



*Atelier de formation sur l'efficacité énergétique des bâtiments destinée aux acteurs de l'habitat, de la construction et du bâtiment*

communication:

## **« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS »:**

**(Institutionnels, Techniques, Capacités institutionnelles, Sensibilisation, Financiers, etc.)**

**Mbacké NLANG**

**Architecte, Chercheur, Enseignant et Expert formateur-Transition Energétique-IFDD/EAMAU**

**Agence d'Architecture et de Recherche MBN, Architecte Conseil de la Ville de Dakar,**

**tél: (221) 77 609 30 36, email: aarmbn@gmail.com**

**Praia, 09-12 Juin 2012 – Hôtel Praia Mar**

# SOMMAIRE

1. INTRODUCTION « ESPACE-TEMPS & ARCHITECTURE »
2. LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
3. LES OBSTACLES INSTITUTIONNELS
4. LES OBSTACLES TECHNIQUES
5. LES OBSTACLES DE CAPACITEES INSTITUTIONNELLES
6. LES OBSTACLES DE LA SENSIBILISATION
7. LES OBSTACLES FINANCIERS
8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

**1. INTRODUCTION**  
**« ESPACE-TEMPS & ARCHITECTURE »**



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL

[www.ecreee.org](http://www.ecreee.org)



# THEORIES ET PRATIQUES DE L'ARCHITECTURE

## ❖ LES EXIGENCES DU PROJET ARCHITECTURAL

- **Les besoins**
  - ✓ Les besoins qualitatifs (ambiances)
  - ✓ Les besoins quantitatifs (dimensions)
  
- **Les fonctions**
  - ✓ Typologie des espaces
  - ✓ Relations des espaces
  
- **Les intégrations**
  - ✓ Environnementales
  - ✓ Culturelles et sociales
  
- **Les matériaux et techniques de construction**
  - ✓ Coûts de fabrication et de mise en œuvre
  - ✓ Coûts d'exploitation et d'entretien
  
- **L'esthétique**
  - ✓ Les formes
  - ✓ Les couleurs et textures

# THEORIES ET PRATIQUES DE L'ARCHITECTURE

## ❖ LES COMPETENCES DES METIERS DE L'ARCHITECTURE

### ➤ L'approche scientifique

✓ Analyse

✓ Modélisation

### ➤ L'approche artistique

✓ idées

✓ Créativité

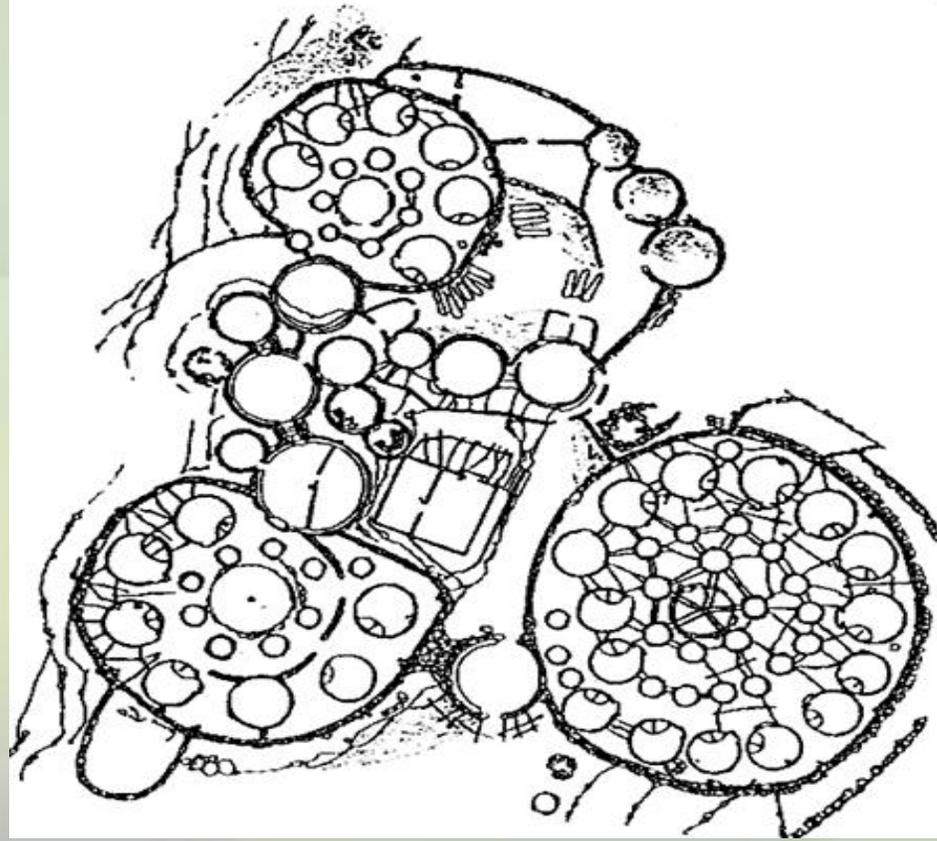
### ➤ L'approche technique

✓ Invention

✓ Innovation

# Introduction aux Théories et Pratiques de l'Architecture à travers l'Espace et le Temps

*L'Architecture traditionnelle Africaine au Cameroun (centralité et structure fractale)*



# Introduction aux Théories et Pratiques de l'Architecture à travers l'Espace et le Temps

*L'Architecture islamique (mosaïque, arabesque, calligraphie, enluminure)*



# Introduction aux Théories et Pratiques de l'Architecture à travers l'Espace et le Temps

*L'ARCHITECTURE COLONIALE, le Marché Kermel et la Chambre de Commerce de Dakar, Sénégal*



# Introduction aux Théories et Pratiques de l'Architecture à travers l'Espace et le Temps

## LES MODELE DE L'ARCHITECTURE INTERNATIONALE POUR LA MODERNISATION DE L'AFRIQUE



# LES INTERPRETATIONS DU PARALLELISME ASYMETRIQUE

## L'ARCHITECTURE MODERNE SENEGALAISE



**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

## **2. LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL

[www.ecreee.org](http://www.ecreee.org)



# Réduction des Emissions des Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest face aux défis des Changements Climatiques

- **Toute activité humaine est dépendante du climat.** Les risques de changement climatique et notamment l'accentuation de phénomènes climatiques extrêmes (inondations, sécheresses, froid, canicules) sont un sujet de préoccupation pour la survie de l'humanité et constituent l'un des défis environnementaux majeur du siècle commençant.
- **Le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat (GIEC)**, mise en place en 1988 chargé de coordonner les efforts de la communauté scientifique internationale pour étudier notamment les questions de changement climatique, a déterminé que le climat mondial se réchauffe et qu'il apparaît probable que l'augmentation de l'effet de serre en soit la cause.
- **Le gaz carbonique étant le principal gaz à effet de serre (GES) au plan mondial**, la majeure partie des émissions de GES est liée à la production d'énergie à partir des combustibles fossiles.

# Réduction des Emissions des Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest face aux défis des Changements Climatiques

- **En Afrique de l'Ouest, l'exploitation des grands bâtiments présente 25 à 30%** de la consommation totale de l'électricité, dont la production est en majorité d'origine thermique, et s'accompagne d'émission de GES. De plus, le parc immobilier de la sous-région ayant été construit en majorité durant les années 60 et 70, avec des équipements qui arrivent au terme de leur durée de vie nominale. Ainsi, il convient de procéder à leur remplacement en s'alignant sur les standards actuels de l'efficacité énergétique (économie d'énergie et réduction des émissions de GES par les centrales thermiques)
- **La réduction des émissions de GES** grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest constitue l'objectif principal du Projet Régional PNUD/FEM/RAF/93/G32. Financé par le Fond pour l'Environnement Mondial (FEM), il s'est déroulé de janvier 1996 à juin 2001 sur deux pays hôtes, la Côte d'Ivoire et le Sénégal, avec une dissémination de ses résultats sur toute l'Afrique de l'Ouest.
- **Aussi, le Projet vise entre autres**, à créer les conditions encourageant les investissements en efficacité énergétique dans la conception, la réhabilitation et l'exploitation des bâtiments et s'appuyant sur une expertise et d'un cadre institutionnel adéquat (règlements, normes, tarifs douaniers et fiscaux, politique de fixation et de tarification des prix de l'électricité.

# Réduction des Emissions des Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest face aux défis des Changements Climatiques

LES RESULTATS DE LA PREMIERE REGLEMENTATION ENERGETIQUE ET THERMIQUE MINIMALE  
DES BATIMENTS NEUFS AU SENEGAL

## *LES USAGES DES BATIMENTS:*

- **Bâtiments à usage d'habitation**
- **Bâtiments à usage d'hôtellerie**
- **Bâtiments à usage de santé**
- **Bâtiments à usage d'enseignement**
- **Bâtiments à usage de bureaux**
- **Bâtiments à usage de commerce**

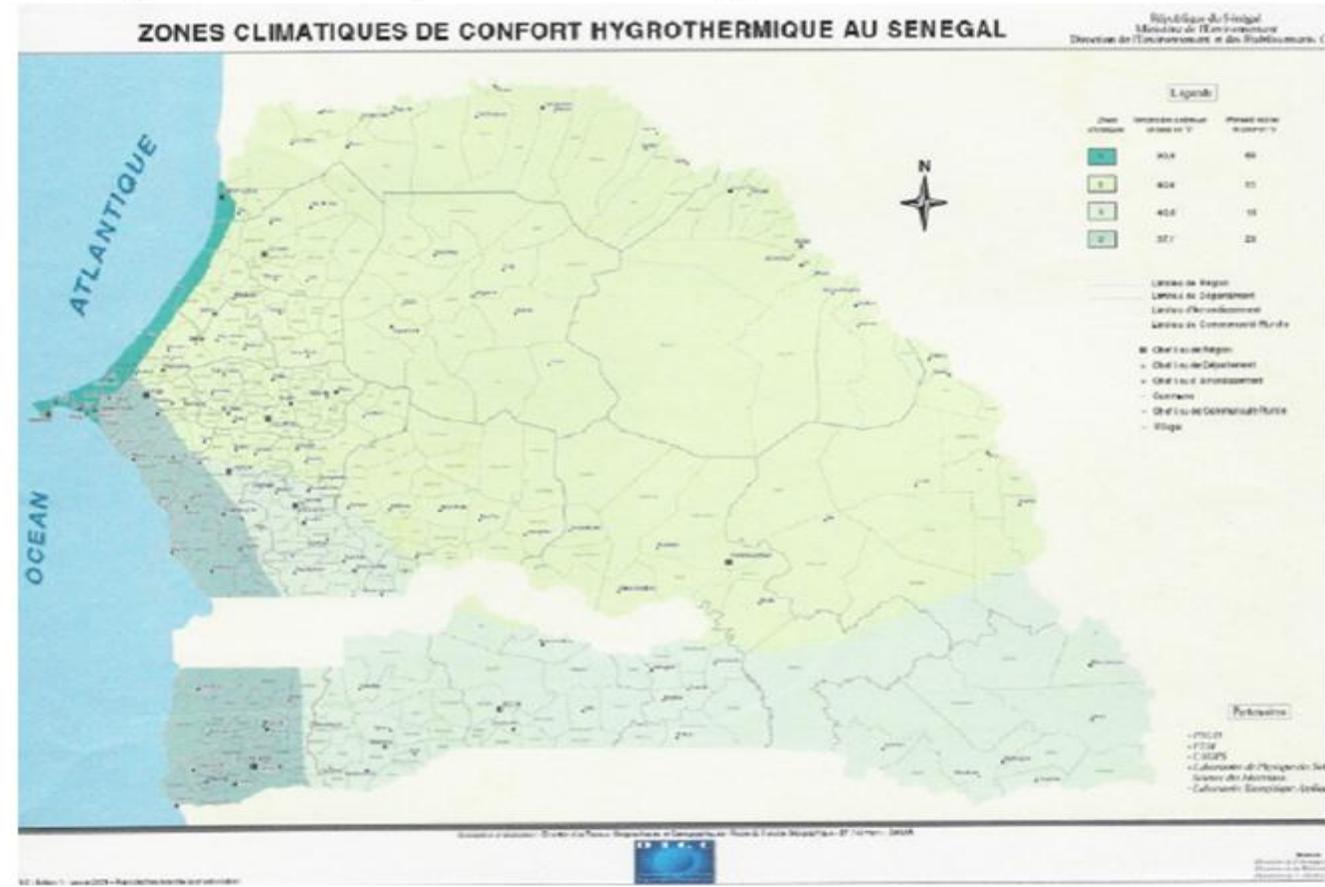
# Réduction des Emissions des Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest face aux défis des Changements Climatiques

*MODALITES D'APPLICATION DE LA REGLEMENTATION MINIMALE DEFINIES PAR LES NORMES SENEGALAISES*

- **Le zonage climatique du Sénégal**
- **Les conditions d'ambiances intérieures**
- **Les règles de calcul des transmissions thermiques par les parois**
- **Les produits isolants thermiques pour le bâtiment**
- **La détermination de l'étanchéité à l'air des bâtiments**
- **Les climatiseurs et pompes à chaleur avec compresseur entraîné par moteur électrique , mode réfrigération**

# Réduction des Emissions des Gaz à Effet de Serre grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments en Afrique de l'Ouest face aux défis des Changements Climatiques

## ☐ Le zonage climatique du Sénégal



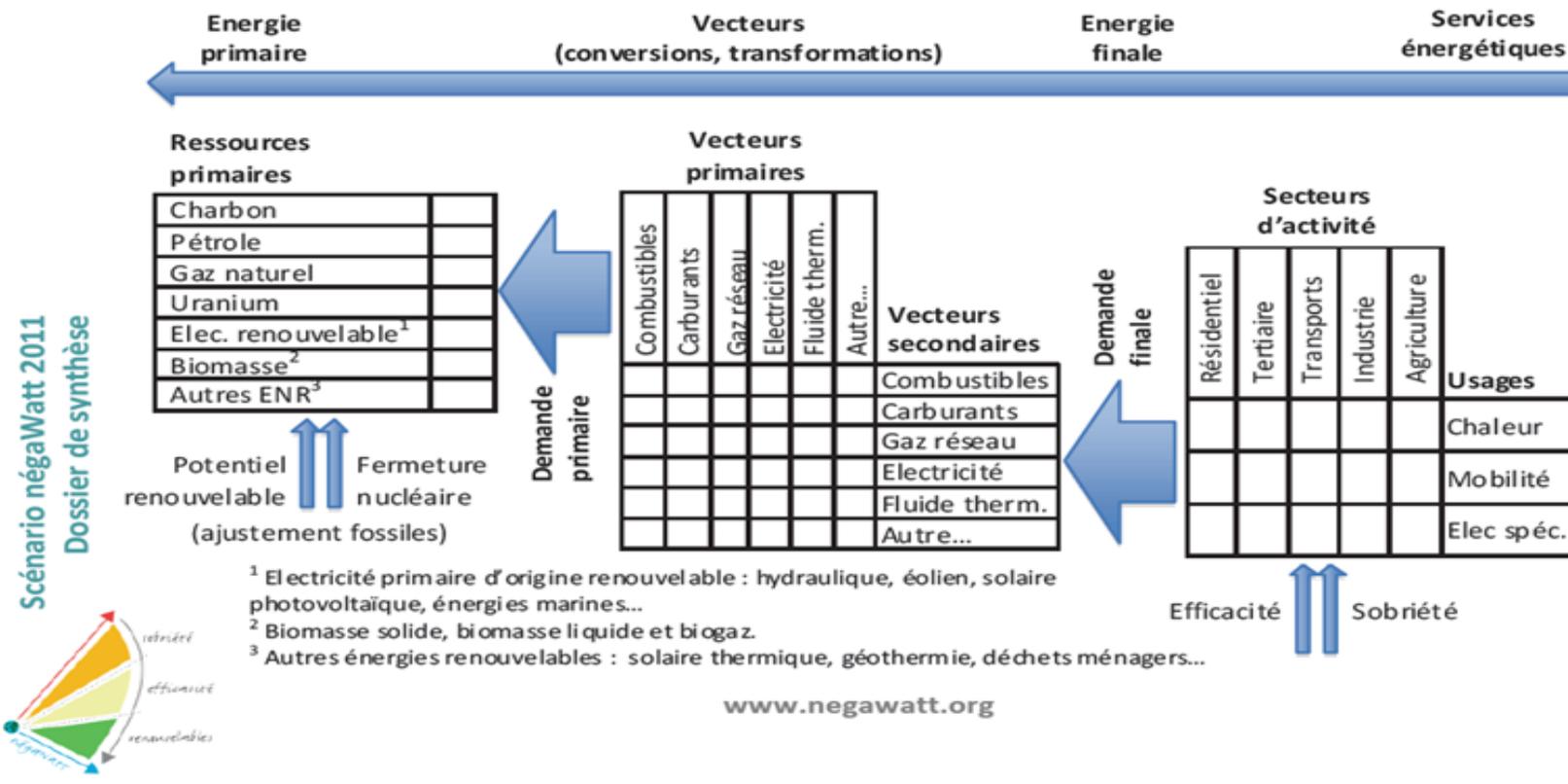
**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

### **3. LES OBSTACLES INSTITUTIONNELS**

# Synergie des Initiatives pour l'Efficacité Énergétique des Bâtiments en Afrique de l'Ouest (Pays de l'UEMOA et CEDEAO)

## ✓ Scénario négaWatt 2011

### ■ Démarche de modélisation du scénario négaWatt 2011



# Synergie des Initiatives pour l'Efficacité Energétique des Bâtiments en Afrique de l'Ouest (Pays de l'UEMOA et CEDEAO)

## ☐ Synergie au niveau national entre:

### ➤ Le Ministère de l'Energie:

- ✓ Sénégal: Projet de Maîtrise de la Demande et des Economies d'Energie
- ✓ Direction de l'Electricité, l'Agence de Maîtrise et de l'Economie d'Energie (AEME)

### ➤ Le Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature:

- ✓ Direction de l'Environnement: Projet Efficacité Energétique des Bâtiments (PNUD/FEM), Projet Typha Isolant Thermique (PNUD/FEM)

### ➤ Le Ministère de l'Industrie, du Commerce et de l'Artisanat:

- ✓ ASN: Projet de Normes d'Efficacité Energétique des Bâtiments

### ➤ Le Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat:

- ✓ Direction de la Construction: Projet d'arrêtés d'application du Code de la Construction (caractéristiques énergétiques des bâtiments)

# Synergie des Initiatives pour l'Efficacité Energétique des Bâtiments en Afrique de l'Ouest (Pays de l'UEMOA et CEDEAO)

## ☐ Synergie au niveau régional entre:

- **UEMOA:**
  - ✓ **Projet Efficacité Energétique des Bâtiments**
- **CEDEAO:**
  - ✓ **Projet Efficacité Energétique des Bâtiments**

## ☐ Synergie au niveau international entre:

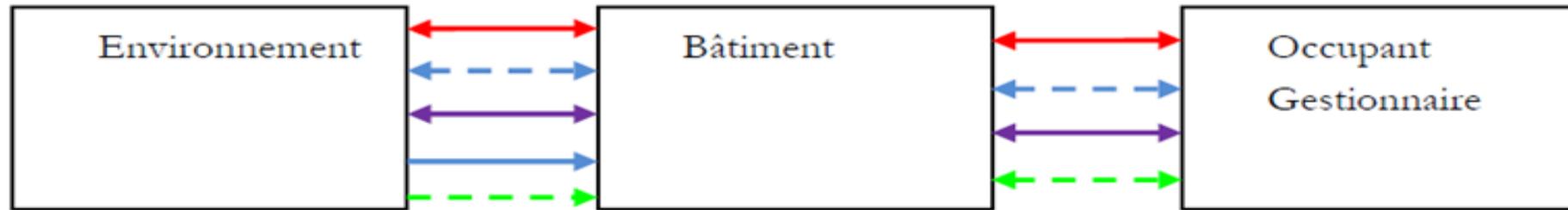
- **IFDD (ex IEPF):**
  - ✓ **Projet NECTAR/Bâtiment « Efficacité Energétique des Bâtiments en Afrique de l'Ouest »**
  - ✓ **Programme IFDD/EAMAU de Formation des professionnels du secteur de l'aménagement urbain, de la construction et du bâtiment aux défis de la transition énergétique**
- **PERACOD/GIZ:**
  - ✓ **Projet d'un guide technique pour la conduite des diagnostics énergétiques dans l'industrie et le tertiaire**
- **AFD/SPEBTP/SNBTP:**
  - ✓ **Centre de formation maitrise énergétique à Dakar**

# Synergie des Initiatives pour l'Efficacité Energétique des Bâtiments en Afrique de l'Ouest (Pays de l'UEMOA et CEDEAO)

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES BATIMENTS »:**

## **4. LES OBSTACLES TECHNIQUES**

# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT



Légende de la représentation structurelle

-  Réseau immatériel support des ondes électromagnétiques (GLO<sup>12</sup> et CLO<sup>13</sup>)
-  Réseau support des flux de chaleur
-  Réseau support des flux d'air humide
-  Réseau support des flux d'électricité
-  Réseau support des flux d'information

# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT

## Environnement du bâtiment

Soleil

Atmosphère

Centrale de production d'énergie

## Bâtiment

Equipements de bureautique

Equipement de chauffage/ventilation/climatisation et éclairage (CVC)

Eléments actifs de l'enveloppe

Eléments passifs de l'enveloppe

Ambiance intérieure

# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT

## Occupant du bâtiment

Récepteur-contrôleur

Emetteur

Quelques paramètres standards du confort de l'occupant

Confort thermique

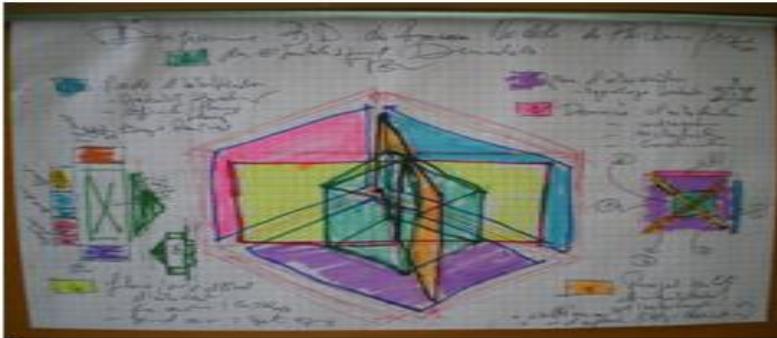
Confort lumineux

Confort acoustique

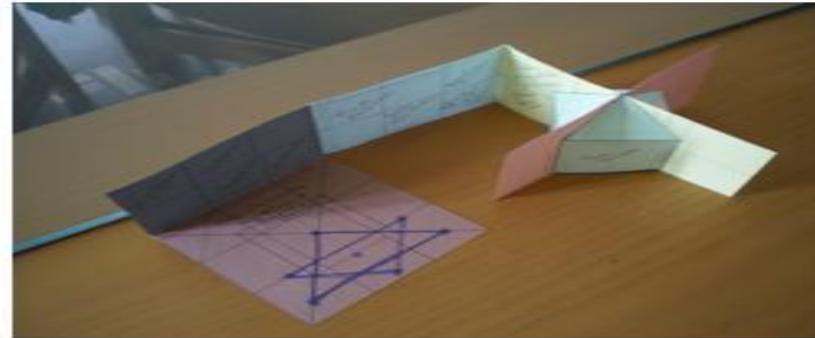
# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT

**Modélisation en 3D de la Méthodologie du processus des établissements humains durables :**  
1) Zones d'intervention ; 2) Modes d'intervention ; 3) Domaines d'intervention ;  
4) Filières et corps d'état d'intervention ; 5) Projets pilotes d'intervention

Esquisse 3D



Maquette 3D



Esquisse 3D



Maquette 3D



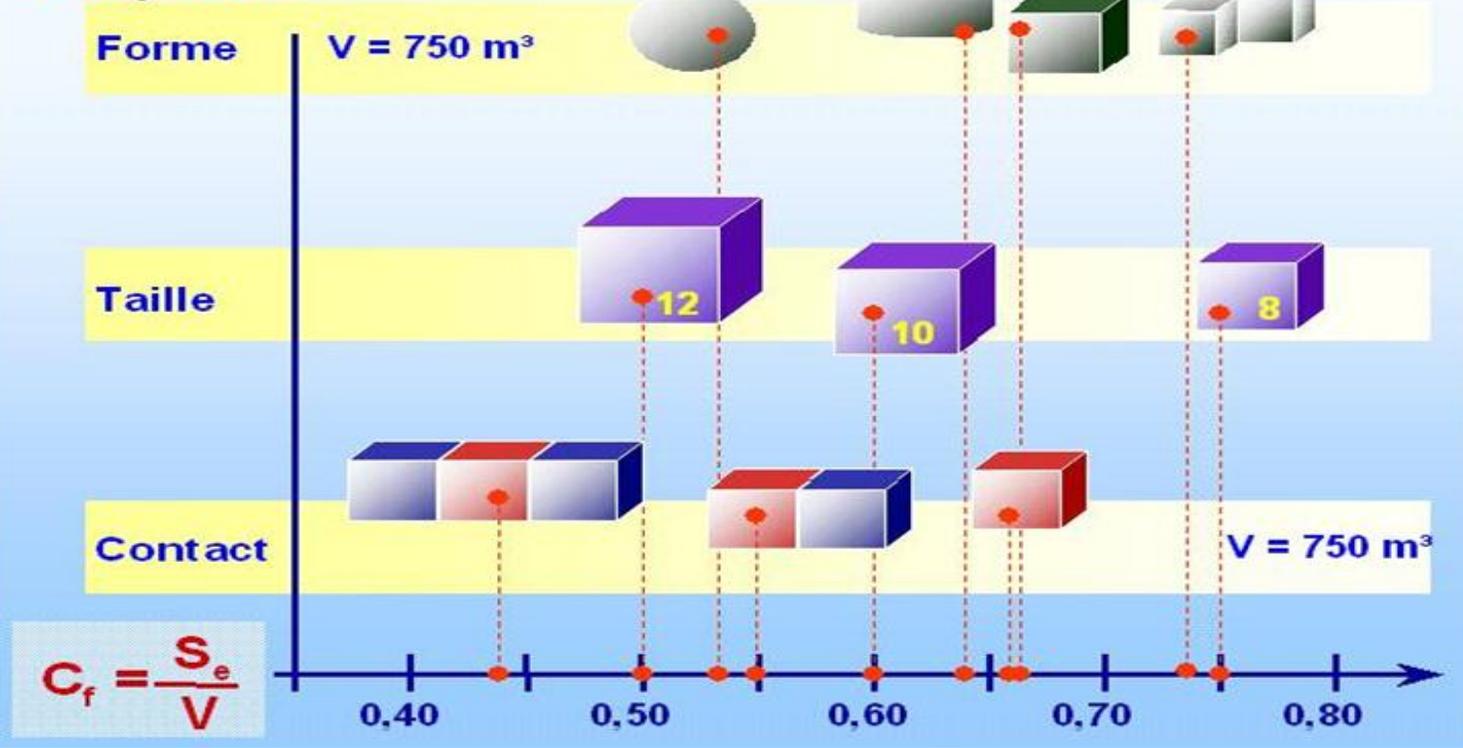
# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

L'orientation

L'organisation spatiale et fonctionnelle

La taille du bâti

## Compacité



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

**Le Coefficient de Forme du bâti (CFB) ou Compacité Morphologique**

**Le Taux de Vitrage ou Ratio=Vitrage/Surface (RVS)**

**La protection solaire**

**L'éclairage naturel**

**La ventilation naturelle**

**Les textures**

**Les couleurs**



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## ✓ Caractéristiques thermiques des matériaux de la typologie de l'habitat

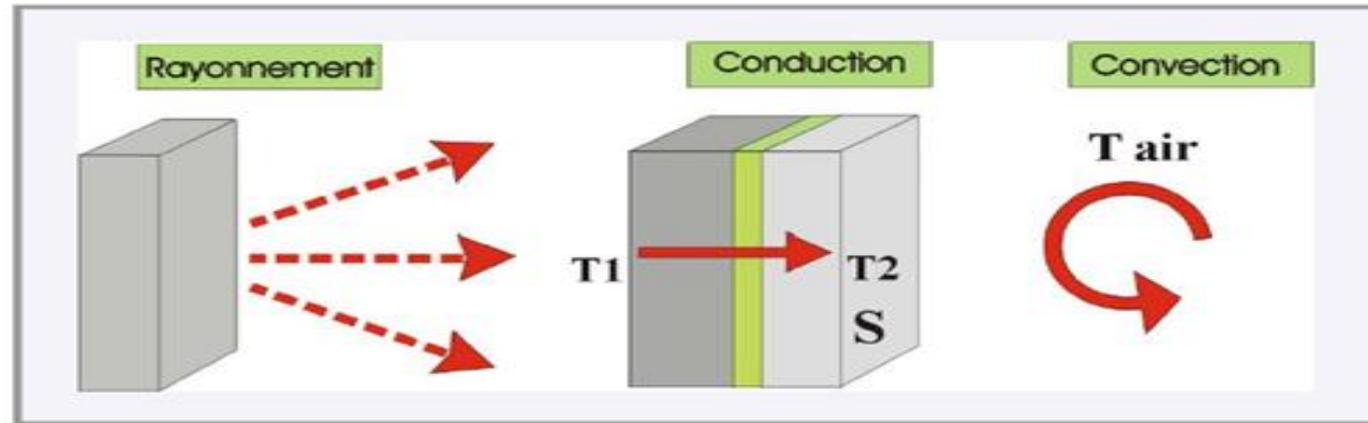
Matériaux	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	Chaleur spécifique (Wh/kg.°C)	Conductivité (W/m.°C)	Capacité thermique (Wh/m <sup>3</sup> .°C)	Diffusivité (m <sup>2</sup> /h)	Effusivité (W.h <sup>0,5</sup> /m <sup>2</sup> .°C)	Vitesse de transfert (cm/h)
Béton de granulats : - plein - caverneux	2300 1650 à 2100	0,260 0,240	1,75 1,15 1,4	600 395 505	2,93 . 10 <sup>-3</sup> 2,90 . 10 <sup>-3</sup> 2,78 . 10 <sup>-3</sup>	32,3 21,3 26,6	4,1 4,1 4,0
Mortier	1950	0,235	1,15	460	2,51 . 10 <sup>-3</sup>	23,0	3,8
Brique terre cuite	1900	0,240	1,15	455	2,53 . 10 <sup>-3</sup>	22,9	3,8
Pierre lourde granite/igneiss	2600	0,195	3,00	505	5,92 . 10 <sup>-3</sup>	39,0	5,8
Pierre calcaire	2450	0,200	2,40	490	4,90 . 10 <sup>-3</sup>	34,3	5,3
Moulière lourde	2200	0,210	1,80	460	3,90 . 10 <sup>-3</sup>	28,8	4,7
Sable sec	1800	0,220	0,40	395	1,01 . 10 <sup>-3</sup>	12,6	2,4
Brique terre crue	1800	0,235	1,10	425	2,60 . 10 <sup>-3</sup>	21,6	2,4
Béton laitier : - plein - caverneux	2300 1800	0,245	1,4 0,7	565 440	2,48 . 10 <sup>-3</sup> 1,59 . 10 <sup>-3</sup>	28,1 17,6	3,8 3,0
Béton de pouzzolane	1000 à 1650	0,240	0,35 0,52	240 395	1,46 . 10 <sup>-3</sup> 1,31 . 10 <sup>-3</sup>	9,2 14,3	2,9 2,7
Béton cellulaire	400 à 800	0,245	0,16 0,33	100 195	1,63 . 10 <sup>-3</sup> 1,68 . 10 <sup>-3</sup>	4,0 8,0	3,1 3,1
Plâtre courant	900	0,300	0,35	270	1,30 . 10 <sup>-3</sup>	9,7	2,7
Sol léger et sec	1500	0,210	0,36	315	1,14 . 10 <sup>-3</sup>	10,6	2,6
Bois lourd chêne, hêtre	650	0,665	0,23	435	0,53 . 10 <sup>-3</sup>	10,0	1,7
Bois léger Résineux, peupliers, etc,	400	0,755	0,12	300	0,40 . 10 <sup>-3</sup>	6,0	1,5
Panneaux particules de	600	0,639	0,14	385	0,37 . 10 <sup>-3</sup>	7,3	1,4
Acier	7870	0,133	52	1045	19,7 . 10 <sup>-3</sup>	233	16,8
Aluminium	2700	0,258	230	695	330 . 10 <sup>-3</sup>	400	43,4
Cuivre	8930	0,110	380	980	387 . 10 <sup>-3</sup>	611	47,0
Zinc	7130	0,110	112	785	143 . 10 <sup>-3</sup>	296	28,5
Laine minérale	15	0,233	0,04	3,5	11,4 . 10 <sup>-3</sup>	0,4	8,1
Polystyrène	18	0,383	0,04	6,9	5,80 . 10 <sup>-3</sup>	0,5	5,8
Eau	1000	1,16	-	-	-	-	-

# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## ✓ Caractéristiques thermiques des matériaux de la typologie de l'habitat

### - LES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES EN JEU

Les échanges de chaleur entre le bâtiment et son environnement (comme pour le corps humain avec l'environnement) s'effectuent suivant trois modes :



- le **rayonnement** : transfert d'un corps à un autre par ondes électromagnétiques, donc sans contact direct.

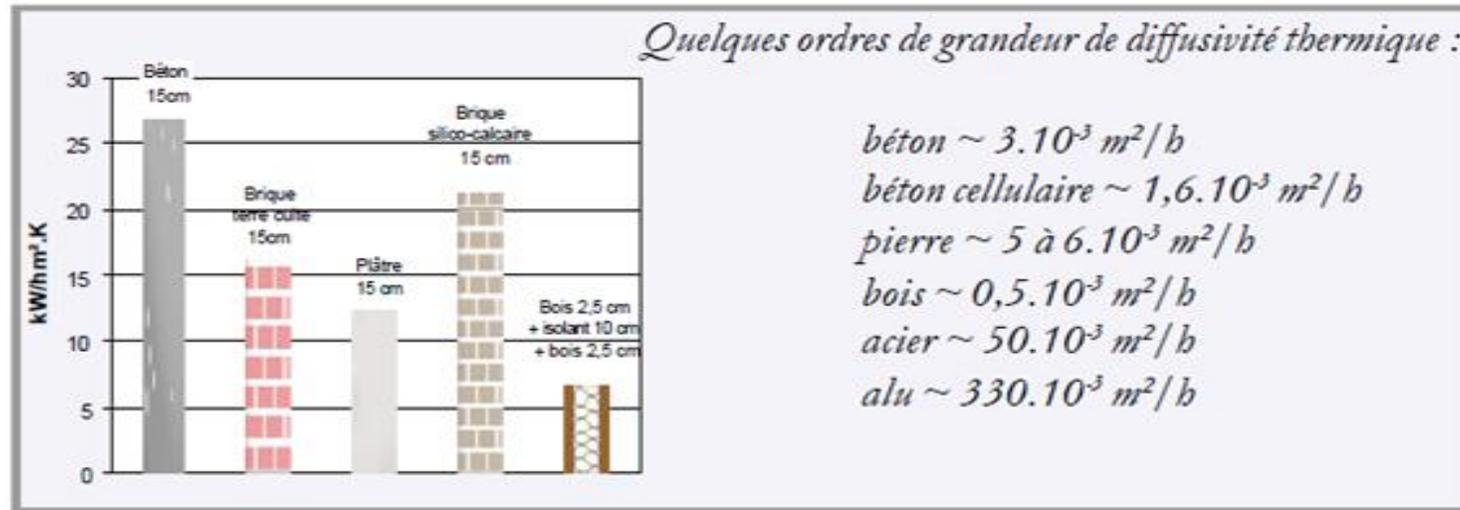
- la **conduction** : la chaleur se propage à l'intérieur de la matière (un même corps solide ou un même fluide liquide ou gazeux), de particule à particule.

- la **convection** : transfert entre l'air et la matière solide résultant du déplacement des particules (de l'air) au niveau de l'interface.

# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## ✓ Caractéristiques thermiques des matériaux de la typologie de l'habitat

Pour bien utiliser l'inertie d'un bâtiment, il faut considérer la vitesse de réponse des matériaux pour transmettre une variation de température, traduite par la *diffusivité thermique*. En effet, l'inertie permet de tempérer les amplitudes journalières de températures intérieures face aux variations de températures extérieures, ce qui est générateur de confort et d'économie pour les locaux chauffés en permanence.



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## ✓ Caractéristiques thermiques des matériaux de la typologie de l'habitat

L'**effusivité thermique** caractérise la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau s'élève. Plus elle est grande et plus le matériau absorbe rapidement les apports de chaleur (internes ou solaires) sans que la température du local s'élève notablement.

Dans un climat tempéré à froid, les revêtements à effusivité faible sont plus appréciés (bois par exemple).

C'est l'inverse dans un climat chaud, où les revêtements à effusivité forte sont préférés (grès, faïence, ...).

*Quelques ordres de grandeur d'effusivité thermique :*

*béton plein ~  $30 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*

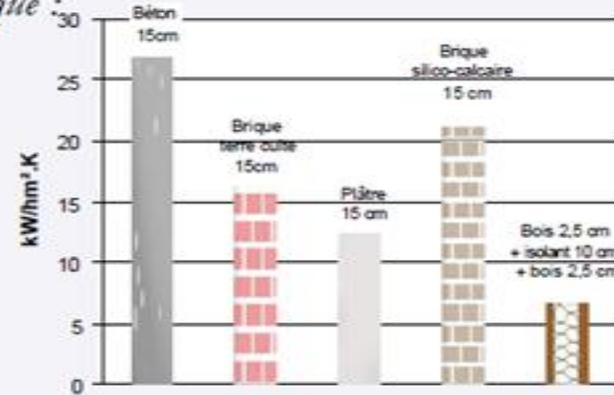
*béton cellulaire ~  $4 \text{ à } 8 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*

*pierre ~  $35 \text{ à } 40 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*

*bois ~  $6 \text{ à } 10 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*

*acier ~  $233 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*

*alu ~  $400 \text{ W} \cdot \text{h}^{0.5} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$*



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## Structuration de la typologie de l'habitat au Sénégal

### Globalité

Nous avons structuré, dans ses grandes lignes, la typologie de l'habitat au Sénégal selon un diagramme avec six pôles et un centre, qui modélise les interactions évolutives des établissements humains à travers l'espace et le temps, selon la configuration suivante :

**Le pôle principal N°1 de l'habitat traditionnel**

**Le pôle principal N°2 de l'habitat colonial**

**Le pôle principal N°3 de l'habitat moderne**

**Le pôle secondaire N°4 de l'habitat populaire régulier**

**Le pôle secondaire N°5 de l'habitat planifié en série avec plans- types de différents standings**

**Le pôle secondaire N°6 de l'habitat populaire irrégulier**

**Le pôle central N°7 de l'habitat spontané et précaire appelé bidonville**

# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

Interaction

## EVOLUTION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT AU SENEGAL



Diagramme du modèle d'interaction évolutive des établissements humains du Sénégal

Mbacké NIANG, Architecte, Chercheur et Enseignant

Février 2011

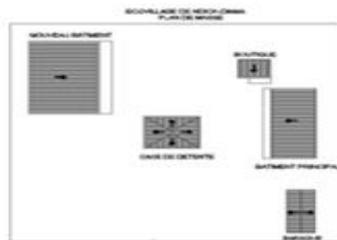
# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## Etat des lieux de la typologie de l'habitat Groupe C en zone rurale

Concession Ndick, Diamo  
Pôle principal n°1  
Habitat traditionnel, résidentiel



Date de construction = 1960  
Implantation = fort recul de « l'alignement »  
Orientation = multidirectionnelle centrée sur la cour  
Nombre de bâtiment = 6 dont un excentré en typha  
Nombre de niveau = 1  
Hauteur sous-plafond moyenne = 2,50 m  
Surface du bâti = 280 m<sup>2</sup>  
Surface du terrain = 1 700 m<sup>2</sup>  
Espace extérieur = cour centrale + cour arrière



## Etat des lieux de la typologie de l'habitat Groupe A en zone urbaine

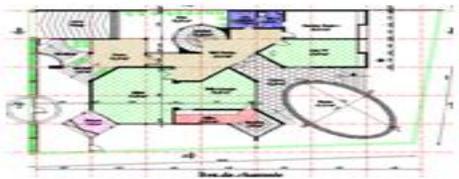
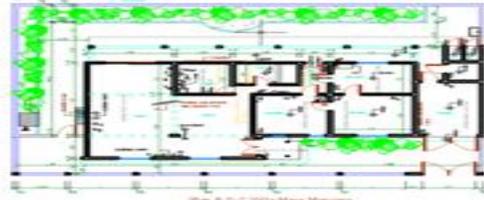
Hôtel de ville de Dakar  
Pôle principal n°2  
Habitat colonial, tertiaire



Date de construction = 1914  
Implantation = fort recul de l'alignement  
Orientation = Nord/Sud  
Nombre de bâtiment = 1  
Nombre de niveau = Rez-de-chaussée + deux étages  
Hauteur sous-plafond moyenne = 4,50 m  
Surface du bâti = 1 700 m<sup>2</sup>  
Surface du terrain = 6 800 m<sup>2</sup>  
Espace extérieur = jardin + parking



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

Etat des lieux de la typologie de l'habitat Groupe A en zone urbaine		
<p><b>Villa Almadies, Dakar</b> Pôle principal n°3 Habitat moderne, tertiaire</p>	<p><b>Immeuble Pyrotechnie, Dakar</b> Pôle principal n°3 Habitat moderne, résidentiel</p>	<p><b>Villa Mangara Sicap, Dakar</b> Pôle secondaire n°5 Habitat planifié, résidentiel</p>
		
<p>Date de construction = 2006 Implantation = moyen recul de l'alignement Orientation = Est/Ouest Nombre de bâtiment = 1 Nombre de niveau = Sous-sol + Rez-de-chaussée + un Etage + Terrasse accessible Hauteur sous-plafond moyenne = 3,00 m Surface du bâti = 1 000 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 567 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cours latérales + cour arrière + piscine</p>	<p>Date de construction = 2008 Implantation = moyen recul de l'alignement Orientation = Est/Ouest Nombre de bâtiment = 1 Nombre de niveau = Rez-de-chaussée + trois Etages + Terrasse accessible Hauteur sous-plafond moyenne = 3,00 m Surface du bâti = 2 054 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 655 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cour latérales + parking</p>	<p>Date de construction = 1963 Implantation = faible recul de l'alignement Orientation = Nord/Sud Nombre de bâtiment = 1 Nombre de niveau = Rez-de-chaussée Hauteur sous-plafond moyenne = 3,00 m Surface du bâti = 177 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 333 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cours latérales + cour arrière</p>
		

# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

Etat des lieux de la typologie de l'habitat Groupe B en zone péri urbaine		
<p><b>Concession Médina Tyllène, Dakar</b> Pôle secondaire n°4 Habitat populaire régulier, résidentiel</p>	<p><b>Concession Hann Yarakh, Dakar</b> Pôle secondaire n°6 Habitat populaire irrégulier, résidentiel</p>	<p><b>Concession Pikine, St Louis</b> Pôle secondaire n°7 Habitat spontané-précaire- Bidonville, résidentiel</p>
		
<p>Date de construction = 1915 Implantation = mixité sur l'alignement et faible recul de l'alignement Orientation = multidirectionnelle centrée sur la cour Nombre de bâtiment relevé = 4 Nombre de niveau = 1 Hauteur sous-plafond moyenne = 2,50 m Surface du bâti = 502 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 947 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cour centrale + cour arrière</p>	<p>Date de construction = 1953 Implantation = mixité sur l'alignement et faible recul de l'alignement Orientation = multidirectionnelle centrée sur la cour Nombre de bâtiment = 8 Nombre de niveau = 1 Hauteur sous-plafond moyenne = 2,50 m Surface du bâti = 276 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 572 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cour centrale</p>	<p>Date de construction = 1980 Implantation = mixité sur l'alignement et faible recul de l'alignement Orientation = multidirectionnelle centrée sur la cour Nombre de bâtiment = 3 Nombre de niveau = Rez-de-chaussée + Terrasse accessible Hauteur sous-plafond moyenne = 2,50 m Surface du bâti = 168 m<sup>2</sup> Surface du terrain = 400 m<sup>2</sup> Espace extérieur = cour centrale</p>
		

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

## **5. LES OBSTACLES DE CAPACITEES INSTITUTIONNELLES**

# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT

## Modélisation structurelle multi-acteurs du système bâtiment

	Fonctions	1	2	3	4	5	6	7	8
Acteurs		Programma- tion	Conception	Fabrication	Distribu- tion	Réalisation	Exploitation	Démolition	Autorisation et Conformité
1	Maître d'ouvrage	●							
2	Maître d'oeuvre		●						
3	Industriel			●					
4	Fournisseur				●				
5	Constructeur					●			
6	Utilisateur						●		
7	Recycleur							●	
8	Administration								●

# METHODOLOGIE D'INTERVENTION PAR L'APPROCHE SYSTEMIQUE DU BATIMENT

**Repérer et répertorier** les grandes catégories de processus et de processeurs permettent de formaliser un peu plus l'outil de modélisation du système bâtiment comme par exemple:

**Programmer** (processus 1) par le maître de l'ouvrage (processeur 1)

**Concevoir** (processus 2) par l'architecte (processeur 2)

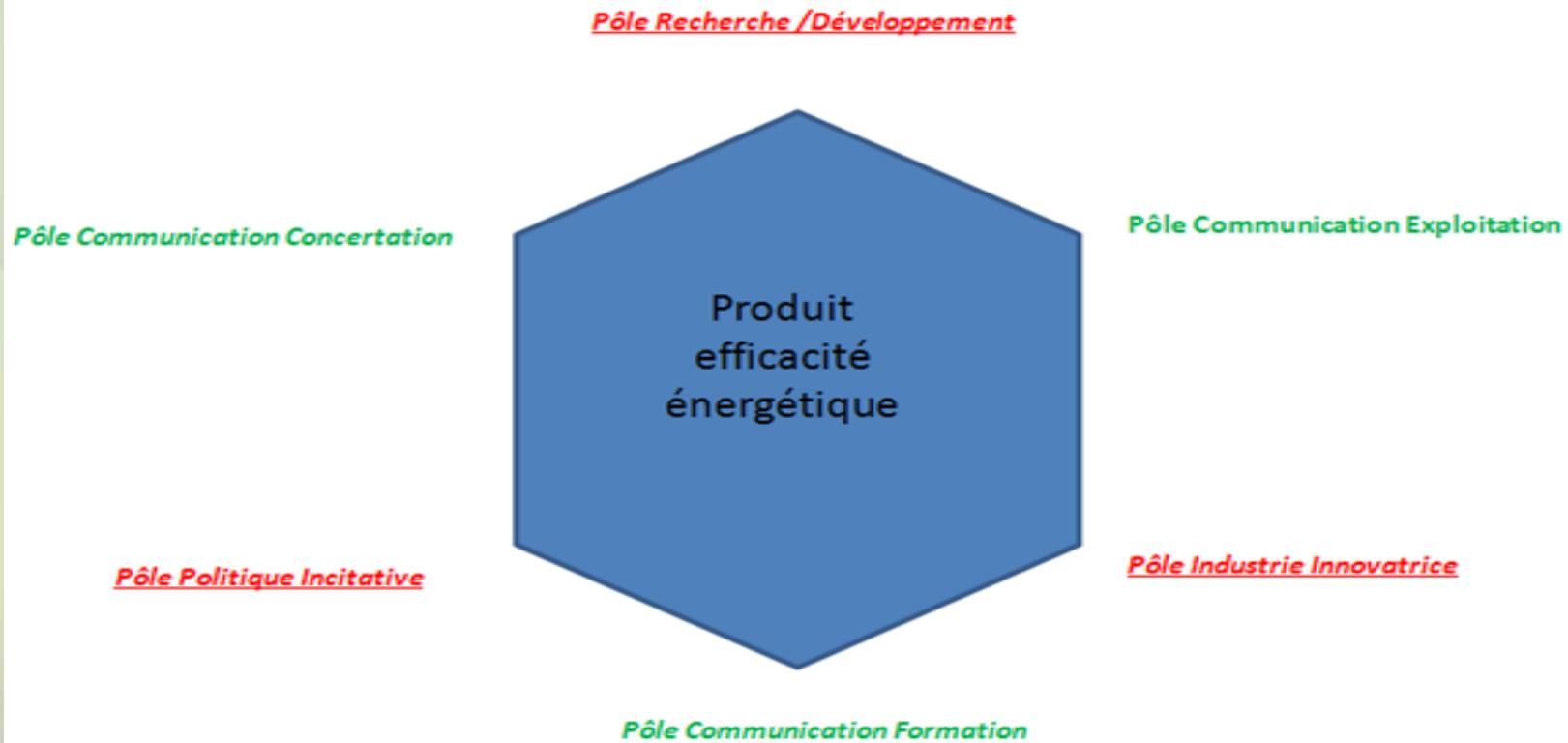
**Réaliser** (processus 3) par l'entrepreneur (processeur 3)

**Exploiter** (processus 4) par l'occupant-gestionnaire (processeur 4)

ÉTUDES PREALABLES	ÉTUDES DE CONCEPTION	D.C.E & CHOIX	OFFRES ENTREPRISES	ÉTUDES EXECUTION	REALISATION CHANTIER RECEPTION	EXPLOITATION MAINTENANCE
esquisses documents graphiques  mémoire estimation  programme doc. administratifs	plans façades coupes détails techniques  devis descriptif estimation détaillée  pièces administratives de consultation	plans variantes ou de détails schémas divers  précisions demandées dépouillement offres  documents marchés	plans communiqués pour offres plans variantes  recherche & intégration offres sous/co-traitants et fournisseurs  documents marchés	plans de synthèse  décomposition pour situation de travaux variantes éventuelles  tous documents préparation des travaux	plans de mise au point plan DOE  situations de travaux devis modificatifs o.s. correspondants Notices DOE  tous documents de chantier & C.R. de réunions, réception	exploitation & maintenance  modifications d'installations  commandes de travaux ou de fournitures

# POUR UN MODELE DU PROCESSUS DE L'INNOVATION DU BATIMENT

POUR UN MODELE DU PROCESSUS DE L'INNOVATION



# POUR UN MODELE DU PROCESSUS DE L'INNOVATION DU BATIMENT

- ❑ *Le pôle principal des politiques étatiques d'incitation à l'innovation à travers : la réglementation, la normalisation ;*
- ❑ *Le pôle principal de la Recherche/Développement à travers : les centres de recherche, les laboratoires d'études et d'essais ;*
- ❑ *Le pôle principal des entreprises innovatrices à travers : les industries des matériaux de construction, les fournisseurs des matériaux de construction ;*
- ❑ *Le pôle secondaire d'exploration des besoins de la société à travers : les maîtres d'ouvrages (investisseurs), les consommateurs (citoyens) ;*
- ❑ *Le pôle secondaire d'exploitation des résultats de la recherche à travers : les maîtres d'œuvres (prescripteurs), les entreprises de bâtiments et travaux publics (constructeurs- installateurs) ;*
- ❑ *Le pôle secondaire de diffusion des savoirs et savoir-faire à travers : les structures d'enseignement et de formation (professeurs) ; les médias parlés, écrits et télévisuels (communicateurs)*

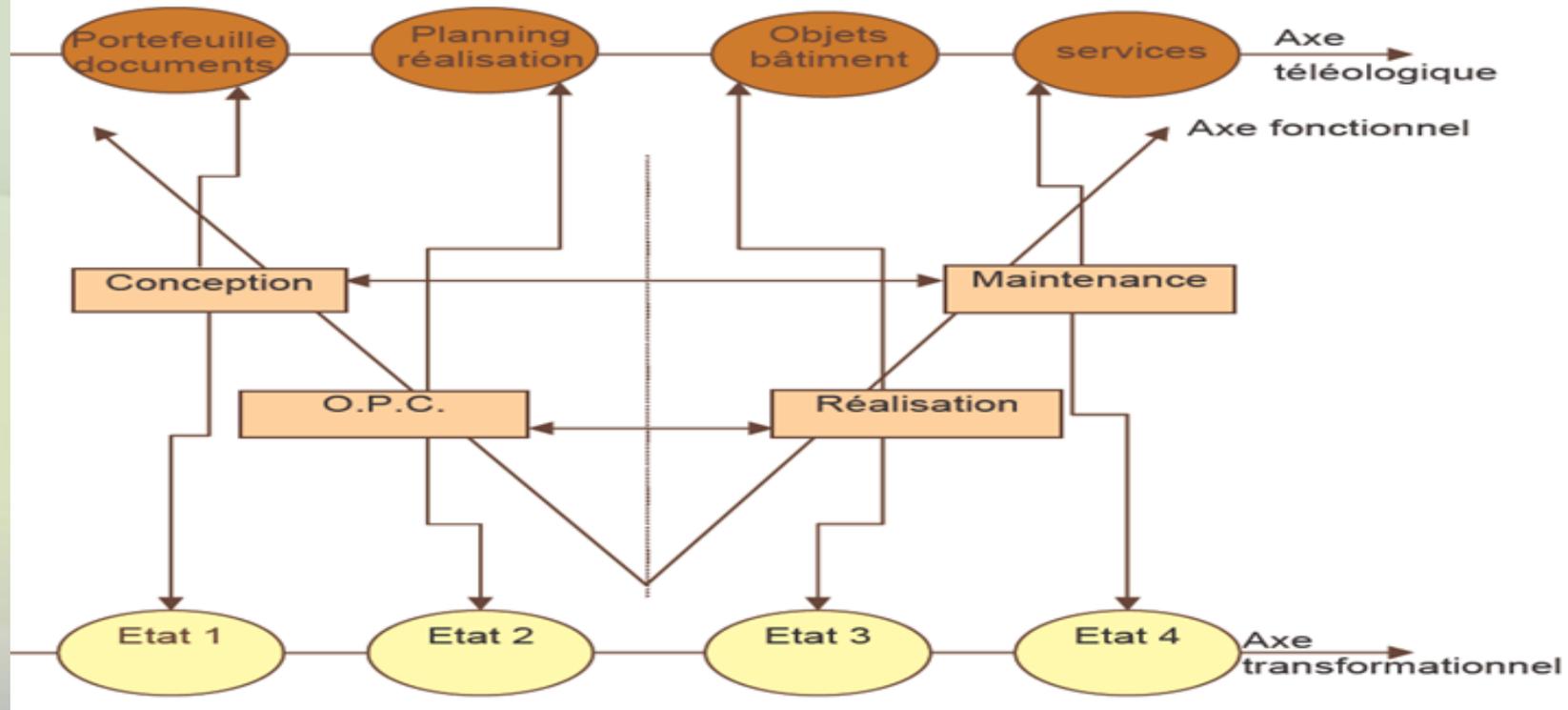
41

# POUR UN MODELE DU PROCESSUS DE L'INNOVATION DU BATIMENT

➤ La stratégie de la conception collective de « l'ingénierie concourante » (simultanée ou parallèle)

✓ Selon le modèle d'une approche systémique du bâtiment

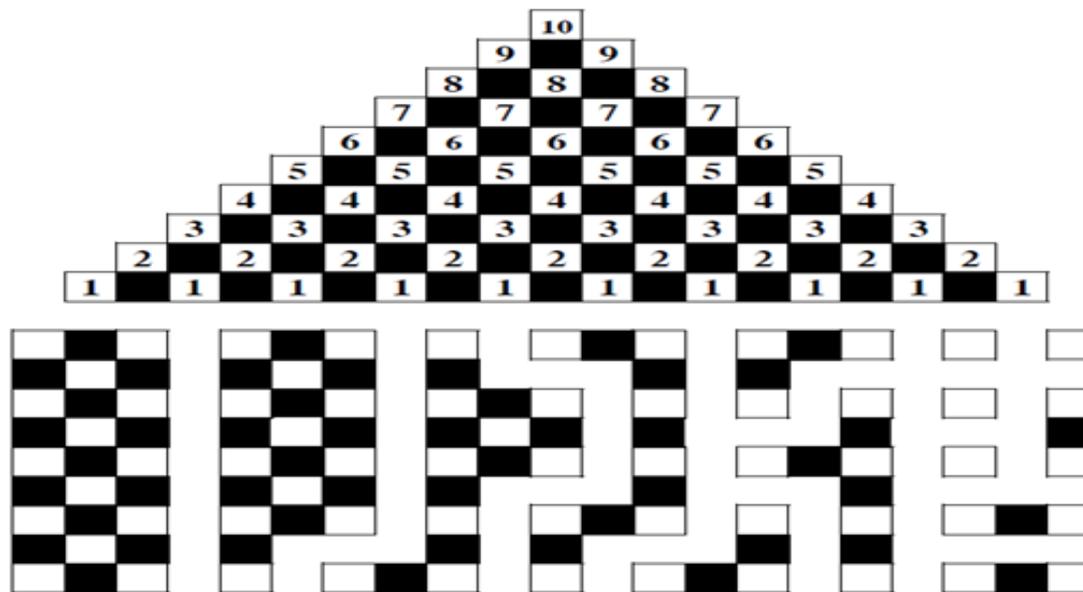
- Penser globalement
- Agir localement



# POUR UN MODELE DU PROCESSUS DE L'INNOVATION DU BATIMENT

- La stratégie de la conception collective de « l'ingénierie concourante » (simultanée ou parallèle)
  - ✓ Selon le modèle de « la Complexité de la Preuve de la Case de Mbacké NIANG, Architecte-Inventeur »
    - Penser globalement sur le triangle supérieur
    - Agir localement sur les rectangles inférieurs

Complexité de la Preuve de la Case de Mbacké NIANG architecte-inventeur



10	X	1	=	10
9	X	2	=	18
8	X	3	=	24
7	X	4	=	28
6	X	5	=	30
5	X	6	=	30
4	X	7	=	28
3	X	8	=	24
2	X	9	=	18
1	X	10	=	10

---


$$5 \times 44 = 220$$

est égale à quarante quatre

Agence d'Architecture et de Recherche MBN, BP : 6072 Dakar-Sénégal, Tél/fax : (+221) 825.50.34, E-mail : aarmbn@cyg.sn

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

## **6. LES OBSTACLES DE LA SENSIBILISATION**



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL

[www.ecreee.org](http://www.ecreee.org)



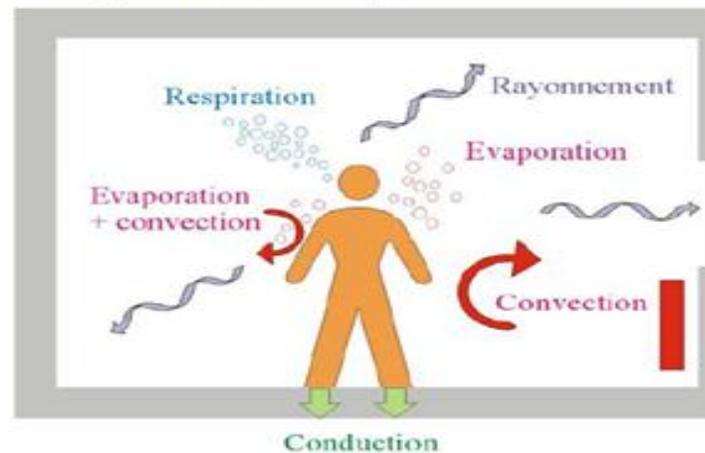
# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

## ✓ Caractéristiques thermiques des matériaux de la typologie de l'habitat

### LES PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES

Pour entretenir la vie, un corps humain transforme de l'énergie. Alors que la température du corps est maintenue constante à  $37 \pm 0,8^\circ\text{C}$ , celle de la peau est de l'ordre de  $32$  à  $33^\circ\text{C}$  (mais au niveau des pieds, elle peut descendre à  $15 - 20^\circ$  si la température ambiante est faible, c'est-à-dire inférieure à  $15^\circ\text{C}$ ).

La régulation physique de la température du corps s'effectue suivant différents modes : principalement par convection, rayonnement, et évaporation, et dans une moindre mesure par conduction, respiration et sécrétion.



La perte de chaleur est de l'ordre de  $120\text{ W}$  dans des conditions de température de  $18-30^\circ\text{C}$ , pour un individu au repos, en air calme, et peut aller jusqu'à  $500\text{ W}$  dans des conditions d'activité physique soutenue.

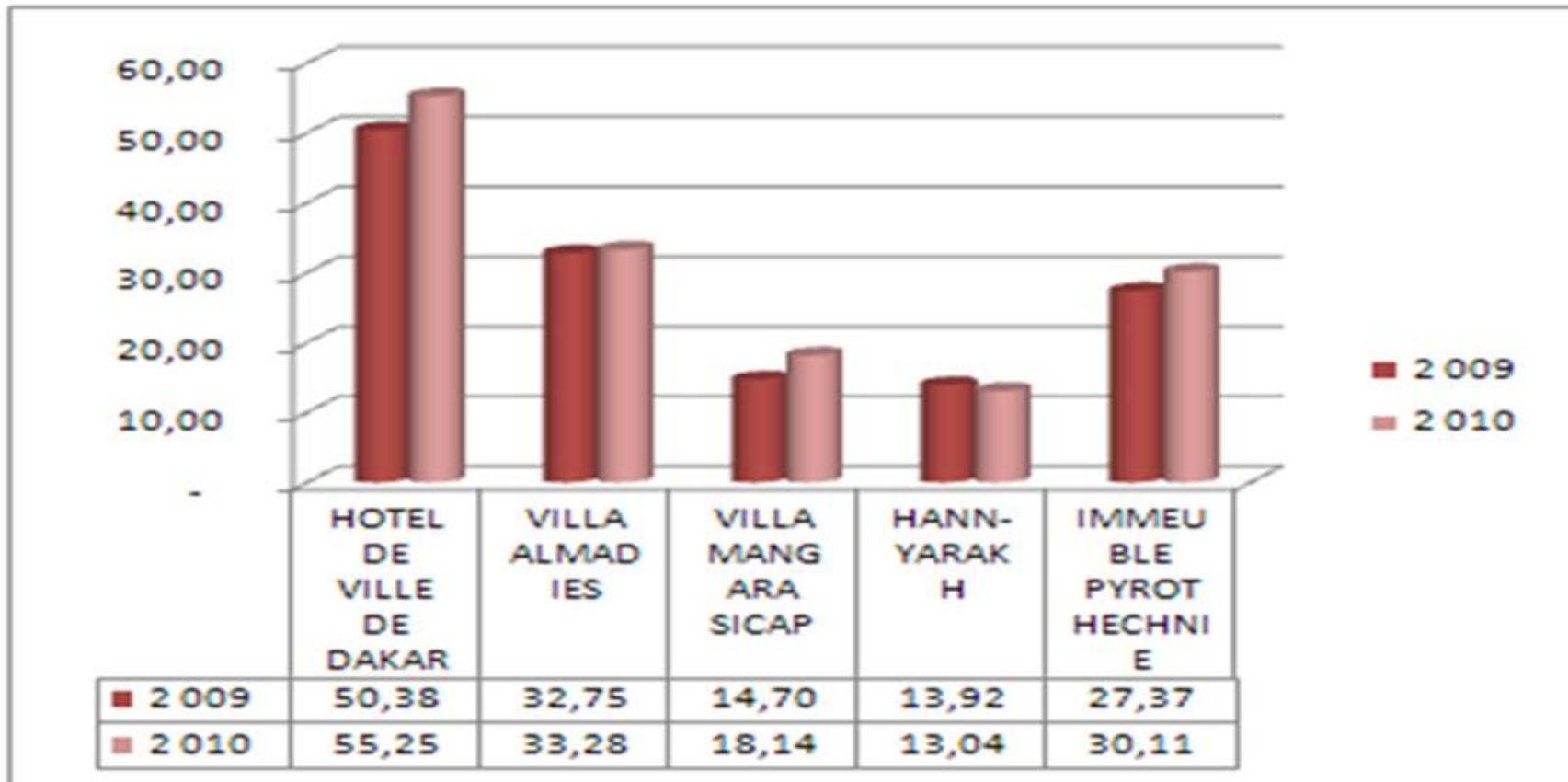
# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

- **Caractéristiques énergétiques de la typologie de l'habitat**  
**Evaluation des consommations d'énergie électrique par usage**

DESIGNATION	% ENERGIE CONSOMMEE PAR USAGE					CONSOMMATION (kWh)
	SPLITS/ CLMIMATISEURS (KWh)	ECLAIRAGE (KWh)	FROID (KWh)	CHAUFF EAU BOUILLLOIRE (KWh)	BURATIQUE - Ordinateurs - Imprimantes - Onduleurs (KWh)	
HOTEL DE VILLE	80 256 (57%)	24 619 (18%)	3 140 (2%)	4 590 (8%)	28 516 (20%)	141 121
ALMADIES	16 810 (49%)	1 345 (4%)	320 (1%)	8 200 (24%)	7 500 (22%)	34 175
PYROTECHNIE	11 094 (15%)	42 280 (56%)	2 000 (2%)	15 199 (20%)	5 000 (7%)	75 573
VILLA SICAP	2 005 (55%)	970 (26%)	370 (10%)	320 (9%)	0	3 655
UNE CONCESSION DE LA BAIE HANN	380 (8%)	570 (13%)	3219 (72%)	329 (7%)	0	4 498

# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

➤ **Caractéristiques énergétiques de la typologie de l'habitat**  
**Evaluation des consommations d'énergie électrique par KWh/m<sup>2</sup>/an**



# RESULTATS DES ANALYSES ET EVALUATIONS DES PERFORMANCES DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT

Exemple d'évaluation de la consommation d'énergie électrique par usage (France)  
 Exemple d'évaluation de la consommation d'énergie électrique par kWh/m<sup>2</sup>/an et le niveau d'émission annuelle de gaz à effet de serre (France)

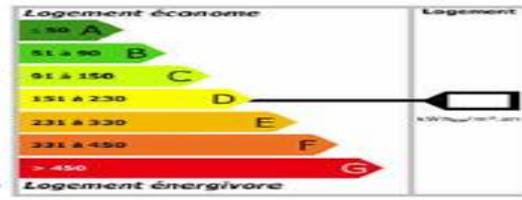


Schéma montrant la consommation d'énergie dans les logements suivant la date de construction et les choix écologiques

### Classification du bâtiment selon le niveau de consommation annuelle d'énergie par m<sup>2</sup> (en kWh/énergie primaire/m<sup>2</sup>.an)

Comme pour l'électroménager, sept classes sont définies allant de :

- **Classe A** : Logement économe, avec une consommation annuelle d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement inférieure à 51 kWh/m<sup>2</sup>/an.
  - à la :
  - **Classe G** : Logement énergivore, avec une consommation égale ou supérieure à 450 kWh/m<sup>2</sup>/an.
- Cet indicateur devra également être complété par une décomposition entre énergies renouvelables et énergies fossiles ainsi qu'une estimation du coût en euros incluant les abonnements et la contribution au réchauffement climatique en kg. équivalent CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup>.an.



**Note** : Le niveau de consommation visé par la réglementation thermique : actuelle (RT2005), future proche (RT2012) et attendue à l'horizon 2020 (BEPos)

- 2005 = 151 kWh/m<sup>2</sup>/an (niveau D)
- 2010 = 120 kWh/m<sup>2</sup>/an (niveau C)
- 2012 = 50 kWh/m<sup>2</sup>/an (niveau A)
- 2020 = 0 kWh/m<sup>2</sup>/an (bâtiment à énergie positive)

### Classification du bâtiment selon le niveau d'émission annuelle de Gaz à Effet de Serre par m<sup>2</sup> lié à la consommation d'énergie (en kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an)

- Allant de :
- **Classe A** : faibles émissions de gaz à effet de serre, avec 5 kg. équivalent de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an
  - à la :
  - **Classe G** : fortes émissions de gaz à effet de serre, avec 80 kg. équivalent de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.an



La durée de validité du diagnostic et du certificat de performance énergétique est de 10 ans.

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

## **7. LES OBSTACLES FINANCIERS**



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL

[www.ecreee.org](http://www.ecreee.org)



# LES ACTEURS ECONOMIQUES ET FINANCIERS

## ❖ Maîtres d'Ouvrages potentiels

### ➤ Etat du Sénégal

- ✓ Ministère de l'Energie (Agence de la Maîtrise et de l'Economie d'Energie (AEME))
- ✓ Ministère de l'Habitat (Société Nationale des Habitations à Loyer Modéré, SN-HLM)
- ✓ Ministère des Ecovillages (Agence Nationale des Ecovillages)
- ✓ Ministère de la Recherche (Agence Nationale de la Recherche Appliquée, ARESA)

### ➤ Collectivités locales

### ➤ Société Civile

- ✓ Société Nationale des Télécommunications (SONATEL)
- ✓ Association des Promoteurs Privés (APP)
- ✓ Union Nationale des Coopératives d'Habitat du Sénégal (UCHS)

# LES ACTEURS ECONOMIQUES ET FINANCIERS

## ❖ Partenaires financiers potentiels

- Association des Professionnels de Banques
- Fédération Sénégalaise des Sociétés d'Assurance
- Banque de l'Habitat du Sénégal (BHS)
- Banque Internationale pour le Commerce et l'Industrie du Sénégal (BICIS)
- Société Générale de Banque du Sénégal (SGBS)
- PNUD/FEM
- AFD
- GTZ
- PAYS-BAS

**« PRINCIPAUX OBSTACLES A L'EFFICACITE ENERGETIQUE DANS LES  
BATIMENTS »:**

## **8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS**

# PROPOSITIONS D'ACTION D'AMELIORATION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT GRACE A LA SYNERGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

- ❖ **Stratégies d'adaptation grâce à l'amélioration du confort hygrothermique dans l'habitat**
  - **Synergie entre les matériaux locaux et les techniques constructives modernes pour la réalisation des toitures, des murs et des sol-planchers**
    - ✓ **Les applications dans l'habitat traditionnel: terre, pierre, paille**

Terre



Terre



Paille



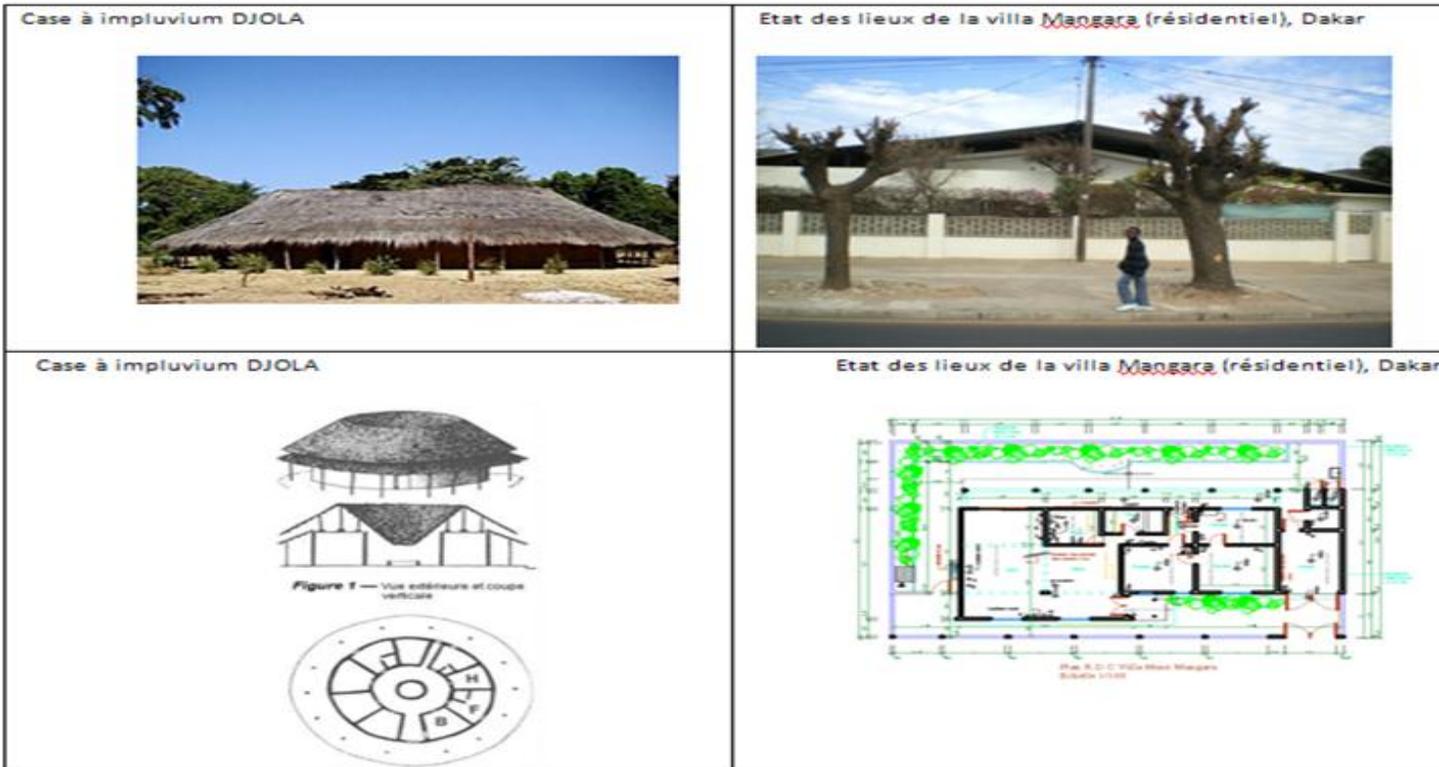
Pierre



53

# PROPOSITIONS D'ACTION D'AMELIORATION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT GRACE A LA SYNERGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

- ❖ **Stratégies d'adaptation grâce à l'amélioration du confort hygrothermique dans l'habitat**
  - **Synergie de la typologie de l'habitat pour l'émergence d'un nouveau type d'habitat par la consolidation des bonnes pratiques dans les domaines de l'urbanisme, de l'architecture et de la construction**
    - ✓ **Double toiture de la case à impluvium en chaume (construction habitat traditionnel DJOLA)**
    - ✓ **Double toiture de la villa en tôle (construction habitat moderne type Sicap)**



# PROPOSITIONS D'ACTION D'AMELIORATION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT GRACE A LA SYNERGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

- ❖ **Stratégies d'atténuation grâce à la réalisation des économies d'énergie dans l'habitat**
  - **Synergie entre la végétalisation, la coloration du paysage de la cité et des bâtiments pour la réduction du phénomène d'îlots de chaleur urbaine et la minéralisation des sols de la ville**
    - ✓ **Coloration du bâtiment: toiture, façade**

Toiture de couleur sombre



Façade de couleur mixte (sombre, claire)



Façade de couleur claire



Façade de couleur mixte (sombre, claire)



# PROPOSITIONS D'ACTION D'AMELIORATION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT GRACE A LA SYNERGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

- ❖ **Stratégies d'atténuation grâce à la réalisation des économies d'énergie dans l'habitat**
  - **Synergie entre la protection solaire des bâtiments et le captage de l'énergie solaire intégrée au bâti**
    - ✓ **Typologie des dispositifs architecturaux de protection solaire**

Dispositif de protection solaire horizontal



Dispositif de protection solaire horizontal



Dispositif de protection solaire vertical fixe



Dispositif de protection solaire vertical mobile



# PROPOSITIONS D'ACTION D'AMELIORATION DE LA TYPOLOGIE DE L'HABITAT GRACE A LA SYNERGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET DES STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DES GAZ A EFFET DE SERRE

## ❖ Stratégies d'adaptation grâce à l'amélioration du confort hygrothermique dans l'habitat

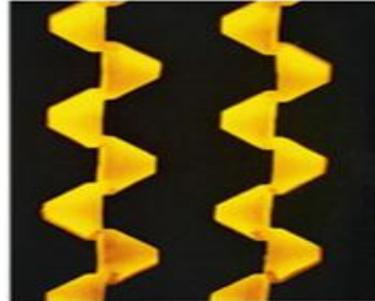
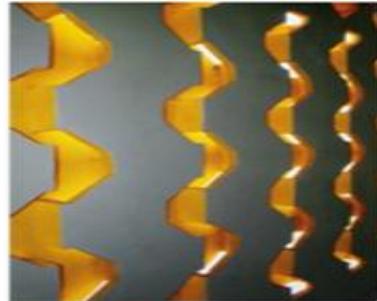
- Synergie entre l'espace public (rue, place) et l'espace privé (cour, patio, terrasse accessible) pour favoriser la ventilation naturelle et l'éclairage naturel à travers la cité

- ✓ Clôture filtrante de la cour, lumière tamisée du bâtiment

Mur de clôture ventilé naturellement



Mur du bâtiment éclairé naturellement



# POUR DES THEMATIQUES INTEGREES DE RECHERCHE DU BATIMENT

- ❑ **« les modèles de Toitures/cases triangulées en cône tronquée asymétrique MBN »** permettant,
  - L'éclairage zénithal au centre du bâtiment et la ventilation transversale des locaux ;
  - De recueillir par des chéneaux les eaux pluviales, qui sont stockées dans des bassins ;
  - D'obtenir des espaces intérieurs libérés des structures porteuses, afin de réaliser des aménagements flexibles pour une utilisation polyvalente des locaux.
- ❑ **« les modèles de Claustras MBN N° 1, 2, 3 et 4 »** filtrent en régulant,
  - L'éclairage et le flux thermique des rayonnements solaires ;
  - Les vents de sable avec limitation des dépôts de poussière sur les parois exposées ;
  - Les pluies battantes ;
  - Le confinement des espaces (cloisonnement et clôture).
- ❑ **« les modèles de Châssis Ouvrants Flexibles MBN, pour Portes et Fenêtres ouvrant à la Sénégalaise »** ont pour fonction,
  - De briser le soleil tout en assurant l'éclairage naturel des locaux ;
  - De servir de supports dynamiques suivant la position du soleil pour le captage de l'énergie solaire ;
  - De réguler le courant d'air violent tout en assurant le renouvellement d'air confortable ;
  - De favoriser la variabilité des formes et des dimensions des percements des ouvertures du bâtiment (synergie structurelle entre maçonnerie et menuiserie).
- ❑ **« les modèles de Parpaings Ondulés Dérivation MBN »** favorisent,
  - La diversité des formes géométriques et la souplesse de mise en œuvre des parois des ouvrages (adéquation entre rayon de courbure projeté et rayon de courbure du module élémentaire) ;
  - L'autoprotection des parois par effet de masque contre le rayonnement solaire (alternance entre lumière, ombres propres et ombres portées), les vents et les pluies.
- ❑ **« les modèles de Pavés Autobloquants Asymétriques MBN Modules A, B et C »** sont utilisés,
  - Comme revêtement de sol des espaces extérieurs (voies carrossables, trottoirs, allées piétonnes, parvis et patio) ;
  - Pour leur souplesse de mise en œuvre, d'entretien et de rénovation ;
  - Pour retarder le ruissellement des eaux pluviales par infiltration afin d'éviter ou d'atténuer les inondations ;

# POUR DES THEMATIQUES INTEGREES DE RECHERCHE DU BATIMENT

MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
CENTRE DE DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

VALORISATION DES INNOVATIONS TECHNOLOGIQUES DE L'AGENCE D'ARCHITECTURE ET DE RECHERCHE AARMBN

Maître d'ouvrage : Ministère de la recherche scientifique / Maître d'œuvre agence d'architecture et de recherche AARMBN / Ingénieur conseil : Salif Diallo

Dakar, le 23 avril 2007



(2)

Claustras MBN



(3)

Châssis ouvrant flexible  
portes et fenêtres ouvrant  
à la sénégalaise



(4)

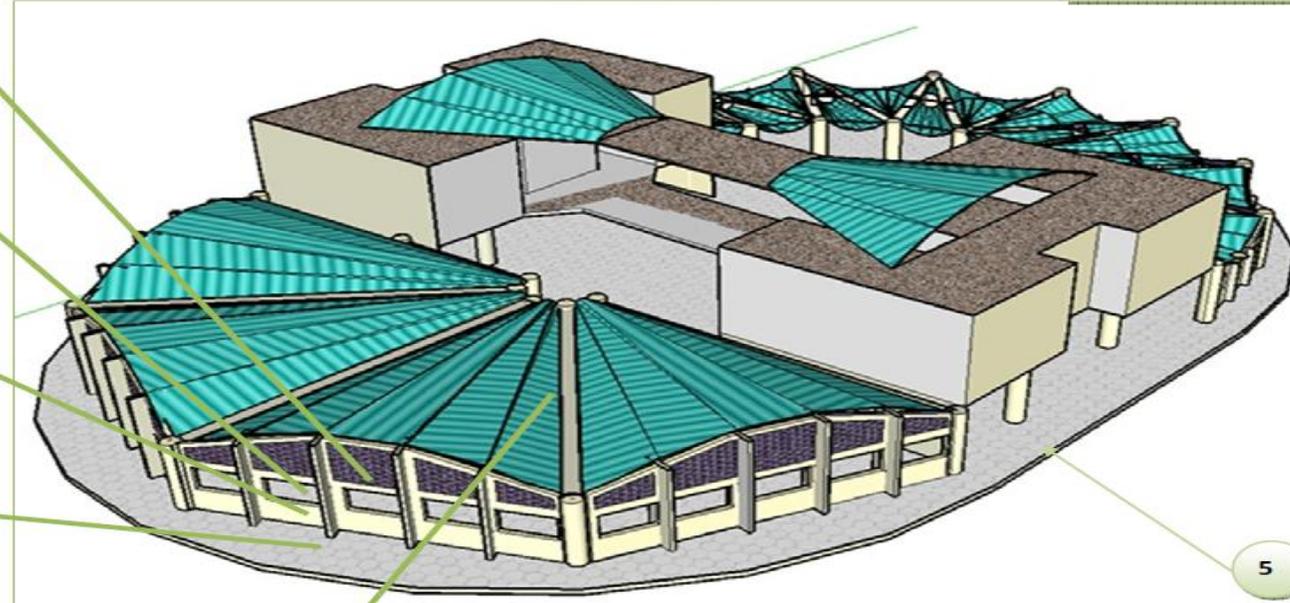
Parpaing ondulés MBN



(5)

Pavés autobloquant MBN

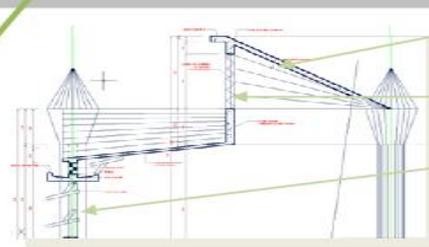
PAVERIS AUTOBLOQUANTS MBN Modèles A, B, C



5

(1)

Toiture/case tronquée  
asymétrique type MBN

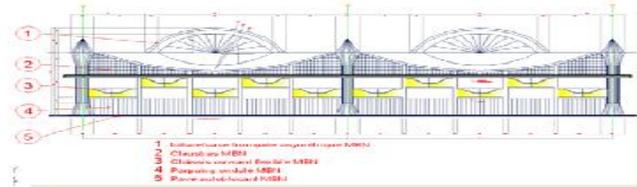
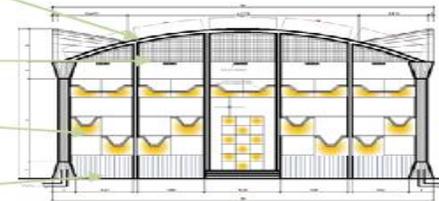


1

2

3

4



2012 INTERNATIONAL YEAR OF  
SUSTAINABLE ENERGY  
FOR ALL

www.ecreee.org



# Thank You! Merci! Obrigado!

## Secrétariat - CEREEC

Achada Santo Antonio

C.P. 288, Praia, Cape Verde

Tel: +238 2604630, +238 2624608

Web: <http://www.ecreee.org>



[www.ecreee.org](http://www.ecreee.org)

