

# LA VOÛTE NUBIENNE

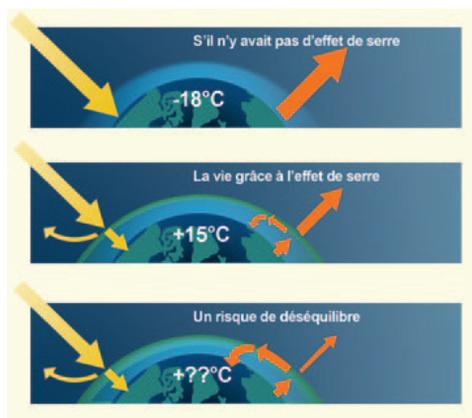
Une solution d'habitat bas-carbone  
pour l'adaptation et l'atténuation  
au changement climatique



### LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Du fait des émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines (déforestation, industrie, agriculture, bâtiments résidentiels, commerciaux et publics, production d'électricité, transports, déchets), le changement climatique est déjà observable et va s'accroître à l'avenir :

► **hausse globale des températures, dérèglement des cycles de pluviométrie, etc.**



Pour contrer ces impacts dévastateurs et irréversibles, il faut limiter la hausse globale des températures à moins de 2°C\*.

**Pour cela, il est nécessaire de réduire de 50 % nos émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050, et de 90 % d'ici à 2100.**

*Effet de serre : un phénomène déséquilibré par l'Homme. © ADEME*

### L'HABITAT, UNE PROBLÉMATIQUE MAJEURE

**En Afrique soudano-sahélienne des millions de familles n'ont plus accès à un habitat décent** du fait de la disparition (déforestation/désertification) des ressources ligneuses naturelles utilisées dans les architectures traditionnelles, des réalités démographiques et économiques, et de la croissance de l'urbanisation

**Les alternatives techniques « modernes » n'ont pas permis de proposer, au plus grand nombre, un habitat approprié et durable.**

Elles nécessitent des matériaux inadaptés (ciment, acier, tôles, chevrons, etc.) et ne s'inscrivent pas dans les économies locales (matériaux importés, utilisation de numéraire).

(\* ) Selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)

## LA DÉMOGRAPHIE ET L' ACCÈS AUX SERVICES DE BASE

En 2010, le secteur du bâtiment au niveau mondial était responsable de 19% des émissions de gaz à effet de serre.

D'ici 2050, ces émissions devraient doubler (voire même tripler) en raison notamment, dans les pays en développement, du **besoin croissant pour des millions de personnes d'accéder à un habitat adapté et confortable.**<sup>1</sup>

Dans la bande soudano-sahélienne, cette tendance sera très largement amplifiée car la population va croître de 250 millions d'habitants en 2013 à **650 millions en 2050.**<sup>2</sup>

**Il est donc urgent d'adopter des solutions d'habitat bas carbone, durable, permettant une réelle atténuation et adaptation au changement climatique.**



1 - Source : *Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change, IPCC Working Group III Fifth Assessment Report, chapter 9 Building, pp 675 et 679.*

2 - basée sur données *World Population Prospects, United Nations, 2013 (Medium Variant)* et la délimitation géographique de la bande sahélo-soudanaise.

# LA TECHNIQUE VOÛTE NUBIENNE : UNE SOLUTION D'HABITAT ADAPTÉ

La Voûte Nubienne est **un procédé architectural antique**, venu du haut Nil, et historiquement inconnu dans les autres régions africaines.

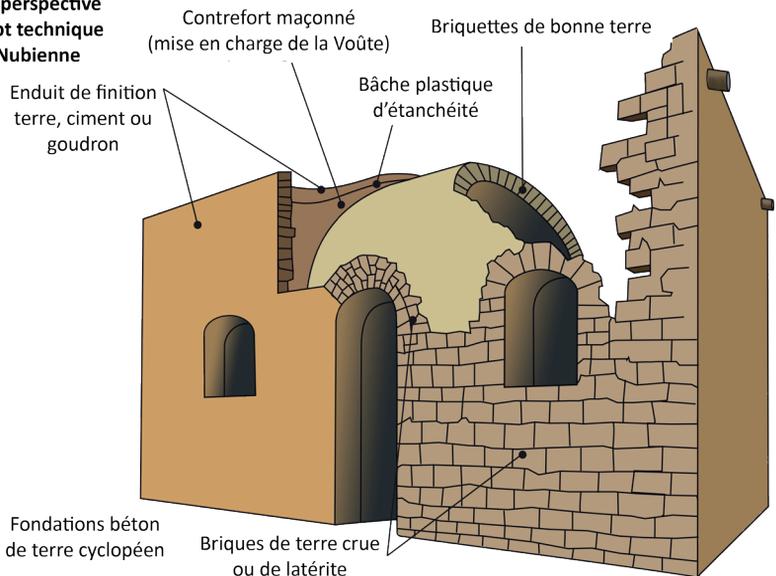
Cette technique permet de bâtir, avec un outillage de base, des matériaux locaux et des compétences simples, des **bâtiments aux toitures voûtées modernes, solides, confortables et modulables**.

Ses spécificités consistent en :

- ▶ **l'utilisation de terre crue, matière première abondante,**
- ▶ en l'absence de coffrage pour le bâti de la partie voûtée.

**L'inertie du bâti Voûte Nubienne** (forte épaisseur des parois en terre crue) se caractérise par une atténuation importante des variations de températures à l'intérieur du bâtiment.

## Coupe et perspective du concept technique Voûte Nubienne



## TÉMOIGNAGES DE CLIENTS

Recueillis en 2015 parmi les 1 500 clients ayant construit en Voûte Nubienne depuis 2000 dans plus de 700 localités d'Afrique de l'Ouest (au Burkina Faso, Mali, Sénégal, Bénin, Ghana, Mauritanie).



*« Dans la période-là, dehors il fait froid, mais dans ces chambres, le climat est bon. Nous on passe la nuit sous les tôles, mais on a toujours froid. Mais ici, on se sent bien, c'est pourquoi tous les enfants viennent passer la nuit ici »*

**Malick SY, client Voûte Nubienne en 2012,  
Diatar, Senegal**



*« La maison-là, c'est une bonne maison. Si tu as construit cette maison, tu n'as plus besoin de bois, tu n'as plus besoin de tôles, ni rien. Quand il pleut, c'est pas comme les tôles. Quand il pleut, si tu dors même, tu vas sortir le matin, tu vois l'eau qui coule dans la cour, tu sais même pas qu'il y avait la pluie même la nuit. Si c'est la tôle là, ça fait beaucoup de bruit, tu peux même pas dormir »..*

**Ebou KANKOU, cliente Voûte Nubienne en 2006,  
Boromo, Burkina Faso**



*« En terme de durabilité, la Voûte Nubienne est meilleure que les autres bâtiments. En terme de confort, de la chaleur ou de la fraîcheur, nous sentons que c'est quelque chose qui peut augmenter la durée de vie de la personne âgée d'abord »*

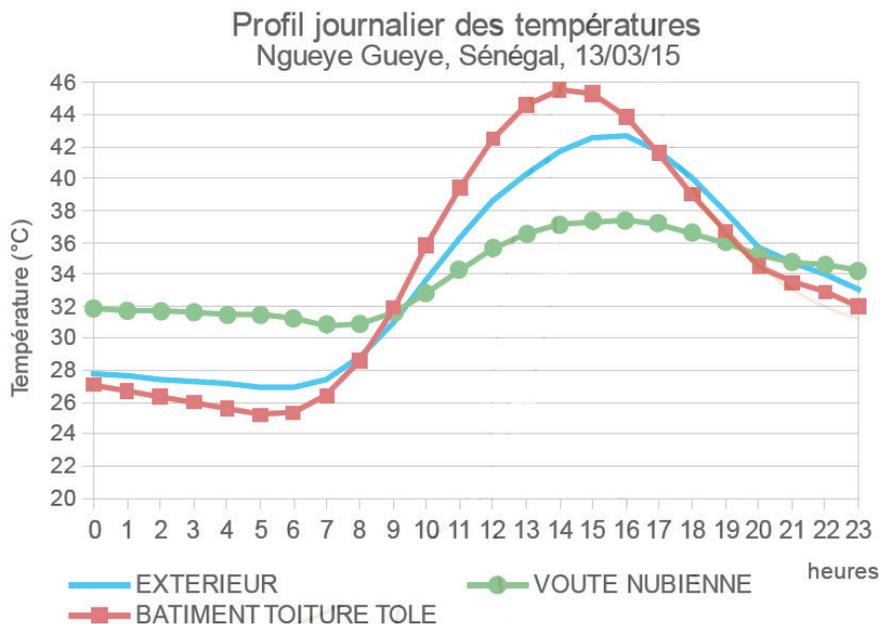
**Michel DIOUF, client Voûte Nubienne en 2015,  
Ngueye Gueye, Senegal**



*« La Voûte Nubienne, c'est bon pour la santé, on croit qu'on a des climatiseurs dans la chambre, c'est plus frais »*

**René NDONG and Brigitte PHIAW, clients Voûte Nubienne  
en 2014, Ngueye Gueye, Senegal**

## LE CONFORT THERMIQUE



Plusieurs campagnes d'instrumentation thermique comparative ont été menées depuis 2007 au Burkina Faso et au Sénégal et confirment **la nette amélioration du confort thermique ressenti par les clients des Voûtes Nubiennes.**

**L'inconfort froid (température < 20°C) est très faible voir inexistant.**

**L'inconfort extrême chaud (température > 37 °C) est fortement réduit par rapport à un bâtiment en toiture de tôle.**

Les bâtiments en Voûte Nubienne apportent de plus :

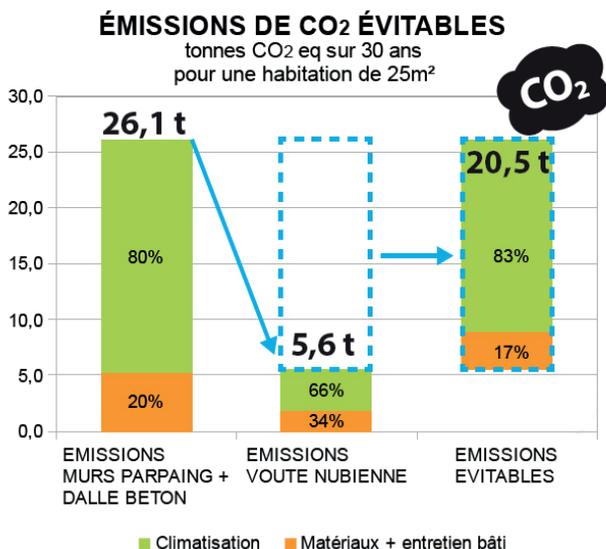
- ▶ **un confort acoustique non négligeable lors des pluies**
- ▶ **une protection efficace lors des fortes intempéries, notamment les vents violents.**

## LE BILAN DES GAZ À EFFET DE SERRE

Quantification des émissions de gaz à effet de serre sur le cycle de vie du bâtiment (matières premières, fabrication, transport, utilisation), sur une durée de vie de 30 ans (\*).

Pour une habitation de 25 m<sup>2</sup>, les gains en terme d'émissions de gaz à effet de serre sont de l'ordre de **20,5 tonnes CO<sub>2</sub> eq** comparativement à un bâtiment en parpaing de ciment et toiture en dalle béton qui fournirait les mêmes niveaux d'usages (durabilité du bâti, confort thermique et acoustique, protection aux intempéries) :

- ▶ **3,4 tonnes de CO<sub>2</sub> eq économisées sur la phase construction et entretien** grâce au recours à des matériaux à très faible impact environnemental (terre crue).
- ▶ **Jusqu'à 17,1 tonnes de CO<sub>2</sub> eq économisables sur la phase utilisation d'énergie de climatisation** pour accéder à un niveau de confort thermique acceptable (< 32 °C).



(\* ) Émissions évitables moyennes calculées, susceptibles de variations en fonction de la taille des bâtiments, du lieu de construction et du climat, d'après « Etude portant sur la technologie Voûte Nubienne comme modèle de construction, rapport final » (2015).

## UN HABITAT BAS CARBONE, ADAPTÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE POUR LE PLUS GRAND NOMBRE

L'utilisation de la terre crue, matériau local très largement disponible, ayant un faible impact environnemental et le procédé architectural de la Voûte Nubienne permettent :

- ▶ la réappropriation d'une « archiculture » et de savoir-faire locaux et adaptés,
- ▶ une réduction conséquente des émissions de CO<sub>2</sub> liées à construction,
- ▶ un confort thermique et acoustique améliorant de façon notable la qualité de vie des bénéficiaires.

▶ pour augmenter la capacité de résilience des populations soudano-sahéliennes face aux impacts du changement climatique



Maison des énergies, région de Matam, Sénégal, 2011



Appareils de climatisation type « split » sur la façade d'un bâtiment à Ouagadougou (Burkina Faso)

**La climatisation pour tous ne sera pas possible !!**

**Alors que dès aujourd'hui, les infrastructures de production d'électricité peinent à faire face à la demande actuelle,** l'augmentation des températures moyennes et la croissance démographique, obligent les politiques africains à trouver des moyens d'anticiper et réduire cette demande tout en favorisant l'augmentation du niveau de vie des populations .

**La construction en VN est une réponse adaptée à ces enjeux : la performance énergétique passive du bâti VN permet de réduire la consommation d'électricité pour la climatisation et la ventilation.**

► pour réduire la demande future en électricité

# LA VOÛTE NUBIENNE, UNE SOLUTION D'ATTÉNUATION ET D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

La diffusion à grande échelle (croissance du marché > 25%) de la technique Voûte Nubienne sur toute la bande sahélo-soudanaise permettrait **l'accès à plusieurs millions de personnes à un habitat durable, confortable et adapté au changement climatique.**

Cette adaptation s'accompagnerait d'une **atténuation conséquente des émissions liées au secteur du bâtiment**, (de l'ordre de 23 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> eq à l'horizon 2040) ainsi que de **nombreux co-bénéfices** :

- ▶ **culturels (utilisation de technologies locales et appropriées),**
- ▶ **économiques (création de centaines de milliers d'emplois verts),**
- ▶ **technologiques (maîtrise de la demande en énergie),**
- ▶ **environnementaux (préservation des ressources ligneuses).**



D'après études techniques et scientifiques suivantes :

- Rapport technique « Indicateurs de confort dans la technique de la Voûte Nubienne », Wyss Urs, Ing. Civil Dipl. EPFL, Sauret Hugues, Ing. énerg., ENERSOL-A, 2007
- Streamlined Carbon Footprint - AVN, Environmental Ressources Management, ERM, 2010
- Impact of Climate Change and Energy Saving in Buildings for Burkina Faso, Bachir Ismael Ouedraogo, 3rd year PhD School of Mechanical, Aerospace and Civil Engineering, 2011
- Confort thermique des bâtiments en voûte nubienne, Madiana HAZOUME, Mastère Spécialisé - EINTE ICAM Nantes, 2013
- « Promotion des pratiques de Gestion Durable des Terres pour restaurer et améliorer les stocks de carbone grâce à l'adoption d'initiatives d'habitat vert en milieu rural: Étude portant sur la technologie Voûte Nubienne comme modèle de construction », Bruno JARNO pour, Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, République du Sénégal, 2015
- Instrumentation thermique comparative de bâtiments de conservation de l'oignon, groupe GCIUS, Université de Sherbrooke, En cours.

## La Voûte Nubienne, un programme innovant... ... encouragé par les acteurs politiques africains,



« Ce sont les conditions de vie et d'habitat qui contribuent le plus à la santé et au bien être des populations. La Voûte Nubienne doit être accompagnée par le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable parce que cela répond parfaitement à notre politique de gestion des ressources et de lutte contre la pauvreté. »

**Abdoulaye BALDE, Ministre de l'environnement et du Développement Durable du Sénégal, témoignage recueilli à Dakar en janvier 2015**

## ... soutenu par de nombreux partenaires financiers,



## ... reconnu à l'international notamment dans le domaine de l'environnement et du développement durable.





**AVN France**

contact@lavoutenubienne.org

**AVN Burkina Faso**

avn-bf@lavoutenubienne.org

**AVN Mali**

avn-mali@lavoutenubienne.org

**AVN Sénégal**

avn-senegal@lavoutenubienne.org

**AVN Bénin**

avn-benin@lavoutenubienne.org

**AVN Ghana**

avn-ghana@lavoutenubienne.org



**SUIVEZ L'AVENTURE VOÛTE NUBIENNE SUR :**

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



thenubianvault



@earthroofs