



enviroB.A.T.  
méditerranée

Bâtiment & Aménagement du Territoire

[Accueil du site](#) > [Ressources libres](#) > [Supports de cours](#)

# THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE

Daniel Fauré

*Cours 8*

Document à  
télécharger



# **THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE**

## **ENSA Montpellier – Semestre 2**

**Cours 8 : ETAPE 2 : Matériaux propriétés thermiques et nuisances de construction**

**Daniel FAURE - 19 avril 2007 -**

# Bon retour de vacances !



# Les cours précédents... et les suivants

---

- **introduction**
- **théorie**
- **visite**
- **urbanisme durable : le contexte**
- **conception bioclimatique : bien dehors ?**
- **aujourd'hui les matériaux : la peau**
- **puis énergie/eau : la technique complément de l'architecture**
- **et enfin, confort : bien dedans ?**

# **3 fiches matériaux du collège ALCO**

# Fiche Monomur brique isolant

## 1. Caractéristiques physiques

*Composition des données caractéristiques*

- peinture NF en fonctionnement
- masses : briques (20 cm et 17,5 cm)
- unités : unités de 2 cm

Le monomur est un matériau minéral, homogène et isotrope fabriqué avec un ciment liant liant certains des aérogels existants (craque de séchage et rayons) car le traitement dans son procédé de fabrication pour diminuer la consommation d'énergie non renouvelables et améliorer les caractéristiques thermiques du Monomur. Les briques sont rectifiées soigneusement à jalon millimètre.

## 2. Caractéristiques fonctionnelles

*Aus Substratentzug / Humidité*

Le Monomur possède, par ailleurs, une teneur hygrométrique plus élevée que celle du matériau minéral qui lie très peu l'humidité contenue dans l'air et absorbe 5 fois moins d'eau que d'autres types de mur. D'autre part, grâce à sa capacité d'isolation thermique et à son homogénéité, les ponts thermiques sont très réduits et évitent ainsi la condensation sur les points les plus exposés à l'intérieur.

*Aus Wärmeleitfähigkeit*

- résistance au feu : NF
- résistance au feu : non prescrite

## 3. Coûts et énergie

*Aus Wärmedurchgangskoeffizient*

- coefficient U (p. le paroi) : 0,83 W/m<sup>2</sup>.K pour un montage à joints horizontaux minces de mortier-collé.

*Aus Wärmeleitfähigkeit*

- efficacité thermique obtenue : 50dB(A)
- alpha Soléne : indice de 0,05 (est augmenté et dépend du revêtement)

*Aus Wasserdampfdurchlässigkeit*

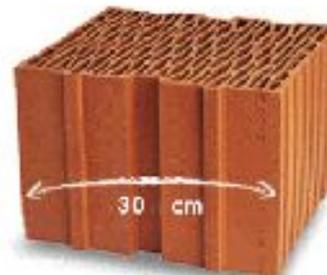
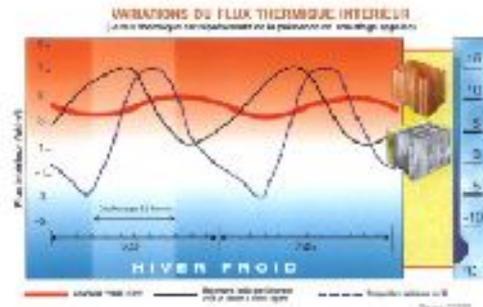
- Dépend de la surface et de la surface et de la relation.

*Commissariat des Travaux*

sans objet la peinture est neutre

## 4. Approche financière

Ce matériau, environ 10 % plus cher à l'investissement, se révèle moins coûteux au fonctionnement et permet de contribuer à éviter la déperdition. Par ailleurs, son utilisation à base d'énergie renouvelable est encouragée par la fiscalité de promotion immobilière.



## 5. Caractéristiques environnementales (Articles 2, 12, et 13)

*Présence de produits dangereux*

L'a condensation n'est évitée par les propriétés du matériau, les matériaux sont traités pour éviter la formation de champignons (pas de matière nutritive) puisque le Monomur contient seulement 0,1% de traces de la matière organique (présent dans le procédé de fabrication).

*Présence de Composés Organiques Volatils*

Avec mise en œuvre et à l'usage, le Monomur n'est un matériau minéral et ne libère que des débris sans impact sanitaire.

*Présence de CO2*

Grâce à ses propriétés, on est le Monomur en tant que matériau isolant thermique complémentaire et donc il ne peut y avoir de condensation dans l'atmosphère de l'air.

*Présence de radionucléides*

Une analyse en laboratoire de radionucléides présents dans le matériau a été effectuée afin de déterminer les valeurs moyennes de l'activité des radionucléides en fonction du Monomur et d'en déduire que le Monomur ne dépasse pas la valeur guide de 200 Bq/m<sup>3</sup> dans l'air intérieur des bâtiments neufs. Le matériau est donc une source négligeable de radioactivité dans le bâtiment.

*Présence de métaux lourds*

L'usage de ce matériau est principalement à base de ciment et de sable, ce qui implique que les radionucléides présents dans le matériau ne dépassent pas la valeur guide de 200 Bq/m<sup>3</sup> dans l'air intérieur des bâtiments neufs.

L'analyse en laboratoire du Monomur NF-Fabrication a permis de constater que le Monomur ne dépasse pas la valeur guide de 200 Bq/m<sup>3</sup> dans l'air intérieur des bâtiments neufs.

## 6. Entretien et maintenance

Dépend de la nature de l'entretien des joints.

Ne pas ajouter d'isolant thermique complémentaire.

## 7. Mise en œuvre

L'application de la peinture pour les joints est effectuée sur la base de liant hydraulique sans base. Les caractéristiques sont les mêmes que celles des autres normes de vigueur. Son utilisation ne nécessite aucune précaution particulière si ce n'est celles à prendre pour le ciment.

## 8. Normes techniques

Une analyse en laboratoire (selon norme NF EN 12445) a été effectuée afin de déterminer les caractéristiques du Monomur NF-Fabrication par extérieur, et en dernier lieu l'isolation par intérieur. Ce matériau est un bon choix.

## 9. Localisation

Mur sur commande dans toutes les classes et les logements.



# Dalle alvéolaires recyclées pour sol engazonné

## 1. Caractéristiques physiques

### Composition

- gazon
- dalle à voile renforcée avec un béton armé d'un us et sable
- mélange terreuxable (C6S4C3) Sp. 10 an
- couche poreuse ép. 30 cm sur le tassement

Les dalles alvéolaires (type Alveoart) sont en polyéthylène dur, fabriquées à partir de matière recyclée.

### Caractéristiques

- 600 mm x 600 mm x 45 mm
- poids plaque : 1100 g
- surface ouverte : 5-6 litres/m<sup>2</sup>
- charge verticale au m<sup>2</sup> : 200 T
- composition : PEHD (polyéthylène haute densité)

## 2. Caractéristiques fonctionnelles

### des dalles alvéolaires Alveoart

- les dalles en polyéthylène dur trassé et renforcé peuvent supporter une charge verticale 200 tonnes par m<sup>2</sup> (au cas de catastrophe)

Bonne protection contre l'érosion du sol

- les grilles permettent une certaine infiltration des eaux de pluie (la couche poreuse est également très perméable à l'eau)

### 5. Usages et conditions d'usage

Les revêtements sont utilisables et d'un aspect vert

Surface de drainage importante

Réduction importante du ruissellement et du système de collaboration des piétons.

Peu confortable pour les cycles, poussettes... avec des béquilles... mais néanmoins très pratique aux dalles béton du même type qui sont elles quasiment impraticables pour ces usages. Permettent un meilleur entretien que des dalles



## 4. Approche financière

En conformité avec le projet d'APP

## 5. Caractéristiques environnementales (tables 2, 12 et 13)

Matériau recyclable à 100 %

Les usages à cette dalle sont limités car elle est en dalle alvéolaire, donc sans joint, ce qui empêche de passer facilement l'eau.

## 6. Entretien et maintenance

Usage régulier de la tondeuse à gazon et un arrosage.

Même si le gazon est maintenu régulièrement, il est un peu plus difficile à cultiver que dans un espace ouvert. Arrosage de l'herbe, mauvais entretien, pollution de l'air, etc.

Carde de vie généralement faible (environ 3 ans) : période où les dalles peuvent être remplacées sans impact sur l'écosystème (il est nécessaire de refaire totalement le gazonnement).

## 7. Risques pour us

Produit en grande quantité à l'échelle nationale par les entreprises en œuvre de la couche couche. Utilisation de ce produit est importante pour conserver la qualité visuelle et fonctionnelle.

## Localisation

parking

**Question : c'est quoi  
un bon matériau ?**

## Un bon matériau...

- **qui remplit sa fonction : porteur, peau...**
- **esthétique**
- **culturel : histoire, géographie, sociologie...**
- **économe : achat, entretien**
- **qui favorise les économies d'énergie**
- **qui procure du confort : thermique, acoustique, visuel, olfactif..**
- **qui épargne les ressources de la planète ( y compris l'eau et la bio-diversité)**
- **qui n'induit pas trop de déchets**

# Un bon matériau...

---

## En résumé

- **4 critères architecte : en préalable**
- **4 critères environnementaux : tout aussi importants que nous allons développer**

**Matériau = Choix multi-critères**

**TEST**

# Du gazon synthétique pour la cour de l'école de Bras-Fusil (Réunion)...



# ... à la cour du collège que vous avez visité



## **On reprend les critères ci-dessous pour comparer...**

---

- **qui remplit sa fonction : porteur, peau...**
- **esthétique**
- **culturel : histoire, géographie, sociologie...**
- **économe : achat, entretien**
- **qui favorise les économies d'énergie**
- **qui procure du confort : thermique, acoustique, visuel, olfactif..**
- **qui épargne les ressources de la planète ( y compris l'eau et la bio-diversité)**
- **qui n'induit pas trop de déchets**

# Pelouse synthétique ou bitume...2 dérivés du pétrole !!

	<b>Pelouse synth.</b>	<b>Bitume</b>
<b>Fonction</b>		
<b>Esthétique</b>		
<b>Culturel</b>		
<b>Econome</b>		
<b>Energie</b>		
<b>Confort</b>		
<b>Ressources</b>		
<b>Déchets</b>		

## Un bon matériau...

---

### En conclusion

- il n'y a pas de corrigé type
- vous devez fixer vos critères de choix
- ils dépendent de vous ET de la société proche et lointaine qui vivra avec ce bâtiment

**Des hommes vont vivre avec  
ou dans vos projets !**

# Les 4 critères environnementaux

# X

# Le critère économie d'énergie

## Petit rappel théorique : les pertes

**Le U caractérise les déperditions d'une paroi : plus la paroi est isolante, plus U est faible ! Valeurs en  $W/m^2 \cdot ^\circ K$ :**

- **un agglo : 2.5**
- **une paroi isolée : de 0.2 à 0.6**
- **un simple vitrage : 6**
- **un double vitrage : de 1.5 à 3.5**
- **une porte en bois : 3**

# Forte évolution

---

## Les évolutions en 40 ans:

- **les parois opaques sont passées de 3 à 0.15 :  
facteur 20 !**
- **les parois vitrées sont passées de 6 à 1 : facteur 6**

## **Nouvel élément théorique : les apports**

**Une paroi est à la fois une source de pertes ET d'apports thermiques : celui-ci se présente sous 2 formes**

- **le rayonnement solaire (si il fait soleil !)**
- **la convection/conduction si l'air est plus chaud. Si il est plus froid c'est une perte (voir les 2 diapos précédentes)**

**On peut avoir sur une même paroi :**

- **un apport par rayonnement solaire**
- **une perte par convection !**

# Rayonnement solaire

## Le rayon solaire peut être

- **réfléchi : dépend de l'angle**
- **absorbé par le matériau : l'alu absorbe 15 % et le béton 75%**
- **transmis : dépend du type de vitrage**

Un vitrage a, en plus d'un coefficient U de pertes, 2 autres coefficients :

- **le facteur solaire FS : de 0,2 à 0,85**
- **le facteur de transmission lumineuse : de 0,4 à 0,7**

**TEST**

# Bilan d'une fenêtre

---



## Bilan d'une fenêtre

**Cas 1 : Font Romeu :  $T_{ext} - 20^{\circ}C$   $T_{int} + 20^{\circ}C$  . Surface 2 m<sup>2</sup>. Puissance du soleil : 600 W/m<sup>2</sup>**

- **U du vitrage : 5 W/m<sup>2</sup>.°K**
- **Facteur solaire : 0,75 ou 75%**

**Apports :**

**Pertes :**

**Bilan :**

## Bilan d'une fenêtre

**Cas 1 : Font Romeu :  $T_{ext} - 20^{\circ}C$   $T_{int} + 20^{\circ}C$  . Surface 2 m<sup>2</sup>. Puissance du soleil : 600 W/m<sup>2</sup>**

- **U du vitrage : 5 W/m<sup>2</sup>.°K**
- **Facteur solaire : 0,75 ou 75%**

**Apports :  $0,75 * 600 * 2 = 900$  W**

**Pertes :  $5 * 40 * 2 = 400$  W**

**Bilan : + 500 W**

## Bilan d'une fenêtre

**Cas 2 : Montpellier :  $T_{\text{ext}} 10^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{int}} + 20^{\circ}\text{C}$ . Surface  $2\text{ m}^2$ . Puissance du soleil :  $600\text{ W/m}^2$**

- **U du vitrage :  $2\text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{K}$**
- **Facteur solaire : 0,65 ou 65%**

**Apports :**

**Pertes :**

**Bilan :**

## Bilan d'une fenêtre

**Cas 2 : Montpellier :  $T_{ext} 10^{\circ}C$ ,  $T_{int} + 20^{\circ}C$ . Surface 2 m<sup>2</sup>. Puissance du soleil : 600 W/m<sup>2</sup>**

- **U du vitrage : 2 W/m<sup>2</sup>.°K**
- **Facteur solaire : 0,65 ou 65%**

**Apports :  $0.65 * 600 * 2 = 780$  W**

**Pertes :  $2 * 2 * 10 = 40$  W**

**Bilan : + 740 W**

# Le critère confort thermique

## Définition du confort

---

**Etre en tout lieu et à toute heures dans de bonnes conditions thermiques : température, humidité, vitesse d'air**

# Température

**La température ressentie par le corps (ou résultante) est la moyenne entre la température de l'air et celle des parois (ou leur moyenne)**

$$T_{\text{résultant}} = T_{\text{air}} + T_{\text{parois}}$$

# La température de l'air n'est pas le confort

## Si l'air est à 20 °C

- Si les parois sont à 10 °C
- Je ressens 15 °C : j'ai froid

## Si l'air est à 18 °C

- Si les parois sont à 18 °C
- Je ressens 18 °C : je suis bien

## Si l'air est à 10 °C

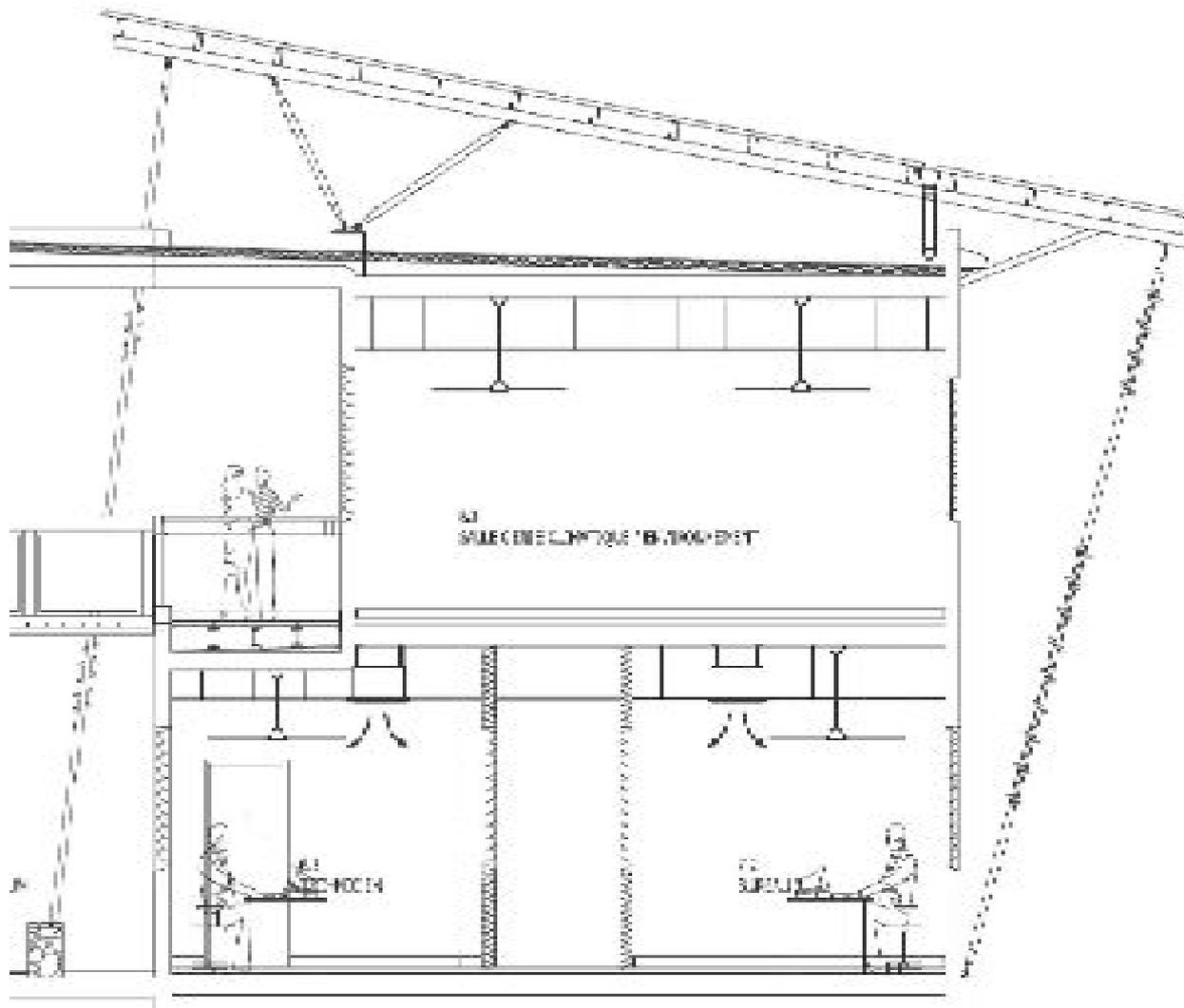
- Si les parois sont à 40 °C (chauffage rayonnant)
- Je ressens 25 °C : je suis très bien !!!

## Température et vitesse d'air

**La température ressentie par le corps dépend aussi de la vitesse de l'air :**

- **à moins de  $0,1$  m/s confinement**
- **à plus de  $0.15$  m/s en hiver ( $0.25$  m/s en été) sensation de courant d'air**
- **à  $1$  m/s équivalent à moins  $3^{\circ}\text{C}$  (utilisation de brasseurs d'air)**

# Brasseurs d'air : projet Ile réunion



# Température et humidité

**La température ressentie par le corps dépend aussi de l'humidité de l'air :**

- **un air sec est facile à chauffer, et à refroidir : il fait supporter le froid et le chaud (alpes)**
- **un air humide est chargé d'énergie à cause de l'eau : il accable en été (pays tropicaux)**

## Température et inertie

---

**La température varie en permanence : même en hiver, on peut avoir trop chaud puis trop froid, sur la même journée. Pour y remédier, il faut créer de l'inertie.**

- **à l'intérieur des volumes**
- **avec des matériaux lourds pas trop épais (équivalent 10 à 20 cm de béton ou de terre crue)**

**L'inertie est le premier régulateur du climat intérieur en région méditerranéenne :**

- **2 cm = 1 h**
- **10 cm = 1 jour**
- **25 cm = 1 semaine**

## **Inertie : solutions architecturales multiples**

---

Je veux de l'isolation répartie (ex: ossature bois) ou par l'intérieur (ex : béton + polystyrène). Je rajoute :

- **doublage lourd : brique, terre, béton**
- **cloisons lourdes : brique, terre, béton**
- **sols lourds : carrelages, béton, brique**
- **faux plafonds ajourés**

## **Inertie : solutions architecturales multiples**

---

**Je veux de l'isolation par l'extérieur  
(exemple béton + vêtture). Je rajoute :**

- **sols lourds : carrelages, béton, brique**
- **faux plafonds ajourés**

## Conclusion

---

**Les nouvelles exigences durables ne sont pas une contrainte pour construire : c'est un vrai stimulant pour l'esprit et la créativité.**

**Renzo Piano . Interview au Monde 2**

# Le critère ressources

# Le poids de la ressource

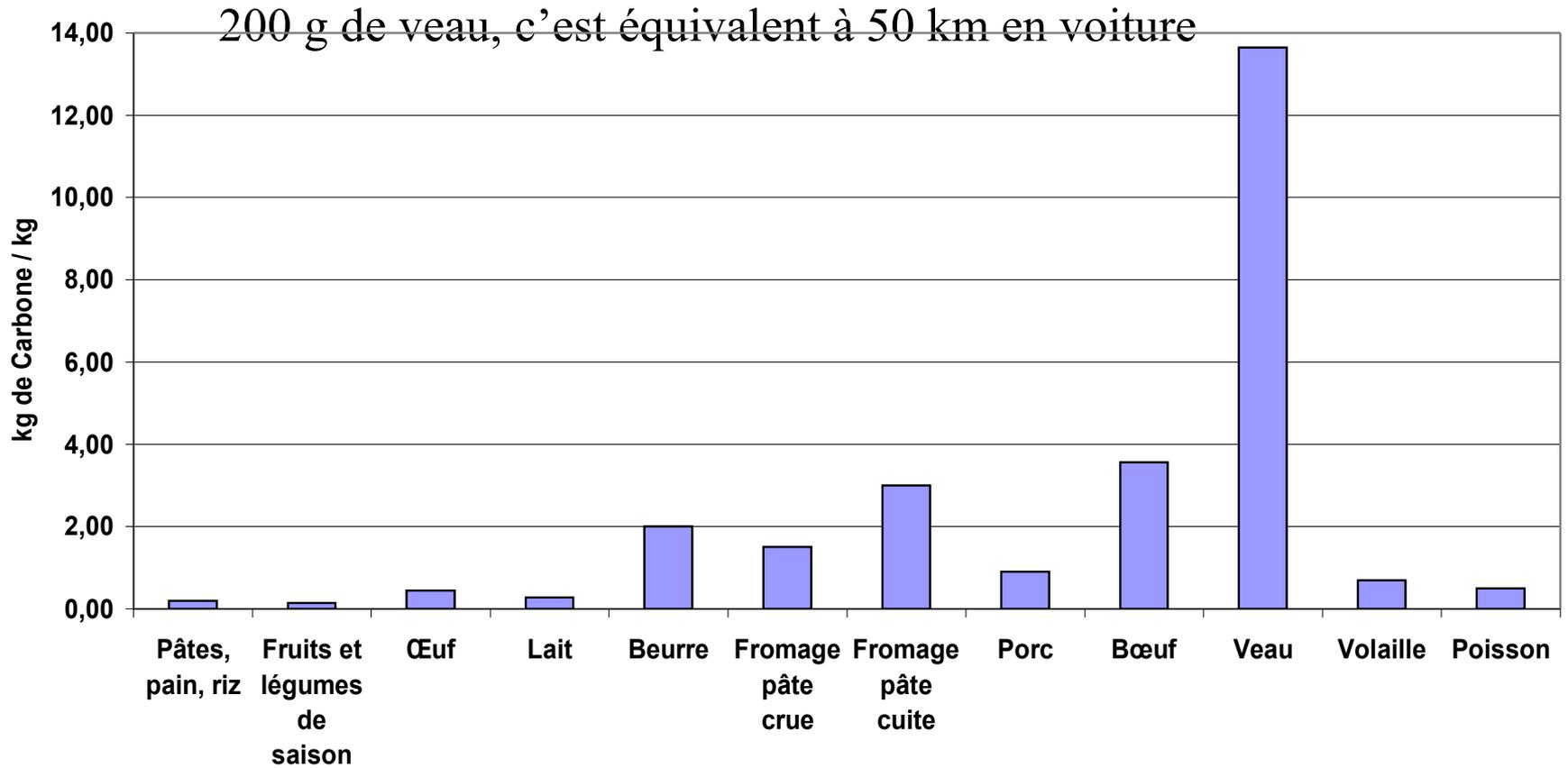
---

**Il n'y a pas que le pétrole qui s'épuise :**

- **les ressources en matériaux de constructions sont limitées**
- **SOLUTION 1 : recyclage de matériaux : verre, métaux, plastiques**
- **SOLUTION 2 : utiliser des matériaux renouvelables végétaux : bois, fibres, plantes sans concurrencer le monde agricole**
- **les matériaux éloignés consomment beaucoup d'énergie**

**Quelques exemples agricoles tirés d'un exposé d'Olivier SIDLER**

### Contenu en Carbone de quelques aliments



**Exemple :**

**1 tonne de fruits**

<b>produite</b>	<b>transportée en</b>	<b>représente en kg de Carbone/tonne</b>
<b>localement</b>	<b>utilitaire léger</b>	<b>3</b>
<b>en Espagne</b>	<b>semi remorque</b>	<b>25</b>
<b>en Tunisie</b>	<b>avion</b>	<b>1200</b>
<b>en Afrique du Sud</b>	<b>avion</b>	<b>3200</b>

**L'agriculture biologique permet de réduire de 30% l'énergie nécessaire à la production agricole.**

# Le critère déchets

# Le critère déchets

**Le bâtiment produit autant de déchets que les ménages !**

- **actuellement 100 à 150 kg de déchets par m<sup>2</sup> shon construit**
- **on doit pouvoir diviser par 4 ou 5 : par exemple, en épousant le terrain plutôt que de le défoncer !**
- **ceci nécessite de penser les déchets au moment du CHOIX DES MATERIAUX et non après**
- **Il y a moins de déchets sur le bois et la terre que sur le béton et le polystyrène, et ils sont plus facilement dégradables**
- **Dernier impératif : s'interdire les produits comportant des composants noté Xn = nocif ou Xi = irritant**

# Séparer les déchets pour mieux les « revendre », ce qui n'est pas le cas ici



# Le critère déchets : étiquetter les bennes



# Le critère déchets : séparer les produits



# Le critère déchets : décanter les déchets béton



# Déchets : nettoyer les véhicules

---



# Déchets : protéger les produits chimiques



# Déchets : prévoir des kits pour pollution accidentelle



# Et enfin, faire un bilan des déchets de chantier

Répartition de la production de déchets du chantier  
(cumul des bennes à fin mai 2005)

Type de benne	Nbre de benne cumulés	Poids cumulé en tonnes	Coût cumulé de traitement (sans transport)
GRAVATS	26	210,00	182,00
FERRAILLE	18	16,00	
DIB broyeur	25	24,00	240,00
DIB non recyclable	27	24,00	430,00
DIB recyclable	48	72,00	864,00
VEGETAUX	1	1,00	0,00
SOIE	16	10,18	9,00
Total	161	381,18	1329,00

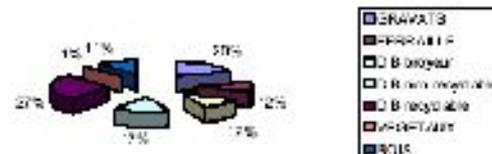
Evolution de la production mensuelle de déchets du chantier

Type de benne	10 04	11 04	12 04	01 05	2 05	3 05	4 05	5 05	6 05	7 05	8 05	9 05	total
GRAVATS	4	4	1	5	4	9	3	1	1	0	0	0	37
FERRAILLE	0	1	2	3	2	3	5	1	1	1	0	0	19
BOIS	0	0	1	1	2	2	0	2	2	0	0	0	18
DIB non recyclable	0	1	11	2	3	1	2	1	1	0	0	1	27
DIB broyeur	0	5	1	0	2	3	2	1	3	2	1	0	21
DIB recyclable	0	2	2	4	4	5	5	1	3	11	0	1	41
VEGETAUX								1					1
TRANSPORT (P, E, R)	15	27	9	17	21	22	20	12	12	17	12	3	200

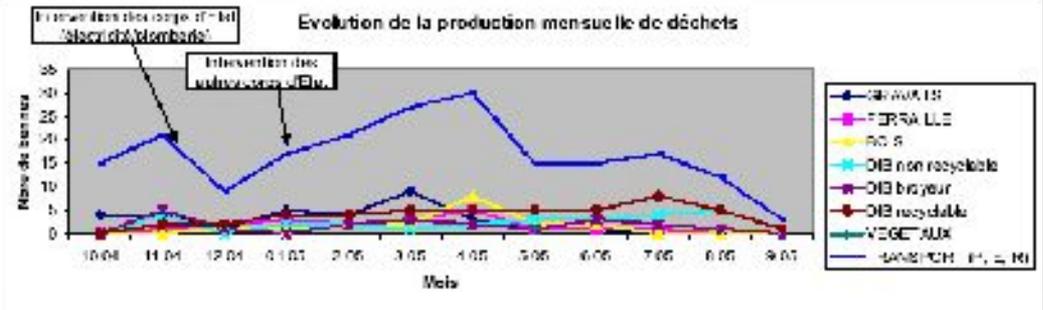
Répartition de la production de déchets (par poids)



Répartition de la production des déchets (par type de benne)



Evolution de la production mensuelle de déchets



**Illustrations  
matériaux: 2 villes,  
2 histoires, 2  
géographies**

# **STUTTGART : ville du Nord à reconstruire**

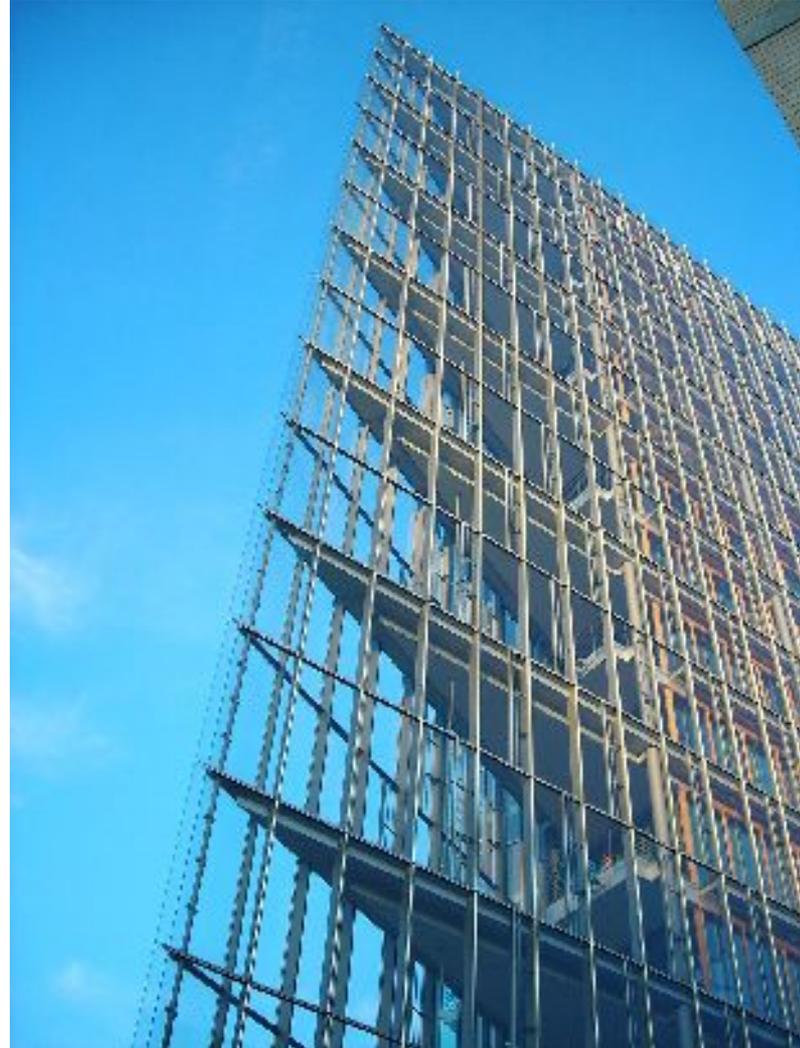
# Tour à ventilation naturelle vitrée



# Une réhabilitation verre et bois

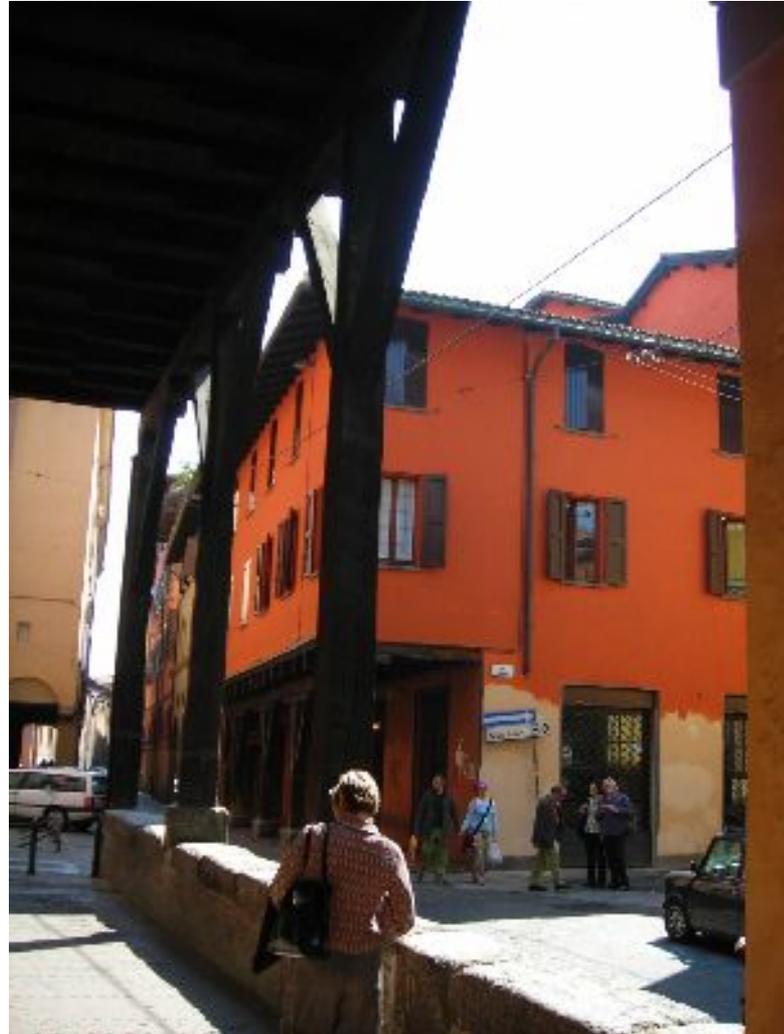


# Un immeuble tout verre



# **BOLOGNE : ville du Sud à fort patrimoine**

# La rénovation de l'ancien





# Utilisation du bois pour les pallissades



# Une usine devient un centre commercial



## Rappel pour conclure...

---

**Le choix des matériaux ne dépend pas que de vous, mais aussi de la société. Des hommes dépendent de vos choix. Des hommes vont vivre avec ou dans vos projets !**

**La conception bioclimatique : Samuel  
COURGEY et Jean Pierre OLIVA- terre  
vivante**

# Prochain cours : 3 mai 2007 -11h 30 – Energie-eau

