



Ce projet est financé par
l'Union européenne



Appui à l'administration tunisienne pour le développement de l'éco-construction

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

Construction durable

Approche GLOBALE et SYSTEMIQUE

Myriam OLIVIER
CETE de Lyon



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

وزارة التجهيز

Ministère de l'équipement
Ministry of equipment





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Construction durable

... quelques bases pour la conception ...

SOMMAIRE

- **Que signifie “construction durable” ?**
- **Approche Globale et Systémique**
- **Applications techniques**
 - Pays chaud ou Pays froid ?
 - Ou
 - Pays à la fois chaud et froid ?





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

Que signifie « construction durable » ?





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Construction Durable

- **1. répondre aux enjeux du « développement durable »**
 - **Limiter le réchauffement climatique**
 - **Émettre moins de Gaz à Effet de Serre (GES)**
 - **Baisser la consommation de matériaux non-renouvelables**
 - **Energie : pétrole, charbon, uranium ...**
 - **Matériaux de carrière, eau, ...**
 - **Préservation de la Biodiversité**





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Construction Durable

• 2. ... tout en répondant aux besoins des usagers

- Confort et qualité vie
- Coûts de construction, d'usage, de réhabilitation, et de fin de vie

• 3. ... et en suivant les réglementations

- Efficacité énergétique
- Santé et Qualité de l'air
- Incendie, Acoustique, Accessibilité, ...





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

CETE
de Lyon

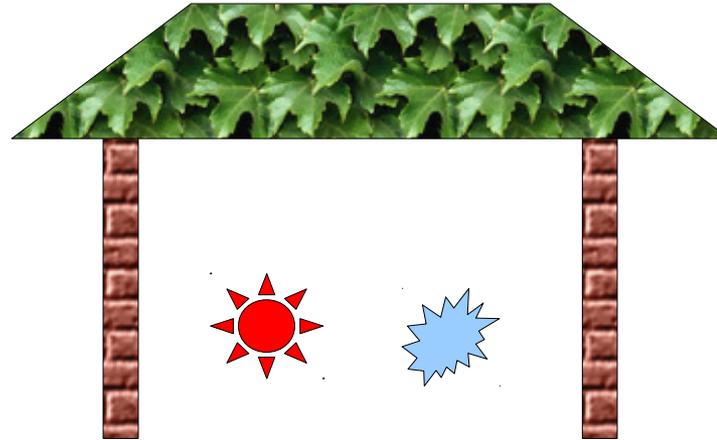
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

Approche GLOBALE & SYSTEMIQUE



- **Un bâtiment n'est pas ...**



- **Un bâtiment est un SYSTEME COMPLEXE**



• **Nombreux paramètres inter-actifs (ex) :**

- Orientation et Ouvertures
- Matériaux de structure et de remplissage
- Position de l'isolation
- Systèmes de chauffage et de rafraîchissement
- Systèmes de ventilation ...

→ **approche SYSTEMIQUE**



• Intervention de (TRES) nombreux acteurs

- Maître d'Ouvrage
- Maître d'œuvre,
 - Architectes / Bureaux d'études
- Entrepreneurs
 - Beaucoup de métiers différents
- Industriels
- Usagers & Habitants

→ **Approche GLOBALE**





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

GLOBAL and SYSTEMIC approach

et ... faire des choix → Maître d'Ouvrage

- **Quelles priorités ??**

- **Prix ?**

→ investissement seul ? ou coût global ?

- **Matériaux locaux ?**

→ moins de transports → moins de GES

- **Économie locale ?**

→ développement social

- **Autre ...**





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

CETE
de Lyon

Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

Conception (technique) d'un bâtiment durable





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Conception d'un bâtiment durable

1 . confort thermique et efficacité énergétique



Conception d'un bâtiment durable efficacité énergétique → enveloppe

• Quel climat ?

- Froid en hiver (et tempéré en été) ?
- Chaud en été (et tempéré en hiver) ?
- Froid en hiver ET Chaud en été ?
- Chaud et Humide en été ?

• Optimisation de l'enveloppe

- → orientation du bâtiment
- → ouvertures et protections solaires
- → matériaux : isolation et/ou inertie



Conception d'un bâtiment durable paramètre prédominant : HIVER

- **Protection contre le froid → petit bâtiment**
 - Pièces principales orientées au SUD
 - **Urbanisme**
 - **Espaces tampon au Nord**
 - **Limiter les pertes de chaleur → architecture «compacte»**
 - **Rapport maximum : volume/surface_extérieure**
 - **Vents dominants**
 - **Protection contre les vents froids, occultations**
 - **Ventilation naturelle ...**



Conception d'un bâtiment durable paramètre prédominant : HIVER

- **Protection contre le froid → immeubles**
 - Orientation Est-Ouest
 - or Sud, si volumes traversants
 - Urbanisme
 - Organisation des espaces intérieurs
 - Limiter les pertes de chaleur → architecture «compacte»
 - Jouer sur les espaces « serre »
 - Protection contre les vents froids ...
 - Espaces tampon au Nord, occultation



Conception d'un bâtiment durable paramètre prédominant : HIVER

• Isolation

- Extérieur, plutôt que Intérieur
- Épaisseur à calculer
- Toiture : isolation prioritaire

• Étanchéité à l'Air

- Meilleure ventilation → meilleure QAI
- Efficacité énergétique et confort
- Qualité de la Construction





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Conception d'un bâtiment durable paramètre prédominant : ÉTÉ

- **Protection contre la chaleur**
 - Pièces principales protégées du soleil
 - **Protections solaires**
 - **Végétalisation**
 - **Activer la circulation naturelle de l'air**
 - **Vents dominants**
 - **Ventilation naturelle dans / autour du bâtiment**
 - **Isolation de la toiture**





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Conception d'un bâtiment durable paramètre prédominant : ÉTÉ

• Inertie

- Stockage de la chaleur de jour
- Rafraîchissement des parois lourdes par sur-ventilation nocturne

• Étanchéité à l'Air

- SI système de rafraîchissement
 - Meilleure ventilation → meilleure QAI
 - Efficacité énergétique
- Qualité de la construction





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Conception d'un bâtiment durable

paramètre prédominant : ÉTÉ & HIVER

- **Gérer été chaud & hiver froid**
→ **réponse complexe**

- Orientation du bâtiment
- Contrôler les apports solaires & la ventilation naturelle
 - Comportement été - hiver
 - Comportement jour - nuit
- Optimisation entre ISOLATION & INERTIE





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Conception d'un bâtiment durable

2 . confort et qualité de l'air intérieur (QAI)



Conception d'un bâtiment durable confort et qualité de l'air intérieur (QAI)

- **Apports solaires (en + des apports internes)**
 - Nécessaires en hiver
 - Risques de surchauffe en été
- **Confort thermique**
 - Été et Hiver ... pour un coût acceptable
 - Conception et modélisation des systèmes
- **QAI et ventilation/aération**
- **Transferts de vapeur d'eau dans les parois**



confort et qualité de l'air intérieur (QAI)



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

• Confort thermique

• Été et Hiver

- Penser aux apports internes (humains, matériels...)
- Possible ventilation nocturne en été

• Coût de l'énergie

• Apports solaires → effets contradictoires

- Apport de chaleur et de lumière
- Risques de sur-chauffe en été



confort et qualité de l'air intérieur (QAI)



• **Qualité de l'air**

• Pollution par les usages

- Vapeur d'eau, CO², fumées, nettoyants, ...

• Émanation des matériaux de construction et mobilier

• Pollution de l'air extérieur entrant

• **Ventilation / aération**

• Naturelle ou hybride

• Mécanique :

- Simple VMC, hygro, double-flux, récupération de chaleur
- Systèmes pour BBC : 3 en 1 ou 4 en 1



confort et qualité de l'air intérieur (QAI)

- **Transferts de vapeur d'eau dans les parois**
 - Perméabilité à l'air des parois
 - Perméabilité à la vapeur d'eau des matériaux
- **Risques de condensation DANS les parois**
 - Détérioration des matériaux porteurs et des isolants
 - Développement de moisissures et de bactéries
- **Utiliser des écrans pare-vapeur**
 - En relation avec les techniques d'étanchéité à l'air





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

Approche GLOBALE

Impliquer et Responsabiliser tous les intervenants



Approche GLOBALE

les acteurs de la construction

- **Urbaniste**
 - **Aménagement urbain**
- **MO + Architecte**
 - **Conception archi**
- **Ingénieur**
 - **Calcul/modélisation**
 - Structure porteuse
 - HVAC, qualité de l'air intérieur
- **Structure**
- **Énergie/santé environnement**
- **Constructeurs**
 - **Savoir-faire métier**
- **Industriels**
 - **Produits**
- **Usagers / Habitants**
 - **Utilisation systèmes**



Construction durable

enjeux énergétiques et échelle de travail

• Bâtiment

- 0-100m

• Quartier

- 1-5 km

• Ville et Territoire

- 5-50 km

• Efficacité énergétique

- Enveloppe
- Petits systèmes

• Optimisation locale

- Ex: smart grids

• Production d'énergie

- Ferme solaire/éolien
- Hydro, géothermique



Approche GLOBALE et conception-réalisation SYSTEMIQUE

- **Niveau esquisse → concept général**
 - Maître d'Ouvrage
 - Urbaniste , Architect + Ingénieurs
- **Niveau projet détaillé → faisabilité**
(+ industriels et entreprises)
- **Niveau Construction → différents métiers**
 - opposition ou collaboration ?
 - Contrôle de Qualité ? Interfaces entre lots !
 - Évolution des compétences





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

SYSTEMIC design

- **Bioclimatic design**

- **Suburb's scale**

- **Street and tenant orientations**
- **Other buildings shadows**
- **Energy management**

- **Building's scale**

- **Orientation**
- **Openings surface**

→ **general design**



Approche GLOBALE et conception SYSTEMIQUE

- **Niveau esquisse**

- Urbaniste → orientation des rues et parcelles
- Maître d'Ouvrage →
- Architect + structure and energy engineers

- **Detailed or Preliminary design**

+ industrials and general contractors

- **Construction step → Different trades :**

- Project manager and (lots of type) builders
 - opposition or collaboration ?
 - Quality control ? skills evolution



- **Building's behaviour**

- **Structure**

- **Heavy material** → inertia

- **Light material** → insulation

- **Wall filling** → inertia or insulation

- **Windows**

- **Solar energy**

→ **building envelop optimisation**

- **Limit energy needs**





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

SYSTEMIC design

• System optimisation

- Heating
- Ventilation
- Cooling
- Specific energy (electricity)
- Hot water

→ Renewable energy

- Scale of the building
- Scale of the suburd





Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement



CETE
de Lyon
Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Approche GLOBALE et vie de l'ouvrage SYSTEMIQUE

• Usagers / Habitants

- Comprendre le fonctionnement de l'ouvrage
- Piloter les systèmes

• Gestionnaire de patrimoine

- Maintenance & Entretien des systèmes
- Suivi et optimisation → efficacité énergétique

• Réhabilitation et amélioration énergétique

- S'adapter à l'évolution des usages

• Recyclage et Fin de vie





Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

CETE
de Lyon

Centre
d'Études
Technique
de l'Équipement

Jumelage Union Européenne et Tunisie
Eco-Construction janvier 2013

En guise de conclusion ...



en conclusion :

la construction durable a besoin de :

- **Conception systémique → optimisation**
 - Un bâtiment est un SYSTEME complexe
 - Maximiser 1 paramètre=> Baisser un autre !
→ choix
- **Approche globale → collaboration**
 - Maîtrise d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre
 - Ingénierie & entreprises de construction
- **Prendre en compte les usagers/habitants**

