

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Hydraulique

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Par : Mekkioui Fatima Zohra

Sujet

Modélisation d'un réseau d'AEP avec logiciel Porteau : cas de la localité d'Abou Tachfine

Soutenu publiquement, le 12/06 /2023, devant le jury composé de :

Mr Megnounif Abdesselam	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr Terki Hassaine Taha El Amine	M.C.B	Université de Tlemcen	Examineur
Mr Habi Mohammed	Professeur	Université de Tlemcen	Encadreur

Année universitaire : **2022 /2023**

Remerciements

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude pour ma thèse de Master. Leurs encouragements, leur soutien et leur expertise ont été inestimables tout au long de ce parcours académique.

Tout d'abord, je tiens à remercier mon encadrant Mr. **HABI Mohammed**, pour sa guidance précieuse, ses conseils éclairés et sa disponibilité tout au long de cette recherche. Ses orientations ont été d'une grande valeur et ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail.

Je suis profondément reconnaissant envers Mr. **MEGNOUNIF Abdesselam** d'avoir accepté avec honneur de présider le jury chargé d'évaluer ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers Mr. **TERKI HASSAINE Taha EL Amine** d'avoir généreusement accepté d'examiner ce travail, malgré ses multiples responsabilités et préoccupations.

Que Mr. **BOUMEDIENE Maamer**, Chef de filière d'Hydraulique Urbain soit particulièrement remercié pour son aide et son soutien.

Mes remerciements vont également à l'équipe pédagogique et aux enseignants de département de l'hydraulique pour leur enseignement de qualité et leur partage de connaissances approfondies. Leurs cours et séminaires ont enrichi ma compréhension du sujet et ont été une source d'inspiration pour ce mémoire.

J'aimerais exprimer ma gratitude envers mes collègues et camarades de classe qui ont partagé cette aventure avec moi. Leurs discussions, leurs commentaires et leurs encouragements ont été précieux tout au long de ce travail de recherche.

Je souhaite également remercier tous les participants qui ont accepté de prendre part à cette étude en fournissant des données et en partageant leurs expériences. Leur contribution a été essentielle pour la réalisation de cette recherche.

Enfin, je n'oublie pas de remercier ma famille et mes amis pour leur soutien inconditionnel, leurs mots d'encouragement et leur compréhension durant cette période exigeante. Leur amour et leur appui ont été une source de motivation constante.

En résumé, je suis profondément reconnaissant envers toutes les personnes qui ont contribué à ce mémoire de fin d'étude. Leurs efforts collectifs ont rendu cette réalisation possible. Leur engagement et leur soutien ont été d'une valeur inestimable et ont enrichi mon expérience de recherche.

Merci à tous.

Dédicace

Louange à Dieu tout puissant, qui m'a permis de voir ce jour tant attendu, je dédie cette thèse :

A ma très chère Mère Megnounif Soumia

La plus belle créature que Dieu a créée sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité qui n'a jamais cessée de formuler des prières à mon égard afin de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

Vous avez toujours cru en moi, même lorsque je doutais de moi-même. Votre présence chaleureuse et votre épaule réconfortante ont été un soutien essentiel tout au long de ce parcours académique.

Votre force, votre sagesse et votre persévérance m'ont montré l'importance de travailler dur pour atteindre mes objectifs. Votre amour maternel m'a donné la confiance nécessaire pour poursuivre mes rêves et surmonter les obstacles qui se sont dressés sur mon chemin.

Je t'aime Maman.

A mon très cher père Mekkioui Sidi Mohammed

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer l'homme que tu es.

Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension... Ton soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse.

A ma sœur Merwa et son époux Zakaria

A mes chères sœurs, Zineb, Ikram

A mon frère, Abdenour

A mon neveu, Yahia

Vous êtes mes compagnons de vie, mes confidents et mes plus grands soutiens. Votre amour inconditionnel, votre encouragement constant et votre présence réconfortante ont été des piliers solides tout au long de mon parcours académique.

A ma chère Grand-mère

Qui je souhaite une bonne santé et longue vie

A la mémoire de mes grands-parents paternelle et mon grand-père maternelle.

A la mémoire de mon cher oncle « Mekkioui Djamel ».

A la mémoire de mon cher ami « Yazid Zair ».

Que dieu les gardent dans son vaste paradis

A la famille « MEGNOUNIF »

A mes oncles « Abderrahmane, Abdellatif, Ismail » et leurs épouses

A mes tantes « Nacéra, Faiza, Assia » et leurs époux

A mes cousins et cousines « Asma, Amina, Sarah, Inès, Khadidja, Meryem, Ahlem, Amel, Mohammed², Sofiane, Oussama, Yassine, Zakaria, Abdelillah, Abdellah, Walid, Sohayeb »

A ma tante Safana et son époux Abdellatif **Semmoud**

A mes cousins(es) « Djilali, Hadjer, Abderrahmane, Khadidja »

A la famille « **MEKKIOUI** »

A mon oncle « Rachid »

A mes tantes « Nadjia, Dalila, Anissa, Sarah ».

A mes cousins(es) « Raweda, Narimene, Chemesse-Eddine, Salah-Eddine, Fayçel, Wail, Mustapha, Ramzi, Amine, Samir, Nihed, Rayane, Lamisse »

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

A mes chère Amies « Negadi Amira » et « Bensahla Tani Fatima.Z »

Vous avez illuminé ma vie de votre amitié sincère et de votre soutien inconditionnel. Vous avez été présentes à mes côtés durant cette période académique et m'avez apporté un soutien inestimable.

A mes Amies « Mouna, Imène, Ghizlène, Houria »

A mon ami « Oussama »

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et un frère sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A toute la promotion Hydraulique Urbain 2023

À mes amis et camarades de classe, pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements et leur présence durant ces années d'études. Votre amitié et votre soutien ont rendu cette aventure plus agréable et m'ont aidé à surmonter les moments de doute et de difficulté.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Fatima Zohra

Résumé : Le dimensionnement d'un réseau se faisant dans les conditions les plus critiques, c'est-à-dire en jour de pointe et heure de pointe, il est intéressant d'étudier la pression de distribution dans ces conditions.

Ce travail consiste à dimensionner le réseau d'alimentation en eau potable d'Abou Tachfine avec logiciel Porteau ; adopté aux conditions de calculs des réseaux d'A.E. P locales, en mettant l'accent sur la simulation des pressions dans un scénario de demande maximale.

Dans ce cas deux variantes seront étudiés ; à savoir l'alimentation à partir des réservoirs tombeau du Rab et réservoir de l'université.

À travers des simulations numériques, nous avons pu prédire les variations de pression dans le réseau sur une période de 24 heures, ainsi qu'à l'heure de pointe spécifique. Les résultats de nos simulations ont fourni des informations précieuses sur les variations de pression dans le réseau d'alimentation en eau potable. Nous avons identifié les zones où des baisses significatives de pression se produisent, permettant ainsi d'identifier les points vulnérables du réseau.

Contrairement à la distribution de la pression calculée par le module Zomayet ; une analyse des résultats de la répartition de la pression calculer par le module Opointe montre une variation de l'ordre de 28 MCE à 71 MCE ; et ceux non seulement en fonction de la topographie du réseau mais aussi en fonction de la hauteur d'eau dans les réservoirs.

Mots clés : Alimentation en eau potable, Abou Tachfine, Porteau, simulation, Zomayet, Opointe.

Summary: The dimensioning of a network being done under the most critical conditions, i.e. in peak day and peak hour, it is interesting to study the distribution pressure under these conditions.

This work consists in dimensioning the drinking water supply network of Abu Tachfine with Porteau software; adopted to the calculation conditions of the local P.W.S networks, with emphasis on the simulation of the pressures in a maximum demand scenario.

In this case two variants will be studied; namely the supply from the Rab tomb reservoir and the University reservoir.

Through numerical simulations, we were able to predict the pressure variations in the network over a 24-hour period, as well as at the specific peak hour. The results of our simulations provided valuable information about the pressure variations in the drinking water supply network. We have identified areas where significant pressure drops occur, allowing us to identify vulnerable points in the network.

Contrary to the pressure distribution calculated by Zomayet, an analysis of the pressure distribution results calculated under Opointe shows a variation of the order of 28 MCE to 71 MCE; and these not only according to the topography of the network but also according to the height of water in the reservoirs.

Key words: Drinking water supply, Abou Tachfine, Porteau, simulation, Zomayet, Opointe.

ملخص: قياس أبعاد الشبكة التي يتم إجراؤها في أكثر الظروف خطورة، أي خلال أيام الذروة وساعات الذروة، من المثير للاهتمام دراسة ضغط التوزيع في ظل هذه الظروف.

يتكون هذا العمل من تحديد حجم شبكة إمدادات مياه الشرب في أبو تاشفين باستخدام برنامج Porteau المعتمدة في ظل ظروف حساب شبكات A.E. محلي، مع التركيز على محاكاة الضغوط في سيناريو أقصى طلب.

في هذه الحالة سيتم دراسة نوعين مختلفين؛ وهي التزويد من خزانات مقبرة الرب وخزان الجامعة.

من خلال عمليات المحاكاة العددية، تمكنا من التنبؤ بتغيرات الضغط في الشبكة على مدار 24 ساعة، وكذلك في ساعة الذروة المحددة. قدمت نتائج عمليات المحاكاة التي أجريناها معلومات قيمة عن تغيرات الضغط في شبكة إمداد مياه الشرب. لقد حددنا المناطق التي يحدث فيها انخفاض كبير في الضغط، مما يجعل من الممكن تحديد النقاط المعرضة للخطر في الشبكة.

على عكس توزيع الضغط المحسوب بواسطة Zomayet ؛ يُظهر تحليل نتائج توزيع الضغط المحسوب باستخدام Opointe تبايناً في الترتيب من MCE 28 إلى MCE 71 ؛ وتلك ليس فقط حسب تضاريس الشبكة ولكن أيضاً وفقاً لارتفاع المياه في الخزانات.

الكلمات المفتاحية: تزويد مياه الشرب، أبو تاشفين، Porteau، محاكاة، Zomayet، Opointe

Table des matières

Introduction Générale

CHAPITRE 01 : Présentation de la zone d'étude

I. Introduction :	1
II. Présentation de la Wilaya de Tlemcen	1
III. Situation de l'AEP à Tlemcen :	1
III.1 Système de distribution :	2
III.2 Zone de distribution :	2
IV. Présentation de la zone d'étude :	5
IV.1 Présentation de la Commune d'Abou Tachfine :	5
IV.2 Réseau d'Abou Tachfine :	6
IV.2.1 Réservoirs de stockage :	6
IV.2.1.1 Réservoirs Tombeau du Raab :	7
IV.2.1.2 Réservoir de l'Université :	8
IV.2.2 Le réseau de distribution d'Abou Tachfine	10

CHAPITRE 02 : Méthodologie appliquée

I. Introduction :	11
II. Logiciel de simulation Porteau :	11
II.1 C'est quoi Porteau ?	11
II.2 L'interface graphique :	11
II.3 Les principales caractéristiques :	12
II.4 Les modules de calculs :	13
II.5 Modèle de consommation :	18

CHAPITRE 03 : Simulation, résultats et discussion.

I. Introduction :	20
II. La 1 ^{er} Variante :	20
II.1 1 ^{er} cas : Réservoir Tombeau du Rab alimenter seulement à partir du forage de Sidi Otmane :	20
II.2 2 ^{ème} cas : Réservoir Tombeau du Rab alimenter à partir du forage de Sidi Otmane et le réservoir de Mansourah :	51
III. 2 ^{ème} Variante :	66
IV. conclusion :	80

Conclusion générale

Référence Bibliographique

Liste des tableaux

N°	Tableau	Pages
1	Caractéristiques des réservoirs.	6
2	Caractéristique des réservoirs Tombeau du Raab.	7
3	Caractéristique du réservoir Université.	8
4	Linéaire des différents types de conduites.	10
5	La pression calculée par le module Zomayet	23
6	la pression calculée par le module Opointe à 11h.	23
7	la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	28
8	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	28
9	La pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h	33
10	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	33
11	La pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h.	38
12	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	38
13	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	43
14	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	43
15	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	48
16	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	48
17	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	53
18	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	53
19	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	58
20	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	58
21	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	63
22	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	63
23	La pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h.	68
24	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	68
25	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h	73
26	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	73
27	La pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.	78
28	La pression calculée par le module Opointe à 11h.	78

Liste des Figures

N°	Figures	Pages
1	Carte de Tlemcen	1
2	Localisation de la zone d'Abou Tachfine.	6
3	Détail des réservoirs Tombeau du Raab.	7
4	Détail du réservoir de l'Université.	9
5	Matériaux constituant du réseau.	10
6	Schématisation d'un réseau.	12
7	Courbe de profil en long.	13
8	Résultats Zomayet par graphe.	14
9	Résultat Opointe par schéma.	15
10	Tableau de saisie le nombre d'abonné dans un nœud.	16
11	Répartition de la consommation des abonnés sur les différents nœuds	17
12	Insertion des données domestique.	18
13	Saisie des modèles de consommation.	19
14	Courbe de modèle de consommation domestique.	20
15	Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.	22
16	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.	24
17	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.	25
18	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.	26
19	Représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine.	27
20	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391	29
21	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.	30
22	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.	31
23	Représente la partie haute pour la zone d'Abou Tachfine	32
24	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.	34
25	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.	35
26	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.	36
27	Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine	37
28	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.	39
29	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52	40
30	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.	41
31	Représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine	42
32	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.	44
33	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.	45

34	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.	46
35	Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.	47
36	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.	49
37	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.	50
38	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.	51
39	Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine	52
40	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.	54
41	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.	55
42	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.	56
43	Représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine.	57
44	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.	59
45	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.	60
46	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.	61
47	Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.	62
48	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.	64
49	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.	65
50	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.	66
51	Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.	67
52	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.	69
53	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.	70
54	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.	71
55	Représente la partie moyenne pour la zone d'Abou Tachfine.	72
56	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.	74
57	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.	75
58	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.	76
59	Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.	77
60	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.	79
61	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.	80
62	Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.	81

Liste des abréviations

A.E.P : Alimentation en Eau Potable.

SDEM : Station de Dessalement des Eaux de Mer.

GUT : Groupement Urbain de Tlemcen.

PEHD : polyéthylène haute densité.

A0 : format a 0.

DN : diamètre nominal.

MCE : mètre colonne d'eau.

ADE : Algérienne Des Eaux.

Introduction générale

La gestion efficace des réseaux d'alimentation en eau potable est essentielle pour assurer un approvisionnement adéquat en eau aux abonnés, en particulier lors des périodes de demande maximale. Dans ce contexte, il devient crucial d'évaluer les performances hydrauliques du réseau et de prédire les variations de pression qui se produisent lorsqu'un grand nombre d'abonnés ouvrent leurs robinets simultanément, créant une situation de pic de demande.

L'objectif principal de cette recherche est d'évaluer l'impact de cette demande concentrée sur les performances hydrauliques du réseau de la localité d'Abou Tachfine et d'identifier les zones où des problèmes de pression peuvent survenir.

Nous nous apercevons rapidement de la difficulté d'optimiser d'un tel réseau sur lequel nous ne maîtrisons pas l'ensemble des données. C'est pour cela que dans un premier temps, nous abordons la phase de collecte et d'actualisation des données, qui est une phase primordiale. Plusieurs sorties sur le terrain (pas moins d'une trentaine) ont été effectuées en collaboration avec les techniciens de l'ADE.

L'utilisation du logiciel de modélisation hydraulique, tel que Porteau, pour effectuer des simulations numériques du réseau d'alimentation en eau potable nécessite une formation sur ce logiciel ; cette formation a duré un mois.

Dès lors, l'objet du travail consiste en une meilleure appréhension du fonctionnement du réseau via la modélisation sur le logiciel Porteau. Porteau est un logiciel de modélisation du comportement d'un réseau de distribution ou de transport d'eau sous pression. Il constitue une aide à la décision pour le dimensionnement et la gestion d'un réseau de distribution ou d'adduction d'eau potable.

Le mémoire est scindé en trois chapitres :

- Le premier chapitre, contient la présentation de la zone d'étude ;
- La méthodologie du travail et la présentation du logiciel Porteau ; font l'objet du second chapitre ;
- Le troisième chapitre traite la création du modèle et la présentation des résultats des différents scénarios étudiés.



CHAPITRE 01 :

Présentation de la zone
d'étude.



I. Introduction

Le présent chapitre vise à fournir une vue d'ensemble de la zone d'étude ainsi que des aspects généraux relatifs au réseau d'alimentation en eau potable. Il s'agit de poser les bases nécessaires pour comprendre le contexte dans lequel s'inscrit cette étude.

II. Présentation de la Wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen est une wilaya algérienne située à l'extrême Nord-ouest de l'Algérie. Elle est située sur le littoral Nord-ouest du pays et dispose d'une façade maritime de 120 km. C'est une wilaya frontalière avec le Maroc, avec une superficie de 9 017,69 km² et population de 949 135 habitants, elle se compose de 69 localités (Figure 1) [1].

Dans notre cas on a basé sur la zone d'étude Abou Tachfine.



Figure 1 : Carte de la wilaya de Tlemcen [2].

III. Situation de l'AEP à Tlemcen

La Wilaya de Tlemcen a bénéficié par le passé d'un potentiel hydrique important, ce qui a conduit à la mise en place d'un vaste réseau d'infrastructures hydrauliques conventionnelles.

L'approvisionnement en eau potable du Groupement Urbain de Tlemcen est assuré à partir de 20 forages, 08 sources et deux barrages (Barrage du Meffrouche et Béni Bahdel). Les capacités de stockage sont énormes (37 réservoirs et brises charges).

Le groupement urbain de Tlemcen (GUT) compte 57075 abonnés reliés au réseau d'eau potable.

III.1. Système de distribution

Le réseau de distribution du GUT est composé de vingt-trois zones, il est de nature hétérogène (fonte, acier galvanisé, PVC et PEHD) et compte un linéaire de près de 500 Km avec des diamètres allant du DN 60 au DN 500mm [3].

III.2. Zones de distributions

Tlemcen est alimentée par la station de dessalement d'eau de mer de Honaine, elle alimente 18 réservoirs [4] :

1. Réservoirs Sidi Otmane

Réservoirs de 2*1300 m³ alimente :

- Ain Defla
- Zone industrielle

2. Réservoirs Chetouane

Réservoir de 3000 m³, 1000 m³, 250 m³ alimente :

- Zone : Chetouane

3. Réservoirs Ouzidane

Réservoirs de 1000 m³, 300 m³, 250 m³ alimente :

- Zone : Ouzidane

4. Réservoir Ain El-Houtz

Réservoir de 500 m³ alimente :

- Zone : Ain El-Houtz

5. Réservoirs Ain El-Houtz

Réservoirs de 3000 m³, 1000 m³ alimente :

- Zone : Oudjlida

6. Réservoirs Tombeau du Rab

Réservoirs de 2*2000 m³ alimente

- Zone : Abou Tachfine, Les Oliviers, Kiffane
- Orolait

7. Réservoirs Mansourah

Réservoirs de 5000 m³ ,2*2000 m³ alimente :

- Zones : Makhoukh, Bel-Air, Pasteur, Cerisiers, Sidi Said
- Zone d'Imama : cité 322 logts, cité Sonelec, Hai Essalam, Hai El Moudjahidine, Hai Ibn Badis et une partie à Hai Nassim, les SAM, Terrain Moudjahidine, les duplex
- Zone de Kiffane : cité 348 logts, les amandiers, Terrain Benchaib, Kiffane centrale,28 logts, cité Pomaria,41 logts, cité Bakhti et cité 19 Mai

8. Réservoirs Boudjemil

Réservoirs de 2*2000 m³ alimente :

- Habak ,400 logts, 476 lots, Hai El Djidar,52 villas

9. Réservoirs Tampon

Réservoirs de 2*3000 m³ alimente :

- Zone de Bouhanak : 200 logts, cité 17 octobre,500 logts, lots Afak,276 logts, Terrain zouad, cité militaire, lots communale, DGSN, lots Badr,52 villas AFIT, Hai Nedjma, cité universitaire Abou Baker Belkaid, cité universitaires (200 lits,1000 lits,900 lits,700 lits et 500 lits).
- Zone Imama : 1060 logts, Hai Nour, caserne 22 GL, DGSN, lots louhibi, Ibn Sina,32 logts, cités universitaires 1,2, 3, 4 ,5 ,6 et 7 (ROCADE), pôle universitaire 1 et 2, Mutuelle hydraulique, Hai Salem, village Imama,1079 logts, cité Bahdja, cité policière, cité saira, Terrain Aichouba
- Zone kiffane : Caserne du transport militaire et les Dahlias

10. Réservoir de l'Université

Réservoir de 5000 m³ alimente :

- UB6 : Cité 550 logts et 200 logts, Cité 600 logts, AADL

- Zone : Koudia
- Zone : Boudjlida

Réservoir de 500 m³ alimente :

- Zone : Koudia
- Zone : Village Fatmi Larbi distribution par refoulement.

11. Réservoir Attar

Réservoir de 1500 m³ alimente :

- Lalla Setti, Hôtel Renaissance, Attar et Beni Boublène
- Hôpital Insuffisance respiratoire, Auberge et Résidence Sanaoubare.

12. Réservoir Lala Setti

Réservoir de 3000 m³ alimente :

- Zone : Kalaa supérieure par un répartiteur

13. Réservoir Sidi Tahar

Réservoir de 750 m³ alimente :

- Sidi Tahar, Abbad, Sidi Boumediene et Sidi Ali benguib

14. Réservoir Sidi Chaker

Réservoir de 2000 m³ alimente :

- Zone Ouest : Rue Tidjani Damerdji, Cmd djaber, Fakharine, Rue Abi Ayad, Bab wahrane, Sidi Said CAC, Chetouane et CFA Chetouane
- Zone Est : Agadir, Sidi Boumediene, Riath Hammar, cité 112 logts, Sidi Lahcene, cité des jardins et Hartoune
- Zone Centre-ville : El Mechouar, Bab jiad, Centre-ville, Maison d'arrêt, Place des martyrs

15. Réservoir Birouana

Réservoir de 5000 m³ alimente :

- Zone : Saf-Saf

16. Réservoir Birouana

Réservoir de 2000 m³ alimente :

- Birouana sud, Villa Rivaud, terrain Sari, Sidi Abdellah et direction des forêts

17. Réservoir pépinière

Réservoirs de 2000 m³ alimente :

- Stade Akid Lotfi
- Renforcement zone Sidi Daoudi

IV. Présentation de la zone d'étude

IV.1. Présentation de la commune d'Abou Tachfine

Abou Tachfine (anciennement Bréa) est le nom d'une ancienne commune de la périphérie de Tlemcen en Algérie, fondée en 1846 lors de la première vague d'immigration coloniale avec une superficie de 630 hectare et population de 12789 habitants (Figure 2) [5].



Figure 2 : Localisation de la zone d'Abou Tachfine [6].

IV.2. Réseau d'Abou Tachfine

IV.2.1. Réservoirs de stockage

Le tableau suivant présente les caractéristiques des réservoirs Tombeau du Raab et Koudia.

Tableau 1 : Caractéristiques des réservoirs [4].

Réservoirs	X(m)	Y(m)	V(m ³)	M.C
Tombeau du Raab 1	653372.98	3862101.21	2000	Béton armé
Tombeau du Raab 2	653350.44	3862083.89	2000	Béton armé
Université	652109.19	3864099.25	5000	Béton armé

IV.2.1.1. Réservoirs Tombeau du Raab

❖ Les conduites

- **Conduites d'arrivée :** le remplissage de ce réservoir est assuré à partir de :
 - ✓ Une conduite en DN 300 Fonte à partir de la station de pompage Ain Bendou avec une (01) vanne DN 300 – cône de réduction Ø 300/200 – compteur DN 200.
 - ✓ Une deuxième conduite en Ø 102/114 Acier Galvanisé à partir du réservoir 2×2000 m³ Mansourah équipé d'une (01) vanne DN 100, d'un cône de réduction Ø 100/80 et d'une (01) vanne DN 80.

- **Conduite de vidange :** conduite en Ø 80/90 Acier Galvanisé avec deux (02) vannes DN 80.

- **Conduites de distribution :** la distribution se fait à partir de :
 - ✓ Une conduite Ø 300 Acier équipée d'une vanne, d'un joint démontage et d'un compteur DN 300 desservant Abou Tachfine.
Elle est dotée d'un reniflard pour la réserve d'incendie Ø 300 Acier avec une (01) vanne et une (01) ventouse DN 50.
 - ✓ Conduite en Ø 80/90 Acier Galvanisé, piquée sur la conduite de la vidange vers l'usine d'Orolait (Figure 3) [7].

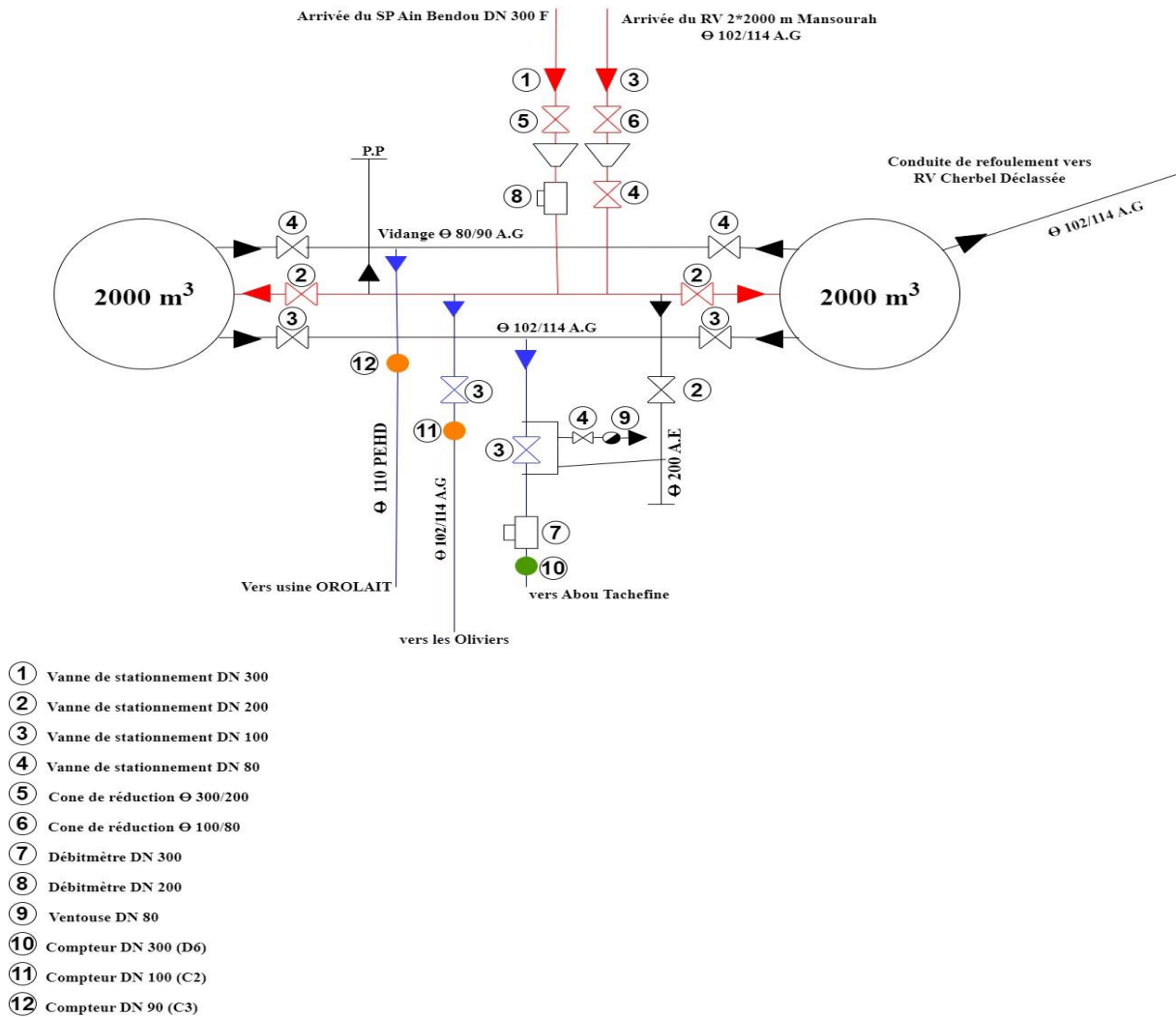


Figure 3 : Détail des réservoirs Tombeau du Raab [7].

Les caractéristiques des réservoirs Tombeau du Raab sont représentées dans le tableau 2

Tableau 2 : Caractéristique des réservoirs Tombeau du Raab [7].

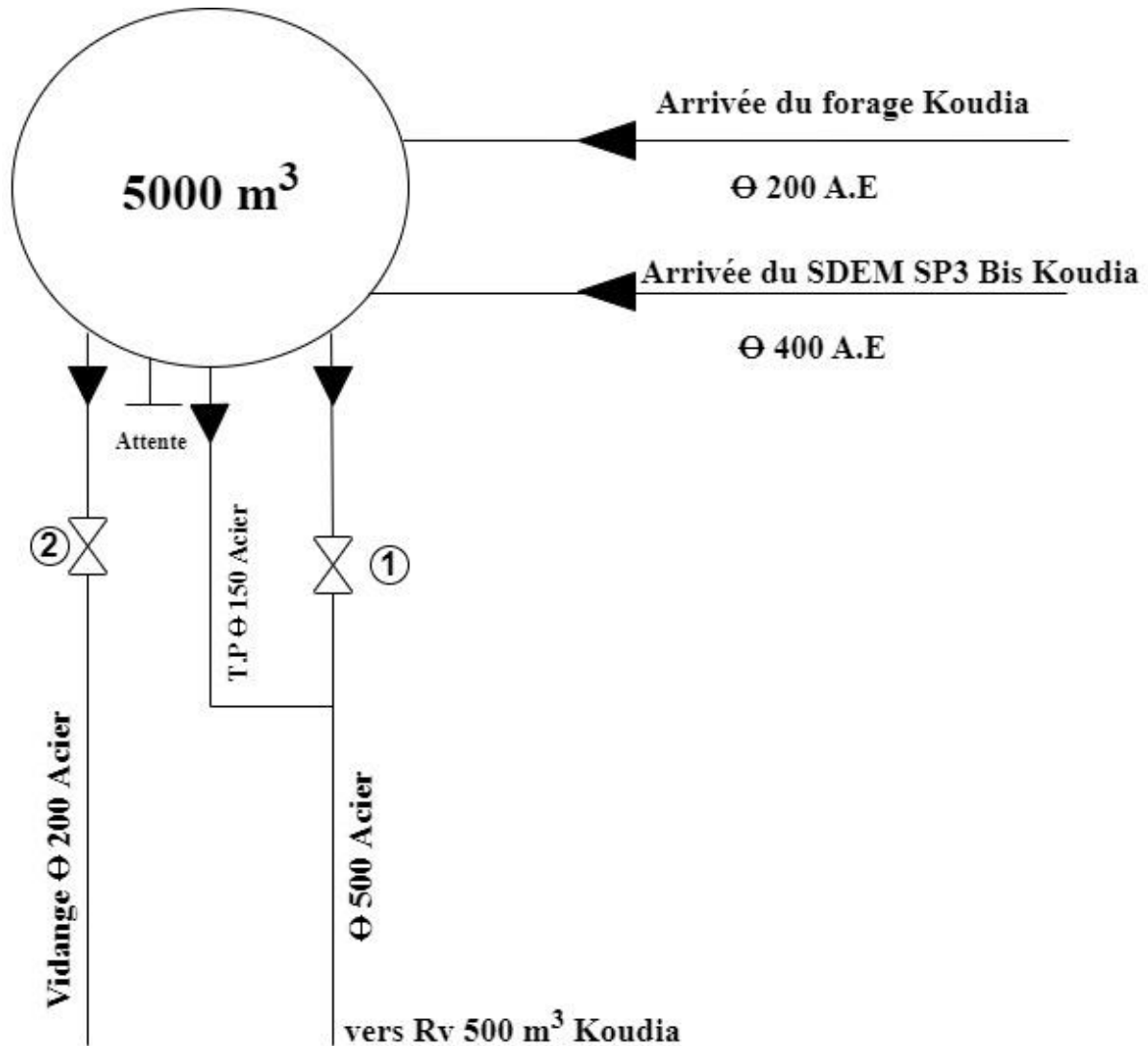
Nom du réservoirs	Type	Diamètre (m)	Hauteur (m)	Cote du radier (m)	Cote trop plein (m)
2×2000 m ³	Semi enterré	22	10	746	756

IV.2.1.2 Réservoir de l'Université

❖ **Les conduites :**

- **Conduites d'arrivée :** le remplissage de ce réservoir est assuré à partir de deux points :
 - ✓ Une conduite en Ø 400 Acier depuis la station de pompage (SP3 Bis).
 - ✓ Une deuxième conduite en Ø 200 Acier depuis le forage Koudia.
- **Conduite de vidange :** conduite Ø 200 Acier avec vanne DN 200 PN 16.
- **Conduite trop plein :** le déversement se fait par une conduite Ø 150 Acier raccordée sur la conduite de distribution.

- **Conduite de distribution :** la distribution se fait à partir :
 - ✓ Une conduite en Ø 500 Acier dessert le réservoir 500 m³ Koudia.
 - ✓ Conduite en Ø 200 Acier dessert Abou Tachfine (Figure 4) [7].



① Vanne de stationnement DN 500 PN16

② Vanne de stationnement DN 200 PN16

Figure 4 : Détail du réservoir de l'Université [7].

Les caractéristiques du réservoir de l'université sont représentées dans le tableau 3

Tableau 3 : Caractéristique du réservoir de l'Université [7].

Nom du réservoirs	Type	Diamètre (m)	Hauteur (m)	Cote du radier (m)	Cote trop plein (m)
5000 m ³	Semi enterré	35	8	736	744

IV.2.2 Le réseau de distribution d'Abou Tachfine :

Le réseau de distribution de notre zone d'étude est un réseau mixte avec quatre mailles, la longueur totale du réseau dépasse les 30 km. Le nombre d'abonnés raccordés au réseau est estimé à 2148 pour Abou Tachfine [4].

Tableau 4 : Linéaire des différents types de conduites [4].

Type de conduite	Acier enrobé	Acier galvanisé	Fonte ductile	PEHD
Longueur (m)	2585	2444	23525	4892
Longueur (%)	7,74	7,31	70,34	14,61

Les conduites du réseau de distribution sont composées de différents matériaux à savoir : Acier galvanisé, Acier enrobé, Fonte ductile, PEHD avec des diamètres variant de 40 mm jusqu'à 500mm (Tableau 4) (Figure 5) [4].

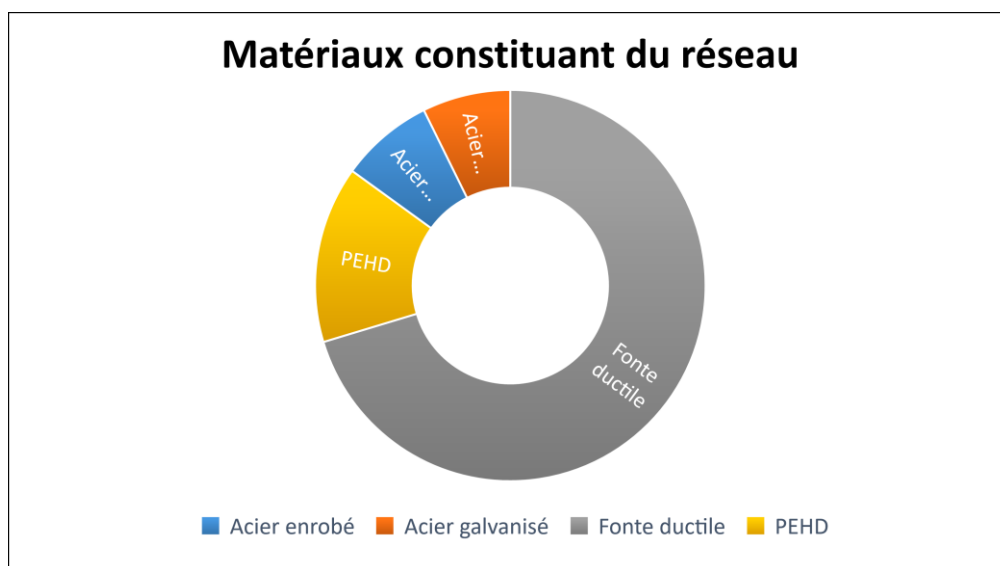


Figure 5 : Matériaux constituant du réseau.



CHAPITRE 02 :

Méthodologie appliquée.



I. Introduction

La modélisation d'un réseau AEP permet par une représentation plus ou moins détaillée de la réalité, de simuler le fonctionnement du réseau et des ouvrages. Cette simulation constitue une aide précieuse à la compréhension du fonctionnement du réseau et permet d'étayer les propositions d'aménagements futurs.

Le modèle peut également être utilisé afin de simuler différents scénarios afin de tester le comportement du réseau et des ouvrages, notamment lors de dysfonctionnements. L'approche intégrera une modélisation hydraulique, réalisée sous le logiciel Porteau.

Les calculs hydrauliques sont pilotés par les consommations affectées à chaque nœud et permettent de représenter les résultats, par exemple, sous forme de graphiques. Porteau est un logiciel libre de droit ce qui permet de réutiliser le modèle créé dans cette étude pour d'autres simulations, sans à avoir d'acheter de licences.

II. Logiciel de simulation Porteau

II.1. C'est quoi Porteau ?

Porteau est un logiciel de simulation hydraulique et de cinétique adapté aux réseaux d'eau sous pression. Il est développé par le Cemagref de Bordeaux en 2001, il permet [8] :

- Une schématisation du réseau.
- La représentation de son fonctionnement en pointe.
- Sur un horizon de plusieurs heures ou jours.
- La modélisation de la qualité avec temps de séjour.
- Cinétique et traçage de provenances.
- Il est utile comme outil de gestion et d'aide au dimensionnement.

II.2. L'interface graphique :

L'interface graphique du logiciel est simple d'utilisation, elle permet de schématiser le réseau étudié par l'emploi de tronçons pour les conduites et les nœuds pour les intersections. Ces éléments sont documentés de sorte que toutes les infrastructures présentes sur le réseau et toutes les conditions d'utilisation, puissent être représentées afin de rendre compte le plus fidèlement possible de la réalité (Figure 6) [9].

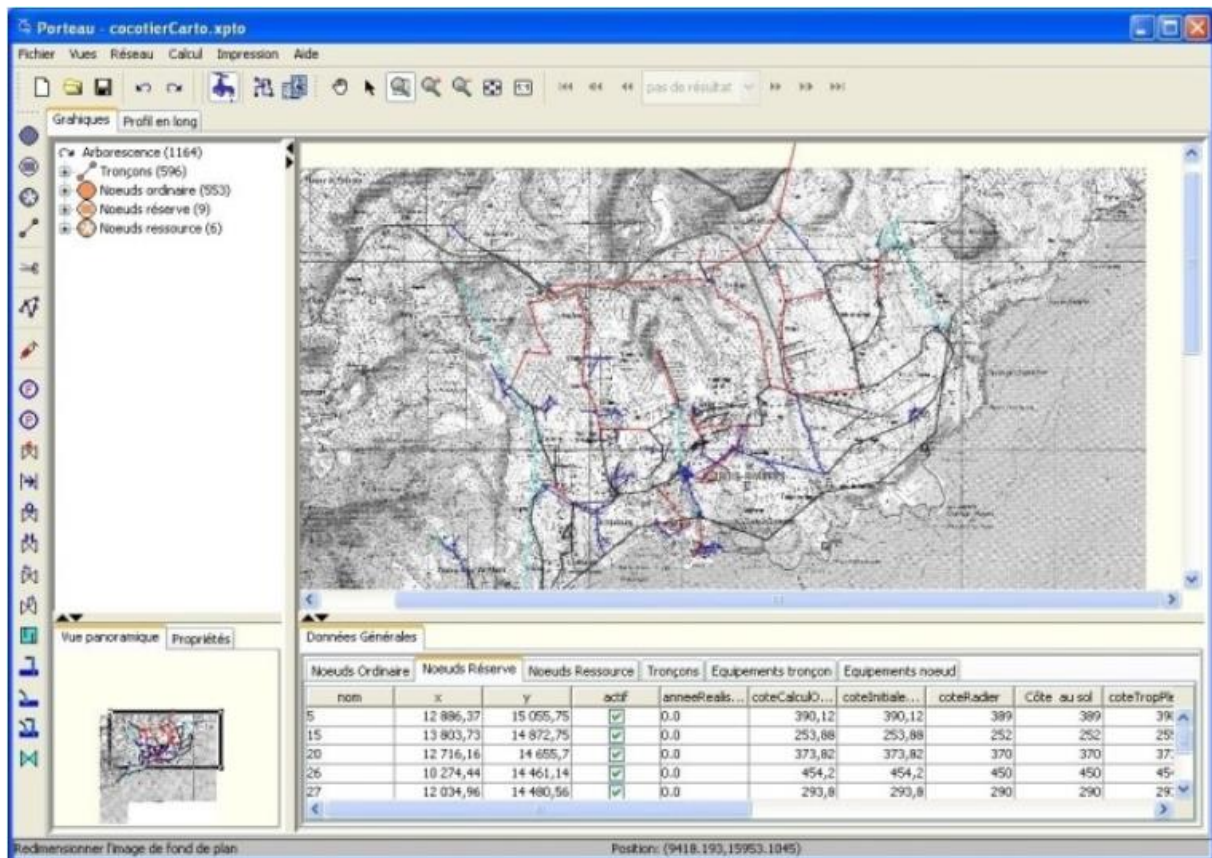


Figure 6 : schématisation d'un réseau [9].

II.3. Les principales caractéristiques [9]

- ✓ Visualisation de schémas de réseaux de distribution d'eau potable.
- ✓ Impression des schémas au traceur jusqu'au format AO.
- ✓ Visualisation et impression des résultats sous forme de tableau ou de schéma du réseau.
- ✓ Visualisation et impression des résultats sous forme de profils hydrauliques.
- ✓ Exportation des données et des résultats vers un tableur de type Excel.
- ✓ Exportation des graphiques de résultats vers un traitement de texte de type WinWord

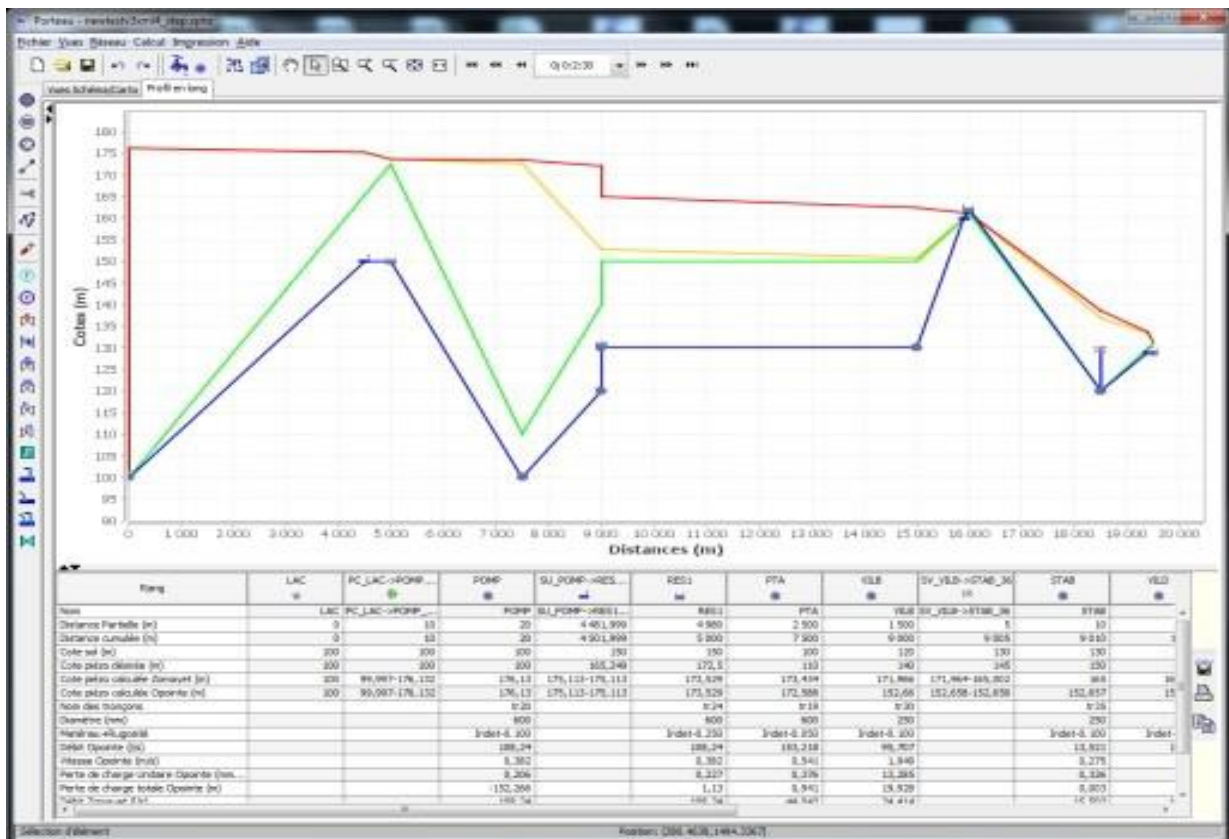


Figure 7 : courbe de profil en long [9].

II.4. Les modules de calculs

Le logiciel Porteau est constitué de 4 modules de calculs permettant soit une approche hydraulique, soit une approche qualité des réseaux modélisés :

Module Zomayet : lancer le calcul avec le module Zomayet.

Module Opointe : lancer le calcul avec le module Opointe.

Module Qualité : lancer le calcul avec le module Qualité.

Module Thermic : lancer le calcul avec le module Thermic.

✓ Le module Zomayet

Il permet d'étudier, par une simulation sur plusieurs heures (de 24 heures à 15 jours), le fonctionnement hydraulique d'un réseau maillé de distribution ou de transport d'eau sous pression et de visualiser son schéma.

Le réseau peut comporter des réservoirs (avec plusieurs modes possibles de remplissage/vidange), des pompes, des limiteurs de débits, des stabilisateurs de pression, des vannes motorisées, des réducteurs de pression et des consommations régies au plus 10 modèles de répartition durant la journée.

Les données nécessaires comprennent toute la topographie du réseau (longueur, diamètre, rugosité des conduites, côte de terrain naturel des nœuds à débit fixé, côte de l'eau, du radier, du trop-plein, surface au radier, au trop-plein pour les nœuds à charges fixées) ainsi que la répartition la plus exacte possible des consommateurs sur les nœuds ou desservis en route.

C'est un modèle déterministe permet de traiter les données. Les résultats du calcul donnent les variations de différentes valeurs concernant chaque nœud et tronçon au cours de la journée : côte de l'eau dans les réservoirs, volumes entrants et sortants, côte piézométrique des points de consommation, débits dans les tronçons, heures de fonctionnement des pompes et leur point de fonctionnement, fonctionnement des différents organes du réseau, etc...

Ces résultats sont affichables soit sous forme de tableau en chacun des pas de temps (5min à 1h) pour tout le réseau, soit sous forme de tableau sur toute la journée par tronçon et nœud, soit sous forme de courbes de variations des différentes valeurs au cours de la journée par tronçon et nœud à partir du schéma du réseau (Figure 8) [9].

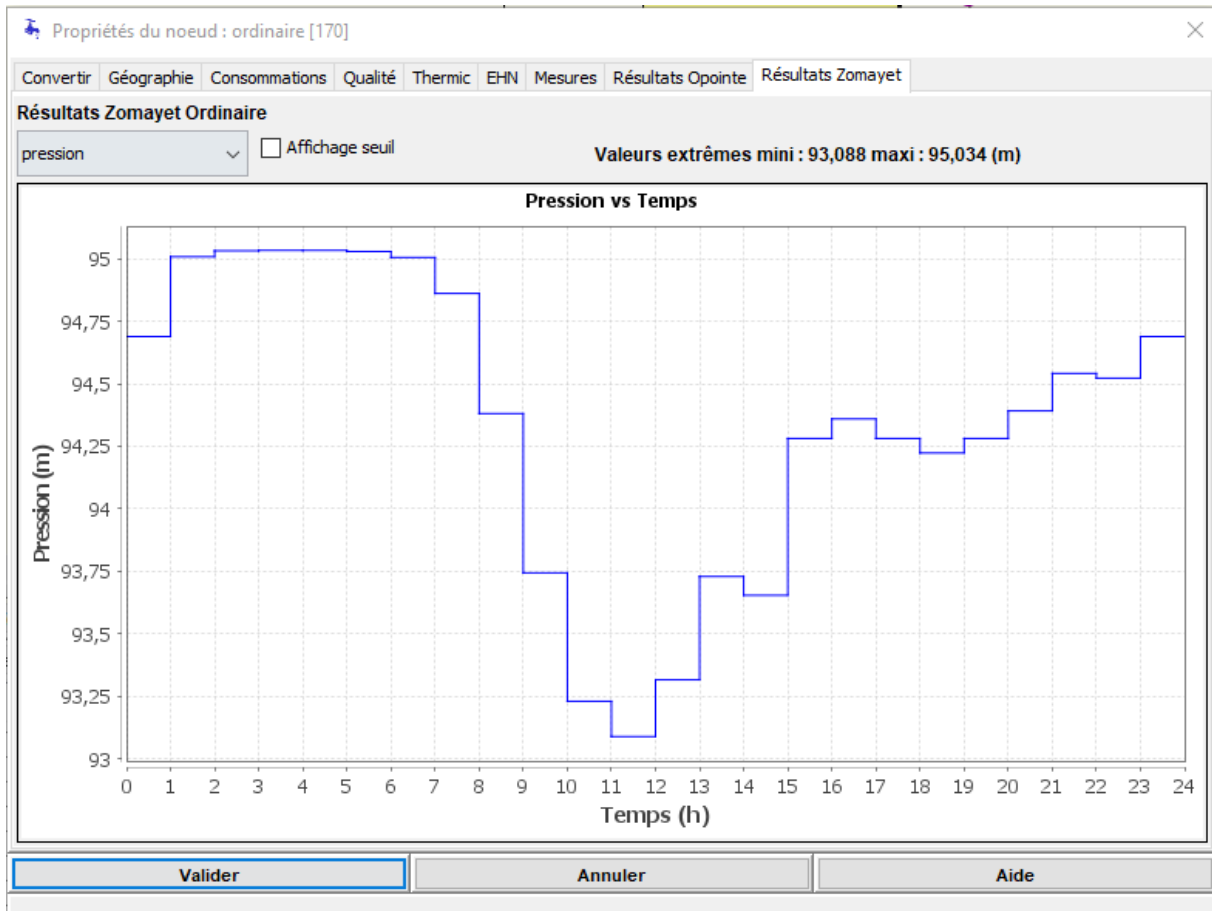


Figure 8 : Résultats Zomayet par graphe [9].

✓ **Le module Opointe**

Le **module Opointe** permet de simuler le comportement d'un réseau maillé de distribution d'eau sous pression en calculant, par une approche statistique, les débits et les pressions de pointe, c'est à dire au moment de la journée où la demande est maximale.

Les données utilisées sont des données physiques concernant les nœuds et tronçons (côtes au sol, côtes de l'eau, diamètres, longueurs), les données hydrauliques (rugosités, consommations domestiques ou industrielles), les données de répartition des abonnés. Il nécessite de connaître les probabilités d'ouverture et de satisfaction des abonnés sur le réseau.

Les résultats sont affichables soit sous forme de tableaux, soit à partir du schéma du réseau (Figure 9) [9].

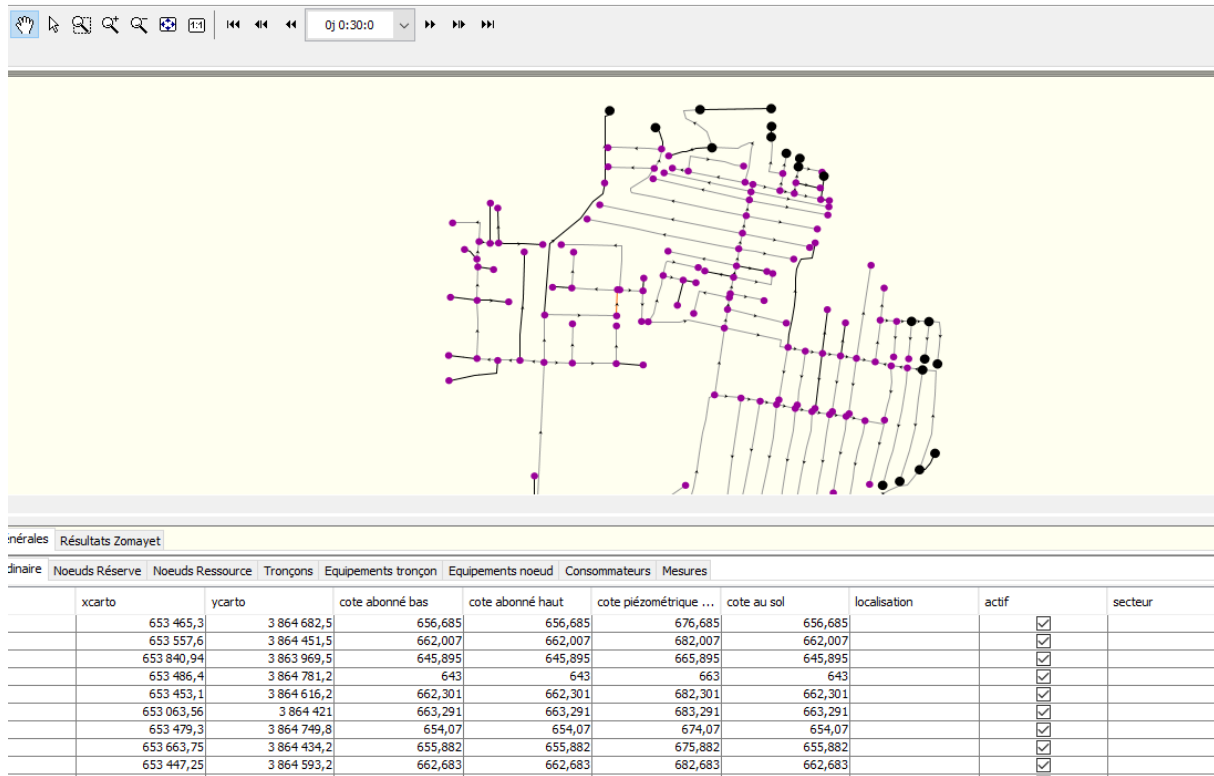


Figure 9 : Résultat Opointe par schéma [9].

Le choix de ce logiciel a été fait par rapport à sa simplicité d'usage et par son niveau de détail technique répondant à la complexité du réseau étudié ; mais pas seulement ; ce logiciel permet surtout de traiter ces données et d'estimer les débits de pointe, ainsi que les pressions en chaque nœud, en utilisant le module Opointe.

La réalisation de ce travail comprendra 2 phases :

- ✓ Collecte des données et échanges avec l'exploitant.
- ✓ Réalisation d'une modélisation hydraulique avec les phases de création, validation et analyse des résultats.

Contrairement à d'autres Le logiciels de modélisation d'écoulements hydrauliques dans les réseaux d'eau potable ; tel que Epanet ; Porteau offre la possibilité d'attribuer à chaque nœud un nombre d'abonnés pour la consommation domestique.

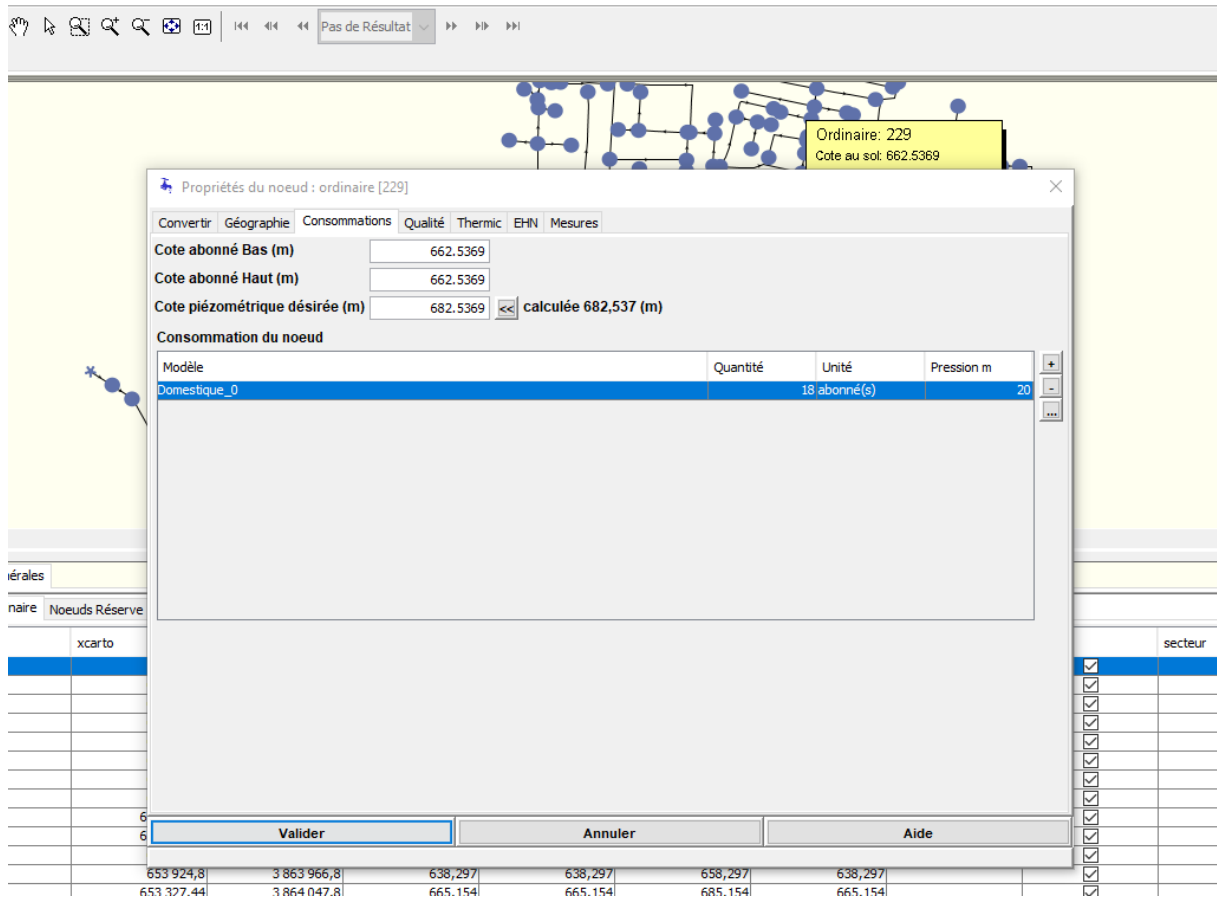


Figure 10 : Tableau de saisie le nombre d’abonné dans un nœud [9].

Les abonnés sont généralement répartis le long des tronçons. Or, il n’existe pas de caractéristique de ces tronçons qui permette de tenir compte de ces abonnés. Il faut donc les répartir judicieusement sur les deux nœuds constituant les extrémités du tronçon (Figure 10).

Pour simplifier cette répartition en raisonnant plus par rapport au nombre d'habitations situées à proximité des nœuds comme l'indique le schéma de la figure ci-dessous (Figure 11) :

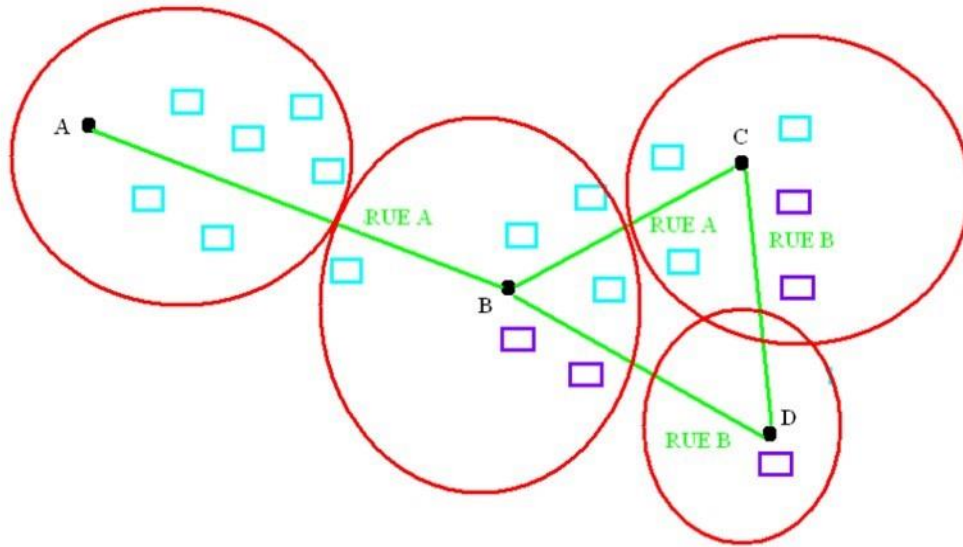


Figure 11 : Répartition de la consommation des abonnés sur les différents nœuds [10].

Enfin, le nombre d'abonnés à affecter aux différents nœuds a été déterminé à partir des branchements repérés sur les plans du réseau, ainsi que suite à des sorties effectuées sur terrain.

La simulation avec le module Opointe nécessite l'insertion des données domestiques suivantes :

- ⇒ **Probabilité de satisfaction des abonnés** : nombre compris entre les valeurs ; seuils par défaut 0,5 et 0,999. Valeur saisie dans l'onglet Opointe du menu Généralités.
- ⇒ **Probabilité d'ouverture des abonnés** : saisir un nombre compris entre les valeurs seuils par défaut 0 et 1,0 (bornes exclues).
- ⇒ **Débit spécifique (l/s)** : Valeur par défaut : 0,5. Elle correspond à l'ouverture de deux robinets moyens en France.
- ⇒ **Coefficient multiplicateur** : Opointe appliqué au nombre d'abonnés. Valeur par défaut : 1,0 (Figure 12).

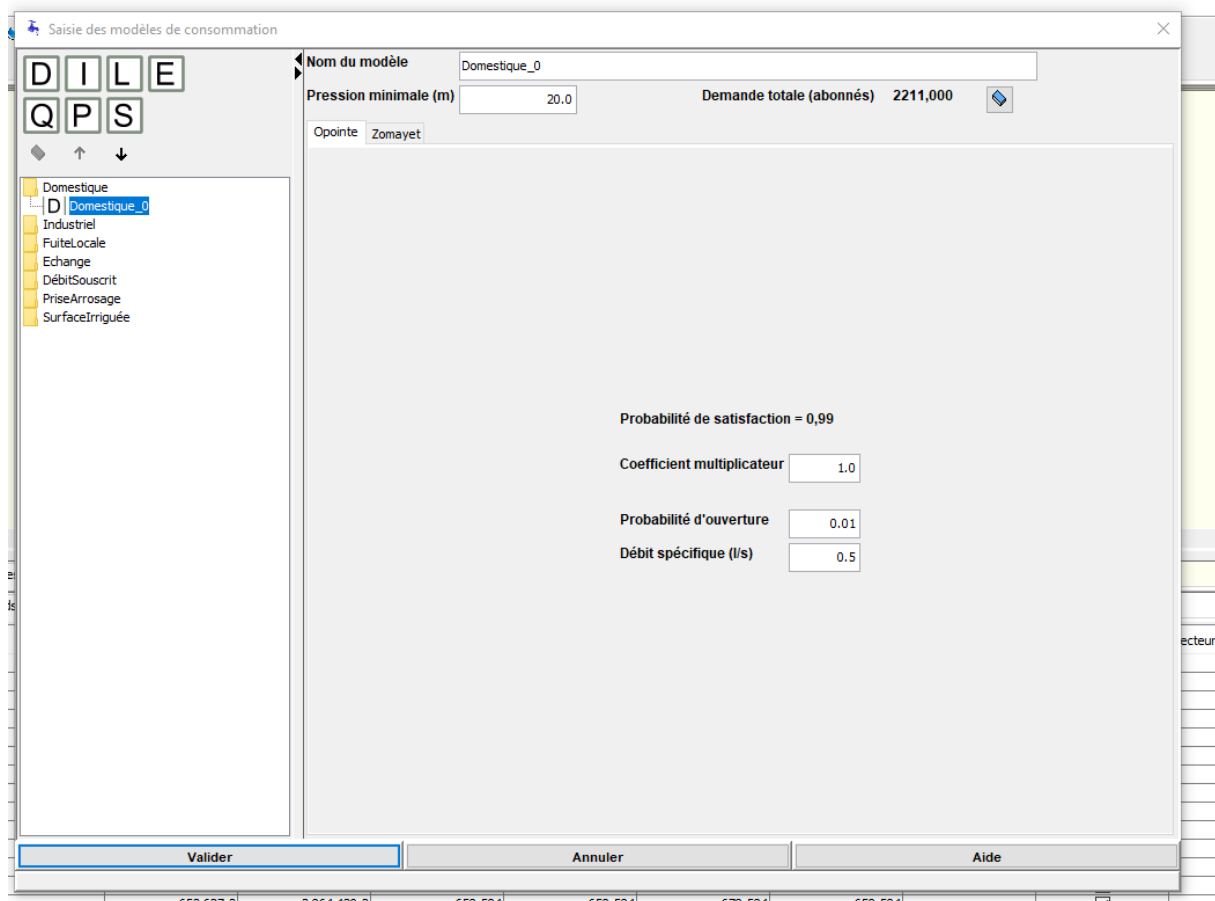


Figure 12 : Insertion des données domestique [9].

✓ **Module Qualité**

L'utilisation de ce module de simulation pour évaluer les concentrations de soluté dans le réseau d'eau en fonction du temps et de l'espace. Le chlore est le soluté le plus couramment utilisé pour assurer la qualité bactériologique de l'eau. Cependant, des concentrations trop faibles peuvent rendre l'eau impropre à la consommation, tandis que des concentrations trop élevées peuvent gêner les abonnés. Il est donc crucial de gérer correctement les injections de chlore pour optimiser les concentrations.

Ce module tient compte des attentes des abonnés qui exigent une qualité d'eau irréprochable, en plus d'une absence de problèmes hydrauliques. Le calcul de la qualité de l'eau permet d'évaluer la qualité dans le réseau et d'optimiser les quantités et les emplacements des injections. Il se base sur les réactions chimiques et considère que les mélanges sont parfaits à chaque nœud. Les concentrations sont calculées à partir des données hydrauliques obtenues à l'aide du module Zomayet.

Trois types de résultats sont fournis : la concentration d'un produit conservatif ou réactif, l'âge de l'eau et la provenance de l'eau. Les résultats peuvent être affichés sous forme de tableaux pour chaque pas de temps (de 5 minutes à 1 heure) pour l'ensemble du réseau, sous forme de tableaux pour toute la journée par tronçon et nœud, ou sous forme de courbes montrant les variations des différentes valeurs tout au long de la journée par tronçon et nœud [9].

✓ **Module Thermic**

Le module récent de Porteau permet de calculer la température de l'eau à n'importe quel point du réseau de distribution. Il utilise les résultats de ZOMAYET et ses vitesses pour simuler le transport du fluide et l'évolution de la température. Son fonctionnement est similaire au module Qualité, avec les principales variables étant les constantes d'échange thermique et la température extérieure limite pour chaque tronçon du réseau [9].

II.5. Modèles de consommation

Un modèle de consommation est une courbe sur 24 h à laquelle est affecté un débit ou un volume et qui représente les variations de la consommation pendant une journée.

Le logiciel Porteau permet de modéliser la réaction d'un réseau face à une demande. Les modèles de consommation sont utilisés pour représenter la consommation des abonnés du réseau. Notons que les fuites d'un réseau ou l'achat d'eau, peuvent être également représentés à l'aide des modèles de consommation appelés fuite locale ou échange aux nœuds [9].

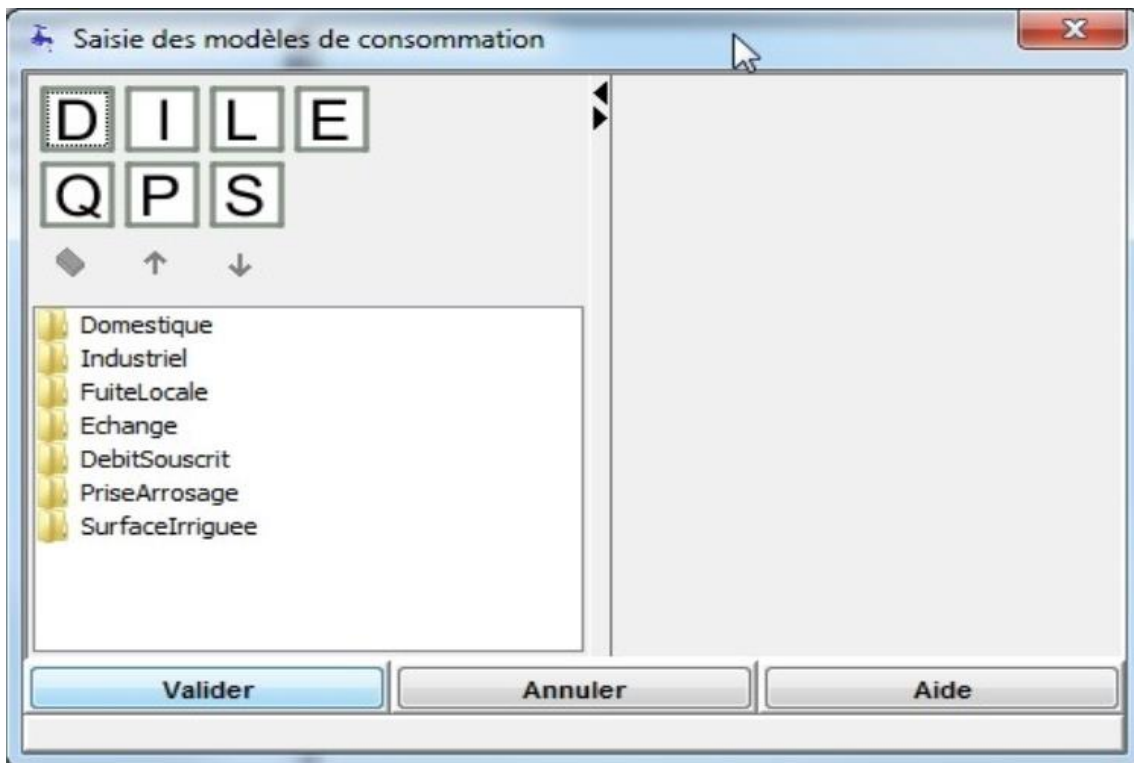


Figure 13 : Saisie des modèles de consommation [9].

Ces modèles de consommation serviront, par la suite, lors de la documentation des nœuds et des tronçons. A chaque nœud, il est possible d'affecter des modèles de consommation différents.

La consommation d'eau potable peut être modélisée selon quatre types différents (Figure 13) :

- ✓ Les consommations domestiques
- ✓ Les consommations industrielles.
- ✓ Les fuites locales.
- ✓ Les échanges.

Parmi ces quatre types on a choisi :

Les consommations domestiques : ces modèles caractérisent des consommations de type domestique. Il faut introduire au niveau des nœuds le nombre d'abonnés (n) (Figure 14) [9].

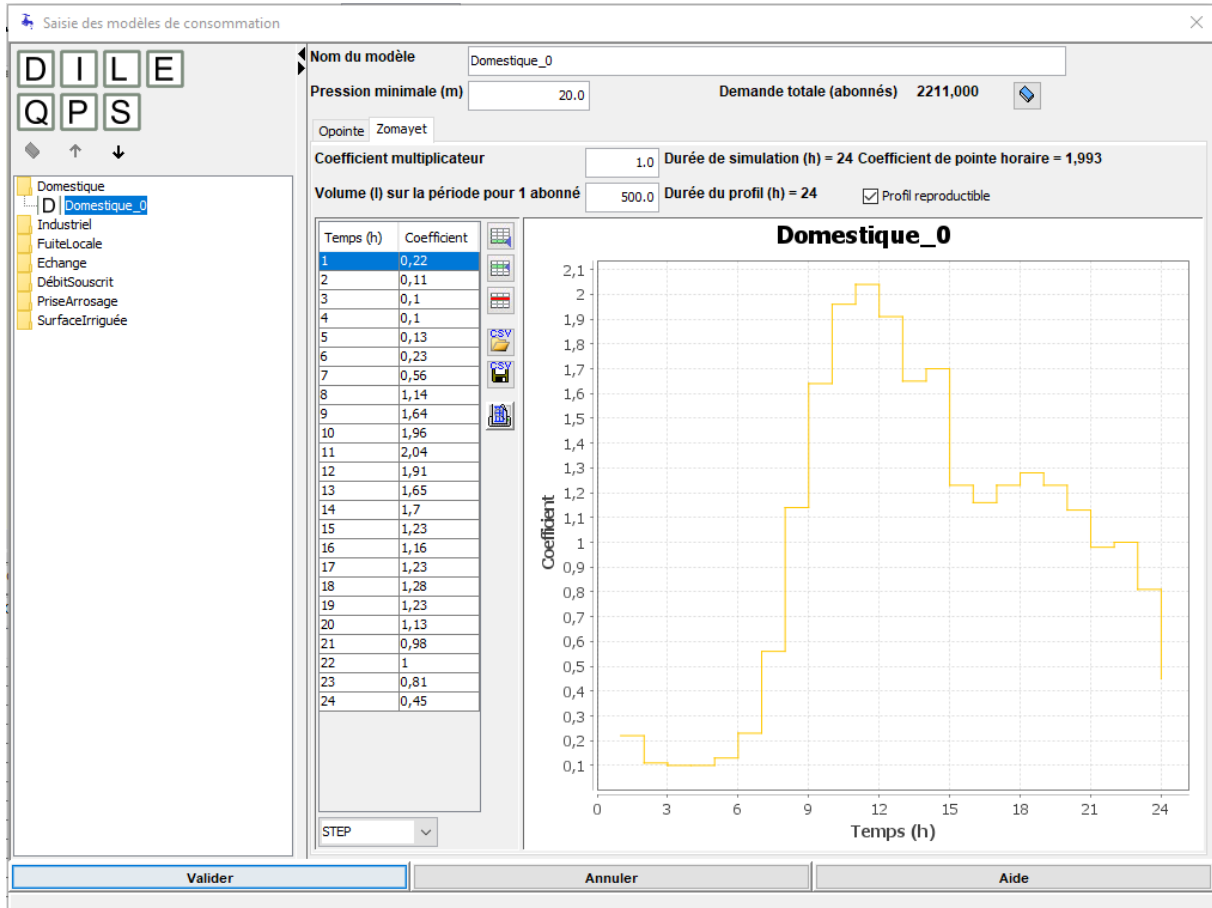


Figure 14 : Courbe de modèle de consommation domestique [9].

Les consommations industrielles : ces modèles peuvent caractériser des usines, des bureaux ou toute autre consommation différente d'une consommation domestique. Ils peuvent aussi caractériser un réseau entier, à condition de connaître les débits consommés heure par heure et donc les débits totaux. Dans le cas d'une consommation industrielle il faut au niveau des nœuds introduire les débits de pointe horaire en l/s. Ce débit est considéré tel quel pour le calcul sous Opointe. La consommation industrielle sous Opointe est donc déterministe contrairement à la consommation domestique qui est-elle probabiliste (loi statistique décrite par 3 coefficients)[9].



CHAPITRE 03 :

Simulation, résultats et
discussion.



I. Introduction

L'écoulement dans le réseau d'Abou Tachfine est principalement gravitaire, avec une alimentation intermittente provenant de trois réservoirs : les deux réservoirs du Tombeau du Raab et le réservoir de l'université.

Dans cette étude, deux variantes seront examinées : l'alimentation à partir des réservoirs du Tombeau du Raab et du réservoir de l'université.

En fonction de la topographie de la zone d'étude, le réseau sera divisé en trois parties distinctes : la partie haute, la partie moyenne et la partie basse.

Afin de comparer les pressions dans le réseau, trois nœuds seront sélectionnés dans chaque partie.

II. La 1^{ère} Variante

Alimentation à partir des réservoirs tombeau du Raab.

Les réservoirs tombeau du Raab sont alimentés par le forage de Sidi Otmane et le réservoir de Mansourah (alimenté lui-même par les eaux dessalées qui proviennent de la station de dessalement de Honaine). Mais il arrive souvent que le réservoir de Mansourah est utilisé pour alimenter d'autres secteurs ; ce qui a pour conséquence sur le remplissage des réservoirs Tombeau du Raab ; et la distribution se fait avec une hauteur d'eau allant de 1,5 m à 2 m.

II.1. 1^{er} cas : Réservoir Tombeau du Raab alimenter seulement à partir du forage de Sidi Otmane

Deux scénarios sont à considérer dans ce cas :

- **Scénario 1**
- ✓ La hauteur d'eau 1,5 m

- **La partie basse**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 118, nœud 52 et nœud 250 (Figure 15).

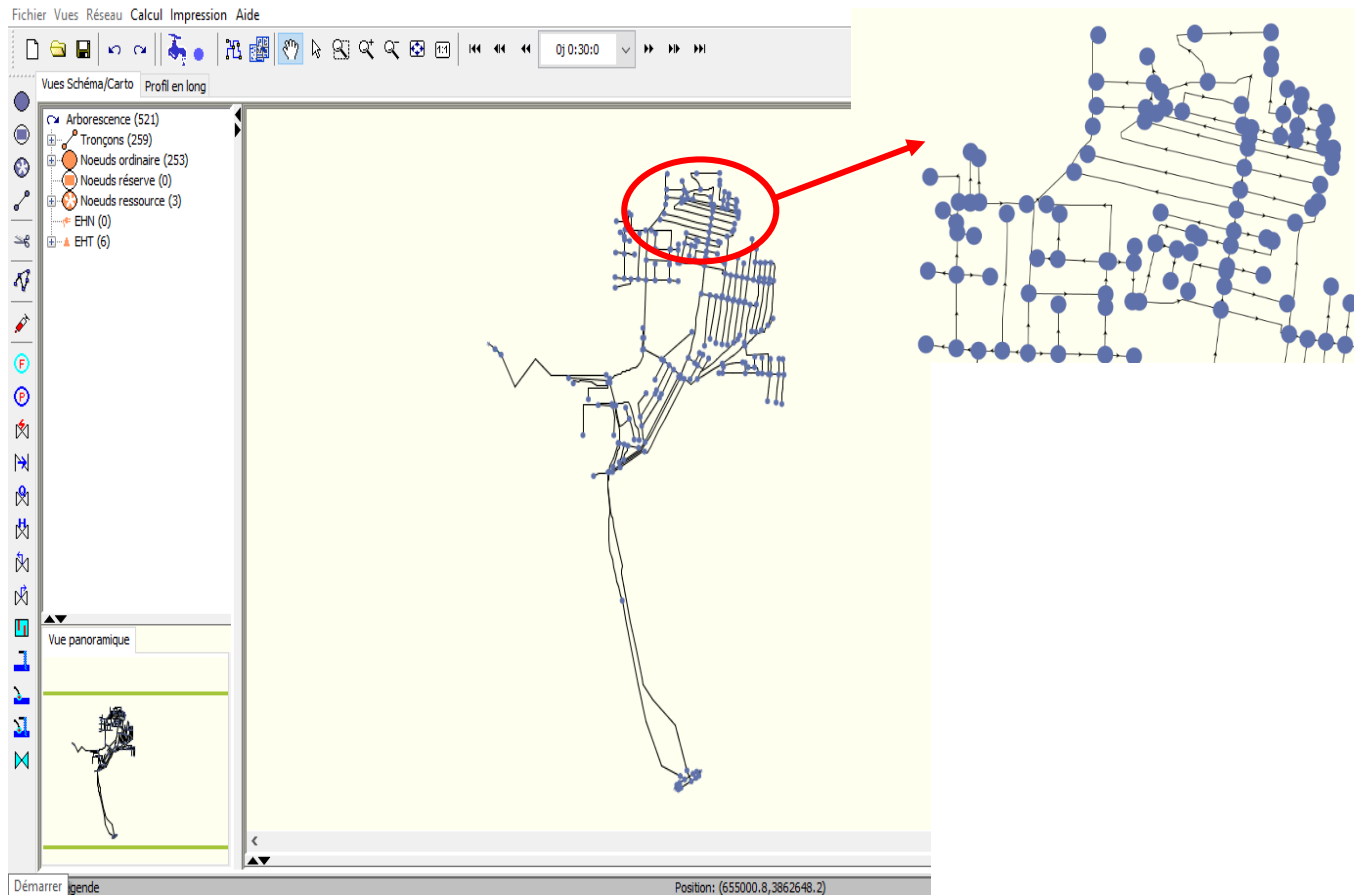


Figure 15 : représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 5).

Tableau 5 : la pression calculée par le module Zomayet.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°118	Nœud N°52	Nœud N°250
0	81,9462891	81,8530426	101,50959
1	83,6487274	83,6499329	103,349106
2	83,9544678	83,9857025	103,688019
3	83,9820786	84,0162048	103,718613
4	83,9820786	84,0162048	103,718613
5	83,8991699	83,924675	103,626823
6	83,6207428	83,6194	103,318184
7	82,6804047	82,6123123	102,291641
8	80,9455719	80,8180237	100,434464
9	79,3661118	79,1101227	98,6445694
10	78,3164825	77,9296494	97,3984222
11	78,0494232	77,624176	97,0749359
12	78,48246	78,1184845	97,5981903
13	79,3337708	79,0742416	98,6067963
14	79,1715927	78,8938751	98,4167938
15	80,6667938	80,5232849	100,126839
16	80,8838348	80,753006	100,366653
17	80,6667938	80,5232849	100,126839
18	80,5108643	80,3570938	99,953125
19	80,6667938	80,5232849	100,126839
20	80,9763947	80,850441	100,468262
21	81,4350357	81,3287735	100,966072
22	81,3742905	81,2658615	100,900688
23	81,9462967	81,8530121	101,50956

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 6).

Tableau 6 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	118	52	250
La pression Opointe (MCE)	48,61	35,18	44

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 77 MCE et 103 MCE, avec des pics et des creux à différents moments.

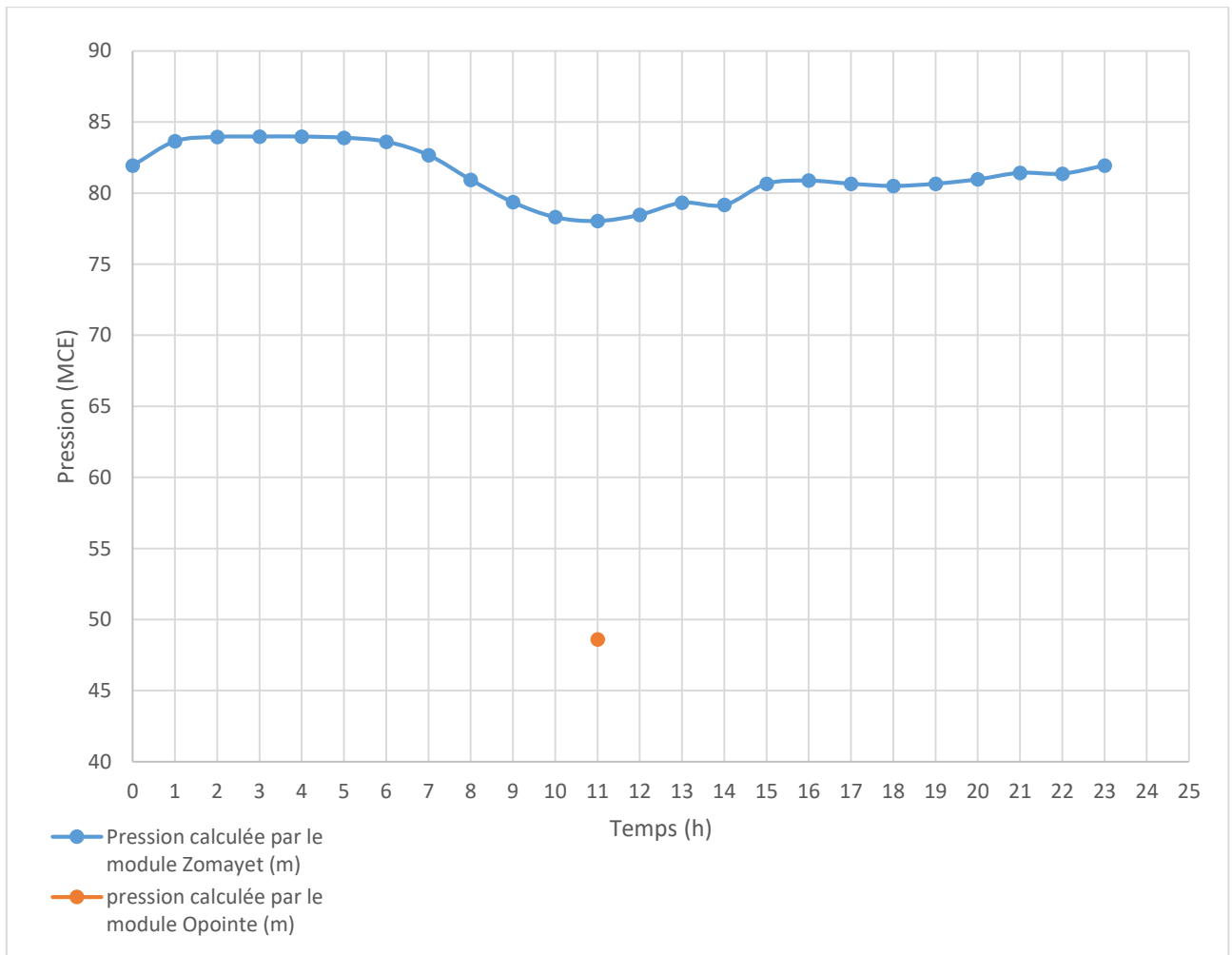


Figure 16 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 77 à 97 MCE.

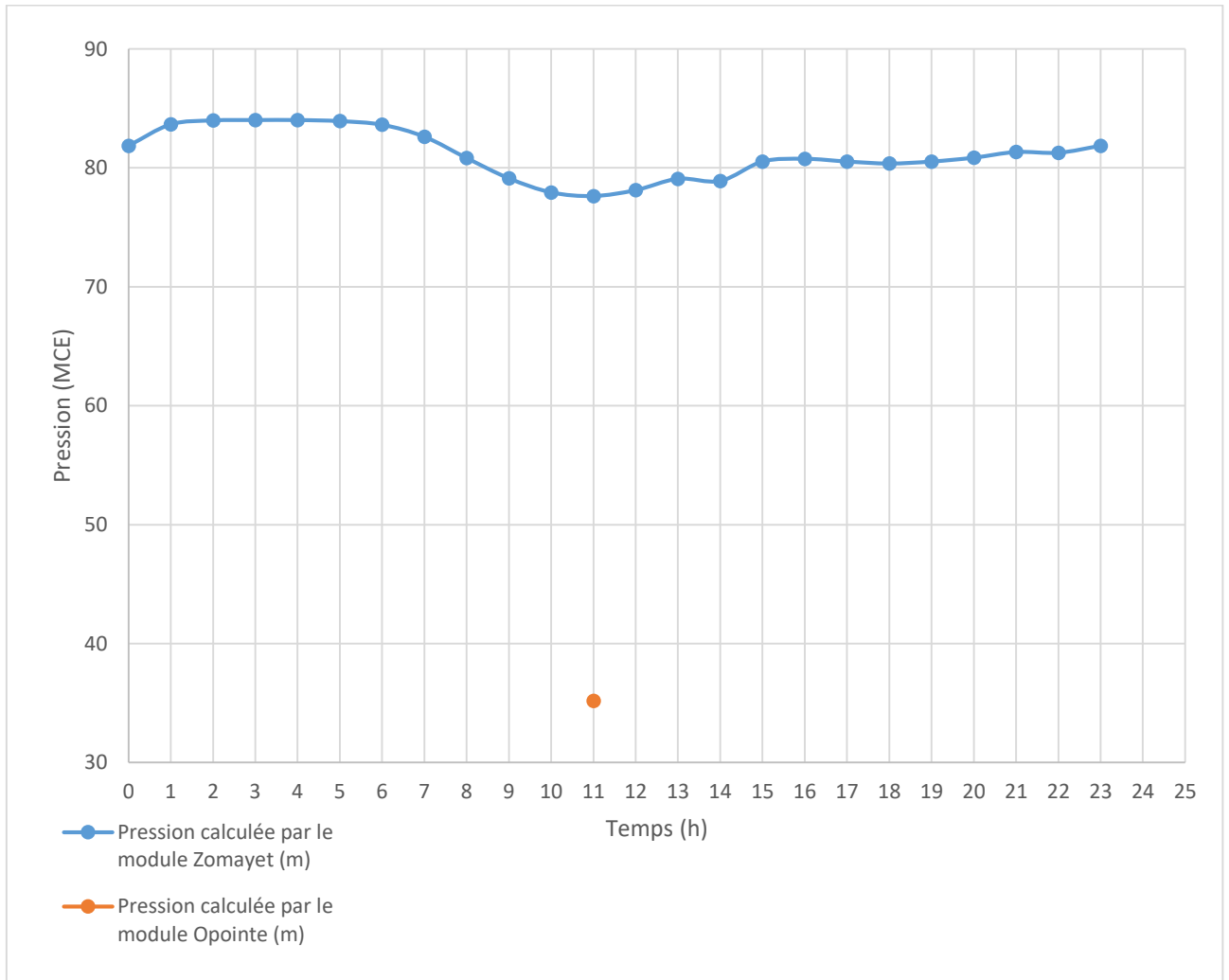


Figure 17 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.

Par contre la pression calculée par le module Opointe varie entre 35 MCE et 49 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 42 MCE à 48 MCE.

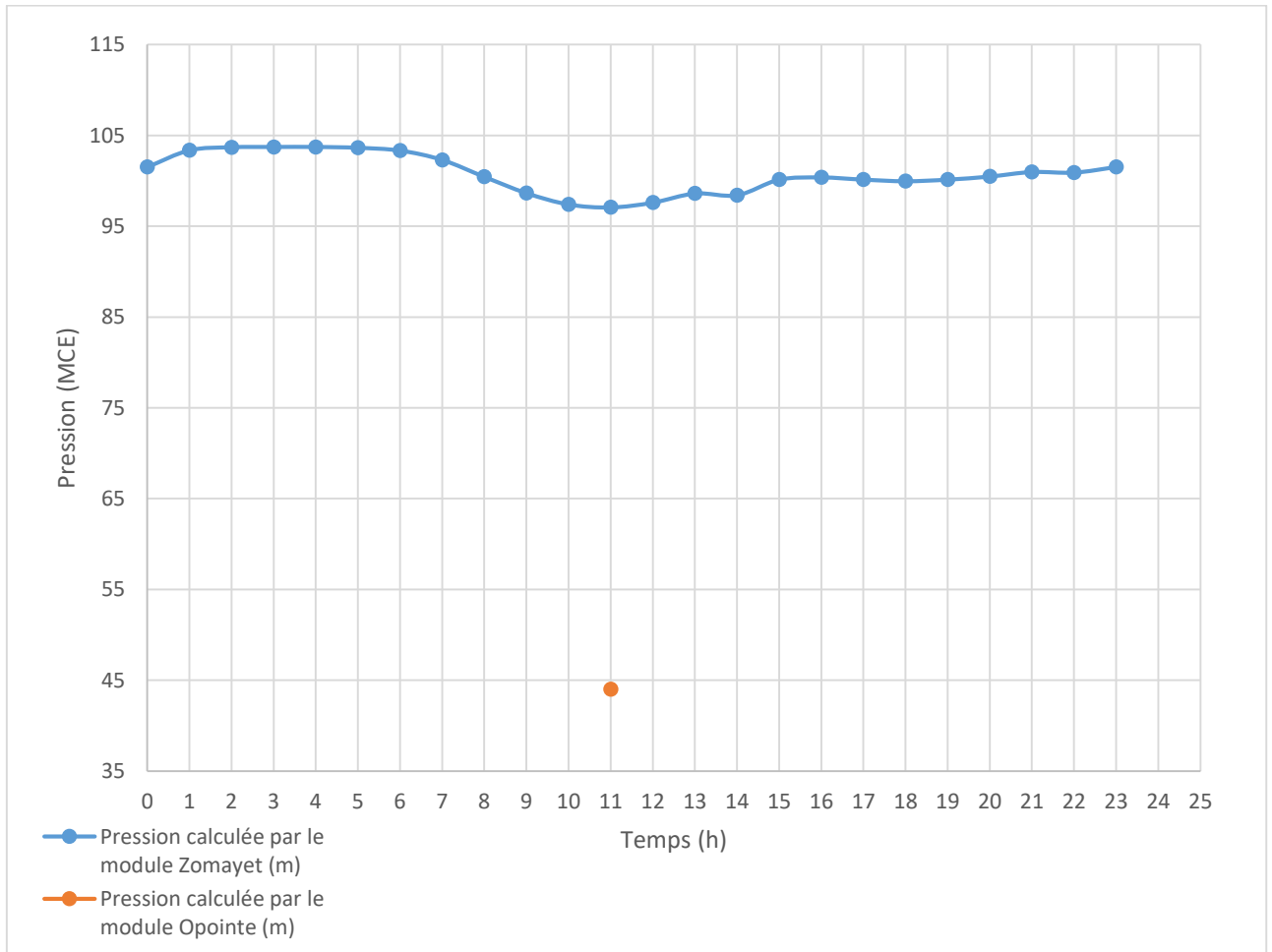


Figure 18 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.

- **La partie moyenne**

Les trois nœuds considérés dans cette partie sont : nœud 391, nœud 772 et nœud 102 (Figure 19).

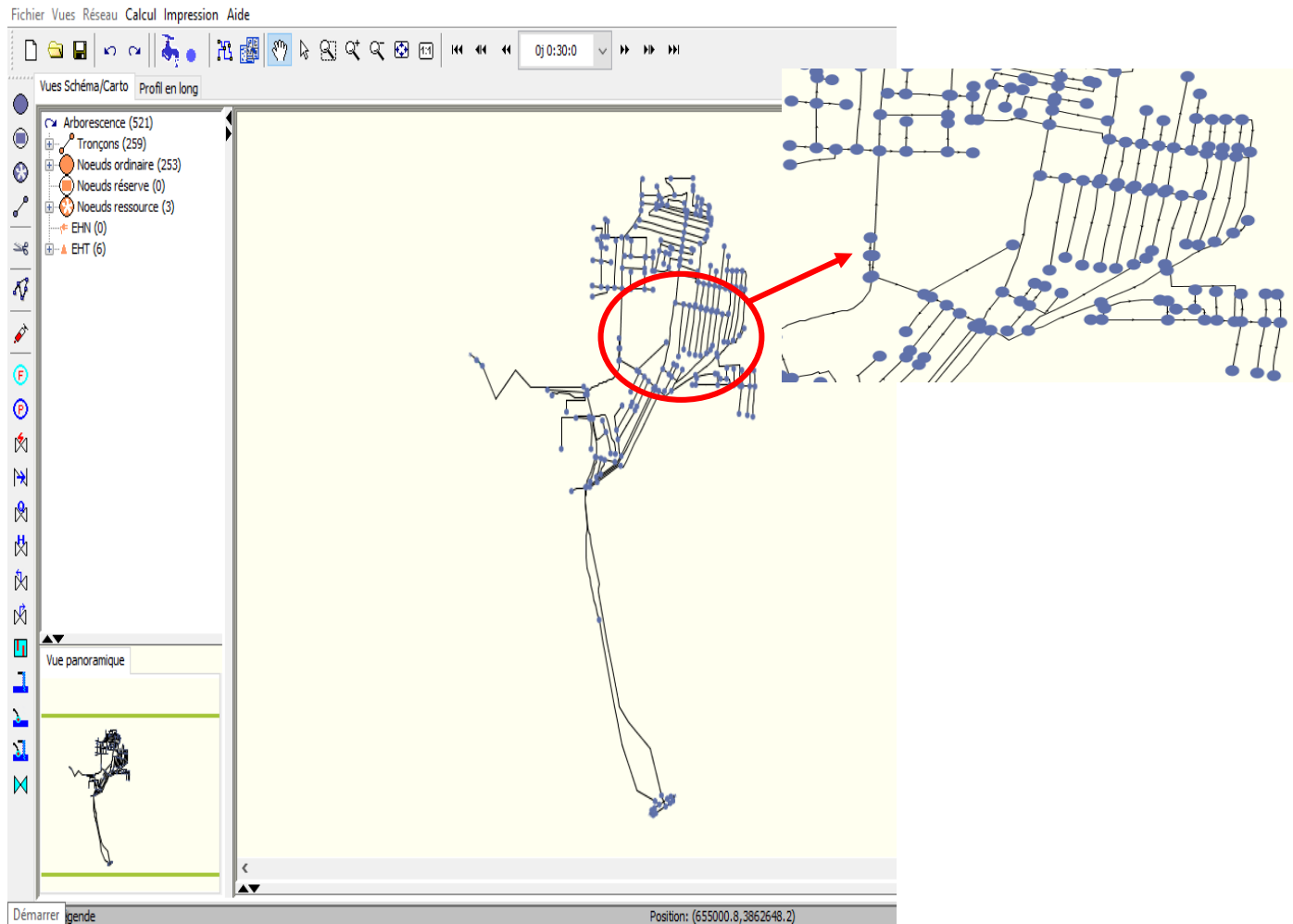


Figure 19 : représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 7).

Tableau 7 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°391	Nœud N°772	Nœud N°102
0	104,294205	72,3559799	92,5182343
1	106,168228	74,0782394	94,3583221
2	106,515732	74,3937302	94,6934509
3	106,547218	74,4223099	94,7237625
4	106,547218	74,4223099	94,7237625
5	106,452652	74,3365173	94,6327515
6	106,136581	74,0494614	94,3277054
7	105,088646	73,0914459	93,3050919
8	103,214142	71,3499527	91,44767
9	101,449127	69,7357788	89,721489
10	100,238037	68,648468	88,5512466
11	99,925499	68,370163	88,2509232
12	100,431396	68,8210983	88,7373886
13	101,412231	69,7024307	89,6856766
14	101,22683	69,5350876	89,5058975
15	102,90815	71,0671844	91,1463852
16	103,146584	71,2874146	91,381073
17	102,90815	71,0671844	91,1463852
18	102,735901	70,9085922	90,9771881
19	102,90815	71,0671844	91,1463852
20	103,247841	71,3811569	91,480896
21	103,745956	71,843811	91,9734039
22	103,680336	71,7827072	91,9083786
23	104,294182	72,3559799	92,518219

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 8).

Tableau 8 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	391	772	102
Les pression Opointe (MCE)	54,63	35,74	46,85

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les noeuds tout au long de la journée entre 68 MCE et 106 MCE, avec des pics et des creux à différents moments.

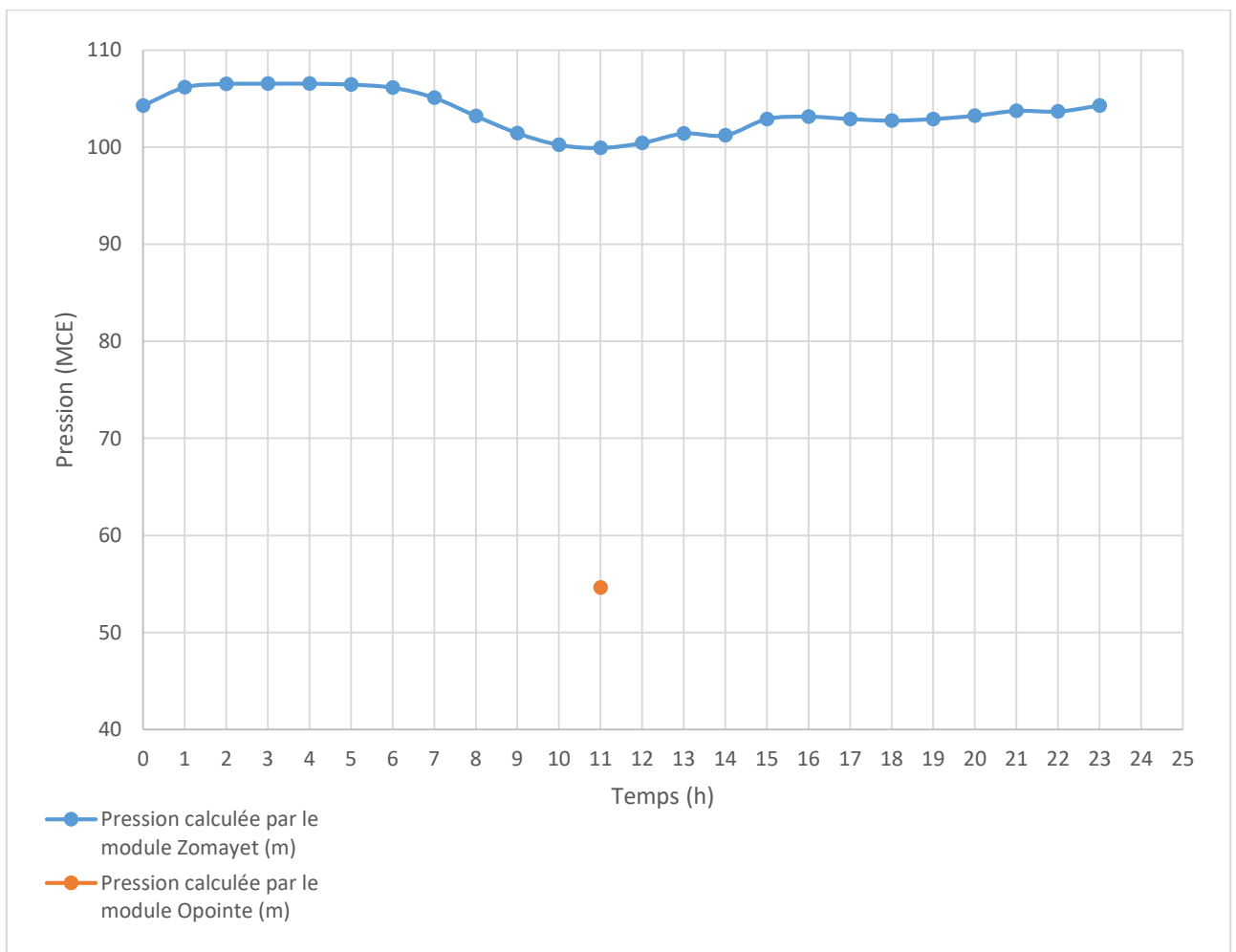


Figure 20 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 68 à 99 MCE.

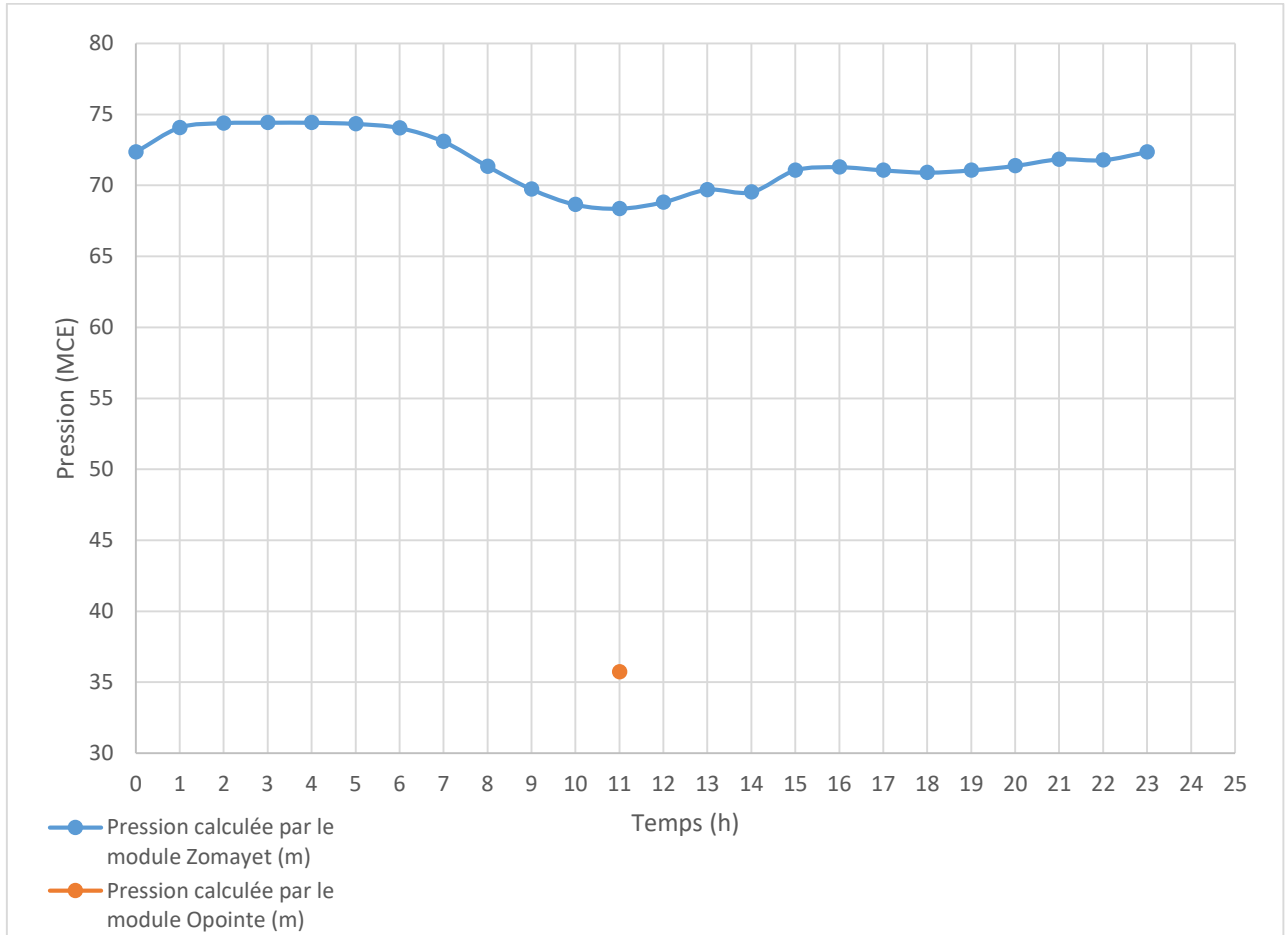


Figure 21 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.

A titre comparatif la pression calculée par le module Opointe varie entre 36 MCE et 55 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 32 MCE à 44 MCE.

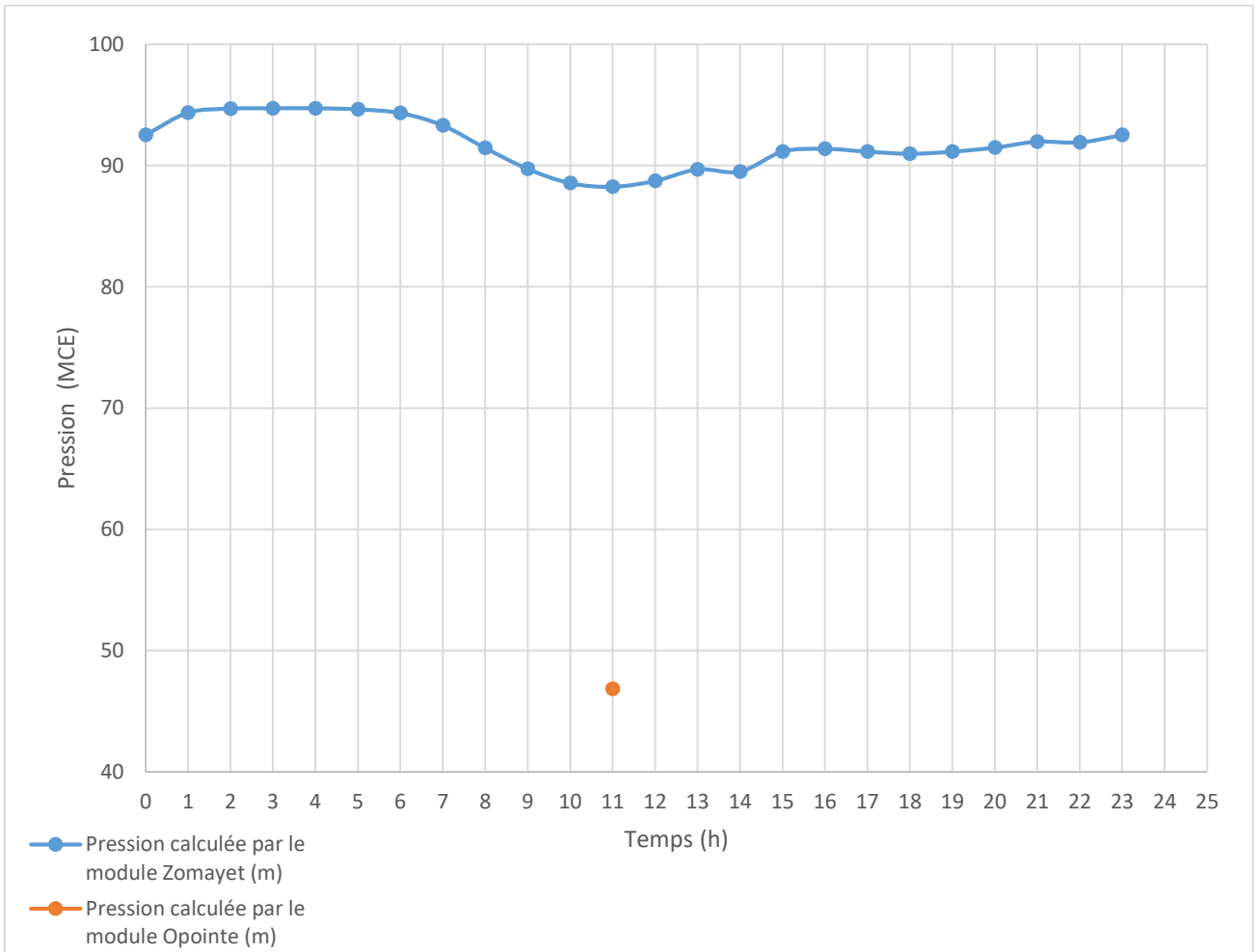


Figure 22 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.

- **La partie haute**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 658, nœud 149 et nœud 553 (Figure 23).

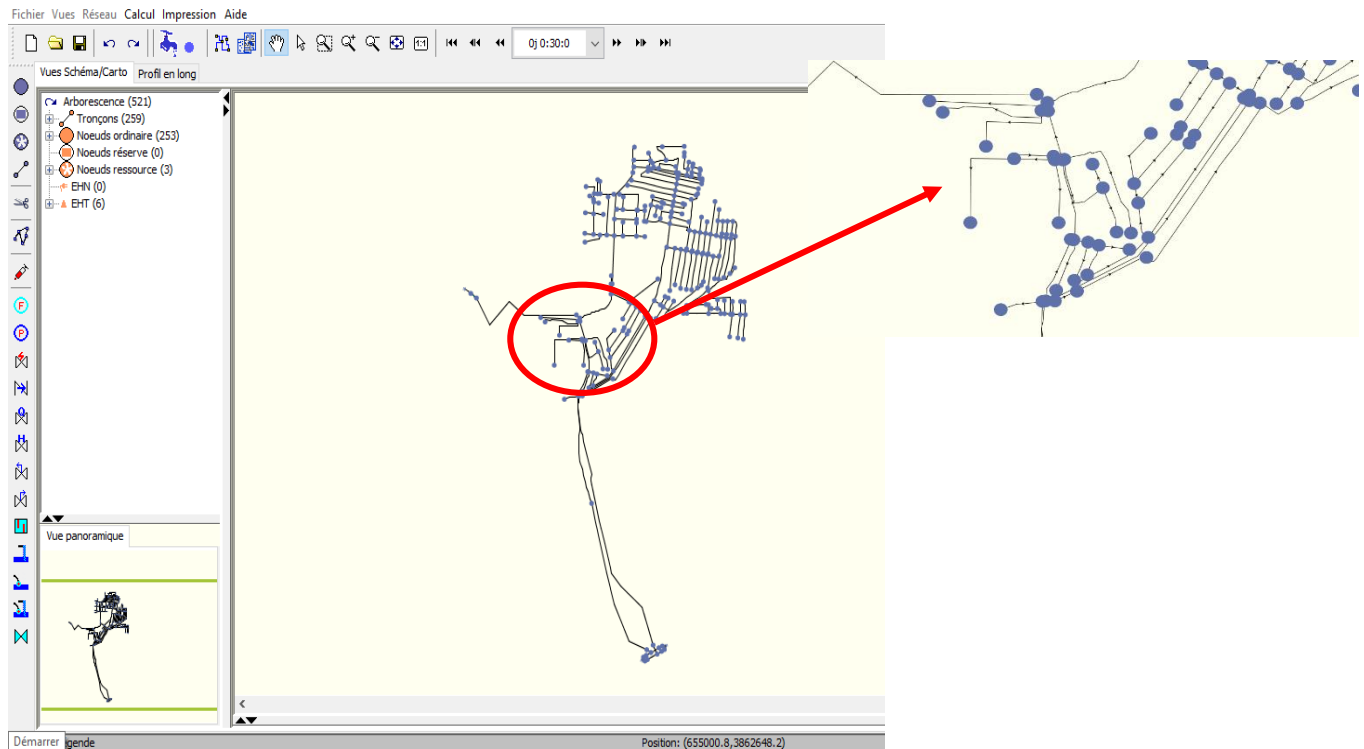


Figure 23 : représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 9).

Tableau 9 : La pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°658	Nœud N°149	Nœud N°553
0	55,5190849	56,4691429	69,4887924
1	56,955162	57,9805412	70,9645081
2	57,2134628	58,2520256	71,2285309
3	57,2367935	58,2765465	71,2523346
4	57,2367935	58,2765465	71,2523346
5	57,1667213	58,2029076	71,1807938
6	56,93153	57,9556999	70,9403229
7	56,1378593	57,1208916	70,1259995
8	54,6787987	55,584507	68,6198502
9	53,3538284	54,1937103	67,2404709
10	52,4736748	53,2724266	66,3185349
11	52,2497749	53,0383644	66,0833511
12	52,6128311	53,4179573	66,4645767
13	53,3267021	54,1652832	67,2121201
14	53,1906929	54,0228004	67,0699158
15	54,4448891	55,338604	68,3771286
16	54,6269913	55,5300331	68,566124
17	54,4448891	55,338604	68,3771286
18	54,314064	55,2011452	68,2412186
19	54,4448891	55,338604	68,3771286
20	54,7046623	55,6117096	68,6466675
21	55,0896301	56,0167809	69,0453033
22	55,0386276	55,9630928	68,9925461
23	55,5190849	56,4691429	69,4887848

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe. (Tableau 10).

Tableau 10 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	658	149	553
Les pression Opointe (MCE)	28,9	28,89	38,67

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les noeuds tout au long de la journée entre 52 MCE et 71 MCE, avec des pics et des creux à différents moments.

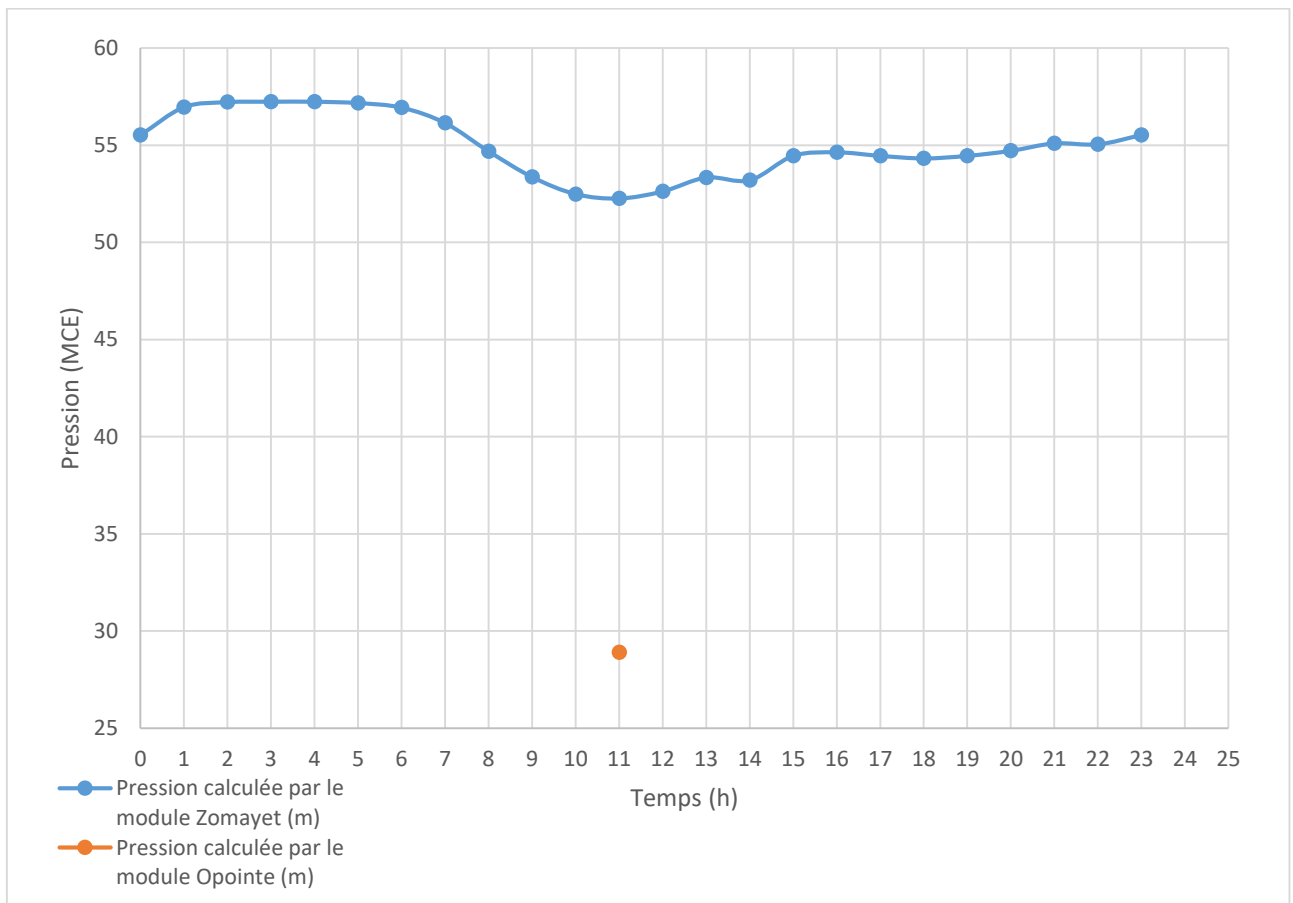


Figure 24 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.

Plus précisément, on peut noter la pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 52 à 66 MCE.

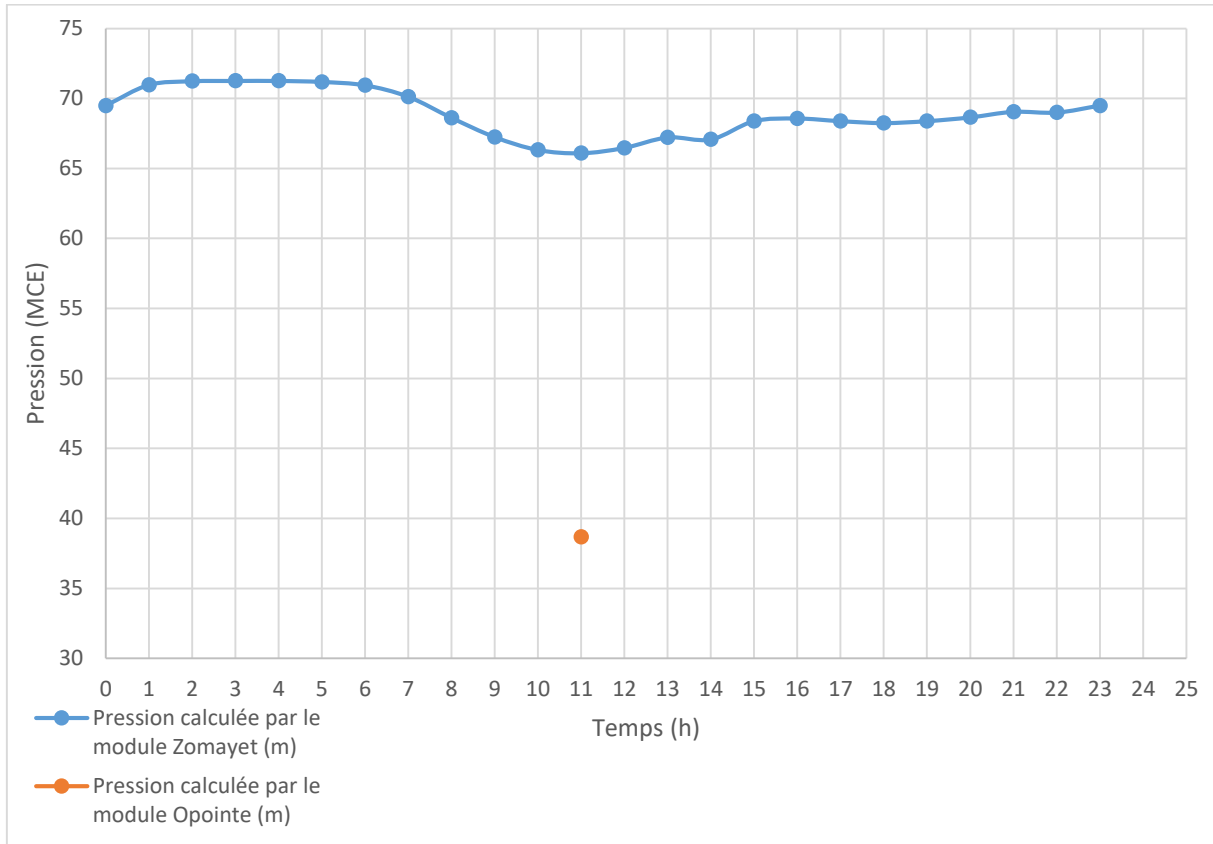


Figure 25 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.

La pression calculée par le module Opointe varie entre 23 MCE et 39 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 32 MCE.

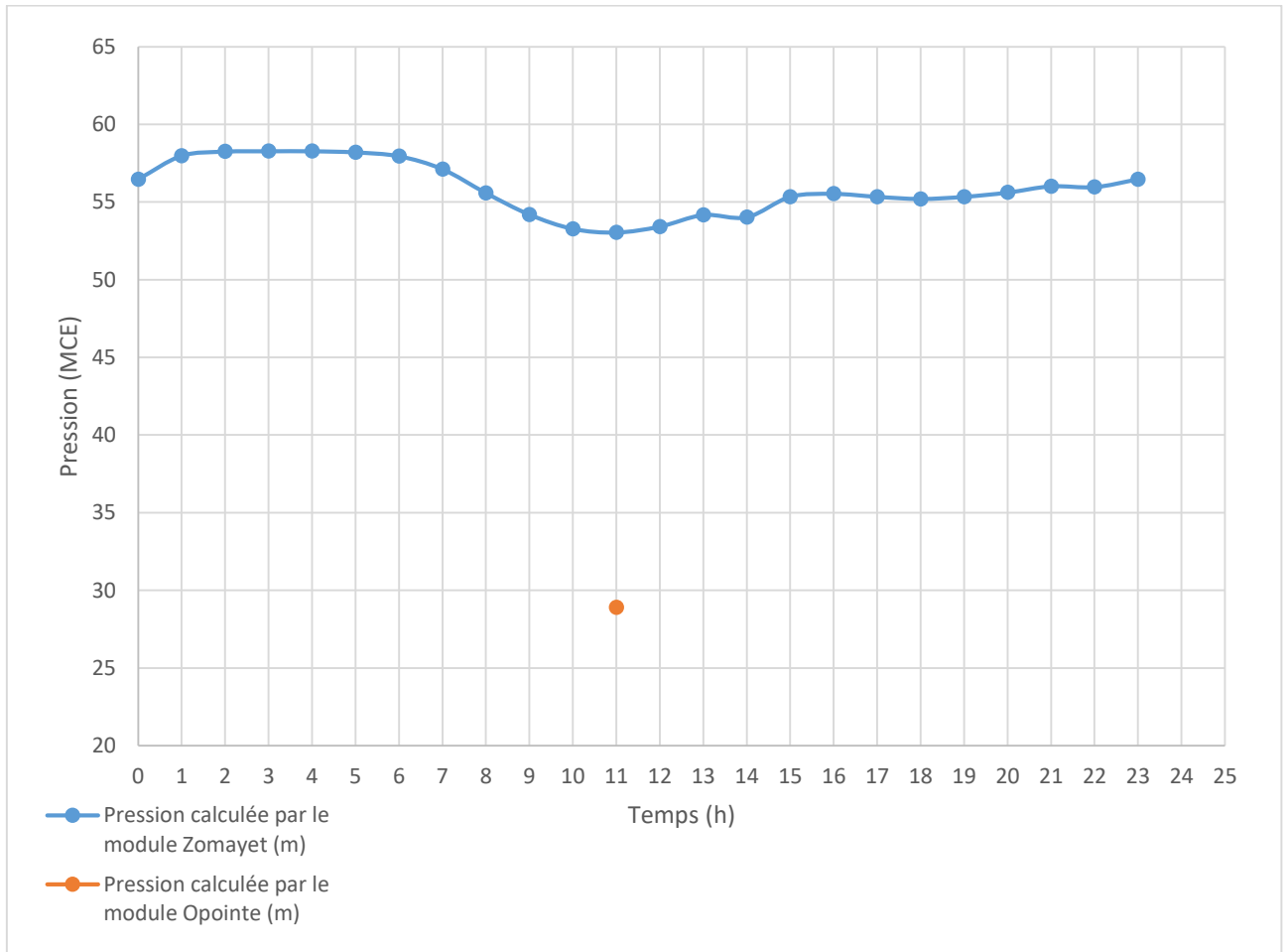


Figure 26 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.

- **Scénario 2**

- ✓ La hauteur d'eau 2 m

- **La partie basse**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 118, nœud 52 et nœud 250 (Figure 27).

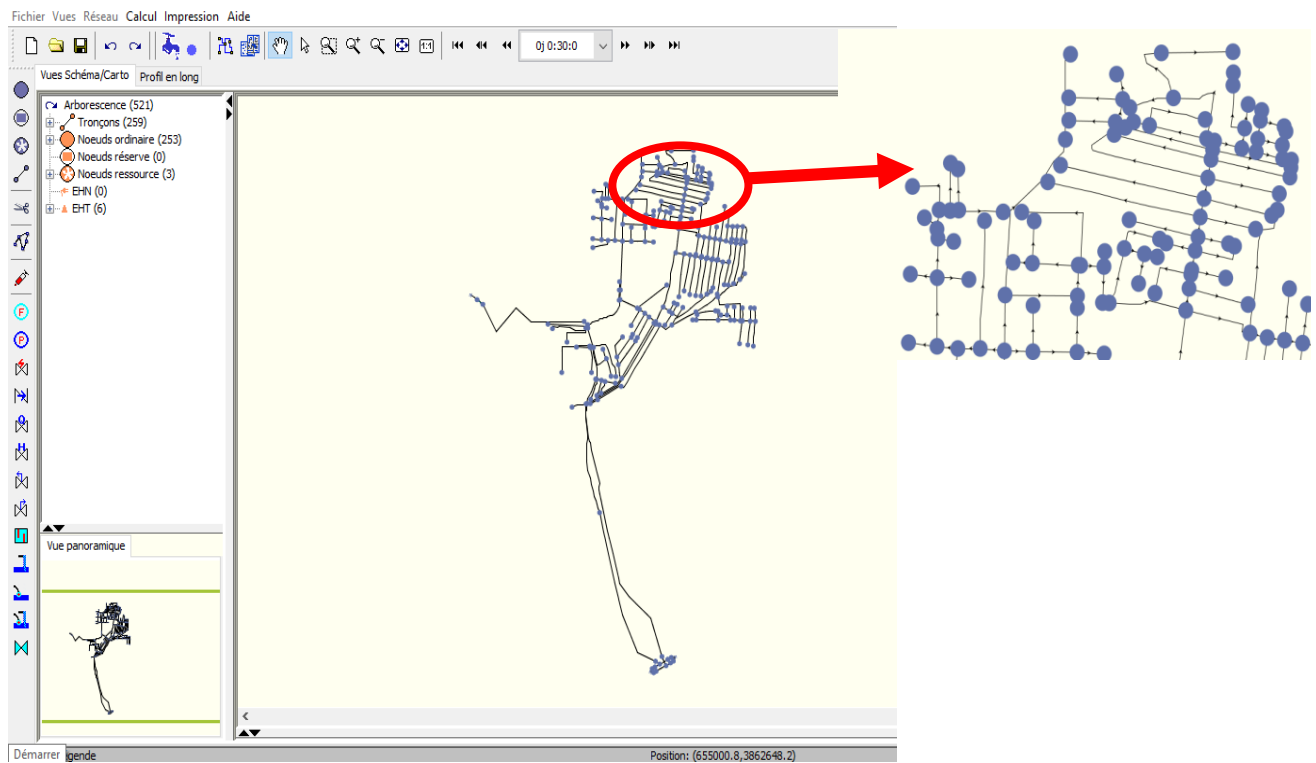


Figure 27 : Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 11).

Tableau 11 : la pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°118	Nœud N°52	Nœud N°250
0	82,3803558	82,2872162	101,943771
1	84,0870438	84,0888748	103,788048
2	84,3935852	84,4255219	104,127846
3	84,4212646	84,4561081	104,158516
4	84,4212646	84,4561081	104,158516
5	84,3381424	84,3643417	104,066483
6	84,0589905	84,0582581	103,757042
7	83,1162643	83,0485077	102,727837
8	81,3772583	81,2500305	100,866463
9	79,7941742	79,5389099	99,0733643
10	78,742218	78,3563614	97,8251343
11	78,4745789	78,0503616	97,5011139
12	78,9085541	78,545517	98,0252304
13	79,7617569	79,5029755	99,0355225
14	79,5992203	79,3222809	98,8451996
15	81,0978317	80,9547119	100,558266
16	81,3153763	81,1848755	100,798523
17	81,0978317	80,9547119	100,558266
18	80,9415359	80,7882004	100,384232
19	81,0978317	80,9547119	100,558266
20	81,4081573	81,2825089	100,90033
21	81,8678818	81,7618179	101,399109
22	81,8069839	81,6987686	101,333595
23	82,3803635	82,2871857	101,943733

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe.

Tableau 12 : la pression calculée par le module Opointe à 11h (Tableau 12).

N° des nœuds	118	52	250
La pression Opointe (MCE)	48,98	35,55	44,36

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 78 MCE et 104 MCE, avec des pics et des creux à différents moments.

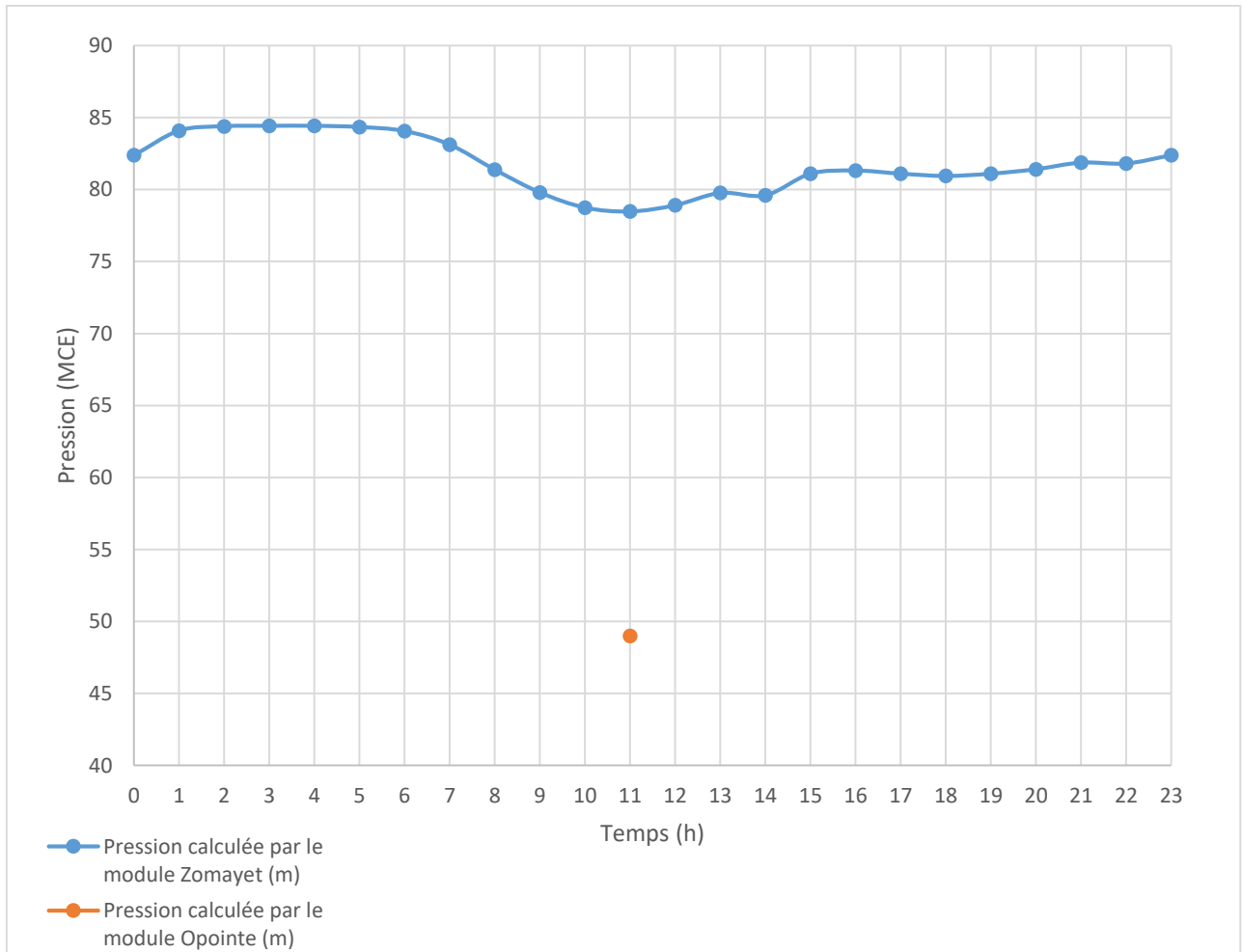


Figure 28 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 78 à 97 MCE.

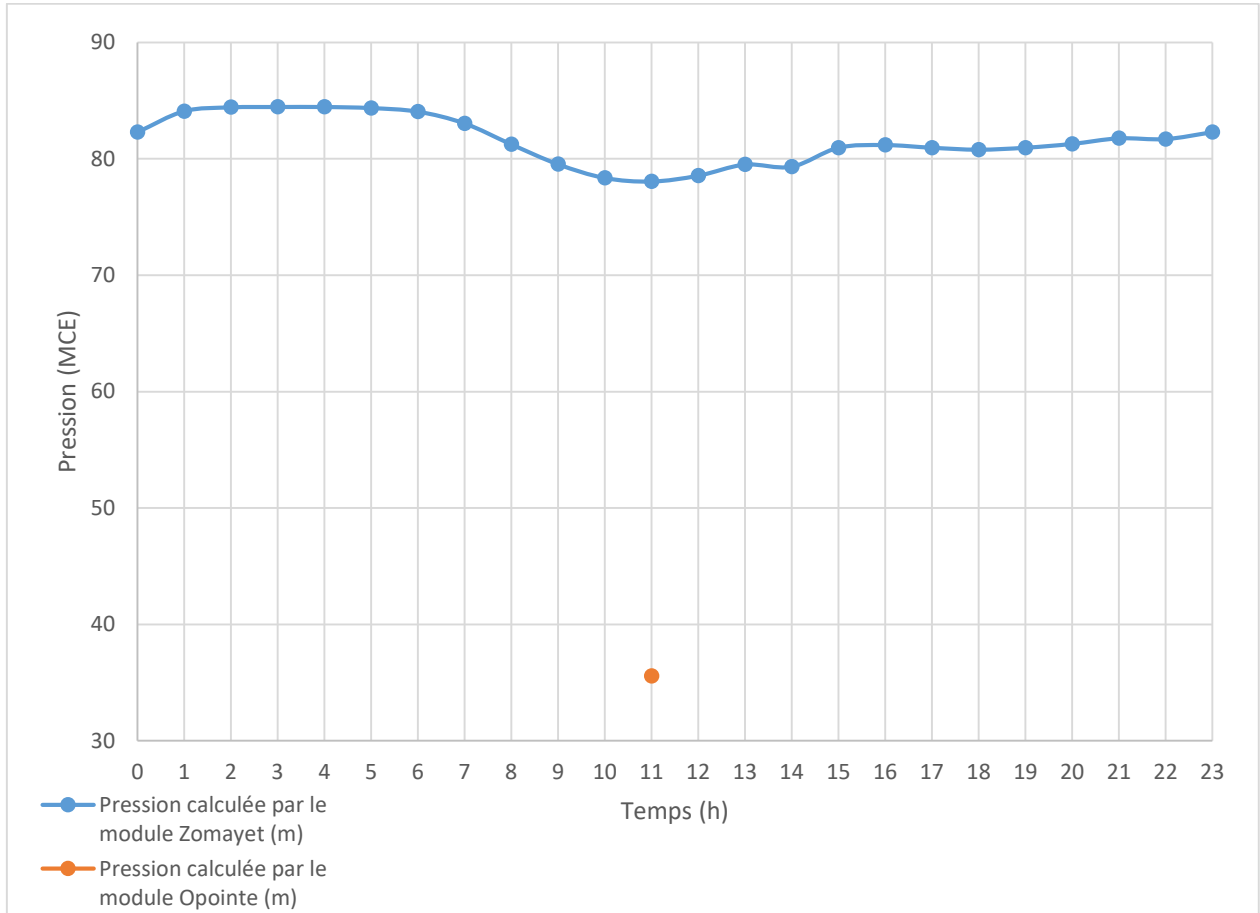


Figure 29 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.

La pression calculée par le module Opointe varie entre 36 MCE et 48 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 42 MCE à 49 MCE.

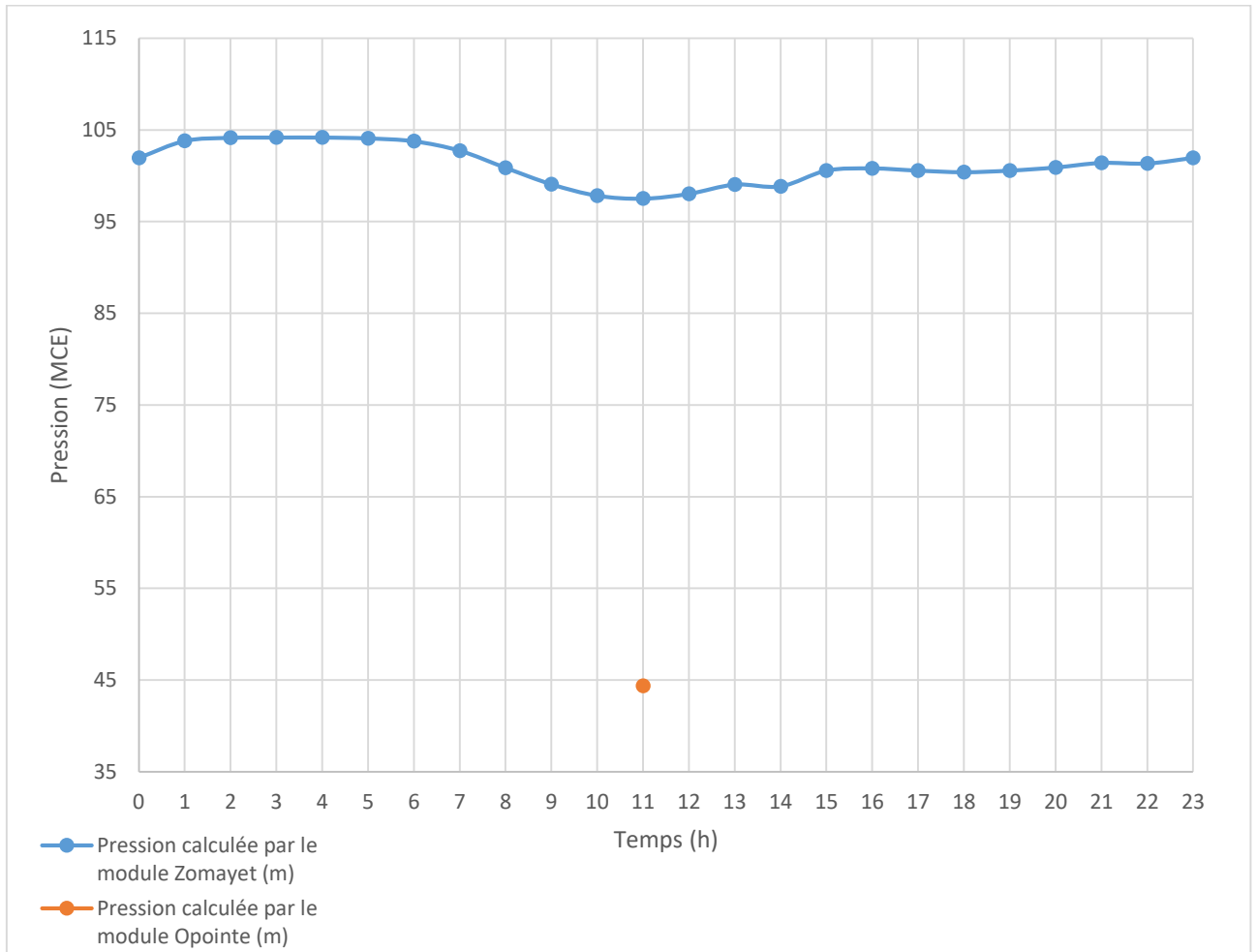


Figure 30 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.

- **La partie moyenne**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 391, nœud 772 et nœud 102 (Figure 31).

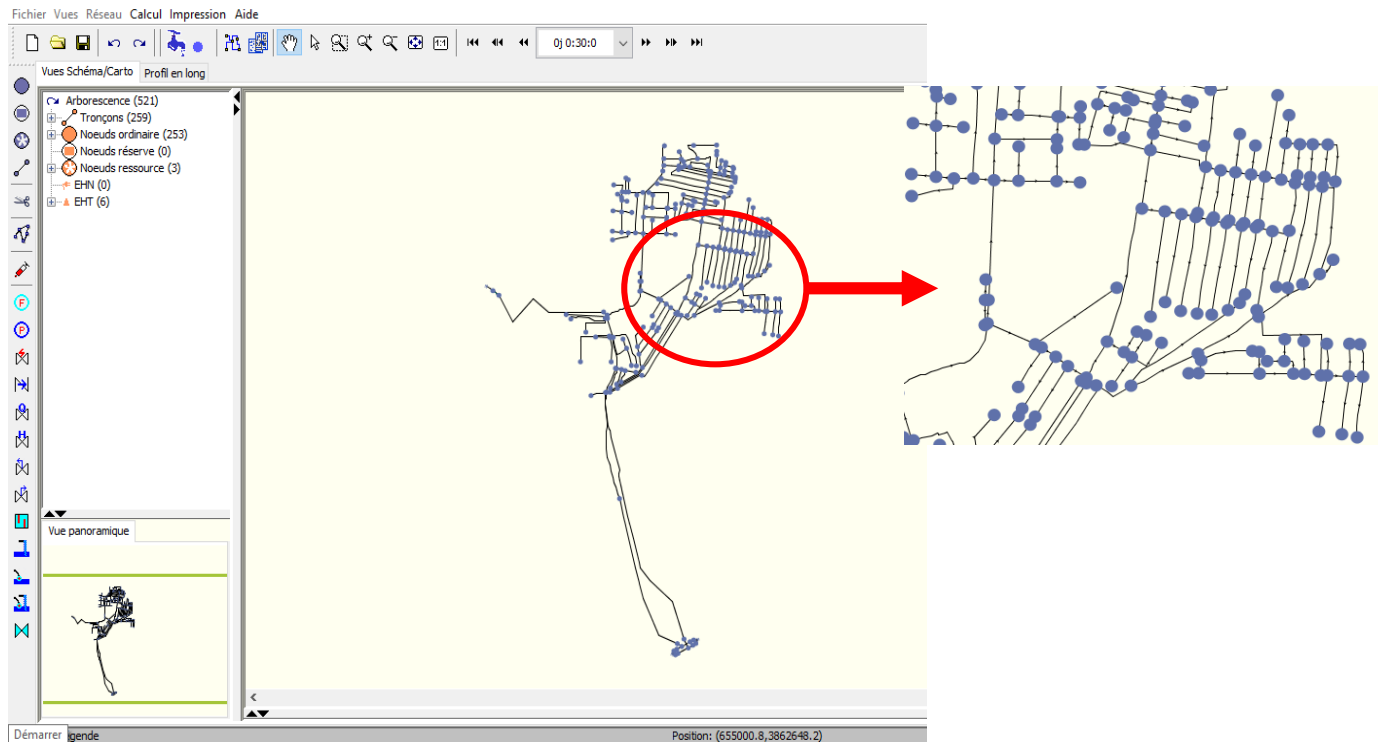


Figure 31 : Représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet de chaque nœud pendant une période de 24h (Tableau 13).

Tableau 13 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°391	Nœud N°772	Nœud N°102
0	104,730217	72,790062	92,9587097
1	106,609161	74,5167542	94,8035126
2	106,957581	74,8330688	95,1395111
3	106,989143	74,8617249	95,169899
4	106,989143	74,8617249	95,169899
5	106,894333	74,7757034	95,0786591
6	106,577431	74,4878998	94,7728119
7	105,526749	73,5273972	93,7475662
8	103,647812	71,7817764	91,8857346
9	101,879349	70,1641235	90,1559525
10	100,666031	69,0745621	88,9833908
11	100,352936	68,7957001	88,6824875
12	100,859734	69,247551	89,169899
13	101,842384	70,1307068	90,1200714
14	101,656639	69,9630127	89,9399261
15	103,341194	71,4983826	91,5838013
16	103,580109	71,719101	91,8189926
17	103,341194	71,4983826	91,5838013
18	103,168602	71,339447	91,4142456
19	103,341194	71,4983826	91,5838013
20	103,68158	71,8130417	91,9190369
21	104,180748	72,2767334	92,4126282
22	104,114983	72,2154922	92,3474579
23	104,730186	72,790062	92,9586945

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 14).

Tableau 14 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	391	772	102
Les pression Opointe (MCE)	55,01	36,12	47,23

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 68 et 106, avec des pics et des creux à différents moments.

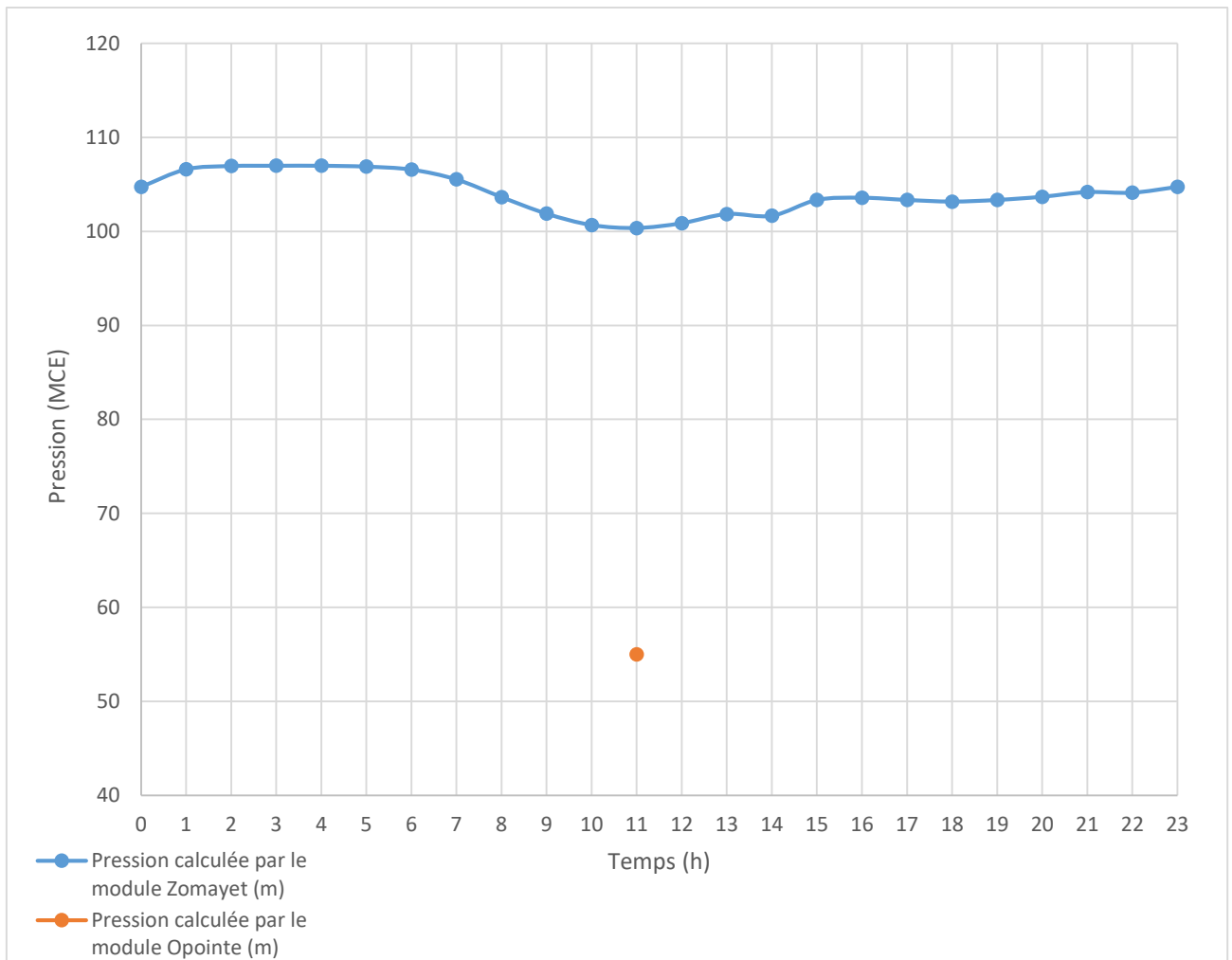


Figure 32 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.

Plus précisément, on peut noter les points suivants :

La pression est élevée pendant la nuit, de minuit à environ 6 heures du matin, avec une valeur qui varie entre 74 et 106 MCE par heure.

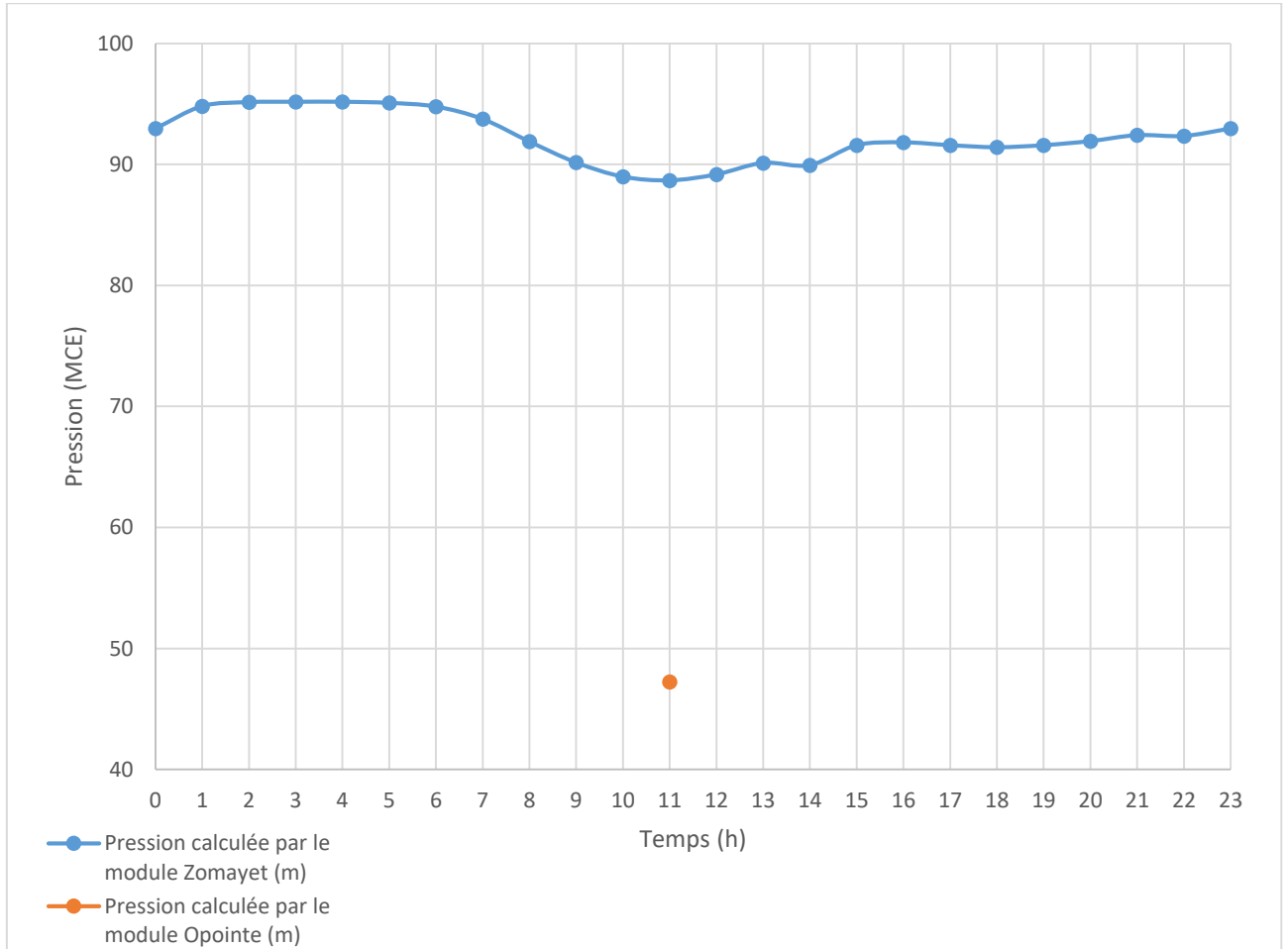


Figure 33 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.

La pression commence à diminuer à partir de 6 heures du matin avec une valeur qui varie entre 73 et 105 MCE.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 68 à 100 MCE.

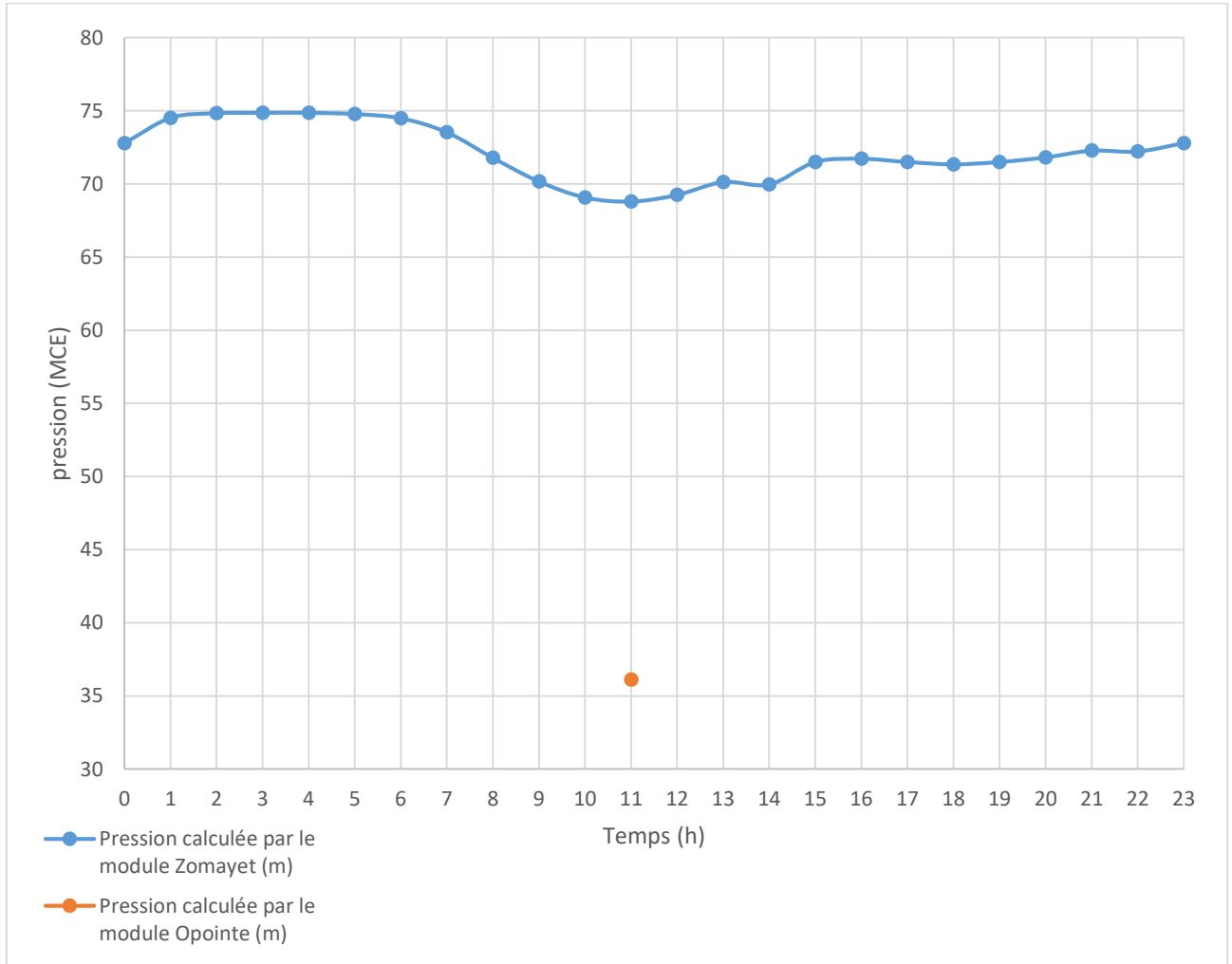


Figure 34 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.

La pression calculée par le module Opointe varie entre 36 MCE et 55 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 32 MCE à 45 MCE.

- **La partie haute**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 658, nœud 149 et nœud 553 (Figure 35).

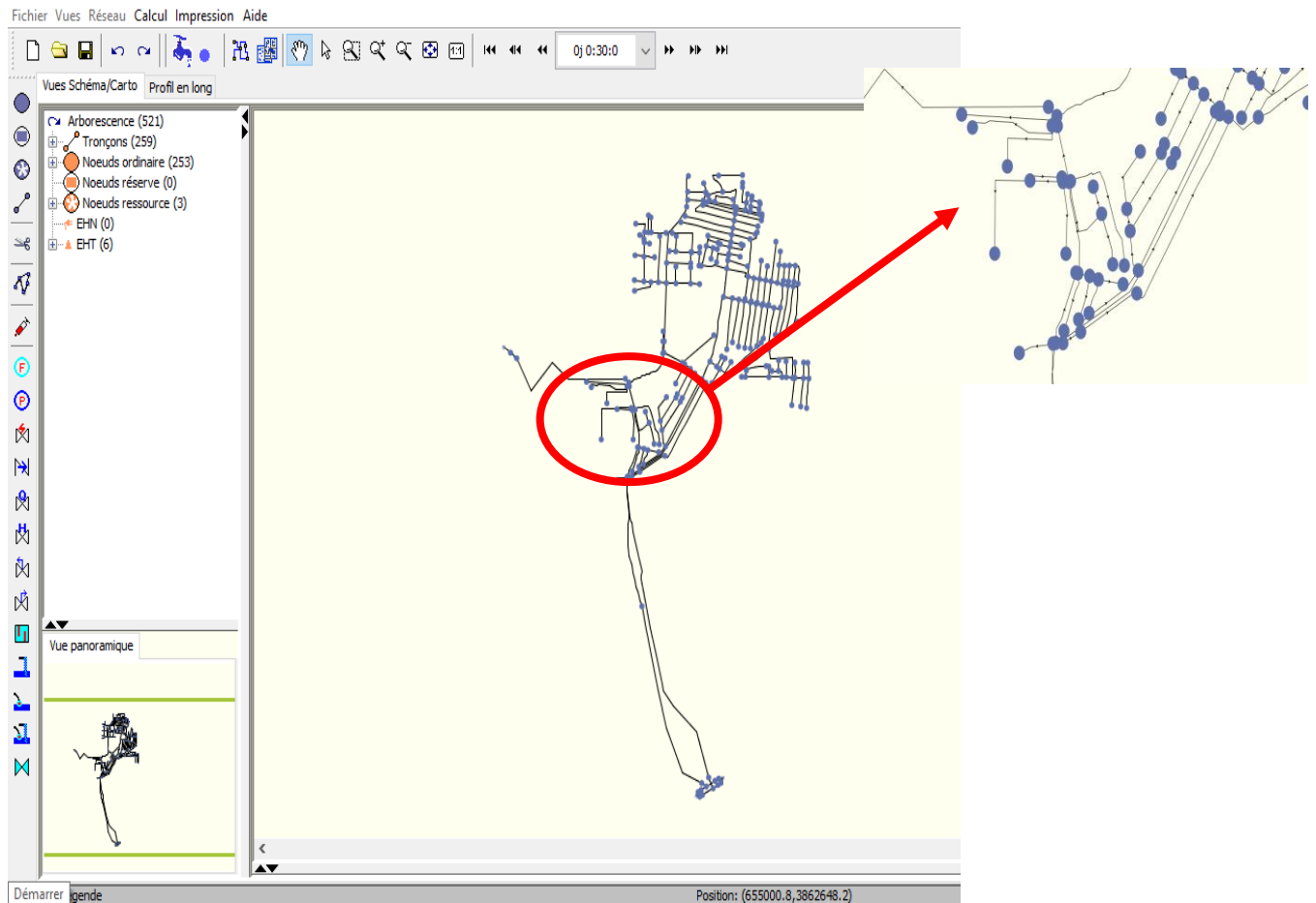


Figure 35 : Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 15).

Tableau 15 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°658	Nœud N°149	Nœud N°553
0	55,9659081	56,9118729	69,9352951
1	57,4055977	58,4270668	71,4146957
2	57,6645699	58,6992569	71,6793976
3	57,6879616	58,7238426	71,70327
4	57,6879616	58,7238426	71,70327
5	57,6177101	58,6500092	71,6315384
6	57,3819046	58,4021606	71,3904495
7	56,5862122	57,5652313	70,5740662
8	55,1236038	56,0251007	69,0643234
9	53,7955818	54,6310577	67,6818542
10	52,9134674	53,7076912	66,7579346
11	52,6890755	53,4731102	66,5222549
12	53,0529289	53,85355	66,9042892
13	53,7683945	54,6025696	67,6534424
14	53,6320801	54,4597626	67,5109253
15	54,8891487	55,778614	68,8210449
16	55,0716782	55,9704971	69,0104752
17	54,8891487	55,778614	68,8210449
18	54,7580185	55,640831	68,6848297
19	54,8891487	55,778614	68,8210449
20	55,1495323	56,0523682	69,0912018
21	55,5354156	56,4584122	69,4907608
22	55,4842911	56,4045944	69,4378815
23	55,9659042	56,9118729	69,9352951

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 16).

Tableau 16 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	658	149	553
Les pression Opointe (MCE)	29,3	29,28	39,07

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 52 et 71, avec des pics et des creux à différents moments.

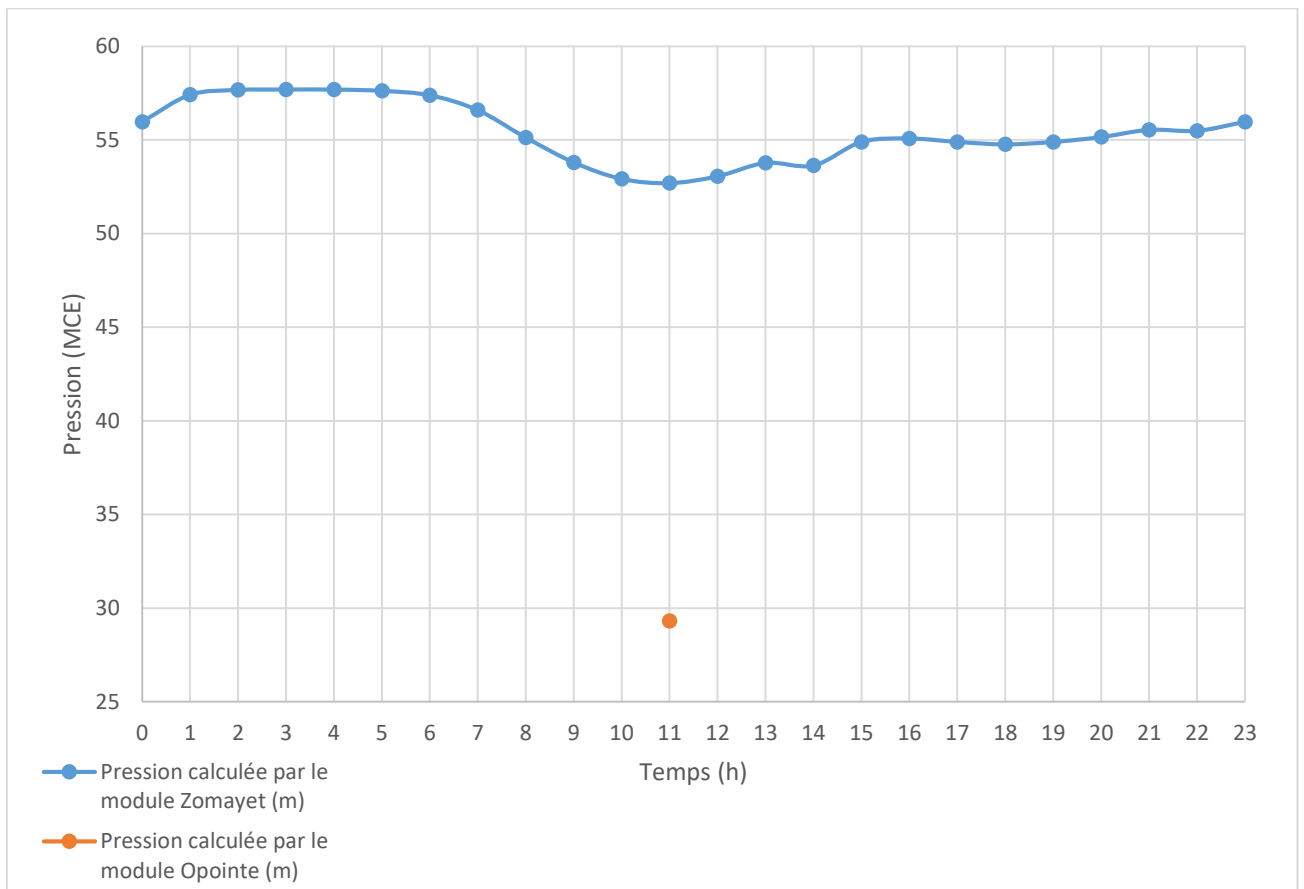


Figure 36 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 52 à 66 MCE.

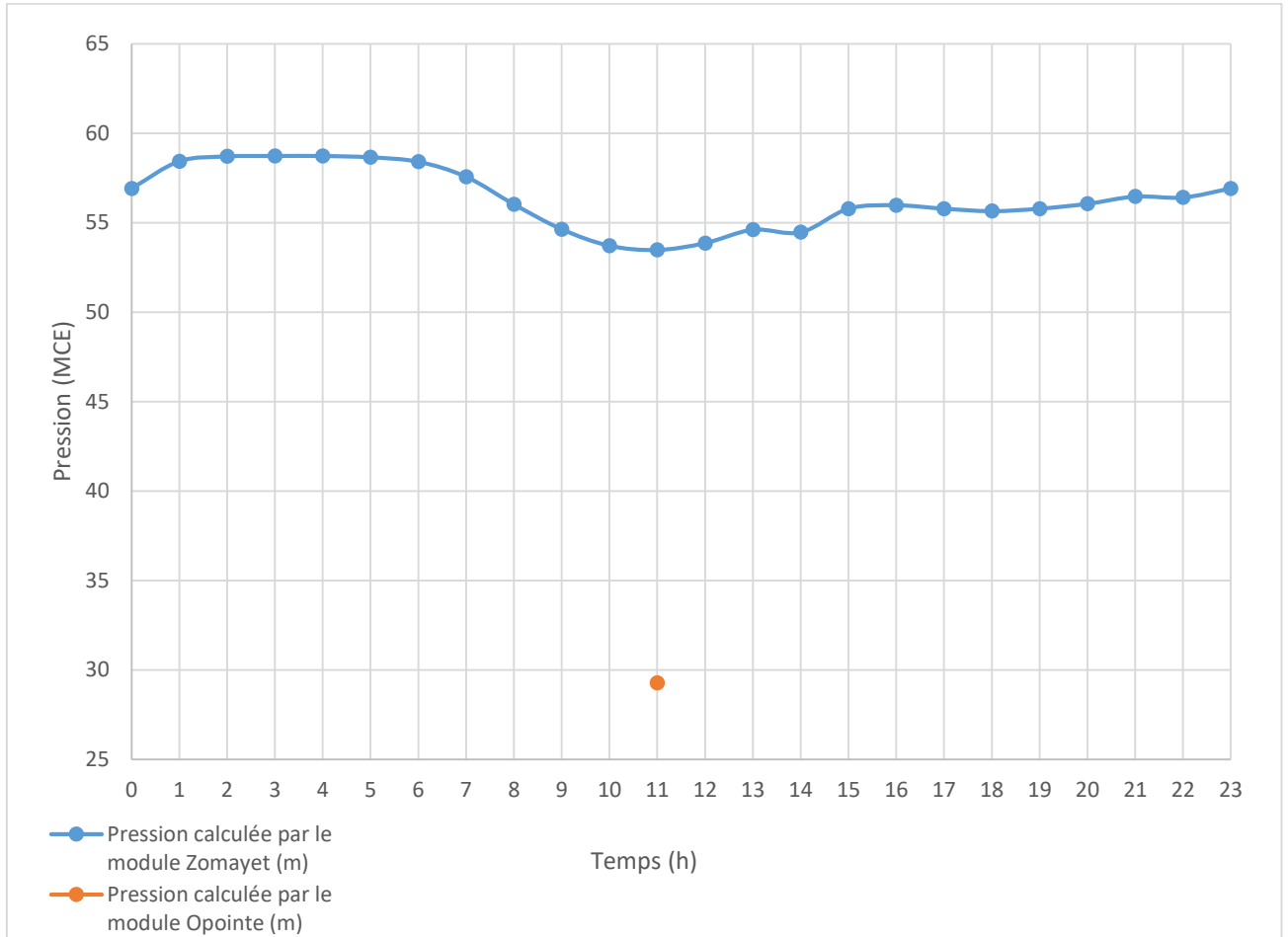


Figure 37 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.

A titre comparatif la pression calculée par le module Opointe varie entre 29 MCE et 39 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 23 MCE.

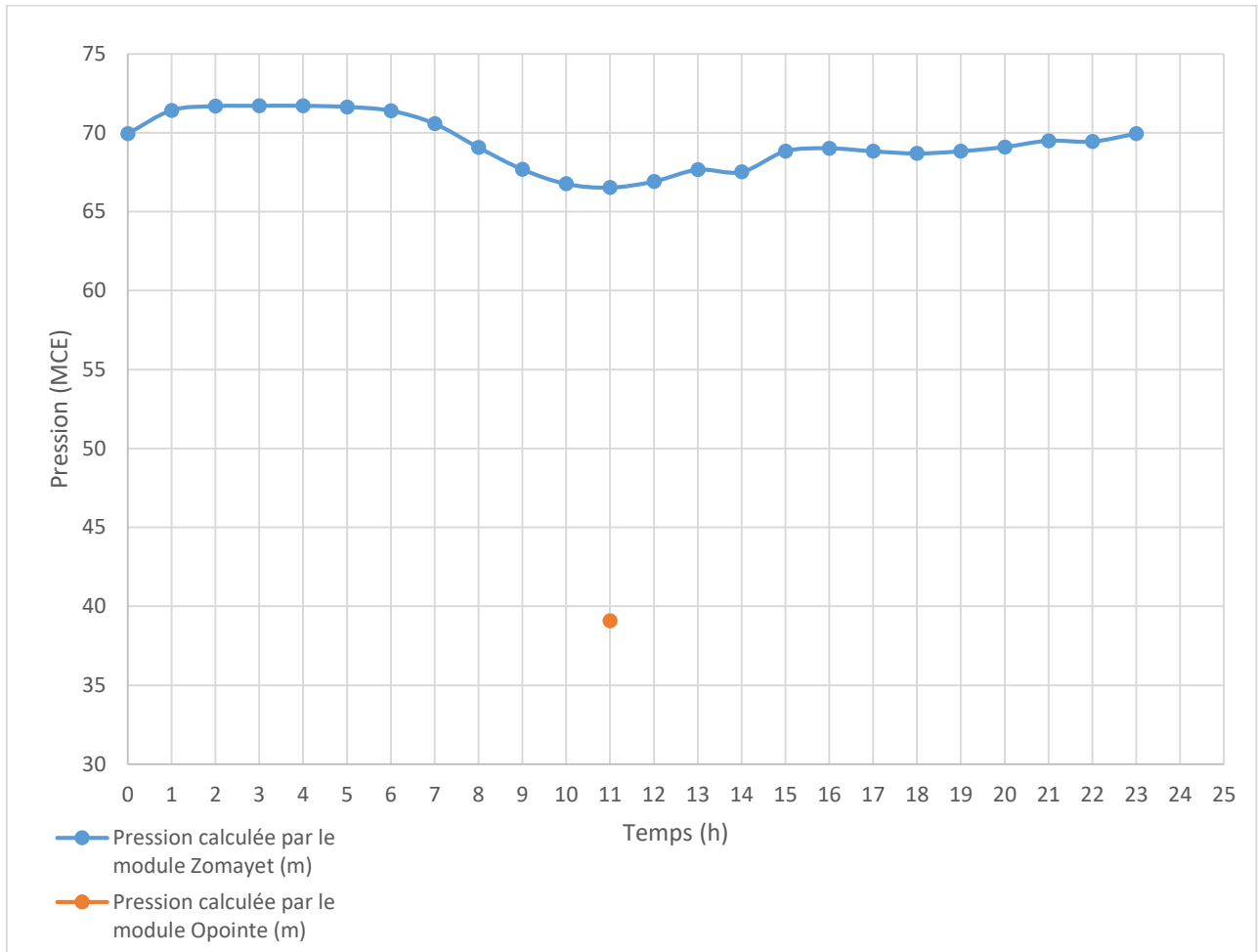


Figure 38 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.

II.2 2^{ème} cas : Réservoir Tombeau du Raab alimenter à partir du forage de Sidi Othmane et le réservoir de Mansourah

✓ La hauteur d'eau 4 m

• La partie basse

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 118, nœud 52 et nœud 250 (Figure 39).

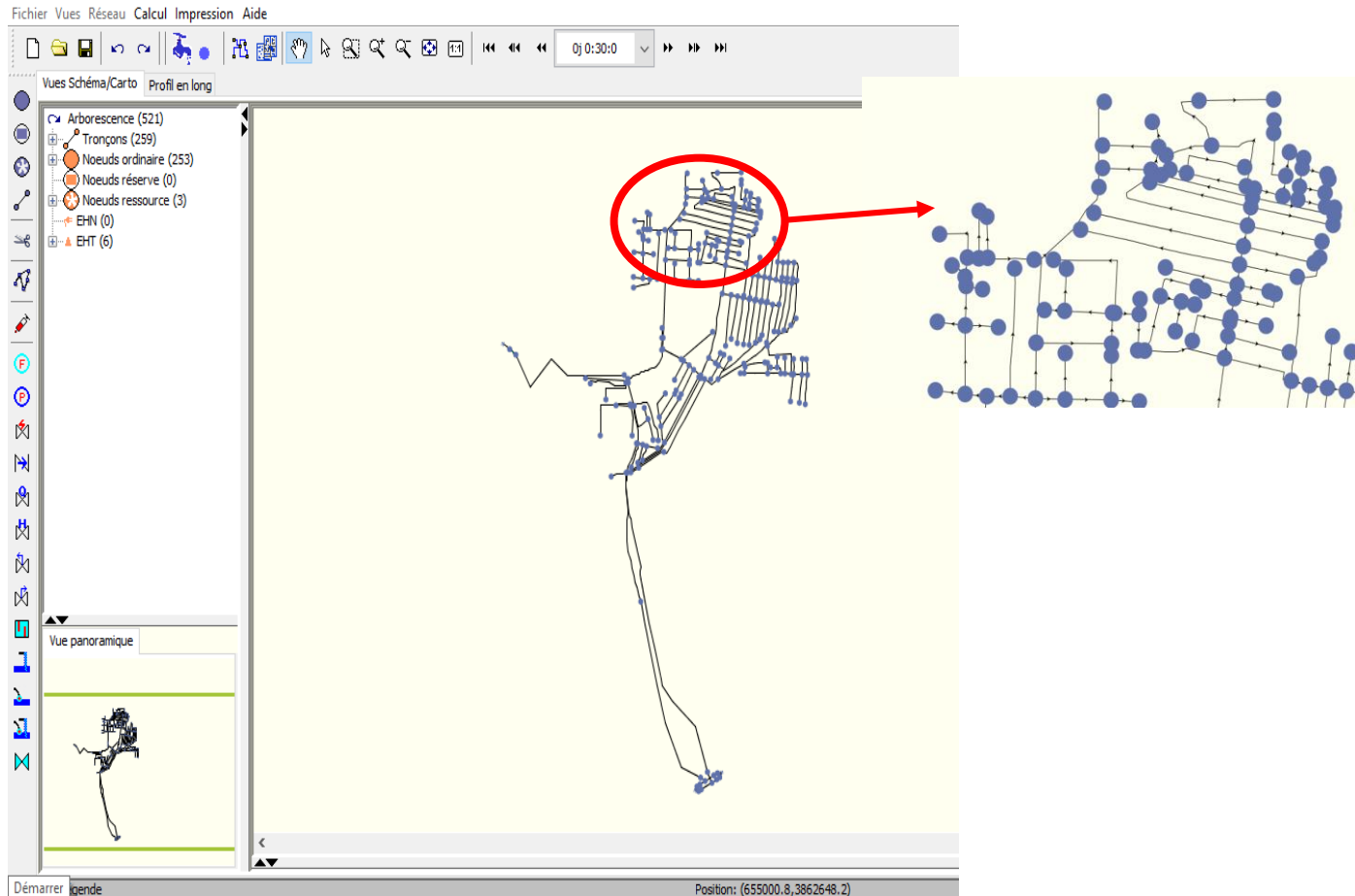


Figure 39 : Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 17).

Tableau 17 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°118	Nœud N°52	Nœud N°250
0	84,1167526	84,024086	103,680634
1	85,8403397	85,8446808	105,543854
2	86,1500397	86,184845	105,887161
3	86,178009	86,2157516	105,918152
4	86,178009	86,2157516	105,918152
5	86,0940247	86,1230164	105,825165
6	85,8119965	85,8137436	105,512527
7	84,859787	84,7934036	104,472733
8	83,1042099	82,9782181	102,594658
9	81,5067291	81,2543564	100,788811
10	80,4455261	80,0635223	99,5322952
11	80,1755676	79,7554398	99,206192
12	80,6133118	80,2539825	99,7336884
13	81,4740219	81,2181625	100,750717
14	81,3100357	81,0361786	100,559097
15	82,822197	82,6806107	102,284164
16	83,0417557	82,9125443	102,526192
17	82,822197	82,6806107	102,284164
18	82,6644669	82,5128326	102,108871
19	82,822197	82,6806107	102,284164
20	83,1353912	83,0109634	102,628777
21	83,5994263	83,494133	103,131424
22	83,5379562	83,4305725	103,065399
23	84,1167603	84,0240326	103,68058

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 18).

Tableau 18 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	118	52	250
La pression Opointe (MCE)	50,46	37,05	45,86

Interprétation :

La pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 80 et 105, avec des pics et des creux à différents moments.

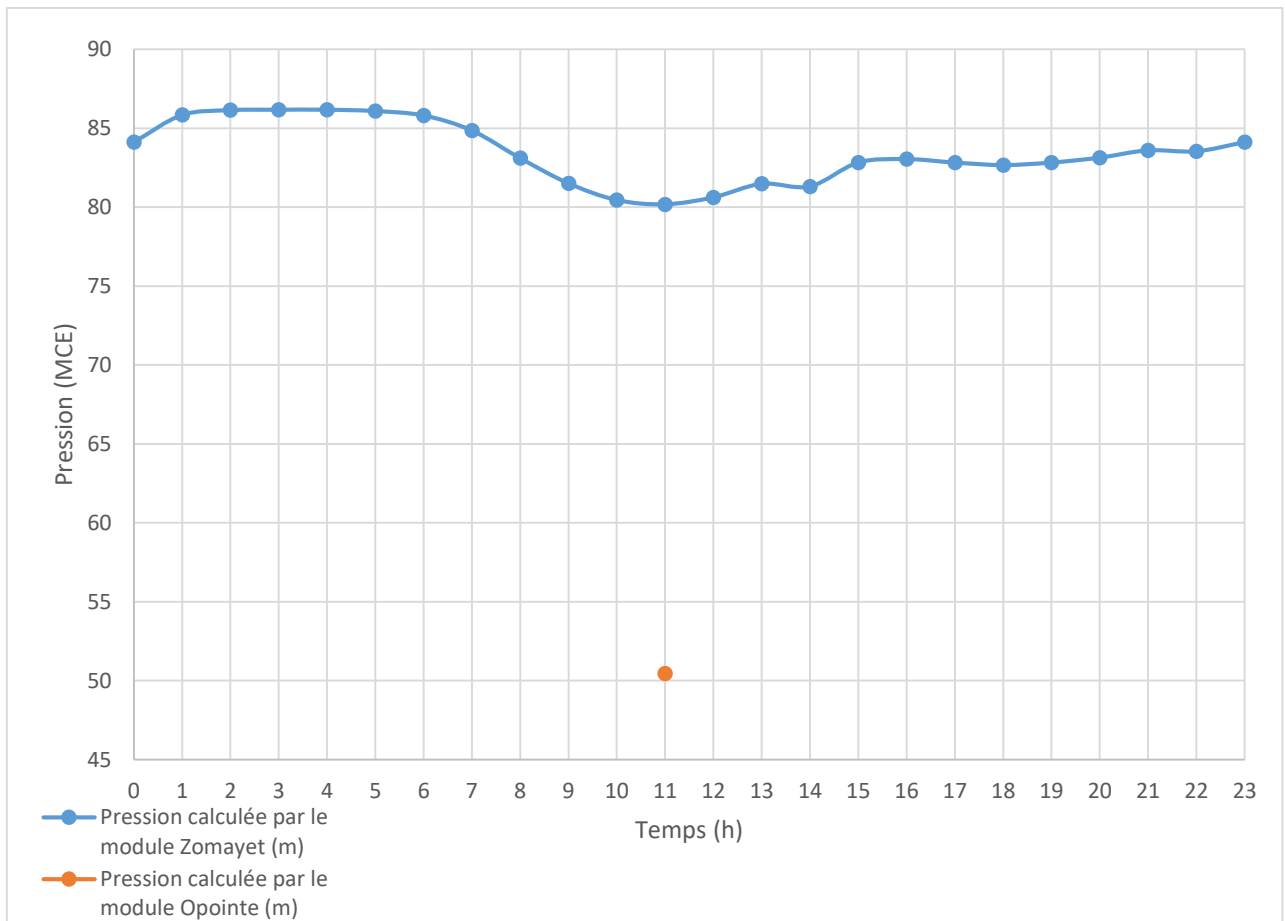


Figure 40 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 79 à 99 MCE.

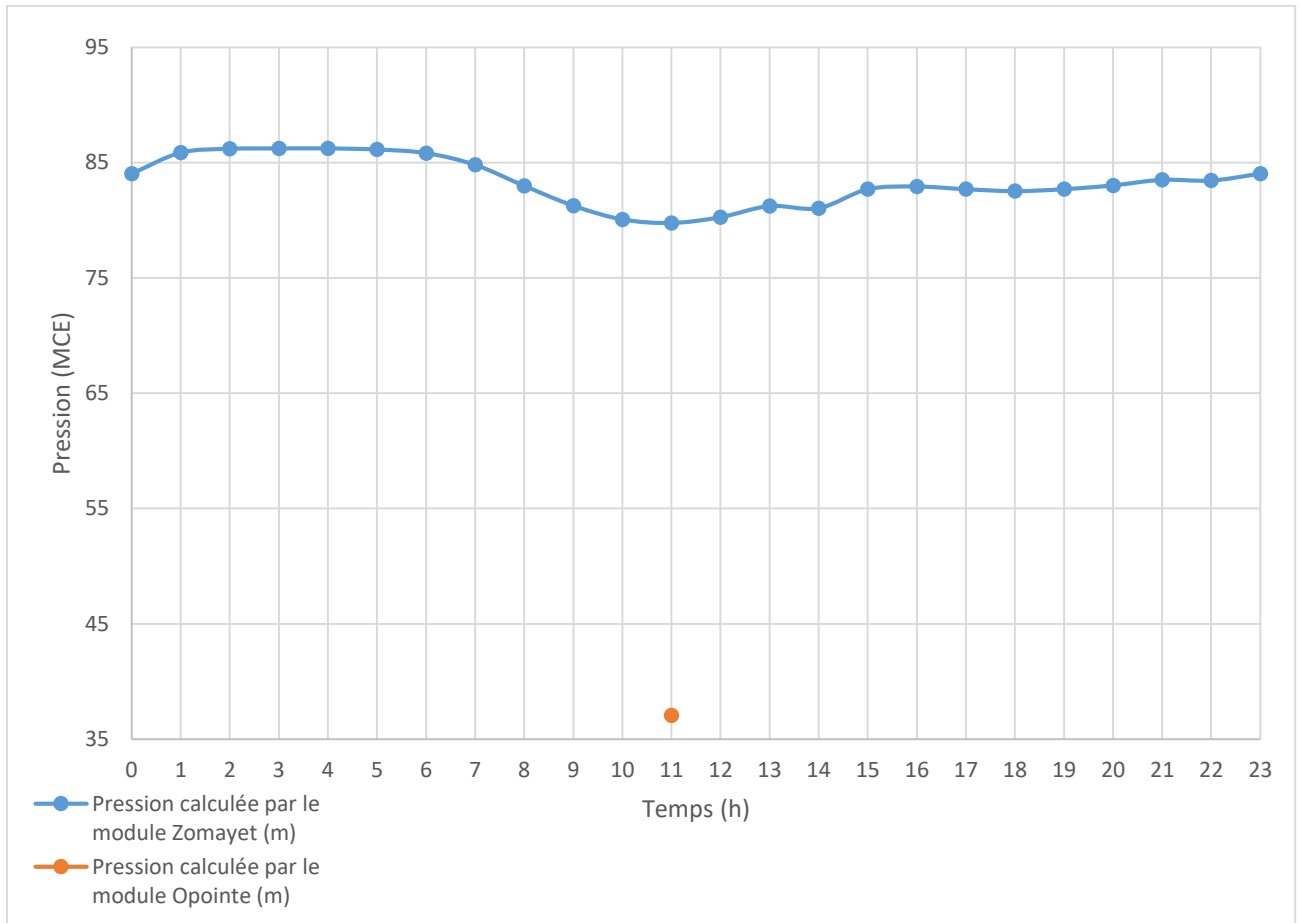


Figure 41 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.

A titre comparatif la pression calculée par le module Opointe varie entre 37 MCE et 50 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 42 MCE à 55 MCE.

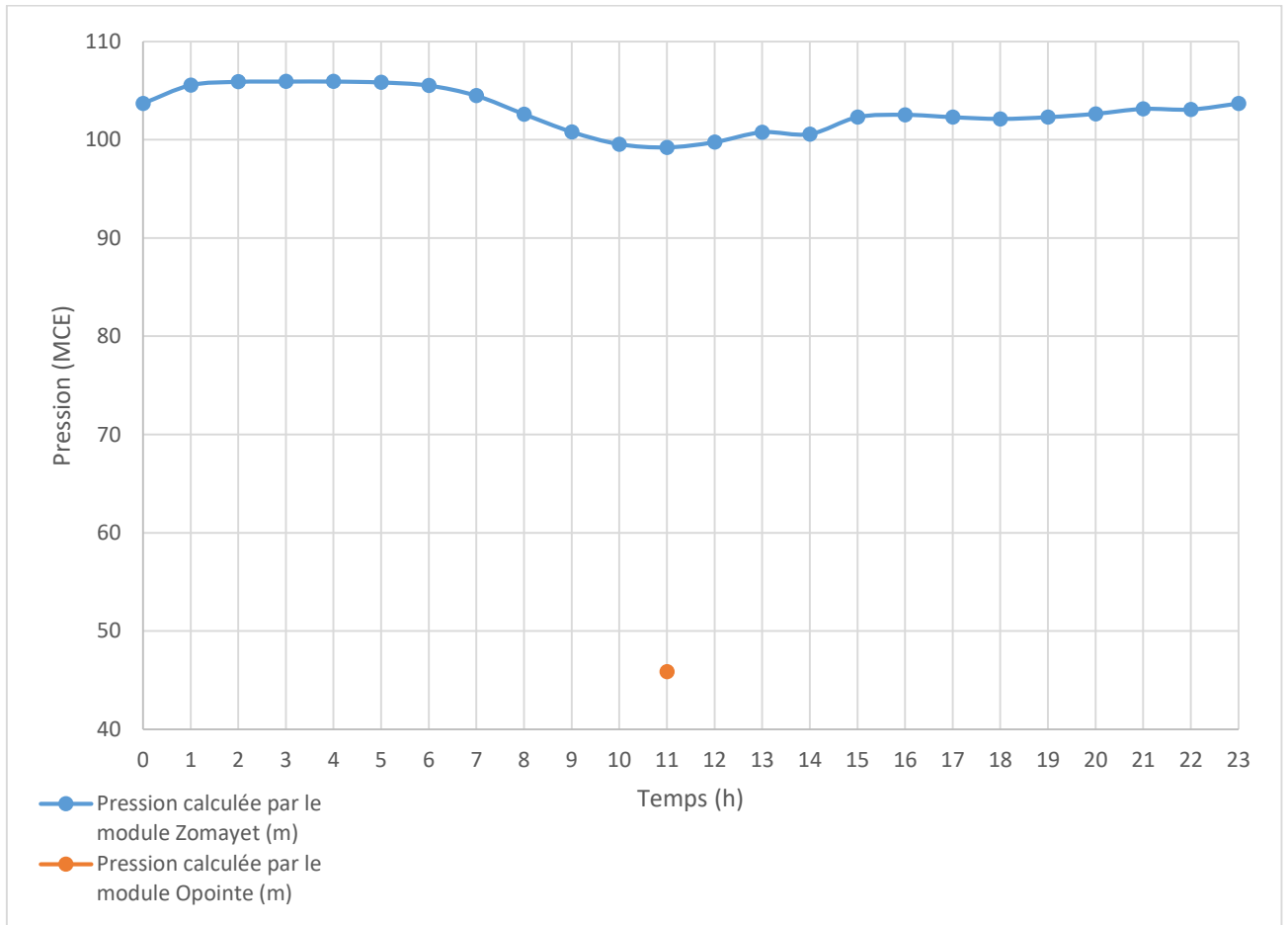


Figure 42 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.

- **La partie moyenne**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 391, nœud 772 et nœud 102 (Figure 43).

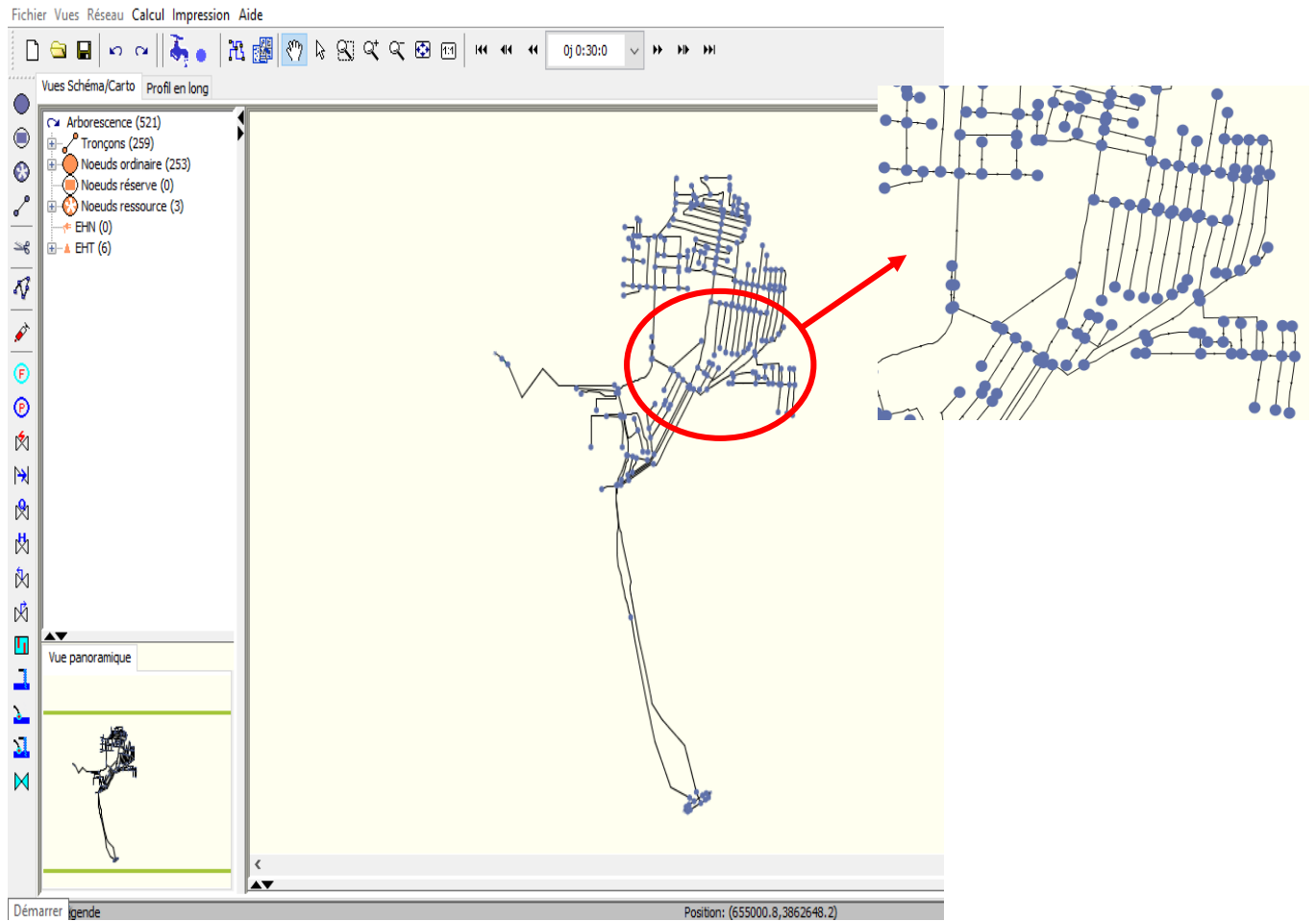


Figure 43 : Représente la partie moyenne de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 19).

Tableau 19 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°391	Nœud N°772	Nœud N°102
0	106,474426	74,526535	94,7207642
1	108,372932	76,2708282	96,5843048
2	108,724968	76,5904236	96,9237747
3	108,756859	76,6193771	96,9544754
4	108,756859	76,6193771	96,9544754
5	108,661064	76,5324631	96,8622894
6	108,340874	76,2416763	96,553299
7	107,279266	75,271286	95,517601
8	105,382698	73,5092545	93,6381989
9	103,600517	71,8777847	91,8941269
10	102,378357	70,7793198	90,7123337
11	102,063049	70,4982224	90,4091034
12	102,573448	70,9536972	90,9002914
13	103,563278	71,8440933	91,8579559
14	103,376152	71,6750031	91,6763763
15	105,073601	73,2233887	93,3336868
16	105,314438	73,4460373	93,5708771
17	105,073601	73,2233887	93,3336868
18	104,899651	73,0630722	93,1627121
19	105,073601	73,2233887	93,3336868
20	105,41674	73,540802	93,6717911
21	105,920074	74,0085907	94,169693
22	105,85376	73,9468002	94,1039505
23	106,474388	74,526535	94,7207336

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 20).

Tableau 20 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	391	772	102
Les pression Opointe (MCE)	56,51	37,6	48,76

Interprétation :

la pression varie dans les noeuds tout au long de la journée entre 70 et 108 , avec des pics et des creux à différents moments.

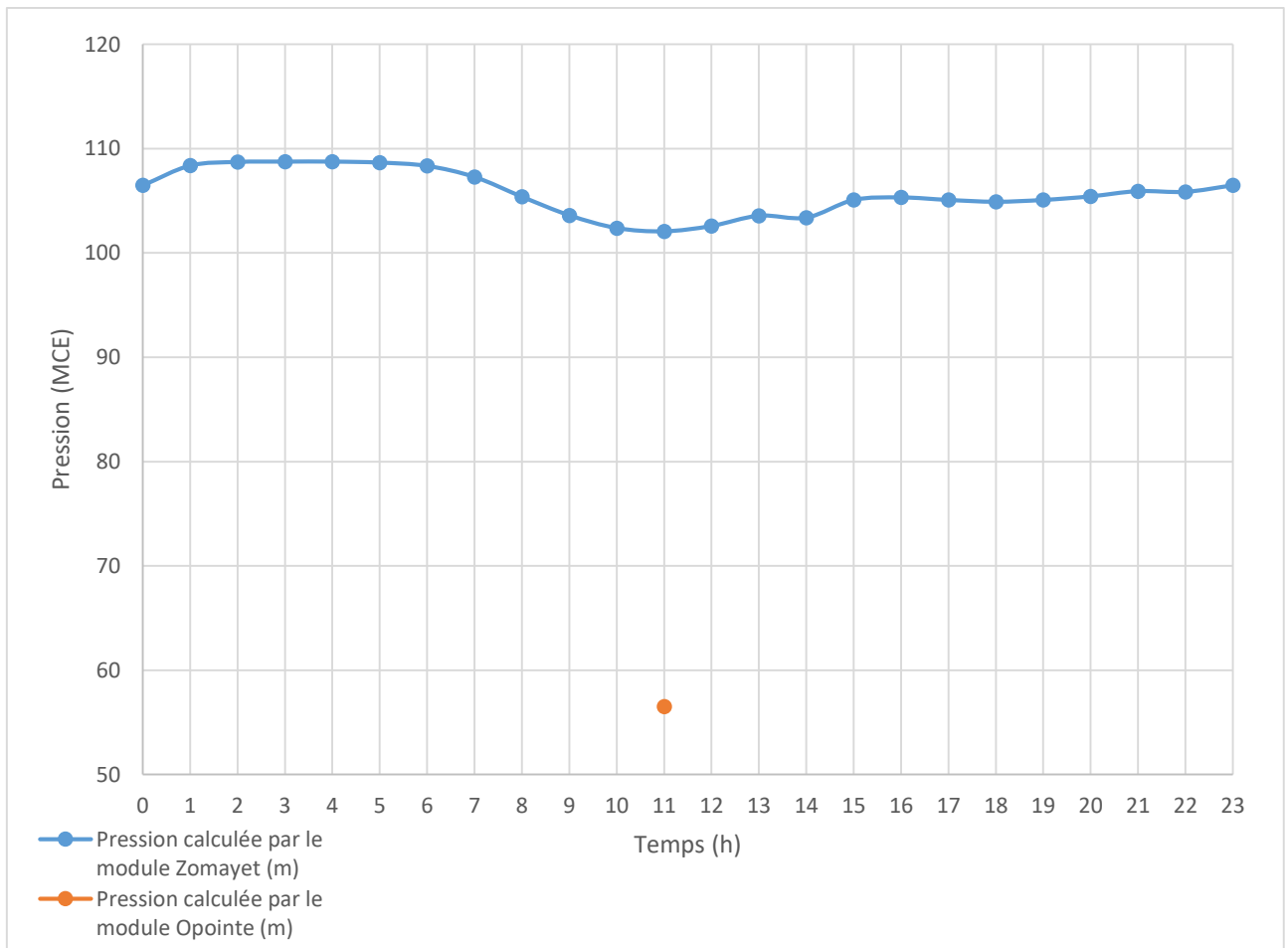


Figure 44 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 70 à 102 MCE.

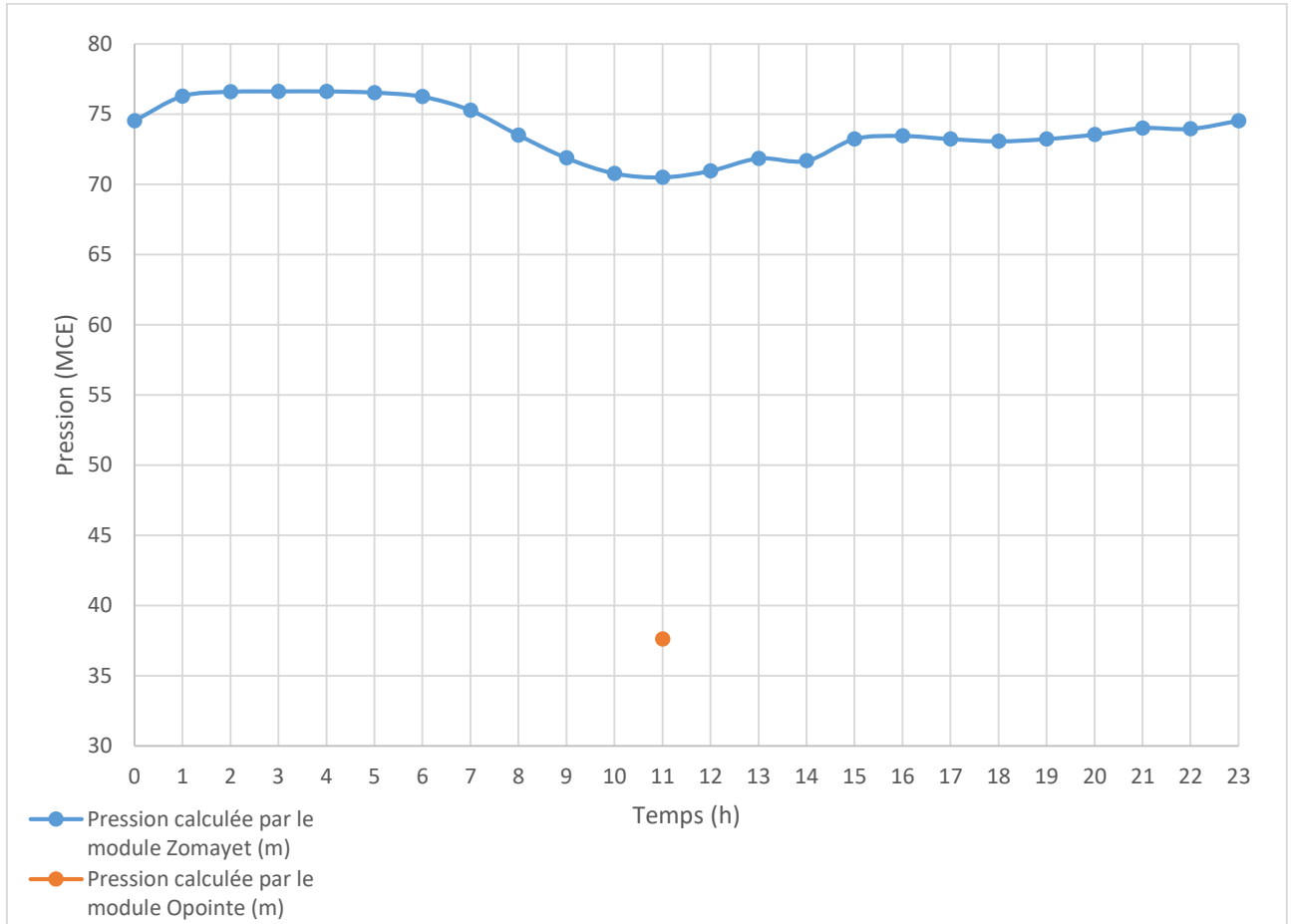


Figure 45 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.

Par contre la pression calculée par le module Opointe varie entre 38 MCE et 57 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 32 MCE à 45 MCE.

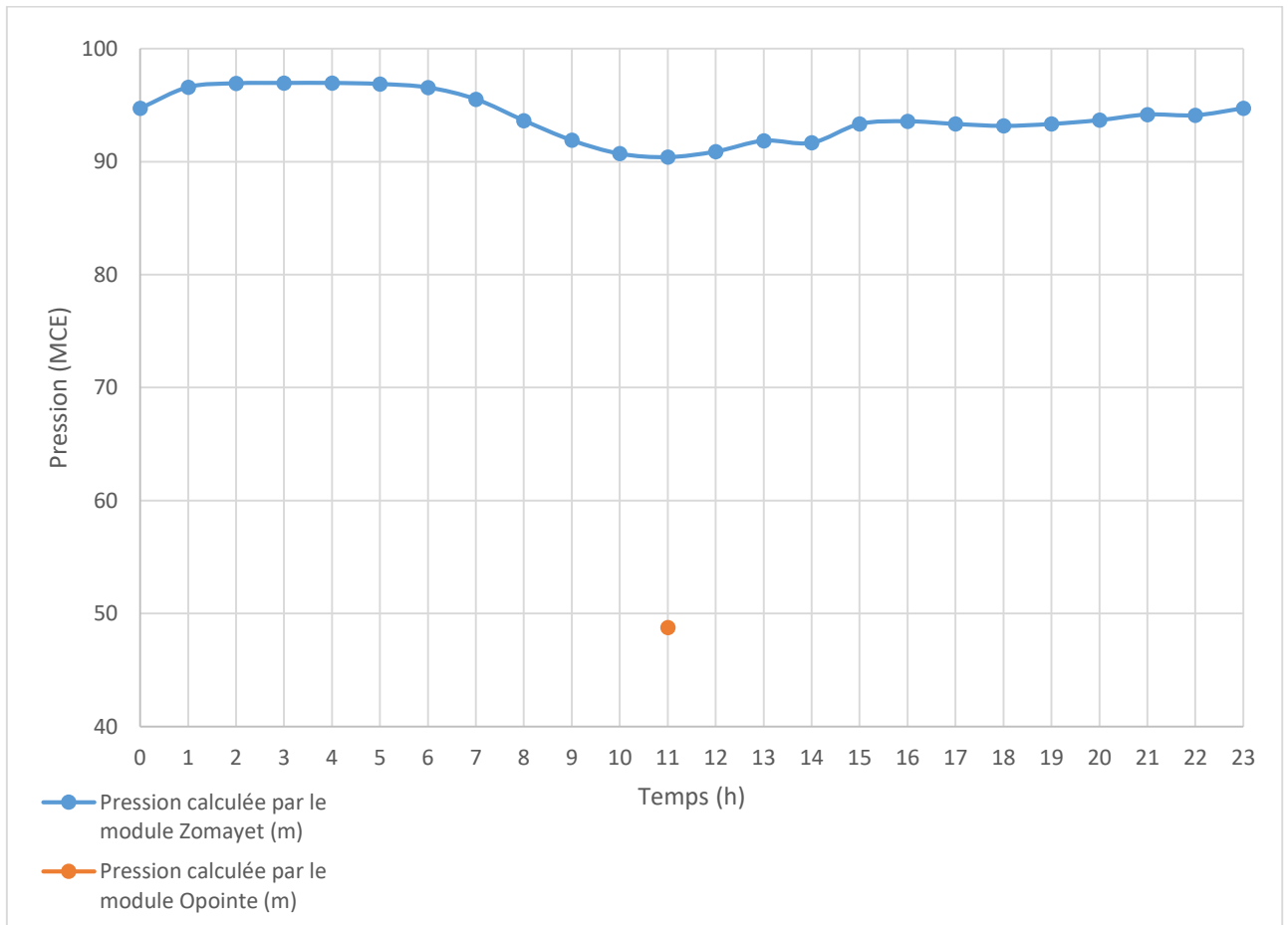


Figure 46 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.

- **La partie haute**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 658, nœud 149 et nœud 553 (Figure 47).

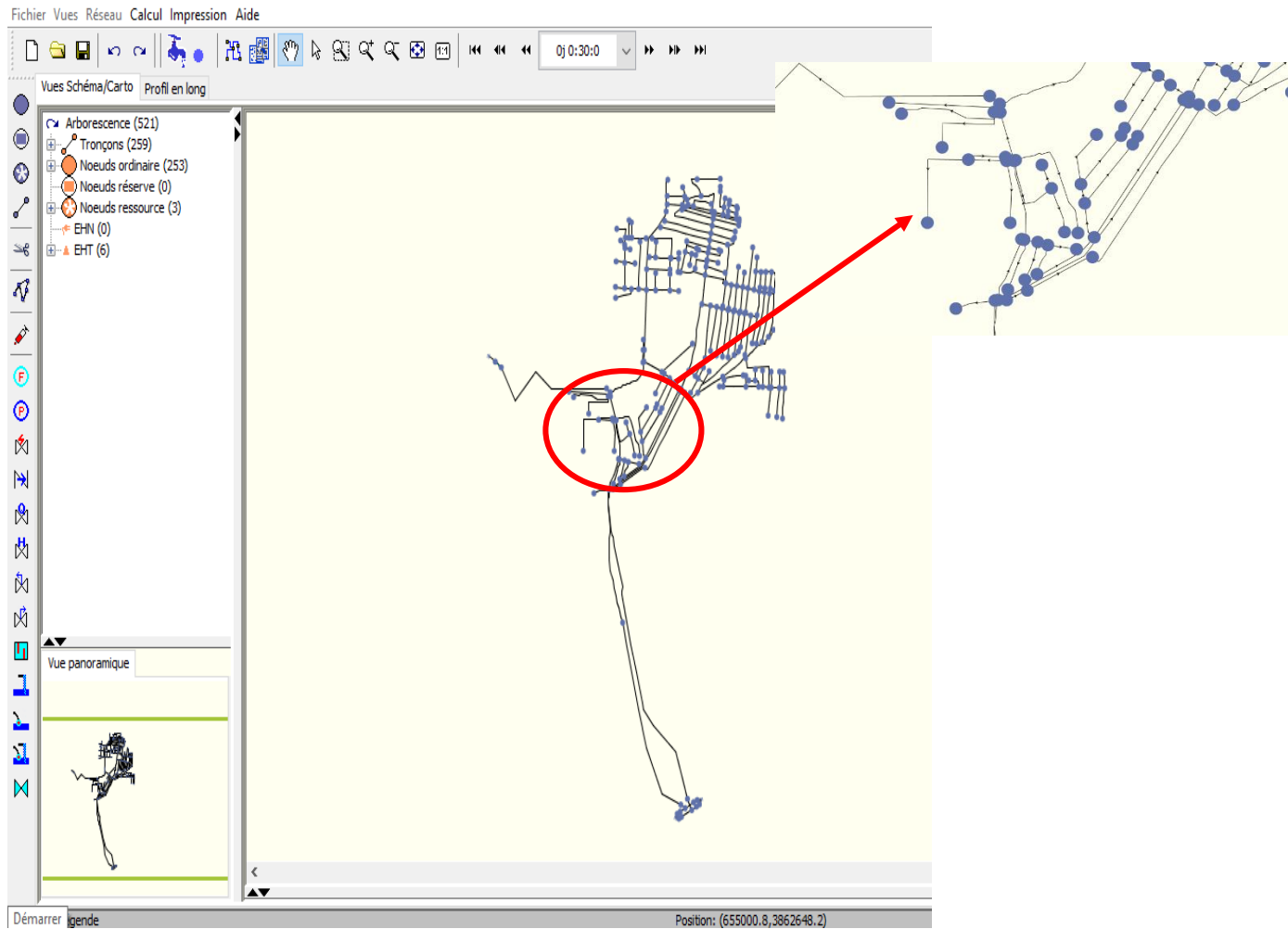


Figure 47 : Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 21).

Tableau 21 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h

Heures	Pression (MCE)		
	Nœud N°658	Nœud N°149	Nœud N°553
0	57,753315	58,6829224	71,7214584
1	59,2073631	60,213192	73,2154694
2	59,4690132	60,4881935	73,4828949
3	59,4926491	60,513031	73,5070114
4	59,4926491	60,513031	73,5070114
5	59,4216652	60,4384346	73,4345398
6	59,1834297	60,1880302	73,190979
7	58,3797073	59,3426704	72,3664246
8	56,9030113	57,7876663	70,8423843
9	55,562851	56,3807297	69,4476471
10	54,6729393	55,4490852	68,5158539
11	54,4465942	55,2124329	68,2781982
12	54,8136215	55,596241	68,6634369
13	55,5354156	56,3519821	69,4189835
14	55,3978882	56,2078857	69,275238
15	56,6663704	57,5388641	70,5969009
16	56,8505974	57,7325478	70,7880402
17	56,6663704	57,5388641	70,5969009
18	56,5340271	57,3997917	70,4594574
19	56,6663704	57,5388641	70,5969009
20	56,9291801	57,8151894	70,8695068
21	57,3186989	58,2250938	71,2727432
22	57,2670898	58,1707611	71,2193756
23	57,7533112	58,6829224	71,7214584

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 22)

Tableau 22 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	658	149	553
Les pressions Opointe (MCE)	30,88	30,82	40,64

Interprétation :

On peut voir que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 54 et 73, avec des pics et des creux à différents moments.

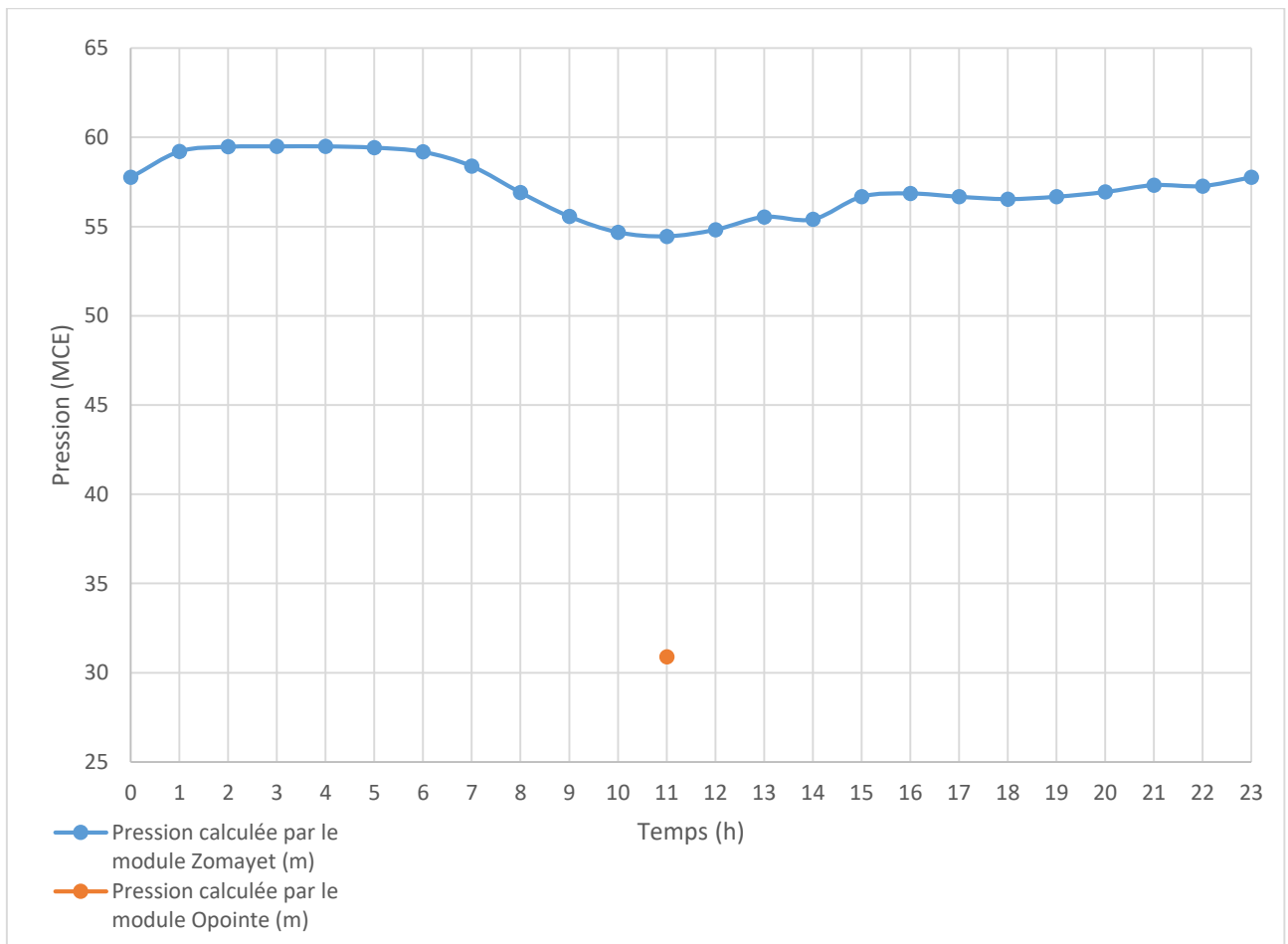


Figure 48 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11h30 à environ 54 à 68 MCE.

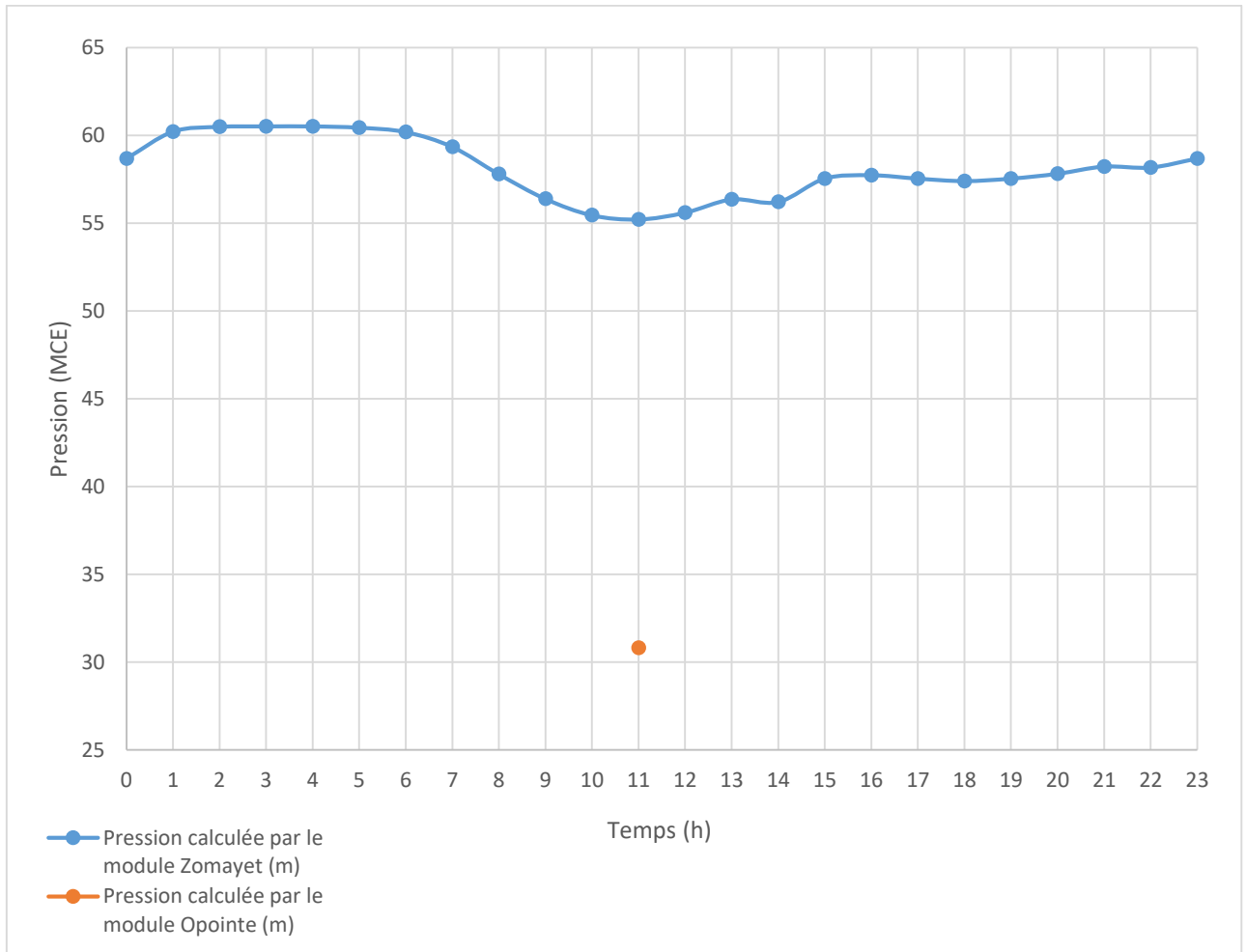


Figure 49 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.

La pression calculée par le module Opointe varie entre 31 MCE et 41 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 23 MCE à 27 MCE.

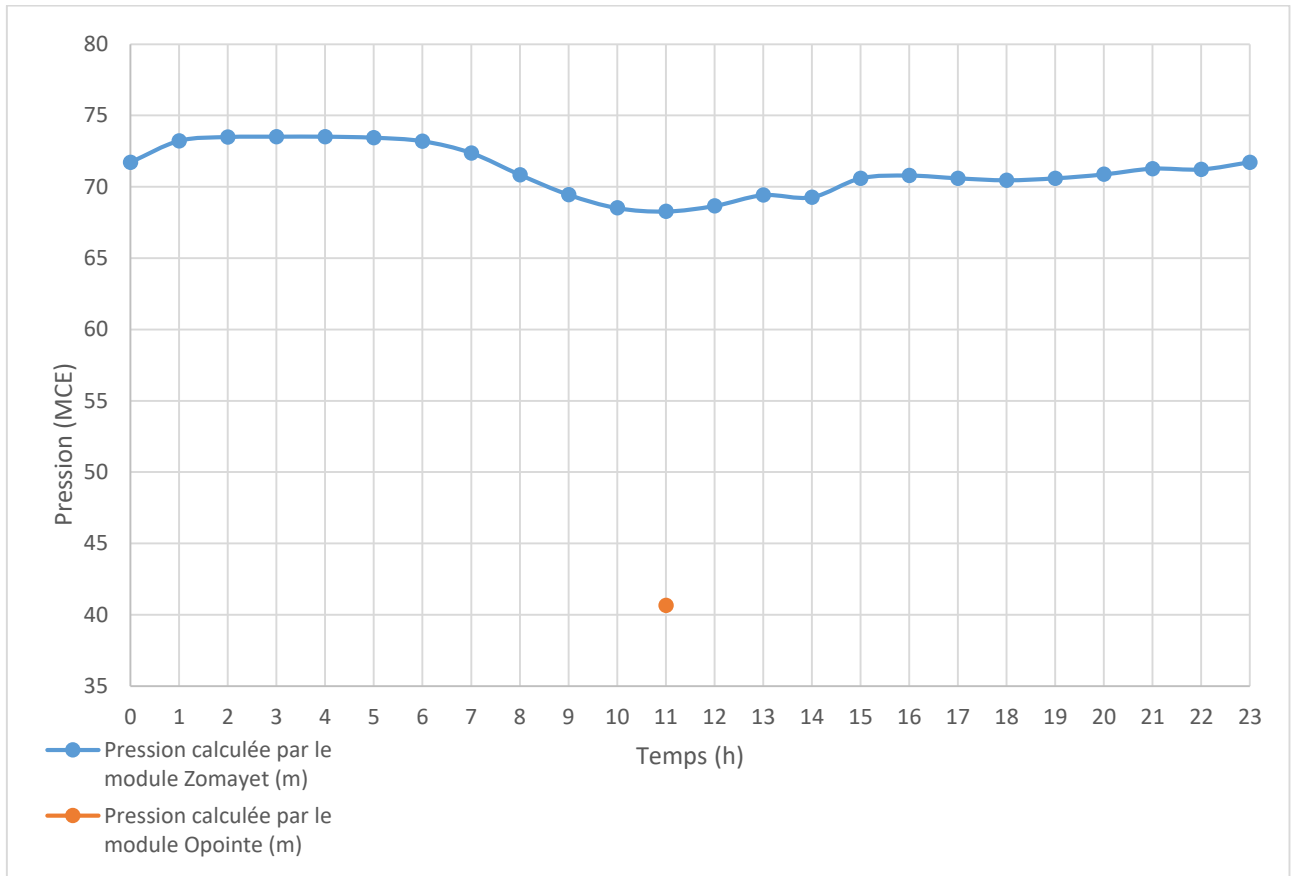


Figure 50 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.

III. 2^{eme} Variante

Alimentation à partir du réservoir de l'université

Le réservoir de l'Université qui a une capacité de 5000 m³, il est alimenté par le forage de Koudia et par les eaux dessalées.

Un seul scenario sera étudié dans ce cas :

✓ La hauteur d'eau 5 m

- **La partie basse**

Les trois nœuds considérés dans cette partie sont : nœud 118, nœud 52 et nœud 250 (Figure 51).

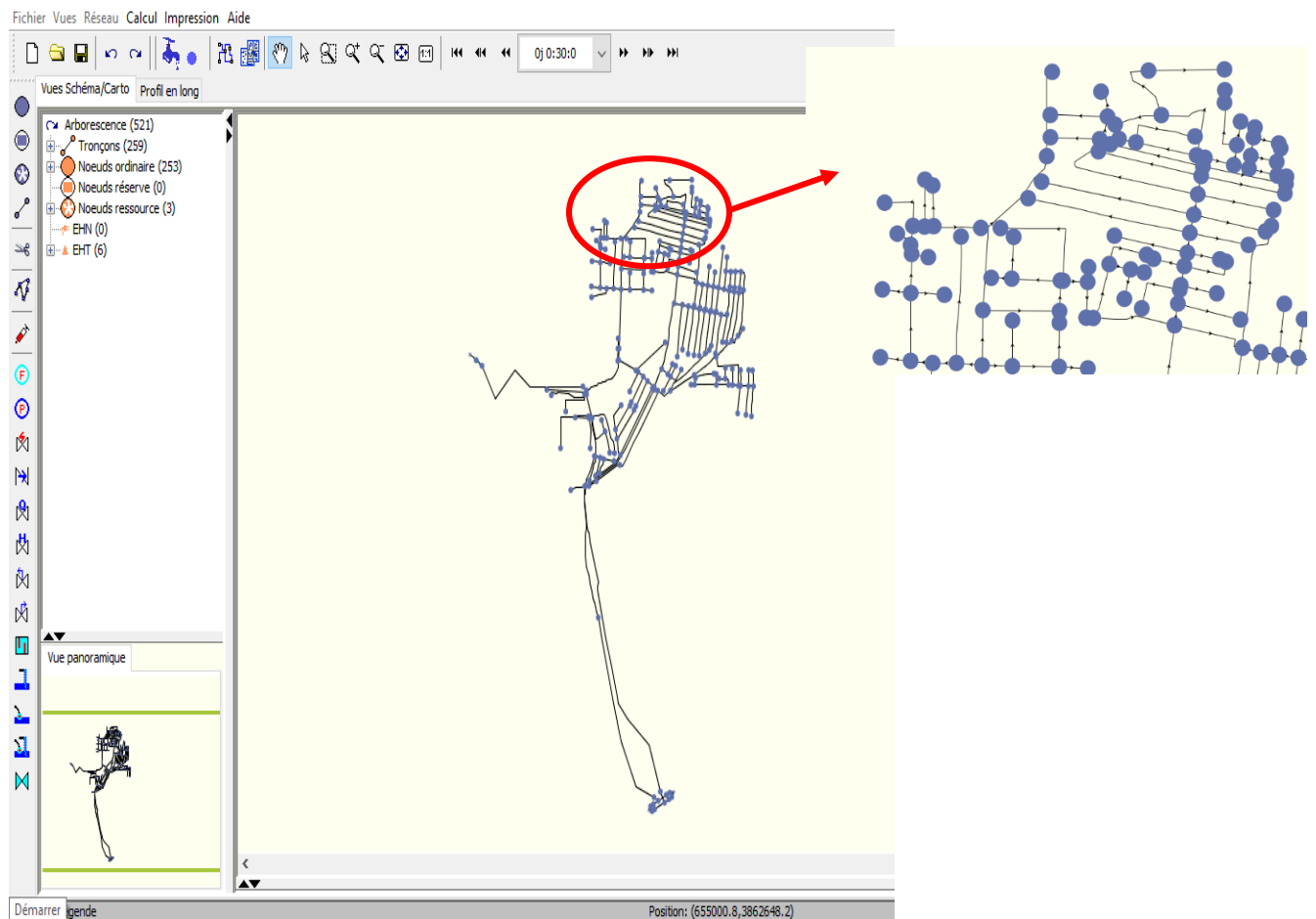


Figure 51 : Représente la partie basse de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 23).

Tableau 23 : la pression calculée par le module Zomayet Pendant 24h.

Heures	Pression (m)		
	Nœud N°118	Nœud N°52	Nœud N°250
0	86,8043671	86,5862274	106,242775
1	86,9979248	86,8961029	106,595276
2	87,0126114	86,9194717	106,621788
3	87,013588	86,9210358	106,623428
4	87,0135651	86,9209824	106,62339
5	87,0107956	86,9166031	106,618698
6	86,9962234	86,8933945	106,592178
7	86,9085999	86,7537689	106,433098
8	86,6193695	86,2868423	105,903282
9	86,2393799	85,6675034	105,201958
10	85,9343719	85,1678391	104,636612
11	85,8506546	85,0304184	104,481171
12	85,9851761	85,2511902	104,730896
13	86,2305756	85,6531067	105,185661
14	86,1858368	85,5799255	105,102844
15	86,5597534	86,1900024	105,793556
16	86,6064606	86,2658844	105,879524
17	86,5597534	86,1900024	105,793556
18	86,5249634	86,1334076	105,729446
19	86,5597534	86,1900024	105,793556
20	86,6257553	86,2972031	105,915024
21	86,7156982	86,4429855	106,080284
22	86,7043381	86,4245987	106,059425
23	86,8043671	86,5862274	106,242775

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 24).

Tableau 24 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	118	52	250
La pression Opointe (MCE)	66,82	51,98	60,79

Interprétation :

On remarque selon les graphes que la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 85 et 106, avec des pics et des creux à différents moments.

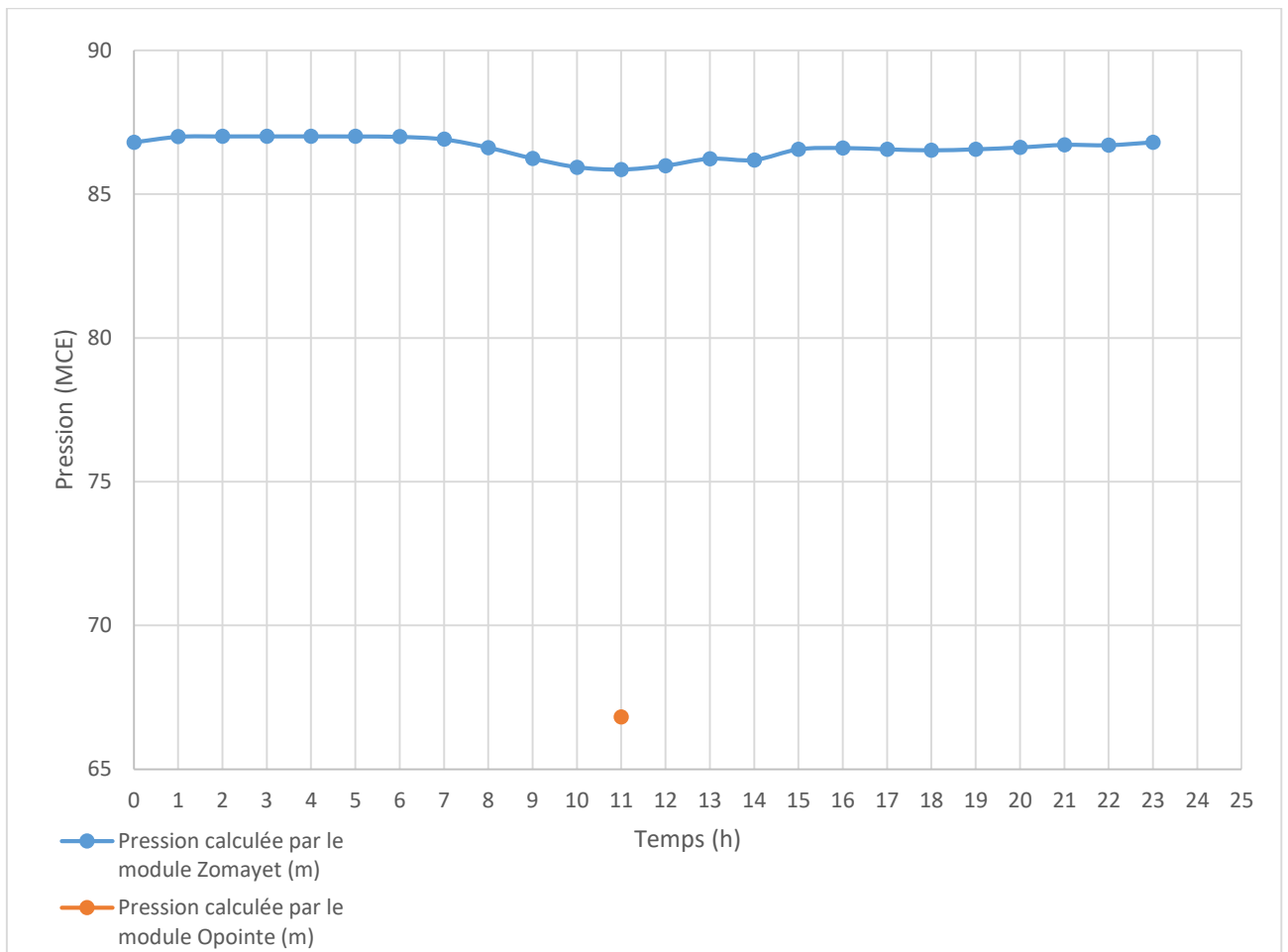


Figure 52 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°118.

La pression de l'eau attienne son creux de la journée vers 11 heures à environ 85 à 104 MCE.

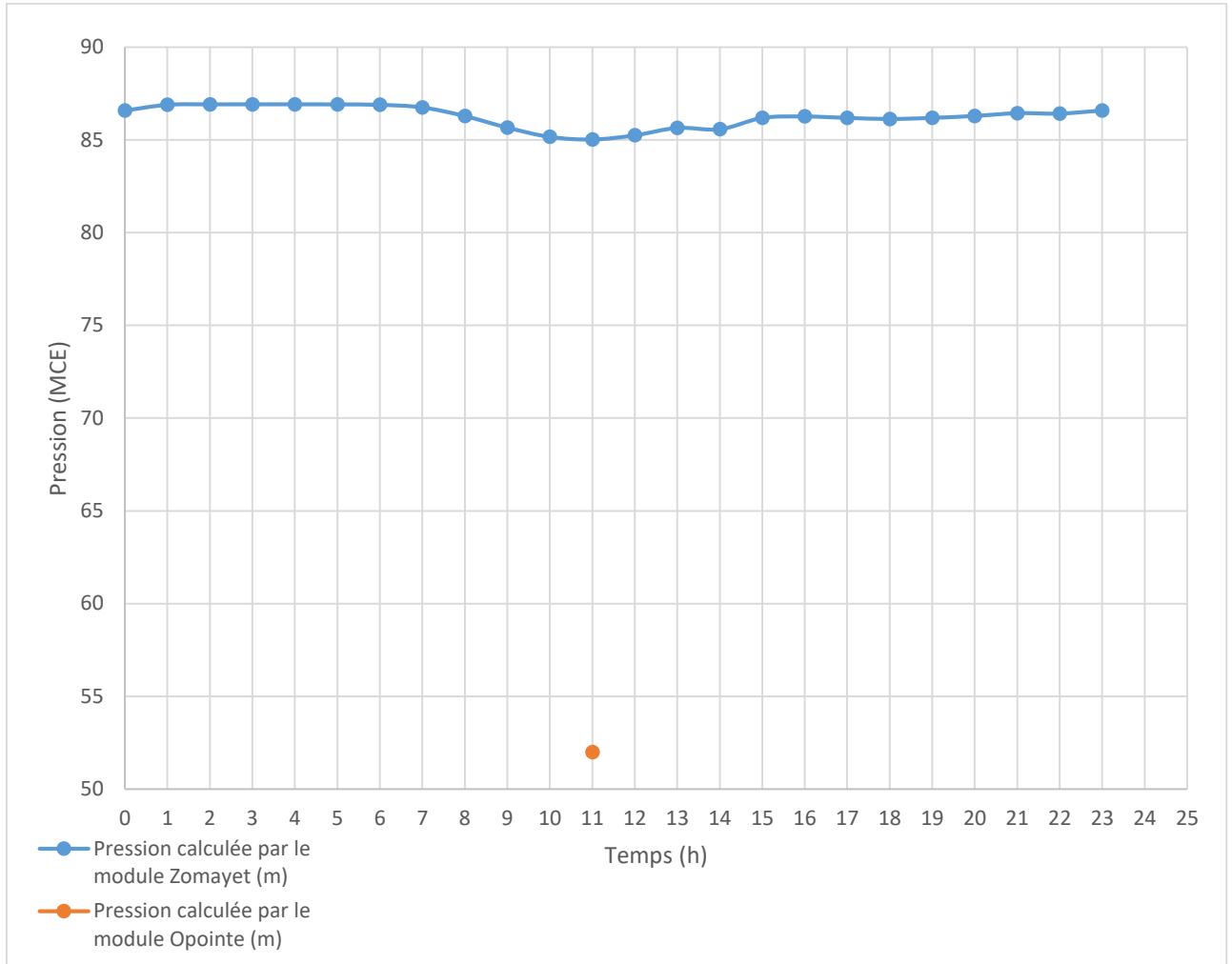


Figure 53 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°52.

A titre comparatif la pression calculée par le module Opointe varie entre 52 MCE et 67 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 33 MCE à 37 MCE.

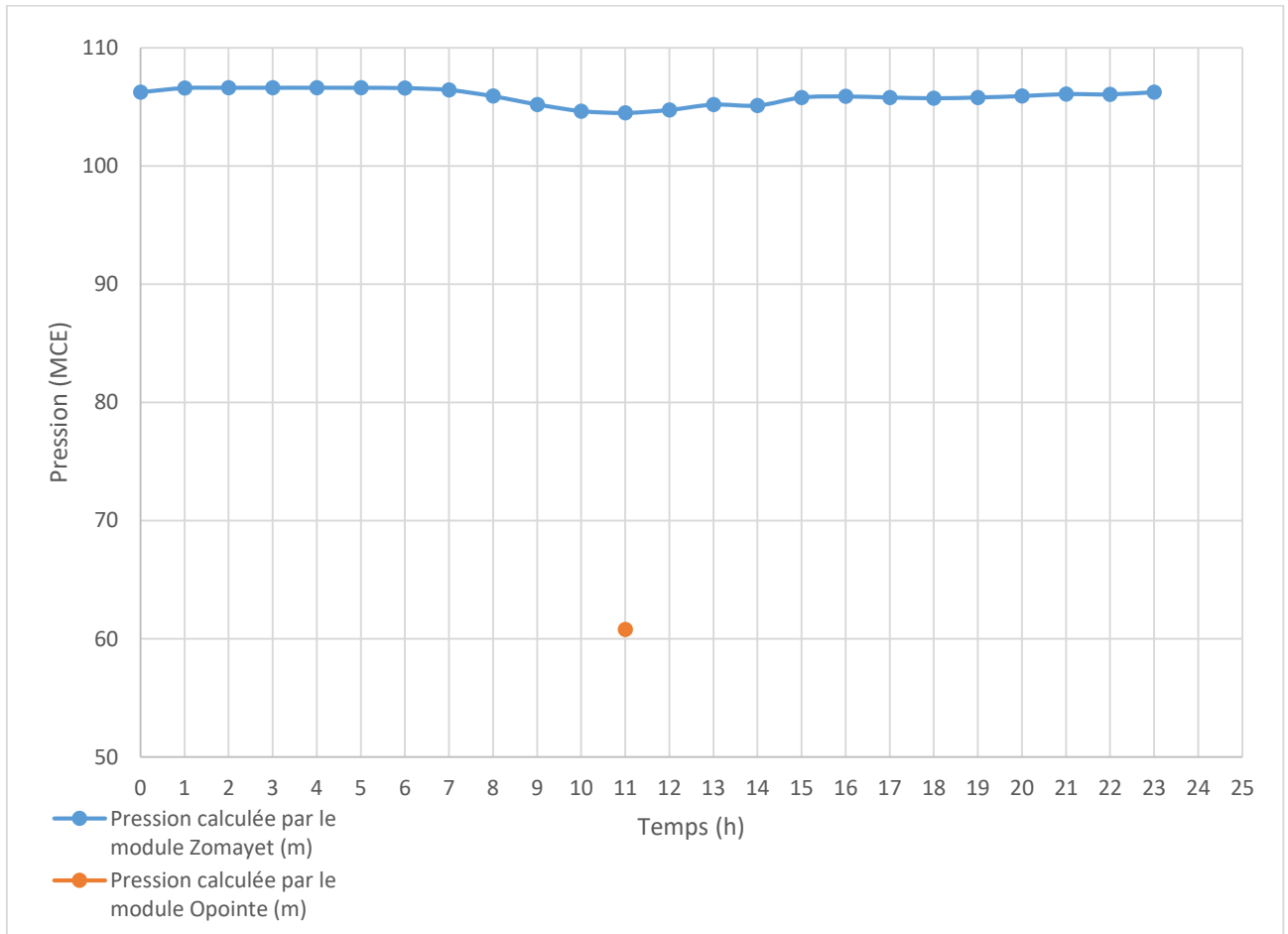


Figure 54 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°250.

- **La partie moyenne**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 391, nœud 772 et nœud 102 (Figure 55).

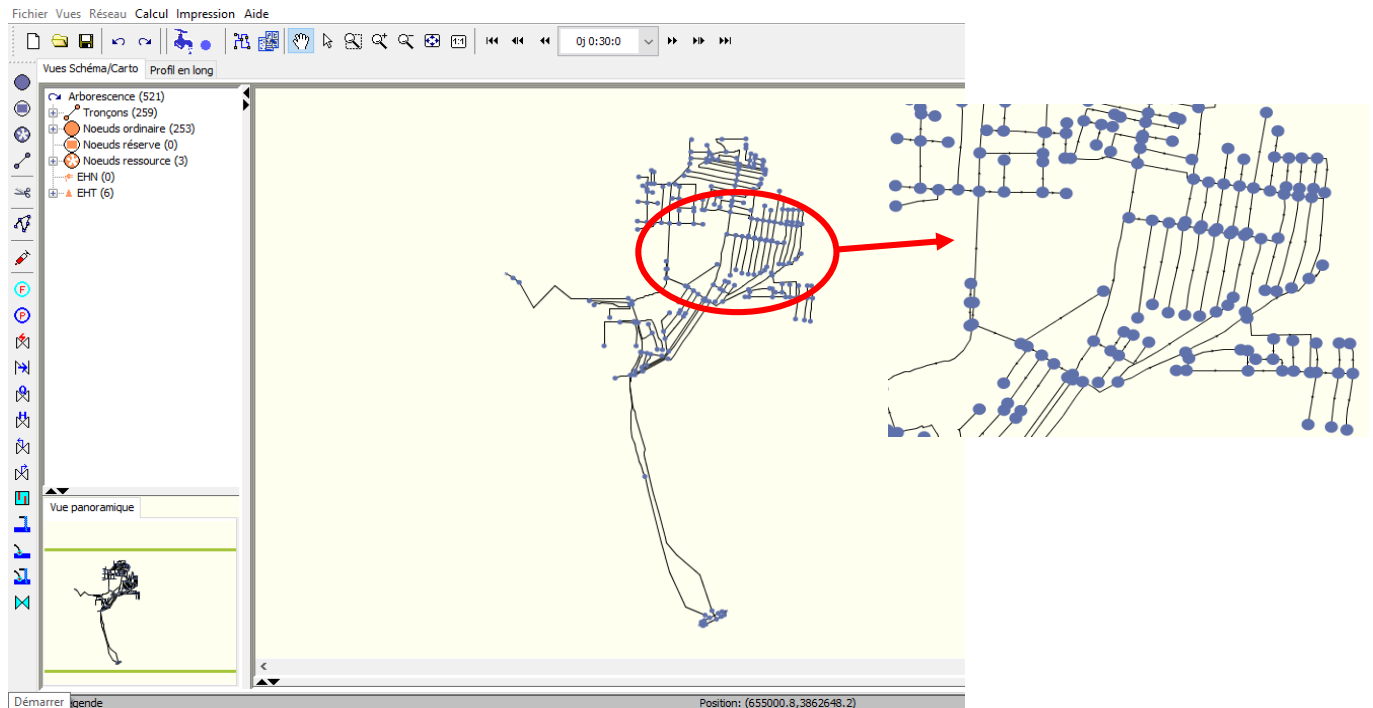


Figure 55 : Représente la partie moyenne pour la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 25).

Tableau 25 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h.

Heures	Pression (m)		
	Nœud N°391	Nœud N°772	Nœud N°102
0	108,737267	77,1674423	96,1391678
1	109,053223	77,395813	96,4358292
2	109,077126	77,4130936	96,4581833
3	109,078728	77,4142456	96,4596786
4	109,078636	77,4142075	96,4596252
5	109,074257	77,4109726	96,4553604
6	109,050453	77,3938065	96,4332504
7	108,907867	77,2907562	96,2992401
8	108,432869	76,9476089	95,8526154
9	107,803574	76,4940491	95,2612915
10	107,296234	76,1288452	94,7846298
11	107,156738	76,0284882	94,6535797
12	107,380852	76,1897354	94,8641281
13	107,788948	76,4835129	95,247551
14	107,71463	76,4300003	95,1777267
15	108,334419	76,8766022	95,7601013
16	108,41156	76,9322357	95,8325882
17	108,334419	76,8766022	95,7601013
18	108,276901	76,8351212	95,7060471
19	108,334419	76,8766022	95,7601013
20	108,443405	76,9552078	95,8625183
21	108,591599	77,0621948	96,0018463
22	108,572906	77,0486908	95,9842682
23	108,737267	77,1674423	96,1388321

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 26).

Tableau 26 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	391	772	102
Les pression Opointe (MCE)	70,97	53,45	61,55

Interprétation :

Dans ce cas la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 76 et 109, avec des pics et des creux à différents moments.

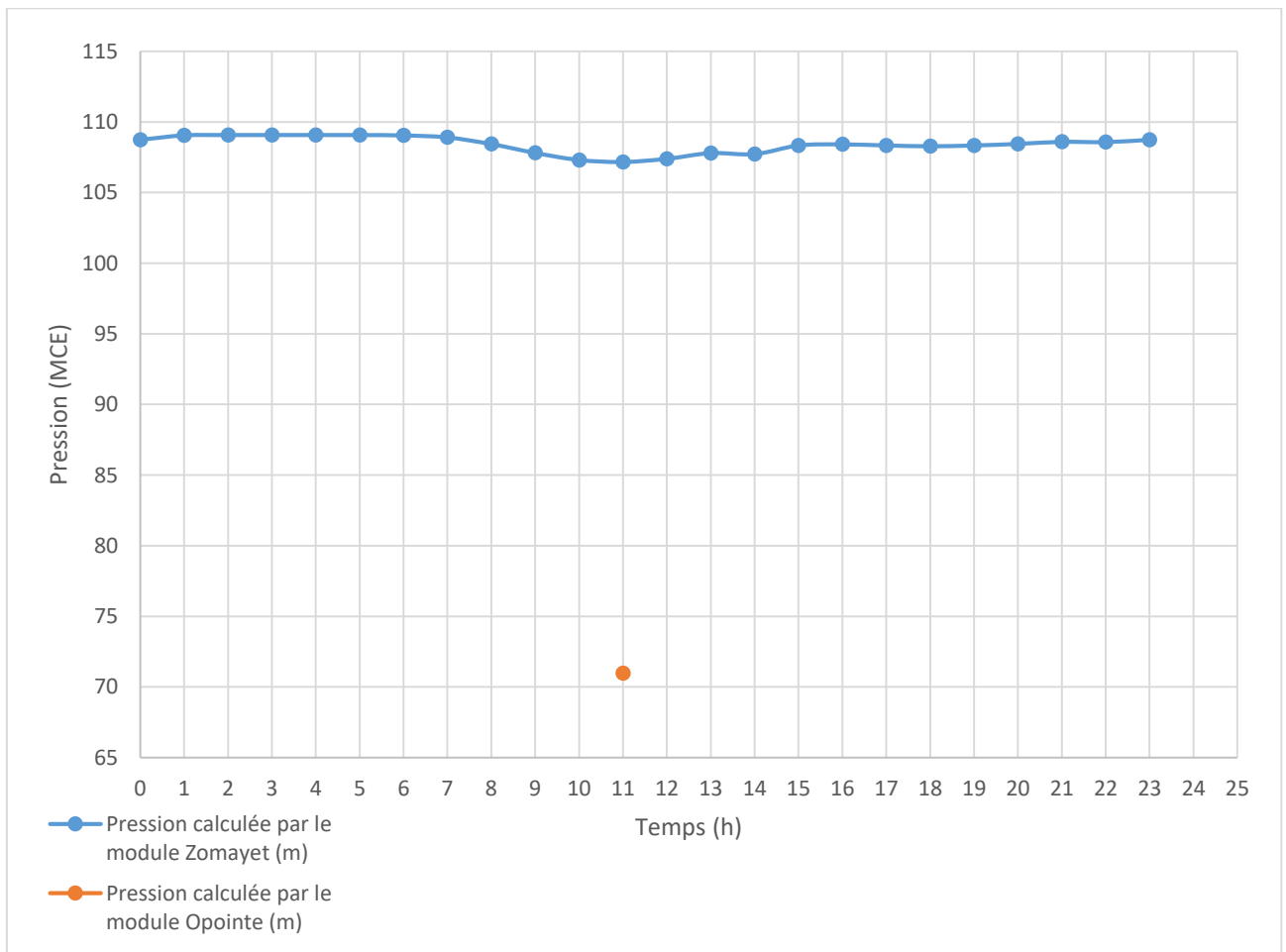


Figure 56 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°391.

Alors la pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11 heures allant de 76 MCE à 107 MCE.

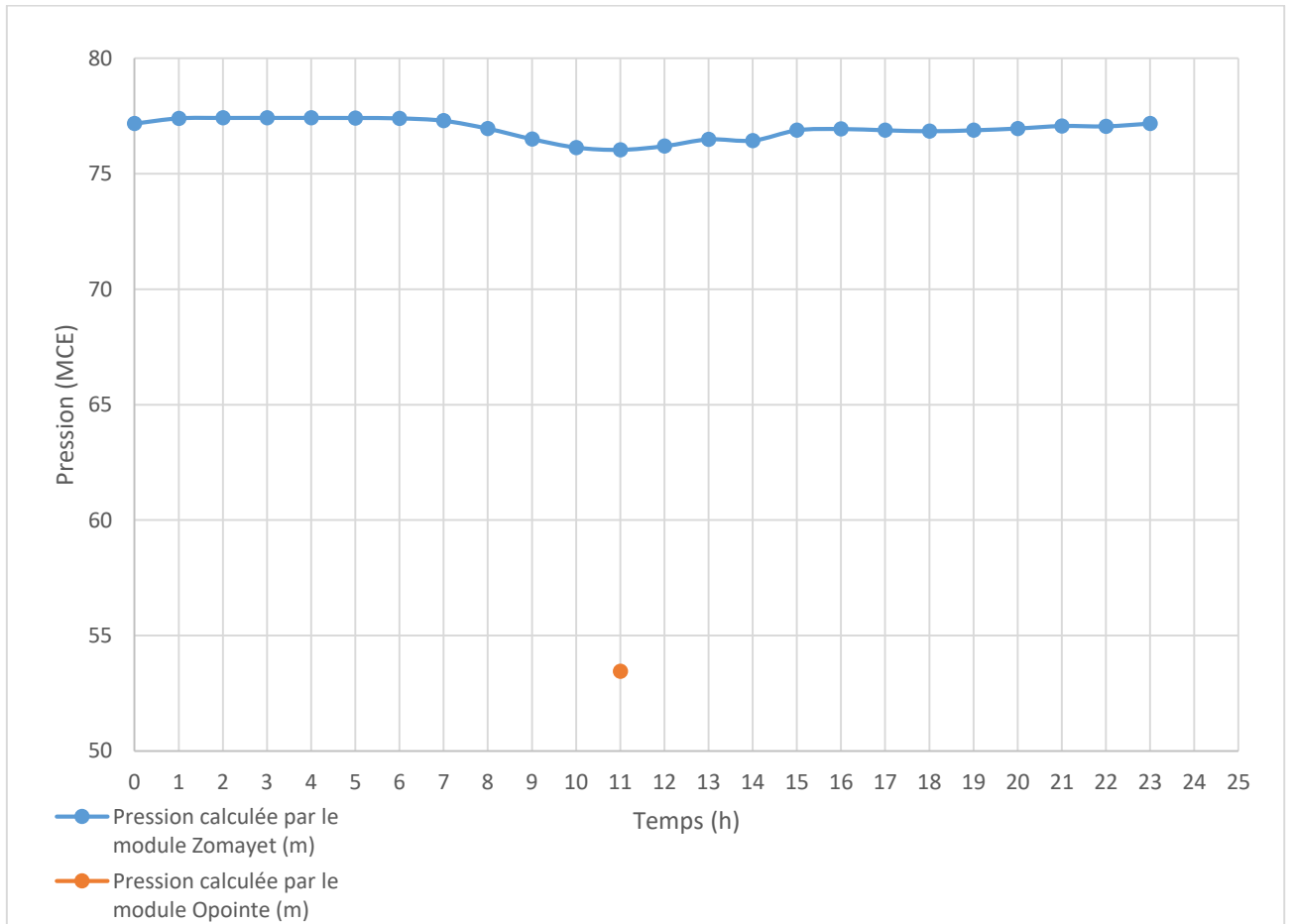


Figure 57 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°772.

Par contre la pression calculée par le module Opointe varie entre 54 MCE et 71 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 22 MCE à 36 MCE.

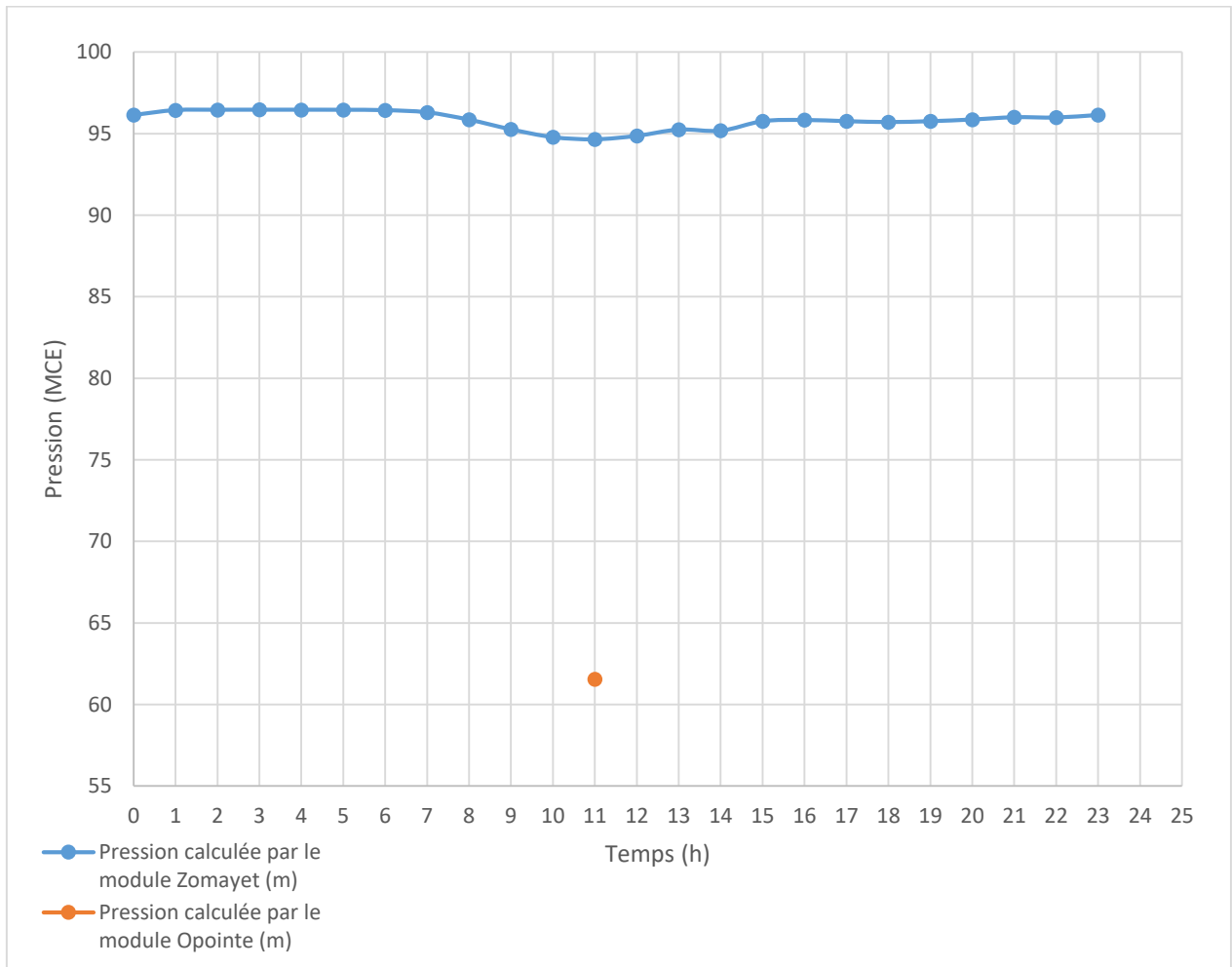


Figure 58 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°102.

- **La partie haute**

Les trois nœuds considérés dans ces parties sont : nœud 658, nœud 149 et nœud 553 (Figure 59).

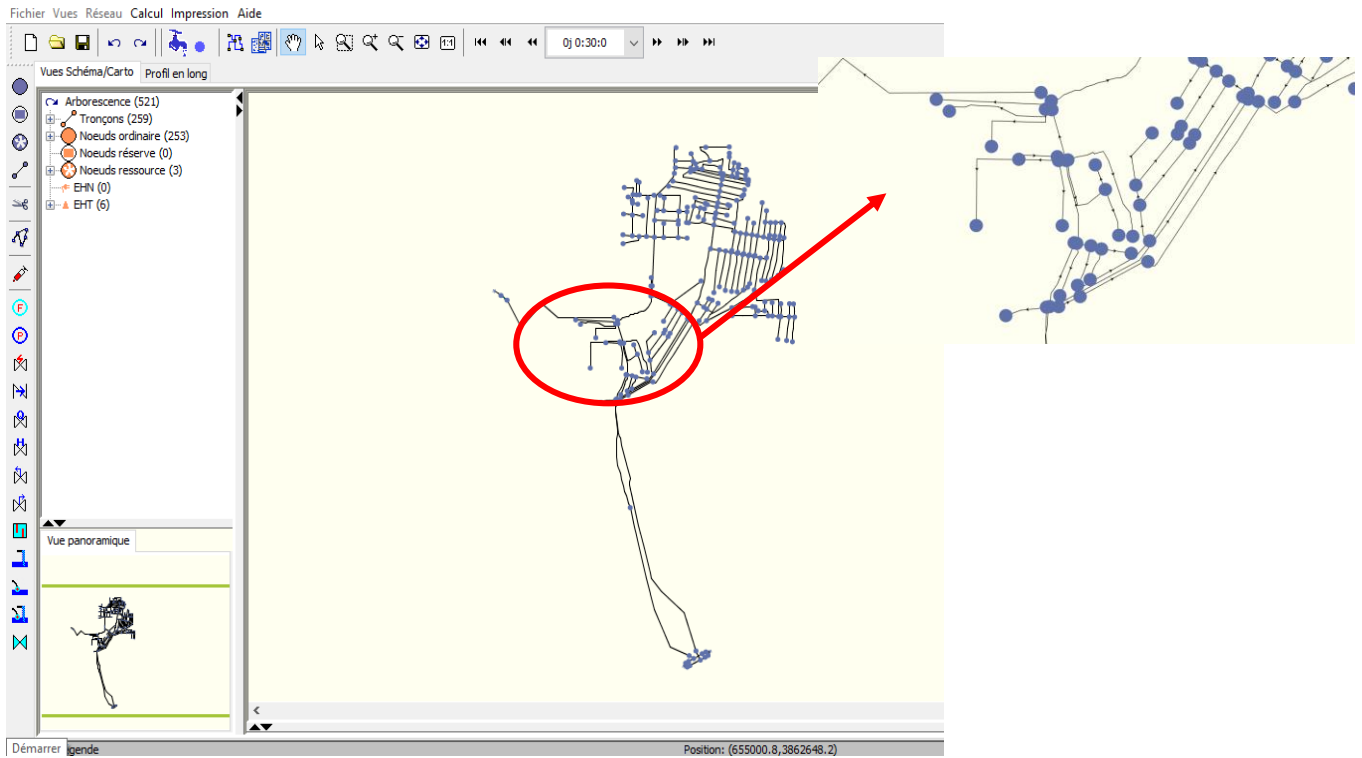


Figure 59 : Représente la partie haute de la zone d'Abou Tachfine.

CHAPITRE 03 : SIMULATION, RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau ci-dessous représente la pression calculée par le module Zomayet pendant une période de 24h (Tableau 27).

Tableau 27 : la pression calculée par le module Zomayet pendant 24h

Heures	Pression (m)		
	Nœud N°658	Nœud N°149	Nœud N°553
0	57,7962265	59,5767746	71,8339462
1	57,979969	59,7543068	72,0399704
2	57,9939613	59,7678833	72,0557098
3	57,9949036	59,7687988	72,0567551
4	57,994873	59,7687683	72,0567245
5	57,9922447	59,7662048	72,0537872
6	57,9783478	59,752739	72,038147
7	57,8952522	59,6724205	71,9449005
8	57,6202812	59,4069443	71,6368027
9	57,2585373	59,0580139	71,2313385
10	56,9679947	58,7779274	70,905632
11	56,8882332	58,7010536	70,8162079
12	57,0163994	58,824585	70,9598999
13	57,2501488	59,0499306	71,2219391
14	57,2075424	59,0088501	71,1741791
15	57,5635567	59,3522072	71,5732269
16	57,6079979	59,395092	71,6230316
17	57,5635567	59,3522072	71,5732269
18	57,5304375	59,3202591	71,5361099
19	57,5635567	59,3522072	71,5732269
20	57,6263542	59,4128075	71,6436081
21	57,7119217	59,4953918	71,739502
22	57,7011147	59,4849625	71,7273941
23	57,7962265	59,5767746	71,8339462

Le tableau suivant représente la pression calculée par le module Opointe pendant l'heure de pointe (Tableau 28).

Tableau 28 : la pression calculée par le module Opointe à 11h.

N° des nœuds	658	149	553
Les pression Opointe (MCE)	39,83	42,21	49,81

Interprétation :

Selon le graphe la pression varie dans les nœuds tout au long de la journée entre 56 et 72, avec des pics et des creux à différents moments.

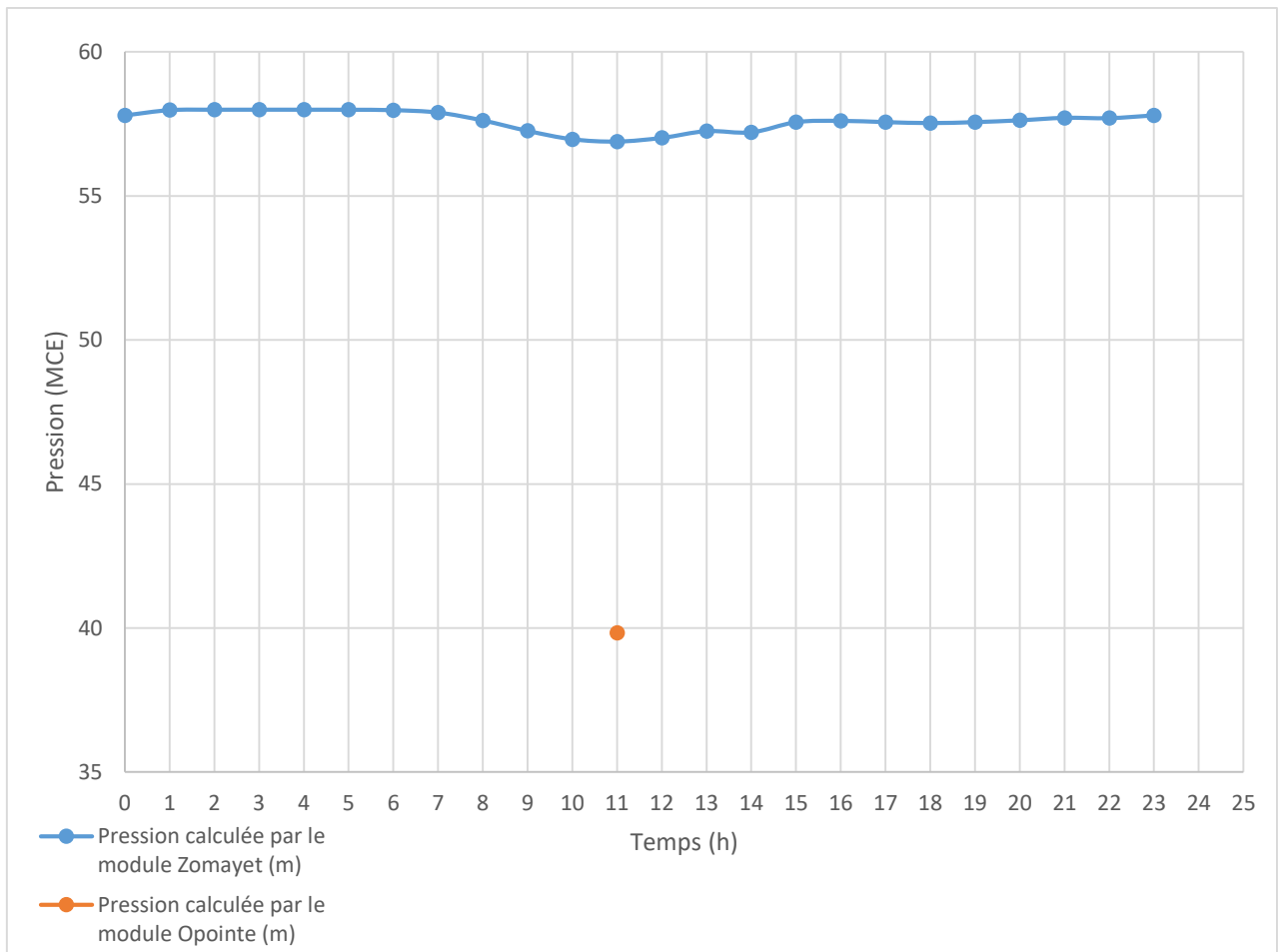


Figure 60 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°658.

La pression de l'eau atteint son creux de la journée vers 11 heures à environ 56 à 70 MCE.

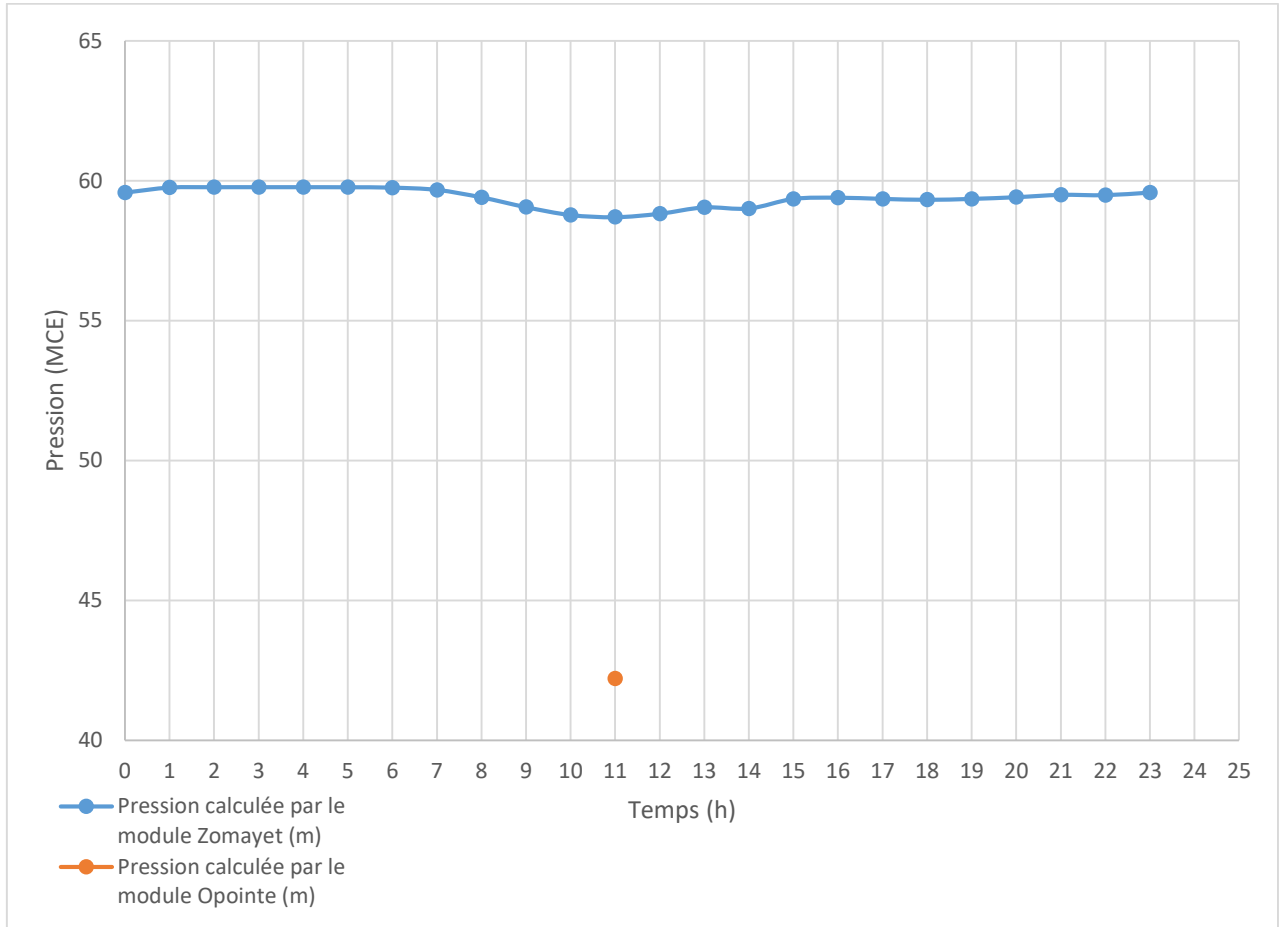


Figure 61 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°149.

La pression calculée par le module Opointe varie entre 40 MCE et 50 MCE ; ce qui donne une différence de l'ordre de 16 MCE à 20 MCE.

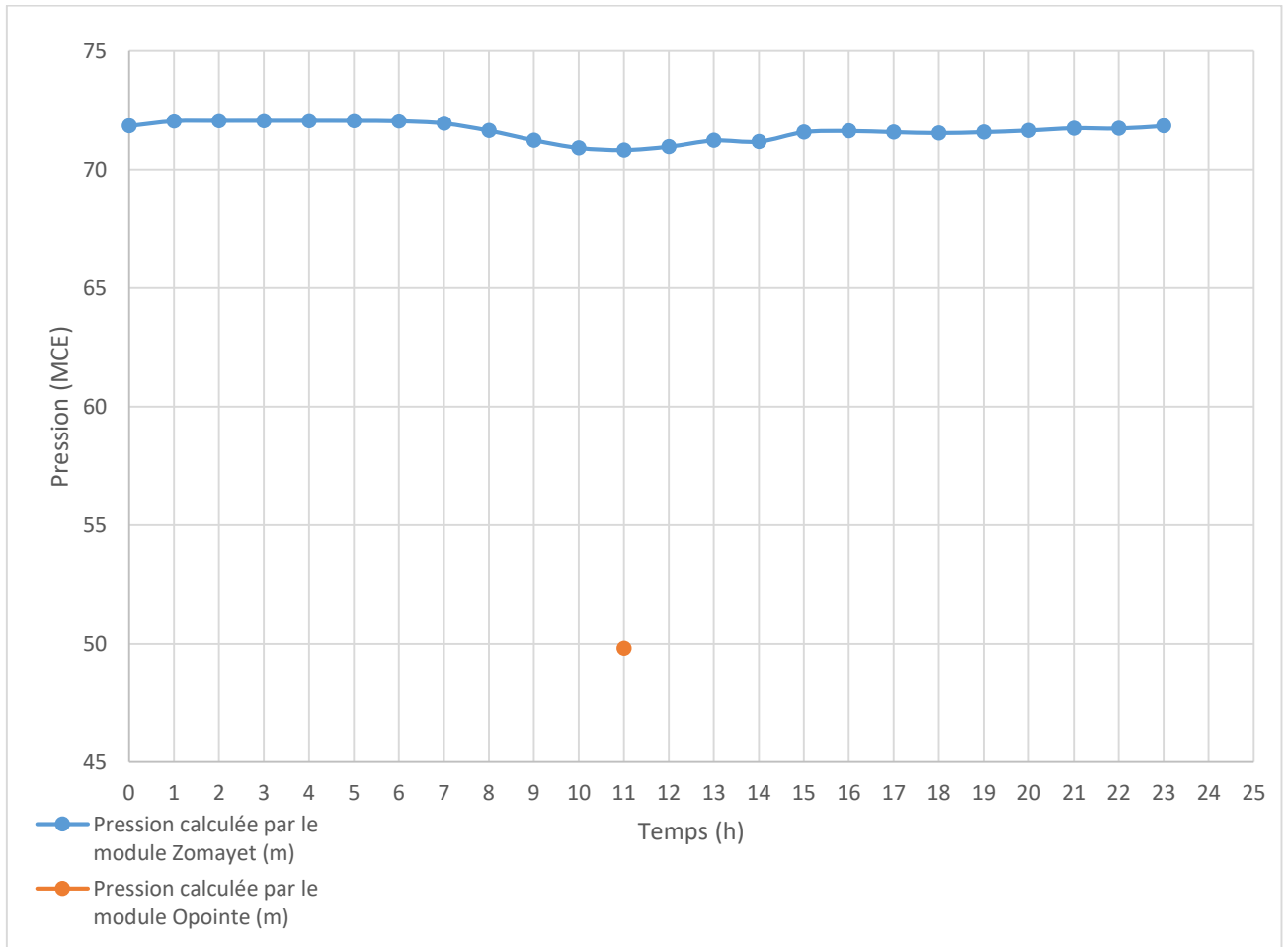


Figure 62 : Graphe représente la variation des pressions en fonction du temps dans le nœud N°553.

IV. Conclusion

Le **module Zomayet**, que nous avons utilisé dans le cas présent, permet d'étudier, par une simulation sur plusieurs heures (de 24 heures à 15 jours), le fonctionnement hydraulique d'un réseau.

Il faut noter tout d'abord que les différents scénarios étudiés ; considère que la hauteur d'eau dans les réservoirs de distributions reste constante durant toute la simulation ; ce qui ne correspond pas tout à fait aux conditions sur terrain et ceux par manque de données. A commencer par le débit qui alimente les réservoirs de distribution (débit entrant) ; et le débit sortant qui nous permet de déterminer avec exactitude la courbe de modulation utilisée dans la simulation du réseau. Ajouter à ça le degré d'ouverture des vannes ; à la sortie des réservoirs et au sein du réseau lui-même.

Ces contraintes peuvent influencer les résultats quantitativement. Une analyse rapide des résultats issues de la simulation du réseau avec le module Zomayet ; montre que la majorité du réseau de distribution présente des pressions comprises entre 2 et 15 bars ce qui est satisfaisant.

La comparaison de la carte de l'altimétrie et la répartition des pressions (calculées avec le module Zomayet), met en évidence l'influence de la topographie du réseau.

En effet le réseau présente, un profil de dénivelé entre 60 m et plus de 124 m, soit une variation d'environ 65 m.

Sur la répartition de la pression on constate une variation de pression entre 53 et 108 mètres, soit une variation de 55 m.

Le dimensionnement d'un réseau se faisant dans les conditions les plus critiques, c'est-à-dire en jour de pointe et heure de pointe, il est intéressant d'étudier la pression de distribution dans ces conditions.

C'est dans ce but qu'on a procédé à une simulation en utilisant le **module Opointe** pour simuler l'heure de pointe.

Contrairement à la distribution de la pression calculée par Zomayet ; une analyse des résultats de la répartition de la pression calculer sous Opointe montre une variation de l'ordre de 28 MCE à 71 MCE ; et ceux non seulement en fonction de la topographie du réseau mais aussi en fonction de la hauteur d'eau dans les réservoirs.

Une comparaison des pressions calculées sous Zomayet au moment de la consommation maximale ; avec les pressions calculées sous Opointe ; montre une différence de l'ordre de 24 MCE à 36 MCE.

Conclusion Générale

La modélisation d'un réseau AEP permet par une représentation plus ou moins détaillée de la réalité, de simuler le fonctionnement du réseau et des ouvrages. Cette simulation constitue une aide précieuse à la compréhension du fonctionnement du réseau.

Le dimensionnement d'un réseau se faisant dans les conditions les plus critiques, c'est-à-dire en jour de pointe et heure de pointe, il est intéressant d'étudier la pression de distribution dans ces conditions.

Afin de tester le comportement du réseau et des ouvrages de la localité d'Abou Tachfine ; plusieurs scénarios ont été étudiés. L'approche intégrera une modélisation hydraulique, réalisée sous le logiciel Porteau, en accentuant particulièrement sur l'heure de pointe.

Les résultats de notre étude ont été représentés sous forme de graphes, permettant une visualisation claire des variations de pression au fil du temps. Ces graphes ont été accompagnés d'une interprétation approfondie pour mieux comprendre les tendances et les phénomènes observés.

Ces contraintes peuvent influencer les résultats quantitativement. Une analyse rapide des résultats issues de la simulation du réseau avec le module Zomayet ; montre que la majorité du réseau de distribution présente des pressions comprises entre 2 et 15 bars ce qui est satisfaisant.

La comparaison de la carte de l'altimétrie et la répartition des pressions (calculées avec le module Zomayet), met en évidence l'influence de la topographie du réseau.

Contrairement à la distribution de la pression calculée par Zomayet ; une analyse des résultats de la répartition de la pression calculée sous Opointe montre une variation de l'ordre de 28 MCE à 71 MCE ; et ce non seulement en fonction de la topographie du réseau mais aussi en fonction de la hauteur d'eau dans les réservoirs.

Une comparaison des pressions calculées sous Zomayet au moment de la consommation maximale ; avec les pressions calculées sous Opointe ; montre une différence de l'ordre de 24 MCE à 36 MCE

En conclusion, cette étude a contribué à une meilleure compréhension des variations de pression dans le réseau d'alimentation en eau potable de la zone d'Abou Tachfine, le résultat de la simulation du logiciel sous forme de graphes, et les interprétations fournies ont permis de visualiser et d'analyser les résultats de manière significative. Ces résultats sont utiles pour les gestionnaires de réseau, leur permettant de prendre des décisions éclairées pour améliorer la performance hydraulique du réseau et garantir une distribution d'eau de qualité aux abonnés de la zone.

Références bibliographiques

- [1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_Tlemcen le 15/05/2023 à 14h21.
- [2] <https://gifex.com/fr/fichier/quelles-sont-les-communes-de-la-wilaya-de-tlemcen/> le 18/05/2023 à 23h25.
- [3] Tadj M., 2021, Simulation sur le logiciel EPANET et PORTEAU du réseau d'AEP de la localité d'Abou Tachfine et de la cité Les Oliviers, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Université Abou Beker Belkaid-Tlemcen.
- [4] Base de donnée ADE Tlemcen interne.
- [5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Abou_Tachfine, le 15/05/2023 à 14h35.
- [6] <https://earth.google.com/web/@34.90841551,1.32350528,664.70138657a,2455.18270389d,35y,5.54388472h,0.70971841t,0r>, le 05/04/2023 à 00h08.
- [7] ADE, Mars 2015, étude du diagnostic pour la réhabilitation du système d'alimentation d'eau potable de la ville de Tlemcen, Diagnostic des réservoirs.
- [8] Laala Bouali O., 2017, Diagnostic et Fiabilité du réseau de distribution de la zone Plaine Ouest - Annaba, Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique, Université Badji Mokhtar – Annaba.
- [9] Guide utilisateur PORTEAU.
- [10] Sylvain GUILSOU., 2007, Modélisation sur le logiciel EPANET du réseau d'eau potable de la commune d'Urrugne (064), Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'Agriculture et de l'Environnement de l'ENGEES, p.106.