|--------------------------------|----------|---------|-----------------------------|
| Béton B25                      | 5384162  | 4671162 |                             |
| BM Poutres                     | 0        | 17050   | 78 tonnes<br>soit<br>130 m3 |
| BM Planches                    | 69145    | 72280   |                             |
| Bois Lamellé collé             | 55800    | 113760  |                             |
| Laine de roche                 | 168871   | 156325  |                             |
| laine de bois (Agepan)         | 15171    |         |                             |
| Polyacrylique                  | 1198     |         |                             |
| Bois aggloméré plaque (Triply) | 5198     |         |                             |
| Polyoléfine (FPO)              | 900      |         |                             |
| Argile                         | 19295    |         |                             |
| Terre                          | 14188    |         |                             |
| Fenêtre double vitrage (m²)    | 482      |         |                             |
| Fenêtre triple vitrage (m²)    | 552      |         |                             |
| Verre                          | 14160    |         |                             |
| Aluminium                      | 66       |         |                             |
| Acier                          | 12570    |         |                             |
| Portes intérieures (m²)        | 237      |         |                             |
| Platre recyclé                 | 108717   |         |                             |
| Plaque de platre               | 41753    |         |                             |
| Fibrafutura                    | 37536    |         |                             |
| Peinture (m²)                  | 8302     |         |                             |
| Laine de verre                 | 4153     | 5848    |                             |
| Carrelage                      | 20976    |         |                             |
| Ciment                         | 0        | 177100  |                             |
| Polystyrène extrudé            | 3024     |         |                             |
| Caoutchouc                     | 59225    |         |                             |
| Panneaux photovoltaïques (m²)  | 1179     |         |                             |
| Acier armature béton           | 184800   | 160000  |                             |

Consommation été -23 MWh/an

Consommation hiver 20 MWh/an

Consommation d'eau 542m3/an

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
Base/ béton

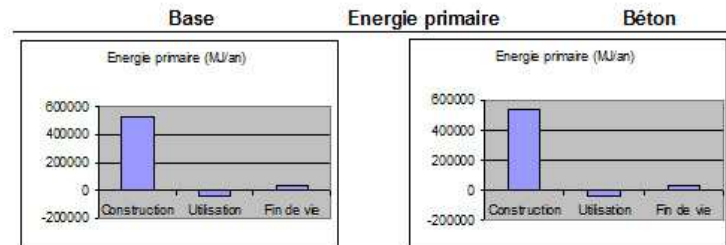
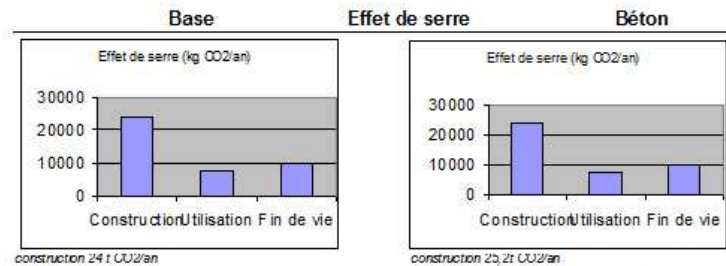
## 2) Variante béton

|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 25200        | 7688        | 9252       | 42140  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 532270       | -40750      | 34140      | 525659 |
| Eau (l/an)                 | 377688       | 556502      | 18621      | 952810 |
| Déchets (kg/an)            | 7722         | 2806        | 8014       | 18542  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -60         | 1          | -30    |

### Base

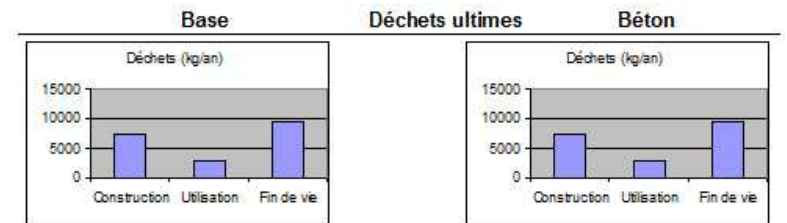
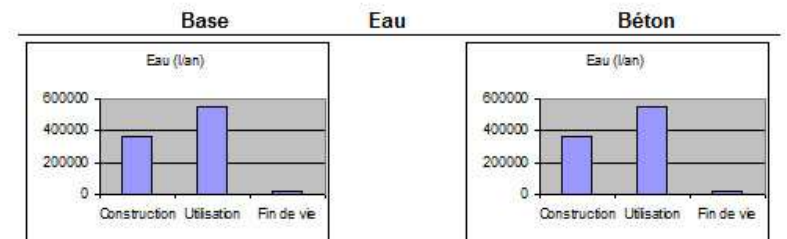
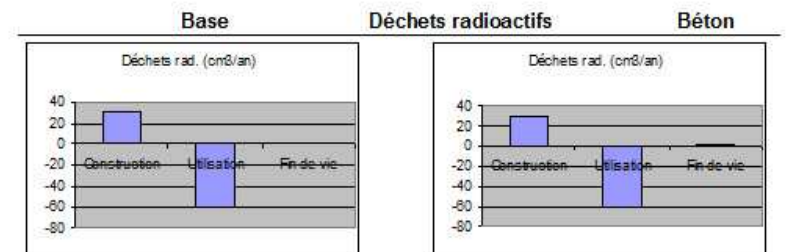
|                            | Construction | Utilisation | Fin de vie | TOTAL  |
|----------------------------|--------------|-------------|------------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 24022        | 7688        | 9992       | 41702  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 523966       | -40750      | 31584      | 514800 |
| Eau (l/an)                 | 362906       | 556502      | 18650      | 938057 |
| Déchets (kg/an)            | 7373         | 2806        | 7781       | 17960  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | 30           | -60         | 1          | -30    |

### Résultats au cours du cycle de vie



En base, 24 t CO2 embarqué (bois d'œuvre), représente 5% d'économie de CO2 construction

Dans un calcul annuel, les 120 à 130 t de CO2 « embarqué » en bois d'œuvre sont divisés par 100 (durée de vie du bâtiment). Le delta annuel est de 1,2 tonnes de CO2, ce qui n'est pas significatif par rapport à la quantité totale de CO2 émis pour la construction. En poids le bois représente 1,4% du poids total du bâtiment





# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

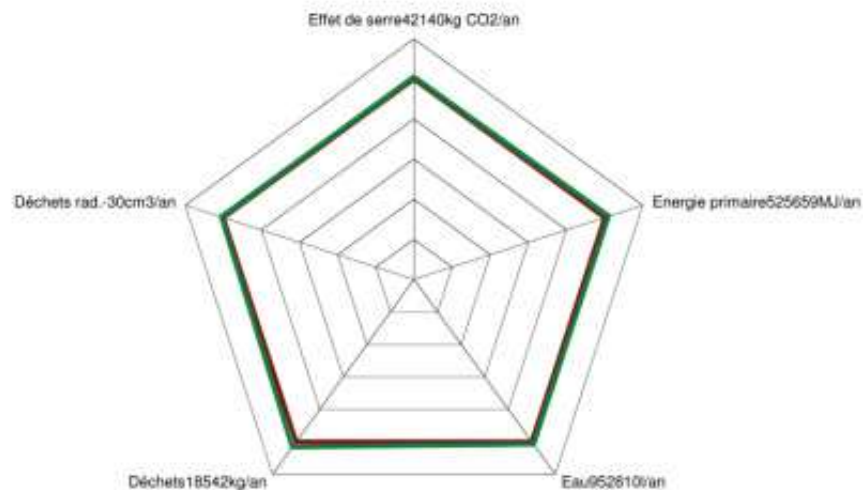
Comparaison  
Base/ béton

## Comparaison Base / Béton par indicateurs

|                            | Base   | Béton  |
|----------------------------|--------|--------|
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702  | 42140  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800 | 525659 |
| Eau (l/an)                 | 938057 | 952810 |
| Déchets (kg/an)            | 17960  | 18542  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30    | -30    |

Comparaison Base / Béton par indicateurs en valeur relative (Base = 1)

|                               | Base | Béton |
|-------------------------------|------|-------|
| Effet de serre 41677kg CO2/an | 1,00 | 1,01  |
| Energie primaire 514530MJ/an  | 1,00 | 1,02  |
| Eau 938214l/an                | 1,00 | 1,02  |
| Déchets 19725kg/an            | 1,00 | 1,03  |
| Déchets rad. -30cm3/an        | 1,00 | 1,01  |





## EVALUATION ECONSTEN

Exemple

# École

# Zéro énergie

# à Pantin

Comparaison  
Base/ béton

La variante béton est moins performante sur l'ensemble des 5 critères pris en compte, mais cette variation est moins importante que ce que l'on aurait pu attendre. Cela s'explique par plusieurs éléments.

La variation du poids du béton ne représente une augmentation que de 14 %, ce qui explique en partie le peu de différence entre les deux variantes.

Afin de rester à performance égale, la quantité d'isolant a été augmentée dans la variante béton, la production de la laine de roche étant très consommatrice d'énergie primaire.

La base de données d'origine (OEKO Inventaire) considère l'utilisation du bois comme une perte potentielle au niveau de l'énergie issue de la biomasse. Afin de corriger ce handicap pour le bois, nous avons considéré l'énergie primaire grise uniquement.

Malgré cette modification, le bois reste très consommateur en énergie primaire par rapport au béton, ce qui ne correspond pas à certaines études faites par l'ADEME ou le CTBA notamment.

D'après le CTBA, l'énergie nécessaire à la fabrication d'1 kg de bois est 1 Mégajoule alors que pour 1 kg de béton 4 Mégajoules sont nécessaires. De plus la masse de bois nécessaire est environs 5 fois moins importante que la masse de béton pour un même service rendu.

Dans le cas de l'école du Centre de Pantin, la différence entre Base et Variante Béton est de 78 tonnes de bois soit environs 156 m3 de bois ce qui représente 156 tonnes de CO<sup>2</sup> embarqué d'après l'article V-21 de la loi sur l'air.

Les résultats sont ici exprimés par année : environs 0.5 tonnes de CO<sup>2</sup> sont économisées par an, soit, ramené sur la durée de vie du bâtiment (80 ans) 40 tonnes de CO<sup>2</sup>.

Afin d'avoir des éléments de réponse par rapport à cette différence nous avons porté cette question à l'attention de Tribu, AMO HQE, des experts du CNDB et du FCBA et de Mr Peuportier, développeur du logiciel Equer.

Pour affiner notre étude, nous avons réalisé des variantes de sensibilité, permettant de tester l'impact d'un critère sur la comparaison entre le bois et le béton :

- Valorisation du bois
- Recyclage du bois
- Réutilisation du bois
- Utilisation uniquement de bois massif
- Séchage à l'air et au four

## 1) Valorisation du bois

Une manière de rééquilibrer le rapport entre le béton et le bois est de prendre en compte l'énergie calorifique du bois.

Le bois incinéré en fin de vie est alors considéré comme une source de chauffage.

Nous avons pris une équivalence en chauffage de type chauffage quartier fioul et gaz, correspondant au cas le plus courant.

Incinération du bois poutre avec et sans valorisation :

|                   | Effet de<br>serre<br>kg<br>CO2/kg/an | Energie<br>primaire<br>MJ/kg/an | Eau<br>l/kg/an | Déchets<br>kg eg/kg/an | Déchets<br>rad.<br>m3/kg/an |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------|
| Sans valorisation | 1,47E-02                             | 1,62E-03                        | 1,13E-02       | 1,40E-04               | 6,46E-13                    |
| Avec valorisation | -1,00E-03                            | -2,49E-01                       | -2,04E-03      | -5,77E-05              | -1,46E-11                   |

Cela permet essentiellement d'économiser de l'énergie primaire et de produire moins de CO<sup>2</sup>. La version « béton » du bâtiment ayant une quantité de bois (correspondant au platelage, au solivage et au bardage), on constate également une amélioration des indicateurs.

### Comparaison

|                            | Sans valorisation |        | Avec valorisation |        |
|----------------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
|                            | Base              | Béton  | Base              | Béton  |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702             | 42140  | 37212             | 38614  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800            | 525659 | 443170            | 469417 |
| Eau (l/an)                 | 938057            | 952810 | 934253            | 949826 |
| Déchets (kg/an)            | 17960             | 18542  | 17904             | 18498  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30               | -30    | -30               | -30    |

La valorisation du bois permet d'économiser 1.4 tonne de CO<sup>2</sup> par an, soit sur 80 ans 112 tonnes par rapport à la variante en béton.

## 2) Réutilisation du bois

Dans la version de base, le bois est incinéré en fin de vie.

La fin de vie présente une incertitude importante par rapport à la manière dont les matériaux seront traités au moment de la déconstruction du bâtiment (réutilisation, incinération,...).

Nous avons fait une variante où le bois n'est pas incinéré, mais réutilisé en fin de vie.

On considère que la durée de vie du bois réutilisée correspond à une utilisation pour plusieurs bâtiments, proportionnellement à la nature du bois : le bois sous forme de planche a une durée de vie moins importante que le bois sous forme de poutre.

Le bois est ensuite incinéré en fin de réutilisation.

| Comparaison                | Sans réutilisation |        | Avec réutilisation |        |
|----------------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|
|                            | Base               | Béton  | Base               | Béton  |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702              | 42140  | 41656              | 42127  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800             | 525659 | 507638             | 521587 |
| Eau (l/an)                 | 938057             | 952810 | 934817             | 950759 |
| Déchets (kg/an)            | 17960              | 18542  | 19594              | 18462  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30                | -30    | -31                | -30    |

Le gain de la réutilisation se traduit essentiellement au niveau de l'énergie primaire consommée : l'énergie utilisée pour sécher le bois notamment est répartie sur une plus grande durée, et donc moins importante rapportée sur un an.

# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

## École

## Zéro énergie

## à Pantin

### 3) Recyclage du bois

Dans cette variante le bois est recyclé en fin de vie, puis incinéré.

Nous avons considéré que le bois était recyclé sous la forme de bois aggloméré avant d'être incinéré.

Comparaison

|                            | Sans recyclage |        | Avec recyclage |        |
|----------------------------|----------------|--------|----------------|--------|
|                            | Base           | Béton  | Base           | Béton  |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702          | 42140  | 41655          | 42124  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800         | 525659 | 509181         | 522136 |
| Eau (l/an)                 | 938057         | 952810 | 935121         | 950695 |
| Déchets (kg/an)            | 17960          | 18542  | 19608          | 18461  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30            | -30    | -31            | -30    |

L'énergie primaire économisée correspond essentiellement à l'énergie de séchage du bois, étape faite au début du cycle de vie.

Comparaison  
Base/ béton



## EVALUATION ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
Base/ béton

### 4) Utilisation de bois massif

Dans le modèle de base, le bois est utilisé sous forme de bois massif et de bois lamellé collé (BLC), deux types de bois correspondant à deux procédés de transformation et donc à deux bilans énergétiques pour la phase production :

|                    | Effet de<br>serre<br>kg<br>CO2/kg/an | Energie<br>primaire<br>MJ/kg/an | Eau<br>l/kg/an | Déchets<br>kg eq/kg/an | Déchets<br>rad.<br>m3/kg/an |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------|
| Bois poutre        | -1,53E-02                            | 3,06E-02                        | 2,48E-02       | 7,59E-04               | 4,38E-11                    |
| Bois lamellé collé | -9,45E-03                            | 6,16E-02                        | 2,67E-02       | 1,03E-03               | 7,49E-11                    |

Le bois massif est plus performant pour l'énergie primaire, l'effet de serre, la consommation d'eau et la production de déchets.

Nous avons donc fait une variante utilisant uniquement du bois massif :

#### Comparaison

|                            | Avec BLC |        | Sans BLC |        |
|----------------------------|----------|--------|----------|--------|
|                            | Base     | Béton  | Base     | Béton  |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702    | 42140  | 41037    | 41814  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800   | 525659 | 511271   | 523928 |
| Eau (l/an)                 | 938057   | 952810 | 937841   | 952704 |
| Déchets (kg/an)            | 17960    | 18542  | 17929    | 18527  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30      | -30    | -30      | -30    |

(Cette variante est donnée à titre indicatif : la quantité de bois massif utilisé à la place du bois lamellé collé est équivalente à la quantité de bois lamellé collé initiale et ne tient pas compte des différences de dimensionnement que ce changement impliquerait.)

Malgré la différence d'impact entre les deux types de bois, le gain sur l'impact environnemental dans le cas de l'Ecole du Centre est assez réduit, les quantités de bois étant ramenée à l'ensemble du projet.



# EVALUATION ECONSTEN

Exemple

## École

## Zéro énergie

## à Pantin

### Comparaison Base/ béton

### 5) Utilisation d'autres modes de séchage

Le séchage du bois est un des principaux éléments consommateurs d'énergie primaire dans le processus de transformation de la matière première en élément de construction (première phase du cycle de vie).

Dans la base de données, le bois poutre est séché uniquement avec un four, mode de séchage le plus consommateur d'énergie, tandis que le bois planche est séché dans un premier temps à l'air, puis au four, consommant ainsi moins d'énergie pour cette étape.

Si on sèche le bois poutre d'abord à l'air puis au four, la consommation d'énergie primaire diminue de manière importante :

|                                   | Effet de serre<br>kg<br>CO2/kg/an | Energie<br>primaire<br>MJ/kg/an | Eau<br>l/kg/an | Déchets<br>kg eq/kg/an | Déchets<br>rad.<br>m3/kg/an |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------|------------------------|-----------------------------|
| Bois poutre<br>séchage four       | -1,53E-02                         | 3,06E-02                        | 2,48E-02       | 7,59E-04               | 4,38E-11                    |
| Bois poutre<br>séchage air + four | -1,59E-02                         | 1,77E-02                        | 1,47E-02       | 3,42E-04               | 2,02E-11                    |

Nous avons fait une variante utilisant un séchage mixte pour le bois poutre :

| Comparaison                | Séchage four |        | Séchage air + four |        |
|----------------------------|--------------|--------|--------------------|--------|
|                            | Base         | Béton  | Base               | Béton  |
| Effet de serre (kg CO2/an) | 41702        | 42140  | 41666              | 42140  |
| Energie primaire (MJ/an)   | 514800       | 525659 | 514311             | 525659 |
| Eau (l/an)                 | 938057       | 952810 | 938041             | 952810 |
| Déchets (kg/an)            | 17960        | 18542  | 19718              | 18542  |
| Déchets rad. (cm3/an)      | -30          | -30    | -30                | -30    |

(Cette variante de sensibilité n'a aucune influence sur le modèle béton, qui ne contient pas de bois poutre).

Les variantes de sensibilité montrent que les choix de modélisation du bois ont un impact très important sur le bilan énergétique de ce matériau : valorisation du bois, choix de la fin de vie et du mode de séchage.

Un mode de séchage moins consommateur d'énergie peut réduire de plus d'1/3 la consommation d'énergie primaire du bois durant la phase construction.

Cependant, ramené à l'ensemble du bâtiment l'impact de ces variations est minime.

La place du bois dans l'Ecole du Centre de Pantin est essentielle, en tant que structure porteuse, apparente à l'intérieur du bâtiment, et en tant que revêtement de façade sous forme de bardage. Mais son poids dans la construction reste relatif en comparaison par exemple avec celui du béton (voir données du modèle de base p.7) :

- Poids du béton dans la construction (modèle de base) : **4.671.162 kg**.
- Poids du bois dans la construction (base : bois poutre, planche et BLC) : **203.090 kg**.

Le modèle du bois peut être amélioré en prenant en compte un séchage par air et four et une valorisation, mais cet impact restera relatif sur ce projet.

Séchage avec combustible bois ?

EVALUATION  
ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
Base/ béton

EVALUATION  
ECONSTEN

Exemple

École

Zéro  
énergie

à Pantin

Comparaison  
Base/ béton

## EVALUATION ECONSTEN

Exemple

# École

# Zéro énergie

# à Pantin

Le logiciel ECONSTEN permet une approche multicritère de l'impact environnemental du bâtiment.

La construction du bâtiment est ramenée à l'ensemble du cycle de vie et doit donc anticiper sur la fin de vie des matériaux.

Cette étape présente une incertitude importante par rapport à la manière dont les matériaux seront traités au moment de la déconstruction du bâtiment (réutilisation, incinération,...). Certains matériaux, actuellement mis en décharge en fin de vie peuvent être recyclé ou réutilisé à plus ou moins long terme, cette évolution pouvant se faire sur la durée de vie d'un bâtiment.

A cette part d'incertitude s'ajoute la question de la base de données et de la remise en cause des éléments de modélisation pour chaque matériau.

L'exemple du bois reflète l'importance des choix faits pour chaque étape du cycle de vie, choix qui conditionnent le bilan du matériau et donc son impact sur le bilan énergétique global du bâtiment.