

Analyse du fonctionnement hydraulique du réseau de distribution d'eau potable de la localité de N'Zianouan, Sud de la Côte d'Ivoire

Kouao Armand ANOH*, Affoué Berthe YAO, Tanoh Jean - Jacques KOUA, Brou DIBI et Lazare Kouakou KOUASSI

Université Jean Lorougnon Guédé, UFR Environnement, Département des Sciences de la Terre, Laboratoire des Sciences et Technologies de l'Environnement, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

(Reçu le 14 Avril 2021 ; Accepté le 29 Juin 2021)

* Correspondance, courriel : anohkoua@gmail.com

Résumé

Face aux difficultés d'accès à l'eau potable vécues par les populations, la localité de N'Zianouan a bénéficié d'un château d'eau et d'un réseau de distribution d'eau potable. Afin de satisfaire les besoins actuels et futures, la présente étude a eu pour objectif d'analyser le fonctionnement hydraulique du réseau de distribution d'eau potable de N'Zianouan et de proposer un aménagement adéquat pour améliorer la desserte en eau. La démarche méthodologique mise en place s'est appuyée sur le logiciel Epanet. Les résultats de la présente étude, faite pour une population estimée à 20 185 habitants à l'horizon 2043, montrent que le réseau d'alimentation en eau potable de N'Zianouan fonctionne normalement. Le débit de pointe horaire nécessaire à la satisfaction des besoins en eau domestiques et non-domestiques des populations d'ici 2043 est de 70,058 m³/h. Pour une meilleure distribution de l'eau, il faudrait un château d'eau de 300 m³ avec une hauteur sous radier de 17,35 m. Les scénarii de fonctionnement en cas d'incendie et de rupture de canalisation, ont montré que le réseau sera susceptible d'assurer la desserte avec une pression de 1 bar et un débit de 3,193 m³/h.

Mots-clés : *réseau d'AEP, Epanet, N'Zianouan, simulation hydraulique, Côte d'Ivoire.*

Abstract

Analysis of the N'Zianouan locality drinking water distribution network hydraulic functioning (South of Côte d'Ivoire)

Faced to the difficulties access to drinking water experienced by the population, the N'Zianouan locality has benefited of a water tower and a drinking water distribution network. In order to meet current and future needs, the objective of this study was to analyze the hydraulic functioning of N'Zianouan drinking water distribution network and to propose an appropriate development to improve water supply. The methodological approach implemented was based on the Epanet software. The results of this study carried out for a population estimated at 20,185 inhabitants by 2043, show that N'Zianouan drinking water supply network is functioning normally. The peak hourly flow required to meet domestic and non-domestic water needs of the population by 2043 is 70.058 m³/h. For better water distribution, a 300 m³ water tower with an invert height of 17.35 m would be required. The operating scenarios in case of fire and pipe breakage have shown that the network will be able to provide service with a pressure of 1 bar and a flow rate of 3.193 m³/h.

Keywords : *drinking water supply, Epanet, N'Zianouan, hydraulic simulation, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

L'eau apparaît en première approximation comme l'élément essentiel de la planète, vu qu'elle est une composante essentielle de l'aliment de tous les organismes vivants [1]. Malheureusement, l'accès à cette denrée rare et fragile en quantité et en qualité n'est pas toujours corrélé avec la demande. En effet, dans le monde, certaines régions souffrent d'un manque considérable d'accès à l'eau potable. En Côte d'Ivoire, l'accès à l'eau potable demeure encore un enjeu majeur, particulièrement pour les populations en milieu péri-urbain et rural. C'est le cas de la localité de N'Zianouan qui est confrontés à des problèmes d'accessibilité à l'eau potable à cause de l'absence des infrastructures d'approvisionnement en eau. Pour les 12 603 habitants [2] que compte la ville, la population n'a pour seule source de ravitaillement en eau, que le N'Zi qui est une eau de surface. L'accès en apparence facile à cette eau a réduit l'implication de l'Etat dans les actions visant l'Approvisionnement en Eau Potable (AEP). Pourtant, contrairement aux eaux souterraines qui bénéficient d'une protection naturelle, car enfouies dans le sol [3, 4], les eaux de surface sont de plus en plus agressées, car exposées aux activités anthropiques et aux aléas climatiques. En effet, les multiples activités qui se déroulent en amont du bassin versant (agriculture, orpaillage, élevage, etc.) contribuent à altérer la qualité de son eau [5]. Ainsi, l'eau du N'Zi utilisée sans traitement pour l'AEP expose les populations de N'Zianouan aux maladies telles que les diarrhées, les gastros entérites et les infections cutanées en particulier chez les enfants [6]. Parallèlement à l'aspect qualitatif de l'eau, le déficit pluviométrique observé sur plusieurs années consécutives par plusieurs chercheurs dont [7 - 9] ont montré qu'à l'instar des grands cours d'eau, les débits moyens annuels du N'zi présentent un déficit moyen de 52 % [10]. Face aux conséquences, conduisant parfois à des décès, la localité de N'Zianouan a été intégré parmi les villes concernées par le projet de renforcement de l'alimentation en eau potable en milieu urbain [11]. Ce projet vise à renforcer la production d'eau potable des villes de Tiassalé, N'Douci, Sikensi et d'approvisionner la localité de N'Zianouan. Malheureusement, les incertitudes sur la pluviosité remarquée depuis les années 1960 et la forte anthropisation posent la question de la pertinence du réseau de distribution d'eau potable à répondre aux attentes de la population de N'Zianouan. Par ailleurs, la complexité des réseaux d'eau potable avec son corolaire d'estimation des phénomènes hydrauliques par les gestionnaires fait de la gestion informatisée une opération indispensable [12]. C'est pour palier à ces limites que cette étude a été initiée. Elle répond à un objectif principal d'analyser le fonctionnement hydraulique du réseau de distribution d'eau potable de N'Zianouan afin de proposer un aménagement adéquat pour améliorer la desserte en eau.

2. Matériel et méthodes

2-1. Description de la zone d'étude

N'Zianouan est une localité située dans la région de l'Agnéby-Tiassa, précisément dans le département de Tiassalé. Séparée en deux parties par l'Autoroute du Nord, elle se trouve à 130 km d'Abidjan et 30 km de la ville de Tiassalé. Du point de vue géographique, N'Zianouan est situé entre 4°43'W et 4°54'W de longitude Ouest et 5°57'N et 6°03'N de latitude Nord (*Figure 1*). La localité de N'Zianouan qui est sous l'influence du régime équatorial de transition atténuée (climat baouléen) présente un réseau hydrographique bien arrosé. Son relief est très peu contrasté avec toutefois des altitudes variant de 200 m à 300. Durant la période de 1998 à 2014, l'agglomération de N'Zianouan a connu une augmentation de sa population avec un taux d'accroissement de 3,36 %. Ainsi, sa population composée d'autochtones et d'allogènes de la sous-région Ouest-Africaine (Burkina, Nigéria, Mali, Guinée, Bénin, etc.) est estimée à 12 603 habitants avec 6 922 hommes et 5 681 femmes [2].

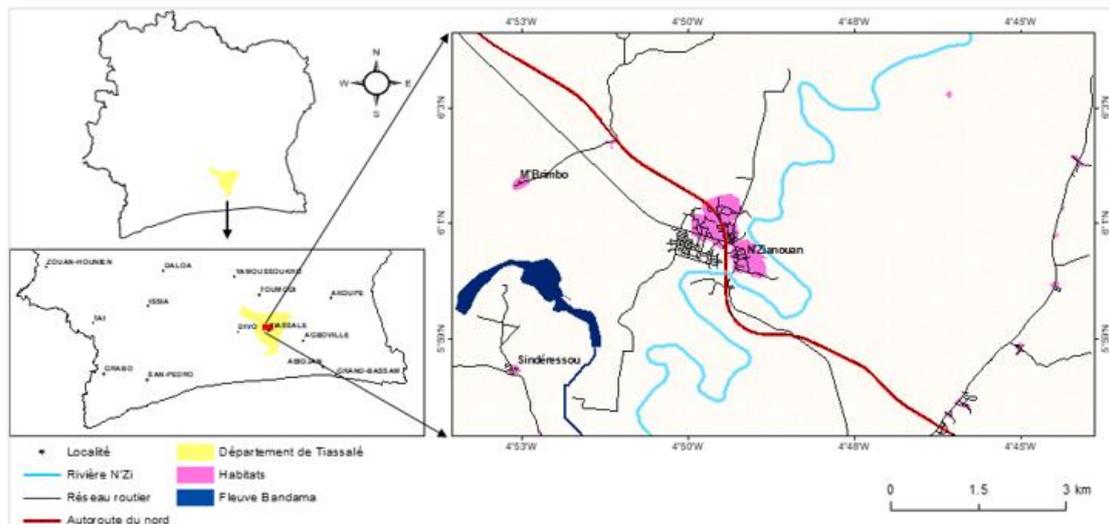


Figure 1 : Localisation géographique de N'Zianouan

2-2. Données et outils

Les données sont constituées des caractéristiques du réseau à savoir les cotes topographiques de chaque point de jonction (nœud) du réseau et les longueurs des conduites existantes. Les cotes topographiques proviennent d'une étude topographique réalisée sur l'itinéraire des conduites PVC. La configuration du réseau de distribution a été réalisée sous le logiciel AUTOCAD. L'exportation du réseau vers le logiciel Epanet 2.0 pour la modélisation hydraulique a été possible grâce au logiciel Epacad.

2-3. Méthodes

2-3-1. Estimation des besoins en eau

Les besoins en eau ont été estimés en vue du dimensionnement du château équivalent. Il est nécessaire de connaître la population des localités concernées à l'horizon du projet. Dans le cadre de cette étude, les systèmes d'AEP seront étudiés jusqu'à l'horizon N+25 ans en considérant les horizons N+5, N+15 et N+25 (N, étant l'année de mise en service du projet considérée, soit 2018). Les localités concernées sont les villes de Tiassalé, N'Douci, Sikensi et N'Zianouan. Le taux de croissance moyen annuelle de ces localités est de 2,51 % [2]. La population à long terme, basées sur l'extrapolation des tendances de croissance géométrique sera obtenue à travers la méthode classique (*Équation 1*).

$$P_n = P_o \times (1 + \alpha)^n \quad (1)$$

Avec : P_n la population future ; α le taux d'accroissement estimé en pourcentage (0,0251) ; P_o la population actuelle et n le nombre d'année.

Deux types de besoin en eau ont été évalués : les besoins en eau domestiques et les besoins en eau non domestiques. La demande en eau domestique se détermine suivant la taille de la localité. La population de N'Zianouan à l'horizon 2043 sera comprise entre 10 000 et 50 000 habitants. Les besoins en eau domestique est fixé à 35 L/jour/hab. Les besoins domestiques et non domestiques sont estimés par la méthode classique (*Équation 2*).

$$Q_{\text{moy.jr}} = \frac{\text{population desservir} * \text{dotation}}{1000} \quad (2)$$

Avec : $Q_{\text{moy.jr}}$ = débit moyen journalier (m^3/jr) ; dotation = (L/habitant/jr) ou (L/élément/jr).

2-3-2. Dimensionnement du château d'eau de N'Zianouan

La localité de N'Zianouan sera alimentée par la seule force de la gravité à partir d'un point de raccordement au château d'eau. Par ailleurs, le château d'eau de la localité de N'Zianouan approvisionnera en eau potable les différents localités et villages se trouvant proche de celle-ci. Ainsi, un volume supplémentaire de 300 m^3 a été retenu pour pourvoir aux besoins de ces localités. Ainsi, l'évaluation du volume d'eau à desservir à N'Zianouan doit tenir compte de la variation de la demande. Afin d'alléger les coûts d'exploitation, le volume d'un château d'eaux en Côte d'Ivoire vaut 20 à 30 % du volume de pointe journalier. Celui de la localité de N'Zianouan est égale à 20 % du volume de pointe journalier. Cela permet d'établir l'équation du volume (**Équation 3**):

$$\text{Vol} = \frac{Q_{\text{pj}} \times 20}{100} \quad (3)$$

Où, Vol = le volume du château d'eau et Q_{pj} = débit de pointe journalier

Outre le volume, le château d'eau doit assurer une pression minimale au sol en tout point du réseau. Cette hauteur est déterminée en fonction de la côte du terrain naturel.

2-3-3. Modélisation hydraulique du réseau d'eau de N'Zianouan

La modélisation hydraulique du système de distribution d'eau de N'Zianouan a suivi les étapes classiques d'utilisation du logiciel EPANET :

- Conception du réseau du système de distribution d'eau. Un réseau de distribution est un ensemble de tuyaux, de nœuds (jonction de tuyaux), de pompes, de vannes, de bêche et de réservoirs ;
- Paramétrage des éléments du réseau de distribution d'eau. Pour chaque nœud du réseau, la demande de base (débits nodaux), l'altitude et le nom de la courbe de modulation ont été renseignés. De même que pour chaque conduite du réseau, la longueur et une rugosité estimée à 0,1 pour les conduites en Polychlorure de Vinyle (PVC) ont été intégré dans le modèle. L'altitude du radier (le volume minimal, la courbe du volume et les niveaux initial, minimal, maximal) ont aussi subi des réglages. Les diamètres des canalisations renseignées correspondent aux diamètres intérieurs des sections de diamètres nominaux choisies. La formule de Darcy-Weisbach a été utilisée pour déterminer, la résistance, les pertes de charge, la vitesse et le débit dans les conduites d'eau potable ;
- Exécution de la simulation hydraulique. La simulation du réseau s'est effectuée à travers quatre scénarii (courte durée, longue durée, en cas de rupture et en cas d'incendie). Le scénario court duré permet de voir le comportement du réseau en un instant donné (pendant 24h avec un intervalle de temps de 1h). La simulation longue durée rend le modèle plus réaliste avec une utilisation pendant 72h et un intervalle de temps de 6h. La simulation du réseau en cas de rupture d'un tronçon permettra de voir comment le reste du réseau se comporte. Le principe est d'abord de placer une vanne d'arrêt sur l'une des conduites d'amené d'eau (conduite 1/18A), puis de simuler le réseau. Ensuite de reproduire l'opération mais cette fois sur la conduite d'amenée d'eau 2/43. L'usage du feu étant indispensable dans la réalisation de bien d'activités, il convient de vérifier le comportement du réseau de distribution d'eau en cas d'incendie (heure de pointe + incendie). Le débit d'incendie à prévoir dans le cas de cette étude est de $25 \text{ m}^3/\text{jr}$ soit $3,193 \text{ m}^3/\text{h}$ aux heures de pointe. Les conditions requises pour l'extinction d'un incendie selon [13] sont la vitesse d'écoulement $\leq 2,5 \text{ m/s}$ et une pression minimale de 1 bar.

3. Résultats

3-1. Quantification des besoins en eau de la population

Etant donné que la consommation de l'eau varie au fil de la journée selon les habitudes des consommateurs, les besoins à satisfaire de la population de N'Zianouan se résument aux besoins à l'heure de pointe. Ainsi, un débit de pointe horaire (Qph) de 70,058 m³/h devrait être mobilisé pour satisfaire les besoins en eau domestiques et non-domestiques des 20 185 habitants attendues sur le site à l'horizon du projet prévu en 2043. De même, une consommation moyenne journalière (CMJ) de 707,92 m³/jr d'eau doit être mobilisée pour couvrir les besoins en eau de N'Zianouan. La consommation journalière de pointe (Qjp) durant la durée du projet s'élève à 1 109,0 m³/jr. Le **Tableau 1** récapitule les différentes catégories de besoins de la localité de N'Zianouan avec leur débit de pointe jusqu'à l'échéance du projet en 2043.

Tableau 1 : Récapitulatif des besoins et des débits de pointe de N'Zianouan

Types de besoins	CMJ (m ³ /jr)	Qjp (m ³ /jr)	Qph (m ³ /h)
Domestique	495	775,4	48,466
Scolaire	30,62	48,0	2,998
Sanitaire	6,1	9,6	0,597
Administratifs	0,17	0,3	0,017
Socioculturel	21,03	32,9	2,059
Commerciaux	25	39,2	2,448
Equipement projeté	105	164,5	10,281
Débit sapeur-pompier	25	51,1	3,193
Total	707,92	1 109,0	70,058

3-2. Dimensionnement du château d'eau

Pour assurer une desserte en tout temps et sans interruption de la localité de N'Zianouan et de certains villages environnements, le dimensionnement du château d'eau a permis d'obtenir un volume de 300 m³ et une hauteur sous radier de 17,35 m. Le château qui a une forme tronconique et une hauteur d'eau de 4,1 m alimente ces localités par la seule force de la gravité à partir d'un point de raccordement de la SODECI.

3-3. Simulation du réseau de distribution d'eau

Le tracé du réseau sous AUTOCAD 2016 a permis d'obtenir un réseau de type mixte (maillé et ramifié). Le réseau de N'Zianouan s'étend sur une longueur totale d'environ 30 km et est essentiellement constitué de canalisations en PVC qui se joignent entre elles à travers 213 nœuds dont les sections varient entre 63 et 200 mm. Les débits de ces 213 nœuds sont compris entre 0,228 et 3,421 m³/h.

3-3-1. Simulation courte durée

La simulation courte durée s'est faite sur une durée de 24 h. Elle a tenu compte des variations de l'intensité de la demande au cours de la journée. Une courbe de modulation (**Figure 2**) pour laquelle les demandes aux

nœuds changent périodiquement le long de la journée a été établie. Elle a permis de discrétiser deux pics de consommation au cours de la journée.

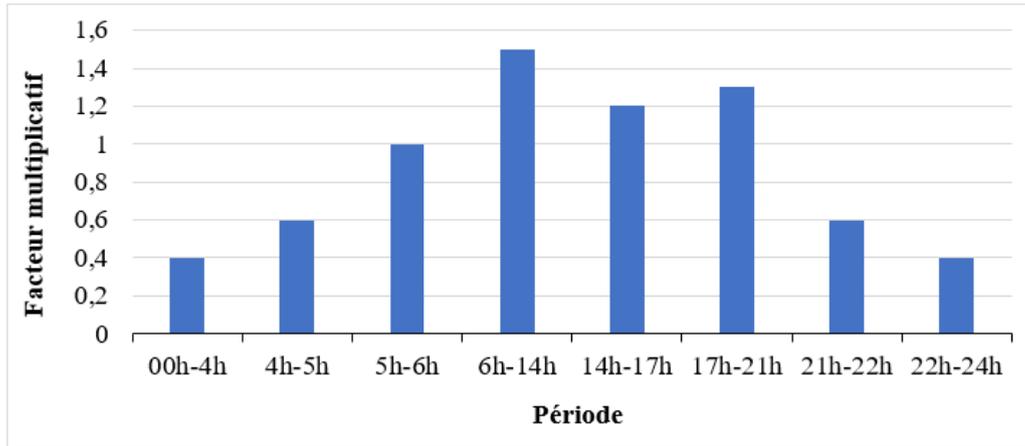


Figure 2 : Evolution de la consommation horaire

Deux périodes de fortes consommations (6h-14h et 17h-21h) sont observées au cours de la journée. De même, les pressions au niveau des nœuds sont pour la plus part comprises entre 10 et 42 mCE (mètre colonne d'eau) excepté les nœuds 255 et 256 où les pressions sont comprises entre 8 et 8,5 mCE.

3-3-2. Simulation longue durée

Pendant toute la durée de la simulation, les pressions aux nœuds du réseau restent comprises entre 10 et 40 mCE. Par contre, l'évolution de la pression aux nœuds 255 et 256, qui sont les nœuds les plus hydrauliquement défavorables du réseau, présentent des pressions respectives de 9,96 mCE et 10 mCE. La **Figure 3** montre que c'est seulement entre 20 h et 4 h que la pression aux nœuds 256 et 255 est supérieure à 10 mCE. Elle est nulle entre 5 h et 12 h et reste inférieure à 10 mCE entre 12 h et 20 h et entre 4 h et 5 h.

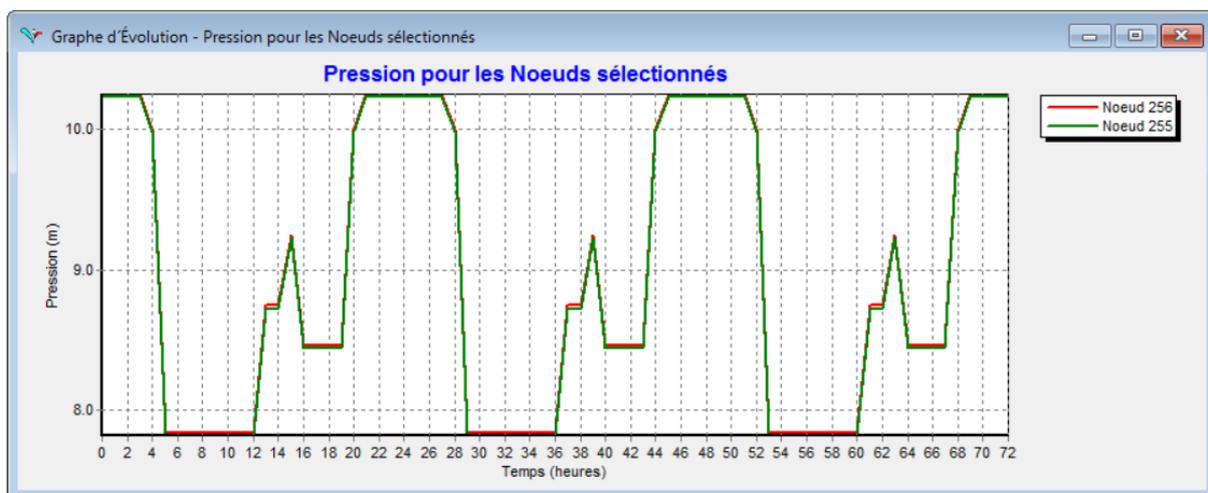


Figure 3 : Evolution de la pression aux nœuds 255 et 256 en simulation longue durée

3-3-3. Simulation en cas de rupture de conduite

L'étude a montré qu'en cas de rupture de conduite, plus de 100 nœuds ont une pression inférieure à 10 mCE, et voire nulle lorsque le tronçon 2/43 est sectionné. À l'inverse, seulement 15 nœuds ont une pression inférieure à 10 mCE après rupture du tuyau d'amené secondaire 1/18A.

3-3-4. Simulation du réseau en cas d'incendie

En se basant sur la densité de la population (marché) et sur les endroits les plus exposés aux incendies (station de carburant), sans oublier les conditions de fonctionnement et d'emplacement des poteaux d'incendies, deux scénarii d'incendie ont été simulés. Il s'agit d'un incendie déclenché au niveau du marché ou au niveau de la station PETROCI. Pour les deux scénarii, les pressions aux nœuds Bo et 21' sont respectivement égales à 24,17 mCE et 36,89 mCE. Les vitesses dans tous les tronçons sont inférieures à 2,5 m/s et les pressions dans les autres nœuds sont supérieures à 10 mCE.

4. Discussion

L'évaluation de la consommation en eau à l'horizon 2030 requiert de commencer le diagnostic du réseau par une estimation des différents besoins suivant la croissance démographique. Il est à noter que le nombre de personnes par ménages ainsi que leurs activités quotidiennes influencent de façon significative le volume d'eau à mobiliser. Ainsi, un volume moyen journalier d'eau de 707,92 m³/jr est nécessaire pour satisfaire les 20 185 habitants à l'horizon 2043. Selon [2], le taux de croissance moyen annuelle des localités visées par le projet est de 2,51 %. Le diagnostic du réseau a montré en outre que le réseau d'AEP de N'Zianouan est essentiellement constitué de canalisations en PVC qui se joignent entre elles à travers 213 nœuds. Les débits de ces 213 nœuds sont compris entre 0,228 et 3,421 m³/h. Les faibles débits dans certains tronçons ramifiés engendrant des vitesses inférieures à 0,5 m/s ; ce qui est en dessous de la vitesse minimale acceptable pour les réseaux d'AEP. Selon [14], des vitesses inférieures à 0,5 m/s favoriseraient des dépôts dans les conduites de distribution. En outre, de fortes vitesses occasionneraient des fuites dans le réseau. Le problème de vitesse inférieur à 0,5 m/s dans certaines conduites ramifiées est imputable aux faibles débits de route. En outre, les vitesses d'écoulements obtenues (entre 0,5 et 1,5 m/s) sont convenables dans toutes les mailles et dans pratiquement tous les tronçons des ramifications du réseau [12, 14]. La plupart des pressions aux nœuds comprises entre 10 et 42 mCE sont incluse dans l'intervalle des pressions (18 à 50 mCE) obtenus par [15] à Grand Bassam dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Les pressions aux nœuds supérieurs à 40 mCE sont imputables à la dénivelée du terrain. D'après [16], ces fortes pressions (supérieur à 40 mCE) favorisent des pertes de charge ; ce qui entraînent l'usure des joints qui réduit la durée de vie des canalisations. Or, les pertes de charges dans le réseau sont toutes inférieures à 10 m/Km comme préconisé dans les études de [13].

5. Conclusion

L'étude du fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable de N'Zianouan à partir de la modélisation hydraulique sous EPANET montre un fonctionnement normalement du réseau. En effet, la pression de service (10 mCE) est assurée à presque tous les nœuds du réseau sauf les nœuds 255 et 256 qui ont des pressions inférieures à 10 mCE aux heures de pointe. De même, les vitesses sont dans la plupart des conduites acceptables. Toutefois, certains tronçons ont des vitesses en dessous de la vitesse minimale conseillée pour les réseaux d'AEP en Côte d'Ivoire (0,5 m/s). Par ailleurs, pour garantir à chaque usager une desserte avec le minimum d'interruption et une pression suffisante, un château d'eau de 300 m³ avec une hauteur sous radier de 17,35 m est nécessaire pour pouvoir distribuer un débit d'eau traitée de 70,058 m³/h. Plusieurs scénarii de simulations ont été faites afin d'avoir un réseau satisfaisant les conditions de rupture de conduite et d'incendie. Il ressort de ces simulations que la desserte sera plus sensible à une rupture éventuelle du tronçon 2/43 qu'à celle du tronçon 1/18A. Pour garantir l'approvisionnement en eau potable au niveau des faibles vitesses, il est recommandé de faire des vidanges périodiques pour éviter le colmatage et la sédimentation dans ces conduites. Aussi, le contrôle et la gestion rigoureuse du réseau restent-ils des conditions indispensables pour assurer une longue vie au réseau.

Références

- [1] - S. G. EBLIN, "Dégradation des écosystèmes environnementaux dans la région d'Adiaké (Sud-est côtier de la Côte d'Ivoire) et risque de pollution des eaux : apport d'un SIG", Thèse de Doctorat en Hydrogéologie, Félix Houphouët Boigny, (2014) 184 p.
- [2] - INS, "Recensement Général de l'Habitat et de la Population (RGPH), Répertoire des localités : Région du Sud Comoé (Côte d'Ivoire)", Institut National de la Statistique, (2014)
- [3] - T. J.-J. KOUA, J. P. JOURDA, K. J. KOUAME, K. A. ANOH, D. BALIN and S. N. LANE, "Potential climate change impacts on water resources in the Buyo Lake Basin (Southwest of Ivory Coast)", *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 8 (3) (2014) 1094 - 1111
- [4] - Y. A. N'GO, "Étude de l'érosion des sols de la région de Buyo : analyse des facteurs et essai d'évaluation des risques par Télédétection et les SIG", Thèse de 3ème cycle, Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire), (2000) 155 p.
- [5] - A. M. KOUASSI, "Caractérisation d'une modification éventuelle de la relation pluie-débit et ses impacts sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest : cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire", Thèse de doctorat en Hydrogéologie, Université de Cocody, Abidjan (Côte d'Ivoire), (2007) 210 p.
- [6] - J.-N. PODA, "Les maladies liées à l'eau dans le bassin de la Volta: état des lieux et perspectives. Volta Basin Focal Project Report", RD, Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, (2007)
- [7] - S. BIGOT, Y. T. BROU, J. OSZWALD and A. DIEDHIOU, "Facteurs de la variabilité climatique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales", *Revue Sciences et Changements Planétaires/Sècheresse*, 16 (1) (2005) 5 - 13
- [8] - Y. T. BROU, "Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire", *Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université des Sciences et Techniques de Lille, France*, 212 (2005)
- [9] - I. SAVANE, K. M. COULIBALY and P. GIOAN, "Etude comparative de trois méthodes de calcul du coefficient de tarissement des cours d'eau", *Sécheresse*, 14 (2003) 37 - 42

- [10] - K. J. KOUAME, "Contribution à la Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (GIRE) du District d'Abidjan (Sud de la Côte d'Ivoire) : Outils d'aide à la décision pour la prévention et la protection des eaux souterraines contre la pollution", *Abidjan : université de Cocody*(2007)
- [11] - PREMU, "Renforcement de l'alimentation en eau potable dans les centres urbains de Tiassalé (N'douci, N'zianouan et Sikensi), constat d'impact environnemental et social (CIES), Abidjan (Côte d'Ivoire)", (2017)
- [12] - F. VALIRON, "Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement", Edition Lavoisier, (1994)
- [13] - M. SAVANE, "Dimensionnement des réseaux d'AEP et d'assainissement de la localité de M'SALA commune de CHETOUANE", Mémoire de Master en Hydraulique Université Abou Bekr Belkaid, (Algérie), (2012) 103 p.
- [14] - A. DUPONT, "Hydraulique urbaine, ouvrage de transport, élévation et distribution des eaux", Edition Eyrolles, (1979)
- [15] - M. BOGUI, "Etude complète du réseau d'adduction en eau potable de la cite « les rives d'eburnie » de 200 ha sise à Grand-Bassam en Côte d'Ivoire", Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, ZIE, Ouagadougou (Burkina Faso), (2017) 56 p.
- [16] - C. GOMELLA, "Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales Tome I : La distribution," Edition Eyrolles, Paris, (1985)