

CONTRIBUTION À LA RÉOLUTION DU PROBLÈME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES BÂTIMENTS DE HAUTS STANDINGS : CAS DES IMMEUBLES DE PLUS DE 6 NIVEAUX LE LONG DU FLEUVE NIGER À BAMAKO

Alassane TOURE^{1*}, Sory DIALLO¹ et Michael BAH²

¹*Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba TOURE (ENI / ABT),
BP 242, Bamako, Mali*

²*Bureau d'Expertise et Vente Bâtiment, Centre National de Recherche et
d'Expérimentation en Bâtiment et Travaux Publics, Bamako, Mali*

(reçu le 25 Novembre 2022; accepté le 30 Décembre 2022)

* Correspondance, e-mail : tourealassane440@gmail.com

RÉSUMÉ

Cette étude a été initiée dans le but de contribuer à la résolution du problème d'alimentation en eau potable des immeubles de plus de 6 niveaux (S + R + 6) le long du fleuve Niger à Bamako. Offrant une vue splendide sur ce cours d'eau international, ces grands ouvrages d'habitations procurent malgré à leurs usagers un système d'alimentation en eau laissant à désirer. Après avoir établi un questionnaire et un guide d'entretien à l'endroit des structures en charge de l'eau dans le bâtiment au Mali, les appareils de mesure de pression de type manomètre mécanique ont en plus des entretiens avec ces acteurs permis de collecter les conditions d'approvisionnement de ces ouvrages en cette ressource. On s'est donc intéressé, à une méthode conceptuelle proposant un tracé linéaire le plus direct possible avant de procéder à un dimensionnement mettant en lien le débit (en considérant la simultanéité des appareils), la pression et la vitesse. Pour ce qui est du matériau d'acheminement de l'eau aux différents points de puisage, la conduite Poly Chlorure de Vinyl Pression (PVC P) a été choisi compte tenu de sa mise en place facile, son faible coefficient aux frottements et sa résistance aux chocs. Au terme de la méthodologie ainsi adoptée, un certain nombre de résultats suivants ont été atteints. Il s'agit notamment de la satisfaction de la pression aux différents points de puisage, le calibrage de la pression en fonction du débit et de la vitesse ainsi que les conduites à tenir dans la main d'œuvre. Le plus grand objectif des présentes recherches visant à intégrer ces règles de plomberie sanitaire dans l'Agence Malienne des Normes (*AMANormes*) suivant des méthodes bien concises ont été sollicitées par des Bureaux d'Etudes et

Entreprises du Mali. Ces règles ont comme base les normes NFP40-201 et NFP42-201 que nous avons ajustées et corrélées pour aboutir aux DN15/20, 20/25, 25/32 et 32/40 ayant mis à notre disposition une pression de 1,05bar aux points les plus défavorisés, les douches au 6^{ème} étage. Par conséquent, cette méthode conceptuelle peut être appliquée dans le dimensionnement en eau potable des immeubles à Bamako le long du fleuve Niger et devrait permettre aux techniciens du domaine d'opter pour une réalisation plus améliorée et adaptée.

Mots-clés : *eau potable, débit, pression à l'étage, PVC P, AMANORMES.*

ABSTRACT

Contribution to the resolution of the drinking water supply problem of high standing buildings: case of building of more than 6 levels along the Niger River in Bamako

The present study is devoted to contribute to the resolution of the drinking water supply problem of building of more than 6 levels (S + R + 6) along the Niger River in Bamako. Offering a splendid view of this international waterway, these large housing structures provide their users with a water supply system that leaves much to be desired. In these lines, we are interested in a conceptual method proposing a linear layout as direct as possible before proceeding to a dimensioning linking the flow (considering the simultaneity of the devices), the pressure and the speed. As for the material used to convey the water to the various tapping points, Poly Vinyl Chloride Pressure (PVC P) was chosen because of its ease of installation, its low friction coefficient and its resistance to impact. From this approach, the following results were achieved. It is about the satisfaction of the pressure at the various points of drawing, the calibration of the pressure according to the flow and the speed as well as the conducts to be help in the workmanship. The main objective of the present research aiming at integrating these rules of sanitary plumbing in the Malian Agency of Standards (AMANormes) according to well concise methods were solicited by Design Offices and Companies of Mali. These rules are based on the standards NFP40-201 and NFP42-201 that we have adjusted and correlated to arrive at DN15/20, 20/25, 25/32 and 32/40 having put at our disposal a pressure of 1,05bar at the most disadvantaged points, the showers on the 6th floor. Therefore, this conceptual method can be applied in the dimensioning of drinking water for buildings in Bamako along the Niger River and should allow technicians in the field to opt a more improved and adapted realization.

Keywords : *drinking water, flow, pressure on the floor, PVC P, AMANORMES.*

I - INTRODUCTION

L'eau, ressource se trouvant à la surface et en sous face de la terre en grande abondance est indispensable à tous les aspects de la vie. Les discours relatifs à cette ressource sont donc riches et variés [1]. Ces multiples discours témoignant son indispensabilité dans la plupart des activités humaines invitent l'Homme à la gérer de façon convenable [2]. Pour cela, diverses démarches sont entreprises dans le but non seulement d'en assurer l'accès, mais, surtout d'œuvrer à faire en sorte qu'elle soit potable. La terre d'ailleurs appelée « planète bleue » pas par hasard [3] qui en regorge une quantité estimée à environ 1 420 km³, soit 75 % de son volume [4], laisse à présent près de 2 milliards d'individus sans aucun accès à un point d'eau potable. Imposé sur chacun depuis lors de préserver les fonctions hydrologiques, biologiques et chimiques des écosystèmes en adaptant nos activités aux limites des capacités de la nature en luttant contre les vecteurs des maladies liées à cette ressource, les dirigeants mondiaux avaient depuis décelé que : « L'eau potable est un droit à tous et non un Luxe » [5]. Au Mali, pourtant, en dépit d'un nombre important de sources d'eau exploitables et malgré la volonté manifeste des autorités administratives et politiques, les problèmes d'approvisionnement en cette précieuse denrée sont loin d'être résolus. Parmi ces problèmes, on peut citer entre autres le manque d'approvisionnement à l'échelle nationale (avec environ 32 % de la population [6]) comme dans toute l'Afrique subsaharienne d'ailleurs [7], la non satisfaction de la qualité.

L'eau étant collaboratrice de santé par excellence [8], ces constats amers à l'échelle internationale étale que 80 % des maladies recensées sur terre sont d'ordre hydrique, c'est-à-dire, c'est-à-dire intimement liées à l'Eau [9]. Ainsi, le long du fleuve Niger à Bamako, les bâtiments de hauts standings ou grands immeubles ne restent pas en marge de ces soucis. A partir de deux (2) niveaux déjà, l'accès à l'eau de façon adéquate s'inscrit comme défis. Se rapportant comme d'habitude aux usages domestiques, à savoir, la consommation pour la boisson, la préparation alimentaire et les installations sanitaires et/ou hygiéniques [10], l'essentiel de ces problèmes se déclinent à un manque de pression, à l'inadéquation des conduites de distribution, à la non expertise dans les installations des appareils et de pose des conduites. C'est ainsi que nous avons d'abord choisi d'étudier ce système d'alimentation axé sur ces grandes constructions afin de relever les différentes préoccupations des populations. Conscient donc que la gestion de l'eau pèse lourd sur l'ordre international [11], nous proposons ensuite à ces usagers un système de conception sécurisé par une vision plus pointue aux différents points de puisage [12]. En outre, vu que l'eau doit toujours demeurer comme denrée sans conflit si chacun s'investit, nous initions un plan de réseau autonome à caractère séparatif [13]. Avec comme objectif fondamental d'optimiser la fonctionnalité des réseaux d'alimentation en eau de ces ouvrages alors sujet de plusieurs agitations de particules lors de l'écoulement en charge [14, 15], nous osons contribuer à résoudre ce problème le long du fleuve Niger à Bamako.

II - MÉTHODOLOGIE

II-1. Présentation de la zone d'étude

Divisant la ville de Bamako en deux (2), le fleuve Niger est le poumon de la capitale. De part et d'autre, des immeubles de grandes envergures longent ce cours d'eau. Faisant en nombre 21 de type S + R + 6 (Bâtiment avec sous-sol, Rez-de-chaussée et 6 étages), nous nous sommes évertués à mener à bout ces problèmes liés à l'alimentation en eau en choisissant l'un d'eux comme échantillon (*Figure 1*) après avoir collecté les données nécessaires et y centrer les études.

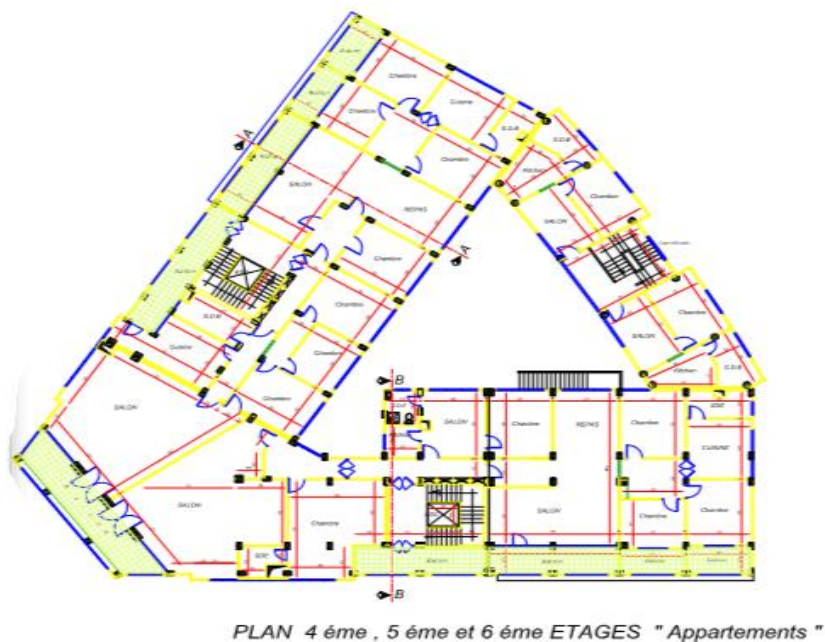


Figure 1 : Plan des niveaux 4, 5 et 6 de l'immeuble échantillon

En forme de «V» renfermé, il comporte six (6) niveaux avec un sous-sol. Le rez de chaussée est occupé par des boutiques, les 2^{ème} et 3^{ème} niveaux par des bureaux et les 4^{ème}s, 5^{èmes} et 6^{ème} constituent les appartements.

II-2. Matériel

Le matériel de collecte est composé d'un questionnaire pour les investigations auprès de la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH), de la Direction Nationale de l'Urbanisme et de l'Habitat (DNUH), de la Direction Nationale de l'Enseignement Technique et Professionnel, du Bureau Malienne de l'Ingénierie et du Développement (MIDEV), de l'Hôpital CHU du Point G, des

Entreprises SACE-Sarl, et EGIR BTP-Sarl, des Hôtels de l'Amitié et de Cheranton, du centre de formation CFP-SK et de la Bibliothèque Nationale, d'un guide d'entretien et d'appareils de mesure de pression de type manomètre mécanique.

II-3. Collecte des données

La méthode à choix raisonné a été adoptée au cours de cette étude. Ces entretiens étaient plus précisément axés sur la conception du réseau d'alimentation en eau potable et sur les matériaux de conduites dans les bâtiments de hauts standings. Concrètement, nous avons collecté les informations concernant les différentes formes de tracés, les conditions d'acheminement de l'eau aux différents points de puisage et les difficultés qui s'y rattachent. A l'issue de ces entretiens, les informations ci-après ont pu être mises à dispositions (*Tableau 1 et 2*).

Tableau 1 : Conception du réseau d'AEP des bâtiments de hauts standings en fonction de leurs tailles ou envergures

Enquêtés Causes	DNU H	EGIR -BTP- Sarl	SACE- Sarl	CHU- PG	Hôtel amitié	Hôtel Cheranton
Capacité professionnelle limitée	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
Ignorance d'assez d'Experts dans le domaine	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Manque de plan de carrière des quelques plombiers professionnels	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Méconnaissance des impacts sur la commodité des usagers	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non

Tableau 2 : Inadéquation des matériaux d'AEP des bâtiments de hauts standings

Enquêtés Matériaux	Acier Galva	PEHD	PEX	PER/PVC	CPVC	PPR
DNUH	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
EGIR-BTP-Sarl	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
SACE-Sarl	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
CHU-PG	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Hôtel amitié	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Hôtel Cheranton	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
AGETIPE	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
CFP-SK	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

A la lumière de ce dépouillement au terme de nos entretiens avec les principaux acteurs du domaine, il ressort que les différentes insuffisances constatées sur tout le processus d'approvisionnement en eau des immeubles à Bamako sont dues en grande partie aux éléments classés dans les tableaux ci-dessus. Nous constatons donc aisément qu'au Mali, la plomberie sanitaire n'a pas encore fait l'objet de rédaction de plusieurs rapports et études démontrant toute l'importance de la problématique pouvant en découler. Comme dit précédemment, ces éléments ont toujours simplement été mis au rang des avenants ou même "un profil qui ne doit simplement pas encombrer les Ingénieurs en Génie Civil". Toutefois, d'autres documents, textes, articles et rapports ont mis à notre disposition quelques éléments d'orientations. Déjà, classique de présenter la demande d'approvisionnement en eau comme caractérisée par ces différents critères, à savoir, la quantité mise à disposition, le lieu d'utilisation (accessibilité) et la sécurité des usagers [16], nous découvrons clairement que le processus convenable de dotation en eau d'une maison commence par l'évaluation des besoins de celle-ci. Aussi, "le Circulaire du 3 Avril 2007 relative à la mise en œuvre de l'arrêté du 30 Novembre 2005 modifiant celui du 23 Juin 1978 : Installations fixes destinées au chauffage et l'alimentation en ECS des bâtiments d'habitations" fait clairement apparaître des conventions et principes compilés dans des documents appelés DTU qui sont entre autres :

- DTU60.1 (NFP40-201 et NFP42-201) : Consacrés à la plomberie sanitaire pour bâtiments à usage d'habitation ;
- DTU 60.11 (NF P40-202) : Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et des installations d'évacuation des eaux pluviales...

Soutenus par des normes, lesquels DTU permettent de :

- Tracer les réseaux d'alimentation en eau potable ;
- Définir et choisir le type de matériau d'AEP pour lequel opté ;
- Mettre en évidence les critères faisant apparaître les emplacements des appareils ;
- Tracer les réseaux d'évacuations des eaux usées (ménagères et vannes) et pluviales ;
- Définir et choisir le type de matériau d'évacuation pour lequel opté.

Quant à la « Technique du bâtiment : L'eau sanitaire », il s'est intéressé à ce phénomène en mettant à notre disposition la maîtrise et la distribution des fluides dans les logements et autres établissements complémentaires comme les écoles, les hôpitaux, les centres commerciaux et administratifs. Cependant, ce document nous a écartés toutes les industries ou apparentées, qui possèdent des contraintes spécifiques à leurs activités ; autrement dit, les données de ce

document ne s'appliquent pas aux grandes industries et agences hôtelières [17]. Pour le calcul de la pression aux différents points de puisage, la **Formule** suivante a été utilisée :

$$Pr = Pco - \Delta P - Ph - Pz \quad (\text{en bar}) \quad (1)$$

Pr étant la pression au point le plus défavorable, Pco la pression au compteur (*pour ce bâtiment, on a opté pour des surpresseurs de 6bar*), ΔP la somme des pertes unitaires dans les différentes sections du robinet ($\Delta P = 1,25 \times \sum RiLi$), Ph la différence de niveau ($h = 3,40 \text{ m par niveau}$) entre le point de puissance le plus éloigné et le compteur et Pz la somme des pertes de charge dans les appareils type Compteur filtre présents dans la conduite en amont du point ($Pz = \sum Pzi = 1\text{bar}$ pour nos appareils).

- ❖ « Dimensionnement des installations sanitaires et thermiques domestiques » [18] : aborde dans le même sens que les précédents rapports. Il est d'ailleurs celui qui affirme qu'il est important de dimensionner correctement une installation pour :
 - Le confort des utilisateurs ;
 - Réaliser des économies sur le coût de l'installation ;
 - Réaliser des économies d'énergie et
 - Eviter l'usure prématurée des équipements de l'installation.

Les conduites seront simplement dimensionnées en fonction du débit (Q) et de la vitesse, sans trop d'accent sur la pression aux différents points de puisage et ce, à travers la **Relation** connue de tous :

$$Q = v \times s \quad (2)$$

V étant la vitesse (en m/s) et s la section (en m²).

- ❖ Des logiciels : Actuellement, plusieurs logiciels dominent le monde de l'AEP des immeubles. On peut citer entre autres : l'*Edraw* pour les schémas de plomberie, *Autofluides* et surtout *Revit*. Associé au *Saniwin* ou *Magicad*, ce *Revit* permet de donner au delà de la vue en plan et les coupes verticales les pressions, les vitesses et les pertes de charges dans les conduites.

II-4. Traitement et analyse des données

Notre traitement de données à consister à former un système d'équations avec les formules permettant de calculer la pression et le débit d'ensemble jusqu'à pouvoir obtenir les résultats escomptés.

- **Conduite de dimensionnement :**

La démarche consiste à estimer le besoin très variable en eau des usagers [19], ensuite à opter pour un système de distribution séparatif et enfin à appliquer un tracé de réseau d'Eau Froide (EF) et d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) les plus linéaires possibles tout en maintenant toujours l'EF à droite et l'ECS à gauche. De façon succincte, le principe de dimensionnement est le suivant : (i) faire un schéma isométrique ou unifilaire de l'installation concernée : EF ou EC et y indiquer les hauteurs et les longueurs, (ii) identifier les différentes sections à travers des nœuds, par exemple à l'aide de lettres : A, B..., (iii) dresser un tableau récapitulatif pour les calculs de la section de chaque tronçon en fonction du débit Q [11, 12], et (iv) contrôler le dimensionnement par la vérification la vitesse d'écoulement et la pression au point dit « *le plus défavorable* ». Cette pression est en bar ou Pascal (Pa) [13]. Ce tracé devant être si bien linéarisé est illustré sur la **Figure 2**.

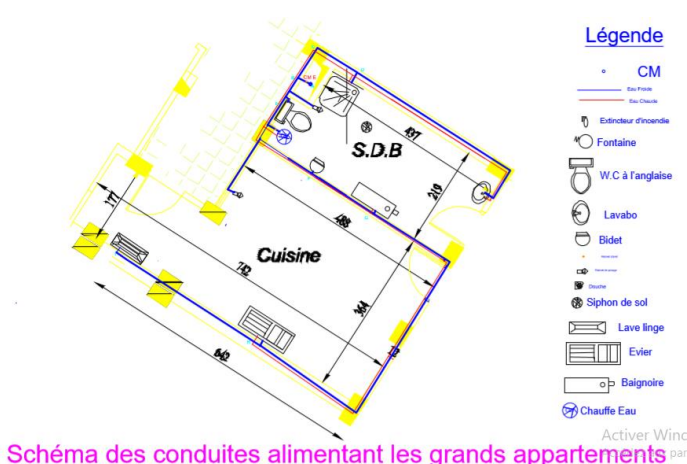


Figure 2 : Schéma de calcul de la toilette la plus défavorisée

Ci-dessous, dans le **Tableau 3**, sont présentés les appareils installés dans les grands appartements et les débits ponctuels enregistrés au point de puisage de chacun d'eux.

Tableau 3 : Débit des appareils utilisés

Point de puisage	Débit de pointe (l/s)
Lavabo, lave-mains, bidet	0,10
Robinet de chasse (W.C)	0,10
Evier	0,15 - 0,20
Douche	0,15 - 0,20
Lave-linge, lave-vaisselle	0,015 - 0,20
Baignoire	0,3 - 0,4
Robinet d'urinoir	0,15 - 0,3

En effectuant un tracé le plus direct possible pour alimenter les appareils avec les débits ainsi indiqués, nous aboutissons comme compilés dans le **Tableau 4** aux diamètres bruts (d_i) des conduites.

Tableau 4 : Calcul des conduites des grands appartements

Section	$\sum q$ (l/s)	K	Qp (l/s)	d_i (mm)	Vc (m/s)	CJ (m/s)
OA	2,35	0,20	0,477	32	0,55	2,07
AB	2,35	0,20	0,477	32	0,55	2,07
BD	0,35	1	0,35	20	0,95	1,38
BE	2	0,20	0,40	25	0,68	1,71
EF	1,05	0,57	0,61	25	1,03	1,71
FG	0,75	0,7	0,60	25	1,02	1,71
GH	0,40	1	0,40	20	1,09	1,38

Ainsi, nous proposons :

- PVC P DN20/25 pour les tronçons BD et GH qui sont tertiaires
- PVC P DN25/32 pour les tronçons BE, EF et FG qui sont secondaires et
- PVC P DN32/40 pour le tronçon OA et AB qui sont de même génération. Tronçon donc principal.

Ces diamètres obtenus ne doivent être reconduits que lorsque la pression sera suffisante au point le plus défavorable, conformément au **Tableau 4** relation à cette vérification.

Tableau 5 : Vérification des conduites des grands appartements

Contrôle					
Section	L (m)	Di (mm)	Qp (l/s)	Ri (mbar/m)	$1,25 \times RiLi$ (Mbar)
OB	67,15	32	0,447	13,57	1139,03
BG	5	25	0,61	7,2	45
GH	7,30	20	0,35	8	73
HI	3	15	0,20	46,2	173,25
Total					1430,28

$$Pr = Pco - \sum Pzi - 1,25 \sum RiLi - Ph \quad (1)$$

$$Pr = 1,05 \text{ bar}$$

On conclut que la pression au point le plus défavorisé I où il y a même une douche I est suffisante car $Pr = 1,05 \text{ bar} > P_{min} = 0,5 \text{ bar}$.

Donc, nous retiendrons finalement les PVC P DN15/20, PVC P DN20/25, PVC P DN25/32 et PVC P DN32/40. Dimensions valables pour les conduites d'Eau Chaude Sanitaire.

Ces tuyauteries qui ne doivent passer dans des conduites en fumée doivent d'abord être soumises à un test d'essai de pression pour voir l'état présence des coups de béliers ou d'autres anomalies. La **Figure 3** ci-dessous récapitule la proportion en longueur des conduites en fonction des diamètres.

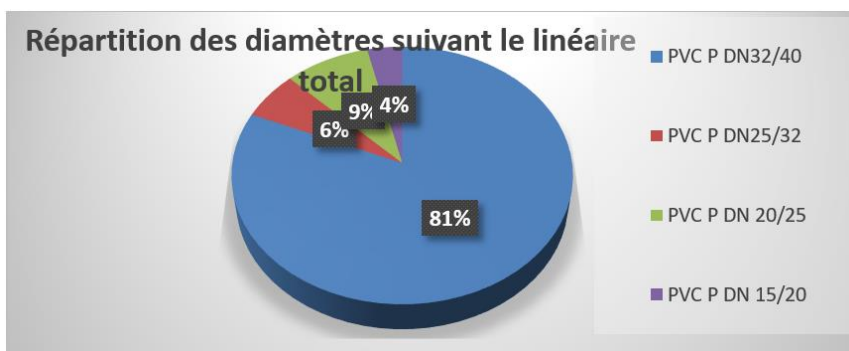


Figure 3 : Répartition des diamètres suivant le linéaire

III - RÉSULTATS ET DISCUSSION

III-1. Résultats

Tout d'abord, nous avons effectué le tracé du réseau d'alimentation en eau potable de notre immeuble échantillon sur les plans Autocad et Revit. Ensuite, nous avons mesuré les longueurs des différents tronçons pour les combiner enfin dans Excel avec les deux (2) **Formules**, c'est-à-dire, (1) et (2). A l'analyse, nous avons noté que :

- ✓ Le choix du diamètre est beaucoup pour dans l'Alimentation en Eau Potable d'un Immeuble ;
- ✓ La pression reste toujours intimement liée au débit et
- ✓ La main d'œuvre et les facteurs thermiques ont une influence sur la pression à l'arrivée lors d'un écoulement dans une construction en bâtiment de grande envergure.

III-1-1. Le choix du diamètre

Le dimensionnement du réseau ainsi effectué et ayant abouti (ou donné lieu) au choix des diamètres ci-haut montre aisément qu'à chaque forme et à chaque taille d'ouvrage de bâtiment correspondent effectivement des dimensions de conduites bien définies. Directement issu de la demande globale en eau de pointe de chacun des usagers [16], les diamètres des canalisations d'un bâtiment restent les plus importants pour espérer avoir la pression escomptée aux différents points de puisage. Les valeurs de pression recueillies après essai

sur les conduites de l'immeuble ont produit une valeur de 1,05bar au point le plus défavorisé, situé à une douche du 6^{ème} étage. Cette suffisance de pression est traduite sur la **Figure 4** (diagramme Longueur ou hauteur/Pression).

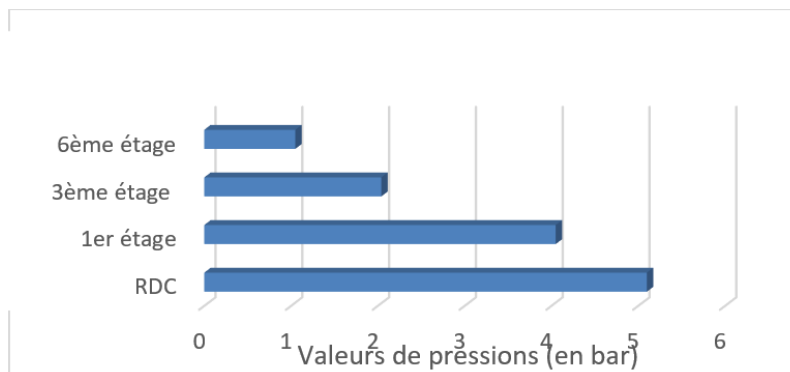


Figure 4 : *Diagramme de pression aux différents niveaux*

III-1-2. Pression intimement liée au débit

A partir des expériences observées sur terrains (sur 21 immeubles) et des calculs ainsi effectués sur l'immeuble échantillon, la pression et le débit restent en lien direct pour le simple fait que la section fait croître le débit (Q) lors d'un écoulement et donc, plus la conduite est grande, plus la pression l'est aussi. A l'inverse, la vitesse chute. Pourtant, notre démarche qui se fixe suivant chaque diamètre (D) une marge de vitesse à respecter en fonction du type de matériau de conduite a bonne raison d'inclure ces trois (3) paramètres fondamentaux de l'écoulement. Etalant sur la surface d'une conduite (qui est solide) des effets, le débit donne lieu à des pertes de charges qui constituent un phénomène omnipotent dans la vie quotidienne de la mécanique des écoulements dont la maîtrise est d'ailleurs un enjeu majeur [19]. Cet enjeu majeur a pour principal effet d'influencer la pression de service aux différents points de puisage. Cette production de pression obéit toujours aux différentes lois de pertes de charges.

III-1-3. Main d'œuvre et les facteurs thermiques ont une influence sur la pression à l'arrivée

Un bon système d'alimentation en eau potable est tout d'abord un bon tracé ; ensuite, une mise en place correcte (coupages, collages, bricolage et autres) et convenable des éléments ; et, tous ces facteurs ont un effet direct sur la facilité de l'eau à s'écouler. En outre, il faut noter que les immeubles de type S + R + 6 sont des ouvrages de grande envergure présentant des joints de dilatation dans le but de résister aux paramètres climatiques comme principalement la chaleur. Les conduites étant ancrés dans ces ouvrages sont forcément soumis à

la température du milieu ambulant, ce qui n'est pas sans conséquences sur la viscosité, la masse volumique qui ont à leur tour pour conséquences directes la production des pertes de charges. Or, le comportement intrinsèque d'écoulement dans une conduite suite à un phénomène d'activation thermique est logarithmique, c'est-à-dire en effet répercuté sur la force de l'écoulement [20 - 25]. Ce constat observé au cours de nos démarches ne peut s'expliquer que par la main d'œuvre et autres facteurs thermiques.

III-2. Discussion

La façon d'alimenter les immeubles de grande envergure en eau potable s'avère significative. Les constats de tous les jours, les contre calculs du dimensionnement et exigences lors des dossiers de validation des plans de nos bâtiments restent des paramètres à analyser à la loupe dans les projets.

III-2-1. Choix du diamètre

Par des notes, nous venons d'étaler une grande façon portant à croire que les conduites d'une canalisation d'un immeuble doivent toujours être dimensionnées. En effet, le diagramme ci-dessous (**Figure 5**) précise laquelle observation à l'issue des résultats d'une enquête effectuée. Cette enquête concernait un ancien immeuble en service avec en son sein des conduites empiriquement dimensionnées. Malgré ses huit (8) niveaux (S + R + 8), cette habitation qui de plus en plus tend vers l'abandon a des diamètres de tuyauteries nettement inférieur aux nôtres (c'est-à-dire à ceux de l'immeuble échantillon).

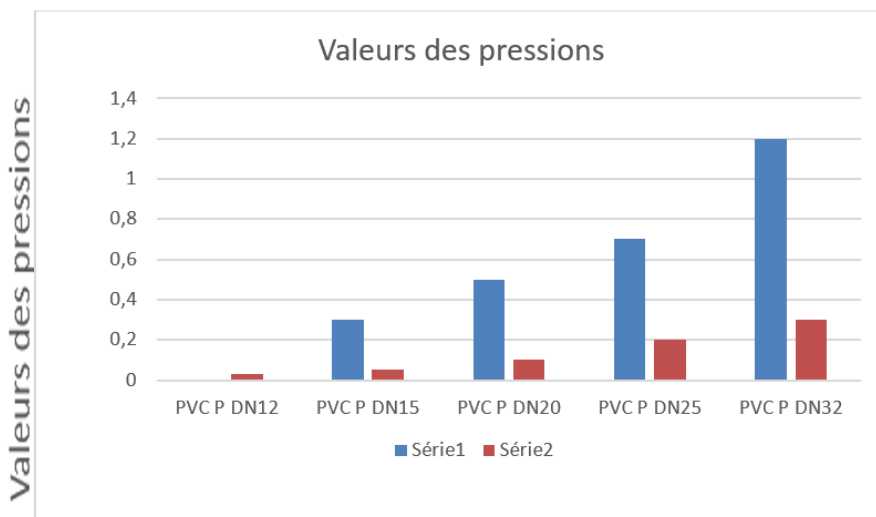


Figure 5 : *Ecart de pression entre un ancien immeuble et l'immeuble échantillon*

La série 1 (en bleue) est traduite les valeurs des pressions dans nos calculs au point les plus défavorables des 4^{ème}, 5^{ème} et 6^{ème} étages tandis que celle en marron est celle relative la pression mesurée sur l'immeuble de type S + R + 8 dont les calculs étaient empiriques. Il est à constater que pour chaque matériau de conduite d'eau potable dans un immeuble et chaque type de conduite une note de calculs bien détaillée faisant apparaître les dimensions. C'est ce que confirment les travaux de [8].

III-2-2. La pression intimement liée au débit

Il est tout à fait logique de mettre en relief que le débit permettant de définir les diamètres des conduites est le principal facteur fixant la pression. Au cours de nos essais sur terrain, nous avons remarqué que non seulement pour mieux faire fonctionner tous les appareils et calibrer convenablement les différentes des installations dans leurs mouvements, il faut une directe corrélation entre le débit et la pression et même la vitesse. D'ailleurs, l'ajustement de ces paramètres induit toujours dans la pratique un nombre déraisonnablement grand d'échelles le long de l'écoulement invalidant même de façon permanente l'hydrodynamique. Par conséquent, cette analyse confirme à part entière qu'assez de notes de calculs pointues doivent être émises lors de la conception concrète des réseaux de distribution des immeubles [25 - 30]. Ce résultat est en phase avec celui de [31] selon qui, la pression et le débit doivent toujours être en lien en faisant intervenir au moins deux (2) méthodes de calculs pour chacun de ces paramètres, puis les combiner pour ajustement.

III-2-3. La main d'œuvre et les facteurs thermiques ont une influence sur la pression à l'arrivée

Délaissé à la merci des ouvriers souvent pas qualifiés suffisamment, la main d'œuvre est beaucoup pour les problèmes recensés dans nos constructions. Combinée aux facteurs climatiques, l'accumulation de leurs effets est très considérable. Entre autres, on associe, le lâchage des joints, les coups de béliers etc. Ce résultat est en phase avec ceux de [32, 33] selon qui, les conséquences issues de la viscosité de volume exprimant la résistance des particules à subir une expansion ou une compression dont la mesure est encore peu connue à ce jour est objet de nombreuses études et doivent être à chaque fois ajustées et colorées. Cet ajustement doit être des paramètres suivants : (i) type de matériau de conduite, (ii) conditions climatiques de l'immeuble, (iii) maîtrise ou qualification du personnel de mise en œuvre.

IV - CONCLUSION

L'objectif de la présente étude était de contribuer à la résolution du problème d'alimentation en eau potable des immeubles de plus de 6 niveaux le long du fleuve Niger à Bamako. Au cours de cette étude, nous avons pu en compagnie des quelques Bureaux d'Etudes et Entreprises du domaine avec lesquels nous avons travaillé, aboutir à un certain nombre de résolutions de ce sujet faisant actuellement l'essentiel des débats au Mali. Entre autres, on retient principalement que pour pallier à ces problèmes à Bamako, il convient dorénavant de dimensionner chaque immeuble en fonction de sa taille (et/ou envergure), calibrer en lien direct les trois (3) paramètres de l'écoulement ; à savoir, le débit, la pression et la vitesse en plus d'une main d'œuvre qualifiée et de plus en plus performante. Après réception des travaux d'alimentation en eau de notre immeuble échantillon, les méthodes ainsi étalées ont véritablement contribué à la résolution de ce problème d'alimentation. Meilleur encore, la détermination de la pression aux différents points de puisage a été effectuée de façon pointue jusqu'à remarquer et mettre en cause la théorie universelle de plomberie énoncée comme suit : « la condition obligatoire pour que l'eau sorte d'un robinet est que sa pression soit supérieure à celle de l'atmosphère qui est de 1,013 bar ».

RÉFÉRENCES

- [1] - ALOU HAMADOUN CISSE, Socio-Economiste au Comité pour la défense de l'Eau, "Mieux comprendre la problématique de l'eau au Mali", Ed. Le Républicain, Bamako, m.acme-eau.org, (21 Avril 2006)
- [2] - S. FISCHER, B. KABIR, E. LAHIF et M. MACLACHLAN, "knowledge, attitudes, practices and implications of safe water management and good hygiene in rural Bangladesh" *journal of water and health*, Vol. 9, N° 1 (2011) 80 - 93 p. <http://WWW.iwaponline.com/jwh0090080.htm>
- [3] - MOHAMED ZINE BELHADJ, "qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la vallée de Skikda", Thèse unique, Université Mohamed Khider Biskra, Alger, (2017) 172 p.
- [4] - Déclaration de l'Agence Régionale de Mise en Valeur Agricole du Tafilalet (ORMVA/FT), dans le manuel d'Analyse Météo Hydrologique et des Eaux Souterraines, New York, (Décembre 2005) openjicareport.jica.go.jp
- [5] - Déclarations, Conférences des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement Durable connue sous le nom de Sommet « Planète

- Bleue », 03 au 10 Juin à Rio de Janeiro au Brésil, publications.gc.ca, www.un.org
- [6] - DNH (Direction Nationale de l'Hydraulique), Politique Nationale de l'Eau, du Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau du Mali adoptée au Conseil des Ministres en sa séance du 22 Février 2022, www.pseau.org
- [7] - ESTHER LAURENTINE NYA, Accès à l'eau potable et à l'assainissement dans le département du NDE (région de l'Ouest-Cameroun), Thèse unique de doctorat, Université de Yaoundé I, Cameroun, (2020) 326 p.
- [8] - M. DEBACQ, "Séparation mécanique fluide/Solide", *journal le cnam*, Paris, hal.archives-ouvertes.fr, (Sept 2019) 1 - 45
- [9] - Organisation Mondiale de la Santé, Comité d'Experts de l'Habitat dans ses rapports avec la santé publique, Premier rapport, Genève (Org. mond. santé ser. Rapp. techn.), N°225 (1962)
- [10] - M. BENAOUICHA, S. GRUILLOU, A. SANTA CRUZ and H. TRIGUI, "Fluid structure interaction approach for numerical investigation of a flexible hydrofoil deformations in turbulent fluid flow" in ASME 2018 pressure vessels and piping conference, Fluid-structure interaction, prague, Czech, Republic, American Society of Mechanical Engineers Digital called, Vol. 4, (Octobre 2018) 9 p.
- [11] - A. BARLUET, "La gestion de l'Eau pèse sur l'ordre international", Edition lefigaro, Paris, (2010), <http://www.lefigaro.fr/international/2009/03/16/01003-20090316ARIFTG00309-la-guerre-de-l-or-bleu-menace-la-place-php>
- [12] - K. CHU, J. CHEN, A. B. YU, Numerical studies of multiphase flow and separation performance of natural medium cyclones for recovering waste cool, *Powder Technology*, 314 (2017) 532 - 54
- [13] - M. R. MENANI, 2010. "Les conflits transfrontaliers sur l'eau" Revue Libbey-Eurotext, Paris, Vol. 21, N°1 (1989) 22 - 27 p., <http://cat.inist.fr/Modele=afficheNcpsid=22464136>
- [14] - A. A. CORONA, Agitation des particules dans un lit fluidisé liquide : étude expérimentale, Thèse Unique, université de Toulouse, (2008) 47 - 84
- [15] - A. BENSLIMANE, Rhéologie et écoulement de fluides chargés : application aux réseaux d'assainissement urbains : étude expérimentale et modélisation. Thèse unique, université de Strasbourg, (2013) 87 - 141
- [16] - ALAIN MOREL A L'HUISSIER, Thèse de Doctorat, « Economie de la distribution d'eau aux populations urbaines à faible revenu dans les Pays en développement », Thèse unique de Doctorat, Pa 227
- [17] - ROBERT CALLS, "Techniques du bâtiment : l'eau sanitaire", édition dunod, Paris, (1978)

- [18] - RONY LOLLYA, Dimensionnement des installations sanitaires et thermiques domestiques, édition Dunod, (Septembre 2018), www.dunod.com
- [19] - ROMAIN LHERMEROUT, Mouillage de surfaces nanométriques, thèse unique, Université de Recherche Paris science et Lettres (PSL), Paris, (2016) 176 p.
- [20] - A. PREVOST, E. ROLLEY and C. GUTHMANN, " Thermally activated Motion of the Contact Line of a liquid, He Meniscus on a cesium substrate", *Phys. Rev. Lett*, 83 (1999) 348 - 351
- [21] - A. PREVOST, "Dynamique de la ligne de contact d'un ménisque d'hélium-4, liquide sur un substrat désordonné de césium], Ph. D. thesis, Université Paris-Sud, (1999)
- [22] - T. D. BLAKE and Y. D. SHIKHMURZAEV, "Dynamic Wetting by Liquids of Different Viscosity", *J. Colloid interface Sci.*, 253 (2002) 196 - 202
- [23] - M. RAMIASA, J. RALSTON, R. FETZER and R. SEDEV, D. M. FOPP-SPORI, C. MORARD, C. PACHOLSKI and J. P. SPATZ, "Contact Line Motion on Nanorough Surfaces : A thermally Activated Process" *J. Am. Chem. Soc.*, 135 (2013) 7159 - 7171, pMID: 23607786
- [24] - T. D. BLAKE and J. HAYNES, "Kinetics of Liquid/Liquid Displacement," *Interface Sci.*, 30 (1969) 421 - 423. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0021979769904111>
- [25] - M. J. DE RUIJTER, T. D. BLAKE and J. DE CONINCK, "Dynamic Wetting Studied by Molecular Modeling Simulations of Droplet Spreading," *Langmuir*, 15 (1999) 7836 - 7847. <http://dx.doi.org/10.1021/la9901711>
- [26] - R. A. HAYES and J. RALSTON, "Forced Liquid Movement on Low Energy Surfaces," *Interface Sci.*, 159 (1993) 429 - 438, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979783713433>
- [27] - J. G. PETROV and P. G. PETROV, "Forced advancement and retraction of polar liquids on a low energy surface," *Colloids and Surfaces*, 64 (1992) 143 - 149, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016666229280093H>
- [28] - D. SEVENO, A. VAILLANT, R. RIOBOO, H. ADÃO, J. CONTI and J. DE CONINCK, "Dynamics of Wetting Revisited," *Langmuir*, 25 (2009) 13034 - 13044, pMID : 19845346. <http://dx.doi.org/10.1021/la901125a>
- [29] - M. SCHNEEMILCH, R. A. HAYES, J. G. PETROV and J. RALSTON, "Dynamic Wetting and Dewetting of a Low-Energy Surface by Pure Liquids," *Langmuir*, 14 (1998) 7047 - 7051. <http://dx.doi.org/10.1021/la980476k>
- [30] - J. G. PETROV, J. RALSTON, M. SCHNEEMILCH and R. A. HAYES, "Dynamics of Partial Wetting and Dewetting of an Amorphous

- Fluoropolymer by Pure Liquids,” *Langmuir*, 19 (2003) 2795 - 2801.
<http://dx.doi.org/10.1021/la026692h>
- [31] - H. VASILCHINA, I. TZONOVA and J. G. PETROV, “Transitions from static wetting to steady dewetting and deposition of liquid-film on partially wettable polymer surface,” *article science direct*, 250 (2004) 317 - 324,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927775704004959>
- [32] - R. FETZER and J. RALSTON, “Dynamic Dewetting Regimes Explored,” *J. Phys. Chem. C*, 113 (2009) 8888 - 8894.
<http://dx.doi.org/10.1021/jp901719d>
- [33] - THOMAS GRILLOT, "Etude du comportement dynamique et diphasique d'un classificateur à lit fluidisé", thèse unique, Université de Quebec, Canada, (2020)