

PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES VN DESCRIPTION ET PRÉVENTION

ASSOCIATION LA VOÛTE NUBIENNE



PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES VN – DESCRIPTION ET PRÉVENTION	Version 1.2
SAISON	2015-2016
PAYS	INTERNATIONAL
REDACTEURS	Mathieu HARDY

NOTE INTRODUCTIVE

Comme pour n'importe quelle technique constructive, les bâtiments mettant en œuvre le Concept Technique « Voûte Nubienne » (VN) peuvent être sujets à un certain nombre de pathologies et désordres qui aboutiront dans certains cas à des sinistres. Avant d'aller plus loin, nous nous devons de rappeler les définitions des termes « pathologie » et « sinistre » que nous avons retenues dans le cadre de ce document :

Pathologie, nf : *Étude des maladies, de leurs causes et de leurs symptômes. (Larousse)*

>>> *Le terme pathologie est principalement employé dans le domaine de la santé. Rapporté au domaine du bâtiment, il s'agira de l'étude des désordres pouvant toucher un ouvrage, de leurs causes et de leurs symptômes.*

Sinistre, nm : *Événement catastrophique qui entraîne des pertes importantes. (Larousse)*

Il était essentiel de commencer par cela afin de permettre au lecteur de bien distinguer ces deux notions, l'important consistant selon nous à retenir :

- Qu'un sinistre sera généralement la résultante d'une pathologie, mais pas nécessairement
- Qu'un désordre peu important constaté sur un ouvrage ne sera pas considéré comme un sinistre

Après le rappel préliminaire de certaines informations importantes devant permettre au lecteur une meilleure appréhension du document, trois grande parties seront développées :

- La synthèse et l'analyse des sinistres VN comptabilisés depuis les début du programme de vulgarisation en 2000
- Le référencement en 5 familles des pathologies, désordres et sinistres :
 - Les pathologies, désordres et sinistres liés à des inondations
 - Les pathologies, désordres et sinistres liés à des malfaçons
 - Les pathologies, désordres et sinistres intervenant pendant le chantier
 - Les pathologies, désordres et sinistres liés à un mauvais entretien
 - Les pathologies, désordres et sinistres liés au vieillissement naturel des bâtiments
- Les moyens développés par AVN pour prévenir, limiter, suivre les pathologies, désordres et sinistres

ABREVIATIONS & TERMINOLOGIE GÉNÉRALE

AVN	Association la Voûte Nubienne. Fondée en France en 2000, elle porte le programme depuis ses débuts. Ses statuts et son conseil d'administration (de droit français) servent de cadre aux antennes présentes au Burkina Faso et au Mali.
VN	Voûte Nubienne. 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 habitations aux toitures voûtées . Sa spécificité consiste en l'utilisation de terre crue, matière première abondante, malaxée sous forme de mortier et de briques séchées au soleil et de se passer de l'utilisation de coffrage pour le bâti de la partie voûtée. Ces voûtes mises en charge permettent l'usage de toits-terrasses. La technique de la voûte nubienne a été adaptée pour permettre la construction de maisons. Elle s'inscrit facilement dans le mode de vie et d'apprentissage des populations concernées. Il en ressort une méthode épurée, facile à mettre en oeuvre ainsi qu'à transmettre par la formation et l'exemple. Le procédé d'origine a également été adapté aux fortes précipitations que connaissent ponctuellement les régions africaines de type sahélien. Les matériaux utilisés pour le gros œuvre du bâti (terre et pierres pour les fondations) sont pratiquement toujours disponibles à proximité des chantiers. Seules les ressources en eau peuvent présenter des difficultés d'approvisionnement suivant les lieux et les saisons.
Apprenti C1	Apprenti VN débutant
Apprenti C2	Apprenti VN confirmé
Maçon C3	Maçon qualifié, mais n'ayant pas atteint le niveau de compétence requis pour la gestion d'un chantier
Artisan C4	Artisan capable de gérer un chantier VN
Entrepreneur C5	Artisan capable de gérer plusieurs chantiers VN en même temps
Client de type T1	Il est le cœur de cible et est le premier bénéficiaire du programme. Principalement issu du monde paysan, il appartient à une économie largement informelle (large participation du client à son chantier sous forme de main d'œuvre non qualifiée).
Client de type T2	Pour exemple fonctionnaire ou commerçant, il est considéré comme la cible secondaire du programme. Il est issu d'une économie plus formelle (monétisée) et payera habituellement la réalisation de son chantier en numéraire.
Client de type T3	Il s'agit de clients privés dont les financements proviennent de sources extérieures aux économies des pays d'intervention (diaspora africaine, clients occidentaux, ...). AVN ne les considère pas comme un groupe cible mais leur attentes s'inscrivent naturellement dans le marché des maçons VN. Ils sont sollicités par AVN pour une contribution non contractuelle au programme dont ils bénéficient.
Client de type T4	Il s'agit là d'une clientèle d'organisations institutionnelles (ONG, associations locales ou communautaires, collectivités territoriales, ...) dont les attentes en construction sont financées par des fonds publics ou associatifs (souvent de nature exogène). Pour les clientèles "cœur de cible" (T1/T2) les réalisations de ce groupe sont peut exemplaires (s'inscrivant dans des économies trop différentes !) et les bâtiments réalisés souffrent

souvent de mauvais entretiens (problèmes d'appropriation par les bénéficiaires du bien public). AVN sensibilise cette clientèle afin de transformer ses besoins en constructions en implication dans le programme en tant que partenaires.

- MSA** Le **Marché Semi-Autonome** ou MSA représente un état plus aboutit du marché que le DPVP dans lequel, sur une échelle nationale, les maçons et leur clients n'ont plus besoin de la sensibilisation d'AVN et pour lequel AVN ne joue qu'un rôle de facilitateur.
- MA** Nous parlons de **Marché Autonome (MA)** dans les cas où les contacts entre maçons et clients se font directement mais qu'AVN à connaissance des chantiers réalisés et éventuellement des formations.
- MI** Il existe un **Marché Invisible (MI)** dont AVN n'a aucune connaissance, celui-ci issu du travail de maçons ayant une totale indépendance avec le programme n'est évidemment comptabilisée. Il représente l'étape ultime du processus de déploiement du programme.
- Secteurs 1 et 2A** **Habitat rural et semi-urbain.** Majoritaires en Afrique sahélienne, les populations des zones rurales et semi-urbaines * sont considérées par AVN comme étant «**La clientèle cible** » (clients T1 principalement et client T2). Du fait de la désertification et du manque de ressources elles sont les plus directement touchées par les problématiques de l'habitat. De plus le concept VN s'inscrit étroitement avec leurs réalités socio-économiques. Ce secteur est donc **fondamental et prioritaire** car il permet de générer le maximum d'impacts.
** Sont nommées "semi-urbain" par AVN les petits espaces urbains qui s'inscrivent dans des structures socio-économiques largement paysannes.*
- Secteur 2B** **Habitat urbain.** Le concept VN s'inscrit aussi dans les réalités économiques et architecturales des périmètres de forte urbanisation (coûts, confort, usage des toits-terrasses, construction en étage, ...). Du fait des spécificités techniques et administratives inhérentes à ces zones et aux typologies de leurs clientèles (urbains plutôt aisés), AVN mène depuis 2012 des actions spécifiques de Recherche & Développement afin de permettre l'émergence d'un marché VN adapté à ce type de milieu.
- Secteur 3** **Bâtiments complexes.** Le concept VN peut être utilisé, parmi d'autres techniques constructives, dans la réalisation de bâtiments complexes et/ou importants en taille. Seule des entreprises BTP issues du secteur formel et ayant développé un offre VN pourront proposer leurs compétences sur ce segment du marché. Comme pour le Secteur 2B, AVN mène depuis 2012 des actions spécifiques de Recherche & Développement dans ce domaine.

SOMMAIRE

NOTE INTRODUCTIVE.....	2
ABREVIATIONS & TERMINOLOGIE GÉNÉRALE.....	3
SOMMAIRE.....	5
RAPPELS PRÉLIMINAIRES.....	8
1.L'HABITAT SAHÉLIEN : UNE PROBLÉMATIQUE MAJEURE.....	8
2.LE CONCEPT TECHNIQUE VN : UNE SOLUTION TECHNIQUE ADAPTÉE.....	9
2.1.IDENTIFICATION ET SIMPLIFICATION D'UNE TECHNIQUE ANCESTRALE : RÉPÉTITION ET MODULARITÉ COMME GAGE DE RÉUSSITE.....	9
2.2.PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU CONCEPT TECHNIQUE VN.....	10
2.3.PRINCIPAUX AVANTAGES DU CONCEPT TECHNIQUE VN.....	11
3.AVN : UN PROGRAMME VOUÉ À LA DIFFUSION À GRANDE ÉCHELLE DU CONCEPT TECHNIQUE VN.....	11
3.1.LA DIFFUSION PAR LE MARCHÉ.....	11
3.2.DEUX CIBLES PRIORITAIRES : LES CLIENTS ET LES MAÇONS.....	11
3.3.UNE MÉTHODE INNOVANTE D'AMORCE DU MARCHÉ.....	12
3.4.UNE ÉQUIPE DE PROFESSIONNELS AU SERVICE DU PROGRAMME.....	12
3.5.DENSIFICATION DU MARCHÉ : ÉTAPE VERS L'AUTONOMIE ET LE RETRAIT DU PROGRAMME.....	12
SINISTRES VN COMPTABILISÉS DEPUIS LE DÉBUT DU PROGRAMME.....	14
1.CHIFFRES CLÉS (JUILLET 2015) TOUS PAYS CONFONDUS.....	14
1.1.TYPOLOGIES DE CLIENTS ET CHANTIERS VN.....	14
1.1.1.Rappel des typologies de clients.....	14
1.1.2.Chantiers « cœur de cible » : par rapport au nombre total de chantiers.....	15
1.2.RÉPARTITION DES SINISTRES PAR RAPPORT AU NOMBRE TOTAL DE CHANTIERS ET PAR TYPES DE CLIENTS.....	15
1.2.1.Pourcentage de sinistres sur le total des chantiers (général et par type de clients).....	15
1.2.2.Pourcentage de sinistres sur le total des sinistres (général et par type de clients).....	15
1.3.RÉPARTITION DES SINISTRES PAR TYPES DE SINISTRES.....	16
1.4.SYNTÈSE.....	16
FICHES TECHNIQUES.....	18
1.PATHOLOGIES, DESORDRES ET SINISTRES LIÉS À DES INONDATIONS.....	18
1.1.QU'EST-CE QU'UNE INONDATION ?.....	18

1.2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS.....	18
1.3.FICHE « MAUVAIS EMPLACEMENT – TERRAIN INONDABLE ».....	19
1.4.FICHE « PIEDS ET ABORDS DE BÂTIMENT MAL TRAITÉS ».....	21
2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON.....	23
2.1.QU'EST-CE QU'UNE MALFAÇON ?.....	23
2.2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS.....	23
2.3.FICHES « MALFAÇONS STRUCTURELLES ».....	24
2.3.1.FICHE « Utilisation de mauvais matériaux : mauvaises terres – briques mal confectionnées ».....	24
2.3.2.FICHE « Mauvaise mise en œuvre des fondations ».....	26
2.3.3.FICHE « Ouvertures trop larges dans les murs ».....	28
2.3.4.FICHE « Mauvaise mise en charge de la voûte ».....	30
2.3.5.FICHE « Sous-dimensionnement des murs ».....	32
2.3.6.FICHE « Dépassement de la Hauteur de Naissance de Voûte maximum ».....	33
2.3.7.FICHE « Sur-dimensionnement de la portée de la voûte ».....	34
2.3.8.FICHE « Mal-formation de la voûte ».....	35
2.4.FICHES « MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE ».....	37
2.4.1.FICHE « Bâche plastique mal posée ».....	37
2.4.2.FICHE « Pentes de toiture mal réalisées ».....	39
2.4.3.FICHE « Gouttières mal traitées ».....	40
2.4.4.FICHE « Gouttières trop courtes ou exposées à des vents dominants ».....	42
2.4.5.FICHE « Réalisation d'un enduit ciment en toiture ».....	44
3.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES INTERVENANT PENDANT LE CHANTIER 46	
3.1.QU'EST-CE QU'UNE PATHOLOGIE, UN DÉSORDRE OU UN SINISTRE INTERVENANT PENDANT UN CHANTIER ?.....	46
3.2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS.....	46
3.3.FICHE « PLUIE VIOLENTE PENDANT LE BÂTI DE LA VOÛTE ».....	47
4.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN.....	49
4.1.QU'EST-CE QU'UN MAUVAIS ENTRETIEN ?.....	49
4.2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS.....	49
4.3.FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS DE TOITURE ».....	50
4.4.FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ACROTÈRES (OU BALUSTRADES) ».....	52
4.5.FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS EXTÉRIEURS MURAUX ».....	54
4.6.FICHE « GOUTTIÈRES BOUCHÉES ».....	56
5.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS AU « VIEILLISSEMENT » DE L'OUVRAGE.....	58
5.1.QU'EST-CE QUE LE VIEILLISSEMENT D'UN BÂTIMENT ?.....	58
5.2.PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS.....	59
5.3.FICHE « TASSEMENTS STRUCTURELS OPÉRANT DANS LES OUVRAGES VN ».....	60
MOYENS DÉVELOPPÉS PAR AVN POUR PRÉVENIR – LIMITER – SUIVRE LES PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES.....	62
1.RENFORCEMENT DES RÈGLES PROFESSIONNELLES ET DES SUPPORTS TECHNIQUES VN : CRÉATION D'UN « CORPUS TECHNIQUE VN ».....	62

1.1.LE MANUEL DU MAÇON NUBIEN : ACCESSIBILITÉ DES RÈGLES PROFESSIONNELLES VN DE BASE.....	62
1.2.LES ÉTUDES ET SUPPORTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES.....	62
2.RENFORCEMENT DE CAPACITÉS DES ACTEURS DE LA « FILIÈRE VN ».....	63
2.1.ASSISTANCE TECHNIQUE.....	63
2.2.ACADÉMIES ET FORMATION DYNAMISÉE.....	64
3.OUTILS DE PILOTAGE ET DE SUIVI.....	65
4.CRÉATION D'UN PÔLE TECHNIQUE.....	65
CONCLUSION.....	66

RAPPELS PRÉLIMINAIRES

1. L'HABITAT SAHÉLIEN : UNE PROBLÉMATIQUE MAJEURE...

En Afrique, il est estimé qu'environ 200 millions d'habitant sont en attente d'un habitat décent¹.

En Afrique sahélienne, les réalités démographiques (évaluées à + 150 % au Sahel d'ici 2050²) et économiques, la disparition (déforestation / désertification) des ressources ligneuses utilisées dans les architectures traditionnelles et la croissance galopante de l'urbanisation font que des millions de familles n'ont plus accès à un Habitat décent.

En dépit de l'attrait culturel qu'elles suscitent, les techniques dites «modernes», les matériaux qu'elles nécessitent (ciment, acier, tôles, chevrons, etc.) et les économies dans lesquelles elles s'inscrivent (importation, utilisation de numéraire) n'apportent pas de solution appropriée et viable aux besoins en habitat du plus grand nombre.



Vue aérienne d'un quartier populaire et de ses toitures en tôles. Burkina Faso

Malgré l'urgence de ces problèmes, ni les acteurs politiques, ni la société civile ne semblent avoir pris la

¹ « De nos jours en Afrique Subsaharienne, il est estimé que 199,5 millions de personnes vivent dans des quartiers précaires. » - <http://unhabitat.org/urban-themes/housing-slum-upgrading/>

² « ... croissance démographique estimée à environ x 2,5 au Sahel d'ici 2050 » United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). *World Population Prospects : The 2012 Revision, Highlights and Advance Tables*. Working Paper No. ESA/P/WP.228, New York.

mesure des enjeux qu'elle sous-tend. À ce jour, en Afrique Sahélienne, il n'existe aucun programme institutionnel (de portée nationale ou sous-régionale) ambitieux visant l'accès à un Habitat décent pour tous. Cette situation amplifie l'abandon des pratiques agricoles vivrières, contribue à l'accélération de l'exode rural et à la diminution des capacités d'absorption du milieu urbain.

Il paraît alors évident que, tout en impliquant sur le long terme des évolutions culturelles et économiques complexes et des investissements conséquents, la transformation concrète de la situation de l'Habitat renforcera positivement l'ensemble des activités humaines en Afrique Sahélienne.

REMARQUE IMPORTANTE : nous nous devons de rappeler, dans le cadre de ce document, cette problématique majeure à laquelle sont confrontés des millions de personnes en Afrique Sahélienne. Effectivement, les réflexions, souvent difficiles, sur les questions de sinistres dans le milieu du bâtiment ne doivent pas nous faire perdre de vue les enjeux auxquels il faut urgemment répondre...

2. LE CONCEPT TECHNIQUE VN : UNE SOLUTION TECHNIQUE ADAPTÉE

Pour plus d'informations générales sur les spécificités du Concept Technique VN, suivre le lien suivant : <http://www.lavoutenubienne.org/fr/la-technique-vn>

NB : AVN travaille actuellement à la production d'un « Corpus Technique VN » rassemblant l'ensemble de la documentation technique relative au Concept Technique VN. Le présent document s'y insère.

2.1. IDENTIFICATION ET SIMPLIFICATION D'UNE TECHNIQUE ANCESTRALE : RÉPÉTITION ET MODULARITÉ COMME GAGE DE RÉUSSITE

Jusqu'à la fin du XXe siècle, la technique constructive dite « voûte nubienne » était totalement inconnue en Afrique Subsaharienne. Ce n'est qu'à la fin des années 1980 qu'elle y sera introduite par l'ONG Development Workshop via le programme « Construction Sans Bois ³ », d'abord au Niger, puis au Mali et au Burkina Faso. Il s'agissait d'apporter, par le biais de l'Habitat, une réponse aux problématiques de surconsommation de bois et de dégradation de l'environnement en région sahélienne.

Lorsqu'à la fin des années 1990, les fondateurs d'AVN s'intéressèrent à leur tour à la problématique de l'Habitat en Afrique Sahélienne, ils portèrent naturellement leur attention sur cette technique. Leur intérêt était d'explorer la possibilité de se passer des ressources ligneuses traditionnellement utilisées dans les constructions, tout en s'affranchissant de certains matériaux dits « modernes » tels que la tôle et le ciment jugés inadaptés aux réalités locales.

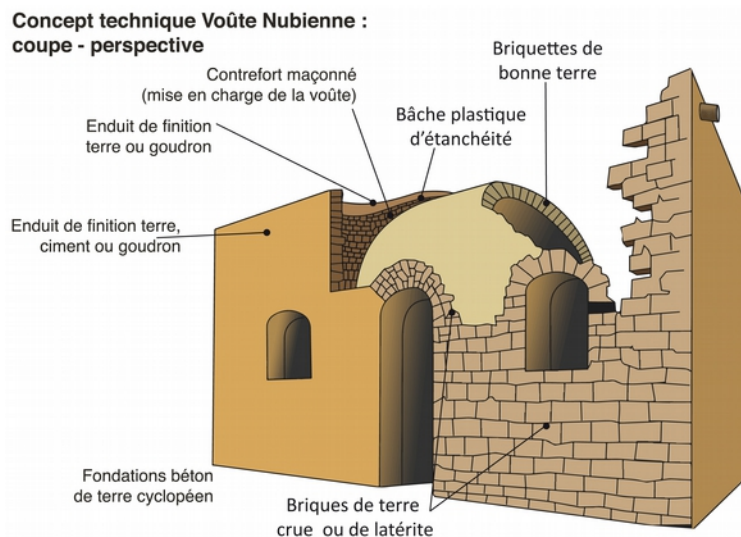
Réalisée sans coffrage, une Voûte Nubienne ne fait appel qu'à des matériaux locaux largement disponibles, ne nécessitant ni cuisson, ni compression, ni stabilisation ; cette technique constructive constituait donc effectivement une solution environnementale. Toutefois la dimension « développement socio-économique »

³ <http://www.dwf.org/fr/content/la-construction-sans-bois>

restait à explorer et il fallait surtout se poser la question de son potentiel d'adaptation et d'appropriation par le plus grand nombre. C'est bien cette question fondamentale qui amènera AVN à adopter une position technique intransigeante parfois mal comprise : le choix de la simplification de la Voûte Nubienne originale et la systématisation du modèle adopté (pas de dômes, dimensions standardisées, etc.) afin de permettre sa diffusion à grande échelle.

Effectivement, comparée aux typologies d'habitats traditionnels les plus répandus dans cette région du monde, la technique Voûte Nubienne introduit, dans la plupart des cas, un degré de complexité technique supérieur. L'enjeu principal était donc de pouvoir la rendre largement accessible et donc facilement duplicable (facilité de transmission, rapidité d'apprentissage, réduction des risques), sans exclure que vraisemblablement, à terme, une possibilité de diversification et de complexification se fasse de manière plus ou moins spontanée.

2.2. PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU CONCEPT TECHNIQUE VN



Vue perspective/coupe sur un bâtiment Voûte Nubienne

- Le bâti est presque exclusivement constitué de terre crue, matière première abondante, mouillée et malaxée, puis moulée sous forme de briques qui sécheront au soleil (adobes) ou utilisée directement sous forme de mortier. Seules les fondations font appel à la pierre,
- Les toitures créées sont exclusivement voûtées (pas de dôme) et permettent/favorisent l'usage du toit-terrasse par leur mise en charge,
- La construction des voûtes ne nécessite pas de coffrage ni aucune autre sorte de support,
- Les voûtes ont une portée (largeur) maximum de 3m30 et sont construites à partir de briques de dimensions standard pour les murs et de briquettes pour la toiture et les voûtains,
- Un "câble-compass" est utilisé pour définir la courbe de la voûte et guider le maçon dans son travail,
- Les murs, suivant leurs différents usages, sont d'épaisseurs standardisées ainsi que les ouvertures des portes, fenêtres, et autres rangements maçonnés,
- Une bâche plastique est incorporée aux mortiers de terre en finition de toiture afin d'apporter une garantie supplémentaire d'étanchéité,
- Il est possible de construire en étage (Rez de chaussée +1),

- Le travail représente la quasi-totalité du coût de la construction. Ainsi, ces coûts de main d'œuvre peuvent participer d'une économie non monétisée (auto-construction, entraide, échanges) et quand il y a échange de numéraire, celui-ci est réintroduit dans les économies locales.

2.3. PRINCIPAUX AVANTAGES DU CONCEPT TECHNIQUE VN

- **COUT ABORDABLE** : n'employant aucun matériau industriel (ciment, tôles, chevrons), une voûte nubienne est accessible à presque « toutes les bourses ».
- **ÉCOLOGIQUE** : l'ensemble des matériaux utilisés pour la construction d'une voûte nubienne sont des matériaux locaux largement disponibles (terre et pierre). Aucun bois n'est utilisé, chaque voûte nubienne permettant de sauver l'équivalent de 4 arbres.
- **CONFORTABLE** : une voûte nubienne assure une isolation thermique et acoustique appréciable.
- **DURABLE** : une voûte nubienne peut, si elle est entretenue correctement, avoir une durée de vie exceptionnelle et garantie d'un minimum de 100 ans.
- **USAGES POLYVALENTS** : le Concept Technique VN permet de réaliser une grande diversité de bâtiments répartis en trois grandes familles : les bâtiments d'habitation ; les « Établissement Recevant du Public » et les bâtiments productifs.
- **CONTRIBUE À LA CRÉATION D'EMPLOIS** : les voûtes nubiennes sont construites par des artisans locaux indépendant dans une logique de marché (offre + demande). Chaque chantier est un chantier école et permet la formation de nouveaux maçons.

3. AVN : UN PROGRAMME VOUÉ À LA DIFFUSION À GRANDE ÉCHELLE DU CONCEPT TECHNIQUE VN

Pour diffuser le Concept Technique VN à grande échelle et ainsi contribuer au renversement de la problématique de l'habitat en Afrique Sahélienne, AVN fait reposer son programme « UN TOIT, UN MÉTIER, UN MARCHÉ » sur 5 principes :

3.1. LA DIFFUSION PAR LE MARCHÉ

Le programme s'appuie sur une conviction simple et forte : le Concept Technique VN ne se diffusera rapidement et largement qu'à la condition qu'un véritable marché soit amorcé. En d'autres termes, il faut d'une part que la demande (les clients) et l'offre (les maçons) émergent et grandissent de façon harmonieuse. Puis il faut d'autre part que le marché atteigne un niveau de maturité tel qu'il puisse sensiblement concurrencer les autres solutions techniques disponibles localement et devenir autonome.

3.2. DEUX CIBLES PRIORITAIRES : LES CLIENTS ET LES MAÇONS

Le programme se concentre essentiellement sur deux grandes activités adressées à ses deux principales cibles :

- Des campagnes d'information pour générer des clients
- Des campagnes de formation pour générer des maçons

3.3. UNE MÉTHODE INNOVANTE D'AMORCE DU MARCHÉ

Afin d'amorcer le marché, le programme utilise une méthode de vulgarisation dite « AMORCE » sur des territoires ciblés (villages, zones, régions et pays), l'échelle référente étant le Village Pilote⁴. Cette méthode est mise en application par des équipes de vulgarisation qui :

- Identifient des « leaders » locaux convaincus qui les aide à toucher leurs communautés ;
- Sensibilisent les populations afin de faire émerger les clients (demande) et les candidats à l'apprentissage (offre) ;
- Suivent le bon déroulement des chantiers locaux réalisés par des maçons VN qualifiés exogènes dans une réalité de marché ;
- Suivent le bon déroulement de la formation « sur le tas » des apprentis locaux.

Cette dynamique (sensibilisation / chantiers / formations « sur le tas ») est soutenue par AVN sur des périodes moyennes allant de 4 à 6 ans. Tout au long du processus, des critères d'évaluation permettent de juger du niveau de pénétration du marché (nombre de bâtiments construits / nombre de maçons formés / croissance), et de décider en temps voulu de la mise en place d'actions visant la densification du marché (voir plus bas 3.5).

3.4. UNE ÉQUIPE DE PROFESSIONNELS AU SERVICE DU PROGRAMME

Le programme est conduit par des professionnels et experts qui forment une équipe pluridisciplinaire (développeurs, gestionnaires, administrateurs, architectes, ingénieurs, techniciens, formateurs, économistes, animateurs, etc.) engagée à son service.

3.5. DENSIFICATION DU MARCHÉ : ÉTAPE VERS L'AUTONOMIE ET LE RETRAIT DU PROGRAMME

Partant du constat qu'il ne suffit pas d'avoir de bons exemples bâtis, des clients satisfaits et des maçons formés pour considérer que l'objectif du programme (autonomie du marché) est atteint, AVN met en place, une fois le marché suffisamment avancé, des actions complémentaires permettant l'accélération de sa progression, sa densification et in fine la suspension des actions visant son accompagnement⁵. Ces actions menées sur un territoire donné (généralement une zone constituée de plusieurs Villages Pilotes) se résument comme suit :

⁴ Un Village Pilote est constitué d'un village épicentre et d'un ensemble de villages situé dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres.

⁵ Il est à rappeler ici qu'AVN n'a pas vocation à être un acteur du marché. Autrement dit, l'association n'intervient pas dans les relations contractuelles entre les maçons VN (l'offre) et leurs clients (demande). Cependant, pour la viabilité de certaines activités, et en l'absence d'une filière complète et solide, AVN est amenée, ponctuellement à intervenir sur certaines niches (maîtrise d'œuvre par exemple).

- Renforcement des capacités des maçons, artisans et entrepreneurs VN : technique - entrepreneuriat - marketing ;
- Crédit-Habitat ;
- Subvention du marché ;
- Etc.

À ce jour, six territoires situés au Burkina Faso et au Mali font l'objet de ces activités.

SINISTRES VN COMPTABILISÉS DEPUIS LE DÉBUT DU PROGRAMME

1. CHIFFRES CLÉS (JUILLET 2015) TOUS PAYS CONFONDUS

RAPPEL PRÉLIMINAIRE : Comme précisé à la « Note introductive », les pathologies et désordres bénins tels que les petites infiltrations d'eau par manque d'entretien ou les fissuration liées au tassement naturel des ouvrages ne sont pas comptabilisées comme des sinistres. AVN limite le référencement aux seuls cas graves – les véritables sinistres – ayant entraîné des dégâts importants sur les ouvrages concernés.

1.1. TYPOLOGIES DE CLIENTS ET CHANTIERS VN

1.1.1. Rappel des typologies de clients

- Client de type T1** Il est le **cœur de cible** et est le premier bénéficiaire du programme. Principalement issu du monde paysan, il appartient à une économie largement informelle (large participation du client à son chantier sous forme de main d'œuvre non qualifiée).
- Client de type T2** Pour exemple fonctionnaire ou commerçant, il est considéré comme la **cible secondaire** du programme. Il est issu d'une économie plus formelle (monétisée) et payera habituellement la réalisation de son chantier en numéraire.
- Client de type T3** Il s'agit de clients privés dont les financements proviennent de sources extérieures aux économies des pays d'intervention (diaspora africaine, clients occidentaux, ...). AVN ne les considère pas comme un groupe cible mais leur attentes s'inscrivent naturellement dans le marché des maçons VN. Ils sont sollicités par AVN pour une contribution non contractuelle au programme dont ils bénéficient.
- Client de type T4** Il s'agit là d'une clientèle d'organisations institutionnelles (ONG, associations locales ou communautaires, collectivités territoriales, ...) dont les attentes en construction sont financées par des fonds publics ou associatifs (souvent de nature exogène). Pour les clientèles "cœur de cible" (T1/T2) les réalisations de ce groupe sont peu exemplaires (s'inscrivant dans des économies trop différentes !) et les bâtiments réalisés souffrent souvent de mauvais entretiens (problèmes d'appropriation par les bénéficiaires du bien public). AVN sensibilise cette clientèle afin de transformer ses besoins en constructions en implication dans le programme en tant que partenaires.

1.1.2. Chantiers « cœur de cible » : par rapport au nombre total de chantiers

Le programme de vulgarisation d'AVN s'adresse prioritairement à la clientèle de type 1 (T1), le « cœur de cible » du programme, considérant que ce groupe rassemble les couches de populations les plus vulnérables pour lesquelles l'accès à une solution d'habitat adapté est la plus urgente. Il constitue par ailleurs à ce jour la très grande majorité des habitants des pays sahéliens d'Afrique sub-saharienne.

	TOTAL	T1	T2	T3	T4
Répartition des chantiers par types de clients	1545	908	217	154	266
%	100,0%	58,8%	14,0%	10,0%	17,2%

A RETENIR : ce sont donc pratiquement 60% du total des chantiers qui ont été réalisés par la clientèle « cœur de cible » du programme.

1.2. RÉPARTITION DES SINISTRES PAR RAPPORT AU NOMBRE TOTAL DE CHANTIERS ET PAR TYPES DE CLIENTS

1.2.1. Pourcentage de sinistres sur le total des chantiers (général et par type de clients)

	TOTAL	T1	T2	T3	T4
Total des chantiers	1545	908	217	154	266
Chantiers sinistrés	64	12	10	14	28
% de sinistres sur le total des chantiers	4,1%	0,8%	0,6%	0,9%	1,8%

A RETENIR : Les sinistres ayant touché le « cœur de cible » représentent moins de 1% du total des bâtiments construits, contre 1,8% pour les clients de type 4 (T4).

1.2.2. Pourcentage de sinistres sur le total des sinistres (général et par type de clients)

	TOTAL	T1	T2	T3	T4
Chantiers sinistrés	64	12	10	14	28
% de sinistres sur le total des sinistres	4,14%	18,8%	15,6%	21,9%	43,8%

A RETENIR : Les sinistres ayant touché le « cœur de cible » représentent moins de 20% du total des bâtiments sinistrés, contre un peu moins de 45% pour les clients de type 4 (T4).

1.3. RÉPARTITION DES SINISTRES PAR TYPES DE SINISTRES

	TOTAL	INONDATIONS	MALFAÇONS STRUCTURELS	MALFAÇONS DRAINAGE TOITURE	PENDANT CHANTIER	MAUVAIS ENTRETIEN	MANQUE D'INFORMATION
Causes des sinistres	74	11	22	17	6	13	5
% des causes sinistres sur le total des causes sinistres	100,0%	14,9%	29,7%	23,0%	8,1%	17,6%	6,8%

A RETENIR : La première cause de sinistre est celle des malfaçons structurelles, autrement dit les erreurs techniques... Mais si l'on regroupe la cause « Inondations » et la cause « malfaçons drainage toiture », ce sont les sinistres liés à l'eau qui arrivent en tête...

> Un sinistre peut avoir plusieurs causes, c'est ce qui explique un nombre supérieur (74) à celui des sinistres à proprement parlé (64).

1.4. SYNTHÈSE

En premier lieu, nous retenons le chiffre de 4,14% de bâtiments sinistrés par rapport à l'ensemble des bâtiments VN construits depuis les débuts du programme. Si cela reste relativement élevé (sans doute pas plus que pour une autre technique constructive), nous remarquons à l'aide des différents tableaux complémentaires qu'il est essentiel de pousser l'analyse à divers sous-niveaux afin de mettre en évidence certaines informations essentielles.

Aussi, nous retiendrons principalement :

- Que 43,8% du total des sinistres (soit 1,8% du total des bâtiments construits) concernent des bâtiments réalisés par la clientèle de type 4 (T4) – autrement dit des bâtiments principalement collectifs financés par des organisations ou des institutions – alors même que ce groupe ne représente que 17% du total des bâtiments construits,
- Que 18,8% du total des sinistres (soit 0,8% du total des bâtiments construits) concernent des bâtiments réalisés par la seule clientèle T1, le « cœur de cible » du programme, alors même que ce seul groupe représente à lui seul 58,8% du total des bâtiments construits.

Cela nous renseigne de façon claire sur le fait qu'un paysan (clientèle de type 1 – T1) qui fait construire sa maison s'oriente toujours vers des ouvrages de conception simple dont il prendra généralement grand soin, comme il l'aurait fait avec n'importe quelle autre technique. Effectivement, la construction d'une maison VN, même si son coût est compétitif, reste un investissement important poussant en toute logique son propriétaire à en prendre soin, donc à l'entretenir comme il se doit. Nous savons par ailleurs qu'un bâtiment VN recours aux mêmes matériaux et aux mêmes modes d'entretien que ceux utilisés traditionnellement. Ils sont donc toujours de nos jours parfaitement maîtrisés par cette clientèle paysanne, ce qui renforce bien évidemment l'intérêt du Concept Technique VN : ce dernier s'adapte facilement et rapidement aux pratiques

locales ayant cours depuis les temps anciens...

A l'inverse, on constate fréquemment depuis les débuts du programme que les bâtiments publics et communautaires dont les financements proviennent d'organisations ou d'institutions (client de type 4 – T4) souffrent d'un défaut d'appropriation, et par là même d'entretien. Manque de vision, manque de prévision, manque de suivi, manque de pertinence dans le projet... les raisons sont multiples et variées. Toutefois, nous constatons un recul significatif du nombre de sinistres sur cette typologie de clientèle (2,6% du total des chantiers en 2013 > 1,8% en 2015), ce qui peut être lu comme un effet des moyens développés par AVN pour prévenir, limiter et suivre les pathologies, désordres et sinistres VN (voir la dernière partie de cette étude).

En corolaire de ce problème d'appropriation, viennent s'ajouter un certains nombre de sinistres liés à des malfaçons commises soit par le maçon, soit par le client lui même. On verra notamment des exigences techniques du client dépassant parfois les compétences du maçon, mais aussi par exemple le recours dans certains cas à des enduits de toitures en ciment sans maîtrise ni maintenance... Ici, cela concerne tant la clientèle de type 4 (T4) que la clientèle de type 3 (T3 – diasporas, clients occidentaux, etc.).

En réponse à cette problématique propre à ces 2 types de clientèle (T3 et T4), AVN mène actuellement diverses actions, et notamment :

- La sensibilisation de cette clientèle spécifique,
- Des actions de Recherche & Développement devant permettre l'émergence de solutions techniques contribuant à la réduction des besoins d'entretien ainsi qu'à l'émergence d'acteurs à même de les mettre en œuvre.

FICHES TECHNIQUES

1. PATHOLOGIES, DESORDRES ET SINISTRES LIÉS À DES INONDATIONS

1.1. QU'EST-CE QU'UNE INONDATION ?

Les inondations sont la première cause de sinistres (dégâts importants) touchant les bâtiments VN, Il faut donc y porter une attention toute particulière.

Les inondations peuvent avoir des causes diverses, comme par exemple le fait de construire sur un terrain inondable, donc à un mauvais emplacement. Mais nous verrons qu'il pourra aussi s'agir d'inondations exceptionnelles qu'il était impossible d'anticiper (idée de « catastrophe naturelle ») ou encore, et ce sont les cas les plus fréquents, d'inondations résultants d'un mauvais drainage des eaux de surface autour d'un bâtiment.

1.2. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS

Cas référencés à ce jour :

>>> Mauvais emplacement – terrain inondable

>>> Mauvais drainage des eaux de surface

1.3. FICHE « MAUVAIS EMPLACEMENT – TERRAIN INONDABLE »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À DES INONDATIONS
TITRE :	MAUVAIS EMPLACEMENT – TERRAIN INONDABLE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Possible effondrement de l'ouvrage de façon très rapide (quelques heures !).
CAUSES :	Un bâtiment VN construit à un mauvais emplacement – terrain inondable sera dès la première inondation en contact prolongé avec l'eau. Les fondations et les murs seront très rapidement affaiblis jusqu'à entraîner l'effondrement.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>La principale chose à faire (généralement l'unique) consiste à ne pas construire sur un terrain inondable. En cas de sinistre après construction, le client pourra faire le choix de reconstruire sur un terrain ne présentant pas de risque d'inondation connu.</p> <p>De façon exceptionnelle pour des cas d'impératifs à construire sur un terrain inondable (en connaissance de cause), des solutions techniques spécifiques peuvent être recherchées sachant que leur développement et leur mise en œuvre supposent d'une part l'implication de compétences techniques spécifiques (ingénieurs / architectes / entrepreneurs du secteur formel) et d'autre part la disponibilité de moyens financiers adaptés. On pourra citer à titre d'exemple le recours à des fondations et soubassement en béton, à un sol intérieur largement sur-élevé par rapport au niveau du sol extérieur (voir à la réalisation d'un vide sanitaire), à la mise en place de barrières de type bandes goudronnées entre les parties béton et les parties terre crue afin de protéger les murs des remontées capillaires...</p>
CAS PARTICULIERS :	<p>Dans le cas spécifique des sinistres liés à des inondations, il est important de rappeler qu'il existe des cas atypiques pour lesquels aucune anticipation n'est vraiment possible, le sinistre intervenant sur un terrain non-inondable et devenant dès lors classable sous le terme « catastrophe naturelle ». On retiendra par exemple le cas d'orages particulièrement violents et intenses durant un l'hivernage (pluie exceptionnelle) entraînant l'inondation de terrains qui ne l'avaient jamais été jusqu'alors.</p> <p>Toujours sous le thème « catastrophe naturelle », nous connaissons des exemples de villages engloutis par les eaux suite à la rupture d'une retenue d'eau.</p> <p>On retiendra enfin le cas de sinistres par inondation suite à des modifications importantes de l'urbanisation locale, qu'elles soient planifiées ou non. Citons par exemple le détournement non maîtrisé de voies d'eau entraînant lors de l'hivernage l'inondation de terrains jusqu'alors hors de danger.</p>
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « IMPLANTATION ET DRAINAGE » ET « RESPONSABILITÉ CLIENT VN »

PHOTO 1 :
Inondations / mauvais emplacement
– terrain inondable

Le bâtiment avant inondation

Koudougou – Burkina Faso – 2007



PHOTO 2 :
Inondations / mauvais emplacement
– terrain inondable

Le même bâtiment après inondation (la photo 2 est prise 4 jours après la photo 1)

Koudougou – Burkina Faso - 2000



1.4. FICHE « PIEDS ET ABORDS DE BÂTIMENT MAL TRAITÉS »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS À DES INONDATIONS
TITRE :	PIEDS ET ABORDS DE BÂTIMENT MAL TRAITÉS
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Affaiblissement structurel de l'ouvrage depuis sa base pouvant aller jusqu'à l'effondrement rapide de l'ouvrage.
CAUSES :	<p>Stagnation d'eau en pieds de murs du fait d'un mauvais drainage des eaux au sol. Les fondations sont en contact prolongé avec l'eau et l'humidité remonte dans les murs.</p> <p>>>> 20cm d'eau en pieds de bâtiment pendant 5 heures = le bâtiment tombe !</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Des pentes suffisantes doivent impérativement être réalisées pour écarter les eaux de ruissellement des pieds de murs et empêcher ainsi tout contact des fondations avec l'eau.</p> <p>>>> Il est possible de renforcer les pieds de murs par la création d'éléments maçonnés de type blocs de latérite ou parpaings de ciment pleins (sous-bassement – murets débordants – bancs débordants) et/ou l'application d'enduits renforcés (goudron – ciment).</p> <p>On remblaira si besoin les abords du bâtiment avant la réalisation des pentes de pieds de murs, voir même dans certains cas avant la construction du bâtiment si le terrain le nécessite, en réalisant des pentes et chemins d'eau permettant un bon drainage général sur l'ensemble de la parcelle.</p> <p>On observera toujours l'extérieur du bâtiment lorsqu'il pleut afin d'identifier immédiatement les éventuels défauts et d'y remédier > anticipation et contrôle.</p> <p>>>> On prêtera une attention toute particulière sur les parcelles clôturées par des murs maçonnés pouvant amener un remplissage de la parcelle si les remblais, pentes, et évacuations des eaux vers la rue n'ont pas été traités correctement ! Ici, nous avons vu des cas de bouchage des évacuations : un enfant de la famille bloc volontairement le passage d'eau pour empêcher ses poules de sortir ; la zone de la parcelle correspondant se remplit d'eau des premières pluies et les pieds de fondations se retrouve en contact avec l'eau...</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « CONTRÔLE DE FIN DE CHANTIER » / ET « SOUBASSEMENTS RENFORCÉS »

PHOTO 3 :
Inondations / Pieds et abords de
bâtiment mal traités

Bâtiment effondré après contact prolongé des fondations avec l'eau. Si les pieds de murs avaient été traités correctement, le drainage de la parcelle ne l'était pas : les eaux étaient ramenées en pieds de murs (mauvaise pente + absence de remblais initial) alors qu'aucune évacuation n'avait été réalisée dans le mur d'enceinte afin de permettre le drainage général des eaux vers la rue.

Bobo – Burkina Faso – 2009 *



2. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON

2.1. QU'EST-CE QU'UNE MALFAÇON ?

Une malfaçon est une faute technique (on peut aussi parler de « non respect des règles de l'art ») commise pendant un chantier.

Nous retiendrons que les « règles de l'art » propres au concept technique VN et devant être strictement respectées sont consignées dans le MANUEL TECHNIQUE VN, principal document de référence mis à la disposition des maçons, artisans et entrepreneurs VN.

Partant de cela, nous nous contenterons ici de rappeler que les chantiers VN ne sont en rien différents des chantiers mettant en œuvre d'autres systèmes constructifs : ils impliquent des hommes qui peuvent commettre des erreurs et/ou des négligences. Aussi, chaque étape constructive pourrait faire l'objet d'une malfaçon.

2.2. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS

Cas référencés à ce jour :

>>> Les malfaçons structurelles :

- Mauvaise mise en œuvre des fondations
- Ouvertures trop larges dans les murs
- Absence d'appareillage dans l'intérieur des contreforts
- Sous-dimensionnement des murs
- Dépassement de la Hauteur de Naissance de Voûte maximum
- Sur-dimensionnement de la portée des voûtes (largeur)
- Mal-formation des voûtes

>>> Les malfaçons entraînant un mauvais drainage des eaux en toiture :

- Pentes de toiture mal réalisées
- Gouttières mal positionnées
- Gouttières trop courtes ou exposées à des vents dominants
- Réalisation d'un enduit ciment en toiture

2.3. FICHES « MALFAÇONS STRUCTURELLES »

2.3.1. FICHE « Utilisation de mauvais matériaux : mauvaises terres – briques mal confectionnées »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	UTILISATION DE MAUVAIS MATÉRIAUX : MAUVAISES TERRES – BRIQUES MAL CONFECTIONNÉES
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Graves et divers désordres structurels de l'ouvrage.
CAUSES :	<p>> Terre de mauvaise qualité : la terre utilisée pour une construction VN doit être de bonne qualité afin de conférer à l'ouvrage la résistance requise.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une terre organique contient des éléments végétaux rendant les briques et mortiers instables • Une terre trop sableuse résistera de façon insuffisante à la compression • Une terre trop argileuse provoquera une fissuration excessive des briques <p>> Briques mal confectionnées : après le bon choix de la terre, la confection des briques doit respecter certaines règles basiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La terre doit être suffisamment fine pour faciliter le foulage au pied • Les mouillage et foulage au pied doivent être effectués consciencieusement afin de garantir un parfait mélange de la terre et de l'eau (l'opération pourra être répétée sur plusieurs jours) • Le moulage doit être fait avec une terre à l'état dit « plastique » (ni trop sec, ni trop mouillé) afin de garantir sa stabilité lors du démoulage
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Rappelons pour commencer que les pays d'Afrique sahéenne construisent en terre depuis des millénaires. Les connaissances locales en la matière, même si elles tendent à diminuer pour diverses raisons, restent vivaces presque partout et il est essentiel lorsque l'on entreprend de construire en terre de s'y référer. Dans la très large majorité des cas, les carrières d'extraction sont connues et offrent des qualités de terre très satisfaisantes.</p> <p>Les procédés de validation des terres sont généralement empiriques, et somme toute très efficaces (rappelons que le recours à des tests d'ingénierie moderne de type analyses en labo sont dans la plupart des cas totalement et simplement impossibles). Les procédés les plus courants sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La vue, le toucher et le goût > une personne expérimentée sait reconnaître une bonne terre à l'usage de ses sens

	<ul style="list-style-type: none"> • Le test dit de la boule • Le test dit du cigare • Le test de solidité des briques
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LES MATÉRIAUX UTILISÉS », « CHOIX DE LA TERRE » ET « PREPARATION BANCO »

PHOTO 4 :
Pathologies, désordres et sinistres liés à une malfaçon / Utilisation de mauvais matériaux : mauvaises terres – briques mal confectionnées

Les petites briques ont été confectionnées avec une terre trop sableuse. Le maçon VN a prévenu le client mais ce dernier à quand même voulu faire un essai. La voûte a fissuré pendant sa construction et a du être démontée. De nouvelles briques ont été confectionnées avec une terre de bonne qualité et la voûte reprise entièrement..

Gao – Mali – 2010



2.3.2. FICHE « Mauvaise mise en œuvre des fondations »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – MAUVAISE MISE EN OEUVRE DES FONDATIONS
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Apparition de fissures en divers endroits de l'ouvrage (tant au niveau de la voûte que des murs) de façon simultanée. Cela renseigne sur un problème structurel trouvant presque toujours sa source dans les fondations.
CAUSES :	<p>3 cas on été enregistrés à ce jour :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation par le maçon d'une quantité de pierres insuffisante conférant aux fondations un manque de résistance et de stabilité : le bâtiment s'est effondré au bout d'un an • Réalisation de fondations en pisé (terre damée) sans respecter les règles de mise en œuvre : couches successives mal damées. Le bâtiment a été démonté puis reconstruit • Construction d'un bâtiment sur un terrain en pente forte : la fondation sous porteur côté pente (aval) n'était pas assez large, les poussées latérales de la voûte n'étaient pas correctement reprises. La voûte a été démontée, la fondation côté pente (aval) élargie et la voûte finalement remontée
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Les fondations constituent la base de l'ouvrage et doivent être réalisées avec le plus grand soin, dans les règles de l'art.</p> <p>Sauf exception, la seule solution lorsque l'on constate un défaut au niveau des fondations consiste en la reprise de l'ouvrage.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LES FONDATIONS » (X3) ET « FONDATIONS EN PISÉ »

PHOTO 5 :

Malfaçons structurelles / mauvaise mise en œuvre des fondations

Fondation sous porteur côté pente mal dimensionnée .

Lassa – Bamako – Mali – 2010



PHOTO 6 :

Malfaçons structurelles / mauvaise mise en œuvre des fondations

Fissures profondes apparues dans la longueur de la voûte et à la jonction entre la voûte et le mur pignon. Cela renseigne sur le basculement du mur porteur côté pente sous l'effet des poussées de la voûte.

Lassa – Bamako – Mali – 2010



2.3.3. FICHE « Ouvertures trop larges dans les murs »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – OUVERTURES TROP LARGES DANS LES MURS
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	<p>Faiblesse structurelle liée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soit à une mauvaise reprise des poussées latérales d'une voûte (cas de grands arcs sur-dimensionnés dans les murs pignons), • soit à des descentes de charges excessives dans les murs porteurs (cas d'ouvertures – portes et fenêtres – trop larges et/ou trop nombreuses dans les murs porteurs). <p>Dans un cas comme dans l'autre, des fissures apparaîtront rapidement tant dans la voûte que dans les murs.</p>
CAUSES :	<p>Ce type de pathologie est la conséquence du non respect des largeurs maximum des ouvertures dans les murs de l'ouvrage :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dans un mur pignon, la largeur maximum d'un arc est 220cm • Dans un mur porteur, la largeur maximum pour une porte ou une fenêtre est 90cm • Toujours dans un mur porteur, on respectera également un dimensionnement minimum des pleins par rapport aux vides : 55% de plein pour 45% de vide pour les murs donnant sur l'extérieur / 50% de plein pour 50% de vide pour les murs intérieurs
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>En cas de constat d'un problème structurel lié au sur-dimensionnement des ouvertures d'un ouvrage, la principale solution consistera – si le site recevant le bâtiment le permet – en la réalisation de contreforts qui permettront soit une reprise des poussées latérales de la voûte (cas d'un arc dans un pignon), soit une augmentation de la section des pleins permettant une meilleure répartition des charges (cas d'ouvertures trop larges et/ou trop nombreuses dans les murs porteurs).</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LES OUVERTURES » (X4) ET « GRANDS ARCS DANS LES PIGNONS »

PHOTO 7 :
Malfaçons structurelles / Ouvertures trop larges dans les murs

Fissure dans l'arc au niveau d'une ouverture sur-dimensionnée (120cm au lieu de 90cm max) dans un mur porteur

Gueguere – Burkina Faso – 2007



2.3.4. FICHE « Mauvaise mise en charge de la voûte »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – MAUVAISE MISE EN CHARGE DE LA VOÛTE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Fragilisation accélérée de la voûte en cas d'infiltration d'eau depuis la toiture, pouvant aller jusqu'à son effondrement si rien n'est entrepris rapidement.
CAUSES :	<p>Cette pathologie résulte de la combinaison de deux facteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'absence d'appareillage entre l'extrados de la voûte et les murs de charge (tel que prévu par le concept technique VN). Remplissage par du tout venant laissant des vides • Un défaut d'entretien de la toiture entraînant des infiltrations dans la voûte <p>Alors que dans un cas d'infiltration classique, l'infiltration d'eau dans une voûte depuis la toiture causera des dégâts progressant lentement (tâches d'humidité, petites fissures, décollement de l'enduit, trou s'agrandissant progressivement) et laissant de ce fait un large temps de réaction au propriétaire du bâtiment, ici l'absence d'appareillage et surtout les vides que cela implique suppose l'apparition rapide de voies d'eau internes qui s'agrandiront très rapidement pour imbiber la voûte en profondeur.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>En cas de constat d'infiltration d'eau depuis la toiture et d'apparition de tâches d'humidité progressant particulièrement rapidement sur la voûte, il est essentiel d'intervenir sans attendre en bloquant toute infiltration d'eau (colmatage des fissures dans l'enduit de toiture / pose d'une bâche provisoire par dessus l'enduit).</p> <p>Dans un second temps, une fois l'hivernage passé, la réalisation d'un sondage est préconisé afin de confirmer ou non la mal-façon.</p> <p>Si la mal-façon est confirmée, les parties défectueuses devront être entièrement déposées, puis la mise en charge reprise dans les règles de l'art. La repose de la bâche plastique, des gouttières et de l'enduit de finition clôtureront l'intervention.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHE « CHARGEMENT DE LA VOÛTE »

PHOTO 8 :
Malfaçons structurelles / Absence
d'appareillage dans l'intérieur des
contreforts

Voûte effondrée. On voit clairement sur cette photo un amoncellement de morceaux de briques non maçonnés, et au fond la partie correctement maçonnée formant l'extérieur du mur

Dano – Burkina Faso – 2010



2.3.5. FICHE « Sous-dimensionnement des murs »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – SOUS-DIMENSIONNEMENT DES MURS
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Fragilité générale de l'ouvrage provoquant des fissures et pouvant aller jusqu'à l'effondrement si rien n'est entrepris rapidement.
CAUSES :	<p>Les murs d'un bâtiment VN sont dimensionnés pour recevoir le poids très important des voûtes (descentes de charges) ainsi que les poussées latérales qu'elles opèrent.</p> <p>Les normes à respectées pour les murs sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Murs porteurs = minimum 60cm d'épaisseur • Murs pignons = minimum 35cm d'épaisseur <p>La réalisation de murs de moindre épaisseur entrainerait dans la plupart des cas un sinistre dans de courts délais.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	En cas de constat d'un problème structurel lié au sous-dimensionnement des murs d'un ouvrage, la principale solution consistera – si le site recevant le bâtiment le permet – en la réalisation de contreforts qui permettront soit une reprise des poussées latérales de la voûte (cas des murs porteurs), soit une reprise des poussées longitudinales de la voûte (cas des murs pignons).
CAS PARTICULIERS :	Aucun sinistre à ce jour. Cette fiche fait office de rappel.
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « CONSTRUCTION DES MURS » (X4)

PHOTO - : Néant

2.3.6. FICHE « Dépassement de la Hauteur de Naissance de Voûte maximum »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – DÉPASSEMENT DE LA HAUTEUR DE NAISSANCE DE VOÛTE MAXIMUM
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Fragilité générale de l'ouvrage provoquant des fissures et pouvant aller jusqu'à l'effondrement si rien n'est entrepris rapidement.
CAUSES :	<p>La Hauteur de Naissance de Voûte maximum est fixée à 180cm afin de garantir que les poussées latérales de la voûte rejoignent les fondations, et donc le sol, avant d'avoir quitté les murs.</p> <p>Cette dimension maximum résulte de la prise en compte de plusieurs facteurs combinés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'épaisseur des murs porteurs = 60cm • La forme de la voûte = quasi plein cintre • La portée de la voûte = 330cm maximum <p>Partant de cette règle simple, faire naître une voûte de 330cm de portée reposant sur des murs porteurs de 60cm d'épaisseur à une hauteur de 220cm (par exemple) entrainerait une fragilité structurelle de l'ouvrage.</p> <p>>>> En cas de nécessité d'une Hauteur de Naissance de Voûte dépassant 180cm, le sur-dimensionnement des murs à 80cm au lieu de 60cm devra être prévu.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	En cas de constat d'un problème structurel lié au sous-dimensionnement des murs d'un ouvrage, la principale solution consistera – si le site recevant le bâtiment le permet – en la réalisation de contreforts qui permettront une reprise des poussées latérales de la voûte.
CAS PARTICULIERS :	Aucun sinistre à ce jour : fiche RAPPEL.
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « CONSTRUCTION DE LA VOÛTE » (X5)

PHOTO - : Néant

2.3.7. FICHE « Sur-dimensionnement de la portée de la voûte »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – SUR-DIMENSIONNEMENT DE LA PORTÉE DE LA VOÛTE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Fragilité générale de l'ouvrage provoquant des fissures et pouvant aller jusqu'à l'effondrement.
CAUSES :	<p>La portée d'une voûte est plafonnée à 330cm, tenant compte tant de son dessin (quasi plein cintre) que de la hauteur de sa naissance et de l'épaisseur des murs. La stabilité structurelle de l'ouvrage résulte donc du respect de ces normes.</p> <p>La réalisation de voûtes de plus de 330cm entrainerait dans la plupart des cas un sinistre dans de courts délais.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>En cas de constat d'un problème structurel lié au sur-dimensionnement de la portée de la voûte, il n'y aura d'autre solution que de reconstruire.</p> <p>De façon exceptionnelle, on pourra tenter de réaliser des contreforts qui permettront une reprise des poussées latérales de la voûte.</p>
CAS PARTICULIERS :	Aucun sinistre à ce jour. Cette fiche fait office de rappel.
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LARGEUR DES VOÛTES »

PHOTO - : Néant

2.3.8. FICHE « Mal-formation de la voûte »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS STRUCTURELLES – MAL-FORMATION DE LA VOÛTE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Fragilisation de la voûte pouvant aller, dans certains cas, jusqu'à son effondrement si rien n'est entrepris.
CAUSES :	<p>La bonne forme d'une voûte permet de bonnes descente et répartition de sa propre charge en elle même et vers les murs. La construction d'une voûte doit donc toujours respecter un tracé validé, sachant que dans le cas du concept technique VN il s'agit d'un quasi plein cintre.</p> <p>Par exemple, la réalisation d'une voûte « aplatie » ou par trop irrégulière supposera de mauvaises descente et répartition de sa charge en elle même puis dans les murs, et donc une faiblesse structurelle.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Rappelons ici que la marge de sécurité est importante et qu'un certain nombre de voûtes mal-formées ont déjà été réalisées sans que cela n'appelle de reprise. C'est une information importante qui tend à démontrer qu'une fois construite et mise correctement en charge (réalisation des contreforts), une voûte constituée de petits éléments indépendants les uns des autres (les briques) et de mortier finit par former un tout et acquière sa résistance combien même son tracé ne serait pas parfait.</p> <p>Dans les cas où la forme serait jugées excessivement mal-formée et/ou que des dérèglements structurels seraient constatés, la seule solution consiste en le démontage de la voûte pour la reconstruire proprement.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « CONSTRUCTION DE LA VOÛTE » (X5)

PHOTO 9 :
Malfaçons structurelles / Mal-
formation de la voûte

Voûte mal formée (excessivement plate). Aucun désordre structurel constaté, le démontage n'a pas été nécessaire.

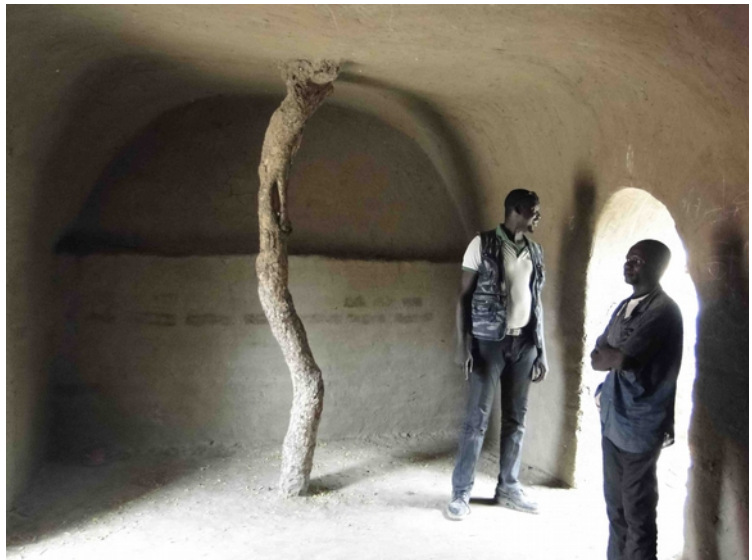
Nebba – Burkina Faso – 2011



PHOTO 10 :
Malfaçons structurelles / Mal-
formation de la voûte

Voûte mal formée avec désordres structurels constatés. La voûte a été reconstruite.

Bla – Mali – 2011



2.4. FICHES « MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE »

2.4.1. FICHE « Bâche plastique mal posée »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE – BÂCHE PLASTIQUE MAL POSÉE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Infiltration d'eau sous l'enduit et la bâche plastique finissant par toucher la voûte. Phénomène relativement lent supposant l'apparition de tâches d'humidité, puis la fissuration et le décollement des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement.
CAUSES :	La bâche plastique se doit d'être posée par bandes perpendiculaires au sens de la pente, la bande supérieure chevauchant largement la bande inférieure. En cas de non respect de cette préconisation, des infiltrations pourront intervenir même sans que des défauts d'enduits n'interviennent.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	Dépose et repose dans les règles de la bâche plastique, puis reprise de l'enduit anti-érosif.
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LA TOITURE » (x5) ET « CONTRÔLE DE FIN DE CHANTIER »

PHOTO 11 :
Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Bâche plastique mal posée

On voit bien au niveau du trou dans la voûte l'axe de pose de la bâche plastique : le sens de la pente suis presque toujours le sens de la voûte – et ici c'est bien le cas – , la bâche aurait donc du être posée perpendiculairement au sens de la pente alors qu'ici elle a été posée parallèlement...

Kati – Mali – 2007



2.4.2. FICHE « Pentès de toiture mal réalisées »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE – PENTES DE TOITURE MAL RÉALISÉES
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Infiltration d'eau sous l'enduit et la bâche plastique finissant par toucher la voûte. Phénomène relativement lent supposant l'apparition de tâches d'humidité, puis la fissuration et le décollément des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement.
CAUSES :	Les pentes de drainage des eaux de toiture vers les gouttières n'ont pas été réalisées correctement : inclinaison trop faible, mauvaise orientation, etc. Cela entraînera généralement une stagnation d'eau prolongée au niveau de la toiture provoquant à terme les infiltrations.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	En cas de pentes de drainage des eaux de toiture mal réalisée, leur reprise est impérative et doit être entreprise le plus tôt possible. Les signes d'infiltration d'eau depuis la toiture sont facilement repérables depuis l'intérieur d'une voûte. Toutefois, le bon usage d'un bâtiment VN voudrait que dès les premières pluies, puis de façon régulière, la toiture soit contrôlée visuellement.
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LA TOITURE » (x5) ET « CONTRÔLE DE FIN DE CHANTIER »

PHOTO 12 :
Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Pentès de toiture mal réalisées

Tâche d'humidité et décollément de l'enduit intérieur sur une voûte – en toiture le drainage est insuffisant du fait d'une mauvaise pente. L'eau stagne.

Karankasso Viguier – Burkina Faso - 2010



2.4.3. FICHE « Gouttières mal traitées »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE – GOUTTIÈRES MAL TRAITÉES
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Infiltration d'eau au niveau de la gouttière entre la voûte et le pignon. Phénomène lent supposant l'apparition de tâches d'humidité à la jonction entre voûte, mur pignon et mur porteur, puis la fissuration et le décollement des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement. Un tassement, voir un basculement des murs pourra survenir dans certains cas.
CAUSES :	Si la cause de la pathologie viendra toujours d'un problème de gouttière, le dit problème pourra : <ul style="list-style-type: none"> • 1. soit être la conséquence d'un mauvais positionnement de la gouttière : par exemple l'inclinaison de la gouttière est inexistante ou trop faible • 2. soit être la conséquence d'une mauvaise jonction entre la gouttière et l'enduit de finition
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	Cas 1 : dépose et repose de la gouttière dans les règles de l'art (pente suffisante), puis reprise de l'enduit de finition au droit de la gouttière Cas 2 : reprise de l'enduit de finition au droit de la gouttière >>> En cas de basculement d'un mur, la réalisation d'un contrefort sera impérative.
CAS PARTICULIERS :	Même si l'emploi de tubes PVC en guise de gouttières n'est pas à proscrire, AVN le déconseille vivement. Effectivement : <ul style="list-style-type: none"> • la jonction entre gouttière et enduit de finition est plus délicate à réaliser • le bouchage des tubes est possible et appelle donc une surveillance accrue
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LA TOITURE » (x5) ET « CONTRÔLE DE FIN DE CHANTIER »

PHOTO 13 :
Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Gouttières mal traitées

Cas d'infiltration d'eau du fait d'une jonction gouttière/enduit mal réalisée. L'angle du bâtiment a légèrement basculé vers l'extérieur.

Coucou – Mali – 2012



PHOTO 14 :
Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Gouttières mal traitées

Cas d'infiltration d'eau du fait d'une jonction gouttière/enduit mal réalisée. La photo montre la zone de passage d'eau sous l'enduit avant d'atteindre la gouttière.

Coucou – Mali - 2012



2.4.4. FICHE « Gouttières trop courtes ou exposées à des vents dominants »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE – GOUTTIÈRES TROP COURTES OU EXPOSÉES À UN VENT DOMINANT
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Érosion excessive des murs et/ou des pieds de murs à l'aplomb des gouttières.
CAUSES :	Soit les gouttières sont trop courtes, soit elles sont exposées à un vents dominant, sachant que dans un cas comme dans l'autre l'eau drainer par les gouttières versera sur les murs et pieds de murs à l'aplomb, accélérant le phénomène naturel d'érosion des enduits.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Si le problème n'est lié qu'au fait que les gouttières sont trop courtes, on se contentera de les prolonger (voir de les remplacer si le prolongement n'est pas possible).</p> <p>Si le problème est lié à l'exposition des gouttières à un vent dominant, doit être rappelé au préalable qu'un tel positionnement des gouttières est à éviter autant que faire se peut. Toutefois, dans certains cas, l'implantation ne pourra se faire autrement. Qu'il s'agisse d'une erreur d'orientation ou d'une orientation inévitable, on s'emploiera :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. Soit à renforcer les surfaces exposées des murs et/ou des pieds de murs par l'emploi soit d'enduits renforcés (goudron, ciment), soit d'éléments de maçonnerie type blocs de latérite ou blocs de terre comprimée • 2. Soit à remplacer les gouttières débordantes par des descentes drainant les eaux depuis la toiture vers les pieds de bâtiment (à distance suffisante = pas de stagnation en pieds de bâtiment !). Si des solutions traditionnelles maçonnées ont fait leurs preuves, des chutes PVC peuvent également être employées (attention ici aux cas de bouchage !)
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « LA TOITURE » (x5) ET « CONTRÔLE DE FIN DE CHANTIER »

PHOTO 15 :

Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Gouttières trop courtes ou exposées à un vent dominant

Érosion profonde du mur et du pied de mur à l'aplomb de la gouttière centrale (un rebouchage a déjà eu lieu à l'aplomb des 2 autres gouttières). On constate un manque d'entretien général des enduits.

Tiodié – Burkina Faso - 2007



2.4.5. FICHE « Réalisation d'un enduit ciment en toiture »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UNE MALFAÇON
TITRE :	MALFAÇONS PROVOQUANT UN MAUVAIS DRAINAGE DES EAUX EN TOITURE – RÉALISATION D'UN ENDUIT CIMENT EN TOITURE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	<p>Infiltration et accumulation d'eau sous l'enduit ciment. Phénomène relativement lent (mais plus rapide que dans le cas d'infiltration depuis des toitures protégées par un enduit terre) supposant l'apparition de tâches d'humidité sur la voûte, puis la fissuration et le décollement des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement.</p> <p>Dans certains cas rares, on a vu la voûte s'effondrer presque d'un bloc, les infiltrations ayant été très nombreuses sur l'ensemble de la toiture et le bâtiment n'ayant pas été surveillé.</p>
CAUSES :	Un enduit ciment réalisé sur une toiture VN fissurera systématiquement, permettant dès lors à l'eau de s'infiltrer.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>La réalisation d'enduit ciment sur une toiture VN est proscrite !</p> <p>Rappelons qu'en général, les personnes qui réalisent de leur propre initiative un enduit ciment en toiture le font toujours dans le but de supprimer les contraintes d'entretien régulier – conséquence de l'érosion de l'enduit terre traditionnellement utilisé – pensant à tort que l'utilisation de ciment constitue une solution.</p> <p>A ce jour, la seule solution anti-érosive alternative à la terre et utilisable en toiture par les personnes en ayant les moyens est l'enduit goudron, mélange de goudron, de sable, de terre et de pétrole.</p>
CAS PARTICULIERS :	<p>Nous avons vu dans certains cas exceptionnels des enduits ciments tenir en toiture, leur tenue dépendant alors d'une mise en œuvre très bien maîtrisée, mais aussi et surtout d'une maintenance sans faille passant notamment par le colmatage des fissures (inévitables) avec du goudron.</p> <p>Par ailleurs, mais cela n'a jamais été fait, rien n'exclue la possibilité de réaliser une étanchéité de toiture terrasse dite « moderne » sur un bâtiment VN : dalle ferrillée, bandes bitumeuses, remontée d'étanchéité, protection, etc.</p> <p>Main d'œuvre spécialisée et coûts élevés sont les deux principales contraintes de cette solution technique.</p>
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « ENDUITS EXTÉRIEURS »

PHOTO 16 :
Malfaçons provoquant un mauvais drainage des eaux en toiture / Réalisation d'un enduit ciment en toiture

Enduit ciment réalisé en toiture par le propriétaire après achèvement du bâtiment.

Nako – Burkina Faso - 2011



3. PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES INTERVENANT PENDANT LE CHANTIER

3.1. QU'EST-CE QU'UNE PATHOLOGIE, UN DÉSDORDRE OU UN SINISTRE INTERVENANT PENDANT UN CHANTIER ?

En général les pathologies surviennent pendant la vie des bâtiments, autrement dit après leur achèvement. Dans certains cas rares, les pathologies interviennent pendant le chantier.

3.2. PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS

Cas référencés à ce jour :

>>> [Pluie violente pendant le chantier](#)

3.3. FICHE « PLUIE VIOLENTE PENDANT LE BÂTI DE LA VOÛTE »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES INTERVENANT PENDANT LE CHANTIER
TITRE :	PLUIE VIOLENTE PENDANT LE BÂTI DE LA VOÛTE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Effondrement d'une voûte pendant sa mise en œuvre.
CAUSES :	<p>Les rares cas enregistrés ont toujours été le fait d'un démarrage tardif du chantier (trop proche de l'hivernage) et d'une pluie violente occurrent pendant la mise en œuvre du bâti de la voûte.</p> <p>Cette dernière n'étant ni fermée, ni mise en charge, ni protégée par le système d'étanchéité et de drainage est frappée par la pluie qui l'affaiblie très rapidement jusqu'à provoquer son effondrement.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>La règle maîtresse permettant d'éviter un tel sinistre consiste à ne pas démarrer un chantier alors que l'hivernage est proche.</p> <p>Toutefois, dans certains cas exceptionnels, le chantier devra avoir lieu, ou plus généralement aura pris un retard inévitable. Dès lors, certaines précautions simples et efficaces devront être prises afin de sécuriser l'ouvrage et de parer à tout risque d'effondrement en cas de pluie. On aura donc pris soin d'acheter une bonne quantité de bâche plastique qui sera fixée provisoirement sur le bâti de la voûte et déroulée au fur et à mesure de son avancement.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHE « LA VOÛTE »

PHOTO 17 :
Pathologie, désordres et sinistres
intervenant pendant le chantier /
Pluie violente pendant le bâti de la
voûte

Chantier débuté le 18 juin sous l'insistance du client malgré les mises en gardes et sans précautions particulières. La voûte s'est effondrée pendant sa réalisation dès la première grosse pluie.

Kamalé – Mali – 2009



4. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN

4.1. QU'EST-CE QU'UN MAUVAIS ENTRETIEN ?

Tout bâtiment, quelle que soit la technique constructive utilisée, appelle un entretien approprié. Dans le cas de bâtiments en terre, nous verrons qu'il s'agira principalement de la maintenance des enduits extérieurs (tant des murs que des toitures) qui protègent les structures maçonnées des agressions extérieures (pluie et vent) en jouant le rôle d'anti-érosifs.

4.2. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS

Cas référencés à ce jour :

>>> Le mauvais entretien des enduits de toiture

>>> Le mauvais entretien des acrotères

>>> Le mauvais entretien des enduits extérieurs muraux

>>> Le bouchage des gouttières

4.3. FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS DE TOITURE »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRS ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN
TITRE :	MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS DE TOITURE
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Infiltration d'eau depuis la toiture. Phénomène lent supposant l'apparition de tâches d'humidité là où l'infiltration a lieu, puis la fissuration et le décollement des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement.
CAUSES :	Érosion naturelle de l'enduit rendant ce dernier inefficace.. Éventuelle installation de plantes freinant l'évacuation horizontale des eaux.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Reprise de l'enduit de toiture de façon régulière, supposant sa surveillance (vigilance) > l'apparition de la bâche plastique renseigne sur un retard d'entretien.</p> <p>Selon le type d'enduit mis en œuvre, la fréquence de l'entretien varie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco simple : tous les 2 à 3 ans • Terre frappée : tout les 4 à 6 ans • Anti-érosif de type goudron : jusqu'à 10 ans <p>>>> Une toiture pratiquement plate (pente minimum) subira une érosion naturelle plus lente, les besoins d'entretien étant de ce fait moins fréquents.</p> <p>>>> L'entretien régulier d'un enduit de toiture n'est pas un travail complexe.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « ENDUITS EXTÉRIEURS »

PHOTO 18 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés à un mauvais entretien /
Mauvais entretien des enduits de
toiture

Retard d'entretien d'un enduit banco simple > on voit clairement d'une part la bâche plastique, d'autre part des herbes qui ont poussé.

Petit Balé – Burkina Faso - 2011



PHOTO 19 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés à un mauvais entretien /
Mauvais entretien des enduits de
toiture

Absence de reprise de l'enduit de toiture sur une longue période (5 ans) > stade où la voûte est percée.

Macina – Mali – 2011



4.4. FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ACROTÈRES (OU BALUSTRADES) »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN
TITRE :	MAUVAIS ENTRETIEN DES ACROTÈRES (OU BALUSTRADES)
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Érosion progressive des acrotères qui finiront par disparaître (absence totale d'entretien pendant une longue période), les empêchant de jouer leur rôle d'articulation entre les murs et la toiture tout en contribuant au bon drainage de cette dernière.
CAUSES :	Nous nous contenterons ici de rappeler que les acrotères (ou balustrades) sont une partie de l'ouvrage particulièrement exposé à l'érosion et qu'il faut donc y prêter attention.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Pour la plupart des acrotères (ou balustrades), la protection est assurée par un enduit. On assurera la reprise de l'enduit dès que nécessaire, au plus tard lorsque les éléments de maçonnerie deviennent visibles.</p> <p>Comme nous l'avons vu avec les pieds de murs et les enduits de toiture, des acrotères (ou balustrades) renforcés peuvent être réalisés par les clients qui en ont les moyens :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acrotères (ou balustrade) en briques de terre + enduit goudron • Acrotères en pisé (terre damée) + enduit terre ou enduit goudron • Acrotères en blocs de ciment plein + enduit ciment s'arrêtant avant la toiture • Acrotères en béton armé formant chaînage périphérique + enduit ciment s'arrêtant avant la toiture • Acrotères (ou balustrade) en blocs de latérite + jointoiement au mortier de ciment
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « ACROTÈRES BASIQUES », « ACROTÈRES RENFORCÉS », « BALUSTRADES RENFORCÉES » ET « ENDUITS EXTÉRIEURS »

PHOTO 20 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés à un mauvais entretien /
Mauvais entretien des acrotères (ou
balustrades)

Ici le mauvais entretien dépasse les simples balustrades (enduits de toiture et des murs également). Toutefois, on voit bien que sans une bonne protection, les balustrades en terre subissent plus rapidement l'érosion.

Sinthiou Banadji – Sénégal – 2010



4.5. FICHE « MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS EXTÉRIEURS MURAUX »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN
TITRE :	MAUVAIS ENTRETIEN DES ENDUITS EXTÉRIEURS MURAUX
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Érosion progressive des murs provoquant à terme, après de longues années d'abandon, un affaiblissement structurel.
CAUSES :	L'enduit de protection n'est pas repris régulièrement et laisse progressivement apparaître le mur maçonné qu'il protège.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Pour la plupart des murs, la protection est assurée par un enduit. On assurera la reprise de l'enduit dès que nécessaire, au plus tard lorsque les éléments de maçonnerie deviennent visibles.</p> <p>Comme pour les pieds de murs, les enduits de toiture et les acrotères (ou balustrades), des enduits renforcés ainsi que des blocs de maçonnerie définitifs ne nécessitant pas d'enduit peuvent être utilisés par les clients qui en ont les moyens :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enduit goudron • Enduit ciment accroché sur un maillage de fil de fer préalablement fixé au mur • Enduit ciment accroché sur des briques incrustées de cailloux (R&D en cours) • Murs mixtes mettant en œuvre dans leur partie extérieure des blocs autres que les briques de terre : blocs de latérite, blocs de terre compressée
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHES « MURS MIXTES » ET « ENDUITS EXTÉRIEURS »

PHOTO 21 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés à un mauvais entretien /
Mauvais entretien des enduits
extérieurs muraux

Ici les enduits muraux n'ont pas été repris de longue date, laissant apparaître les briques qu'ils sont sensé protéger. On voit également la bâche plastique de la toiture montrant un manque d'entretien général.

Oury – Burkina Faso – 2008



4.6. FICHE « GOUTTIÈRES BOUCHÉES »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS À UN MAUVAIS ENTRETIEN
TITRE :	GOUTTIÈRES BOUCHÉES
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Infiltration d'eau sous l'enduit et la bâche plastique finissant par toucher la voûte. Phénomène relativement lent supposant l'apparition de tâches d'humidité, puis la fissuration et le décollement des enduits intérieurs, puis l'apparition d'un trou dans la voûte qui s'agrandira progressivement.
CAUSES :	Gouttière bouchée.
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	La prévention constitue le seul moyen d'éviter ce type de pathologie. Il s'agira donc d'assurer un contrôle régulier des gouttières à chaque hivernage.
CAS PARTICULIERS :	De manière générale on évitera d'utiliser des gouttières rondes (PVC / terre cuite). On leur préférera des gouttières métalliques de plus large section, à base plate et ouverte en partie haute.
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	MANUEL DU MAÇON VN / FICHE « LES GOUTTIÈRES »

PHOTO 22 :
Pathologies, désordres et sinistres liés à un mauvais entretien / Gouttières bouchée

Vue de l'entrée d'une gouttière PVC bouchée par un amas d'herbes et de terre (on voit encore les herbes à l'entrée de la gouttière) – une grande quantité d'eau a stagné pendant une longue période et s'est infiltrer entre la voûte et le mur pignon.

Pelengana – Mali – 2012



PHOTO 23 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés à un mauvais entretien /
Gouttières bouchées

*Le même sinistre vu depuis l'intérieur.
Pour en arriver à de tels dégâts il a
fallu que ce bâtiment soit laissé sans
aucune surveillance pendant une
longue période durant l'hivernage.*

Pelengana – Mali – 2012



5. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES LIÉS AU « VIEILLISSEMENT » DE L'OUVRAGE

5.1. QU'EST-CE QUE LE VIEILLISSEMENT D'UN BÂTIMENT ?

Tout bâtiment, quelque soit la technique constructive utilisée, subi un vieillissement qu'on ne saurait éviter, un bâtiment ayant comme toute autre chose une durée de vie plus ou moins longue.

Cela dit, il nous semble important de combattre ici certaines idées reçues concernant l'utilisation du matériau terre dans la construction. Le principal éclairage que nous retiendrons ici en guise d'argumentaire est le suivant :

- Le matériau terre offre une stabilité chimique exceptionnelle qui lui confère, dès lors qu'il sera protégé efficacement de l'eau, une durabilité tout aussi exceptionnelle

Il est rapporté dans l'ouvrage de référence « *Bâtir en terre, du grain de sable à l'architecture* » (Laetitia Fontaine et Romain Anger, Ed Belin / Cité des sciences et de l'industrie, 2009) :

« Le métal rouille, le bois pourri, la pierre et le ciment sont attaqués chimiquement : tous les matériaux de construction s'altèrent dans le temps. La terre est différente puisqu'il s'agit d'un matériau déjà altéré et qu'elle ne peut pas « pourrir » d'avantage. Correctement protégée de l'eau, sa durabilité est exceptionnelle. Même le feu la renforce, puisque la terre crue se transforme en terre cuite : elle ne craint pas les incendies. » (p. 101)

Les spécialistes de la construction en terre s'accordent donc tous sur le fait que le principal facteur de durabilité d'un ouvrage construit en terre réside dans la capacité que l'on aura à assurer efficacement la protection de sa structure contre les agressions extérieures, et tout particulièrement contre la pluie. On parle communément de « bonnes bottes » et de « bon chapeau », mais aussi dans le cas du concept technique VN (et de le plupart des habitats traditionnels de l'Afrique sahélienne) de « bons enduits antiérosifs » car c'est grandement de cela qu'il s'agit.

Aussi, dès lors d'une part que les fondations et la toiture seront efficacement maintenues au sec par des systèmes de drainages efficaces, d'autre part que des enduits protégeront efficacement les parties exposées aux intempéries (murs et toitures), alors la structure dans son ensemble ne subira pas (ou très peu) de vieillissement et pourra avoir une durée de vie extrêmement longue.

AVN aime à rappeler que les plus anciennes voûtes nubiennes toujours visibles de nos jours sont situées à Louxor en Égypte et ont plus de 3.000 ans ! Mais sans porter notre regard si loin, qui ne connaît pas la prestigieuse architecture de terre du Mali avec son lot de grandes mosquées multi-centenaires, les parties de la grande muraille de Chine construites en terre, ou encore la ville de Shibam au Yémen avec ses immeubles de terre crue datant pour la plupart du XVI^e siècle et pouvant atteindre jusqu'à 8 étages et près de 30m de haut. Nombres d'autres exemples emblématiques pourraient être donnés, sachant notamment

que c'est près de la moitié de l'humanité qui vit à notre époque dans un habitat en terre crue...

NB : Même s'il s'agit d'un thème corolaire à celui du vieillissement des ouvrages, il nous semble utile de rappeler que la terre est un matériau recyclable et que cela lui confère un avantage supplémentaire évident. Effectivement, la terre crue d'un bâtiment en fin de vie pourra, après démolition, être réutilisée dans un autre ouvrage ou bien simplement retournée au sol dont elle avait été tirée.

5.2. PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES CONSTATÉS

Ces points de considération essentiels rappelés, nous verrons donc ici que certains phénomènes pouvant être apparentés à un vieillissement seront observables, mais aussi et surtout sans gravité pour les ouvrages. Il s'agit en l'occurrence de certains mouvements opérant à l'intérieur de la structure que l'on peut qualifier de tassements et qui pourront être plus ou moins importants selon les cas :

>>> Tassements structurels opérant dans les ouvrages VN

5.3. FICHE « TASSEMENTS STRUCTURELS OPÉRANT DANS LES OUVRAGES VN »

CATÉGORIE :	PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES LIÉS AU « VIEILLISSEMENT » DE L'OUVRAGE
TITRE :	TASSEMENTS STRUCTURELS OPÉRANT DANS LES OUVRAGES VN
DESCRIPTION DE LA PATHOLOGIE :	Possible apparition de fissures bénignes en divers zones de l'ouvrage. Dans la plupart des cas, ces fissures apparaîtront à la jonction entre la voûte et les murs pignons.
CAUSES :	<p>Il s'agira généralement d'un phénomène de tassement de l'ouvrage sous l'effet combiné de son poids et de son séchage (parfois long).</p> <p>Le tassement pourra être dit « différentiel » dans le cas de fissures typiques apparaissant à la jonction entre la voûte et les murs pignons. Effectivement, considérant d'une part qu'une voûte repose sur les murs porteurs (ils reprennent les charges de la voûte), d'autre part que les murs pignons jouent eux un rôle minime de reprise de charge, le tassement dû au poids de l'ouvrage est plus important au niveau des porteurs, et donc moins important au niveau des pignons. Cela explique la zone d'apparition des fissures.</p> <p>Dans d'autres cas, on verra apparaître des fissures dans la largeur de la voûte renseignant sur le fait que le bâtiment aura subi un tassement plus important d'un côté que de l'autre de l'ouvrage.</p>
CORRECTIFS / SOLUTIONS :	<p>Ce n'est pas toujours possible, mais lorsque l'on en a la possibilité il est bon de ne réaliser les travaux de finitions intérieures qu'une fois le premier hivernage passé. Ainsi le bâtiment aura eu le temps de « prendre ça place » et les besoins de reprise seront limités voir supprimer pendant une bonne période.</p> <p>En cas de fissures liées à un tassement de l'ouvrage, les travaux de reprise consisteront en le rebouchage des fissure et en une reprise ciblée des enduits et peintures. Il s'agit d'un travail basique et peu contraignant.</p>
CAS PARTICULIERS :	Néant
DOCUMENTS RÉFÉRENTS :	Insérer une description au niveau de la fiche « CONSEILS AUX CLIENTS »

PHOTO 24 :
Pathologies, désordres et sinistres
liés au « vieillissement » de
l'ouvrage / Tassements structurels
opérant dans les ouvrages VN

*Fissure typique apparue à la jonction
entre la voûte et le mur pignon (fissure
horizontale) doublée d'une fissure
verticale dans la partie haute du mur
pignon au dessus de la porte.*

Farako – Mali – 2009



MOYENS DÉVELOPPÉS PAR AVN POUR PRÉVENIR

– LIMITER – SUIVRE LES PATHOLOGIES, DÉSORDRES ET SINISTRES

Une des missions d'AVN consiste à développer des moyens permettant de prévenir, limiter et suivre les pathologies et sinistres VN.

1. RENFORCEMENT DES RÈGLES PROFESSIONNELLES ET DES SUPPORTS TECHNIQUES VN : CRÉATION D'UN « CORPUS TECHNIQUE VN »

1.1. LE MANUEL DU MAÇON NUBIEN : ACCESSIBILITÉ DES RÈGLES PROFESSIONNELLES VN DE BASE

Le « Manuel du Maçon Nubien » est le premier support pédagogique à avoir été produit pour décrire les différentes étapes de mise en œuvre du Concept Technique VN. Considérant la cible paysanne à laquelle le document devait s'adresser prioritairement, le principe de création du Manuel consista en l'utilisation systématique de « dessins au trait » produits le plus souvent à partir de photos de chantier et permettant de disposer de fiches pédagogiques facilement compréhensibles, sans obligation de lecture des textes.

Ce Manuel qui fait l'objet de régulières mises à jour joue un rôle pédagogique et technique central en référençant et rendant accessible à un large public la plupart des règles professionnelles VN de base.

Au delà de l'apprentissage spécifique des techniques VN, de tels supports pédagogiques contribuent à la création d'une offre formative adaptée à des populations dont les niveaux d'alphabétisation et d'accès aux formations classiques restent très faibles. En effet, par le développement de ces supports d'apprentissage, AVN promeut un mode de formation professionnelle in-situ particulièrement adapté aux réalités locales, et de façon particulièrement intéressante, au secteur du bâtiment.

1.2. LES ÉTUDES ET SUPPORTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

Par ailleurs, force est de constater que la diversification et l'institutionnalisation du marché font émerger un besoin de nouvelles expertises techniques. C'est à ce titre qu'AVN s'attèle depuis plusieurs années à la

production d'études et supports techniques nécessaires venant compléter et renforcer le « Corpus Technique VN » :

- Fiches techniques détaillées par corps d'état reprenant la trame du Manuel du Maçon Nubien décrivant (retranscription sur un modèle plus normatif, dans le jargon technique du bâtiment) ;
- Études d'ingénierie (structure, cycle de vie et impact environnemental, hygro-thermie, performance énergétique, etc.) permettant de renforcer les démonstrations empiriques et statistiques obtenues au cours des 15 dernières années ;
- Études de cas : production de référentiels techniques par grandes typologies de bâtiments (logement, éducation, santé, agriculture, etc.) et secteurs (privé, public) ;
- Etc.

Ces nouveaux supports techniques ne doivent bien entendu pas faire perdre de vue le principe précédemment exposé, la simplicité pédagogique restant ici pleinement de mise...

2. RENFORCEMENT DE CAPACITÉS DES ACTEURS DE LA « FILIÈRE VN »

Alors que le programme d'AVN s'adressait jusque récemment exclusivement aux apprentis et maçons VN, il s'adresse dorénavant à l'ensemble des acteurs de la « filière VN » émergente : apprentis, maçons et artisans, mais aussi entreprises bâtiment formelles, maîtrise d'ouvrage publiques, architectes, techniciens, etc.

Ces métiers s'insèrent donc progressivement dans les activités d'AVN, au niveau des opérations, depuis leur conception jusqu'à leur réception ; leur enchâssement se trouve actuellement à un niveau d'apprentissage et d'expérimentation.

Qu'ils s'inscrivent dans les économies formelles ou informelles, il va de soi que les acteurs de la « Filière VN » ont un besoin fort d'accompagnement et de renforcement de leurs capacités. Dans cette optique, AVN et ses partenaires développent des activités dites :

- 1/ D' « Assistance Technique »
- 2/ De « Formation Dynamisée »
- 3/ D' « Académie »

La finalité de ces activités développées par AVN est le renforcement de capacité des acteurs qui en bénéficient. En d'autres termes, il ne s'agit pas « faire à la place de ... » mais plutôt d'accompagner dans un but d'autonomie.

2.1. ASSISTANCE TECHNIQUE

Les missions d'Assistance Technique sont portées par le Pôle Technique d'AVN et sont de trois sortes :

1/ L'Assistance Technique sur opérations stratégiques qui consiste en une assistance planifiée et complète.

Il s'agira généralement d'opérations sectorielles (santé, éducation, agriculture, logement social, cultes, etc.) avec implication de clientèle T4 (institutionnels, ONG, etc.).

2/ L'Assistance Technique sur marché global (Villages Pilotes, Marché Semi-Autonome, Marché Autonome) qui consiste en une assistance ponctuelle selon des besoins non anticipés sur des opérations lambdas.

3/ L'Assistance Technique sur les cas de pathologies, désordres et sinistres touchant des bâtiments VN, qui consiste à intervenir sur les cas rencontrés. Afin d'assurer des conditions efficace de résolution des problèmes, des outils spécifiques ont été développés ou sont en cours de développement :

- La présente étude « PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES VN » référence l'ensemble des types de sinistres connus sous forme de fiches techniques classées par familles. Cela constitue une base de connaissance essentielle permettant d'identifier sur le terrain le type de pathologie, de désordre ou de sinistre auquel on a à faire, sa cause et ce qu'il y a lieu de faire,
- Une base de donnée référençant l'ensemble des sinistres ayant eu lieu depuis les début du programme et reprenant la même classification que le document « PATHOLOGIES, DÉSDORDRES ET SINISTRES VN ». Les réponses ayant été apportées y sont également référencées,
- Un « TABLEAU SINISTRES EN COURS » est affiché dans chaque bureau AVN permettant aux équipes de savoir quels sont les bâtiments touchés par des pathologies, désordres ou sinistres en cours dans le pays (s'il y en a...), leurs caractéristiques (type, causes, préconisations, etc.), leur état de traitement et les actions entreprise et/ou à entreprendre,
- Une fiche « SINISTRE » que chaque équipe AVN a sur elle lors de ses sorties sur le terrain, et qui peut être remplie en respectant la procédure définie en cas de pathologie, désordre ou sinistre constaté. Cela permet de partager les informations de retour de mission et de décider des actions à engager de façon collégiale avec toute l'expertise technique nécessaire.

2.2. ACADEMIES ET FORMATION DYNAMISÉE

AVN est impliquée depuis sa création dans la formation de maçons qui, jusque récemment, consistait presque exclusivement en une formation dispensée sur chantiers réels (ou « sur le tas »), dans une logique de compagnonnage⁶. Un système d'attribution de niveaux de compétences (de 1 à 5) permet de suivre et d'accompagner la progression de chacun.

Bien que jugée efficace de par ses résultats⁷, la principale contrainte de ce mode de formation repose sur le fait que la majorité des chantiers se déroule en zone rurale auprès d'une clientèle à faibles revenus dont les moyens permettent seulement de payer les maçons pour l'exécution des tâches de construction. L'équipe (maçons et apprentis) étant à la charge du client, le chef de chantier ne dispose pas toujours du temps nécessaire pour garantir une formation optimale de ses apprentis dans des délais satisfaisants.

Par ailleurs, depuis plusieurs années, AVN observe dans tous ses pays d'intervention que la demande pour des bâtiments VN grandit plus vite que l'offre (environ 30% d'augmentation de la demande contre 20% pour l'offre). L'amplification progressive de la tendance actuelle risquerait à terme de porter préjudice au marché

6 Cela présente de nombreux avantages, le principal étant sans doute qu'un apprentis VN ne se forme dès lors pas uniquement sur le plan technique, mais aussi sur les plans organisationnel (chantier, équipe), relationnel (équipe, client), entrepreneurial (chercher ses clients, produire une offre, investir dans du matériel), etc.

7 380 maçons, artisans et entrepreneurs ont été formés selon ce principe de compagnonnage, depuis 15 ans.

VN en décourageant les potentiels clients.

Face à ce constat, AVN a développé, depuis 2012, l'activité « Académie VN ». Cette activité consiste à dispenser lors de chaque début de saison des modules et ateliers qui s'adressent à l'ensemble des apprentis, maçons et entrepreneurs VN et consistent en une formation pédagogique venant compléter l'apprentissage « sur le tas ». Les ateliers abordent divers thèmes et notamment : position et rôle d'AVN / notions de marché / marketing / exercices techniques / etc.

Avec la diversification du marché et des acteurs filière, de nouveaux modules ont vocation à être créés pour répondre à ces nouveaux besoins : module maîtres d'oeuvre et module maîtres d'ouvrages publics principalement.

En fin de saison 13-14, l'activité Académies a été jugée insuffisante pour contribuer au rapprochement optimum recherché entre offre et demande dans des délais satisfaisants. Ainsi, depuis 2014, une importante partie de l'activité d'AVN se concentre sur un renforcement tant quantitatif que qualitatif de l'offre VN, à travers la mise en œuvre d'un processus de « Formation Dynamisée » sur des chantiers réels, permettant un meilleur suivi pratique et plus individualisé.

Cette nouvelle méthode de formation doit permettre le renforcement de la qualité des savoir-faire VN, et ainsi limiter les risques de pathologies, désordres et sinistres, tout en contribuant à l'émergence d'une « élite » de Maçons Formateurs particulièrement engagés et adoptant progressivement une position de « référents » sur les plans technique, pédagogique et entrepreneurial.

Le renforcement de l'offre VN constitue aujourd'hui la première ligne stratégique du programme, tant les questions de capacités de production sont déterminantes pour l'avenir du marché VN et son autonomie à terme.

3. OUTILS DE PILOTAGE ET DE SUIVI

AVN développe et utilise une grande variété de supports et d'outils qui permettent le pilotage des activités du programme :

- Suivi des apprentis et des maçons
- Suivi des chantiers
- Indicateurs des résultats, effets et impacts
- Etc.

Ces outils permettent le pilotage des activités sur un mode entrepreneurial en garantissant un cadre d'observation du marché VN et de ses évolutions, la mesure des impacts sociaux-économiques et environnementaux qui en découlent et l'anticipation des activités d'accompagnement devant être proposées.

4. CRÉATION D'UN PÔLE TECHNIQUE

En 2015, AVN a engagé la création d'un Pôle Technique qui devra disposer d'antennes dans tous ses pays

d'intervention. Ce Pôle a la charge de trois principales activités :

- Les activités d'Assistance Technique : qui consiste en l'accompagnement d'opérations spécifiques, l'accompagnement d'ateliers de Formation Dynamisée « complexe », l'accompagnement de chantiers sur le marché global et l'accompagnement des cas de pathologies, désordres et sinistres ;
- Les activités de capitalisation : qui consiste en la collecte de données techniques, la production/renforcement des règles professionnelles VN, la production d'études techniques, la production de référentiels sur bâtiments types et la production de fiches de capitalisation ;
- Les activités de recherche/action : qui consiste en de la recherche technique sur le concept technique VN pour des usages privés en milieu urbain et péri-urbain et pour des usages publics et communautaires (bâtiments éducation, santé, agricole, culte, etc.) et financières.

Ces activités doivent contribuer à la résorption des principales problématiques précédemment identifiées :

- Les défauts d'appropriation et d'entretien
- Les malfaçons

CONCLUSION

Nous l'avons vu dans la partie « RAPPELS PRÉLIMINAIRES », la grave problématique de l'accès à l'habitat à laquelle sont confrontés des millions de personnes vivant en Afrique Sahélienne doit nous obliger à ne pas perdre de vue les vrais enjeux auxquels il est urgent de répondre, dans l'intérêt du plus grand nombre. C'est bien à cela qu'AVN s'emploie avec force et conviction depuis plus de 15 ans.

Ce préalable posé, nous avons ensuite mis en évidence que s'il s'avère impossible de ramener le pourcentage de sinistres par rapport à l'ensemble de la production de bâtiments VN à 0, le dit pourcentage reste et se doit de rester faible. C'est là une nécessité toute particulière pour ce nouveau système constructif (nouveau en Afrique Sahélienne), car un sinistre portera toujours atteinte à l'image et donc à l'acceptation que les acteurs du marché s'en feront, clients et maçons principalement. AVN y travaille intensément par divers moyens, il était essentiel de le montrer, le présent document technique y contribuant à nos yeux largement.

Nous retiendrons donc :

> Que le nombre de sinistres enregistrés depuis les débuts du programme en 2000 reste faible en proportion de l'ensemble des bâtiments construits (4,1%), et même extrêmement faibles lorsque l'on opère une analyse plus fine des dits sinistres, en considérant notamment le type de clientèle concernée :

- Pour la clientèle « cœur de cible » du programme (T1 – paysans) seulement 0,8% de l'ensemble des bâtiments construits (1545 en juillet 2016) ont subis des sinistres.

Cette clientèle « cœur de cible » formant le premier groupe cible du programme, il est édifiant de constater que le nombre de sinistres la touchant est presque dérisoire... Nous voyons en cela une preuve tangible de la pertinence de recourir au Concept Technique VN comme réponse possible à la problématique de l'habitat sahélien.

> Que malgré ce constat encourageant, des difficultés existent bel et bien, et notamment :

- Le manque (voir même l'absence dans certains cas) d'appropriation, et donc d'entretien, de certains bâtiments collectifs par leurs usagers,
- Des malfaçons pouvant être le fait soit des maçons, soit des clients eux même,
- Le rapport presque systématique entre ces deux causes de désordres et la clientèle de type 4 (T4 – organisations et institutions finançant généralement des bâtiments collectifs).

Nous l'avons souligné, défaut d'appropriation et d'entretien, fautes techniques, manque de vision, de prévision et de suivi, manque de pertinence dans le projet, etc. les raisons identifiées sont multiples et variées, des réponses organisationnelles et techniques étant maintenant proposées ou en voie de l'être.

Enfin, et c'est le point sur le quel nous terminerons, la capitalisation et le référencement des pathologies, désordres et sinistres VN auxquels AVN s'emploie tant par la production de ce document que par des actions et procédures concrètes déployées au jour le jour sur le terrain doivent concourir à une utilisation plus sûre, plus efficace, plus exacte et donc plus crédible et contrôlable du Concept Technique VN par les acteurs qui y sont liés, d'une façon ou d'une autre. Mais l'implication d'AVN seule dans ce processus ne saurait suffire, elle n'en a ni la capacité ni la légitimité.

Nous pensons à ce titre que les enjeux liés aux questions de l'Habitat adapté pour le plus grand nombre doivent être élevés au rang de cause majeure et prioritaire au niveau mondial.

Il s'avère essentiel de reconnaître une responsabilité partagée face aux questions de changement climatique, de prendre en compte les impacts locaux considérables que vont subir les populations d'Afrique Sahélienne, et d'accepter les implications et investissements qui en découlent. Dans cette perspective, il est fondamental de rechercher les propositions techniques et pédagogiques utilisant au mieux les mains-d'œuvre, matériaux et savoir-faire locaux. Il est tout aussi essentiel d'impulser des politiques permettant leur diffusion pour le plus grand nombre.

Dans le contexte globalisé actuel, il est essentiel et légitime de placer l'Habitat en Afrique sahélienne au rang des nouveaux enjeux économiques, environnementaux, climatiques et, bien sûr, de bien-être !