

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Gestion de La ressource en eau du système hydraulique Mao-Macta.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0001-18

APA Citation (توثيق APA):

Boughazi, Safaâ (2018). Gestion de La ressource en eau du système hydraulique Mao-Macta[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بثمين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات، مبداعات، مقالات، دوريات، كتب....) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

Option: ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU DU SYSTEME
HYDRAULIQUE MAO - MACTA**

Présenté Par :

BOUGHAZI Safaa

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Président
M ^r KAHLERRAS Djillali	M.C.B	Examineur
M ^{me} AMMOUR Fadhila	M.A.A	Examineur
M ^{me} SALHI Chahrazed	M.A.A	Examineur
M ^r SALAH Boualem	Professeur	Promoteur

Session Juin - 2018

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout d'abord, Dieu de nous avoir donné la puissance, la volonté et le courage pour établir ce modeste travail de recherche.

Un hommage appuyé revient notre famille : parents, frères et sœurs pour leur soutien moral et matériel.

Ces quelques lignes ne vont jamais exprimer à la juste valeur notre reconnaissance à l'égard de notre encadreur Mr **SALAH Boualem**, pour sa disponibilité, son professionnalisme et surtout, pour son savoir faire, générosité et l'ensemble de ses cours qui nous ont fait arriver à ce stade de réflexion.

Toute gratitude à nos professeurs et enseignants qui nous ont guidés au cours de notre formation pour leurs soutiens, encouragements, et surtout pour l'effort qu'ils ont fournis pour notre bien être intellectuelle.

Nos respects aux membres de jury qui nous feront l'honneur d'apprécier ce travail.

Nous tenons également, à remercier tous le personnel de la SEOR pour leurs conseils et orientation et spécialement Mr **KERROUM Youcef** , Mr **ABED Ilyes** qui nous ont énormément aidé à trouver les touches exactes grâce auxquels plusieurs anomalies ont étaient corrigées d'où notre vision et l'application de travail est devenu plus facile.

Finalement, Nos remerciement se prolongent à nos ami(e)s, pour leurs inquiétude (positive, bien sûre), et leurs impatience de voir ce modeste travail tenir la route, pour avoir beaucoup de sollicitudes et de chaleur humaine dont nous avons tant besoin.

Grands mercis à vous tous.

BOUGHAZI SAFAA, 2018

DEDICACES

Chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler de toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidés sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimés sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect en premier lieu à :

A la personne que j'aime le plus dans le monde, que je dois beaucoup pour ces sacrifices et son amour, à celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation,...

A ma très chère mère **HAYAT**,

A mon cher père **ABDELMADJID** qui m'a beaucoup encouragé et soutenu,

A mes chères sœurs **AHLEM** et **MAROUA** qui sont le bonheur de ma vie,

A mes chers frères qui sont toujours présents pour moi : **ABDELMOUTALEB**,

SADDEK et ses petits **ALAA** et **BARAA** , ,

A mes grands-mères que dieu les protège,

A toute personne que j'ai rencontrée dans ma vie,

Plus particulièrement aux frères et sœurs que j'ai eu l'honneur de les connaître à l'ENSH, ces gens qui ont été ma deuxième famille, qu'ils puissent tous trouver ici l'expression de ma reconnaissance, de mon estime et de mon amitié,

A tous mes ami(e)s sans exception,

A tous ceux qui me sont chers

A tous et à toutes, je dédie ce travail.

BOUGHAZI SAFAA, 2018

: ملخص

إن الطلب على المياه لحظيرتي الغرب الجزائري وهران ومستغانم في تزايد مستمر حيث بلغ 460.4 م³ / سنة في عام 2015، مما تطلب تحقيق المشروع الضخم MAO من أجل تزويدهم بمياه الشرب، بحشد 155 مليون م / 3 سنة. في هذا السياق، نحاول تسيير هذا المورد المائي. الهدف هو تزويد مدينة وهران و كذلك جزء من مستغانم عن طريق دمج محطة تحلية المياه بالمقطع في خط أنابيب مشروع التزويد بالمياه كمصدر جديد للإنتاج، و هذا مع دراسة النظام الهيدروليكي MAO-MACTA و استخدامه من قبل نموذج الاشراف TOPKAPI. يتطلب تحقيق هذه الأداة توفير مياه الشرب للتجمعات الموجودة في ممر مشروع MAO، مع الأخذ بعين الاعتبار جميع عمليات التحويل الحالية في النظام الجديد حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن كلتا المدينتين سيتم تزويدها بالمياه بعد زيادة الموارد من خلال دمج محطة تحلية المياه بالمقطع. لقد أظهر لنا هذا العمل اد لمتانة والاهتمام العلمي والتكنولوجي لأداة الإدارة والإدارة عن بعد TOPKAPI.

Résumé :

La demande en eau des deux métropoles Ouest de l'Algérie à savoir Oran et Mostaganem ne cesse d'augmenter et atteint 460,40 Hm³/an en 2015. Leur approvisionnement en eau potable a nécessité la réalisation du Méga projet MAO, mobilisant 155 Millions de m³/an. C'est dans ce contexte, que ce travail essaye de gérer cette ressource en eau. L'objectif est l'alimentation de la ville d'Oran ainsi qu'une partie appartenant à Mostaganem en intégrant la station de dessalement Macta dans la conduite d'adduction MAO comme nouvelle source de production, et ceci avec l'application d'une simulation numérique au système hydraulique MAO-MACTA et son exploitation par le modèle de supervision TOPKAPI. L'application de cet outil a nécessité l'approvisionnement en eau potable des agglomérations situées au couloir MAO, avec la prise en compte de toutes les dérivations existantes dans le nouveau système. Les résultats obtenus ont montré que toutes les villes seront approvisionnées entièrement dans le cas de l'augmentation des ressources à partir de l'intégration de la SDEM Macta. Ce travail nous a montré la robustesse de l'intérêt scientifique et technologique de la gestion et la gestion intégrée « TOPKAPI ».

Abstract:

The water demand of the two western metropolises of Algeria namely Oran and Mostaganem continues to increase and reached 460.40 Hm³/year in 2015. Their supply of drinking water required the realization of the Mega project MAO, mobilizing 155 Million m³ / year. Relevant to this, the objective of this present work is the supply of the city of Oran as well as a part belonging to Mostaganem by integrating the SDEM Macta into the MAO adduction pipeline as a new source of production, and this with the application of a numerical simulation the MAO-MACTA hydraulic system and its use by the TOPKAPI supervision model. The application of this tool required the supply of drinking water to agglomerations located in the MAO corridor, taking into account all the existing diversions in the new system. The results obtained showed that all the cities will be fully supplied in the case of increased resources from the integration of SDEM Macta.

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur la gestion de l'eau

I.1. Introduction.....	2
I. 2. Généralités sur la gestion de l'eau	2
I.2.1. L'eau dans la nature	2
I.3. L'eau dans le monde	4
I.4. Notions fondamentales de la gestion des ressources en eau	5
I.5. Les systèmes des ressources en eau	8
I.5.1. Les phases de développement des systèmes de ressources en eau	9
I.6. Principes de la gestion de l'eau.....	9
I.6.1. La gestion intégrée	10
I.6.2. Objectifs de la gestion intégrée des ressources en eau.....	10
I.8. Gestion des ressources en eau en Algérie	14
I.8.1. Aperçus sur la stratégie de l'eau en Algérie.....	14
I.8.2. Développement de l'infrastructure hydraulique.....	15
I.8.3. La réforme juridique et institutionnelle du secteur de l'eau.....	15
I.8.4. Bassins versants de l'Algérie et agences de bassins :	15
I.8.5. Plan national de l'eau	16
I.9. Les perspectives	17
I.10. Conclusion	17

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Introduction	18
II.2. Situation géographique	18
II.2.1. Localisation du bassin hydrographique Cheliff.....	18
II.2.2. Situation géographique de la zone d'étude.....	19
II.3. Situation administrative de la zone d'étude.....	20
II.5. Mobilisation des ressources en eau de la région d'étude.....	22
II.5.1. Situation hydraulique de la wilaya d'Oran	22

II.5.2. Situation hydraulique de la wilaya de Mostaganem	26
II.6. Conclusion	27

Chapitre III : Présentation du système de transfert MAO

III.1. Introduction	28
III.2. Description du système de transfert MAO	28
III.3. Système d'adduction MAO	32
III.3.1. Caractéristiques générales	32
III.3.2. Conditions de fonctionnement	34
III.3.3. Station de pompage Hassi Ben Okba	34
III.4. Système hydraulique MAO - MACTA	35
III.5. La gestion du projet MAO	36
III.6. Conclusion.....	36

Chapitre IV : Simulation numérique du système hydraulique MAO-MACTA

IV.1. Introduction	37
IV.2. Modèle MAO	37
IV.2.1. Présentation du logiciel	37
IV.3. Modèle employé.....	39
Figure IV.1 : Modèle du réseau de l'adduction MAO.	40
IV.4. Ensemble du système MAO – MACTA	41
IV.4.1. Modèle MAO – MACTA.....	43
IV.4.2. Analyse du sous-système Réservoir Araba – Oran	46
IV.5. Récapitulation des résultats obtenus	56
IV.6. Réversibilité de la conduite MAO	56
IV.7. Conclusion	57
V.1. Introduction	58
V.2. Présentation du modèle TOPKAPI.....	58
V.3. Caractéristiques générales du modèle	58
V.4. Champs d'application.....	59
V.5. Bilans des paramètres hydrauliques	60
V.6. Exploitation des données de supervision.....	60
V.6.1. Partie de production.....	60

V.6.2. Partie de distribution	64
V.7. Conclusion.....	66
CONCLUSION GENERALE	67

Liste des figures

Chapitre I : Synthèse bibliographique sur la gestion de l'eau

Figure I.1 : Cycle de l'eau.	3
Figure I.2 : Coefficient de disponibilité de l'eau par rapport à la population.....	4
Figure I.3 : Les principaux éléments de gestion du système S.	7
Figure I.5 : Les agences de bassins hydrographiques.	16

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Figure II.1 : Le bassin Cheliff et ses limites.....	18
Figure II.2 : Localisation de la région d'étude	19
Figure II.3 : Situation géographique de la région d'étude par l'image satellitaire.....	19
Figure II.4 : Découpage administratif de la wilaya d'Oran.....	20
Figure II.5 : Localisation de l'ancien transfert Gargar	23
Figure II.6 : Systèmes d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran.....	26

Chapitre III : Présentation du système de transfert MAO

Figure III.1 : Localisation du projet MAO et des barrages (Chélif, Kerrada) à partir de l'image satellitaire	29
Figure III.2 : Les composants du système d'adduction MAO	31
Figure III.3 : Point de fonctionnement des pompes de Hassi Ben Okba.....	33

Chapitre IV : Simulation numérique du système hydraulique MAO-MACTA

Figure IV.1 : Modèle du réseau de l'adduction MAO.....	39
Figure IV.2 : Schéma d'installation SDEM MACTA – Réservoir tampon Araba	43
Figure IV.3 : Schéma d'installation Araba–SP Hassi Ben Okba– Belgaid	44
Figure IV.4 : Courbes caractéristiques des pompes.....	47
Figure IV.5 : Courbes de rendement des pompes	47
Figure IV.6 : Résultats de la simulation (SDEM Macta).....	52
Figure IV.7 : Résultats de la simulation (Réservoir Araba).	53
Figure IV.8 : Résultats de la simulation (SP de Hassi Ben Okba).....	54
Figure IV.9 : Résultats de la simulation (vers Belgaid, Canastel et Birel Djir).....	55

Chapitre V : Exploitation du système par le modèle TOPKAPI

Figure V.1 : Débit de production SDEM	61
Figure V.2 : Pression aval de la SDEM vers Araba.	62
Figure V.3 : Débit d'alimentation Araba-Oran.	62
Figure V.4 : Débit d'alimentation Araba-Mascara.	63
Figure V.5 : Courbe de débit de refoulement et pressions amont/aval de la station de pompage CR11	63
Figure V.6 : Courbe de distribution débit/pression d'un secteur	64
Figure V.7 : Courbes de pression générées par le modèle TOPKAPI pour les différents secteurs	66

Liste des tableaux

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Tableau II.1 : Tableau récapitulatif du découpage administratif des deux wilayas	21
Tableau II.2 : Evolution de la population des deux wilayas	21

Chapitre III : Présentation du système de transfert MAO

Tableau III.1 : Les principales caractéristiques du système MAO	30
Tableau III.2 : Les différents tronçons de l'adduction MAO.....	32

Chapitre IV : Simulation numérique du système hydraulique MAO-MACTA

Tableau IV.1 : Résultats de la simulation hydraulique sur la conduite MAO	40
Tableau IV.2 : Les différents points de prise existants dans la partie STE-CR3	41
Tableau IV.3 : Les différents points de prise existants dans la partie SDEM-Mostaganem	41
Tableau IV.4 : Les différents points de prise existants dans la partie SDEM Macta-Réservoir Araba-Réservoir Belgaid.....	42
Tableau IV.5 : Demandes réelles des dérivations existantes entre les réservoirs Araba et Belgaid.....	45
Tableau IV.6 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 1)	46
Tableau IV.7 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 2)	48
Tableau IV.8 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 3)	50
Tableau IV.9 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 4)	51

Chapitre V : Exploitation du système par le modèle TOPKAPI

Tableau V.1 : Débits d'alimentation du système	63
Tableau V.2: Pressions journalières des données générées par le système TOPKAPI.	66

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une source vitale. Elle représente une importance majeure pour le développement durable dont la répartition de la population, de l'urbanisation et d'autres activités économiques sont conditionnés uniquement par la disponibilité de l'eau. Pour ces faits, il est indispensable que cette ressource soit gérée correctement et convenablement.

Face aux pressions combinées de la rapidité de l'augmentation de la demande et de la dégradation éternelle de la qualité de l'eau, les anciens modèles de gestion ne servent plus à la tâche. Il faut penser en profondeur aux approches qui accèdent à la satisfaction des besoins de l'homme tout en maintenant la qualité des systèmes naturelles. Dans ce contexte, plusieurs pays développés ont multipliés leurs actions envers la mise en œuvre du renforcement des perspectives de la gestion des ressources en eaux vue la complexité que représente ce sujet qui nécessite l'examen d'une large vision aux intérêts sociaux, économiques et environnementaux.

Par conséquent, des dispositifs efficaces de gestion et d'aide à la décision désormais plus utiles pour cerner le fonctionnement des hydro systèmes. Parmi eux le modèle TOPKAPI qui est un outil de supervision et de gestion intégrée des ressources en eau, il est composé d'un système d'analyse et des capacités de gestion de l'information, visant à l'adaptation de la résolution relative des problèmes non structurées.

Par ailleurs, l'eau constitue un élément primordial et un paramètre stratégique au développement de notre pays, bien que les ressources en eau en Algérie deviennent de plus en plus stressées. Pour ce fait, le ministère des ressources en eau a choisi le plan directeur de la région ouest comme solution alternative envisageant le transfert des ressources disponibles du bassin de Cheliff pour l'approvisionnement en eau potable des agglomérations situées sur le couloir Mostaganem-Arzew-Oran (MAO), et prévu la connexion de ce système avec la station de dessalement Macta afin de satisfaire les besoins des divers usagers. Nous avons choisi comme méthode d'approche l'exploitation par le modèle TOPKAPI pour une meilleure gestion du système hydraulique MAO-MACTA.

Vue l'importance du projet, le présent mémoire aborde les modalités de la gestion du système de transfert MAO-MACTA, et s'articule autour de cinq chapitres tous d'une importance majeure qu'on essayera de développer au maximum.

CHAPITRE – I –
SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE
SUR LA GESTION DE L'EAU

I.1. Introduction

L'eau présente un intérêt capital pour le développement économique des pays et pour la survie des écosystèmes. Les diverses utilisations de l'eau agissent négativement sur sa disponibilité, dont les ressources en eau deviennent insuffisantes des points de vue quantité, qualité et temps.

Par ailleurs la gestion de la ressource en eau est un sujet qui regroupe des problématiques de distribution dans le temps et dans l'espace des différents types d'eau, avec le recouvrement de plusieurs niveaux et la nécessité d'un cadre global permettant d'évaluer la ressource, estimer et gérer la demande en eau, en cherchant à obtenir la participation des parties prenantes. Ce point de vue est largement partagé de nos jours.

I. 2. Généralités sur la gestion de l'eau

I.2.1. L'eau dans la nature

L'eau se trouve dans la nature sous plusieurs formes dont elle représente un facteur physique et écologique important pour tous les êtres vivants. Bien que l'eau tienne une portée fondamentale dans notre pays et bien qu'elle soit renouvelable, cette ressource fait face à plusieurs menaces et rabaisse de plus en plus. A cet effet elle doit être mieux protégée et mieux gérée.

❖ Le cycle de l'eau :

Sous l'effet de la chaleur l'eau s'évapore, la vapeur d'eau des nuages se condense dans l'atmosphère pour former les précipitations. Ces précipitations tombent sur la surface terrestre sous différentes formes. Lorsque les fines gouttelettes d'eau des nuages sont suffisamment grosses elles tombent : il pleut, si les nuages rencontrent des courants d'air froids la vapeur d'eau des nuages se transforme en eau solide : il neige ou il grêle.

L'eau qui ruisselle à la surface de la terre provient soit des eaux de pluie soit des eaux de fonte de glaciers, cette eau ruisselle en surface jusqu'aux rivières qui vont toutes jusqu'aux océans.

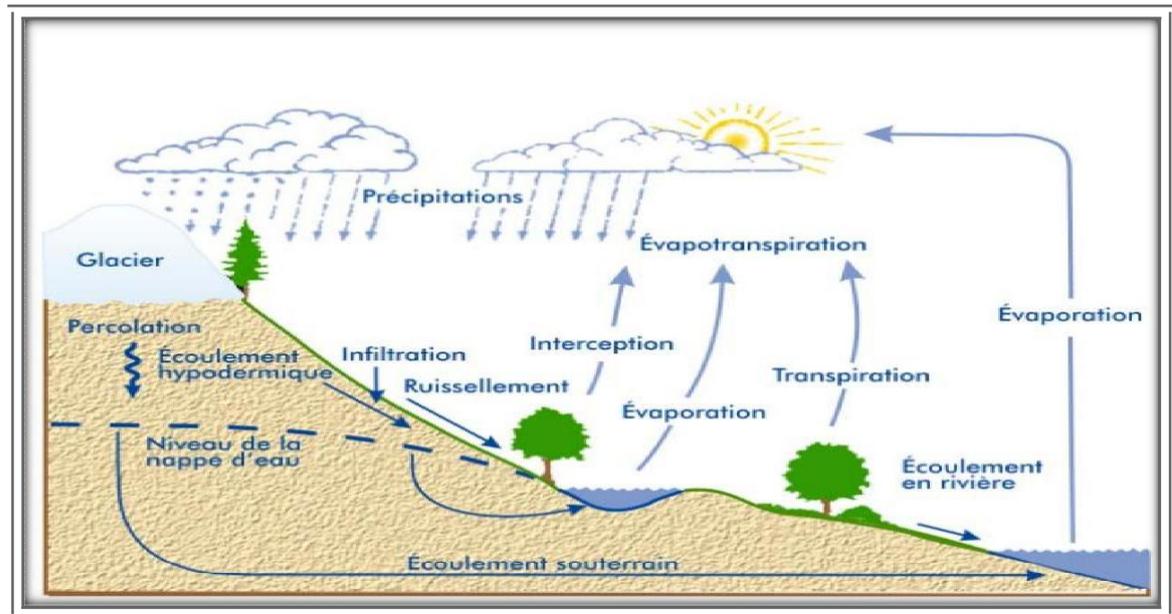


Figure I.1 : Cycle de l'eau.

En exprimant le bilan hydrologique par la relation suivante :

$$P = ET + R + I$$

Avec :

P : Précipitation

ET : L'évapotranspiration ;

R : Le ruissellement ;

I : L'infiltration.

Les précipitations qui tombent dans la surface terrestre peuvent envisager trois directions :

- L'évapotranspiration : l'eau se capte par la végétation puis elle s'évapore ou se transpire vers l'atmosphère.
- Pour une durée de temps variable, l'eau est stockée dans les milieux humides.
- Le ruissellement et l'infiltration : l'eau ruisselle à la surface de la terre ou elle pénètre dans le sous-sol, puis elle s'écoule vers le réseau hydrographique pour arriver enfin à l'océan.

I.3. L'eau dans le monde

L'eau de la planète est estimée à un volume de 1 400 millions Km³, constante depuis 2 à 3 milliards d'années (UNESCO et OMM ; 1997). Une grande partie de cette eau (97.5%) est de nature salée et le reste (2.5 %) est une eau douce. Cette dernière contient deux tiers de glaciers et de neige, le tiers qui reste est une eau courante dont une bonne quantité (43 569 Km³) se renouvelle annuellement à partir des précipitations. Cette eau, qui n'excède pas 1% du volume total d'eau douce, regroupe l'écoulement des cours d'eau et le stock des nappes phréatiques.

L'eau est répartie très inégalement sur la planète, car certaines régions bénéficient de plus de précipitations à cause de leur positionnement sur le globe, d'autres en souffrent en raison de leur position et c'est pour cela qu'il y a des pays très riches en eau et d'autres très pauvres. C'est ainsi que la consommation varie dans une très large gamme de 40 à 500 m³/hab/an, dans les pays pauvres en eau et moins développés, à approximativement 1000 m³/hab/an dans les pays développés et dépassant même les 2000 m³/hab/an dans les pays riches et en abondance d'eau (Jean Margat et Jean R. Tiercelin, 1998).

Le coefficient de disponibilité en eau dépend de la population ce qui renforce les disparités entre les continents, comme le montre la figure (I.2) ; la pression exercée sur l'Asie qui recouvre un chiffre important plus de la moitié de la population du monde, ne possède que 36 % des ressources en eau de la planète.



Source : site web d'UNESCON/PHI Bureau régional pour l'Amérique Latine et les Caraïbes.

Figure I.2 : Coefficient de disponibilité de l'eau par rapport à la population.

I.4. Notions fondamentales de la gestion des ressources en eau

Le mot « gestion » signifie l'action du verbe gérer d'où son origine latin « gerere », car son sens est approprié à : « administrer, faire, exécuter » (Bialès 2013).

Comme elle est le processus de prise de décisions concernant l'évaluation, allocation, l'usage, les règles ; le suivi et le développement des ressources d'eau souterraines et en surface. La gestion toutefois est liée donc à l'objet, au système, qu'elle permet d'administrer : une rivière, une industrie et d'autres entités, pour des fins multiples d'assurer le bon fonctionnement de ces systèmes ainsi l'utilisation des ressources ou la production des biens.

La gestion des ressources en eau s'emprunte le plus souvent dans un cadre caractérisé par trois objectifs essentiels :

- sociaux,
- économiques ;
- environnementaux et essayer d'assurer la demande en eau de manière équilibrée.

Pour cela il est indispensable de faire une analyse approfondie du système étudié avant de le gérer, pour pouvoir identifier les différents éléments qui le composent. En général il s'agit d'entrées et de sorties (figure I.3). Les entrées se partagent en entrées contrôlables u dont nous maîtrisons l'évolution dans le temps et en entrées perturbatrices b que nous ne contrôlons pas et dont parfois nous ne connaissons pas son évolution dans le temps. En ce qui concerne les sorties, elles se partagent entre les valeurs mesurées z ou bien les grandeurs d'intérêts du système y qui peuvent être mesurées ou uniquement simulées et donc différer de z (Walter et Pronzato, 1994).

Pour gérer un système, les gestionnaires sont amenés à prendre des décisions (prévoir et agir) et à suivre l'influence de ces décisions sur le fonctionnement du système. La décision se définit comme un acte par lequel un ou des décideurs opèrent un choix entre plusieurs options permettant d'apporter une solution satisfaisante à un problème donné (Geronimi, 2002).

La décision donc est une étape très importante dans la gestion, par laquelle on doit passer pour citer deux notions primordiales :

- ✓ La décision n'est pas basée sur la recherche d'un seul objectif, elle intègre plusieurs variables,
- ✓ La décision intervient dans un contexte incertain, de façon à faire passer l'objectif atteint par divers types d'actions.

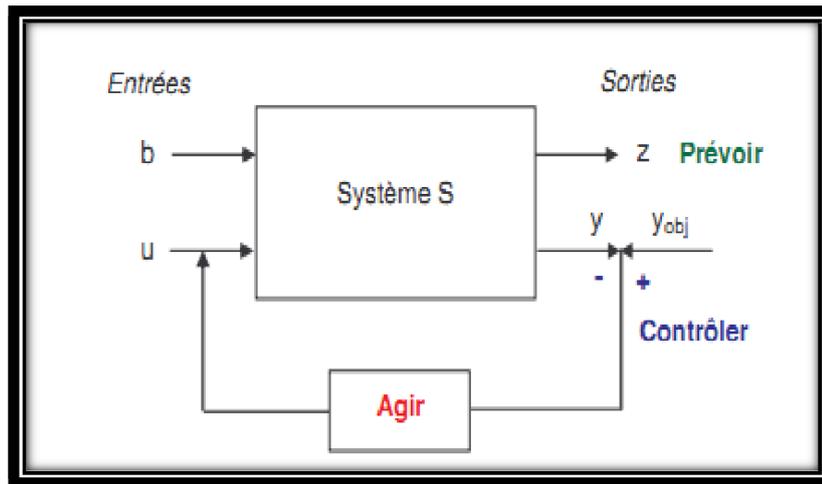
Le processus de prise de décision suit en général les étapes suivantes : (Christin, 2008).

- ✓ Analyse de l'objet ;
- ✓ Collecte de l'information ;
- ✓ Définition des options possibles ;
- ✓ Comparaison et évaluation de ces options ;
- ✓ Choix d'une option.

Ainsi pour que le gestionnaire puisse prendre une décision, il est censé en premier lieu à prévoir (figure I.3), à partir des entrées (u et b), les sorties (y et z). Suite à la prévision des sorties qui présentent un intérêt pour la gestion de l'hydrosystème y , le gestionnaire établit la phase de contrôle entre ces sorties et les objectifs de gestion, lorsque ces deux paramètres sont compatibles entre eux, le gestionnaire n'aura pas besoin d'agir. Dans le cas inverse, il devra agir sur les entrées qu'ils maîtrisent, les entrées contrôlables u , afin de modifier les sorties d'intérêts y pour qu'ils correspondent aux objectifs de gestion.

Durant la phase de la prévision, il sera particulièrement important d'évaluer les caractéristiques, la fiabilité et la précision des informations. Pendant celle du contrôle et de l'action, qui correspondent à la prise de décision, on s'attachera aux moyens d'actions et à leurs localisations, ainsi qu'à l'évaluation des conséquences des décisions et des actions. (Valiron, 1988).

Afin de garantir l'efficacité des décisions. Ces mesures doivent être complétées par un contrôle de l'évolution des facteurs externes et internes de l'hydrosystème (quantité d'eau disponibles, usages, etc.). Ceci est le complément du processus global de la gestion, elle sert donc à soumettre et valider les décisions choisies ou définir une autre si l'on rencontre un échec. Dans ce cas, une nouvelle décision pourra être choisie en reprenant les étapes du processus et cela à plusieurs niveaux : le choix d'une autre option, la détermination de nouvelles options possibles ou une nouvelle analyse des objectifs.



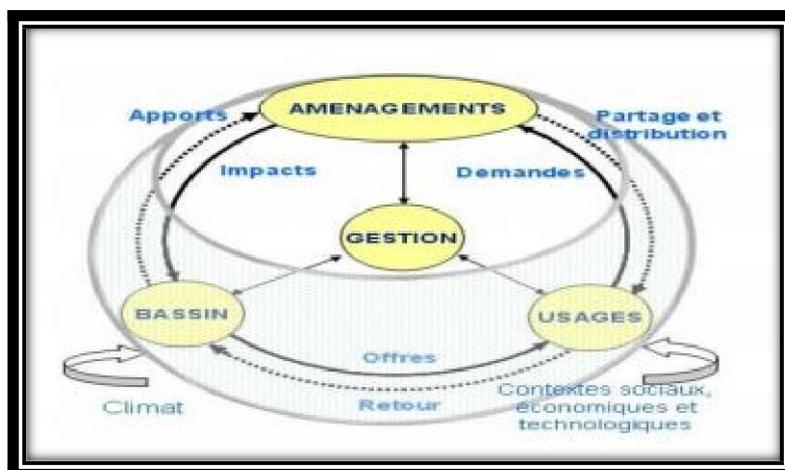
Source : (Walter et Pronzato, 1994)

Figure I.3 : Les principaux éléments de gestion du système S.

Parmi les composantes fondamentales de la gestion des ressources en eau il y a :

- Le bassin, représente le milieu qui conditionne l'offre en eau avec sa variabilité spatio-temporelle ;
- Les usages, représentent les sociétés qui conditionnent les demandes en eau et leurs priorité ;
- Les aménagements, représentent les différents ouvrages de mobilisation et de partage de la ressource.

La gestion tient une position centrale car elle recouvre différents aspects : techniques, réglementaires, économiques, participatifs qui peuvent porter sur les trois composantes, (Pouget et al, 2003).



Source : Pouget et al, 2003

Figure I.4 : Les composantes de la gestion des ressources en eau.

I.5. Les systèmes des ressources en eau

Les systèmes des ressources en eau se composent des systèmes naturels, accompagnés des différentes structures humaines nécessaires à l'accomplissement de sa gestion et les mesures liées pour lesquels cette eau sera destinée (Yebdri, 2007).

Autrement, un système de ressources permet de mettre en place des mesures et des activités structurelles et non structurelles afin que les ressources se développent au profit de l'utilisation humaine (Yebdri, 2007).

A cet effet, les systèmes de ressources en eau, sont des systèmes s'identifiant par des activités majeures dans le but d'effectuer une gestion assurant l'organisation et la planification tout en développant les ressources en eau.

Ces activités sont :

- Les ajustements des régimes de l'eau ;
- La conservation de l'eau ;
- La protection de l'eau ;
- La protection contre ses effets néfastes.

Ainsi un système de ressource en eau peut être défini en tant que mettre en place des mesures et des activités structurales et non-structurales afin que les ressources en eau se développent au profit de l'utilisation humaine. Il permet de (Branislav Djordjevic, 1993) :

- Transformer les entrées physiques en sorties conformément aux lois physiques déterministes (conservation de la masse, d'énergie, etc....) ;
- Répondre aux entrées normales stochastiques en respectant certaines règles de performance ;
- Répondre aux demandes humaines socio-économiques et autres.

Notons que les situations sociales, économiques et historiques dans une région provoquent le changement de ses ressources en eau, même si la quantité en eau de cette région resterait physiquement inchangée.

I.5.1. Les phases de développement des systèmes de ressources en eau

Les systèmes de ressources en eau passent par trois phases de développement progressif suite aux progrès technologique, urbain et social (Branislav Djordjevic, 1993).

- ✓ La première phase est caractérisée par une offre suffisante, simple et moins coûteuse pour un but simple et une consommation dans les limites des bas écoulements dans le bassin versant. Dans cette phase, il n'y a aucun besoin d'une protection de qualité de l'eau ni planification ni recherche ou une gestion institutionnelle organisée de la ressource en eau.
- ✓ La deuxième phase est définie par l'augmentation de la demande et la diminution de la ressource disponible. Des systèmes de ressource en eau plus chers et plus complexes doivent avoir lieu pour couvrir la demande croissante et organiser la répartition entre les différents utilisateurs du système d'eau.
- ✓ Une troisième phase est caractérisée par une demande encore plus grande et des conflits entre les utilisateurs d'eau, une régulation spatiale et plus prononcée de l'écoulement par des réservoirs de distribution, le transfert de l'eau d'un bassin versant à un autre.

Dans cette troisième phase, le transfert d'eau devient une nécessité même avant que les écoulements moyens soient utilisés du bassin versant lui-même.

I.6. Principes de la gestion de l'eau

La gestion optimale des ressources en eau est basée sur une gestion qui dépend d'une organisation fondée sur des instruments réglementaires, financiers, technologiques, l'interface entre le milieu hydrique et le milieu social à savoir satisfaire des exigences, sachant qu'elles peuvent être très diverses et souvent contradictoires. Toutefois, à partir des objectifs de gestion fixés dès le départ par les gestionnaires, la proposition des options possibles s'établit de telle façon à mettre en place toutes ces actions. Plusieurs principes de gestion se représentent dans la gestion des ressources en eau : la gestion intégrée par l'offre ou la demande, et différentes échelles temporelles et spatiales de la gestion notamment.

I.6.1. La gestion intégrée

La gestion intégrée des ressources en eau est le processus qui vise à promouvoir le développement et la gestion coordonnés des ressources en eau, terres et autres, de manière à maximiser le bien-être économique et social de façon équitable ; sans compromettre la durabilité des écosystèmes essentiels(GWP ,2000).

Conformément à ces principes et objectifs d'intervention, plusieurs stratégies ont été étudiées. Elles constituent des autorités d'ordre économique, social et environnemental en prenant en considération des infrastructures techniques ou institutionnelles.

Les principes de la déclaration de Dublin pour la gestion intégrée des ressources en eau qui sont généralement considérés comme fondamentaux dans ce domaine, ces principes de bases tels qu'acceptés à la conférence de Dublin en 1992 sont les suivants (Nations Unies, 1992) :

- 1) L'eau douce ressource fragile et non renouvelable est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement ;
- 2) La gestion et la mise en valeurs des ressources en eau doivent associer usages, planificateurs et décideurs à tous les échelons ;
- 3) Les femmes jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement ; la gestion et la préservation de l'eau ;
- 4) L'eau, utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et doit donc être reconnue comme bien économique.

I.6.2. Objectifs de la gestion intégrée des ressources en eau

Parmi les principaux objectifs de la gestion intégrée des ressources en eau sont multiples, on peut citer ce qui suit :

- 1) Entretien des usages de l'eau ;
- 2) Conservation de l'intégralité physique, chimique et biologique des écosystèmes aquatiques ;
- 3) Protection de la santé humaine ;
- 4) La garantie d'un climat socio-économique permanent.

▪ La gestion intégrée par l'offre :

La gestion par l'offre se traduit par une modification de la disponibilité de la ressource grâce à des aménagements. La gestion par l'offre, dans le domaine de l'eau correspond donc à un gestionnaire cherchant à remplir son barrage pour satisfaire ultérieurement des usages prédéfinis à l'aval (Margat, 1994). Cette gestion est le mode de gestion particulier au sein des entreprises mais on le trouve très rarement utilisé pour la gestion des systèmes naturels.

▪ La gestion intégrée par la demande :

La gestion par la demande se traduit par une modification de l'accès à la ressource par toute une série de mesures : économiques, règlementaires, techniques ou sociales (Christin, 2008).

Ainsi la gestion par la demande doit s'occuper de quelques fonctions à savoir :

- ✓ Augmentation du niveau d'économie, en assurant une utilisation efficace maximale ;
- ✓ Renforcement des réserves en eau par l'utilisation des sources non conventionnelles ;
- ✓ Envisager l'approvisionnement en eau, pour tous les différents types de la consommation, en tenant compte de la qualité de l'eau.

Finalement, la gestion intégrée reste difficile à mettre en place car elle fait intervenir des intérêts difficilement compatibles, surtout pour les usages : industrie, agriculture, aménagement urbain, navigation, loisir, ... Ainsi, même avec l'existence de certains exemples de gestions intégrées ayant comme objectif un nombre important, l'intégration complète n'a jamais été achevée, et sera très dure à être aboutie au futur.

▪ Echéance temporelle pour la gestion :

Toutefois la gestion soit par la demande, l'offre ou encore intégrée, son horizon temporel peut être très différent. En effet, la gestion pourra être qualifiée selon son échéance temporelle et notamment celles impliquant les prises de décisions.

Pour les décisions et les politiques menées sur le long terme, la gestion sera qualifiée de gestion à long terme ou stratégique. L'objectif est de retirer un maximum de profit des ressources mobilisées tout en maintenant l'équilibre du fonctionnement du système sur le long terme. Ce concept intègre la gestion pluriannuelle des hydrosystèmes et des aménagements existants comme les volumes des barrages ou les niveaux de nappes (Leenhardt et Trouvat, 2004).

Pour les décisions à moyens termes qui permettront de définir l'utilisation des ressources afin de réaliser les objectifs définis dans la gestion stratégique, (Geronimi, 2002), la gestion sera dite à moyen terme ou tactique. Cela se traduit, par exemple, par l'estimation des volumes d'eau disponibles pour chaque période de la saison d'irrigation, la répartition du volume disponible dans un barrage et l'exploitation des aménagements ou des ressources naturelles.

Enfin, en ce qui concerne la gestion en temps réel des aménagements ou des hydrosystèmes, on parlera de gestion à court terme ou opérationnelle. L'objectif est de partager les volumes mis à disposition par la gestion tactique afin d'atteindre une utilisation optimale des ressources en temps réel. La gestion opérationnelle correspond notamment à la régulation dynamique des débits des canaux d'irrigation, mais aussi aux mouvements des vannes des barrages afin de satisfaire les objectifs de gestion : usages, objectifs environnementaux.

Parfois, la construction de nouveaux aménagements (barrages, canaux, ...) pourra se retrouver sous le terme de gestion stratégique mais certains auteurs préfèrent en parler de planification. La planification et le dimensionnement consisteront donc à définir des aménagements à réaliser pour répondre aux divers problèmes constatés ou prévus. A l'inverse, la gestion consistera alors, pour un patrimoine d'ouvrages existant, à régler le fonctionnement des organes de commande à court, moyen et long terme. (Valiron, 1988).

Dans les définitions de gestion stratégique, tactique et opérationnelle, on parle de long, moyen et court terme sans jamais expliciter clairement leurs durées en années, mois ou autres. En réalité, aucune durée précise ne peut être donnée car des divergences existent entre les domaines et les systèmes étudiés. Les aspects de long, moyen et court terme ne doivent donc pas être pris comme ayant une relation directe au temps mais comme une durée relative par rapport à la taille du système et aux objectifs fixés pour la gestion. Néanmoins, généralement, en ce qui concerne la gestion des ressources en eau, la gestion stratégique sera pluriannuelle ou annuelle, la gestion tactique s'étendra de la décennie à la saison, et la gestion opérationnelle concernera le pas de la seconde à quelques heures sur les systèmes les plus importants à cause des temps de retard.

▪ Emprise spatiale affectée par la gestion :

L'application d'une politique identique sur l'ensemble de l'hydrosystème à gérer, sans tenir compte de possibles fonctionnements secondaires, sera appelée une gestion globale. En outre, un système peut être constitué de plusieurs ensembles qui possèdent chacun un fonctionnement propre en interactions les uns avec les autres. Le fonctionnement propre de chaque entité du système ou le besoin d'une gestion individuelle de ces dernières peut amener à mettre en place une gestion par sous-systèmes ou gestion spatialisée.

Toutefois, pour gérer tout un territoire, il est difficile d'établir une relation univoque entre une zone géographique et un territoire de gestion. Le choix de l'emprise spatiale reste, néanmoins, déterminant pour une bonne gestion. De plus, les conflits de gestion seront plus difficiles à résoudre si les acteurs sont nombreux (Barreteau et al. 2004). La solution sera donc dans ce cas précis de limiter le nombre d'acteurs présents, et donc d'usages.

Un espace géographique est inséparable d'un système de ressources et d'utilisations. Etant donné les deux pôles du système considéré, les ressources et leurs utilisations, les frontières de cet espace évolueront selon des critères hydrologiques, hydrogéologiques (bassin versant et système aquifère) ou sociaux (région économique) et selon les poids respectifs de ces pôles.

I.7. Gestion intégrée des ressources hydriques

Gérer rationnellement les eaux c'est essayer de satisfaire le mieux possible tous les besoins concernés en fonction de la ressource disponible bien que la tâche soit très difficile parce qu'elle doit prendre en compte les changements économiques, sociaux et démographique. (Y. Emsellem, 1971), (Bernard P. Lekien, 1980), (J. Margat, 1994)

Cette gestion nécessite une connaissance suffisante de :

- ✓ Ressources en eau ;
- ✓ Demande-utilisation ;
- ✓ Comportement du système ;

La gestion intégrée des ressources en eau est un concept global pour la demande globale et est un processus qui assure la coordination entre le développement et la gestion de l'eau dans un ordre pour maximiser le résultat économique et social sans compromettre la vitalité durable des écosystèmes.

La gestion intégrée des ressources en eau permet d'assurer les points suivants : (UNESCO, 1988).

- ✓ Un accès équitable de l'eau ;
- ✓ Une protection de la ressource : qualitative et quantitative ;
- ✓ Une utilisation efficace ;
- ✓ Une bonne gouvernance.

Pour améliorer la gestion des ressources en eau, il faut que des paramètres principaux doivent être représentés comme suit :

- Le développement d'un inventaire plus compliqué de ressources potentielles en eau ;
- La mise en place des banques de données et de réseaux de mesure plus fiables ;
- L'établissement de modèles mathématiques de simulation et d'optimisation de la ressource en eau ;
- Les projections économiques très affinées des utilisations.

I.8. Gestion des ressources en eau en Algérie

I.8.1. Aperçus sur la stratégie de l'eau en Algérie

L'Algérie est confrontée à un stress hydrique, par vocation de plusieurs facteurs. Notre pays a enrichi sa politique nationale de l'eau en l'adoptant à toutes les mutations nées aussi bien tels que les changements climatiques, l'évolution des enjeux et des besoins socio-économiques ainsi que la perception du coût réel de l'eau et ses conséquences économiques.

La gestion de la ressource en eau est un défi majeur pour notre pays et depuis 1996 , le gouvernement algérien a pris des mesures importantes pour sortir de cette situation en adoptant une nouvelle politique de l'eau, à savoir la « gestion intégrée des ressources en eau » s'est ainsi structuré autour de deux axes essentiels :

- Le développement de l'infrastructure hydraulique dans le cadre des programmes nationaux de relance et de soutien à la croissance économique tel que les barrages, transferts, station de dessalement d'eau de mer et stations d'épuration.
- La réforme juridique et institutionnelle du secteur de l'eau qui vise à promouvoir une meilleure gestion de la ressource.

I.8.2. Développement de l'infrastructure hydraulique

Parmi les objectifs majeurs depuis le début de la décennie 2000 :

- Assurer l'accessibilité à l'eau avec une amélioration de la qualité de service à travers la réhabilitation (rénovation) et la modernisation des différents systèmes d'approvisionnement de l'eau potable ;
- Accroître et sécuriser la mobilisation des ressources en eau conventionnelles (renouvelable et fossiles) et non conventionnelle (dessalement et eau usées épurées) ;
- Soutenir la stratégie de sécurité alimentaire avec extension des zones irrigables ;
- Promouvoir en assurant l'accessibilité à l'assainissement et la protection des écosystèmes hydriques par la réhabilitation et l'extension des systèmes d'assainissement et d'épuration.

I.8.3. La réforme juridique et institutionnelle du secteur de l'eau

Toutefois l'état Algérienne a relevé dans le domaine de gestion des ressources en eau la nécessité d'adapter une nouvelle politique, en 1995. D'où l'organisation pour la première fois des assises nationales de l'eau, qui fut établi en adoptant une stratégie nationale s'articulant sur la mise en évidence d'un état des lieux et d'un diagnostic des différents systèmes de distribution et d'assainissement d'eau.

Entre 1995 et 2005, une vague de réformes à repensé la mobilisation, la gestion et l'utilisation des ressources en eau en prenant en considération trois facteurs clés :

1. Les principes (cadre réglementaire, gestion intégrée, efficience de l'eau agricole, politique tarifaire) ;
2. Les institutions (création d'un ministère des ressources en eau, des agences de bassins hydrographiques et restructuration des agences nationales et régionales) ;
3. Les priorités (l'alimentation et la desserte en eau potable de la population, le transfert d'eau) définissent la nouvelle politique de l'eau.

Cette réforme fournit une large vision synthétique dans le domaine de l'eau et permet un vaste changement intervenus pour répondre aux dysfonctionnements constatés.

I.8.4. Bassins versants de l'Algérie et agences de bassins :

Le pays est subdivisé en cinq (5) régions hydrographiques regroupant les dix-sept (17) bassins versants du pays.

Parmi les réformes institutionnelles et de nouveaux instruments qui sont les agences de bassins hydrographiques, à savoir :

- ✓ Oranie-Chatt Chergui ;
- ✓ Algérois-Hodna-Soummam ;
- ✓ Cheliff-Zahrez ;
- ✓ Constantinois-Seybouse-Mellegue ;
- ✓ Sahara.

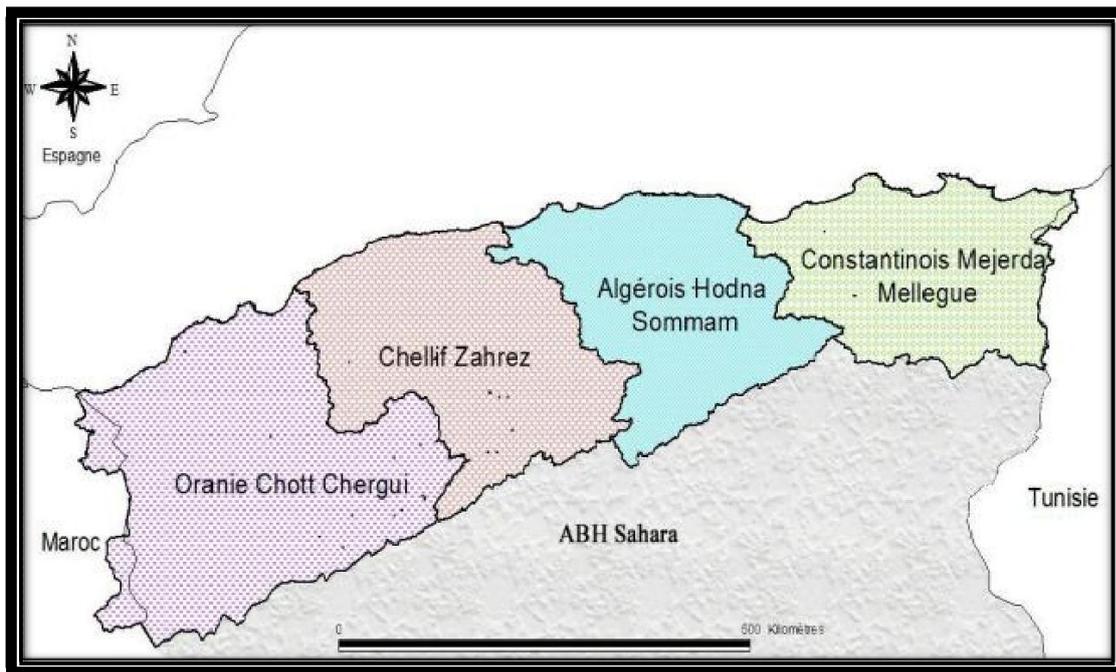


Figure I.5 : Les agences de bassins hydrographiques (Hamlet,2014).

I.8.5. Plan national de l'eau

Le plan national est un projet d'une grande importance, qui est initié en 1992 financé par l'Europe et confié à un groupement de bureaux d'études, afin d'établir un inventaire des données englobant à la fois les eaux superficielles, les eaux souterraines et la demande en eaux des différents usagers (urbain, industriel et agricole).

Il a été établi sur une banque de données arrêtées en 2003, et qui nécessite une actualisation permanente confiée aux agences des bassins hydrographiques.

I.9. Les perspectives

La gestion des ressources en eau est un domaine vaste et très varié en matière de gestion et de prise de décision et parmi les principes de cette nouvelle approche de gestion des ressources en eau et les outils mis en place répondent parfaitement aux attentes de l'ensemble des institutions internationales telles que :

- Promotion de la gestion intégrée des ressources en eau ;
- Développement des systèmes d'information ;
- Transferts de connaissance entre les professionnels de l'eau et les autres pays.

I.10. Conclusion

L'eau est une ressource unique dont sa gestion est un sujet complexe et varié. Dans ce contexte et face aux pressions combinées de l'augmentation accélérée de la demande et de la détérioration de sa qualité, les modèles de gestion du passé ne sont plus efficaces, il faut donc penser en profondeur aux approches qui permettent de satisfaire les besoins en eau tout en maintenant de nouvelles perspectives de la gestion de l'eau nécessitant l'examen d'une large vision de point de vue d'intérêts sociaux, économiques et environnementaux.

CHAPITRE – II –
PRESENTATION DE LA ZONE
D'ETUDE

II.1. Introduction

La problématique de l'eau est indissociable du développement durable de chaque région pour subvenir au besoin socio-économiques. La région Nord- Ouest du pays est confrontée à des besoins en eau considérables ainsi que la défaillance des ressources locales en eau souterraines et superficielles. Dans ce contexte, le projet d'adduction au couloir Mostaganem-Arzew-Oran a été réalisé.

II.2. Situation géographique

II.2.1. Localisation du bassin hydrographique Cheliff

Le bassin du Cheliff s'étend sur superficie de 43 750 km², dans l'aire géographique que couvre ce bassin s'inscrit l'Oued Chélif, le plus long cours d'eau de notre pays.

Il est limité :

- Au Nord par la Méditerranée ;
- A l'Ouest par le bassin Oranais Chott - Chergui ;
- A l'Est par le bassin Algérois - Soummam - Hodna ;
- Au Sud par le bassin du Sahara.

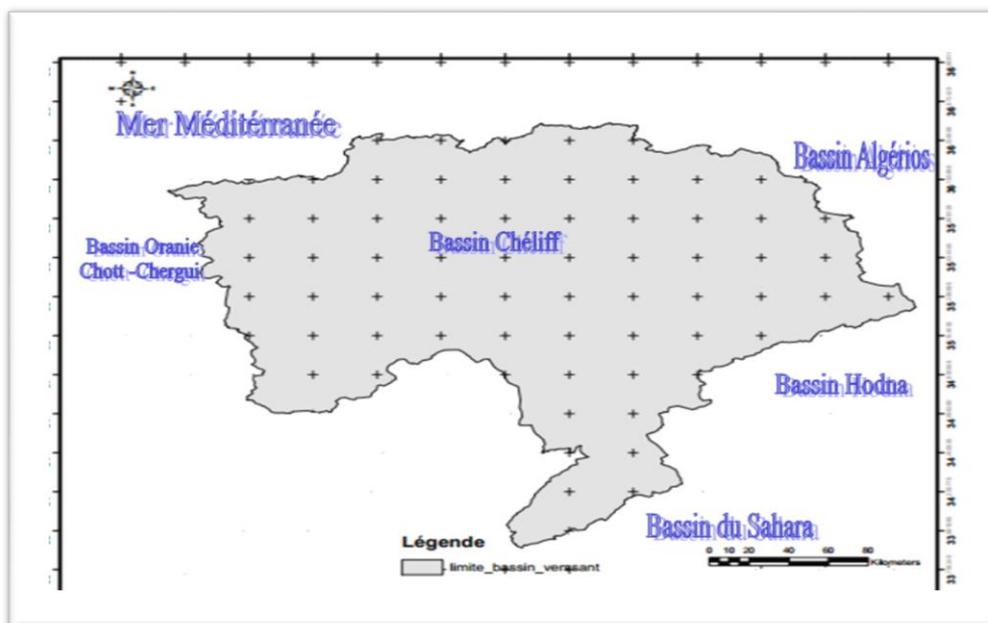
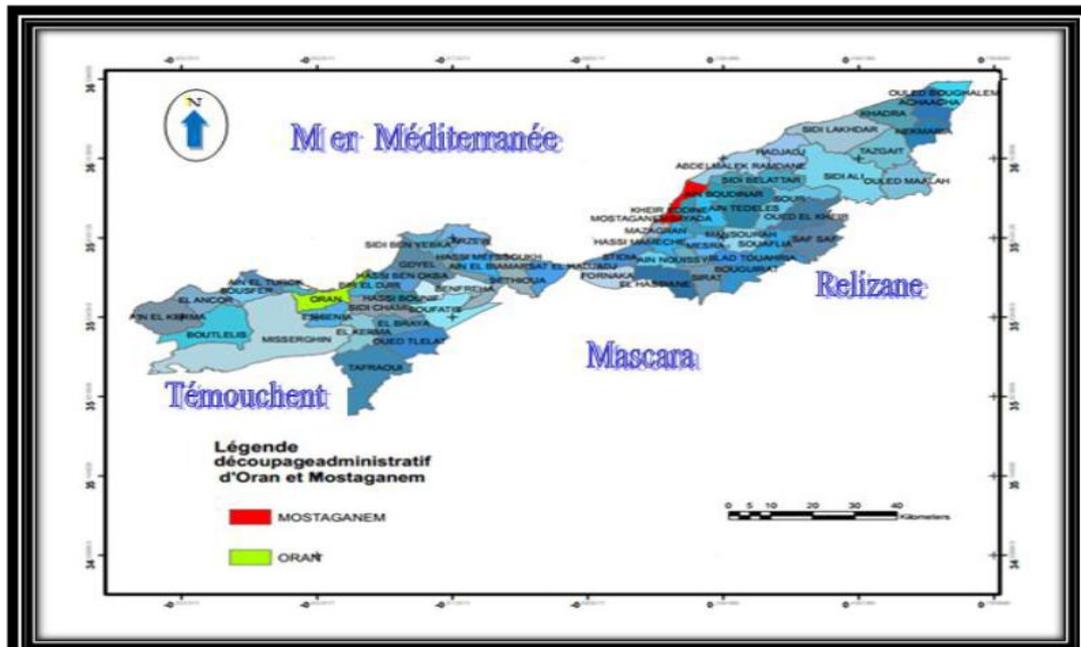


Figure II.1 : Le bassin Cheliff et ses limites.

II.2.2. Situation géographique de la zone d'étude

Notre région d'étude s'étend de la wilaya de Mostaganem jusqu'à la wilaya d'Oran en passant par la daïra d'Arzew. Le cours d'eau principal façonne le paysage de cette région et draine les eaux de surface du bassin, car ce cours d'eau est la source d'alimentation du projet de transfert MAO.



Source : Agence des bassins hydrographiques 2015.

Figure II.2 : Localisation de la région d'étude (Wilayas de Mostaganem, Oran).



Source : Google Earth 2017.

Figure II.3 : Situation géographique de la région d'étude par l'image satellitaire.

II.3. Situation administrative de la zone d'étude

La zone d'étude englobe deux wilayas (Mostaganem et Oran) situées au nord ouest du pays. Selon le découpage administratif, on distingue 19 daïras et 58 communes, ainsi des localités et zones éparses (Tableau II.1)

Nous nous intéressons dans notre étude à l'alimentation de la ville d'Oran à partir de l'exploitation du mode de transfert existant. La wilaya d'Oran est donc divisée en neuf Daïra sur lesquelles se répartissent vingt six communes (Voir figure II.4)



Source : SEOR 2017

Figure II.4 : Découpage administratif de la wilaya d'Oran.

Tableau II.1 : Tableau récapitulatif du découpage administratif des deux wilayas

Wilayas	Daïra	Communes
Oran	Oran	Oran
	Es Senia	Es Senia - El Karma - Sidi Chami
	Bir El Djir	Bir El Djir - HassiBounif - Hassi Ben Okba
	Boutlelis	Boutlelis - Misserghin - Ain El Kerma
	OuedTlelat	O. Tlelat - Tafraoui – Braya - Boufatis
	Gdyel	Gdyel - HassiMefssoukh - Ben Freha
	Arzew	Arzew - Sidi Ben Yebka
	Bethioua	Bethioua - Ain El Biya - Mers El Hadjadj
	Ain El Turck	A. El Turck - Bousfer - Mers El Kebir - El Ancor
Mostaganem	Mostaganem	Mostaganem
	HassiMameche	Hassi Mameche - Stidia - Mazagran
	AinTedeles	AinTedeles - Sour –Sidi Bel Atar - OuedElKheir
	Bouguirat	Bouguirat - Sirat - Safsaf - Souaflias
	SidiAli	Sidi Ali - Tazgait - OuledMaalah
	Achaacha	Achaacha – Nekmaria - Khadra - Ouled boughalem
	AinNouissy	AinNouissy – Fornaka - El Haciane
	Mesra	Mesra - Mansourah - Touahria - AinSidiCherif
	SidiLakhdar	Sidi Lakhdar - Hadjadj - BenAinRamdane
	KheirEddine	KheirEddine - Sayada - Ain Boudinar

II.4. Situation démographique

Faisant appel à la situation socio-économique des deux wilayas (Oran, Mostaganem) ainsi que la situation stratégique (littoral), le taux d'accroissement de la wilaya d'Oran est de l'ordre de 1,9% (DPAT Oran), tandis que celui de la wilaya de Mostaganem est de l'ordre de 1,6 % (DPAT Mostaganem). Ces taux sont moyens en vue de leurs positions socio- économique et leur mode de vie. Selon le recensement effectué en 2008 le nombre d'habitants des wilayas Oran et Mostaganem est comme suit :

Tableau II.2 : Evolution de la population des deux wilayas (Oran et Mostaganem)

Wilayas intégrées	Daïras	Communes	Taux d'accroissement	Population 2008 (Hab)	Population 2018 (Hab)
Oran	09	26	1,9	1 453 152	1 754 094
Mostaganem	10	32	1,6	737 116	863 919
	19	58		2 190 268	2 618 013

II.5. Mobilisation des ressources en eau de la région d'étude

II.5.1. Situation hydraulique de la wilaya d'Oran

La source d'approvisionnement en eau potable de la wilaya d'Oran a subi plusieurs phénomènes suite à plusieurs facteurs à savoir l'augmentation de la population et surtout à la qualité de l'eau disponible dans la région, d'où la quantité ne pouvait pas répondre aux besoins de la totalité de la wilaya.

La sécheresse qu'a connue la wilaya d'Oran a affecté le niveau des ressources mobilisables de manière importante. Les installations de transferts, de stockage et de distribution ont été exploitées à moins de la moitié de leur capacité en raison du déficit enregistré dans les bilans hydriques.

Les programmes d'urgences qui ont été mis en œuvre ont porté en plus des transferts externes, sur la mobilisation des nouvelles ressources locales notamment le dessalement de l'eau de mer, et la révision du programme de la répartition en intégrant les eaux non conventionnelles dans la balance hydrique, avec l'apport important du système MAO, ainsi que la prise en charge des infrastructures d'accompagnement à savoir les transferts, stockages, distribution.

II.5.1.1. Les différents systèmes d'adduction de la wilaya

Une faible partie de la ville d'Oran est alimentée par des ressources locales : la source de Ras el Ain et le forage de Bredeah, avec un taux de salinité trop élevé, de ce fait la wilaya dispose de deux grands projets d'adduction Est et Ouest.

❖ Adduction Est

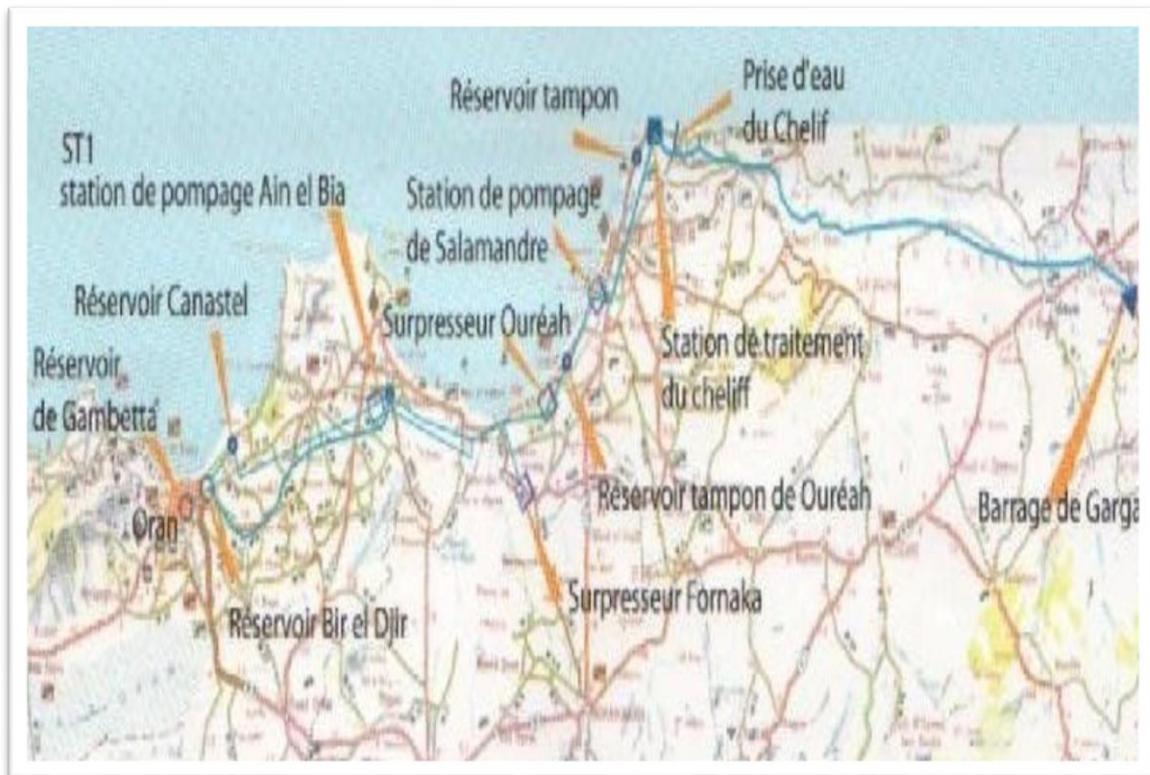
Les transferts Est produisent un débit moyen journalier de 350 000 m³/j vers la wilaya d'Oran, les principales adductions de l'Est sont :

- Adduction de Fergoug
- Adduction de Gargar (Transfert Gargar-Oran : TGO)
- Prise de Chellif (Transfert MAO)
- SDEM (Kahrama, Macta, Mostaganem)

1) Adduction Gargar :

Cette adduction est située à Relizane, elle a été réalisée pour le renforcement de la production en eau potable de la wilaya d'Oran, elle est composée de :

- Une conduite de diamètre 1200 mm avec une longueur 83 km à partir du barrage Gargar à la station de traitement du Cheliff ainsi un système de dédoublement de la conduite de refoulement existante d'Ain El Bia (ST1) vers le réservoir de Bir El Djir d'une longueur de 33km (TGO), un autre dédoublement d'une conduite de diamètre 800 mm existant Chélif-Salamandre sur une longueur de 21 km et dernièrement un dédoublement d'une conduite existante Macta-Ain El Bia d'une longueur de 17 km;
- Six (06) stations de pompages et un suppresseur de capacité de 150 000 m³/j ;
- Deux stations de traitement d'une capacité totale de 148 000m³/j.



Source : Agence des bassins hydrographiques.

Figure II.5 : Localisation de l'ancien transfert Gargar.

2) Adduction Fergoug :

L'adduction Fergoug est un triplex regroupant trois barrages, située dans la wilaya de Mascara comprend une conduite gravitaire allant de la station de traitement de capacité 65 000 m³/j, cette eau est acheminée à travers une conduite de diamètre 900 mm sur une longueur de 47.2 km jusqu'à la station d'Ain El Bia.

Ainsi cette adduction comprend :

- Un supprimeur de Fornaka de débit de 360l/s ;
- la station de pompage d'Ain El Bia dite ST1 ;
- une conduite de refoulement de 31.5 km jusqu'au réservoir terminal de Bir el Djir.

3) SDEM Kahrama :

La station de dessalement Kahrama est parmi les premières stations depuis 2005 avec une capacité de 90 000 m³/j dont 20 000 m³/j sont réservés pour la zone industrielle d'Arzew.

4) SDEM de Mostaganem :

Elle est caractérisée par une capacité de 200 000 m³/j, mais actuellement elle produit un volume de 40 000 m³/j.

5) Adduction MAO :

Le système garantira un volume de 155 Mm³/an, il assure la desserte des agglomérations situées dans le couloir «Mostaganem – Arzew – Oran », avec un volume alloué vers Oran de 110 Mm³/an et 45 Mm³/an pour la wilaya de Mostaganem (Chapitre III).

6) SDEM Macta :

Elle est située à la wilaya de Mostaganem avec une capacité moyenne journalière de 500 000 m³/j, il est prévu qu'elle sera destinée pour la desserte de plusieurs wilayas telles que : Oran et certaines agglomérations de Mostaganem et Mascara.

❖ Adduction Ouest :

Les principales adductions produisent un volume total de 70 000 m³/j, à partir de :

- Barrages Beni Bahdel – Sidi Abdeli ;
- Prisede Tafna;
- Station de déminéralisation de Bredeah ;
- SDEM Chatt El Hilal (Beni Saf).

1) Adduction Béni Bahdel :

Cette adduction alimente plusieurs wilayas (Tlemcen, Ain Temouchent et Oran) car elle achemine une partie des eaux du Barrage de Beni Bahdel jusqu'au Brise Charge (BC8) By-Passé par le réservoir 2 x 50 000 m³ d'Ain El Beida.

Ce système est composé de :

- ✓ La station de traitement d'une capacité de 120 000 m³/j ;
- ✓ Une conduite gravitaire d'un diamètre de 1100 mm avec une longueur de 156 km, comportant sept (07) brises charges en ligne de BC1 à BC7 et un dernier brise charge BC8 à Ain El Beida.

2) Adduction Tafna :

L'adduction Tafna comporte une prise d'eau brute par pompage dans l'Oued Tafna qui sera refoulée par la suite, cette adduction est dotée de :

- ✓ Une station de prétraitement et de pompage Tafna avec une capacité de 260 000 m³/j, une conduite de diamètre 1400 mm et d'une longueur de 21.5 km ;
- ✓ Un bassin intersaisonnier (cratère) de Dzioua de capacité de 13 hm³, une station de traitement de Dzioua avec une capacité de 250 000 m³/j et une adduction de diamètre 1600 mm avec longueur de 70 km reliant la station de traitement au réservoir 2 x 50 000 m³ d'Ain El Beida.

Les deux systèmes d'adduction Tafna et Beni Bahdel assurent un service en route pour l'alimentation des agglomérations des wilayas de Tlemcen et Ain Temouchent.

3) Adduction Brédeah :

L'adduction de la station de Brédeah achemine les eaux provenant des forages jusqu'au réservoir d'Ain El Beida (2 x 50 000 m³), la capacité de la station est de 34 000 m³/j

4) SDEM Chatt El Hillal de Beni Saf :

La station de dessalement de l'eau de mer de Chatt El Hillal située à la wilaya de Ain Temouchent avec une capacité de 200 000 m³/j, est destinée pour régler définitivement le problème d'AEP de cette ville avec une capacité de 110 000 m³/j et 90 000 m³/j pour la wilaya d'Oran.

II.5.1.2. Les ressources locales

1) Les forages et puits :

Ces forages et puits se trouvent dans les différentes localités de la wilaya d'Oran ayant une capacité totale comprise entre (5000 ÷ 8000) m³/j.

2) SDEM les Dunes, Bousfer :

- La SDEM de Bousfer avec une capacité de 5000 m³/j ;
- La SDEM des dunes avec une capacité de 5500 m³/j.

Les deux stations fonctionnent actuellement avec une capacité de 10.500 m³/j.

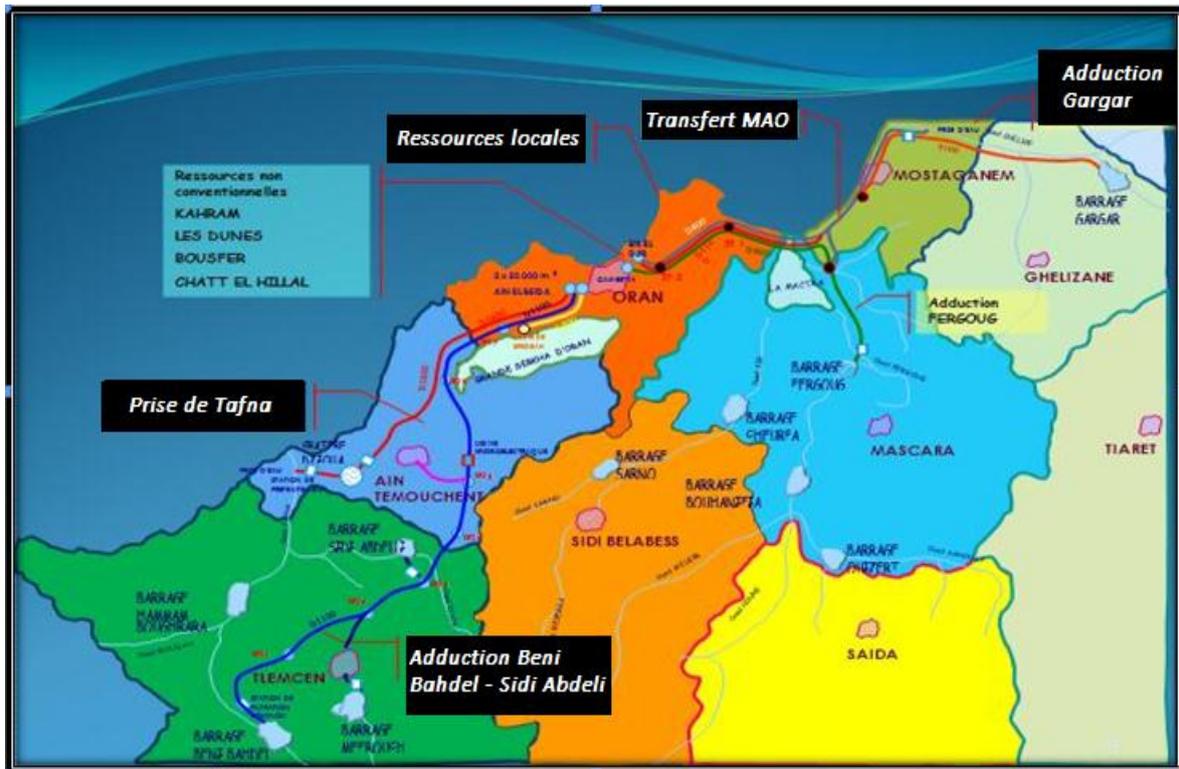


Figure II.6 : Systèmes d'alimentation en eau potable de la wilaya d'Oran

« dessalement –deminéralisation - transferts Est et Ouest »

II.5.2. Situation hydraulique de la wilaya de Mostaganem

L'approvisionnement en eau est constitué des ressources conventionnelles des eaux souterraines et de surface. En ce qui concerne les eaux souterraines, plusieurs nappes sont exploitées par des forages. La nappe principale est celle de Mostaganem.

II.5.2.1. Les différents systèmes d'adduction de la wilaya

Il est important de signaler que la wilaya de Mostaganem constitue une partie montagneuse très importante dite Dahra, regroupant une population rurale, le reste de la wilaya est répartie sur le plateau de Mostaganem.

L'alimentation en eau potable de la wilaya de Mostaganem, est assurée par deux ressources principales :

❖ Les eaux conventionnelles :

- ✓ Barrage de Kramis avec une capacité de 45 Hm³ ;
- ✓ Barrage de Kerrada avec une capacité de 70 Hm³ ;
- ✓ Barrage de Chélif avec une capacité de 50 Hm³.

❖ Les eaux non conventionnelles :

La station de dessalement de Mostaganem située à l'Est de la wilaya avec une capacité de production de 200 000 m³/j.

Notons que le barrage de Kramis alimente en eau potable la région de Dahra, avec une production moyenne de la station de traitement (130 000 à 150 000) m³/j.

Pour les barrages de Kerrada et du Chélif servent d'appoint en cas de perturbation des systèmes de dessalement ou du système de Kramis.

II.6. Conclusion

Dans cette partie on a procédé à déterminer les données nécessaires concernant la zone d'étude du point de vue situation géographique, limites administratives, démographie ainsi que la situation hydraulique et la mobilisation des ressources en eau disponibles.

Ces données vont nous aider à garantir une meilleure exploitation du projet d'adduction MAO pour l'alimentation en eau potable des agglomérations situées au couloir Mostaganem-Arzew-Oran.

CHAPITRE – III –
PRESENTATION DU SYSTEME DE
TRANSFERT MAO

III.1. Introduction

L'Algérie est confrontée à des besoins en eau considérables, c'est dans ce contexte que le ministère des ressources en eau a choisi le plan directeur de la région Ouest du pays comme solution alternative envisageant le transfert des ressources disponibles du bassin de Cheliff pour l'approvisionnement en eau potable des agglomérations situées au couloir Mostaganem-Arzew-Oran (MAO).

III.2. Description du système de transfert MAO

III.2.1. Situation générale du projet

Adduction au couloir Mostaganem-Arzew-Oran (MAO) », il s'agit d'une conduite de transport d'eau potable qui est inclus au sein du projet global « Système Cheliff-Kerrada-STE et adduction Mostaganem-Arzew-Oran ». Il consiste en une adduction classique dont un réservoir en tête situé dans la station de traitement alimente par gravité une série de points de prise intermédiaires finalisant au réservoir de Belgaid situé à la périphérie d'Oran.

Le transfert MAO donc permet de réguler des volumes d'eaux superficielles de 155 Hm³ provenant du réservoir de Cheliff, pour l'alimentation en eau potable des populations des wilayas de Mostaganem et d'Oran qui se trouvent le long du tracé de la conduite du système MAO.

Le volume annuel à transférer est de 155 Hm³ et le débit de pointe à transporter est de 6,5 m³/s à l'amont, à la sortie de la station de traitement d'eau, et de 4,0 m³/s à l'aval, au réservoir d'arrivée d'Oran. Le volume annuel produit par ce système se distribue entre les deux wilayas de Mostaganem et d'Oran, de la manière suivante :

- Wilaya de Mostaganem (45 Hm³)
- Wilaya d'Oran (110 Hm³)



Source : Google Earth 2017.

Figure III.1 : Localisation du projet MAO et des barrages (Chélif , Kerrada) à partir de l’image satellitaire.

III.2.1.1. Les composants du système d’adduction MAO

La grande infrastructure qui forme le projet MAO se fractionne aux ouvrages suivants :

- **Lot 1 :** Barrage de dérivation et système de prise d’eau sur Cheliff ;
- **Lot 2 :** Barrage de stockage Kerrada ;
- **Lot 3.2 :** Station de traitement de Sidi Hadjel (STE) ;
- **Lot 3.1 :** Adduction du couloir MAO :
 - Conduite de transport d’eau potable de 91 km de longueur, et à différents diamètres : 2200, 2000, 1800 mm en béton précontraint et 1400 mm en fonte ductile.
 - Réservoir de 120.000 m³ à Mostaganem (2 x 60 000) ;
 - Réservoir de 300.000 m³ à Oran (4 x 75 000) ;
 - Station de surpression en ligne de débit 4 m³/s ;
 - 12 chambres de prises d’eau.

Dont les principales caractéristiques se résument dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : Les principales caractéristiques du système MAO

ÉLÉMENTS	CARACTÉRISTIQUES
<p>Adduction Longueur (Lot 3.1) Diamètres - DN 2200 - DN 2000 - DN 1800 - 2 x DN1400 Pressions nominales Côte piézométrique amont (STE de Sidi Hadjel)</p>	<p>91 km 10 600 m 51 000 m 27 000 m 2 400 m PN 2 à 26 bars 253 à 256.4 m</p>
<p>Réservoir de Mostaganem Nombre de cellules Capacité totale, m³ Trop-plein</p>	<p>2 120 000 206.11 m</p>
<p>Réservoir d'Oran Nombre de cellules Capacité totale, m³ Trop-plein</p>	<p>4 300 000 236.61 m</p>
<p>Station de Pompage Localisation Nombre de groupes Débit unitaire / total Hauteur nominale de refoulement Puissance nominale du moteur</p>	<p>82 Km 4 (+1 de réserve) 1,0 / 4.0 m³/s 64.0 m 900 kW</p>
<p>Station de traitement de Sidi Hadjel Capacité nominale de traitement Débiteau brute traitée Rendement du processus de traitement Réservoir eau traitée Nombre de réservoirs</p>	<p>561.600 m³/j 6.5 m³/s 97 % 110.000 m³ 2</p>

- **Lot 4** : Station de dessalement Macta (SDEM MACTA) : possède deux stations de pompage, capable de produire un débit de 500 000 m³/j, elle est prévue pour l'alimentation en eau potable de la ville de Mascara à partir du réservoir tampon ARABA, la ville d'Oran et une petite partie vers Mostaganem ;
- **Lot 5** : Réservoir tampon Araba d'une capacité de 50 000 m³ ;
- **Lot 6** : Piquage vers les réservoirs de Bir el Djir et Canastel.

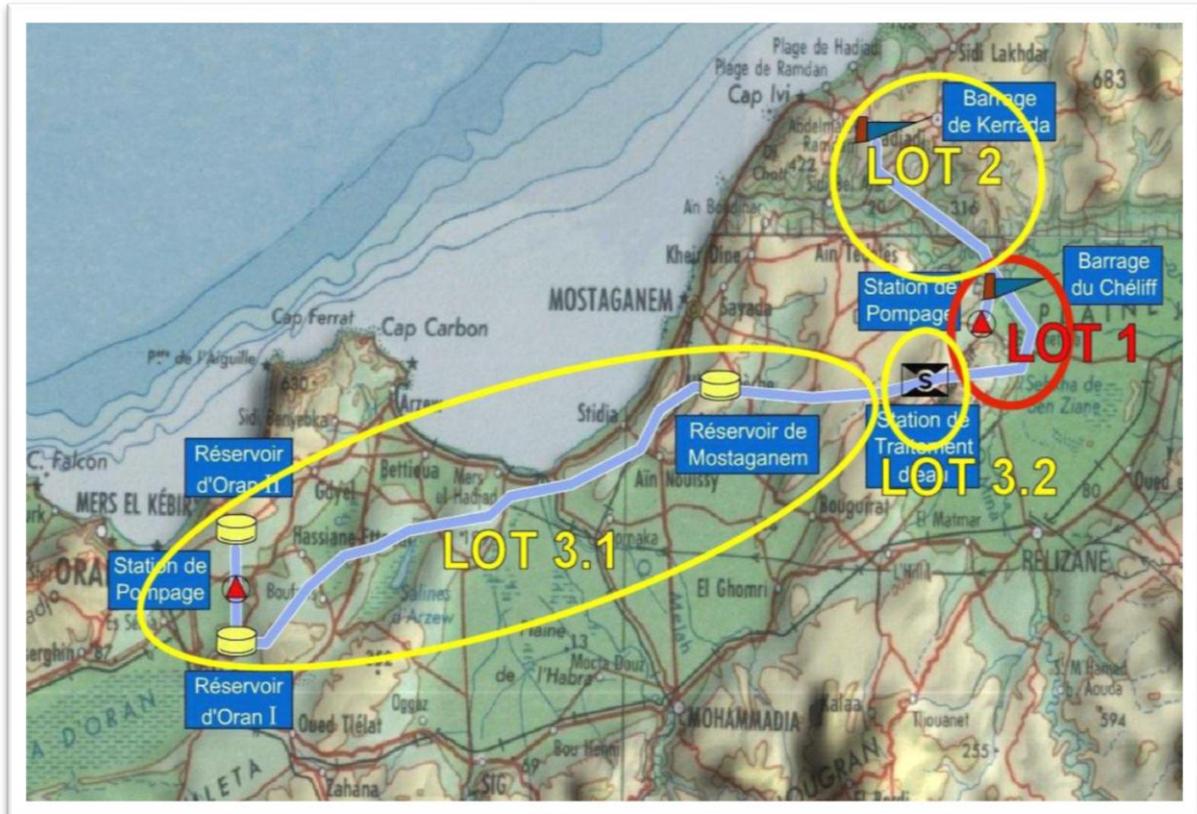


Figure III.2 : Les composants du système d'adduction MAO.

III.3. Système d'adduction MAO

III.3.1. Caractéristiques générales

Le transfert, avec environ 91 km de longueur, est réalisé avec des tuyaux en béton précontraint à âme en tôle (BPAT), DN 1800, 2000 et 2200 mm et pressions comprises entre 4 et 25 bar. Pour la traversée de la zone marécageuse de la Macta l'adduction est composée de deux conduites parallèles en fonte ductile (FD), 2 x DN 1 400 mm avec des joints verrouillés, pour la pression maximale de 26 bar.

Pour augmenter la sécurité de fonctionnement, notamment en cas de rupture de la conduite, tous les 10 km environ et en aval des prises d'eau existent avec des vannes de sectionnement à papillon.

La conduite d'adduction MAO est divisée en 15 tronçons, délimités par les chambres de vannes de sectionnement (CR), les changements de diamètre ou matériel (MT) et les prises d'eau, avec les caractéristiques indiquées dans le Tableau III.2.

Tableau III.2 : Les différents tronçons de l'adduction MAO

Tronçon	Longueur (m)	Matériau	Diamètre (mm)	CTN (m)
CR1 – MT3	5751	BPAT	2200	231.32
MT3 – CR2	4751	BPAT	2000	224.11
CR2 – CR3	12823	BPAT	2000	223.18
CR3 – CR4	4878	BPAT	2000	195.57
CR4 – CR5	2910	BPAT	2000	129.87
CR5 – CR6	6270	BPAT	2000	201.48
CR6 – MT1	9951	BPAT	2000	132.88
MT1 – CR7A	1752	BPAT	1800	96.17
CR7A – CR7B	2336	FD	2 × 1400	10.61
CR7B – MT2	5395	BPAT	1800	8.32
MT2 – CR8	7916	BPAT	2000	98.28
CR8 – CR9	6412	BPAT	2000	66.96
CR9 – CR10	5774	BPAT	1800	82.72
CR10 – CR11	5069	BPAT	1800	99.63
CR11 – CR12	6540	BPAT	1800	114.50

Notes :

- BPAT : Béton pré-contraint à âme en tôle.
- FD : Fonte ductile.
- MT : Massif de butée / transition.
- CR : Chambre de raccordement.
- CTN : Côte terrain naturel du point de départ.

III.3.2. Conditions de fonctionnement

L'adduction opère par gravité jusqu'à Oran, en utilisant l'énergie disponible entre le réservoir d'eau traitée de la STE de Sidi Hadjel, avec un niveau moyen à la côte 252 m (maximale 254 m et minimale 250 m), et le réservoir d'arrivée d'Oran, avec un niveau moyen à la côte 155 mNGA (trop-plein 158,85 m et niveau minimal d'exploitation 152,35 m).

Le débit maximum nécessaire pour alimenter le réservoir de Belgaid étant supérieur à celui transportable par gravité, la présence du système de pompage de Hassi Ben Okba, qui proportionne l'énergie nécessaire pour transporter les débits requis jusqu'au réservoir de Belgaid est indispensable.

La pression de service varie au long de l'adduction, étant généralement inférieure à 16 bar, à l'exception d'un tronçon d'environ 8 500 m de longueur dans la traversée de la vallée de la Macta où la pression de service s'élève jusqu'à 23 bars.

III.3.3. Station de pompage Hassi Ben Okba

Quatre pompes à caractéristiques identiques et dotées de variateur de fréquence y compris une pompe de secours, sont installées à la station de pompage de Hassi Ben Okba véhiculant un débit de 1m/s chacune avec une HMT égale à 64 m.

Pour le système, il a été considéré que les quatre pompes fonctionnent simultanément et à vitesse maximale. La courbe de pompage de la station a été obtenue à partir de celle facilitée par le fabricant, pour un élément et correspond à celle représentée sur la figure suivante :

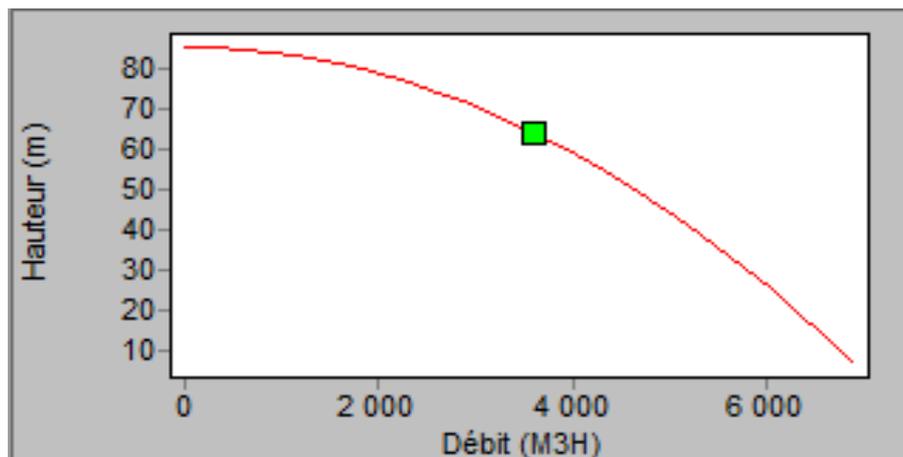


Figure III.3 : Point de fonctionnement des pompes de Hassi Ben Okba.

III.3.4. Réservoirs de stockage existants

- ✓ Le réservoir de Belgaid a un volume de 300.000 m³ se composant de quatre compartiments identiques 75.000 m³ pour chacun (4x75.000) m³ et se situe à la côte de 236,61 m, avec une hauteur maximale de 7,3 m, le remplissage se réalisant par la partie supérieure du réservoir. La côte d'entrée de la conduite est de 241,50 m.
- ✓ Le réservoir de Bir el Djir a un volume de 10.000 m³ se composant de deux compartiments identiques 5.000 m³ pour chacun (2x5.000) m³ et se situe à la côte de 177,41 m avec une hauteur maximale de 5,5 m.
- ✓ Le réservoir de Canastel a un volume de 10.000 m³ sur un seul compartiment ayant une hauteur de 7 m.

III.4. Système hydraulique MAO - MACTA

Postérieurement au développement et à l'exécution du projet cité ci-avant, la SDEM Macta a été construite. Il s'agit d'une station de dessalement d'eau de mer capable de produire un débit moyen journalier de 500 000 m³/jour.

Dans le but de donner sortie à ce débit d'eau, des travaux complémentaires destinés à connecter la SDEM Macta à la conduite MAO, à incorporer des éléments de protection face aux transitoires hydrauliques et à réaliser de nouveaux points de prises pour alimenter les noyaux urbains non inclus dans le projet initial de la conduite MAO ont été projetés et exécutés.

Le fonctionnement hydraulique de la conduite MAO en tant qu'adduction pure va subir un changement drastique avec la mise en marche de la SDEM MACTA qui va injecter son débit de production dans la conduite MAO en obligeant à ce que le débit et le sens du flux, de l'Est vers l'Ouest sur la totalité des 91 km soit inversé (Ouest-Est) sur un tronçon de 35 km.

Ces nouvelles infrastructures s'incorporeront au périmètre de gestion du système de manière imminente. On considère nécessairement l'analyse de l'impact que la connexion de la station de désalinisation des eaux de mer Macta aura sur le système hydraulique MAO suite à sa mise en service, en étudiant le comportement de l'ensemble MAO-MACTA.

III.5. La gestion du projet MAO

En termes de volume, la ressource disponible n'est pas toujours suffisante pour satisfaire la demande. D'où un tel système composé de plusieurs ouvrages (barrage de dérivation Chéouli, barrage de stockage Kerrada, station de traitement, adduction du couloir MAO, ...etc.) est destiné non seulement à approvisionner les usagers mais aussi à stocker un certain excès d'eau, et la redistribuer lorsque le besoin s'en fait ressentir. Car la gestion de ce méga système est optimisée à partir des règles de gestion permettant de prendre des décisions d'allocations quotidiennes.

En conséquence, les gestionnaires des systèmes de ressources en eau sont souvent mis au défi de satisfaire différents usages pouvant être en conflits.

La gestion de ces systèmes consiste à stocker puis relâcher de l'eau à différentes périodes de l'année, de façon à satisfaire au mieux les usages considérés.

De ce principe-là, le choix quotidien du volume d'eau stocké ou redistribuer par le gestionnaire d'un système pareil dépend essentiellement de la stratégie de la gestion adoptée afin de satisfaire au mieux en même temps les usages et les objectifs pour lesquels les différents aménagements composant le système physique ont été conçus.

III.6. Conclusion

Dans ce chapitre, on a donné un aperçu général sur le méga projet d'adduction MAO, en représentant son état actuel, ce qui servira à l'approche de nouvelles techniques pour une meilleure exploitation facilitant la bonne gestion du nouveau système hydraulique tout en maintenant à satisfaire les besoins en eau potable des agglomérations intégrées dans notre étude.

CHAPITRE – IV –
SIMULATION NUMERIQUE DU
SYSTEME HYDRAULIQUE
MAO – MACTA

IV.1. Introduction

Ce chapitre consiste à l'étude du comportement de l'ensemble MAO –MACTA face aux transitoires hydrauliques, au moyen de la réalisation d'un modèle hydraulique du nouveau système qui permet d'étudier les nouvelles conditions de fonctionnement de l'ensemble MAO –MACTA tant en régime stationnaire qu'en régime transitoire.

IV.2. Modèle MAO

Avec toutes ces considérations extraites du projet initial de la conduite MAO, un modèle hydraulique en régime permanent a été réalisé. Pour ce faire, le programme EPANET, développé par l'Agence pour la Protection de l'Environnement des États Unis (US Environmental Protection Agency) a été utilisé pour les calculs hydrauliques.

IV.2.1. Présentation du logiciel

EPANET est un logiciel développé 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.

L'utilisation d'EPANET est très diversifiée, et porte principalement sur :

- La régulation des pressions dans le réseau ;
- La détection des zones de fonctionnement déficitaire ;
- Le dimensionnement de travaux d'amélioration du réseau ou d'extension ;
- L'évolution de la qualité de l'eau et l'étude de traitement en différents points du réseau ;
- L'amélioration de la gestion des équipements (marnage des réservoirs), des coûts énergétiques (fonctionnement des stations de pompage), du contrôle des débits d'eau (sectorisation du réseau), de la gestion de crise (suppression d'une ressource, rupture d'une canalisation maîtresse, introduction de contaminants dans le réseau).

Le modèle mathématique résout, au moyen de la méthode de Newton, le système d'équations qui résulte d'appliquer le principe de conservation de l'énergie et l'équation de continuité. Cela permet de déterminer l'état de fonctionnement du système en calculant en chaque point la pression hydraulique disponible et sur chaque tronçon de la conduite, le débit transporté. Ci-après, les critères hydrauliques considérés par le programme de simulation sont décrits.

➤ **Calcul hydraulique des conduites :**

EPANET considère que les conduites fonctionnent à pression, en section pleine. La détermination de la vitesse, du débit ou de la section est immédiate à partir de l'équation de continuité.

$$Q = V \times S$$

Avec :

Q : Débit (m³/s) ;

V : Vitesse (m/s) ;

S : Section (m²).

➤ **Pertes de charge continues :**

EPANET peut calculer les pertes de charge en ligne au moyen de différentes expressions mais la plus recommandée est celle de Darcy et Weisbach :

$$I = \frac{\Delta H}{L} = \frac{f}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

Avec :

I : gradient hydraulique (m/m) ;

ΔH : perte de charge linéaire m ;

L : longueur de la conduite (m) ;

D : diamètre intérieur (m) ;

f : facteur de friction (sans dimension) ;

g : accélération de la gravité (m/s²) ;

v : vitesse moyenne (m/s) ;

Pour calculer le facteur de friction, EPANET emploie différentes méthodes dépendant du régime :

- Pour le flux laminaire ($Re < 2000$), il emploie la formule de Hagen-Poiseuille :

$$f = \frac{Re}{64}$$

Avec:

Re : Nombre de Reynolds

- Pour le flux turbulent ($Re > 4000$), il emploie l'approximation de Swamee et Jain à la formule de Colebrook-White, qui est la suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{K}{3.71 * D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Avec :

K : rugosité absolue équivalente (m).

Swamee et Jain ont développé une équation explicite qui donne des valeurs de f pratiquement identiques à l'équation implicite de Colebrook et White :

$$f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{K/D}{3.7} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

- Pour le flux de transition ($2000 < Re < 4000$), il emploie une interpolation cubique du diagramme de Moody.

➤ **Pertes localisées :**

Les pertes de charge localisées peuvent s'exprimer de la manière suivante :

$$\Delta h = k \frac{v^2}{2g}$$

Avec :

v = vitesse de l'eau (m/s) ;

k = Coefficient à déterminer dans chaque cas.

IV.3. Modèle employé

Le point de départ a été l'étude hydraulique initiale et le modèle EPANET a été développé sur celui-ci.

Le tracé de la conduite MAO a été établi sur EPANET en introduisant les nœuds pour chaque chambre de raccordement le long de l'adduction, les dérivations, les tuyaux, les bâches, les réservoirs et les vannes de sectionnement nécessaires.

Le schéma final de l'ensemble du réseau a été simulé et se présente sur la figure suivante :

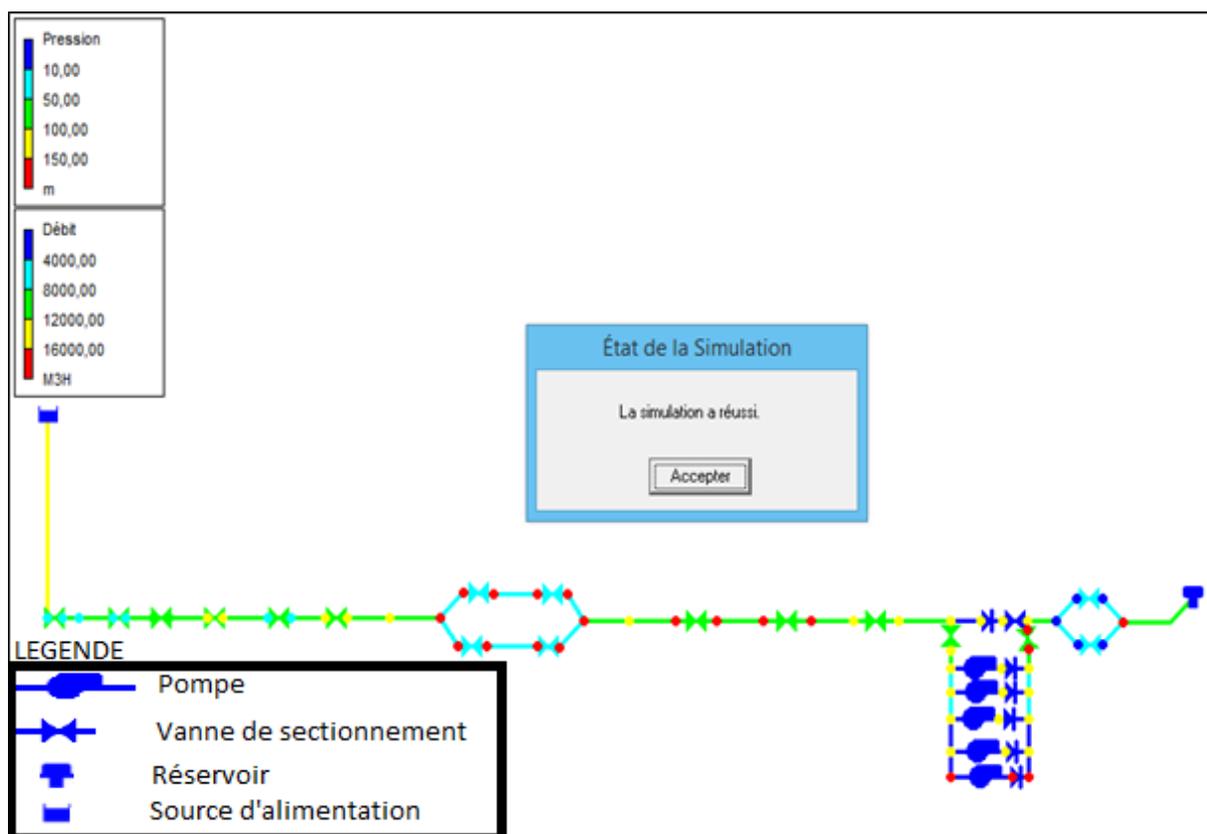


Figure IV.1 : Modèle du réseau de l’adduction MAO.

Les résultats de la simulation hydraulique réalisée sur le MAO en suivant le fonctionnement avec lequel il a été projeté présente les débits suivants :

Tableau IV.1 : Résultats de la simulation hydraulique sur la conduite MAO

Chambre de raccordement	Débit (m³/s)	Pression (m)
CR1	12110.87	24.55
CR2	11984.87	30.16
CR3	11849.87	53.99
CR4	10589.87	118.51
CR5	10481.87	46.13
CR6	10409.87	113.09
CR7	10301.87	232.40
CR8	10301.87	170.44
CR9	10301.87	153.04
CR10	10031.87	134.73
CR11	9914.87	60.73
CR12	9906.87	9.26

IV.4. Ensemble du système MAO – MACTA

Avec la mise en service de la SDEM MACTA, l'ensemble du système MAO-SDEM Macta se comportera comme trois sous-systèmes différents à effets hydrauliques, non liés entre eux et qui seront donc gérés indépendamment.

Ces sous-systèmes sont les suivants :

- **Sous-système 1 : STE – CR3**

Il se comporte comme une adduction classique pouvant alimenter en eau les points de prise suivants :

Tableau IV.2 : Les différents points de prise existants dans la partie STE-CR3

Centre urbain	Débit de dérivation (m³/s)
Sidi Ali CR1	0,14
Aïn Tédélès CR2	0,15
Mostaganem CR3	1,40
TOTAL	1,69

- **Sous-système 2** : SDEM Macta – Mostaganem

Il se comporte comme une impulsion classique vers le réservoir de Mostaganem avec une série d'alimentations intermédiaires, pouvant alimenter en eau les points de prise suivants :

Tableau IV.3 : Les différents points de prise existants dans la partie SDEM Macta – Mostaganem

Centre urbain	Débit de dérivation (m³/s)
Mostaganem CR3	1,40
Mazaghan CR4	0,12
Hassi Mamèche CR5	0,08
Stidia– Ain Nouissy CR6	0.12
TOTAL	1,72

- **Sous-système 3** : SDEM Macta – Réservoir Araba – Réservoir Belgaid

Il se comporte comme une impulsion vers un réservoir intermédiaire de rupture de charge (réservoir Araba), qui en même temps, joue le rôle de réservoir d'aspiration du pompage de Hassi Ben Okba avec une série de points d'alimentation intermédiaires, pouvant alimenter en eau les points de prise suivants :

Tableau IV.4 : Les différents points de prise d'eau existants dans la partie SDEM Macta – Réservoir Araba – Réservoir Belgaid

Centre urbain	Débit de dérivation (m³/s)
M'Dabra	0,06
Dérivation vers SIG	1,16
Granine	0,02
Araba	0,01
El Arassa	0,02
Chehaïria	0,02
El Ayaida	0,02
Bethiouia	0,04
Aïn Beida	0,08
Arzew	0,30
Gdyel	0,13
Hassi Ben Obka	0,04
HassiBounif	0,06
Oran	3,96
TOTAL	5,92

En cas de besoin, deux connexions du pompage de Hassi Ben Okba vers les réservoirs de Bir el Djir et Canastel ont été faites pour réaliser des pompages d'urgence en cas d'incidence sur les anciennes conduites TGO.

IV.4.1. Modèle MAO – MACTA

La SDEM Macta dispose de deux groupes de pompage indépendants qui sont capables de fournir les débits et pressions suivants :

- Pompage SDEM Macta – Mostaganem : entre 145.000 et 360.000 m³/jour avec une hauteur piézométrique d'entre 22,5 et 26,7 bars.
- Pompage SDEM Macta – Réservoir Araba : entre 70.000 et 360.000 m³/jour avec une hauteur piézométrique d'entre 19,00 et 22,0 bars.

Le schéma de l'installation étudiée est composé de deux parties essentielles :

- ✓ SDEM Macta – Réservoir tampon Araba ;
- ✓ Réservoir tampon Araba – Station de pompage Hassi ben Okba – Réservoir d'Oran (BELGAID).

Les deux parties sont représentées dans les figures suivantes :

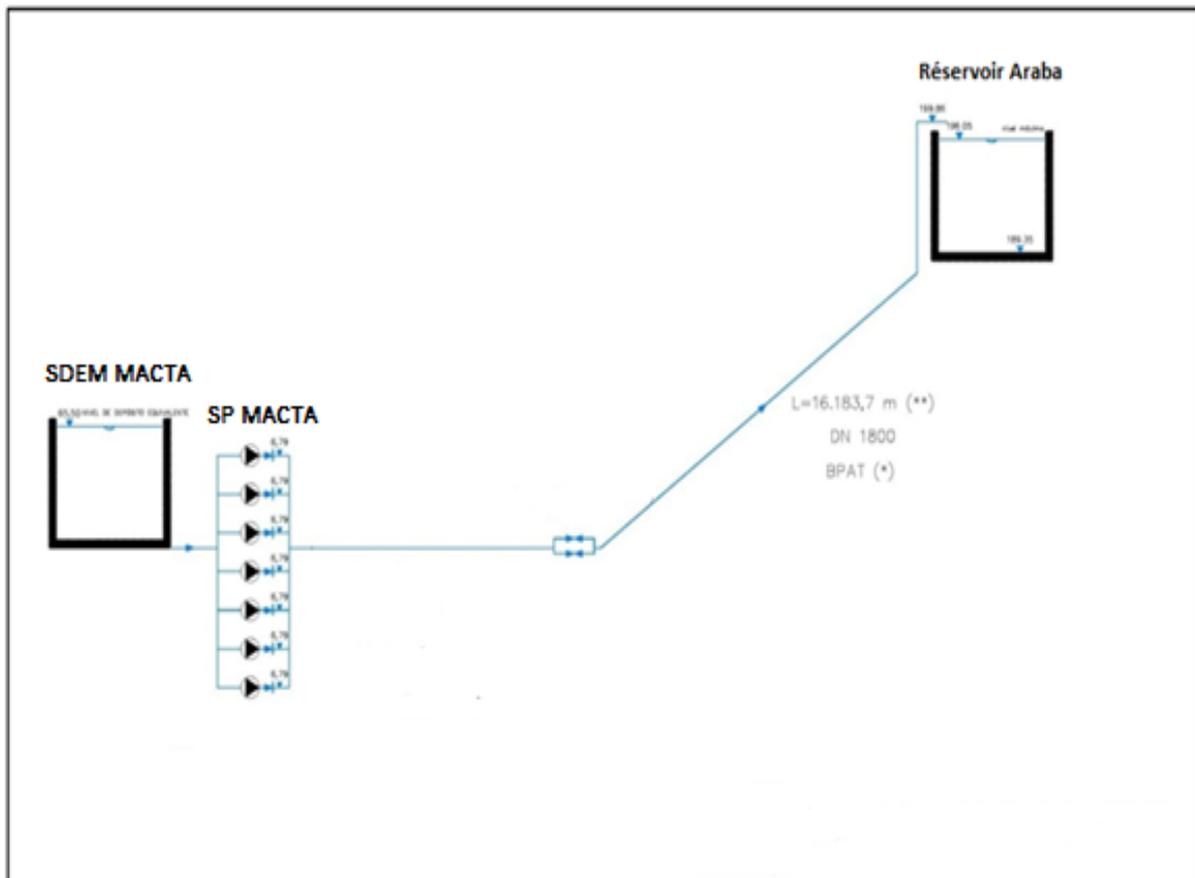


Figure IV.2 : Schéma d'installation SDEM Macta – Réservoir tampon Araba.

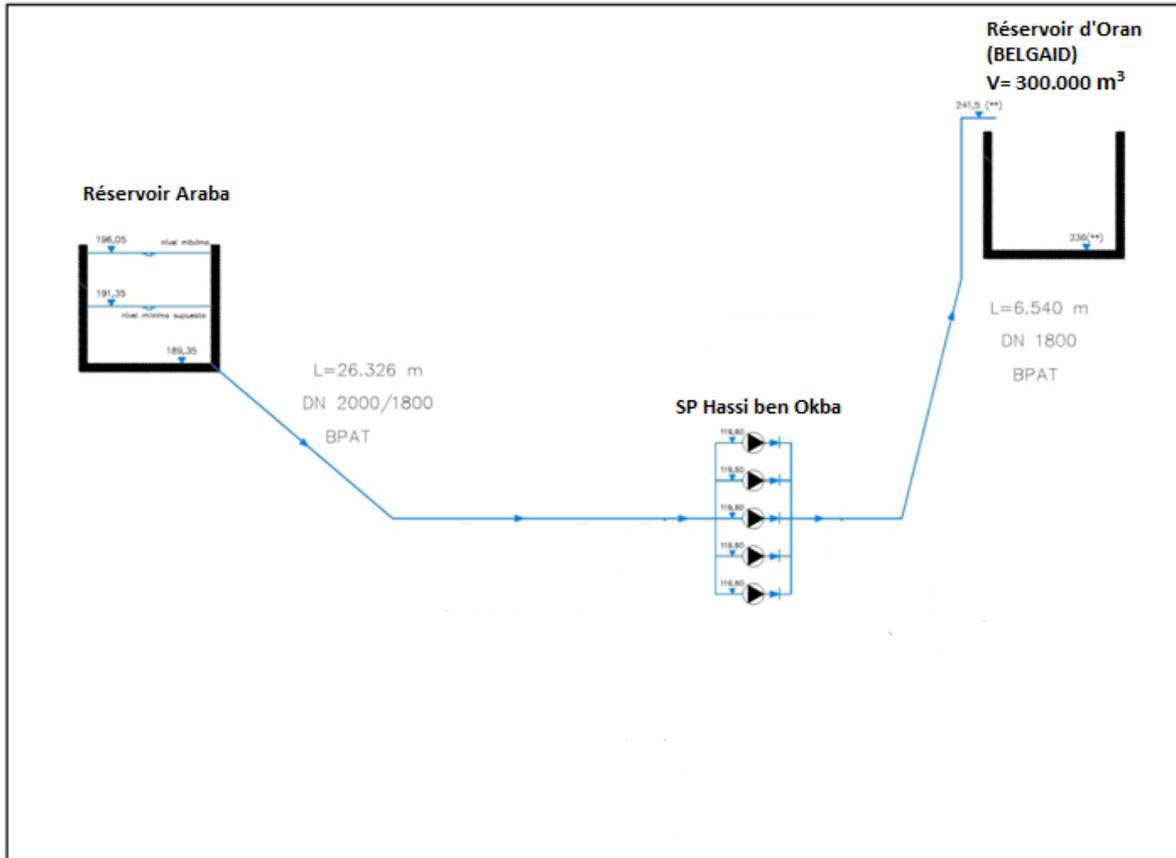


Figure IV.3 : Schéma d’installation Réservoir Araba – SP Hassi Ben Okba – Réservoir d’Oran (BELGAID).

Depuis le réservoir tampon d’Araba (situé à la côte 189.35 m) jusqu’au réservoir de Belgaid (situé à la côte 236.61 m), il existe 6 dérivation :

- Dérivation au réservoir d’Araba
- Dérivation au réservoir d’Arassa.
- Dérivation à la station de pompage d’Ain El Bia.
- Dérivation jusqu’au réservoir d’Arzew.
- Dérivation à la station de pompage de Chehairia.
- Dérivation jusqu’au réservoir de El Ayaida
- Dérivations jusqu’aux réservoirs de Canastel et Bir el Djir.

Les demandes réelles de ces dérivation se résument dans le tableau suivant :

Tableau IV.5 : Demandes réelles des dérivations existantes entre les réservoirs Araba et Belgaid

Dérivations	Débit (m ³ /h)
Araba	33.35
Arassa	90.33
Arzew	65
SP d'Ain El Bia	300
Chehairia	74.62
El Ayayda	43.20
Canastel et Bir el Djir	4700

Pour moduler le niveau du réservoir de Belgaid, il y a deux manières d'agir :

- 1) Faire varier les débits pompés par le pompage de Hassi Ben Okba ;
- 2) Faire varier les débits fournis par le pompage SDEM Macta – Araba en recommandant les nouveaux volumes et côte piézométrique voulus.

Ces deux actions supposent, de manière indirecte, d'agir aussi sur le niveau d'eau au niveau du réservoir tampon d'Araba. Vu la faible capacité régulatrice du réservoir tampon Araba (en considérant sa capacité face aux volumes traités par le pompage SDEM Macta – Araba), celle-ci ne peut s'utiliser que pour réaliser des petits ajustements de débit sur les débits pompés vers le réservoir de Belgaid. Si les ajustements sont d'une importance considérable, il faudra agir sur les débits pompés par le pompage SDEM Macta-Araba.

IV.4.2. Analyse du sous-système Réservoir Araba – Oran

Comme point de départ, on a considéré le modèle EPANET de l'étude hydraulique initiale et on a travaillé sur celui-ci en modifiant les hypothèses de fonctionnement du système. Cette fois-ci, la simulation hydraulique du système a été faite avec intégration de la SDEM Macta, en tenant compte des changements nécessaires.

Hypothèse 1 : Alimentation par gravité depuis Araba

En premier lieu, il a été prévu d'alimenter par gravité (station d'Hassi Ben Okba arrêtée), montrant que le système ne fonctionne pas correctement de cette manière. La différence de niveau entre les réservoirs d'Araba (côte du radier 189,35) et de Belgaid (côte radier 236) fait que la conduite d'eau par gravité depuis le premier vers le second réservoir est impossible.

En maintenant toutes les dérives ouvertes, à exception de celle d'Ain El Bia, nous obtenons les débits d'alimentation suivants :

Tableau IV.6 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 1)

Entrées / Sorties	Q (m ³ /h)
Sortie SDEM	15457.54
Entrée Araba	14032.54
Mascara vers Sig	1425
Retour vers Oran	2987.34
Dérivation Arassa	90.33
Dérivation Chehairia	74.62
Dérivation Aiayda	43.20
Dérivation Arzew	65
Réservoir Bir el Djir	2779.19
Réservoir Canastel	0
Réservoir Belgaid	0

- **Considération d'ordre technique :**

Le système fonctionne par gravité, en remplissant les différents réservoirs qui s'alimentent de la conduite, exception faite du réservoir d'Oran. Ce réservoir dispose d'une consigne de niveau objectif. Afin de maintenir cette consigne, le système devra apporter un débit.

Si ce débit est supérieur à celui apporté par gravité, la station de pompage au moyen de l'automate ajustera le système de variateurs de vitesses de chaque groupe et les vannes de réduction pour satisfaire ce débit.

Etant une station de pompage en ligne, qui par gravité peut apporter un débit de $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ et avec des pompes de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ à 64 m.c.e, il résulte que le débit n'augmente pas si on met en marche une pompe. Cela est dû au fait que la courbe caractéristique de la pompe que l'on ajoute ne s'intersectionne pas avec la courbe de fonctionnement du système, ni même en baissant la fréquence à 25 Hz. Il faut donc mettre en marche trois pompes à 25 Hz et provoquer une perte de charge avec les vannes de régulation pour faire monter la courbe de résistance du Système afin qu'elle croise la courbe des trois pompes.

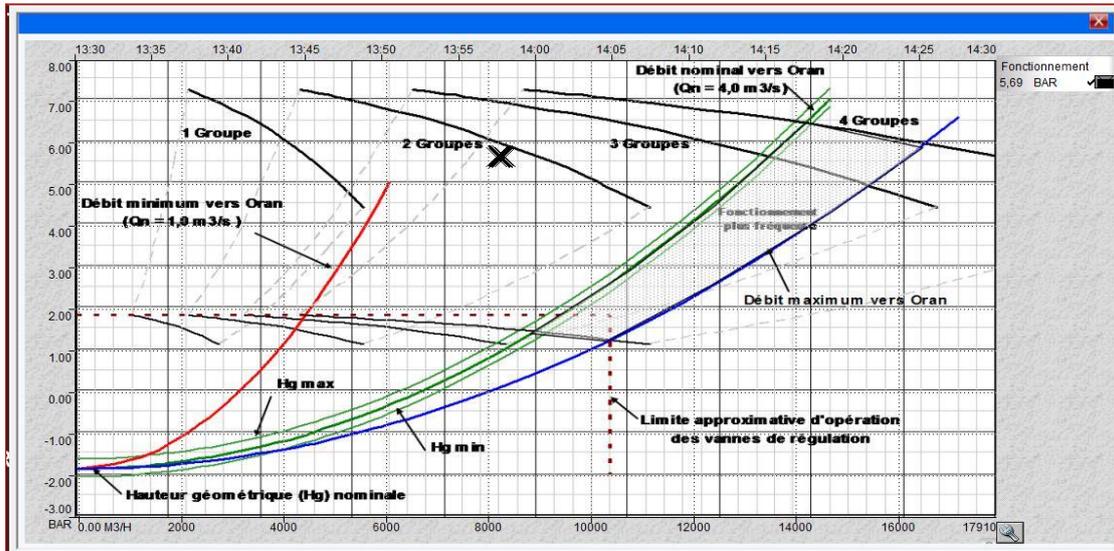


Figure IV.4 : Courbes caractéristiques des pompes.

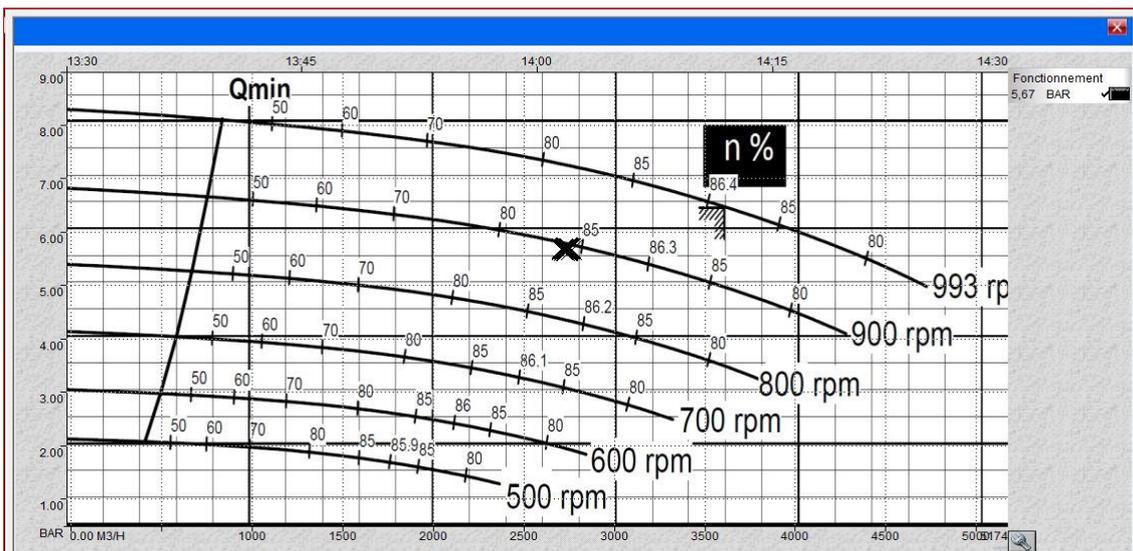


Figure IV.5 : Courbes de rendement des pompes.

Hypothèse 2 : Alimentation en eau depuis Araba avec le pompage de Hassi Ben Okbaet toutes les dérivations ouvertes

Dans cette hypothèse, il est supposé que toutes les dérivations sont ouvertes à exception de la dérivation à Ain El Bia, et que la station de pompage de Hassi Ben Okba est en fonctionnement à plein rendement (quatre pompes à vitesse maximale : 2775 m³/h pour chacune) avec la production d'une courbe de modulation de vitesse selon la demande.

La station de pompage incluse dans la SDEM MACTA fonctionne en pleine capacité (cinq pompes qui débitent 2742m³/h chacune)

Les pressions en amont et en aval de Hassi Ben Okba sont :

- Pression en amont de la station de pompage : 114.06mce.
- Pression en aval de la station de pompage : 220.68 mce.

Dans ces circonstances, Belgaid ne reçoit pas d'eau. Dans les autres réservoirs, les débits d'arrivée sont les suivants :

Tableau IV.7 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 2)

Entrées / Sorties	Q (m³/h)
Sortie SDEM	13708.84
Entrée Araba	2398.11
Mascara vers Sig	2375
Retour vers Oran	11310.65
Dérivation Arassa	90.33
Dérivation Chehairia	74.62
Dérivation Aiayda	43.20
Dérivation Arzew	65
Réservoir Bir el Djir	6400
Réservoir Canastel	6760
Réservoir Belgaid	0

Hypothèse 3 : Alimentation en eau depuis Araba avec le pompage de Hassi Ben Okba et les dérivationes situées en amont de la station ouvertes

Dans cette hypothèse, il est supposé que toutes les dérivationes sont ouvertes à exception des dérivationes à Ain El Bia et la dérivation à Canastel et Bir El Djir, et que la station de pompage de Hassi Ben Okba se trouve en fonctionnement à plein rendement (quatre pompes à vitesse maximale : 2961 m³/h pour chacune) avec une courbe de modulation de vitesse selon la consommation demandée.

La station de pompage incluse dans la SDEM Macta fonctionne en pleine capacité (cinq pompes qui débitent 2845m³/h chacune)

Dans ce cas, un débit de 11 844.98 m³/h arrive à Belgaid avec une pression de 0,43 mce.

La vitesse maximale de circulation de l'eau par la conduite qui arrive au réservoir est de 1,29 m/s.

Les pressions en amont et en aval de Hassi Ben Okba sont :

- Pression en amont de la station de pompage : 88.65 mce.
- Pression en aval de la station de pompage : 125.26 mce.

Les débits distribués à chacun des réservoirs desservis sont les suivants :

Tableau IV.8 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 3)

Entrées / Sorties	Q (m ³ /h)
Sortie SDEM	14231.53
Entrée Araba	2398.10
Mascara vers Sig	2375
Retour vers Oran	12054.05
Dérivation Arassa	90.33
Dérivation Chehairia	74.62
Dérivation Aiayda	43.20
Dérivation Arzew	65
Réservoir Bir el Djir	0
Réservoir Canastel	0
Réservoir Belgaid	11844.98

Hypothèse 4 : Alimentation depuis Araba avec le pompage de Hassi Ben Obka et dérivations ouvertes avec limiteurs de débit dans les conduites à Canastel et Bir el Djir

Dans cette hypothèse, il est supposé que toutes les dérivations sont ouvertes à l'exception de la dérivation à Ain El Bia, et que la station de pompage d'Hassi Ben Okba fonctionne à plein rendement (quatre pompes à vitesse maximale, à moyenne de 2720m³/h pour chacune) avec une courbe de modulation de vitesse produite selon des plages horaires précises qui dépendent de la demande en eau des consommateurs pendant la journée.

La station de pompage incluse dans la SDEM Macta fonctionne en pleine capacité (cinq pompes qui débitent 2908m³/h chacune).

Vu que dans l'hypothèse d'alimentation conjointe à Belgaid, Canastel et Bir el Djir (hypothèse 2) situés à une côte plus basse, l'eau n'arrive pas à Belgaid, dans ce scénario de calcul, il est supposé qu'il existe des vannes qui limitent les débits de transit vers Canastel (2100 m³/h) et vers Bir el Djir (4100 m³/h).

Les pressions en amont et en aval d'Hassi Ben Okba sont :

- Pression en amont de la station de pompage : 37.3 mce.
- Pression en aval de la station de pompage : 128.15 mce.

Dans ces circonstances, les débits qui arrivent aux réservoirs alimentés sont les suivants :

Tableau IV.9 : Les débits d'alimentation obtenus après la simulation (variante 4)

Entrées / Sorties	Q (m ³ /h)	Pression (m.c.e)	Vitesse (m/s)
Sortie SDEM	14631.90	64.64	1.60
Entrée Araba	2439.82	6.00	0.60
Mascara vers Sig	2375	6.00	1.31
Retour vers Oran	12192.08	181.53	1.33
Dérivation Arassa	90.33	189.82	0.85
Dérivation Chehairia	74.62	170.44	0.71
Dérivation Aiayda	43.20	158.06	0.59
Dérivation Arzew	65	178.21	0.65
SP Hassi Ben Okba	11021.74	61.79 / 114.11	1.30
Réservoir Bir el Djir	4100	10.01	0.74
Réservoir Canastel	2100	40.17	1.08
Réservoir Belgaid	4521.24	26.25	0.66

La simulation numérique du système SDEM – Araba –Belgaid est représentée dans les figures suivantes :

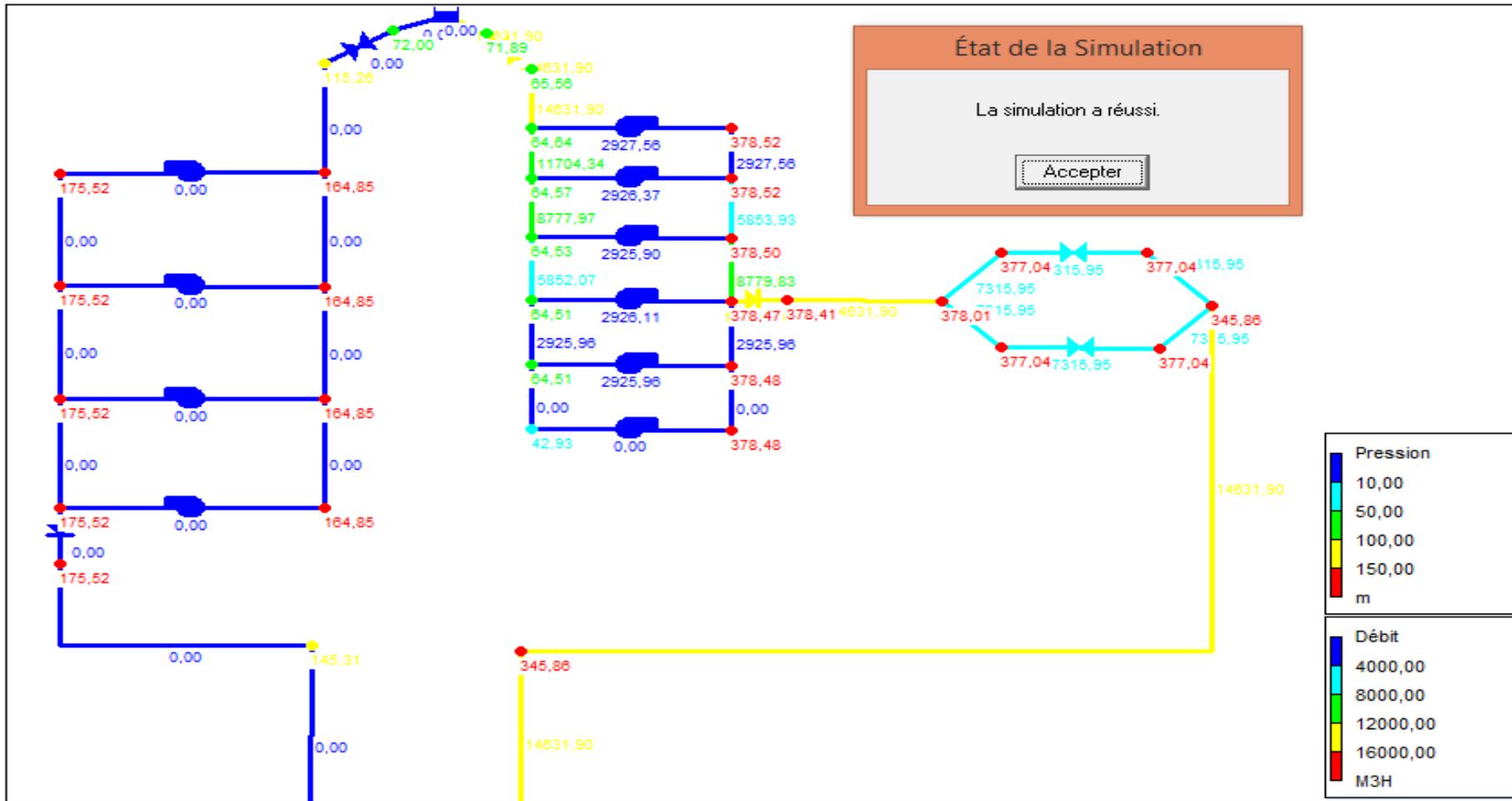


Figure IV.6 : Résultats de la simulation (SDEM Macta).

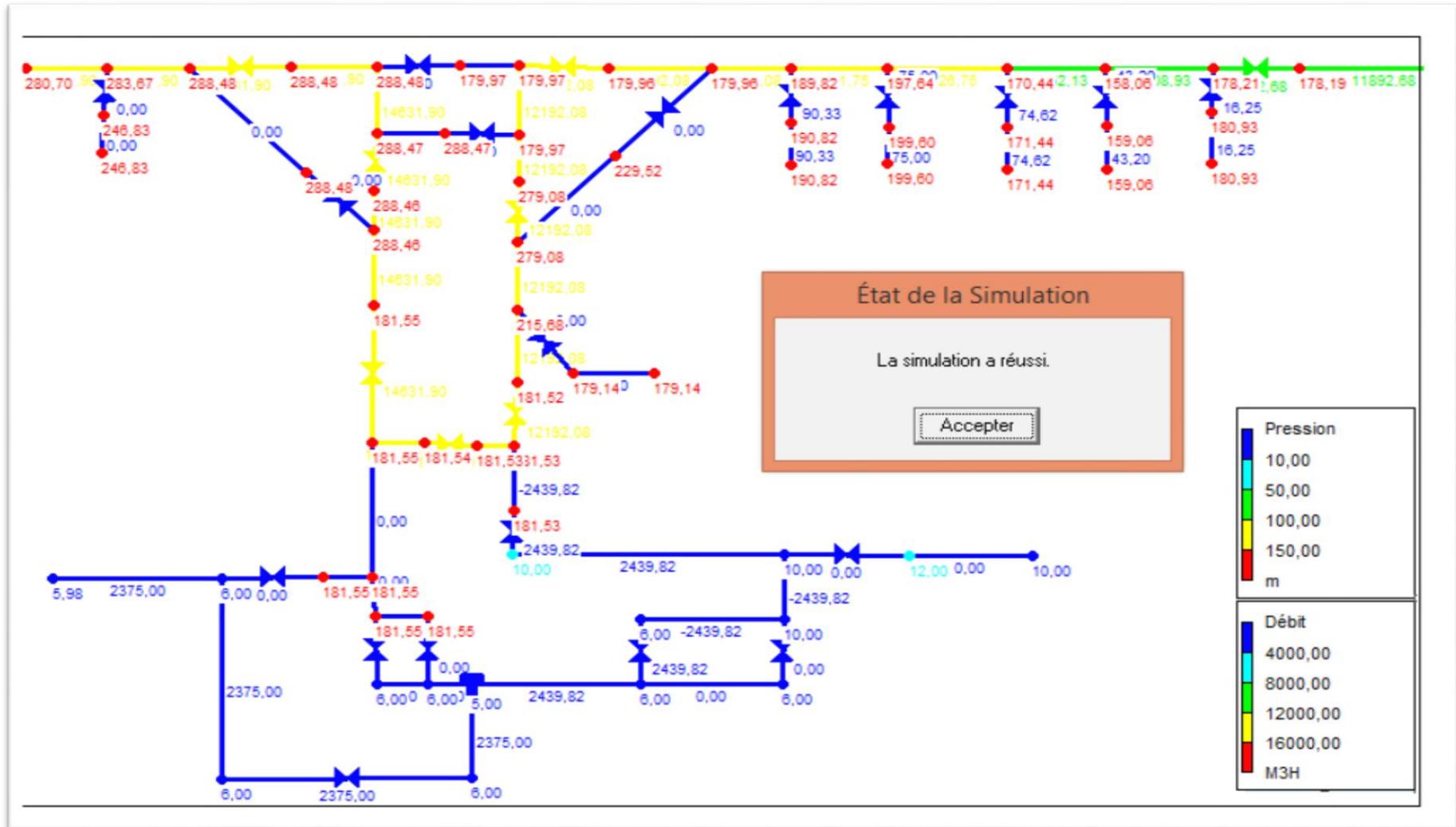


Figure IV.7 : Résultats de la simulation (Réservoir Araba).

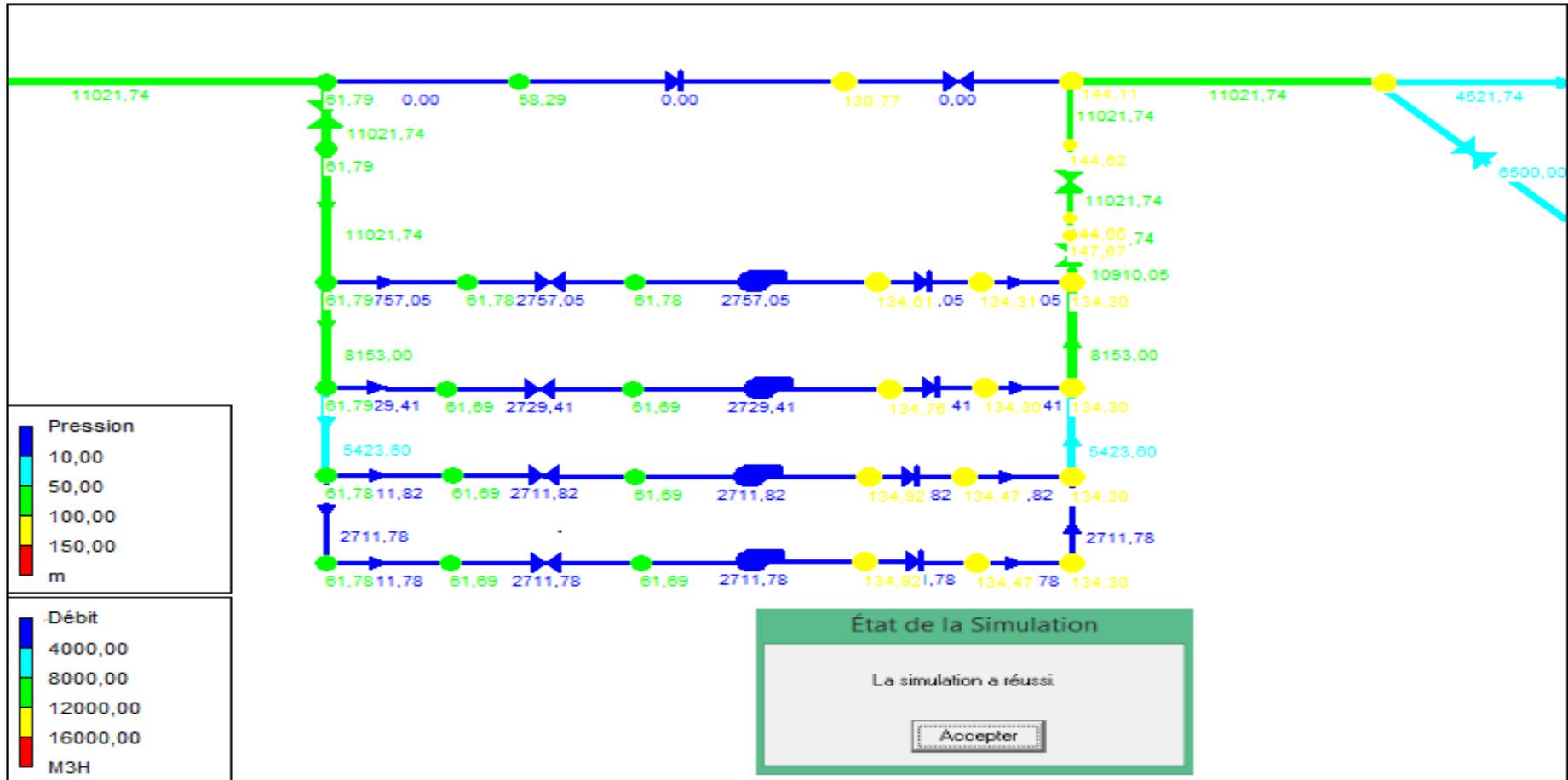


Figure IV.8 : Résultats de la simulation (SP de Hassi Ben Okba).

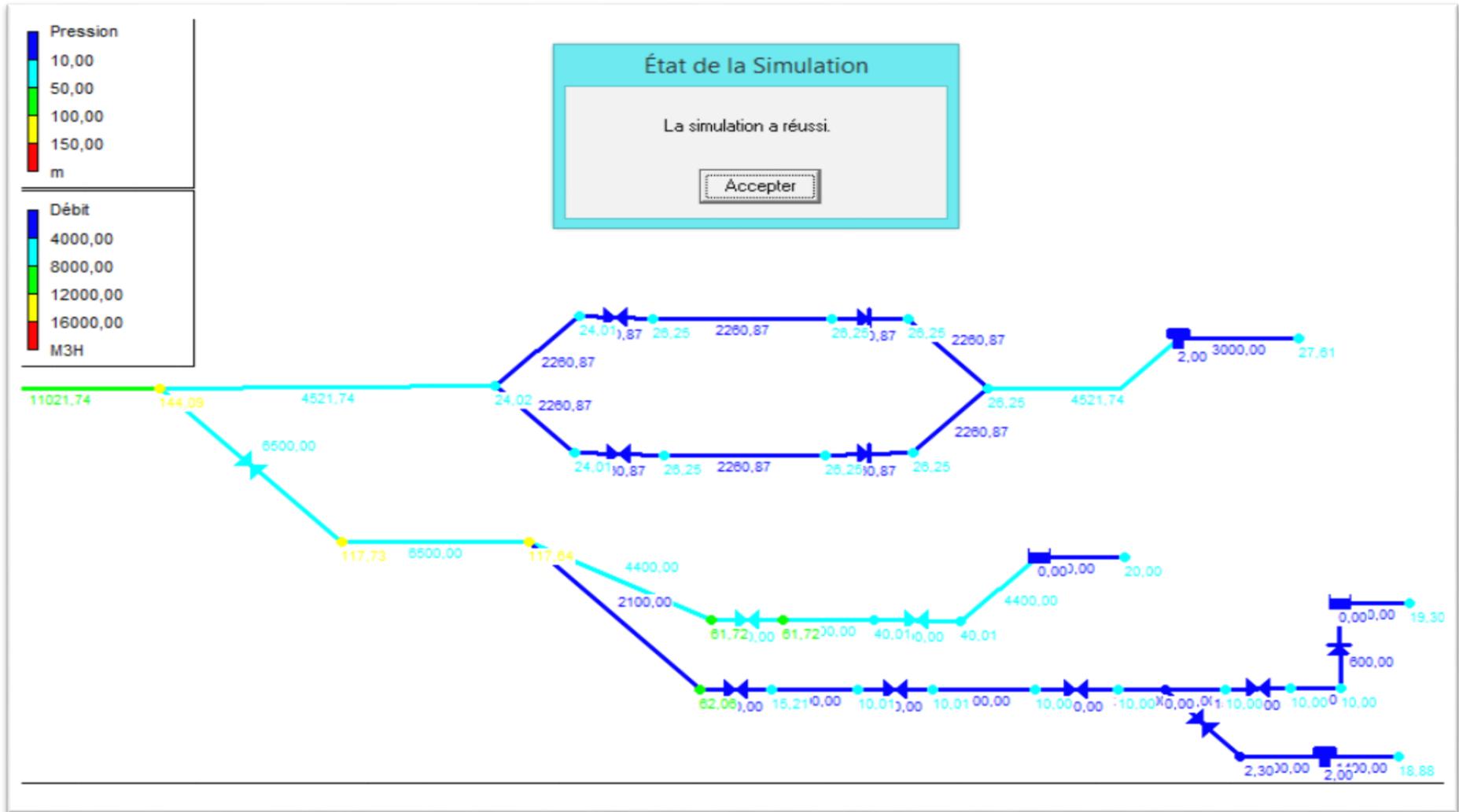


Figure IV.9 : Résultats de la simulation (vers Belgaid, Canastel et Birel Djir).

IV.5. Récapitulation des résultats obtenus

A partir de l'étude réalisée et les résultats obtenus, les conclusions suivantes sont tirées :

- Dans l'hypothèse 1, d'alimentation depuis le réservoir tampon d'Araba par gravité, l'eau n'arrive pas au réservoir de Belgaid ni à celui de Canastel. vu les différences de niveau, il est toujours nécessaire de pomper pour alimenter en eau ces deux réservoirs.
- Dans l'hypothèse 2, d'alimentation à Belgaid et aux autres réservoirs (à exception d'Ain El Bia) avec pompage à Hassi Ben Okba, l'eau pompée se répartit entre les réservoirs de Canastel et Bir el Djir, situés à une côte plus basse que Belgaid et aucun débit n'arrive à ce dernier réservoir.
- Dans l'hypothèse 3, d'alimentation à Belgaid et aux autres réservoirs en amont du pompage (à exception d'Ain El Bia) avec la station de pompage en fonctionnement, un débit de 11.844,98 m³/h avec une pression de 0,43 m.c.e arrive à Belgaid. (Dérivation à Canastel et Bir el Djir fermée).
- Dans l'hypothèse 4, d'alimentation à Belgaid et aux autres réservoirs (à exception d'Ain El Bia) avec la station de pompage en fonctionnement et avec des limiteurs de débit dans les dérivation de Canastel et Bir el Djir, un débit 4 521.24 m³/h avec une pression de 2,6mce arrive à Belgaid, et une moyenne de 6500 m³/h vers les réservoirs Canastel et Bir el Djir.

Conclusion :

L'hypothèse 4, représente la variante la plus adéquate du point de vue approvisionnement en eau et satisfaction des besoins, elle a été choisie parce qu'elle tient compte de l'installation des paramètres hydrauliques qui agissent sur la limitation du débit pour lutter contre l'étranglement de la conduite de refoulement vers les réservoirs Canastel et Bir el Djir, qui a été provoqué sous l'effet du gradient hydraulique.

IV.6. Réversibilité de la conduite MAO

Contrairement à ce qui était prévu initialement, une fois que la connexion de la SDEM Macta sera réalisée, le tronçon compris entre celle-ci et le réservoir de Mostaganem fonctionnera avec le sens du flux inversé, comme cela était prévu dans le projet d'exécution primitif de la conduite MAO.

Le tronçon d'adduction MAO, objet de cette étude, se trouve entre les points kilométriques :

- P.k. 22+300, point d'entrée au réservoir de Mostaganem
- P.k. 53+850, point de raccordement à la SDEM Magtaa

Sur ce tronçon, nous trouvons deux typologies de conduite avec trois diamètres différents :

- Conduite en béton armé précontraint avec chemise en acier, DN 2000 mm
- Conduite en béton armé précontraint avec chemise en acier, DN 1800 mm
- Conduite en fonte ductile, DN 1400 mm

Chacun des tronçons considérés et qui ont été commentés antérieurement, dispose des équipements nécessaires pour l'exploitation de la conduite.

- Vannes de sectionnement ;
- Ventouses ;
- Vidanges.

Vu que part de l'infrastructure d'alimentation de la population de Mostaganem-Arzew-Oran, qui fonctionnera en mode inversé à celui de sa conception initiale, d'après le lot 3.2, ce changement est possible et ne causera aucun problème lors de la connexion de la SDEM Macta.

IV.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons pu établir le raccordement SDEM Macta–Araba–Belgaid, à partir de l'étude de la simulation numérique du modèle MAO – Macta, passant par toutes les dérivations existantes telle que la nouvelle connexion prévue vers les réservoirs de Canastel et Bir el Djir, tenant compte des exigences nécessaires pour le bon fonctionnement du système.

Nous notons aussi que comme conséquence de la nouvelle situation de transfert de débits suite à la connexion de la SDEM Macta, il est recommandé un changement de flux, dans tous les cas la réversibilité de la conduite MAO est possible.

CHAPITRE – V –
EXPLOITATION DU SYSTEME PAR
LE MODELE TOPKAPI

V.1. Introduction

Après la simulation numérique du système hydraulique MAO-MACTA, on fait appel à l'exploitation du mode de fonctionnement choisi, à l'usage d'un ambitieux programme de modernisation de l'approvisionnement en eau, qui permettra de mettre en place les volumes, débits et pressions pour une meilleure gestion du système.

L'objectif est d'améliorer de façon significative la qualité de l'eau produite et distribuée, pour à terme assurer à la consommation une continuité de service 24h/24.

V.2. Présentation du modèle TOPKAPI

Le système TOPKAPI SCADA est un logiciel, qui permet de visualiser les données des infrastructures de plusieurs domaines de la supervision sur une présentation graphique (des schémas synoptiques et tableurs), et contrôler les installations, plus de la commande à distance de certains équipements par le biais des outils de communication à savoir la radio, GPS.

V.3. Caractéristiques générales du modèle

Véritable levier de productivité, le logiciel de supervision TOPKAPI prend en charge les tâches nécessaires de traitement de l'information pour permettre de se consacrer à l'essentiel : la stratégie de conduite du procédé étudié.

TOPKAPI est spécialement apprécié pour la qualité de ses interfaces graphiques et de génération d'applications, pour ses mécanismes client / serveur et redondance, pour la gestion des communications distantes. Avec sa puissance de calcul et ses fonctions intégrées, il permet la réalisation des applications par simple paramétrage, évitant le recours à des développements coûteux et offre une réponse adaptée aux besoins de chaque utilisateur, plusieurs postes sont interconnectés aux applications du modèle :

- **Dialogue** avec les automates et équipements de terrain, en local et à distance ;
- **Traitement** des alarmes et défauts ;
- **Calcul** et mise en forme des données ;
- **Enregistrement** des événements et mesures (fonction « boîte noire ») ;
- **Présentation par éditeur graphique** ;
- **Postes de conduite** locale et déportée.

Les principales applications liées au modèle sont :

- 1) **Synoptiques graphiques**
- 2) **Courbes** : pour visionner le déroulement
- 3) **Base de données temps réel pour traitement et calcul**
- 4) **Alarmes événements pour hiérarchiser l'information**
- 5) **Paramétrage** : pour une mise en œuvre efficace
- 6) **Bilans** : le traitement de bilans de TOPKAPI permet en quelques clics souris, sans programmation ni tests d'une multitude de compteurs, d'effectuer des calculs de synthèse à partir des historiques de supervision et de transférer les résultats dans des feuilles EXCEL®, HTML ou d'autres outils. Étonnamment simple d'usage, il permet de porter toute l'attention à la présentation et l'analyse des données, dont les principaux objectifs sont :

- Fonctions de synthèse dans le temps, comptage de temps et d'événements, moyennes, mini, maxi, intégrale, écart type.
- Consolidation automatique au fil du temps sur les périodes des choix, de l'heure à l'année, sur tranches horaires, par plages de validité, etc.

V.4. Champs d'application

Il est utilisé plus particulièrement dans les domaines suivants :

- **Secteur manufacturier** : fabrication, convoyage, manutention, palettisation
- **Process** : chimie lourde et fine, fabrication, stockage, convoyage, manutention
- **Agro-alimentaire** : manutention, stockage, fabrication, contrôle, chaîne du froid
- **Eau et assainissement** : production d'eau potable, stations d'épuration, stations de relèvement, télégestion, astreinte
- **Infrastructures - Transports** : autoroutes, train, métro, navigation fluviale, aéroports, manutention bagages, balises de navigation aérienne et maritime, télégestion, éclairage, levage.
- **Energie** : Production centrales thermiques, nucléaires, hydroélectricité, éolien, solaire, transport, cogénération, réseaux.
- **Consommation** : bilans, analyse, optimisation, délestage.
- **Bâtiment** : gestion technique (Chauffage, Ventilation, Climatisation), incendie, intrusion et contrôle d'accès, eau, ascenseurs.

- **Collectivités, hôpitaux, hôtels** : bâti, chaufferies, éclairage public, eau et assainissement, déchets.
- **Environnement** : déchets, contrôle de la qualité de l'eau et de l'air, hydrologie, météo, collecte de données.

V.5. Bilans des paramètres hydrauliques

Toutes les valeurs transmises sont enregistrées au niveau du système afin d'avoir un historique consultable à partir d'une interface, qui génère des bilans quotidiens hebdomadaires et annuels de toutes les données, on peut avoir des bilans sur le volume distribué, la qualité de l'eau et les heures de distribution, à savoir :

- **Bulletin de renseignements quotidien (BRQ) :**
Il représente tous les volumes alloués pour les wilayas en liaison avec le projet MAO, ainsi les volumes totaux distribués pour la wilaya d'Oran.
 - **Bilan entrée Oran et suburbain :**
Il permet de consulter tous les volumes distribués pour les secteurs de la wilaya d'Oran.
 - **Bilan H24 :**
Il permet le suivi de la continuité de service en alimentation en eau pour tous les secteurs.
 - **Bilan pression-fréquence :**
Il permet le suivi quotidien de l'état des équipements de mesure de pression et leur maintenance.
 - **Bilan pression MAO :**
Il permet de visualiser l'état sur le long de la conduite de transfert MAO ainsi que son remplissage en cas de rupture (casse, fuites).

V.6. Exploitation des données de supervision

La supervision à partir du système TOPKAPI SCADA nous permet d'exploiter les données en temps réel tel que les débits instantanés, les pressions, les niveaux des réservoirs...

V.6.1. Partie de production

1- Courbe de débit de production :

A partir du débit récupéré instantanément, on peut percevoir l'état de la production et la distribution en matière d'approvisionnement en eau en temps réel et faire des calculs appropriés pour déterminer les volumes journaliers consommés.

✓ SDEM Macta :

La SDEM Macta, en fonctionnant à pleine capacité, assure un débit total de production de l'ordre de 14400 m³/h à sa sortie, avec une pression de 15.45 bars vers le réservoir tampon Araba, comme il est représenté sur les courbes suivantes, extraites à partir du système de supervision :

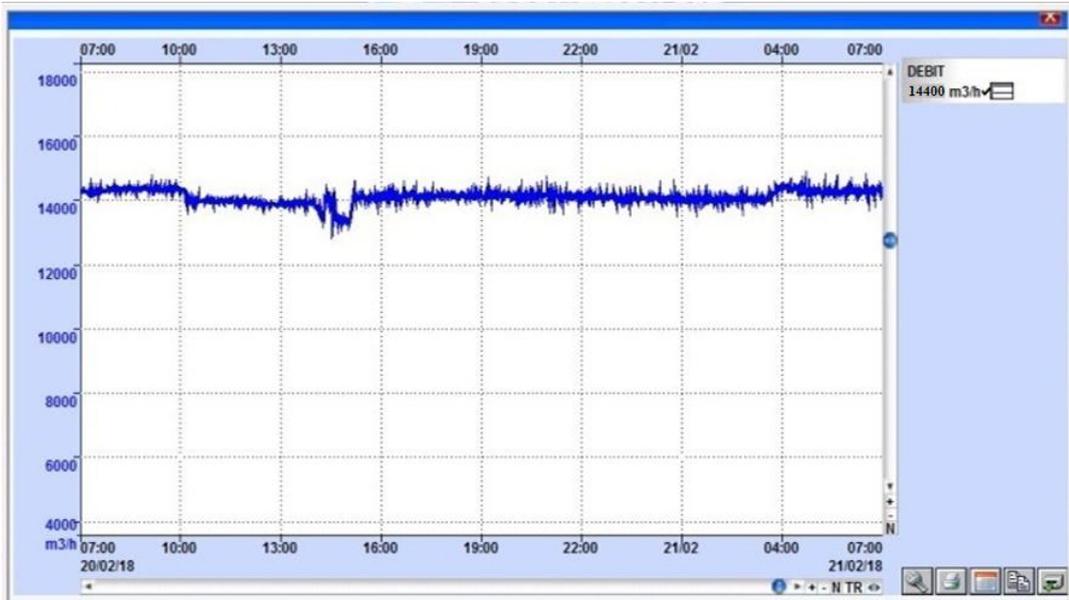


Figure V.1: Débit de production SDEM.

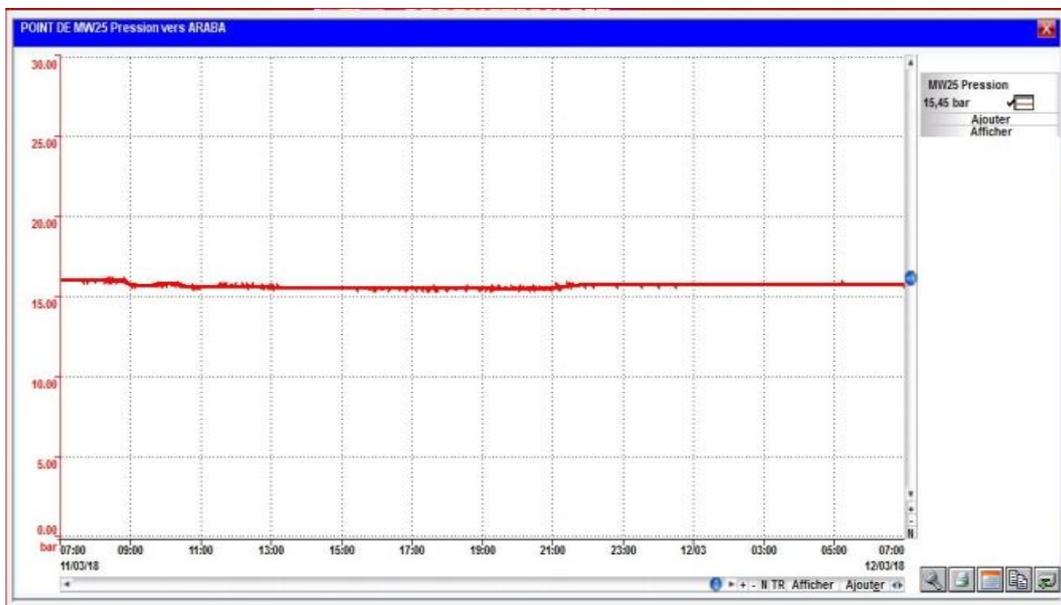


Figure V.2 : Pression aval de la SDEM vers Araba.

✓ **Production SDEM – ARABA – ORAN :**

Le système TOPKAPI a généré un débit d'alimentation à partir de la SDEM vers le réservoir tampon araba, dont une partie de ce débit est transférée pour l'approvisionnement en eau potable de la wilaya d'Oran, et le débit restant se dirige vers Mascara.



Figure V.3 : Débit d'alimentation Araba – Oran.

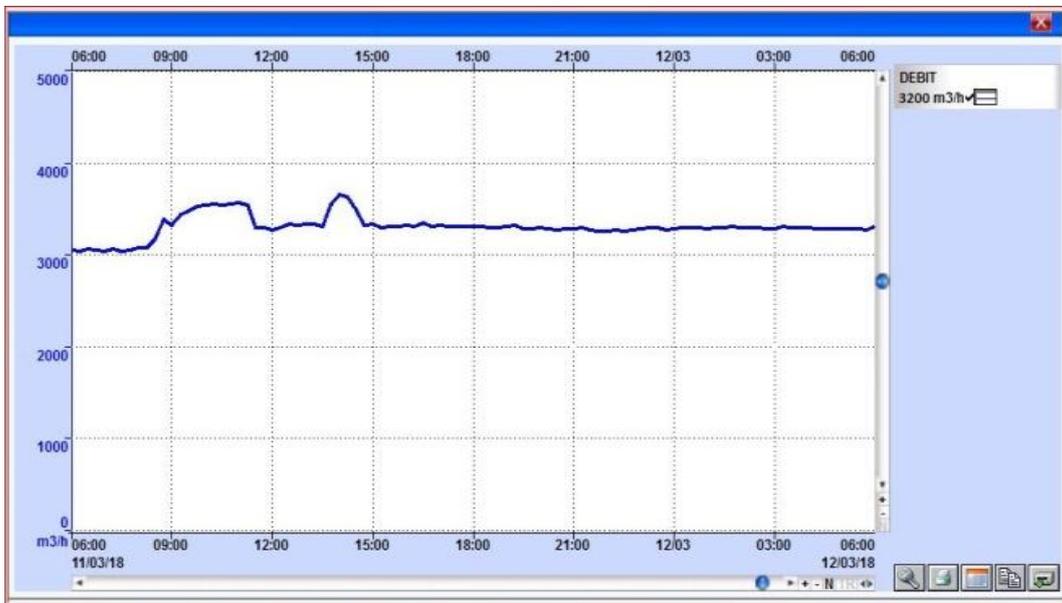


Figure V.4 : Débit d'alimentation Araba – Mascara.

✓ **Refoulement Hassi Ben Okba :**

La station de pompage Hassi Ben Okba reçoit un débit de 11200 m³/h destiné à l’alimentation du réservoir Belgaid (300 000 m³), d’où le débit de refoulement de la station de pompage généré par le système TOPKAPI est d’une moyenne de 7000 m³/h, avec des pressions amont et aval respectivement de l’ordre de 6.45 bars et 11.91 bars.

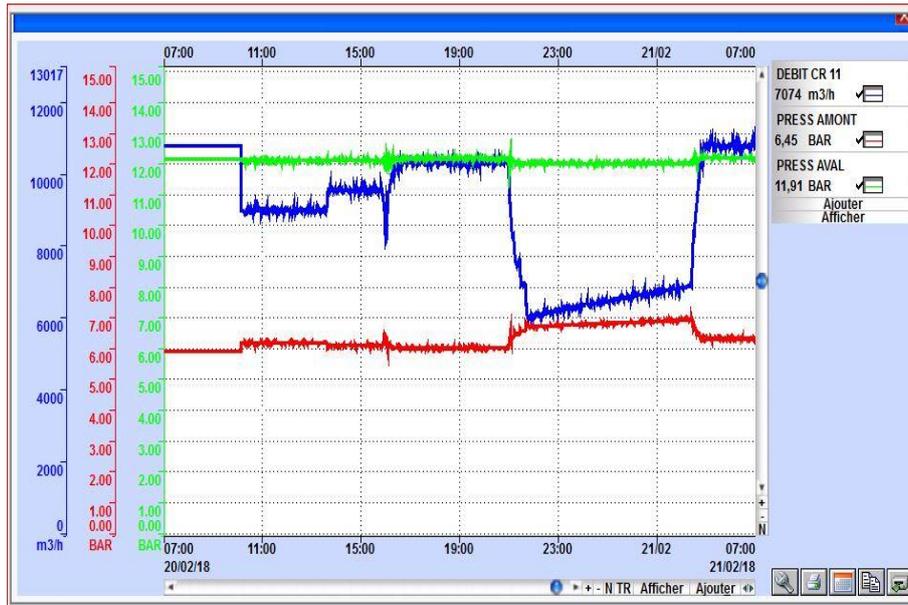


Figure V.6 : Courbe de débit de refoulement et pressions amont/aval de la station de pompage CR11.

• **Interprétation des résultats :**

Le tableau suivant, représente les débits du système hydraulique simulé auparavant et les débits générés par le modèle TOPKAPI :

Tableau V.1 : Débits d’alimentation du système

Entrées/Sorties	Q de la simulation (m ³ /h)	Q récupérés du BRQ (m ³ /h)
Sortie SDEM	14120.83	14400
Retour vers Oran	12109.25	11996
Araba vers Mascara	2375	3200
Refoulement CR11	11021.74	11200

En comparant les débits au niveau des points principaux du nouveau mode de transfert, on distingue que les volumes d'eau transportés qu'a donné la simulation numérique, correspondent aux volumes engendrés à partir de l'exploitation par le modèle TOPKAPI, ce qui vient à confirmer l'accession de la gestion du système hydraulique MAO - MACTA.

V.6.2. Partie de distribution

1- Chambre de distribution :

A partir des données réelles, le système TOPKAPI SCADA permet de visualiser une courbe de pression et de débit avec une actualisation quotidienne. Les anomalies dans les valeurs transmises sont détectables, à savoir un débit minimum nocturne élevé ou une chute de pression, en prenant l'exemple d'un secteur au centre d'Oran, la courbe de distribution établie est la suivante :



Figure V.7 : Courbe de distribution débit/pression d'un secteur.

2- Courbe de pression :

En plus du contrôle des entrées et des sorties des secteurs, un autre paramètre très important est mesuré dans chaque secteur avec le même principe, c'est la mesure de la pression au niveau du point le plus éloigné dans le secteur qu'on appelle point défavorable. Cette mesure permet de voir si la pression est suffisante dans le système hydraulique et accède aussi au calcul des heures de distribution et à la continuité du service au niveau du secteur.

La pression du point défavorable du secteur principal de chaque zone de la wilaya d'Oran, est récupérée par le bilan de pression (voir annexe IV).

Cette pression est analysée aussi à partir des courbes représentatives suivantes :

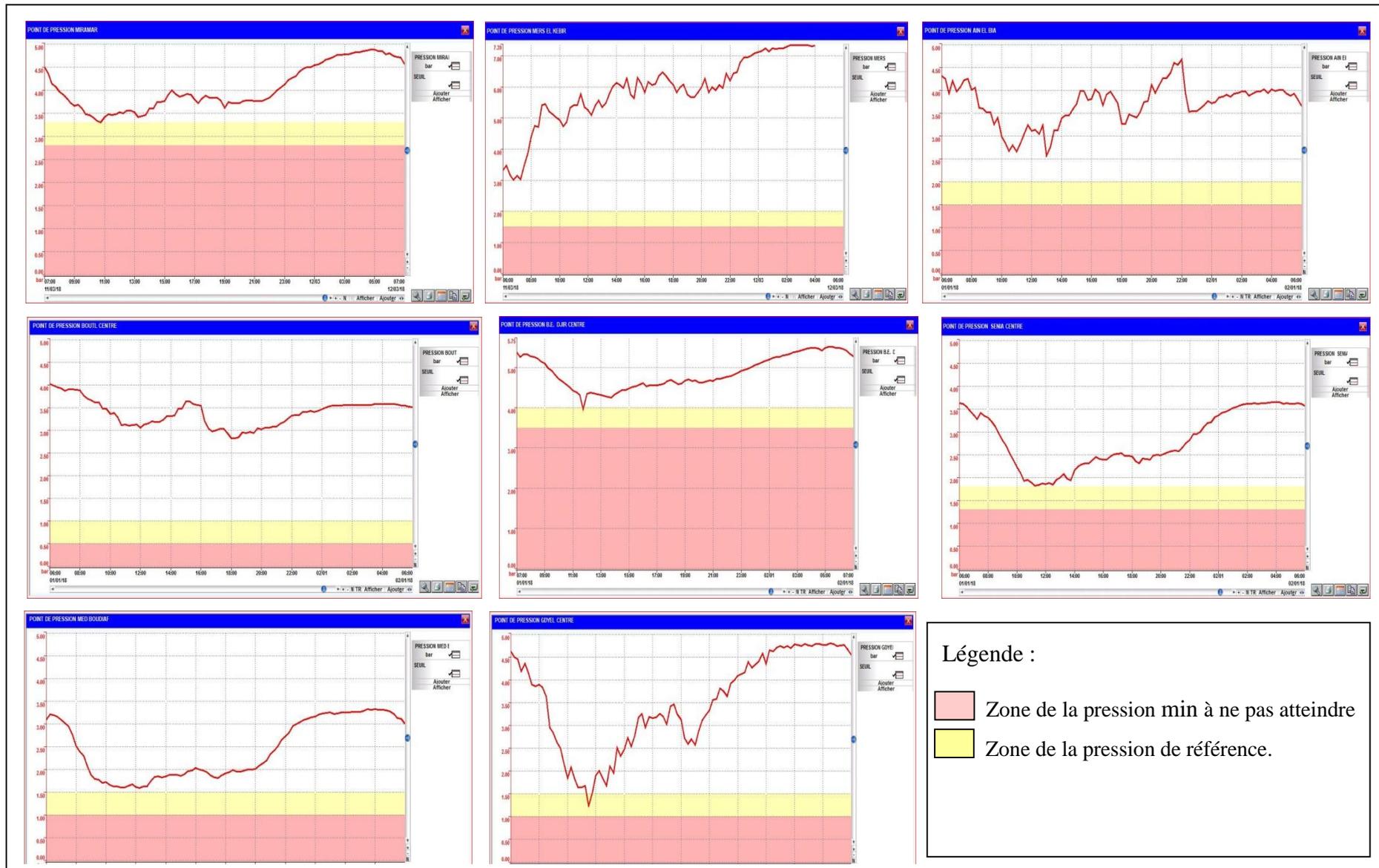


Figure V.8 : Courbes de pression générées par le modèle TOPKAPI pour les différents secteurs.

- **Analyse des résultats :**

Pour chaque secteur, le point défavorable étudié est caractérisé par un équilibre de pression, d’où le système TOPKAPI sert à déterminer une pression de référence appelée pression admissible (zone en jaune), nécessitant la vérification de la condition du seuil, dont la pression au niveau du point ne doit pas être au-dessous de la zone de référence.

Les résultats de contrôle de pressions sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau V.2 : Pressions journalières des données générées par le système TOPKAPI

Zones	Secteurs	Pressions			
		Admissible	MAX	MOY	MIN
Oran	Miramar	2.8	4.96	4.21	3.42
Ain El Turck	Mers El Kebir	1.6	7.39	6.25	3.00
Bethioua	Ain El Bia	1.5	4.68	3.82	2.57
Boutlelis	Boutlelis Centre	0.5	4.06	3.50	2.83
Bir El Djir	Bir El Djir Centre	3.5	5.51	4.87	3.96
Es Senia	Es Senia Centre	1.3	3.68	2.82	1.83
Oued Tlalat	Med Boudiaf	1	3.36	2.46	1.59
Gdyel	Gdyel Centre	1	4.76	3.50	1.23

Dans les cas étudiés, la condition d’équilibre de pression est assurées, toutes les pressions sont supérieures à leur propre pression admissible et n’affectent en aucun cas d’anomalies, telles que les chutes de pression.

V.7. Conclusion

L’exploitation du système MAO-MACTA et la contribution à sa gestion à partir du modèle de supervision TOPKAPI, permet en premier lieu d’évaluer le rendement du système d’approvisionnement et la distribution en un temps donné, ce qui permet aussi d’intervenir rapidement sur le système hydraulique en cas d’incident (casse de conduite, chute de pression et même le débordement des réservoirs...) afin de limiter les dégâts.

CONCLUSION GENERALE

Le projet MAO avec les ouvrages à grande envergure qui le composent, possède une potentialité notable en ressources en eau, d'où toutes ses quantités d'eau sont exploitables, ce qui recommande une stratégie de gestion intégrée de ressource en eau entre optimiser et diriger la distribution.

La gestion d'un projet complexe tel que le système hydraulique MAO-MACTA nécessite une évaluation conforme des ressources en eau, en termes d'une production considérable et des besoins correspondants à la consommation, notamment à partir des règles permettant de s'adapter à des décisions d'allocation quotidienne, afin d'accéder à une meilleure exploitation de ce système.

En premier lieu, une simulation numérique par le programme EPANET a été effectuée après l'intégration de la SDEM Macta dans le projet MAO, et la réalisation d'un modèle hydraulique du nouveau système, pour équilibrer la balance offre/demande, au moyen de plusieurs variantes permettant d'étudier les nouvelles conditions de fonctionnement de ce mode.

Avec le choix de la variable adéquate du point de vue approvisionnement en eau des agglomérations situées sur le couloir MAO, et la satisfaction des besoins des divers usagers qui ne cessent d'augmenter, tous ces paramètres entrent dans la recommandation de l'exploitation du nouveau système par le modèle TOPKAPI. La gestion par cette application assure la maîtrise du volume d'eau livré, le contrôle du débit et de la pression, la maintenance préventive des canalisations et la détection des fuites.

Plus particulièrement, l'objectif est d'accorder la maintenance préventive pour conserver le rendement maximal de fonctionnement (court terme) et prolonger la durée de vie des équipements (long terme), ainsi qu'abaisser la consommation d'eau et d'énergie et jouir d'une réduction des pertes et de l'eau non facturée, d'une optimisation de la gestion de la ressource hydraulique et des temps de pompage.

Enfin, ce travail nous a permis d'avoir une vision plus large sur l'introduction de plusieurs intervenants à l'exploitation des systèmes hydrauliques, à savoir renforcer les capacités d'analyse et de traitement des thématiques complexes dans le domaine de l'hydraulique, pour accéder à une meilleure gestion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bialès, C. H. R. I. S. T. I. A. N. (2013) : La gestion. Les cahiers économie et gestion, 65, 25-30.

Walter, É., & Pronzato, L : (1994). Identification de modèles paramétriques à partir de données expérimentales. Masson.

Christin F, 2008 : étude de la modélisation hydrodynamique de surface et Hydraulique souterraine et de leur couplage dans un but d'aider a la gestion des hydrosystèmes aménagés, Thèses de doctorat.

Valiron, 1988 : Gestion des eaux : automatisation, informatisation, télégestion, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

Pouget, J. et al 2003 : Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. Journal of Hydrology, 279(1-4): 275-289.

Yebdri D, 2007 : Contribution à la gestion des ressources en eau superficielle du bassin versant de la Tafna. Journal de l'eau africain (1), 33-47.

Branislav djordjevic, 1993: Cybernetics in water resources management, Water resource Publications, USA.

GWP Tac,2000 : Background Paper N°4, la gestion intégrée des ressources en eau partenariat mondial de l'eau, Stockholm, Suede.2000.

Unies, N. (1992) : Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. New York, 9.

Margat, J. (1994). L'eau: l'or bleu du XXI^e siècle. Le Coumer de la planète, 7.

UNESCO, 2003: « rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau ».

Leenhardt et Trouvat, 2004 : "ADEAUMIS, un outil pour estimer la demande en eau d'irrigation à l'échelle régionale – Exemple d'utilisation en temps de crise." Ingénieries EAT 40 : p 37-49.

Barreteau, O. et al. 2004 : Le point de vue de sociologues sur l'usage de méthodes de modélisation d'accompagnement pour la gestion collective de l'eau.

Emsellem, Y : Une solution automatique pour le problème inverse. Recherche sur les ressources en eau, 7(5), 1264-1283.

Bernard P. Lekien, 1980 : « Gestion des ressources en eau intégrée au développement Wallon : méthodologie et perspectives », Publication du Crédit Général, Belgique.

Unesco 1988 : Des outils de gestion intégrée des zones côtières: guide méthodologique. Edition Aqualog.

Darcy weisbach, mécanique des fluides, colebrook, équation non linéaire : Hydraulique générale et appliquée », édition Eyrolles, Paris 197

Geronimi, 2002 : L'entreprise un centre de décision. Note de cours "Economie d'entreprise", Partie 2, BTS PME/PMI, Lycée Gaston Berger, Lille: p 4.

Hamlet A.E.K,2014: contribution a la gestion des ressources en eau des bassins versants de l'ouest Algerien a l'aide d'un système informatisé. Thèse de doctorat.

ANNEXES

Annexe I : Population de la wilaya d'Oran

Tableau : Répartition de la population résidente totale selon la densité en 2012:

Daïra	Communes	Population	Superficie Km²	Densité Hab/Km²	Taux D'accrt
Oran	Oran	666 214	77,99	8 542	-0,4
Es Senia	Es Senia	110 308	48,35	2 281	4,2
	El Kerma	30 105	62,54	481	5,5
	Sidi Chami	135 835	65,17	2 084	6
Bir El Djir	Bir El Djir	215 322	21,27	10 123	7,8
	Hassi Bounif	69 477	32,07	2 166	3
	Hassi Ben Okba	15 283	36,82	415	3,2
Boutlelis	Boutlelis	25 910	136,40	190	2,7
	Misserghin	29 441	414,20	71	3,5
	Ain El Kerma	7 695	62,54	123	0,8
Oued Tlelat	Oued Tlelat	21 409	86,15	249	3,4
	Tafraoui	12 529	170,24	74	1,2
	El Braya	7 139	56,08	127	1,6
	Boufatis	12 451	98,17	127	2,2
Gdyel	Gdyel	41 769	93,34	447	2
	Hassi Mefsoukh	14 690	25,95	566	3,4
	Benfreha	25 707	60,37	426	0,6
Arzew	Arzew	87 209	46,56	1 873	2,5
	Sidi Ben Yebka	8 427	51,79	163	1,8
Bethioua	Bethioua	19 273	110,11	175	1,9
	Mers El Hadjadj	14 040	53,35	263	2,2
	Ain El Bya	34 404	37,84	909	1
Ain El Turck	Ain El Turck	39 681	38,86	1 021	1,9
	Mers El Kebir	19 000	18,43	1 031	4,6
	Bousfer	21 013	44,88	468	3,3
	El Ancor	12 642	65,64	193	4,3
	Total Wilaya	1 696 973	2015,11	842	1,9

Sources : (DPAT Oran, 2013), (D.P.S.B Cadastre).

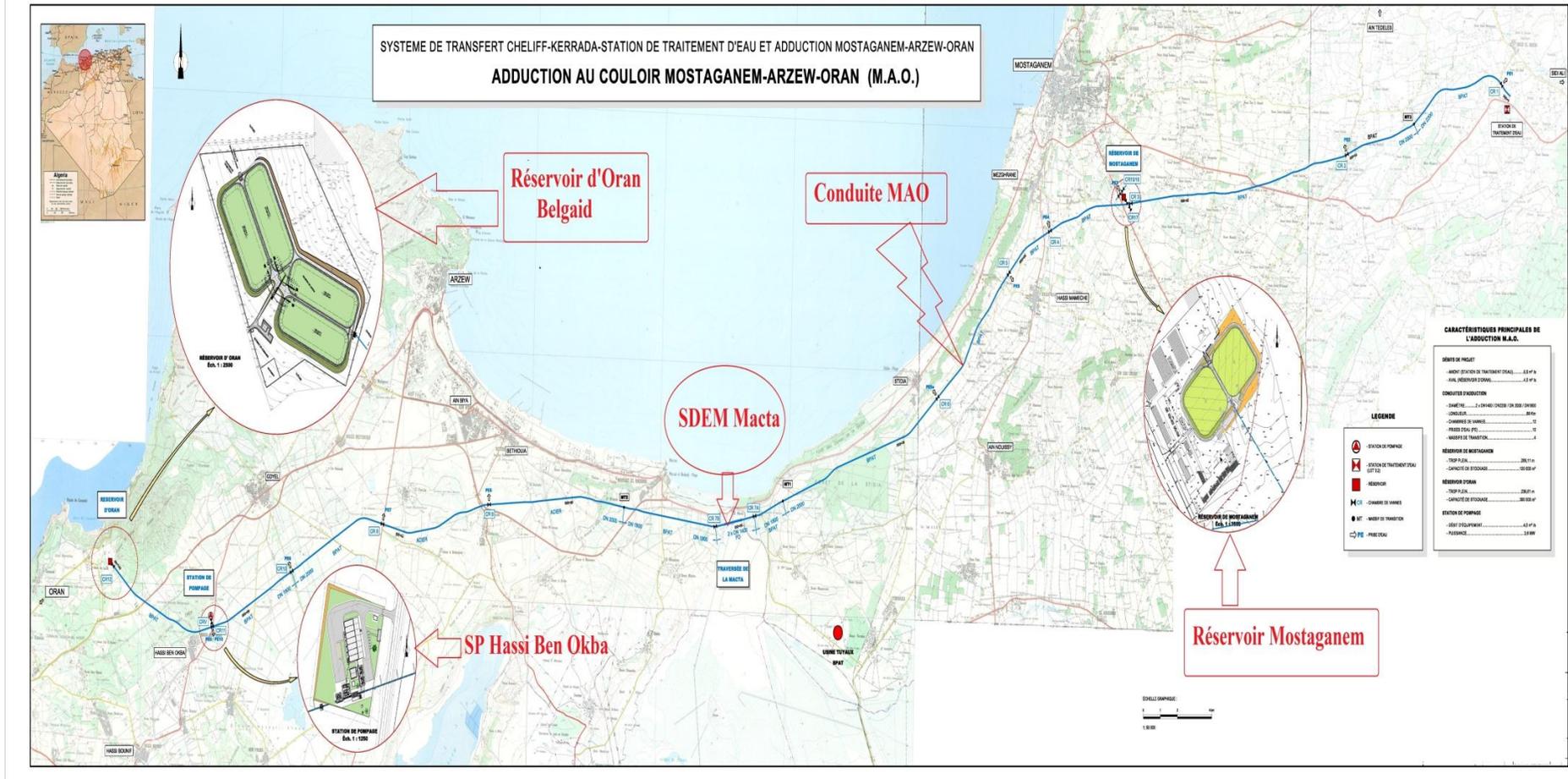
Annexe II : Population de la wilaya de Mostaganem

Tableau : Répartition de la population résidente totale selon la densité en 2012

Daïra	COMMUNE	Superficie Km²	POPULATION	DENSITE (Hab/Km²)	Taux D'accrt
Mostaganem	Mostaganem	50	153332	3067	1,1
Hassi Mameche	Hassi Mameche	63	32903	522	2,9
	Mazagran	20	26326	1316	3,9
	Stidia	55	12651	230	1,2
Ain Tedeles	Ain Tedeles	86	42778	497	2,1
	Sour	72	23748	330	1,0
	Oued El Kheir	70	18779	268	1,7
	Sidi Bellatar	88	6857	78	0,2
Bouguirat	Bouguirat	97	33892	349	1,6
	Sirat	71	23669	333	1,9
	Souaflias	78	18803	241	1,9
	Saf Saf	90	14780	164	1,2
Sidi Ali	Sidi Ali	217	40095	185	1,6
	Tazgait	93	9721	105	0,7
	Ouled Maallah	78	9893	127	0,7
Achaacha	Achaacha	62	36614	591	1,1
	Nekmaria	47	11146	237	1,4
	Khadra	80	14987	187	1,4
	O/ Boughalem	44	14752	335	1,5
Ain Nouissy	Ain Nouissy	53	16306	308	2,5
	El Haciane	47	10092	215	0,9
	Fornaka	70	17651	252	1,4
Mesra	Mesra	45	28146	625	2,4
	Mansourah	48	19619	409	1,6
	Touahria	56	8065	144	1,3
	Ain Sidi Cherif	54	10839	201	2,3
Sidi Lakhdar	Sidi Lakhdar	140	36426	260	1,1
	Hadjadj	92	18068	196	0,9
	B.A.Ramdane	75	14119	188	0,8
Kheir Eddine	Kheir Eddine	45	30556	679	2,2
	Ain Boudinar	38	6496	171	1,5
	Sayada	45	32623	725	2,8
	Total Wilaya	2269	794732	350	1,9

Source : (DPAT Mostaganem, 2013), (D.P.S.B cadastre)

Annexe III : Représentation du tracé du projet MAO



Source : SEOR, 2011

Annexe IV : Bilan des pressions

Tableau : Pressions journalières des données générées par le système TopKapi

janv-18	Oran			Ain El Turck			Bethioua			Boutlelis			Bir El Djir			Es Senia			Oued Tlelat			Gdyel					
SECTEURS	MIRAMAR			MERS EL KEBIR			AIN EL BIA			BOUTLELIS CENTRE			BIR EL DJIR CENTRE			ES SENIA CENTRE			MED BOUDIAF			GDYEL CENTRE					
PRESSION ADMISSIBLE	2,8			1,5			1,5			0,5			3,5			1,3			1			1					
	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN	MAX	MOY	MIN
01/01/2018	4,76	4,07	3,40	7,41	6,47	4,69	4,68	3,82	2,57	4,06	3,50	2,83	5,51	4,87	3,96	3,68	2,82	1,83	3,36	2,46	1,59	4,76	3,50	1,23			
02/01/2018	4,96	4,21	3,42	7,12	5,57	1,92	4,52	2,80	0,09	3,58	3,20	2,65	5,51	4,90	4,17	3,65	2,84	1,90	3,32	2,39	1,58	4,80	3,45	0,29			
03/01/2018	4,94	4,07	3,34	7,15	5,49	3,24	3,91	2,87	2,11	3,66	3,16	2,49	5,53	4,86	4,14	3,73	2,85	1,97	3,32	2,39	1,39	4,78	3,72	2,03			
04/01/2018	4,76	3,97	3,26	7,38	5,15	1,70	4,05	3,00	1,91	3,56	3,05	0,54	5,49	4,85	4,28	3,72	2,82	1,99	3,38	2,30	1,33	4,84	3,82	1,92			
05/01/2018	4,78	4,00	3,00	7,82	6,40	3,85	4,94	3,45	1,72	3,48	2,93	2,06	5,54	4,86	4,13	3,69	2,76	1,56	3,18	2,11	1,07	4,76	3,55	1,22			
06/01/2018	4,84	3,94	3,18	6,63	5,18	3,78	5,05	3,97	2,52	3,45	2,94	2,22	5,48	4,82	3,95	3,67	2,74	1,78	3,04	2,07	1,13	4,71	3,51	1,66			
07/01/2018	4,72	3,95	3,26	6,94	5,91	2,94	4,65	3,65	2,58	3,45	3,03	2,46	5,58	4,92	3,95	3,63	2,14	0,00	3,00	2,11	1,18	4,66	3,68	1,99			
08/01/2018	4,94	4,10	3,32	7,48	6,50	4,96	4,61	3,40	2,19	3,95	3,39	2,94	5,52	5,00	4,36	2,90	2,05	1,34	3,18	2,21	1,46	4,70	3,65	2,05			
09/01/2018	4,88	4,01	3,30	7,63	6,77	5,36	5,13	4,07	2,86	4,01	3,64	3,06	5,72	5,05	4,27	2,89	2,11	1,38	3,10	2,21	1,37	4,61	3,74	2,16			
10/01/2018	4,78	4,07	3,34	7,76	6,96	5,66	5,27	4,37	3,25	3,97	3,61	2,98	5,70	5,06	4,52	2,99	2,16	1,48	3,22	2,33	1,53	4,75	3,73	2,22			
11/01/2018	5,00	1,62	4,52	7,62	2,07	7,48	5,36	1,73	4,60	4,00	1,25	3,93	5,71	1,87	5,32	2,91	0,90	2,68	3,35	1,04	2,68	4,61	1,47	3,69			
12/01/2018	4,52	0,00	4,52	7,57	0,00	7,57	4,66	0,00	4,66	3,94	0,00	3,94	5,35	0,00	5,35	2,86	0,00	2,86	2,68	0,00	2,68	3,69	0,00	3,69			
13/01/2018	4,52	0,00	4,52	7,57	0,00	7,57	4,66	0,00	4,66	3,94	0,00	3,94	5,35	0,00	5,35	2,86	0,00	2,86	2,68	0,00	2,68	3,69	0,00	3,69			
14/01/2018	4,52	2,69	4,34	7,57	4,30	6,90	4,66	2,60	4,17	3,94	2,36	3,80	5,35	3,17	5,11	3,83	2,32	2,86	2,68	1,12	1,73	3,69	2,20	3,54			
15/01/2018	4,34	3,96	3,40	7,34	6,31	4,18	4,85	3,87	2,52	3,79	3,38	2,86	5,24	4,90	4,59	3,90	3,06	0,03	2,50	1,40	0,58	4,31	3,41	2,57			
16/01/2018	4,80	4,06	3,34	7,88	6,46	4,90	5,19	4,33	2,94	3,85	2,19	0,09	5,56	4,99	4,18	4,00	3,22	2,35	2,92	1,99	1,22	4,59	3,71	2,20			
17/01/2018	4,90	4,05	3,32	7,99	6,90	5,61	5,05	3,58	2,05	2,50	0,70	0,01	5,62	5,01	4,41	4,00	3,24	2,40	3,27	2,21	1,24	4,75	3,71	2,00			
18/01/2018	4,84	3,98	3,26	7,24	6,28	4,35	5,16	3,34	0,00	3,19	2,57	1,99	5,71	5,04	4,44	3,98	3,02	0,03	3,47	2,33	1,32	4,75	3,77	2,00			
19/01/2018	4,72	3,97	3,14	7,30	6,34	4,74	5,21	4,28	2,63	3,64	3,02	2,05	5,69	5,03	4,26	4,07	3,19	2,00	3,47	2,18	1,02	4,79	3,63	1,70			
20/01/2018	4,88	4,04	3,28	7,65	6,53	4,65	5,40	4,23	2,74	3,77	3,25	2,48	5,69	4,97	4,33	4,04	3,18	2,09	3,32	2,19	1,16	4,69	3,58	1,70			
21/01/2018	4,96	4,10	3,40	7,63	6,54	4,00	5,52	3,32	0,03	3,90	3,48	2,63	5,69	5,04	4,36	4,08	3,27	2,31	3,44	2,25	1,33	4,66	3,67	2,16			
22/01/2018	4,88	4,10	3,42	7,63	6,74	5,57	3,71	1,76	0,00	3,97	3,41	2,39	5,81	5,09	4,60	4,12	2,81	0,03	3,17	2,08	1,23	4,71	3,71	2,07			
23/01/2018	4,98	4,11	3,42	7,30	6,43	4,96	5,35	2,12	0,00	3,99	3,57	2,99	5,68	5,02	4,22	4,13	2,85	0,01	3,37	2,20	1,36	4,80	3,78	2,52			
24/01/2018	5,02	4,12	3,28	7,35	6,12	4,38	5,76	4,22	3,11	3,98	3,56	2,95	5,65	5,01	4,39	4,20	2,72	0,02	3,29	2,11	1,34	4,76	3,74	2,17			
25/01/2018	4,86	4,09	3,50	7,62	6,50	5,21	5,60	3,44	0,25	3,97	3,55	2,97	5,72	5,00	4,36	3,92	3,08	2,19	2,82	1,33	-0,15	4,79	3,80	2,22			
26/01/2018	4,96	4,14	3,24	7,16	6,25	4,22	5,66	4,50	3,25	3,93	3,34	2,60	5,67	4,98	4,23	3,86	3,01	1,80	2,75	1,80	1,02	4,82	3,67	1,61			
27/01/2018	4,98	4,10	3,38	7,27	6,11	3,44	5,66	4,04	2,97	3,50	2,85	0,04	5,50	4,89	4,36	3,91	3,07	2,00	3,38	2,25	1,20	4,72	3,48	1,68			
28/01/2018	4,76	3,98	3,28	7,65	6,45	5,07	5,61	4,38	2,22	3,86	3,26	2,36	5,49	4,94	4,47	3,84	3,04	2,19	3,36	2,34	1,43	4,36	0,93	0,15			
29/01/2018	4,84	4,06	3,40	7,98	6,80	4,96	5,46	3,98	2,88	3,94	3,41	2,73	5,56	4,95	4,24	3,88	3,10	2,28	3,51	2,45	1,52	4,67	3,54	2,04			
30/01/2018	4,84	4,00	3,32	7,16	6,17	3,86	5,83	3,99	2,05	3,46	2,99	2,29	5,63	5,01	4,39	3,86	3,02	2,21	3,91	2,83	1,53	4,66	3,54	2,00			
31/01/2018	4,78	4,01	3,28	7,30	6,02	3,50	5,94	4,42	0,00	3,90	3,35	2,87	5,70	5,01	4,34	3,81	2,98	2,16	3,89	2,69	1,77	4,69	3,65	2,21			

Annexe V : Bulletin de renseignements quotidien
Tableau : Bilan des volumes journaliers de production

	ADDUCTION	VOLUME TOTAL PRODUIT (M³)	VOLME ALLOUE POUR AIN TEMOUCHENT (M³)	VOLME ALLOUE POUR RELIZENE (M³)	VOLME ALLOUE POUR MOSTAGANEM (M³)	VOLME ALLOUE POUR MASCARA (M³)	VOLME ALLOUE POUR ORAN (M³)
Est	MAO SORTIE STATION S.LADJEL	13 500		8 300	5 200	-	
	SDEM MACTA- RV ARABA (ligne 3)	326 245			4 000	75 000	247 245
	SDEM MACTA- ST1 Chellif + Gargar	18 341				-	80 138
	SDEM MACTA- Mostaganem	-			-		-
	SORTIE STATION CHELIF	135 000			135 000	-	-
	SDEM KAHRAMA	66 141					66 141
Ouest	DZIOUA. Sortie ORAN + couloir Ain Temouchent	202 600	99 774				102 826
	BENIBAHDELL à partir de BC6 jusqu'à BC8	9 800					9 800
	SORTIE BREDEAH	6 645					6 645
	SDEM BOUSFER	-					-
	SDEM LES DUNES	-					-
Sources Locales	Puits et forages						-
		778 272	99 774	8 300	144 200	75 000	512 795