Chapitre III : Diagnostic et expertise du réseau existant

III.1 Introduction :

L'objet de ce diagnostic est de vérifier l'état du système actuel d'alimentation en eau potable de la ville Theniet Ennasr et la détermination des défaillances du système de refoulement et du réseau de distribution.

III.2 Estimation des besoins journaliers actuels :

Les besoins journaliers sont calculés comme suit :

$$Q_{moyj} = \frac{(Qi * N_i)}{1000} \qquad [m^3/j] \quad (III.1)$$

Avec :

- $\mathbf{Q_{moyj}}$: consommation moyenne journalière en m^3/j
- $\mathbf{Q_i}$: dotation journalière pour chaque catégorie en l/j/catégorie
- $\mathbf{N_i}$: nombre de consommateurs

III.3 Besoins en eau par catégorie :

III.3.1 Besoins domestiques :

Tableau III.1 Evaluation des besoins domestiques

Année	Population (hab)	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m^3/j)
2015	2821	89	**251.069**

III.3.2 Besoins administratifs :

Tableau III.2 Evaluation des besoins administratifs

Equipement	Unité	nombre	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m^3/j)
APC	Employé	55	10	0,55
Recette PTT	Employé	6	10	0,06
Proximité de DSA	Employé	5	10	0,05
Garde communale	Unité	1	200	0,2
Gendarmerie	Unité	1	3000	3
Totale				3.86

III.3.3 Besoins scolaires :

Tableau III.3 Evaluation des besoins scolaires

Equipement	unité	Nombre	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m^3/j)
Primaire	élève	360	20	7,2
C.E.M	élève	592	30	17,76
Lycée	élève	298	30	8,94
Annexe CFPA	élève	20	30	0,6
Totale				34.5

III.3.4 Besoins sanitaires :

Tableau III.4 Evaluation des besoins sanitaires

Equipement	unité	nombre	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m3/j)
Polyclinique	patient	40	50	2
Totale				2

III.3.5 Besoins socioculturels et sportifs :

Tableau III.5 Evaluation des besoins socioculturels et sportifs

Equipement	unité	nombre	Dotation (l/j/hab)	Qmoyj (m^3/j)
maison de jeune	unité	1	300	0,3
mosquée	Fidèle	700	10	7
Totale				7.3

III.4 Récapitulation des besoins en eaux de Theniet Ennasr sont :

Les besoins totaux en eaux de Theniet Ennasr sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III.6 Récapitulation des besoins en eaux de Theniet-Ennasr

Catégorie des besoins	Qmoyj (m^3/j)
Besoins domestiques	251.069
Besoins administratifs	3.86
Besoins scolaires	34.5
Besoins sanitaires	2
Besoins socioculturel et sportif	7.3
Totale	298.729

D'après le tableau III.9 nous évaluons les besoins journalier de Theniet Ennasr à :

$$Q_{moy,j} = 298.729 \text{ m}^3/\text{j} = 3.45 \text{ l/s}$$

III.5 Détermination des débits du réseau :

III.5.1 débit de pointe :

La détermination de débit de pointe s'effectue en fonction du nombre d'habitants, du degré de développement de l'installation sanitaire et du régime de consommation, le débit de pointe est donné par la relation suivante :

$$Qp = Q_{moy.j} * K_P \quad \text{[L/S]} \quad \text{(III.2)}$$

Tels que :

K_P : Coefficient de débit

$$K_P = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moyj}}}$$

$$Si \quad Q_{moy.j} \leq 2.81 l/s \Rightarrow K_P = 3$$

Dans notre cas on donne le débit de point dans le tableau (III.10)

Tableau III.7 Débit de point de Theniet Ennasr

Année	Qmoyj (m^3/j)	K_P	Q_P l/s
2008	298.729	2.84	9.82

N-B : le calcul du réseau existant ce fait en ajoutant au débit de pointe le débit d'incendie pris égal à **(17 l/s)** donc le débit de calcul est égale :

$$Q_{pt} = Q_P + Q_{inc} \qquad Q_{pt} = 26.82 l/s$$

III.5.2 Débit spécifique :

Pour le calcul, on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins domestiques sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique Q_{spi} qui est égal à : $$Q_{spi} = \frac{Q_{pt}}{\sum l_i} [l/s/ml] \quad \text{(III.3)}$$

$$\Rightarrow Q_{spi} = 0.0025(l/s/ml)$$

Avec Q_{pt}: débit de calcul total

$\sum l_i$: Somme des longueurs des tronçons du réseau existant ($\sum l_i = 10697.18m$).

III.6 Description du réseau d'AEP existant :

Le réseau de distribution de la ville de Theniet Ennasr couvre pratiquement la totalité de la ville, et il est de type ramifié dans certaines parties.

Ce réseau a été réalisé au fur et à mesure du développement et de l'extension de la ville, avec une longueur totale de **10697.18** m .

La ville est alimentée à partir du forage Ouled Meni I par une adduction en acier galvanisé de diamètre 80 mm sur une longueur de 562.11 m. Une autre conduite d'adduction alimente Theniet Ennasr à oartir de la source Ain N'sour, cette conduite et de type acier galvanisé de diamètre 66 mm sur une longueur de 685.94 m et d'un diamètre 50 mm sur une longueur 338.35 m .

Les conduites du réseau sont reparties selon le matériau : de type PVC avec des longueurs de 7555.11 m et de type PEHD avec des longueurs 3142.07 m .

III.7 Calcul hydraulique :

Nous avons simulé le réseau existant par le logiciel EPANET qui permet de calculer le débit et la vitesse dans chaque tuyau, la pression dans chaque nœud et le niveau de l'eau dans les réservoirs.

III.7.1. Présentation du calcul par le logiciel (EPANET 2.0 Fr) :

***EPANET2W-Fr (EPANET 2.0 Frances* IDMH)**

EPANAET 2.0 est un logiciel développé par l'agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis (U.S. Environemental Protection Agency, U.S.E.P.A) pour la simulation du comportement des systèmes de distribution d'eau d'un point de vue hydraulique et également d'un point de vue qualité de l'eau. C'est un logiciel gratuit disponible sur internet.

Le modèle hydraulique de simulation d'EPANET 2.0 calcule l'évolution des charges hydrauliques dans les nœuds et l'écoulement dans les arcs, en fonction des niveaux initiaux des réservoirs des variations dans le temps des niveaux des bâches et des demandes en eau aux nœuds de demandes. La détermination des charges et des débits à un instant donné implique la résolution simultanément des équilibres de masse dans les nœuds et les pertes de charges dans chaque arc du réseau.

Les étapes de simulation :

- **Etape N_1 :**

Sur la boite de dialogue qui est représentée sur la figure III.1 on doit définir les paramètres suivants **:**

- Sélectionnez comme unité de débit (l/s)**.**
- Choisir la formule de perte de charge **:**

La perte de charge à cause du frottement de l'eau avec les parois du tuyau peut être calculée en utilisant une de ces trois formules suivantes **:**

- Formule de Darcy – Weisbach
- Formule de Hazen – Williams
- Formule de Chezy – Manning

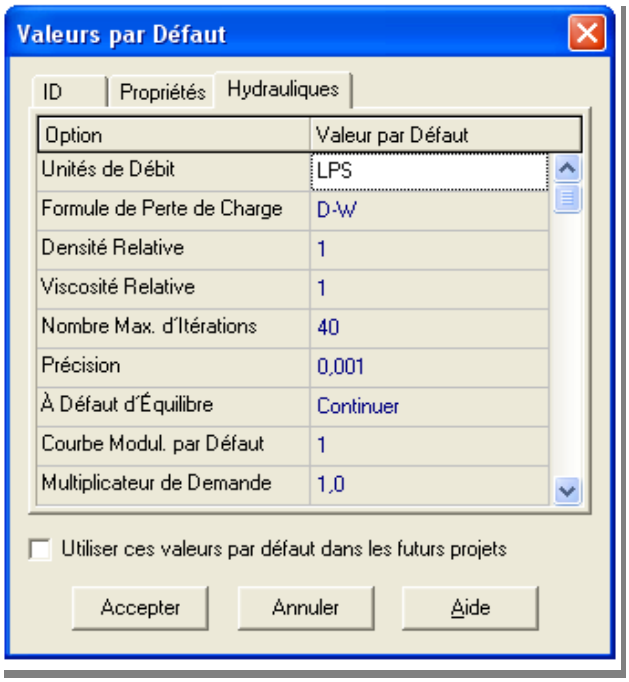


Fig III.1 Boit de dialogue

NB :

La formule de perte de charge est, par défaut, celle de Darcy – Weisbach, avec un retour possible sur les formules de Hazen – Williames ou de Chezy – Maning.
Pour notre étude on utilise la formule de Hazen – Williames.

- **EtapeN_2 :**

La rubrique navigateur des données permet l'accès aux différents objets du réseau classifiés par catégorie (nœuds de demande, tuyaux, etc.).
Les boutons du bas de la fenêtre sont utilisés pour ajouter, supprimer ou modifier ces objets.

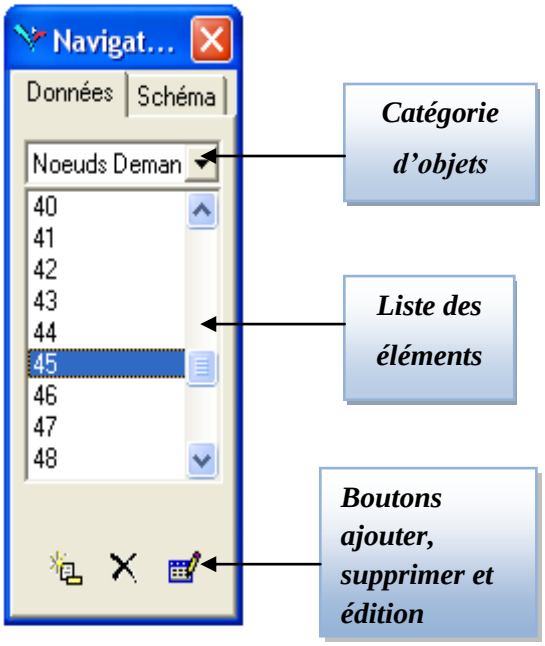
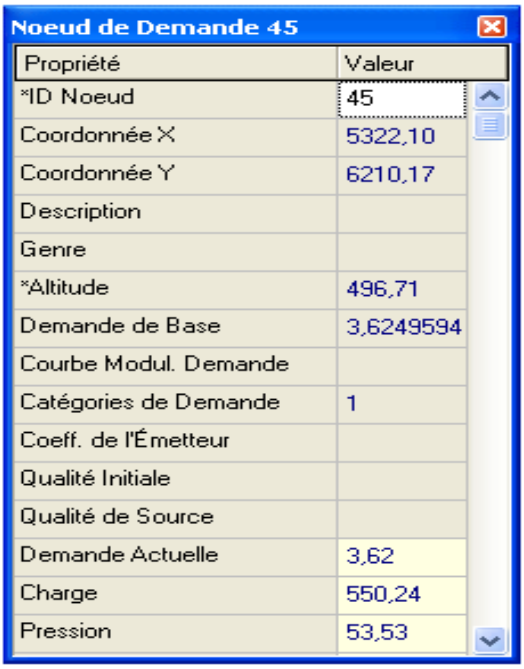


Fig III.2 Le navigateur des données

A) Propriétés des nœuds de demande :

Dans chaque noued on doit définr les coordonnées (X, Y, Z) en plus de la demande correspondant. Après la simulation on obtient la pression et la charge de chaque nœud



Noeud de Demande 45

Propriété	Valeur
*ID Noeud	45
Coordonnée X	5322,10
Coordonnée Y	6210,17
Description	
Genre	
*Altitude	496,71
Demande de Base	3,6249594
Courbe Modul. Demande	
Catégories de Demande	1
Coeff. de l'Émetteur	
Qualité Initiale	
Qualité de Source	
Demande Actuelle	3,62
Charge	550,24
Pression	53,53

Fig III.3 Propriétés des Nœuds de demande

B) Propriétés du tuyau :

- **Nœud initial :** Etiquette d'identification du nœud d'où le tuyau part. Ce champ est obligatoire.
- **Nœud final :** Etiquette d'identification du nœud où le tuyau arrive. Ce champ est obligatoire.
- **Longueur :** Longueur du tuyau en mètres. Ce champ est obligatoire.
- **Diamètre :** Diamètre du tuyau en [mm]. Ce champ est obligatoire.
- **Rugosité :** Coefficient de rugosité du tuyau. Ce champ est obligatoire.



Tuyau 45

Propriété	Valeur
*ID Tuyau	45
*Noeud Initial	43
*Noeud Final	44
Description	
Genre	
*Longueur	88,14
*Diamètre	352,6
*Rugosité	0,0015
Coeff. Pertes Singul.	0
État Initial	Ouvert
Coef.Réact. dans la Masse	
Coef.Réact. aux Parois	
Débit	88,58
Vitesse	0,91
Perte Charge Unitaire	1,70

Fig III.4 Propriétés des tuyaux

C) Propriétés des réservoirs :

- **Coordonnée x :** Position horizontale du réservoir
- **Coordonnée y :** Position verticale du réservoir
- **Altitude de radier :** Altitude du radier du réservoir en mètres par rapport à une référence donnée

NB : Champ obligatoire pour coordonnes (x, y, z). Les unités de cordonnes (x, y, z) par [m].

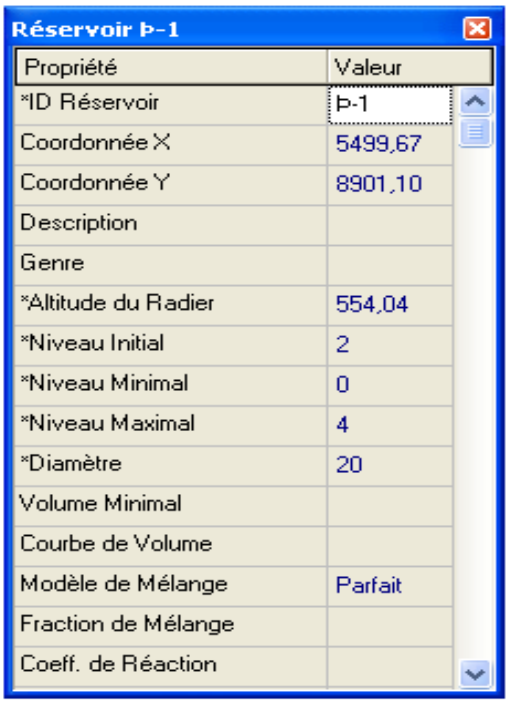
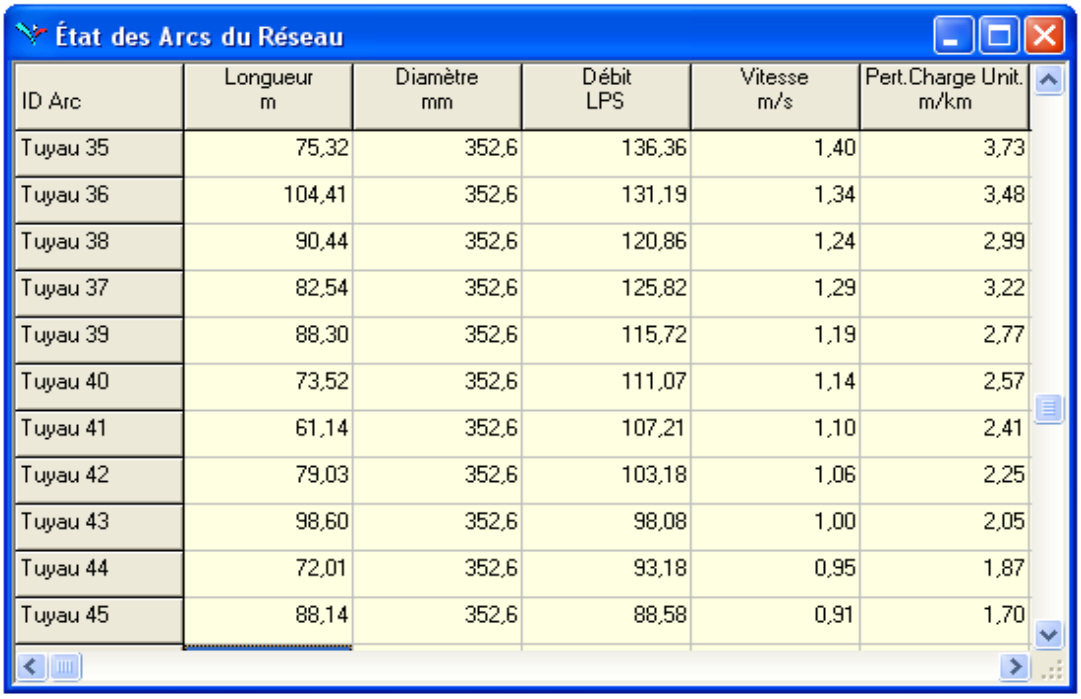


Fig III.5 Propriétés des Réservoirs

- **EtapeN_3:** Affichage du Résultats (tronçon, Nœud)

A) Résultats au tronçon :

- Débit de tronçon [l/s]
- Vitesse d'écoulement [m/s]
- Perte de charges [m/km]
- Etat de la conduite
- Longueur [m]
- Diamètre [mm]



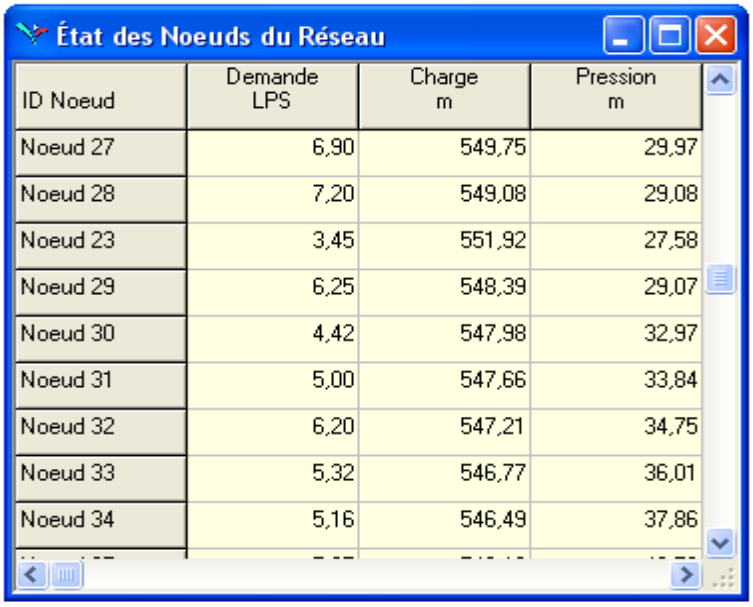
État des Arcs du Réseau

ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau 35	75,32	352,6	136,36	1,40	3,73
Tuyau 36	104,41	352,6	131,19	1,34	3,48
Tuyau 38	90,44	352,6	120,86	1,24	2,99
Tuyau 37	82,54	352,6	125,82	1,29	3,22
Tuyau 39	88,30	352,6	115,72	1,19	2,77
Tuyau 40	73,52	352,6	111,07	1,14	2,57
Tuyau 41	61,14	352,6	107,21	1,10	2,41
Tuyau 42	79,03	352,6	103,18	1,06	2,25
Tuyau 43	98,60	352,6	98,08	1,00	2,05
Tuyau 44	72,01	352,6	93,18	0,95	1,87
Tuyau 45	88,14	352,6	88,58	0,91	1,70

Fig III.6 Exemple de tableau avec des résultats au tronçon

B) Résultats au Nœud :

- Pression au sol [m].
- Demande (débit de nœud) [l/s].
- La charge [m].



État des Noeuds du Réseau

ID Noeud	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud 27	6,90	549,75	29,97
Noeud 28	7,20	549,08	29,08
Noeud 23	3,45	551,92	27,58
Noeud 29	6,25	548,39	29,07
Noeud 30	4,42	547,98	32,97
Noeud 31	5,00	547,66	33,84
Noeud 32	6,20	547,21	34,75
Noeud 33	5,32	546,77	36,01
Noeud 34	5,16	546,49	37,86

Fig III.7 Exemple de tableau avec des résultats au nœud

III.8. Résultats de calcul hydraulique de réseau :

Dans chaque simulation le logiciel permet le :

- calcul de vitesse
- calcul de pertes de charges
- calcul de pression

III.8.1. Cas de pointe :

III.8.1.1. Calcul de vitesse :

Tableau III.8 Les vitesses de tous les tronçons

Vitesse (m/s)	0 - 0.1	0.1 - 0.5	0.5 - 1	1 – 2	> 2	Totale
La somme des longueurs	4008.9	4243.41	1470.96	692.14	0	**10415,41**
Pourcentage(%)	38.49	40.74	14.12	6.65	0	**100**

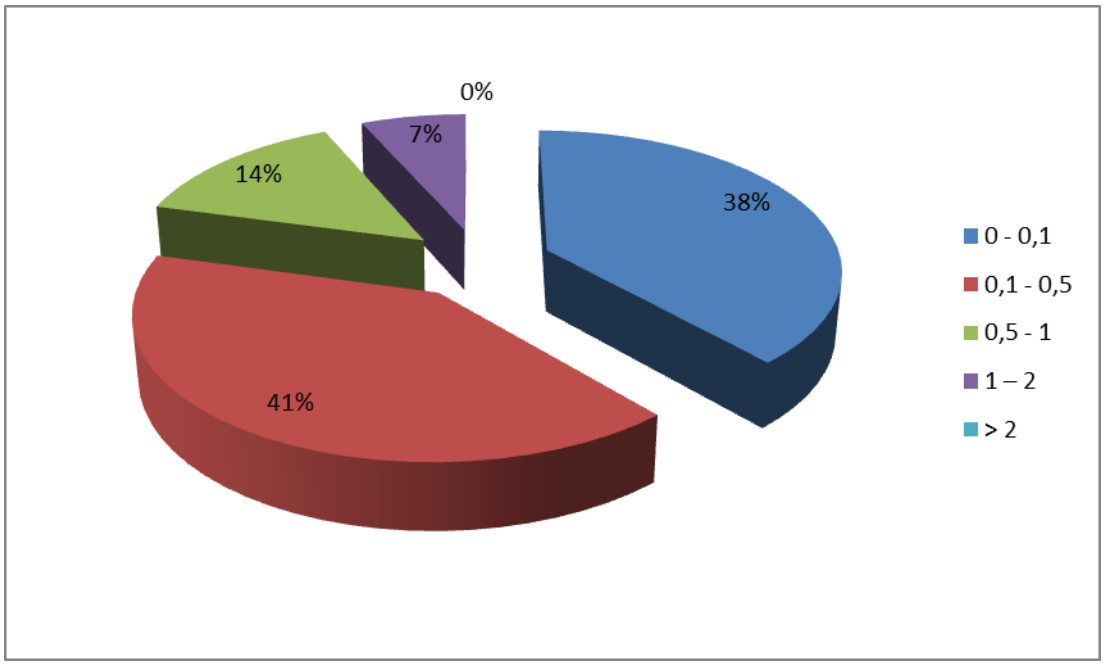


Fig.III.8 Secteur de la vitesse pour le réseau existant

III.8.1.2. Calcul des Pertes de Charge :

Tableau III.9 Le Pertes de Charges de tous les tronçons

P.D.C (m/km)	0-5	5-10	10-20	**Totale**
La somme des longueurs	9003.17	466.11	946.13	**10415,41**
Pourcentage(%)	86.44	4.48	9.08	100

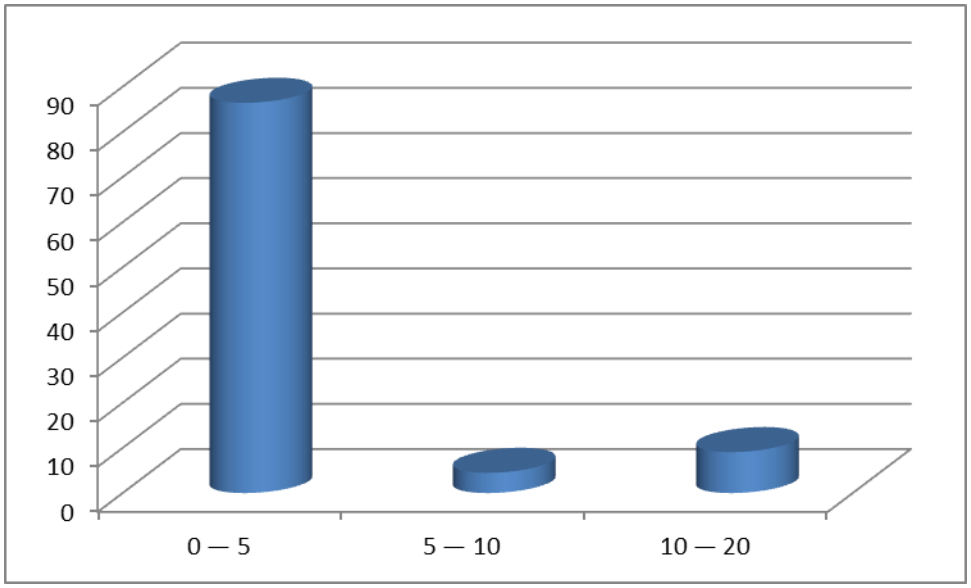


Fig III.9 Histogramme de perte de charge

III.8.1.3. Calcul de Pression :

Tableau III.10 Les résultats des pressions

Pression (bar)	**0 - 5**	**5 - 8**	**8 - 10**	**10 – 12**	**> 12**	**Totale**
La somme des nœuds	1	3	8	47	33	**92**
Pourcentage(%)	1.09	3.26	8.70	51.09	35.87	**100**

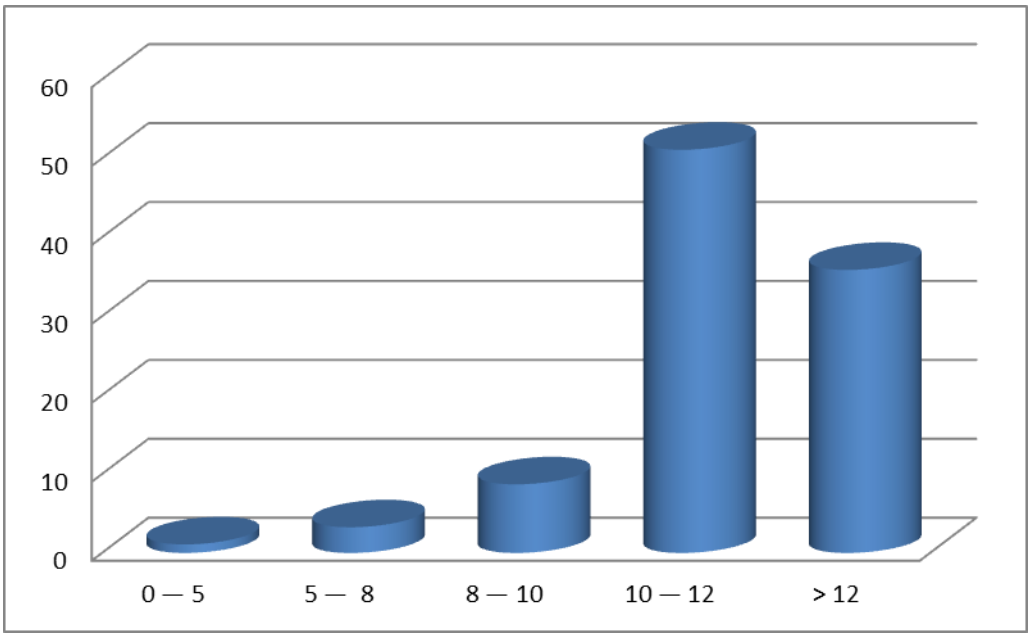


Fig III.10 Histogramme de pression

III.9 Examen des résultats et expertise :

Le réseau de distribution de la ville de Theniet Ennasr présente un certain déséquilibre du point de vu vitesse et pression à cause du choix des diamètres mal dimensionné et mal raccordés.

Pour corriger cette anomalie on propose de :

- ✓ Changer quelques tronçons (surdimensionnés) pour augmenter la vitesse. En ce qui concerne les tronçons de petit diamètre, on les garde car on ne doit pas mettre des diamètres inférieurs à 40 mm dans le réseau
- ✓ Nous avons projeté un réservoir de 300 m^3 du site d'altitude égale à 1122

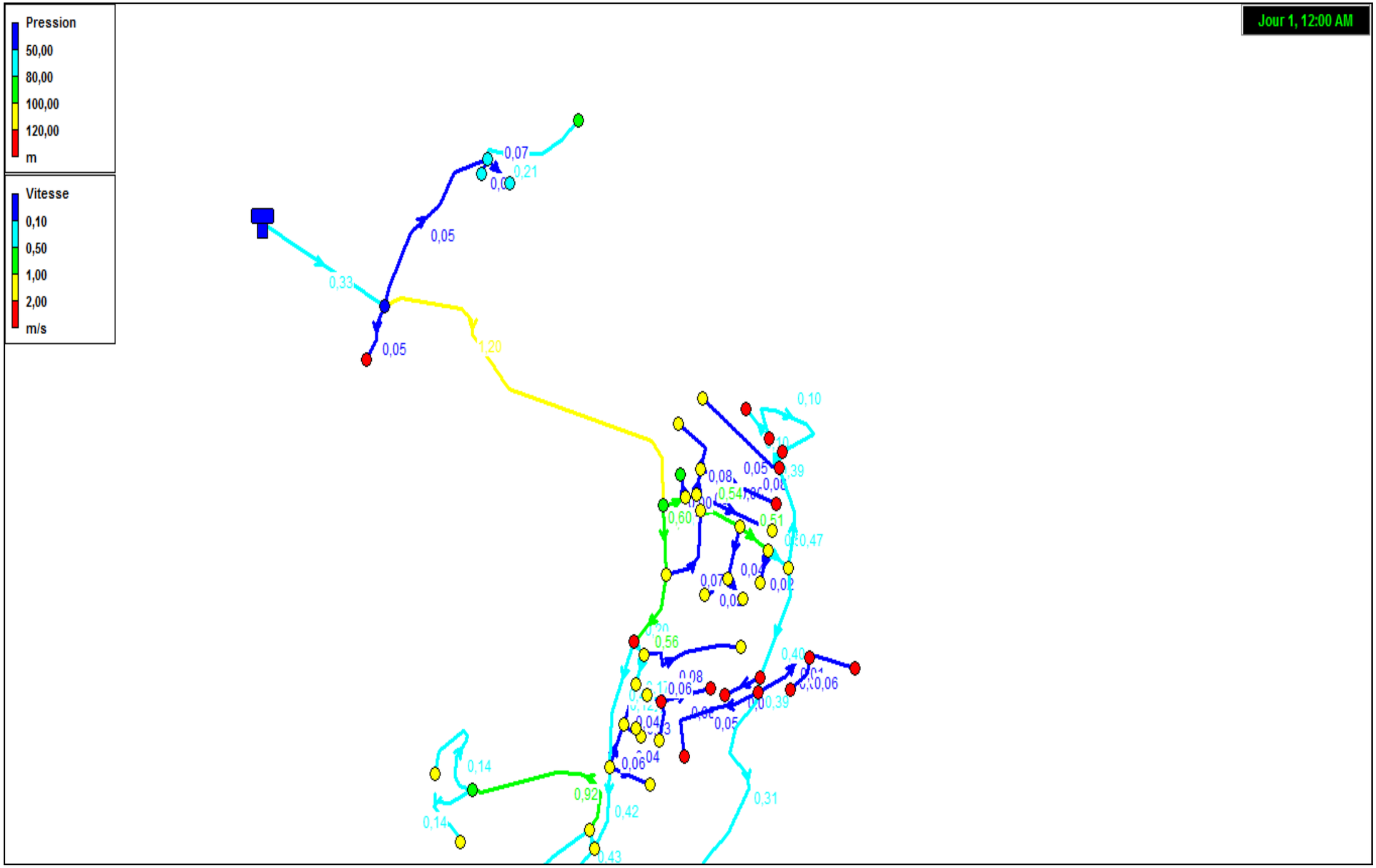


Figure III.11 schéma du réseau existant (zone 1)

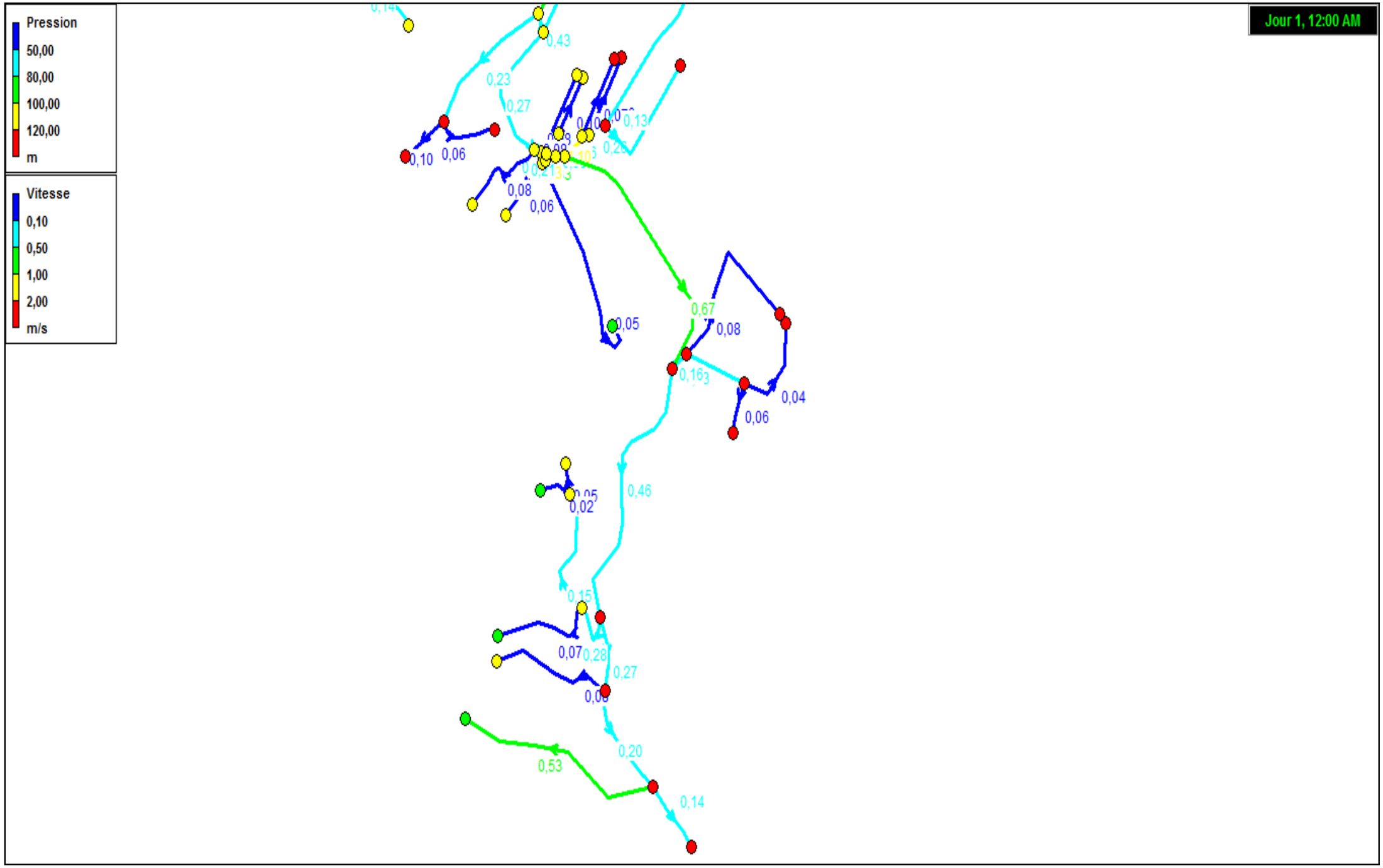


Figure III.12 schéma du réseau existant (zone 2)

III.10 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons étudié le réseau existant. L'état du réseau de point de vue matériaux et équipements est jugé acceptable, mais en cas de rénovation du réseau le PVC doit être remplacé par le PEHD. Par contre, de point de vue hydraulique, le réseau présente certaines défaillances dans quelques tronçons. La correction de toutes les anomalies nécessite le changement de plusieurs tronçons se qui demande un coût très élevé, néanmoins, nous avons amélioré la qualité du réseau en redimensionnant le minimum de tronçon possible