

## **Défis d'application d'innovations écologiques sur l'éco-construction en ville subsaharienne : cas au Sénégal**

Challenges in applying ecological innovations on eco-construction in subs-Saharan cities: case in Senegal

---

**Adama Doudou DIOP**  
[diop12ada@gmail.com](mailto:diop12ada@gmail.com)  
Université Gaston Berger

### **Résumé**

Les villes vertes, villes durables ou écologiques, sont des villes imaginées pour minimiser leur impact sur l'environnement et promouvoir une qualité de vie élevée pour leurs habitants. En Afrique Subsaharienne, nonobstant la forte urbanisation incontrôlée dans des cas, des initiatives/innovations jugées écologiques par leurs acteurs sont en train d'être mises en œuvre un peu partout. Cette étude analyse les défis auxquels certaines de ces actions se heurtent au Sénégal dans le secteur de l'éco-construction. La méthodologie est basée sur des recherches documentaires et des enquêtes de terrain. La Voûte Nubienne (VN) dans les villes du nord Sénégal (Podor, Matam et Kanel) et le Bloc de Terre Compressé (BTC) à Dakar ont été pris comme échantillons d'analyse de par les présentations théoriques, techniques, les acteurs, la méthode de diffusion et l'état d'adoption. Les résultats ont montré que les défis d'application de ces actions en ville peuvent être liés, d'une part, aux problèmes de vulgarisation et, d'autre part, aux problèmes de contenu (techniques, financiers, socio-culturels) par rapport aux réalités des espaces d'accueil. La prise en compte de ces défis peut ouvrir plusieurs perspectives d'adaptation.

**Mots-clés :** innovations écologiques, éco-construction, voûte nubienne (VN), bloc de terre compressé (BTC), Sénégal

### **Abstract**

Green cities, sustainable cities or ecological cities are cities designed to minimise their impact on the environment and promote a high quality of life for their inhabitants. In Sub-Saharan Africa, notwithstanding the high level of uncontrolled urbanisation in some cases, initiatives/innovations deemed to be ecological by their stakeholders are being implemented just about everywhere. This study analyses the challenges faced by some of these initiatives in Senegal in the eco-construction sector. The methodology is based on documentary research and field surveys. The Nubian Vault (NVA) in the towns of northern Senegal (Podor, Matam and Kanel) and the Compressed Earth Block (CEB) in Dakar were taken as samples for analysis in terms of theoretical and technical presentations, the players involved, the method of dissemination and the state of adoption. The results showed that the challenges of applying these actions in the city may be linked, on the one hand, to problems of popularisation and, on the other hand, to problems of content (technical, financial, socio-cultural) in relation to the realities of the host areas. Taking these challenges into account may open up a number of possibilities for adaptation.

The results showed that the challenges of applying these actions in the city may be linked, on the one hand, to problems of popularisation and, on the other hand, to problems of content (technical, financial, socio-cultural) in relation to the realities of the host areas. Taking these challenges into account may open up a number of possibilities for adaptation.

**Keywords:** ecological innovations - eco-construction - nubian vault (VN)- compressed earth block (BTC) – Senegal

## Introduction

La ville durable pourrait représenter la vitrine ou le point de départ des grandes innovations vers la transition écologique tant médiatisée dans le cadre du développement durable actuel. Cependant, des questions existent toujours sur l'échelle et la méthode d'application, surtout dans les pays du « Sud ». En Afrique Subsaharienne, partie du monde où la croissance urbaine est actuellement plus forte<sup>1</sup>, plusieurs initiatives continuent de voir le jour malgré les contextes économiques difficiles et la configuration assez particulière des villes.

Au Sénégal, avoir un logement (un bon) est une préoccupation commune à toutes les couches sociales, aussi bien en milieu rural qu'urbain (A. D. Diop, 2023, p. 3). Traditionnellement, les maisons étaient faites avec ce qui était accessible dans l'environnement proche (terre crue, paille, bois, résidus de culture, etc.). Depuis la généralisation du béton/armé (sable, ciment, gravier/barre métallique), c'est un nouveau visage de l'habitat qui est apparu, surtout en ce qui concerne l'urbanisation (A. D. Diop, 2023, p. 3). Ce changement a entraîné des gains aussi bien en confort qu'en longévité/hauteur des bâtiments (Ibid.). Mais le problème élémentaire reste le coût, surtout pour les jeunes et les classes moyennes. Les pauvres, eux, sont quasi exclus de ce domaine. En milieu rural, des disparités se sont manifestées par une hétérogénéité des constructions entre « tradition » et « modernité » reflétant souvent le niveau de richesse des ménages. D'un autre côté, les bâtiments en dur existants sont en majorité en tôle (toiture en zinc) et s'adaptent mal aux changements de température surtout en période de chaleur (*Op.cit.*). En milieu urbain, une partie de ces constats est aussi visible, mais dans un degré moindre et avec des particularités géographiques (centre-ville, banlieue, zone péri-urbaine). Avec les autres problèmes tels que l'assainissement, il ressort que l'accès au logement de qualité comporte encore des problématiques à résoudre dans le pays. L'écoconstruction apporte, selon ses partisans, des réponses adéquates. Qu'est-ce que l'écoconstruction ? Quelles sont ses solutions ?

Cette recherche vise à apporter des réponses à ces questionnements à travers deux cas d'étude : la voûte nubienne (VN) dans les villes de Podor, de Matam et de Kanel au nord Sénégal ; et le bloc de terre compressé (BTC) à Dakar.

L'éco-construction (ou écoconstruction, habitat écologique, conception bioclimatique) n'a pas une définition fixe. Elle regroupe plusieurs concepts comme « *l'utilisation de matériaux biosourcés et locaux (bois, pierre, paille, terre crue, chanvre...), l'utilisation optimisée d'énergies renouvelables (vent, soleil, énergie géothermique...), ou encore une meilleure gestion de l'eau (phytoépuration, récupération d'eau de pluie, toilettes sèches...)* » (CENTRECO, CMA, 2011, p. 4).

## 1. Présentation des villes d'étude et des innovations retenues

### 1.1. PRÉSENTATION DES VILLES D'ÉTUDE

Le tableau 1 et la figure 1 représentent un condensé de la présentation des villes d'étude.

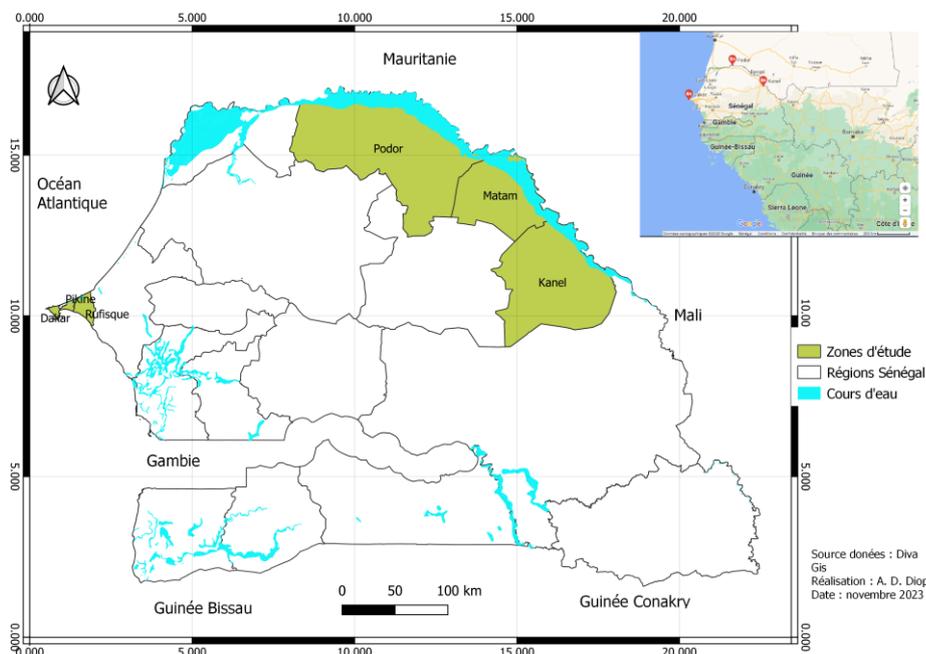
**Tableau 1** : Aperçu des villes d'étude

Villes	Coordonnées	Population	Statut
Dakar	14° 43' 55" nord, 17° 27' 26" ouest	(Estimation 2023) ; Population de l'agglomération : 4 146 594	Capital et métropole macrocéphale
Podor	16° 40' nord, 14° 57' ouest	14 687 hab. (estimation 2022 de la	Ville et Commune du nord Sénégal

<sup>1</sup> <https://www.afdb.org/fr/documents/dynamiques-de-lurbanisation-en-afrique-2022-le-rayonnement-economique-des-villes-africaines>

		population de la Commune) <sup>2</sup>	
Matam	5° 39' 47,592" nord, 13° 15' 39,456" ouest	17 324 hab. (estimation 2007) <sup>3</sup>	Ville et Commune nord-est Sénégal
Kanel	15° 29' nord, 13° 10' ouest	11 161 hab. (estimation 2007) <sup>4</sup>	Ville et Commune nord-est Sénégal

Source : A. D. Diop, 2023 (données www.ansd.sn/ 2023 pour Dakar)



Source : A. D. Diop, novembre 2023

**Figure 1 :** Géolocalisation des zones d'étude

## 1.2 LES INNOVATIONS RETENUES

Les innovations retenues sont la voûte nubienne et le bloc de terre compressé (BTC).

La voûte nubienne est une méthode de construction antique originaire de Nubie (Égypte-Soudan). Elle était utilisée pour la construction d'édifices en terre crue avec une toiture voûtée et sans coffrage. Les plus anciennes voûtes nubiennes ont plus de 3 300 ans et sont toujours visibles au Ramesseum de Louxor (ville du Centre-Est de l'Égypte)<sup>5</sup>. La technique a été remise à jours dans les années 1970 par les réalisations de Hassan Fathy, un architecte égyptien<sup>6</sup>. À partir de 1998, les cofondateurs d'AVN (Association Voûte Nubienne), Thomas Granier (maçon français) et Séri Youlou (agriculteur burkinabè) simplifient la technique et la vulgarisent à leur tour au Burkina Faso d'abord et ensuite dans plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest<sup>7</sup>. Au Sénégal, les interventions de l'AVN ont commencé vers 2007-2010 avec des bâtiments comme la « *Maison des énergies* » dans la région de Matam (site web AVN, 2022). Entre 2011 et 2015, plusieurs actions ont été menées

<sup>2</sup> <https://africacheck.org/fr/fact-checks/articles/legislatives-2022-au-senegal-les-donnees-officielles-sur-la-population-de>

<sup>3</sup> [https://www.senegal-online.com/tourisme\\_au\\_senegal/villes-et-villages-du-senegal/matam/](https://www.senegal-online.com/tourisme_au_senegal/villes-et-villages-du-senegal/matam/)

<sup>4</sup> <https://fr.db-city.com/S%C3%A9n%C3%A9gal--Matam--Matam--Kanel>

<sup>5</sup> <http://bamada.net/lutte-contre-le-changement-climatique-la-voute-nubienne-une-solution-innovante>

<sup>6</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Voûte\\_nubienne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Voûte_nubienne)

<sup>7</sup> <http://bamada.net/lutte-contre-le-changement-climatique-la-voute-nubienne-une-solution-innovante>

pour la vulgarisation de la technique dans le pays. En 2017, l'AVN et l'ONG Le Partenariat<sup>8</sup> lancent le projet « VN Fouta » pour une durée de 4 ans (2017- 2020) dans les zones de Podor, de Matam, de Kanel et de Ranérou au nord du Sénégal. C'est sur ce projet qu'intervient l'analyse du présent article.

En ce qui concerne le bloc de terre comprimé (ou compressé), connu également sous le nom de brique de terre compressée/comprimée, il est l'évolution moderne du bloc de terre moulé (adobe). L'idée de compacter la terre pour la rendre plus résistante est un peu ancienne. C'est à l'aide de piliers en bois qu'on réalisait les initiaux BTC<sup>9</sup>. Les premières machines à compacter la terre auraient été imaginées au XVIIe siècle, mais ce n'est qu'au début du XXe siècle qu'apparaissent les premières presses mécaniques qui utilisent de lourds couvercles rabattus avec force dans la moule (H. Guillaud et al., 1995, p. 5). En 1952, suite à l'invention de la petite presse CINVA-RAM par l'ingénieur colombien Raul Ramirez du centre CINVA de Bogota, la technique entra dans son plein essor (Ibid.).

Dans l'ensemble, le BTC est présenté comme ayant plusieurs avantages. Il garde les atouts écologiques de la terre crue et sa production à l'aide de presses constitue une avancée par rapport aux modes traditionnels de production en terre. L'obtention d'une régularité de la qualité des produits favoriserait l'acceptation sociale du produit. En milieu urbain, la production est associée à la mise en place de procédures de contrôle de qualité répondant aux exigences d'une codification, voire d'une normalisation des produits de construction ; ce qui constituerait un plus. Les économies d'eau lors de la phase de moulage et les économies lors des finitions sont aussi soulignées comme avantages. En ce sens, les enduits et les peintures peuvent être facultatifs (*Op.cit.*).

Dans cette étude, nous nous sommes concentrés sur le BTC de deux acteurs à Dakar : Village Pilote<sup>10</sup> et Élémentaire<sup>11</sup>.

## 2. Méthodologie

La méthodologie de cette recherche est basée sur des recherches documentaires et des enquêtes de terrain.

La première étape a été d'identifier ce qui existait au Sénégal comme innovations écologiques dans l'éco-construction et de choisir ensuite quelques exemples en fonction des possibilités. C'est ainsi que, parallèlement aux recherches documentaires sur Internet, des e-mails ont été envoyés en 2019 à plusieurs organismes dont l'association Voute Nubienne, Innovation Environnement Développement (IED Afrique, une structure qui diffuse des innovations paysannes), ASBL Malem Auder (une association belgo-sénégalaise qui travaille dans le secteur des constructions durables et de l'agro-écologie). Les premières recherches de terrain ont été faites en août et en septembre 2019 aux sièges d'Enda à Dakar (Centre-Ville) et d'IED Afrique à Liberté 6 (Dakar). Après le choix des innovations à étudier, des guides d'entretien ont été réalisés pour chaque acteur. D'autre part, à côté des reportages ou documentaires télévisés visionnés, des observations directes ont été aussi faites pendant les sorties de terrain : exemple, lors de la visite du site de Village Pilote à Déni Biram Ndao (périphérie de Dakar) en mai 2022 et du chantier VN de l'hôtel départemental de Podor en juin 2014.

---

<sup>8</sup> Le Partenariat est une association de solidarité internationale présente sur la région de Saint Louis depuis 1981 en tant qu'opérateur de mise en œuvre de la coopération décentralisée entre la ville de Lille et celle de Saint Louis.

<sup>9</sup> H. Guillaud et al., 1995, p. 5

<sup>10</sup> Village pilote « est une association afro-européenne qui, depuis 1994, défend les droits des enfants et leur donne les clefs pour les faire valoir ». Son siège social se trouve à Dakar, à Yoff. Elle dispose d'un centre d'accueil en BTC (celui qui nous intéresse) dans la périphérie nord-est de la région de Dakar, à Deni Biram Ndao, une localité près de la zone du Lac Rose.

<sup>11</sup> « Créé en 2010, ELEMENTERRE est une entreprise de construction spécialisée dans les systèmes constructifs en terre. La production se fait à Gandigal à 7 km de Mbour sur la route nationale » (site web Elementerre, 2022). Les bureaux administratifs sont à Dakar à Fann Hock.

L'analyse des résultats est majoritairement qualitative avec quelques aspects de traitements quantitatifs.

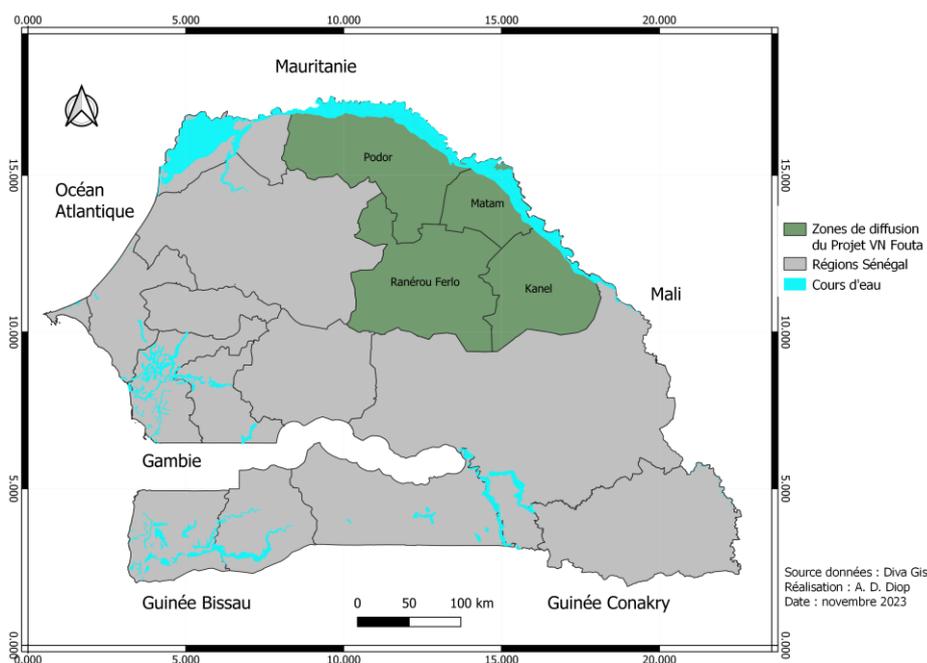
### 3. Résultats

Deux principaux résultats peuvent être retenus par rapport aux défis d'application de ces actions jugées « innovantes » en ville subsaharienne. D'une part, il y a les défis liés aux problèmes de vulgarisation et, d'autre part, les défis liés aux problèmes de contenu (techniques, financiers, socio-culturels).

#### 3.1. LES DÉFIS LIÉS AUX PROBLÈMES DE VULGARISATION

Certaines innovations peuvent jouer un rôle important dans l'empreinte carbone des villes à travers l'utilisation de matériaux peu consommateurs d'énergie ou polluants, mais elles ont un problème de diffusion. Ce problème de diffusion peut se manifester par un manque d'information des citoyens sur le produit et/ou un déficit d'accompagnement des structures publiques pour favoriser son adoption à grande échelle. La VN et le BTC, étudiés dans cet article sont tous concernés à degrés variables par ce problème.

La VN est présentée comme une alternative au béton et plus adaptée aux réalités socio-culturelles et climatiques sahéniennes. Cependant, elle n'est pas connue partout au Sénégal. Le projet « VN Fouta » est localisé seulement au nord du pays comme le montre la figure 2.

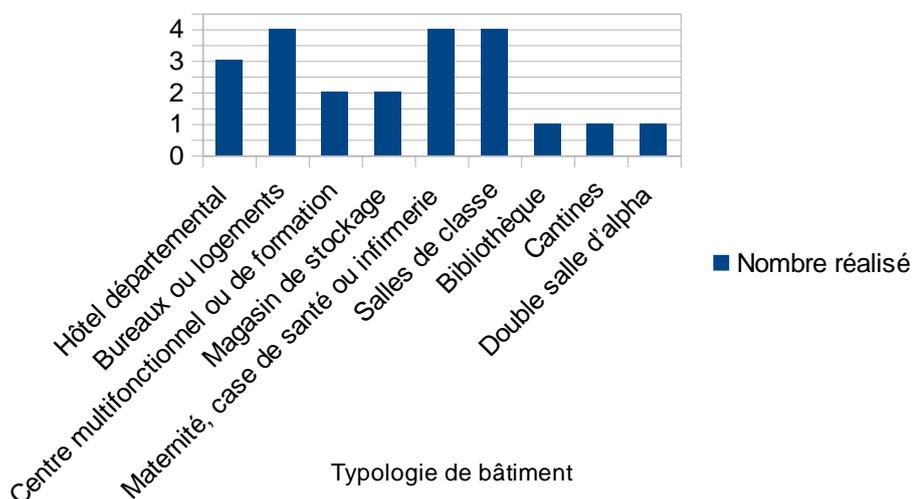


Source : A. D. Diop, novembre 2023

**Figure 2** : carte des zones du projet « VN Fouta »

Les recherches documentaires et les enquêtes de terrain ont montré l'absence de constructions privées dans les réalisations du projet « VN Fouta ». La plupart des édifices construits sont des commandes publiques (hôtels départementaux, structures de santé, classe d'école, etc.) ou des commandes d'ONG/d'Associations. Dans la ville de Podor, il a été recensé (en 2022) un (1) bâtiment VN en construction (l'hôtel départemental). Pourtant, les descriptions de la technique montraient des avantages et une adaptation aux réalités des populations locales (terre accessible, pas besoin de ciment ou de fer, durable, autres). Mais l'ONG Le Partenariat (2021) faisait remarquer des problèmes « réglementaires et assurantielles de la construction en terre crue et le manque de main d'œuvre formée ». Toutefois, l'objectif particulier du projet « VN Fouta » était au bout des quatre années d'exécution de permettre une émergence d'un ensemble d'acteurs sur la technique (bureau d'étude et de contrôle, techniciens, architectes, entreprises, maçons). Sur ces

aspects, il a été remarqué, durant la sortie de terrain à Podor le 14 juin 2022, que de petits réseaux d'entreprises de construction commençaient à se développer. Le projet a aussi permis la formation de plus en plus de personnes à la technique. De 2017 à 2020, il y a eu au total 21 maçons pouvant gérer un chantier VN du début à la fin et 172 apprentis formés (LE PARTENARIAT, 2021). La typologie des bâtiments construits est montrée par la figure 3.



Source : A. D. Diop, mai 2023 (données Association Voûte Nubienne (AVN), 2021)

**Figure 3** : Récapitulatif des réalisations de « VN Fouta » en 2020

Durant l'année 2020, le nombre de réalisation (22) était dominé par les « bureaux ou logements » (logements d'infirmiers, d'Associations ou d'ONG), les structures sanitaires (maternité, case de santé ou infirmerie) et les « salles de classes ». La planche 1 montre quelques illustrations de ces réalisations.



**Planche photographique 1** : Aperçu des réalisations du Projet « VN Fouta »

Source : [https://www.lavoutenubienne.org/senegal\\_](https://www.lavoutenubienne.org/senegal_)

La première photo de gauche montre le premier chantier réceptionné du Projet « VN Fouta » le 30 mars 2018. Il s'agit de la case de santé de Mboloyel (Matam) de l'association Kawral (maître d'ouvrage) en partenariat avec l'équipe « VN Fouta », la Maison des Yvelines et l'entreprise Habitat Moderne (site web AVN Sénégal, 2023). La deuxième photo de droite représente la Maison des Yvelines (Ourosogui, Matam) lauréate du prix du bâtiment bas-carbone des Green Solutions Awards de Construction 21 lors de la COP23 à Bonn (Allemagne).

Pour le BTC, ce sont à peu près les mêmes problèmes de vulgarisation dans la VN qui sont constatés. A Dakar, la technique n'est pas aussi populaire que les constructions en ciment. Il concerne aussi davantage des commandes publiques, d'ONG ou de personnes aisées que le citoyen moyen. Le fondateur d'Élémentaire<sup>12</sup>, dans un reportage de la télévision française TV5 monde<sup>13</sup>, disait entre autres qu'au Sénégal les gens cherchent à construire à moindre coûts et rapidement ; et que c'est le béton qu'ils voient dans la majeure partie du temps. Selon toujours lui, les autorités étatiques qui devaient impulser ou encourager des alternatives au béton préfèrent rester dans l'approche de la quantité au lieu de la qualité. Ce jugement peut ne pas être accepté dans certains cas, mais c'est un débat assez ouvert.

Donc, de ce qui vient d'être développé, on peut retenir que les défis de vulgarisation des innovations écologiques en milieu urbain peuvent être nombreux avec des formes variées.

### 3.2. LES DÉFIS LIÉS AUX PROBLÈMES DE CONTENU (TECHNIQUES, FINANCIERS, SOCIO-CULTURELS)

Ces défis concernent plus l'innovation ou les adoptants que les processus de vulgarisation ou de diffusion. Certaines actions peuvent avoir un contenu technique ou financier pas très compatible avec les réalités des territoires d'accueil pour être adoptées à grande échelle, surtout dans les pays en développement. La structure sociale ou culturelle au sein d'un territoire peut ne pas être favorable à une acceptation d'un nouveau produit. Les cas étudiés dans cette recherche sont d'une façon ou d'une autre touchés par ces aspects.

Pour la VN, sa construction demande beaucoup de terre et d'eau. En ville, ces aspects peuvent poser problèmes aux particuliers. Trouver du ciment, du fer, du sable et quelques graviers sont plus simples que d'aller chercher de la terre crue ou d'en commander. On doit aussi payer la main-d'œuvre comme dans les constructions en béton et entretenir souvent le bâtiment (par exemple après la saison des pluies ou en cas de problème d'enduit). Face à ces enjeux, ajoutés aux problèmes de vulgarisation précédemment cités, il peut être compris qu'il y ait déficit de bâtiments privés dans le projet « VN Fouta » au nord du pays. Par ailleurs, la considération culturelle souvent qui consiste à considérer la terre comme « un matériau dépassé » peut aussi être un défi.

Pour le BTC, l'accessibilité en milieu urbain est plus facile car il y a déjà des entreprises spécialisées dans la vente de briques et plusieurs édifices ont été réalisés avec ce matériau (exemple des gares du Train Express Régional (TER) de Dakar-Diamniadio). Cependant, au niveau de la technique, il n'y a pas de maîtrise chez tous les maçons. Donc si un particulier souhaite construire avec le BTC, il devra faire appel à des spécialistes à moins de maîtriser les techniques. Ceci pourrait expliquer le fait que la plupart des édifices BTC vus à Dakar sont issus de la commande publique ou de privés d'un certain statut (ONG, hôtels, environnementalistes, etc.). Les coûts financiers entre un bâtiment en BTC et un bâtiment en béton semblent aussi ne pas être très éloignés d'après les témoignages d'un représentant de Village Pilote à Dakar. Ce dernier a affirmé que le BTC servait en générale de remplissage dans leur site de lac rose (périphérie de Dakar), mais les fondations et l'ossature sont en béton armé. Les planches photographiques 2 et 3 donnent des aperçus des réalisations d'Elementerre et de Village Pilote à Dakar.

---

<sup>12</sup> Doudou DEME

<sup>13</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=rdYw8LbLO4>



**Planche photographique 2** : Aperçus des réalisations d'Élémentaires à Dakar

Source : <https://www.elementerre-sarl.com>

À gauche sur la première photo, on a l'hôtel le Djoloff à Fann Hock (Dakar) et à droite sur la deuxième photo, la MAISON DES ENFANTS (Dakar).



**Planche photographique 3** : Vues du centre d'accueil pour enfant de Village Pilote à Déné Biram Ndao (périphérie de Dakar)

Source : A. D. Diop, mai 2022

Les BTC de Village Pilote sont fabriqués sur place dans le site. La matière première était acheminée par des camions venant des carrières de Sindia parfois (60 km de Dakar). Il y a plusieurs bâtiments hybrides (ciment-BTC), mais ceux présentés dans les photos ne sont pas utilisés pour le logement. Le BTC, plus visible, occupe la plus grande partie, mais les fondations et les chaînages sont en béton.

## 4. Discussion

Les résultats de cette recherche sont concordants avec certains travaux dans le domaine de la diffusion des innovations ou de projets écologiques dans les pays du « Sud » et pas concordants avec d'autres.

### 4.1. LES RECHERCHES OU POSITIONS NON-CONCORDANTES

Pour cette catégorie de recherches ou positions non-concordantes, il s'agit de publications qui veulent stipuler que les pays en développement, particulièrement les villes subsahariennes, doivent se tourner vers des actions jugées durables ou vertes. Certainement, mais cela dépend des caractéristiques desdites actions durables ou vertes.

Il a été remarqué, par exemple dans les cas d'étude, les défis auxquels certaines techniques comme la VN et le BTC se heurtent à travers leur processus de diffusion ou leur conformité (technique, financier, socio-culturel) avec les réalités des territoires d'accueil. Donc ne pas prendre ces défis en compte peut amener à des erreurs de choix ou de politiques urbaines. Une autre problématique qu'on peut souligner est l'encouragement de l'utilisation des énergies renouvelables comme le solaire. À première vue, cela peut sembler pertinent ou simple, mais il y a des facteurs techniques (ou autres) qui peuvent poser des problèmes. Pour appuyer cette argumentation, nous citons l'exemple d'une mini-centrale solaire visitée le 17 octobre 2022 à Keur Babou Ndity, un village dans la Commune de Keur Saloum Diané au sud de Fatick, dans le département de Foundiougne (Sénégal). Pour alimenter en électricité ce village d'environ 980 habitants, une mini-centrale solaire photovoltaïque a été installée au lieu de lignes électriques classiques. Le Chef de village (Amadou Diallo) affirma que le projet avait promis les mêmes usages que dans l'électricité d'hydrocarbures (lampes, ventilateurs, frigos, moulins, etc.) sans problèmes. Cependant, lors de notre passage à cette date, il avait affirmé que l'électricité était seulement disponible de 13 h à 21h. Le matin (avant 13h) c'est la coupure pour tout le village de même qu'après 21 h. Le moulin privé existant fonctionnait au gasoil. Un peu par paradoxe, lui et d'autres habitants (quelques personnes rencontrées dans les maisons) soulignaient leur souhait d'avoir du « vrai courant » en désignant l'électricité conventionnelle du pétrole. Bien que cet exemple soit pris en milieu rural, il reste aussi pertinent en milieu urbain subsaharien où certaines villes<sup>14</sup> ont toujours des caractéristiques de la ruralité et ont un manque de moyens financiers dans des contextes de fortes densités humaines.

Une autre illustration qui peut être prise comme cas de la problématique des actions vertes en milieu urbain est, au niveau international, la montée en puissance des voitures électriques. Cela semble être une bonne initiative, mais il est nécessaire de s'interroger sur l'accessibilité financière dans les pays sous-développés, sur les matières premières nécessaires à la production (surtout des minerais comme le lithium élément de bases de certaines batteries, le cuivre, etc.), sur l'énergie de la fabrication et de recharge.

En résumé, la position de cette recherche émet des réserves sur la généralisation de l'ensemble de ces actions dites « écologiques », « durables » ou « vertes ».

#### 4.2. LES RECHERCHES OU POSITIONS CONCORDANTES

Pour cette catégorie de recherches ou positions concordantes, il peut être retenu « *L'innovation technologique dans les pays du sud, le cas de l'agroalimentaire* » (Treillon R. 1992, ACTT, CTA, Karthala, 267 p.) qui fait remarquer qu'une innovation « doit combiner et se conformer » dans sa quête d'efficacité, aux réalités techniques, commerciales et sociales du milieu qu'elle est destinée. Ceci peut être accepté comme les cas d'étude l'ont montré, mais cela peut ne pas concerner toutes les innovations. En remontant dans le temps, il peut être constaté qu'il y a des choses nouvelles qui ont bouleversé l'ordre social, économique ou géographique des milieux de destination (exemple du chemin de fer, de la communication par les câbles et les ondes, de la voiture, etc.).

À la suite de Treillon R. (1992), il y a les travaux de Cécile P., Warrant F. et Valenduc G. de février 2001 nommés « *L'innovation technologique au service du développement durable* » à travers 82 pages. Une des remarques de ces auteurs est qu'une démarche innovante doit franchir un ensemble de barrières (conceptuelles, organisationnelles, technologiques, financières, de connaissances). Ils insistent également sur le processus de diffusion qui revêt selon eux deux aspects : la représentation de l'innovation pour les adoptants et l'existence d'agents de changement. Ces derniers sont chargés de la présentation et de la promotion de l'innovation. Ces

---

<sup>14</sup> « Au Mali, par exemple, plus de 80 % de la population [était] mal logée et l'espérance de vie [était?] de seulement 51 ans, selon le Programme des Nations Unies pour le développement » (Kaci Racelma, 2012, <https://www.un.org/africarenewal/fr/magazine/avril-2012/pour-un-avenir-sans-bidonvilles-en-afrique>)

remarques peuvent être acceptées dans la mesure où par exemple s'il y avait des financements de logements en VN ou en BTC avec une sensibilisation sur les aspects écologiques, il y aurait certainement une plus grande adoption dans les villes étudiées et même au-delà.

Pour terminer, les travaux de Mathilde Laval (2014) intitulés « *Le charbon vert, espoirs et réalités d'une alternative séduisante* » (69 pages) peuvent aussi être cités. M. Laval, en tant que consultant indépendant, évalue un ensemble de projet de biocharbon (au Mali, en Ouganda, au Cambodge et au Sénégal). Le projet du Mali financé par l'AMP-France (Agence des Micro-Projets) était le principal cas d'étude. Parmi les conclusions partagées avec son rapport, l'une est qu'il ne faut pas sous-estimer les difficultés de pénétration d'un marché (dans le cadre de la diffusion d'une nouvelle action) ; l'autre est qu'il ne faut pas généraliser les cas car les réalités diffèrent en fonction des territoires.

En résumé un juste-milieu rationnel doit donc être trouvé dans les basculements vers des politiques « vertes ».

## Conclusion

Les défis d'application d'innovations écologiques en ville subsaharienne peuvent être nombreux. Cette recherche sur le Sénégal, dans le secteur de l'éco-construction, à travers l'exemple de la VN et du BTC, a montré deux principaux résultats. L'une est que certaines actions peuvent améliorer les conditions de vie des populations dans plusieurs domaines, mais souffrent d'un problème de diffusion. L'autre est qu'il y a des actions qui ont des problèmes de contenus pour permettre leur grande adoption. Ces défis ne sont pas toujours dissociés et peuvent concerner en même temps une seule innovation selon des degrés variables (exemple des cas d'étude).

La prise en compte de ces aspects peut ouvrir plusieurs perspectives d'adaptation aussi bien qu'en ville qu'en milieu rural.

## Références Bibliographiques

- AVN, 2021, *Typologie des bâtiments en Voûte Nubienne au Nord/Est du Sénégal*, 23 p.
- BRUNET Roger, FERRAS Robert, THERY Hervé, 1993, *Les mots de la géographie : dictionnaire critique*, France, 3400 Montpellier, 17 rue Abbé de l'Épée, Maison de la Géographie, Groupement d'Intérêt Public RECLUS, 518 p.
- CÉCILE Patris, WARRANT Françoise, VALENDUC Gérard, 2001, *L'innovation technologique au service du développement durable*, Belgique, rapport de synthèse février 2001, Fondation Travail Université, 82 p.
- CENTRECO, CMA, 2011, *L'éco-construction en région centre : un secteur d'activités prometteur*, 56 p.
- DIOP Adama Doudou, 2023, *Défis des innovations écologiques dans les pays en développement : étude au Sénégal sur l'éco-construction, les énergies alternatives et l'agriculture durable*, Éditions Universitaires Européennes, 240 p. ([ShopUi \(morebooks.shop\)](https://www.morebooks.shop))
- GUILLAUD Hubert et al., 1995, *Blocs de terre comprimée, volume II. Manuel de conception et de construction*, 151 p.
- LAVAL Mathilde, 2014, *Le charbon vert, espoirs et réalités d'une alternative séduisante*, La Guilde Européenne du Raid, 69 p.
- LE PARTENARIAT, 2021, *Présentation projet DEFI-VN 2022-2025*, 25 p.
- TREILLON Roland, 1992, *L'innovation technologique dans les pays du sud, le cas de l'agroalimentaire*, ACTT, CTA, Karthala, 267 p.