



Université Mohamed khider –Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie civil et d’Hydraulique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Filière : Hydraulique
Spécialité : Ouvrages Hydrauliques

Réf. :.....

Présenté et soutenu par :
DEGHNOUCHE Wail

Le :

Analyse de la fiabilité des réseaux d’alimentation en eau potable à faible niveau de comptage. (Cas de région de Biskra)

Encadreur : MASMOURI Rachid

Année universitaire : 2023 / 2024

Remerciements

ALHAMDOULILAH

Au terme de cette étude, je tiens en premier lieu à remercier Dieu qui m'a facilité le travail et ma donné de la volonté, du courage et de la patience pour arriver à mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à mon encadreur **MASMOUDI Rachid**, pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période du projet.

Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude et mes remerciements à tous les enseignants du département de Génie Civil et d'Hydraulique de l'Université de Biskra.

Je remercie tout particulièrement, les membres du jury qui ont accepté de lire et de critiquer objectivement mon travail, à mes parents et toutes les personnes qui n'ont pas hésité un instant à m'encourager même avec le sourire, je vous remercie de tout mon cœur.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui me sont les plus chers Le monde qui est la raison de

mon existence

et de ma vie ;

Maman et papa

A mes chers frères : Haithem et Sofiane

A ma chère soeur : Maroua

Pour toute ma famille.

Chers amis ; Zinou, Soraya et Besma

A tous mes collègues de l'Université de Biskra

Résumé

L'un des principaux objectifs du développement national est d'améliorer la gestion de l'eau. Le fait de diminuer les pertes d'eau dans les réseaux de distribution contribue à la préservation des ressources en eau. Les compteurs d'eau disponibles sont moins nombreux, en particulier dans le sud de l'Algérie, où les interruptions fréquentes de la distribution d'eau potable et l'adoption de la distribution intermittente rendent difficile la quantification des consommations et des fuites. Dans cette étude, nous examinons d'une part, une analyse de la demande dans la région de Biskra dans le sud algérien en utilisant une extrapolation d'un échantillon d'abonnés pendant une période où les données de prélèvements sont disponibles. Dans le système de distribution, il est possible d'évaluer les pertes d'eau en comparant les volumes produits et les mesures de débit. Par ailleurs, une approche pour évaluer et analyser la fiabilité des systèmes de distribution basée sur la connaissance des paramètres et indicateurs techniques de performance. Notre objectif sera donc de proposer les recommandations requises afin d'améliorer notre compréhension du fonctionnement des systèmes de distribution d'eau en Algérie.

ملخص

لطالما اعتُبر التمكن من إدارة المياه في الجزائر بمثابة الهدف ذو الأولوية لتنمية البلاد. التخفيض من نسبة فقدان المياه في شبكات التوزيع يساهم في المحافظة على مصادر المياه والانخفاض في عدادات المياه المتوفرة خاصة في مناطق الجنوب الجزائري مع الإضافة للانقطاعات المتكررة لتوزيع مياه الشرب جعلت من تحديد الأحجام الضائعة من المياه عملية معقدة تقدم هذه الأطروحة من جهة تحليلاً للطلب على مياه الشرب في منطقة الوادي في الجنوب الجزائري اعتماداً على تعميم النتائج المحصلة من القياسات المطبقة على المشتركين في شبكة المياه الصالحة للشرب في فترة زمنية وتسمح بقياسات التدفق الليلي تقييم فاقد المياه في نظام التوزيع. ومن جهة ثانية مكنت الدراسة من تقديم طريقة لتقييم وتحليل أداء نظم التوزيع اعتماداً على معرفة المؤشرات التقنية. وتقدم الدراسات الاقتراحات الضرورية التي تمنحنا صياغة التوصيات اللازمة لتحقيق معرفة أفضل بعمل أنظمة توزيع المياه في الجزائر

Liste des abréviations

A.E.P : Alimentation en Eau Potable

A.D.E : Algérienne Des Eaux

CAG : Charbon Actif en Grains

MES : les Matières En Suspension

ONA : l'Office National de L'Assainissement

COS : Conseil d'Orientation et de Surveillance

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1 Nombre d'habitants globale.....	
Tableau 3 Consommation domestique et non domestique en 2021	
Tableau 4 Consommation domestique et non domestique en 2022	
Tableau 5 Consommation domestique et non domestique en 2023	
Tableau 6 Consommation domestique total en 2021	
Tableau 7 Consommation domestique total en 2022	
Tableau 8 Consommation domestique total en 2023	
Tableau 9 Volumes produits et distribués en 2021	
Tableau 10 Volumes produits et distribués en 2022	
Tableau 11 Volumes produits et distribués en 2023	
Tableau 12 Volumes et taux de pertes d'eau en 2021	
Tableau 13 Volumes et taux de pertes d'eau en 2022	
Tableau 14 Volumes et taux de pertes d'eau en 2023	

LISTES DES FIGURES

Figure 1 schéma général d'alimentation en eau potable	
Figure 2 captage des eaux souterraines	
Figure 3 prise d'eau en rivière.....	
Figure 4 Prise d'eau en lac ou en réservoir	
Figure 5 Les étapes de traitement des eaux de surface.....	
Figure 6 Réservoir d'eau potable.	
Figure 7 Captage des eaux souterraines	
Figure 8 les types principaux de réseau de distribution	
Figure 9 Réseau mixte.....	
Figure 10 les pertes d'eau.....	
Figure 11 Aperçu détaillé sur les pertes physiques et apparentes	
Figure 12 Impact des fuites	
Figure 13	
Figure 14 Taux D'abonnée avec compteur en 2023.....	
Figure 15 consommation domestique et non domestique en 2021	
Figure 16 consommation domestique et non domestique en 2022	
Figure 17 consommation domestique et non domestique en 2023	
Figure 18 LES VOLUMES PRODUIT ET DISTRIBUE EN 2021	
Figure 19 LES VOLUMES PRODUIT ET DISTRIBUE EN 2022.....	
Figure 20 LES VOLUMES PRODUIT ET DISTRIBUE EN 2023.....	
Figure 21 Evolution des taux des pertes dans les quatre localités testées de la région de Biskra	

Table des matières

Introduction générale	1
I. Chapitre I : Étude bibliographique	3
Introduction :	3
I.1. Définition d'un réseau de distribution d'eau potable :	3
I.2. Le système d'alimentation en eau potable :	3
I.3. Les ressources en eau :	4
I.4. Usine de traitement :	9
I.5. L'adduction :	10
I.6 Accumulation (stockage) :	12
I.7. Problèmes pouvant être rencontrés dans un réseau d'AEP :	13
Conclusion :	14
II. CHAPITRE II : Concepts du diagnostic technique des réseaux de distribution d'eau potable	16
Introduction	16
II.1.Système d'alimentation en eau potable	16
II.2 L'exploitation et la gestion de l'eau en Algérie :	23
II.3. Présentation de l'Algérienne Des Eaux :	23
II.4. Définition de La perte d'eau ou l'eau de Non-Revenu (NRW) :	25
Conclusion :	28
III. Chapitre III : Analyse de la fiabilité des systèmes d'eau potable à faible niveau de comptage	30
Introduction :	30
III.1. Localisation géographique de la wilaya de Biskra :	30
III.2. Taux des abonnés avec compteur :	31
III.3. Usagers d'eau potable :	33
III.4. Évaluation des pertes d'eau :	38
Conclusion	44
Conclusion générale	47
Recommandations :	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	52

Introduction générale

Introduction générale

L'eau ou ce qu'on appelle l'or bleu, c'est la vie, l'une des ressources naturelles les plus importantes de notre planète, il est essentiel que le corps humain exerce des diverses fonctions physiologiques non seulement cela, mais il nécessaire pour la continuité de la vie urbaine, c'est-à-dire la plupart des activités urbains économique ou social exigent l'existence de l'eau à quantité suffisante et qualité requise.

En Algérie, la gestion de l'eau est depuis longtemps une priorité nationale. Cependant, elle est confrontée à plusieurs défis, notamment les prélèvements excessifs dépassant les capacités de renouvellement naturel, les pollutions persistantes, et les pénuries saisonnières. La demande croissante en eau potable aggrave ces problèmes, affectant de nombreuses villes du pays, que ce soit dans la distribution, l'approvisionnement ou le traitement des eaux usées. Les contraintes naturelles, démographiques et économiques compliquent l'accès à l'eau potable, surtout dans les régions arides du sud.

L'eau est un bien précieux et le sera certainement encore plus au cours des années à venir. La protection des eaux est donc un véritable défi pour l'ensemble des collectivités locales et centrales de notre pays. Depuis plusieurs décennies, la croissance démographique induit une forte augmentation de la consommation d'eau pour ses différents usages, notamment pour l'alimentation en eau potable et l'irrigation. Face à cette consommation croissante, la gestion des eaux souterraines et des eaux superficielles constitue un domaine particulièrement sensible.

Cette étude est structurée en deux parties qui commencent par une introduction générale et se terminent par une conclusion.

Le premier chapitre rappellera quelques généralités sur les eaux naturelles, Le deuxième chapitre s'intéresse à La méthodologie pour le diagnostic des réseaux de distribution d'eau potable et le troisième chapitre sera consacré à l'analyse de la fiabilité du système d'eau potable à faible niveau de comptage.

Chapitre I : Étude bibliographique

I. Chapitre I : Étude bibliographique

Introduction :

Le distributeur d'eau potable a toujours le souci de couvrir les besoins des consommateurs, en quantité et qualité suffisantes. Il a aussi le souci de veiller à la bonne gestion et à la perfection de toutes les infrastructures concourant l'approvisionnement en eau.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différents maillons constituant un réseau d'Alimentation en Eau Potable (A.E.P).

I.1. Définition d'un réseau de distribution d'eau potable :

Un réseau d'eau potable est un ensemble de conduites et d'équipement organisés pour permettre la circulation et la distribution de l'eau potable vers la population d'une collectivité ou de plusieurs collectivités. Benmessaoud Fatma zohra

I.2. Le système d'alimentation en eau potable :

Un système d'alimentation en eau potable (AEP) est constitué d'un ensemble d'infrastructures et d'équipements indispensables pour répondre à l'ensemble des besoins en eau potable d'une zone urbaine et industrielle.

Le système (AEP) comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage (1,3), au traitement (5), au transport (2, 6, 8), au stockage (7) et aux distributions d'eau potable chez les différents consommateurs (10).

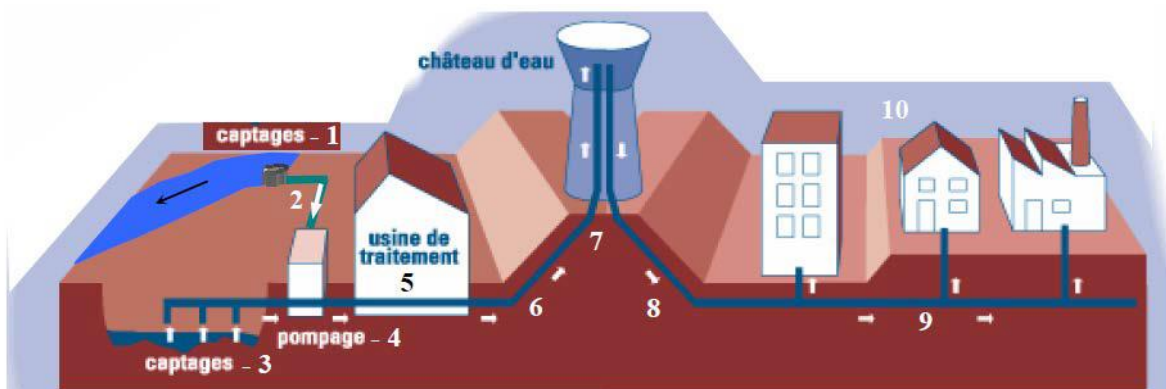


Figure 1 : schéma général d'alimentation en eau potable

▪ **Fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable :**

Il est préférable qu'un réseau fonctionne toujours en charge, c'est-à-dire que la section du tuyau soit entièrement remplie d'eau. Lorsque le réseau n'est pas en « charge », il y a de l'air qui circule dans le réseau, ce qui peut poser les problèmes suivants :

- ✓ Accumulation d'air dans les points haut ;
- ✓ Manque de pression et baisse de débit ;
- ✓ Fragiliser et diminuer la durée de vie de notre réseau. Merouane Nour El Houda

I.3. Les ressources en eau :

D'après SALEH Abdelkarim , la meilleure qualité disponible est toujours recherchée, en fonction du coût de revient. Par exemple : si l'acheminement d'une eau éloignée de très bonne qualité coûte plus cher que le traitement d'une eau de moins bonne qualité à proximité, on opte pour cette dernière option.

Les qualités essentielles d'une eau de consommation sont celles d'une eau :

- **Salubre** : c'est-à-dire saine et qui contribue à la santé.
- **Potable** : soit propre à être bue, fraîche, incolore, inodore, aérée, légèrement minéralisée et exempte des matières organiques.

Selon la stabilité de la source d'approvisionnement et la fiabilité du système de captage, il est possible de classer les sources d'approvisionnement en :

- **Eau souterraine** (nappe libre, nappe captive, nappe semi-captive, eau de source), permanent, sure.
- **Eau de surface** (lac, rivière, barrage, mer...), facilité de d'accès et de rétention et sureté de débit.

Les eaux souterraines :

- **L'aquifère :**

Un aquifère est un corps de roche perméable comportant une zone saturée, suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre à l'eau l'écoulement significatif et l'exploitation d'une quantité d'eau appelée Nappe souterraine.

- **Nappe souterraine :**

Une nappe souterraine est l'ensemble des eaux souterraines contenus dans l'aquifère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

Ce type de réservoir peut être exploité et peut approvisionner les réseaux de distribution d'eau potable. Les forages et les puits sont les moyens les plus répandus pour le captage des eaux souterraines en maintenant ces eaux à l'abri des contaminations notamment à l'approche de la surface du sol.

- **Captage des eaux souterraines :**

Si l'eau de surface n'est pas suffisante et de qualité acceptable, il est nécessaire d'utiliser les eaux souterraines. Ces eaux sont captées :

- Soit à leurs sources ;
- Soit au cœur même de la nappe ;
- Soit dans le gisement pour les eaux circulant en terrains fissurés.

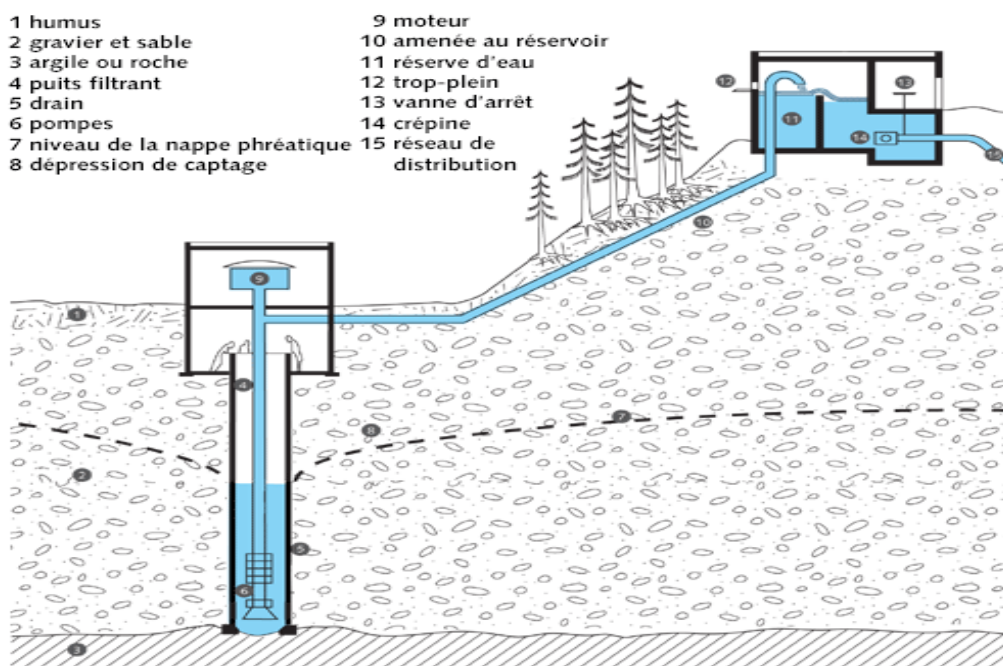


Figure 2 : captage des eaux souterraines

Parfois, il sera nécessaire de capter les eaux circulantes à une profondeur importante. Les méthodes de captage diffèrent en fonction de la configuration du site. Cependant, il est toujours important de respecter le principe de rechercher l'eau à une distance suffisante dans son site géologique et de conduire les travaux de captage de manière que l'eau au cours de sa remontée au jour, soit maintenue à l'abri des contaminations, en particulier à l'approche de la surface du sol. Les quantités d'eau présentes sont évaluées à l'aide de forages permettant d'obtenir les débits équivalents à ceux requis par le projet d'alimentation en eau potable (AEP).

En général, les eaux souterraines sont limpides, mais leurs caractéristiques physico-chimiques diffèrent selon le site. Dans chaque situation, il est nécessaire de faire une étude pour déterminer quel traitement sera nécessaire pour rendre l'eau potable.

➤ **Les eaux de surface :**

• **La qualité des eaux de surface :**

En règle générale, la qualité de l'eau de surface est moindre que celle des eaux souterraines. En effet, elles sont soumises à la possibilité d'une dégradation naturelle causée par :

- Le transport solide ;
- Les minéraux dissous, bien que l'eau soit moins dure que les eaux souterraines ;
- La matière organique naturelle.

En général en rivière, la qualité est meilleure à l'amont que l'aval. En amont, il est possible que l'eau soit plus turbide, ce qui est aisé à réguler en raison de l'origine minérale de cette turbidité. Par contre, en particulier dans les régions montagneuses, elle est plus pure et froide. En aval, le contact avec des zones habitées et exploitées favorise les risques de pollution.

La turbidité est faible en lac ou en réservoir, car la décantation y est favorisée. Par contre la possibilité de stratification thermique, chimique et biologique rend la qualité variable sur un cycle annuel.

Pour résumer, les eaux de surface sont plus exposées à la dégradation naturelle et à la pollution causée par les activités humaines. En conséquence, il sera souvent indispensable de prévoir un traitement à travers une filtration et une désinfection.

- **La quantité des eaux de surface :**

La quantité disponible est variable ou constante selon le cycle hydrologique en fonction du débit que l'on veut prélever. L'étude des quantités disponibles doit se faire en tenant compte des paramètres suivants :

- ✓ Météorologie
- ✓ Hydrologie
- ✓ Géologie
- ✓ Topographie
- ✓ Exploitation humaine des ressources

Contrairement au cas des eaux souterraines, le domaine d'étude est clairement défini ; c'est le bassin versant : Il est déterminé par la topographie des lieux, les pentes déterminent le volume d'emménagement du bassin et en combinaison avec le régime du débit, la formation du réseau hydrographique. Les faibles pentes favorisent la rétention des eaux de surface. En fonction de la nature des sols, l'infiltration joue un rôle important.

Captage des eaux de surfaces :

Le captage des eaux de surface comporte les inconvénients et les avantages suivants :

a) - Inconvénients :

- ✓ Température variable
- ✓ Composition chimique variable
- ✓ Contamination et pollution
- ✓ Vulnérabilité aux sécheresses

b) - Avantages :

- ✓ Possibilité de rétention, sûreté de débit
- ✓ Facilité de captage

En cours d'eau, on situe les prises d'eau (figure 3), de façon à assurer la stabilité de la qualité et des rejets de matières polluantes. En zone estuarienne, on doit se préoccuper des inversions de courant.

En hiver, il est important de prendre en compte le frasil. Étant donné que le frasil se forme dans les zones turbulentes de l'écoulement, il sera préférable de placer la prise d'eau loin de ces zones. Malgré tout, le danger d'ingestion de frasil persiste et les risques de colmatage des grilles sont bien réels. Il est nécessaire d'inclure des équipements de déglacage. Les plus fréquents sont :

- ✓ Le chauffage électrique des parties submergées ;
- ✓ L'injection d'eau plus chaude provenant de l'eau souterraine par exemple ;
- ✓ La formation de rideaux de bulles d'air.

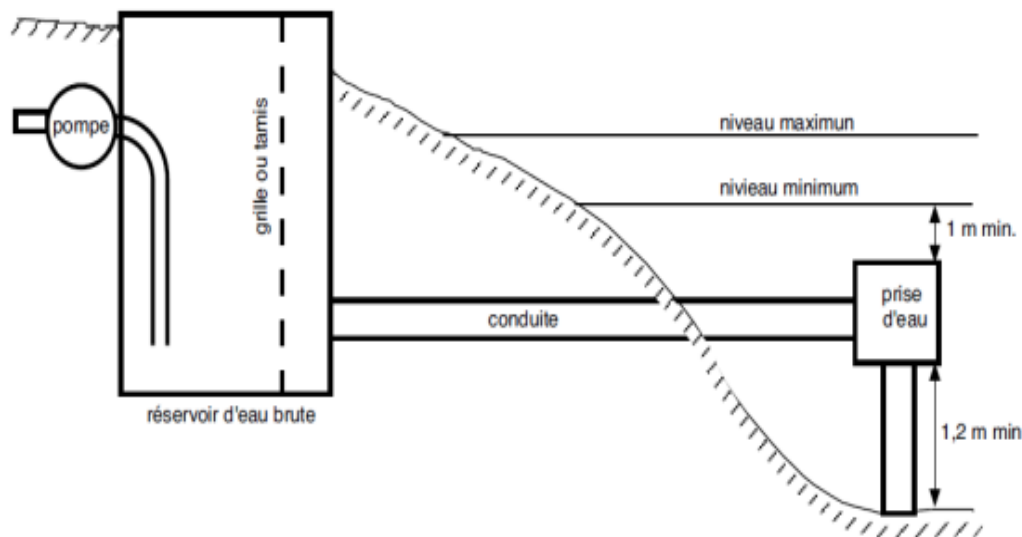


Figure 3 : prise d'eau en rivière

En lac et en réservoir, la prise d'eau doit tenir compte des possibilités de stratification causée par la variation de la densité en fonction de la température.

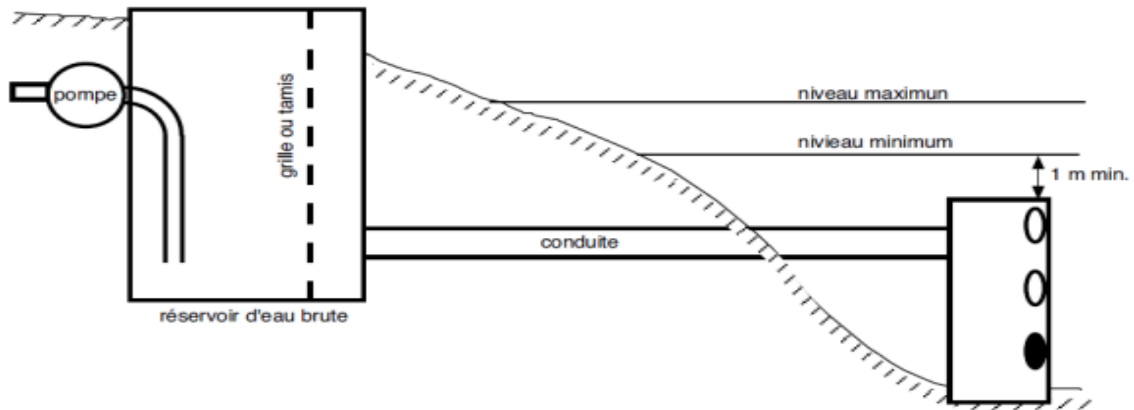


Figure 4 : Prise d'eau en lac ou en réservoir

➤ **Autres ressources :**

Mentionnons les processus de dessalement de l'eau de mer. Les différentes techniques, consommant de fortes quantités d'énergie, sont :

- ✓ La distillation
- ✓ L'électrolyse
- ✓ Les résines échangeuses d'ions
- ✓ Les membranes osmotiques.

Les pays du Golfe persique, notamment l'Arabie Saoudite, utilisent ces techniques, faute de sources d'eau douce suffisantes.

I.4. Usine de traitement :

Selon HARTEM Nessrine, la qualité de la source d'approvisionnement en eau, on peut devoir soumettre l'eau à un traitement plus ou moins élaboré. Ainsi, par exemple, dans le cas d'une eau souterraine de bonne qualité, une désinfection seule peut produire une eau de consommation qui satisfait aux normes en vigueur ; en revanche, une eau de lac ou de rivière exige un traitement plus complet.

Avant tout, toute utilisation d'eau de surface requiert une étude aussi complète que possible et, cela, aux différentes époques de l'année. La composition de l'eau sera, surtout, examinée du point de vue turbidité, pouvoir colmatant, degré hydrotimétrique, pH, teneur en matières organiques.

Cette étude se concentrera aussi sur les affluents amont qui alimentent la rivière, le barrage ou le lac. Ces remarques sont essentielles pour établir correctement le mode de traitement à recommander.

Le traitement de l'eau brute se passe généralement en trois étapes :

- **La clarification** : il s'agit de débarrasser l'eau des particules colloïdales en utilisant un massif filtrant.
- **La stérilisation** : son objectif est de rendre l'eau bactériologiquement pure. Pour ceci, on utilise des oxydants tels que le chlore et l'ozone.
- **L'affinage** : permet d'éliminer les micropolluants (corps dissous).

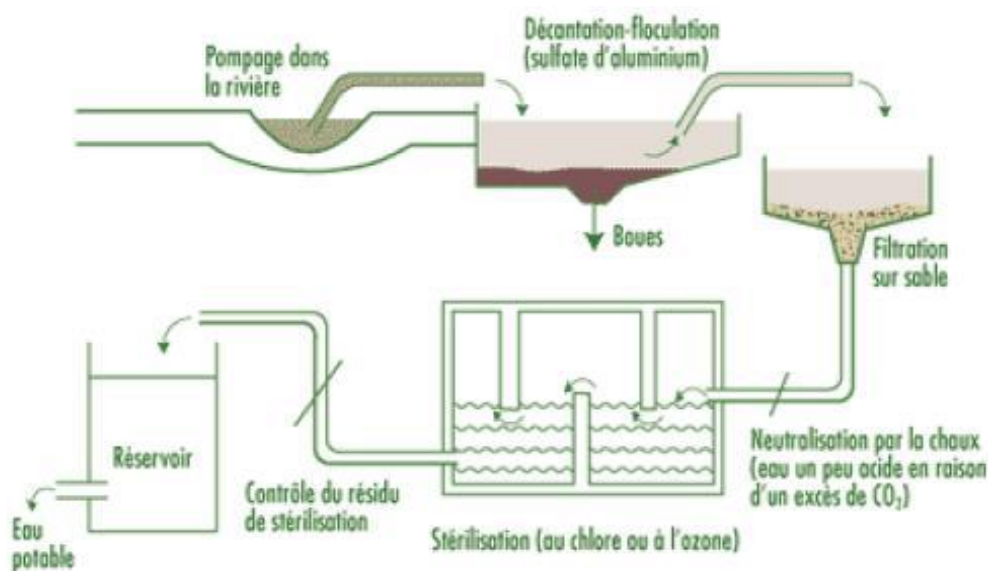


Figure 5 : Les étapes de traitement des eaux de surface.

I.5. L'adduction :

Suivant à AGLI Sohaib, l'adduction d'eau regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites vers les lieux de consommation.

La conduite d'adduction permet de connecter la source d'eau au réservoir de stockage. Il s'agit d'une conduite de grand diamètre car elle est destinée à transporter un débit très important. Afin de faire face aux contraintes du terrain et du relief, il est nécessaire d'accompagner la conduite d'adduction avec différents équipements :

- ✓ Ventouses aux points hauts du tracé pour l'évacuation d'air,
- ✓ Vidanges aux points bas du tracé,
- ✓ Brises charge pour éviter la surpression et la sous-pression dans la conduite. Plusieurs types de dispositifs sont utilisés :
 - Volants d'inertie.
 - Soupapes de décharge.
 - Réservoirs d'air.
 - Cheminées d'équilibre.

En fonction de la position de la source d'eau, on distingue deux types d'adduction :

Adduction gravitaire :

La variation des niveaux hydrauliques est à l'origine de l'écoulement de l'eau : l'altitude de la source est plus élevée que celle du point de consommation, et l'eau se déplace donc par la force de gravité, d'où son nom.

On peut effectuer l'adduction gravitaire soit par l'aqueduc, soit par la conduite forcée. L'écoulement libre de l'eau, c'est-à-dire sans pression, est utilisé avec les aqueducs, grâce à la pente, généralement uniforme sur tout le parcours, que l'on aura étudiée afin de permettre le débit souhaité.

Adduction par refoulement :

Lorsque la source est située à un niveau inférieur au point d'arrivée, l'acheminement de l'eau d'un point à l'autre se fait à l'aide des pompes.

Une station de pompage enregistre les eaux provenant du captage dans cette conduite de refoulement.

Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduites est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

La sélection de la conduite d'adduction doit prendre en considération certains critères que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter.

- ✓ Le tracé doit être le plus court possible ;
- ✓ Aux points hauts du tracé, peuvent se conformés des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparait la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes ;
- ✓ Éviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
- ✓ Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement des matériaux.

I.6 Accumulation (stockage) :

Selon HARTEM Nessrine, afin de répondre à tout moment à la demande d'eau potable des abonnés, des réservoirs sont mis en place pour gérer les pointes de consommation.

Le réservoir de stockage est un bassin qui se remplit lorsque la consommation est faible et qui se vide pendant les périodes de fortes consommations journalières. Le réservoir présente deux utilités (technique et économique) par les multiples fonctions qu'il remplit :

- **Fonctions techniques** : il permet
 - ✓ La régulation du débit pour tous les ouvrages qui se situent en amont et en aval de lui ;
 - ✓ La régulation de la pression dans le réseau de distribution ;
 - ✓ L'assurance de la continuité de l'approvisionnement en cas de panne dans les ouvrages situés dans la partie amont ;
 - ✓ La participation au traitement (utilisation de réactifs).
- **Fonctions économiques** : il permet :
 - ✓ La réduction des investissements sur tous les autres ouvrages du réseau d'A.E.P;
 - ✓ La réduction des coûts de l'énergie ;
 - ✓ Lors de la conception des réservoirs, on est amené à faire plusieurs choix concernant le type de réservoir, son emplacement, sa capacité, son altitude son équipement ;

- ✓ La capacité d'un réservoir dépend du mode d'exploitation des ouvrages de la partie amont et de la variabilité de la demande ;
- ✓ Pour l'emplacement d'un réservoir, selon que l'agglomération est située en plaine ou en terrain accidenté, il peut être soit enterré, soit semi-enterré, soit surélevé.

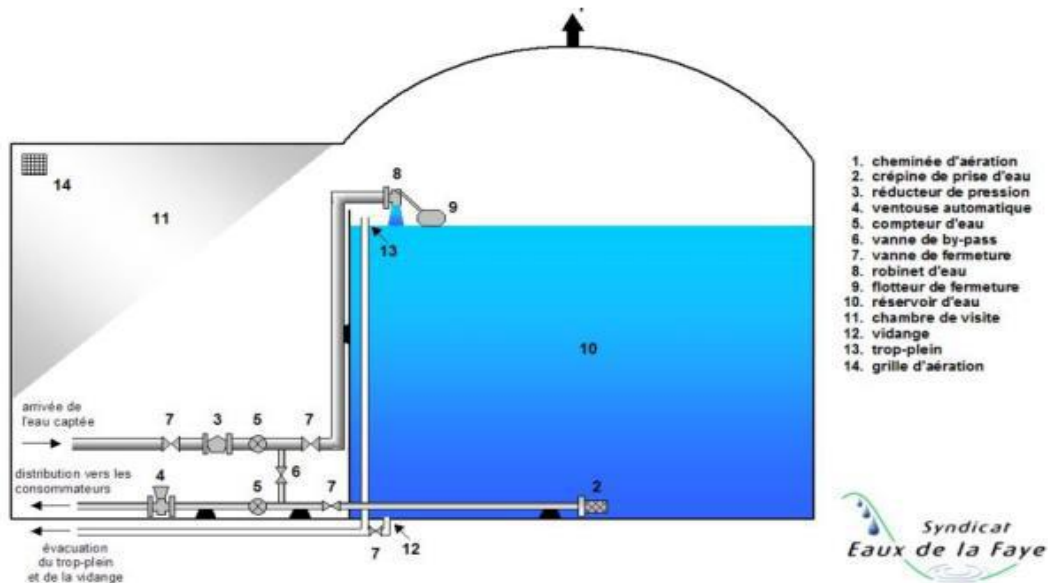


Figure 6 : Réservoir d'eau potable.

I.7. Problèmes pouvant être rencontrés dans un réseau d'AEP :

Différents problèmes peuvent se produire dans un réseau d'AEP, tels que des fuites, les branchements illicites, les erreurs de comptage, les problèmes environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, des ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires, ainsi que des interruptions. À ces difficultés s'ajoutent des difficultés liées à la gestion du réseau.

HARTEM Nessrine

Ces diverses difficultés entraînent le mécontentement des consommateurs qui réagissent en déposant des plaintes concernant les divers services (insuffisance de quantité, mauvaise qualité, interruption de l'alimentation, etc.) au sein des services concernés. On peut classer les divers problèmes survenant dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent être classés en trois grandes catégories :

- ✓ Problèmes induisant les ruptures et les casses ;
- ✓ Problèmes induisant les fuites ;
- ✓ Problèmes induisant la dégradation de la qualité de l'eau.

Conclusion :

Ce chapitre a présenté de manière générale un réseau d'alimentation en eau potable et un ensemble de notions permettant de comprendre le fonctionnement du réseau. Étant donné que l'eau est captée, pompée, traitée, stockée et distribuée. Il est essentiel de la protéger et la considérer comme une ressource nationale, qui a une grande importance pour l'avenir.

**CHAPITRE II : Concepts du diagnostic
technique des réseaux de distribution d'eau
potable**

CHAPITRE II : Concepts du diagnostic technique des réseaux de distribution d'eau potable

Introduction

Le rôle d'un gestionnaire du réseau d'eau potable c'est fournir aux usagers l'eau en quantité suffisante et de meilleure qualité possible ; Pour cela, il a des installations visibles en surface, telles que les stations de traitement, les réservoirs, ainsi que des réseaux de canalisations enfouis dans le sol. Ces installations, une fois construites font l'objet de dégradations dues au temps ou à la corrosion et doivent être surveillées, contrôlées, et entretenues.

Ce chapitre comporte trois points principaux. Nous allons d'abord parler du Système d'alimentation en eau potable. Le second point portera sur la gestion de l'eau en Algérie. Enfin, le dernier point aura pour les pertes d'eaux.

II.1. Système d'alimentation en eau potable

II. 1.1. Définition :

Selon (OIE, 2005) l'eau potable est une eau qui ne devrait pas nuire à la santé, et être agréable à boire. On utilise le terme "eau destinée à la consommation humaine" (Jean-L.C, Jean C-C, 2005).

Selon la loi 05-12 du 4 août 2005 relative à l'eau " en entend par eau de consommation humaine toute eau destinée à :

- La bissons et aux usages domestiques ;
- La préparation de conditionnement et à la conservation de toutes denrées alimentaires."

L'eau rendue potable dans les usines de traitement est stockée dans des réservoirs et acheminée jusqu'au lieu de consommation par un réseau public de canalisations, réseau ensuite raccordé à un réseau de conduites privées via un compteur. Louise Schriver-Mazzouli (2014)

II.1.2. Les installations d'alimentation de l'eau potable :

Igor Blindu (2004), le système d'alimentation en eau potable est constitué de toutes les infrastructures et installations requises pour répondre à tous les besoins des zones urbaines et industrielles.

II. 1.2.1. Installation de captage :

Il s'agit de tous les équipements qui permettent d'extraire de l'eau à l'état brut de la ressource en eau. L'origine de cette dernière peut être différente : une eau de surface comme une rivière,

un plan d'eau, une retenue de barrage ou une eau de profondeur comme un puits ou un forage, des nappes.

Captage des eaux surfaces :

- **Captage en rivière :**

Il est nécessaire de procéder à la prise en amont des agglomérations afin d'éviter la pollution des eaux par les résidents.

- **Captages à partir d'un barrage (ou lac) :**

La prise à partir d'un barrage est utilisée lorsque les débits captés sont élevés. Il est recommandé de procéder à la prise à une profondeur où l'eau est de qualité et à une température inférieure à 15°C, car les eaux tièdes favorisent le développement des microbes.

Captages des eaux souterraines :

Selon Igor Blindu, l'accès à la nappe peut s'effectuer comme suit :

- Verticalement par des puits.
- Horizontalement par des drains.
- Par combinaison des 2 procédés en utilisant des puits à drains rayonnants.

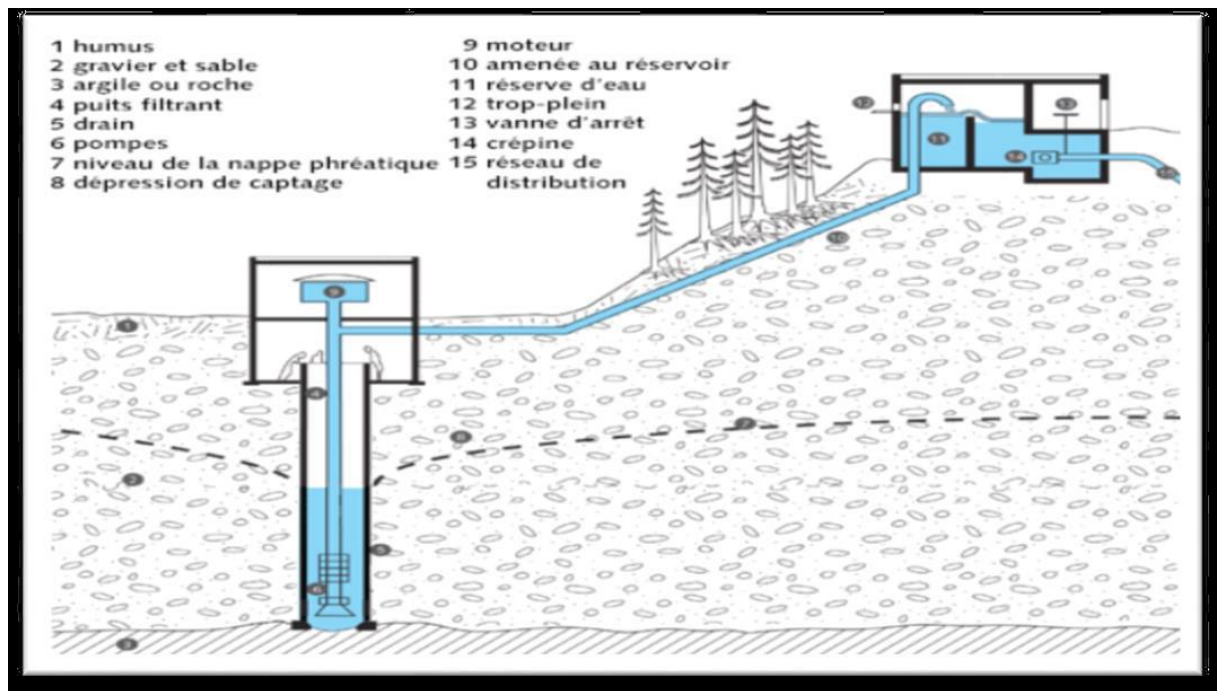


Figure 7: Captage des eaux souterraines

II. 1.2.2. Installation de pompage :

Dans un réseau d'eau potable, il est possible de pomper l'eau à plusieurs reprises pendant son cheminement :

- Dans les stations de pompage, généralement entre la ressource, le traitement et/ou les réservoirs ;
- Dans les stations de reprise pour alimenter des réservoirs secondaires implantés sur le réseau ;
- Dans les surpresseurs pour desservir des usagers situés aux extrémités du réseau sur des points hauts, ou dans des immeubles.

L'énergie consommée pour la fourniture d'eau est presque entièrement consommée par les pompes. (Jean-L C, Jean-Cland C, p.18)

II. 1.2.3. Installation de traitement :

L'eau naturelle n'est pas directement consommable et telle doit donc être traitée.

Il s'agit de toutes les installations qui permettent de transformer en eau potable une eau naturelle récemment captée. Le processus de traitement peut être extrêmement simple, comme c'est le cas pour une eau de profondeur, ou peut-être complexe, comme c'est le cas pour une eau de surface. (Nesrine Badjadj)

Par exemple en France les stations de traitement ou de potabilisation de l'eau captée sont de tailles très différentes, 50% d'entre elles sont de petite taille et traitent moins de 100 m³ d'eau (généralement souterraine) par jour avec des traitements simples. La moitié des débits d'eau sont produits par 2% des stations de grande capacité. (Louise Shsiver)

La filière de traitement des eaux destinées à la consommation humaine doit inclure en priorité une excellente désinfection précédée, au plus de trois groupes d'étapes de traitement (prétraitements physiques, et chimiques, clarification, traitements d'affinage), selon la qualité de l'eau à traiter :

✓ **Premières étapes : prétraitement physique et chimique**

Selon Bernard Legube (2015), l'étape de prétraitements physiques et chimiques et systématique en traitement des eaux superficielles, à la prise d'eau et/ou sur l'usine (dégrillage au minimum, dessablage, débourbage, déshuilage, micro tamisage). Elle peut être suivie, sur l'usine, d'une pré-oxydation (généralement par ozonation).

✓ **Deuxième étape : clarification**

En raison de Nesrine Badjadj, la clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les matières en suspension **MES** (minérales et organiques) d'une eau brute ainsi que des matières organiques dissoutes.

En général, pour les eaux de surface, on procède à une clarification complète comprenant la coagulation, la floculation, la décantation (ou flottation) et la filtration. Pour les eaux très turbides (MES > 5g/L), une pré-décantation (ou débourbage) doit être pratiquée avec coagulation alors que, pour les eaux peu turbides (nappe alluviale ou eau souterraine d'origine karstique), une simple (ou double) filtration avec coagulation sur filtre ou encore une filtration sur membrane d'ultrafiltration peuvent suffire.

✓ **Troisième étape éventuelle : finition**

D'après Bernard, la phase finale ou d'affinage à long terme implique une filtration sur charbon actif en grains (CAG), généralement précédée d'une ozonation. Bien qu'également utilisée en eau souterraine, notamment lors d'une dénitrification ou de l'élimination de pesticides, cette étape est principalement utilisée pour le traitement des eaux de surface.

II. 1.2.4. Installation de d'adduction :

Selon la localisation de la source, on peut distinguer deux catégories d'adduction :

- **Adduction gravitaire :** le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération.
- **Adduction de refoulement :** Pour une adduction de refoulement, le niveau de captage est inférieur à celui du réservoir d'accumulation. Une station de pompage refoule les eaux provenant du captage dans cette conduite de refoulement.

II. 1.2.5. Installation de stockage :

Suivant de Nesrine Badjadj, l'installation de stockage c'est l'ensemble des ouvrages du génie civil qui assurent principalement l'emménagement de l'eau dans le réservoir.

Il est essentiel de conserver l'eau entre le point de traitement et le point de consommation (en la stockant près de l'usine et en la stockant dans des réservoirs intermédiaires sur le réseau), car le débit consommé par l'utilisateur varie.

Le stockage assure une pression constante dans le réseau et permet de répondre aux demandes critiques pendant les heures de pointe. Il sert également de réserve pour éteindre les incendies et en cas de rupture d'adduction.

Il est possible de trouver des réservoirs sous forme de baches enterrées ou de châteaux d'eau, où des pompes poussent l'eau sous pression dans des conduites jusqu'au réservoir.

Le réservoir situé en hauteur d'une ville ou d'un village assure une pression régulière alors que pour le réservoir à une zone plate, des surpresseurs électriques sont utilisés pour maintenir une pression constante.

La nature de revêtement des cuves de stockage doit répondre aux qualités suivantes : bonne étanchéité à l'eau, faible rugosité, faible porosité, forte compacité, résistance à l'abrasion, entretien facile.

Il est nécessaire de vider, de nettoyer et de désinfecter les réservoirs au moins deux fois par an avec des produits conformes aux normes pour éviter toute dégradation de la qualité de

l'eau. Ils ne doivent pas être exposés à la lumière (éclairage naturel) pour empêcher la croissance d'algues et de garantir une bonne ventilation des orifices.

II. 2- 6 Installation de distribution :

Une distribution d'eau est une installation qui assure l'approvisionnement en eau. Une fois le processus de potabilisation terminé, l'eau est stockée dans un réservoir ou un château d'eau avant d'être distribuée à la population et aux autres utilisateurs (industries, entreprises, administrations, lutte contre les incendies, nettoyage des rues, etc.).

En accord avec Igor, l'eau est distribuée à partir du ou des réservoirs vers un réseau de canalisations sur lesquelles les branchements seront piqués en vue de l'alimentation des abonnés. Pour qu'un réseau de distribution puisse donner des performances satisfaisantes, il faut qu'il puisse fournir, à des pressions adaptées aux hauteurs des immeubles, les débits et les volumes d'eau nécessaires, et ce, en permanence tout au long de sa durée de vie utile.

Il est essentiel de séparer physiquement l'infrastructure de distribution d'eau de toute installation privée telle que le réseau d'arrosage ou d'incendie, le réseau agricole, etc.

Les conduites de distribution sont enterrées sous les trottoirs dans les villes, en suivant le tracé des rues.

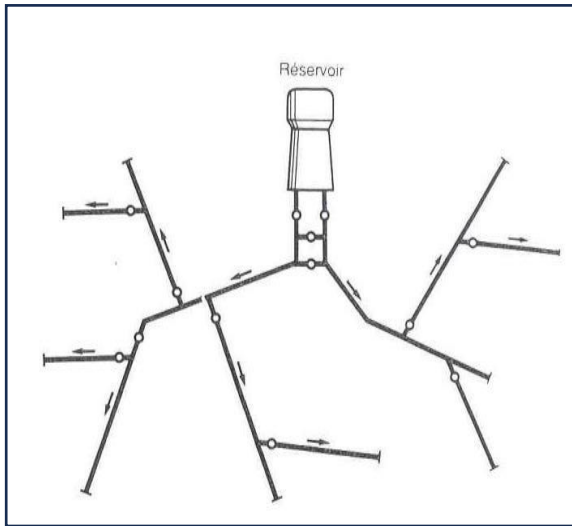
On distingue deux types de réseaux :

- **Le réseau ramifié (structure d'arbre) :**

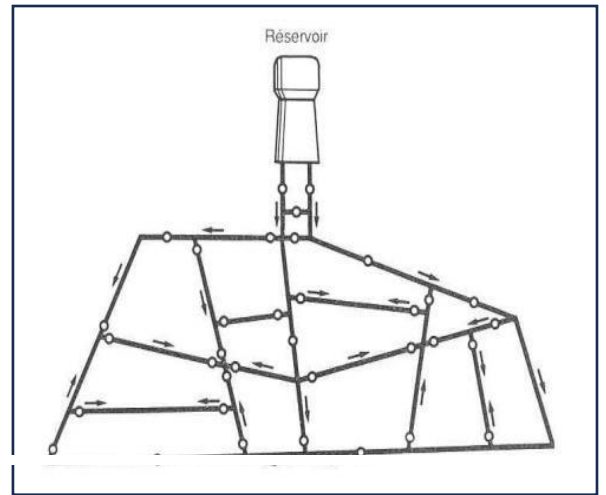
Où l'eau se déplace dans un seul sens à travers toutes les canalisations. Le désavantage réside dans le fait que, en cas de rupture d'un conduit principal, tous les utilisateurs situés en aval sont privés d'eau jusqu'à la réparation ;

- **Le réseau maillé :**

Pres de Louis Shciver, le tarif est plus élevé que le précédent, où les connexions des extrémités permettent une alimentation en retour de la canalisation primaire et secondaire avec une alimentation de plusieurs cotés. Par conséquent, en cas de rupture de conduite, celle-ci peut être isolée, les abonnés en aval ne sont pas privés d'eau.



Réseau ramifié



Réseau maillé

Figure 8 : les types principaux de réseau de distribution

Le réseau se compose généralement d'une partie maillée et d'une partie ramifiée. Les centres de ville et les quartiers à forte densité de population sont donc desservis par les parties maillées, alors que les quartiers périphériques le sont par la partie ramifiée.

- **Réseau mixte**, qui est un réseau maillé comportant, en cas de besoin, quelques ramifications permettant d'alimenter quelques zones isolées de la ville (zones industrielles ou zones rurales).

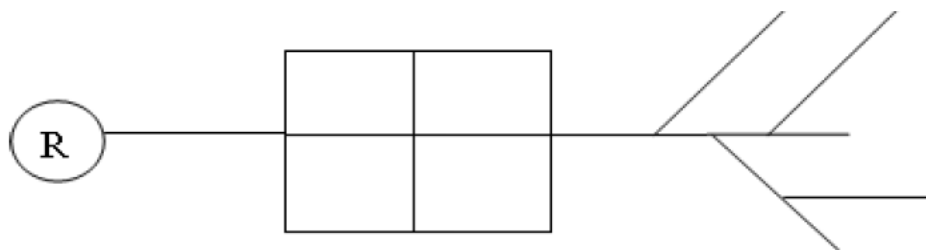


Figure 9 : Réseau mixte

II.2 L'exploitation et la gestion de l'eau en Algérie :

La durabilité de l'accès aux ressources en eau est une préoccupation majeure qui touche tous les pays du bassin méditerranéen. En raison du changement climatique et de la croissance urbaine et démographique prévue dans la région, il est possible que la situation de stress hydrique se détériore. Il touche déjà la majorité des pays du Sud et de l'Est de la Méditerranée.

En Algérie, plusieurs facteurs peuvent expliquer la situation de stress hydrique, on site :

-Les retards accumulés dans les décennies 1980 et 1990 pour adapter l'offre à la demande d'eau. Effectivement, le taux de ressources en eau par habitant et par an, qui était de 1500 m³ en 1962, a diminué à 720 m³ en 1990 et à 630 m³ en 1998 et de 500 m³ aujourd'hui, traduisant ainsi le décalage par rapport à la croissance démographique ;

- Les **contraintes physiques** liées au relief et à la morphologie du pays ;

- La baisse de la pluviométrie depuis trois décennies, avec un pic de sécheresse en 2001-2002 ;

- Dans l'Ouest algérien, le **phénomène de désertification** des sols renforce la menace de sécheresse et d'évapotranspiration.

- La demande en eau a augmenté de quatre fois en quarante ans, en particulier dans le Nord du pays et dans les zones urbaines (neuf Algériens sur dix résidents dans le Nord du pays, ce qui représente 13 % de la superficie nationale, et six Algériens sur dix résidents dans plus de 550 agglomérations urbaines).

II.3. Présentation de l'Algérienne Des Eaux :

Sous l'autorité du ministère des Ressources en Eau, l'Algérienne Des Eaux (ADE) est une entreprise publique nationale à caractère industriel et commercial qui possède la personnalité morale et l'indépendance financière.

L'ADE s'est engagée dès sa création à mettre en œuvre ses structures, à stimuler la gestion et à résoudre les problèmes liés au transfert des établissements responsables de la distribution de l'eau (régionaux et de wilaya).

Les 42 unités de distribution de l'ADE sont réparties en 15 zones, chacune gérant deux à quatre unités. En plus des unités de distribution, les zones d'Annaba, Constantine, Oran, Sétif

et Souk-Ahras comprennent des Unités de production et des Unités travaux qui leur sont directement rattachées.

L'ADE est actionnaire dans quatre sociétés par action (filiales), créées par des capitaux conjoints entre l'Algérienne des Eaux (ADE) et l'Office National de L'Assainissement (ONA) :

- ✓ La SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger)
- ✓ La SEOR (Société des Eaux et de L'Assainissement d'Oran)
- ✓ La SEACO (Société des Eaux et de l'Assainissement de Constantine)
- ✓ La SEATA (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Annaba et El-Tarf)

L'ADE dispose d'un Conseil d'Orientation et de Surveillance (COS). Le Directeur Général est responsable de la mise en place des orientations et des délibérations du COS. Le conseil d'orientation et de surveillance (COS) est composé de membres des divers départements ministériels. Il discute en particulier de :

- ✓ Le programme de mise en œuvre de la politique de l'eau potable ;
- ✓ Les projets et plans de développement à court, moyen et long terme ;
- ✓ Le programme annuel d'activité de l'établissement et le budget y afférent ;
- ✓ Les règles et conditions générales de passation de contrats ;
- ✓ Les accords et conventions collectifs ;
- ✓ Les bilans et comptes de résultats ;
- ✓ Les rapports du commissaire aux comptes.

La mission de l'ADE est d'assurer la disponibilité de l'eau aux citoyens par l'exploitation, la gestion et la maintenance des systèmes et installations en réalisant les opérations suivantes :

- ✓ La production, le transport, le traitement, le stockage et l'adduction ;
- ✓ La distribution, la facturation de l'encaissement ;
- ✓ L'approvisionnement en eau potable et industrielle ;
- ✓ Le développement des infrastructures ;
- ✓ La surveillance et contrôle de la qualité de l'eau distribuée ;
- ✓ La décentralisation de la gestion de l'eau pour permettre aux structures déconcentrées d'être plus opérationnelles et plus efficaces dans la mise en œuvre des programmes de développement ;

- ✓ L'implication d'opérateur privé, nationaux ou étrangers, dans la gestion du service public favorisant ainsi l'introduction des normes de gestion universelles ;
- ✓ L'initialisation de toutes actions visant l'économie de l'eau (lutte contre le gaspillage).

Plusieurs projets ont été réalisés par l'ADE pour garantir la mise en place de la politique nationale à travers tout le pays, ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures qui y sont liées. Parmi ces œuvres, on peut identifier :

- **Les transferts** : Transfert de In Salah Tamanrasset, Transfert de Béni-Haroun, transfert à partir de Koudiet-Médouar pour l'alimentation des villes de Batna, Khenchela, Barika et Arris, Transfert des eaux de la nappe de Chott-El-Gharbi vers les wilayas de Naama, Tlemcen, et Sidi-Bel-Abbès.
- **Réhabilitation des systèmes d'AEP des villes** : Opération achevées, travaux en cours pour : Saida, Bechar, Blida, Djelfa, Mila, et Garem. Etudes à lancer pour : Médéa, Biskra, Ouargla, Touggourt et Bouira.
- **Installation des stations de dessalement sur les réseaux d'eau potable en aval** : Skikda, Alger (El-Hamma), Béni-Saf, Oran (Arzew et Mektaa), Tlemcen (Souktleta et Hounanine), Ténès, Mostaganem, Cap Djanet et Fouka.
- **Station de déminéralisation** : Touggourt, Ouargla, El Oued et Tindouf.

II.1. Définition de La perte d'eau ou l'eau de Non-Revenu (NRW) :

D'après Bounab Dounya, la perte d'eau, également appelée eau de Non-Revenu (NRW), désigne l'inefficacité dans les opérations de livraison et de mesure de l'eau dans les réseaux de transmission et de distribution, et peut représenter une part significative de la production totale d'eau pour certains systèmes. On peut calculer les pertes d'eau pour un système complet ou pour un système partiel en fonction de la différence entre le volume d'eau entrée dans les systèmes et le volume de consommation autorisé. Les pertes d'eau se composent de pertes vraies (réelles, physiques) et apparentes (souvent désignées comme commerciales) :

II.4.1. Les pertes vraies (physiques sou réelles) :

Sont des pertes physiques causées par des fuites, des éclatements et des débordements du système pressurisé, allant jusqu'à doser les raccordements de service. La plupart des eaux non facturées sont constituées de fuites du réseau de distribution, ainsi que de défaillances des

canalisations et des branchements, ainsi que sur des appareils et des pièces spéciales tels que les joints et les emboîtures des tés, les cônes de réduction, les divergents, les brides ou les plaques pleines...

Les fuites sont principalement causées par une mauvaise étanchéité des canalisations et de leurs équipements. Il existe de nombreux facteurs de risque.

II.4.2. Les apparentes (commerciales) :

Il s'agit de pertes qui incluent la consommation non autorisée (vol et utilisation illégale). Aussi connu sous le nom de pertes commerciales. Ces problèmes sont généralement causés par des fraudes de différentes natures touchant évidemment les branchements clandestins, des erreurs liées à la gestion (disfonctionnement des compteurs, erreur lors de la relève de compteur, forfait - contrairement à la facturation réelle).



Figure 10 : les pertes d'eau (1 : pertes physiques ; 2 : Pertes apparentes)

La figure suivante regroupe l'ensemble des pertes physiques et apparentes d'eau dans les Réseau AEP.

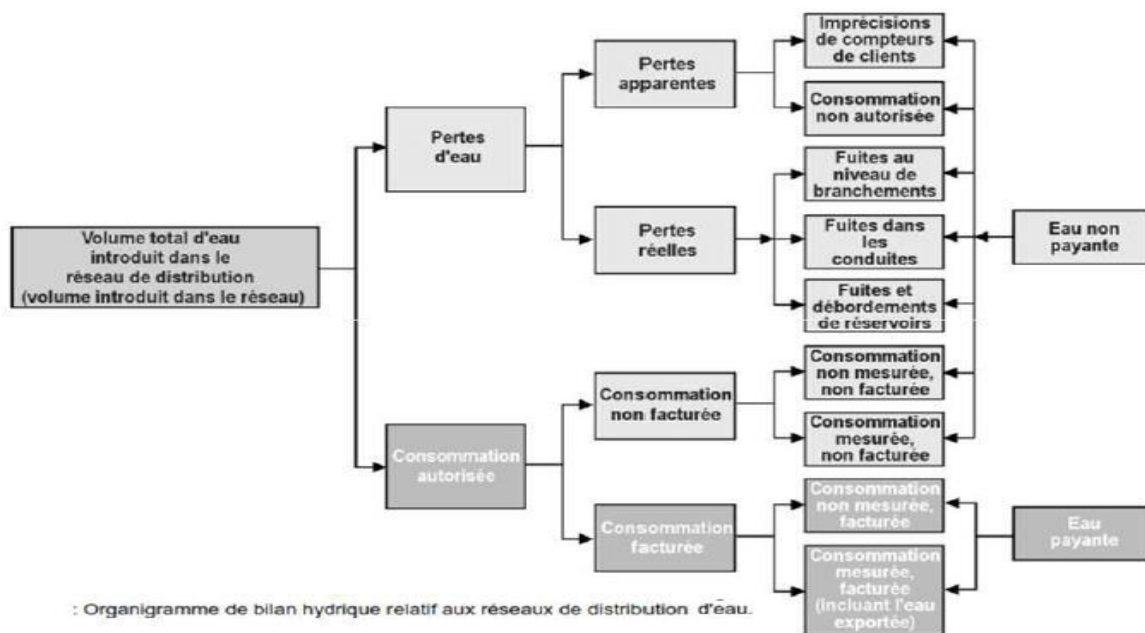


Figure 11 : Aperçu détaillé sur les pertes physiques et apparentes

Un niveau élevé de la perte vraie ou physique réduit la quantité de l'eau précieuse qui parvient aux clients, augmente les frais d'exploitation de l'utilité et rends les investissements de capitaux dans de nouvelles compréhensions de ressource plus grands. Les pertes apparentes ou commerciales élevées diminuent le courant de revenus principal vers l'utilité.

II.4.3. Les causes des fuites :

Les causes les plus communes des fuites sont les suivantes :

- ✓ Mauvaises installation et fabrication des conduites ;
- ✓ Mauvais choix de matériaux des conduites ;
- ✓ Une mauvaise manipulation de matériaux avant l'installation ;
- ✓ Remblai incorrect ;
- ✓ L'instabilité de la pression ;
- ✓ Variations de la pression ;
- ✓ L'excès de la pression ;
- ✓ La corrosion ;
- ✓ Les vibrations et le chargement de la circulation ;
- ✓ Les conditions environnementales telles que le froid et le chargement ;
- ✓ Manque d'entretien approprié.

II.4.4. Les impacts des fuites :

Les impacts sont nombreux et se retrouvent, par exemple, sous forme de :

- Un excès de prélèvements dans les cours d'eau et les nappes mettant en danger la ressource eau ;
- Le traitement et la distribution d'eau potable, ainsi que la collecte et le traitement des eaux usées, entraînent des coûts variables supplémentaires ;
- Il est inutile de mobiliser la capacité des installations construites pour accomplir ces mêmes tâches. Investissements inutilement avancés pour augmenter la capacité des installations ;
- Les dégâts à la propriété publique et privée causés par les fuites ;
- L'image du gestionnaire du réseau de distribution se détériore suite à des fuites répétées.



Figure 12 : Impact des fuites

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit d'une manière générale le système d'alimentation en eau potable et l'ensemble de notions permettant de mieux comprendre le fonctionnement du réseau, et nous avons donné un aperçu sur la gestion de l'eau en Algérie. Enfin, nous avons évoqué le problème des pertes d'eau dans les systèmes de distribution d'eau potable.

Chapitre III : Analyse de la fiabilité des systèmes d'eau potable à faible niveau de comptage

Chapitre III : Analyse de la fiabilité des systèmes d'eau potable à faible niveau de comptage

Introduction :

Dans cette section du mémoire, nous exposons la mesure et l'analyse de la consommation d'eau potable dans la région de Biskra dans le sud algérien, en utilisant une extrapolation à partir d'un panel d'abonnés pour lesquels les données de prélèvement sont mesurées. Nous exposons aussi les études réalisées sur les fluctuations de la consommation d'eau potable et les résultats obtenus concernant la demande moyenne individuelle en eau dans cette région. Notre objectif sera donc de proposer les recommandations requises afin d'améliorer notre compréhension du fonctionnement des systèmes de distribution et des divers paramètres de la consommation d'eau en Algérie.

III.1. Localisation géographique de la wilaya de Biskra :

La wilaya de Biskra se situe au Nord-est du Sahara Septentrional, elle est située au Sud-Est de l'Algérie aux portes du Sahara. Avec une altitude de 112 m au niveau de la mer. Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie Le Chef lieu de la wilaya est situé à 400 km au Sud-est de la capitale, Alger.

Elle s'étend au Sud – Est jusqu'à la zone de Chott Melghir et au Sud-Ouest jusqu'au le commencement du grand Erg oriental. Elle s'étend sur une superficie de 21 671,24 km²

La wilaya de Biskra est limitée par celle.

- ✓ De Batna au Nord ;
- ✓ De M'sila au Nord-Ouest ;
- ✓ Et celle de Khanchela au Nord et à l'Est ;
- ✓ De Djelfa au Sud-Ouest ;
- ✓ D'El Oued au Sud.

La Wilaya de Biskra comprend 11 Daïra et 33 Communes. Dans cette étude, Nous présentons les analyses effectuées sur quatre communes : Biskra, Sidi Okba, Tolga, El-Hadjeb.

III.2. Taux des abonnés avec compteur :

Nous pouvons voir dans le tableau ci-dessous (tableau 1) que Biskra a le plus grand nombre d'abonnés, avec 54 645, ce qui signifie 273 225 habitants. Parmi eux, 191 316 n'ont pas de compteurs. Cela peut sembler beaucoup, mais nous pouvons rapidement constater que cela ne représente pas le taux le plus élevé parmi les quatre communes, et nous le prouverons en calculant et en donnant une estimation.

1 Abonnée = 6 habitants

Commune	Nbre Abonnés (Domestique)			Nbre Abonnés (Non Domestique)			Nbre Abonnés		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	22 759	31 886	54 645	2 110	322	2 432	24 869	32 208	57 077
SIDI OKBA	3 348	3 888	7 236	244	40	284	3 592	3 928	7 520
TOLGA	7 146	4 359	11 505	426	147	573	7 572	4 506	12 078
ELHADJB	84	978	1 062	29	51	80	113	1 029	1 142
Total	33 337	41 111	74 448	2 809	560	3 369	36 146	41 671	77 817

Tableau 01 : Nombre d'habitants globale (avec et sans compteur)

Le graphique suivant montre l'état des nombres de consommateurs d'eau potable dans les différentes localités de la région de Biskra.

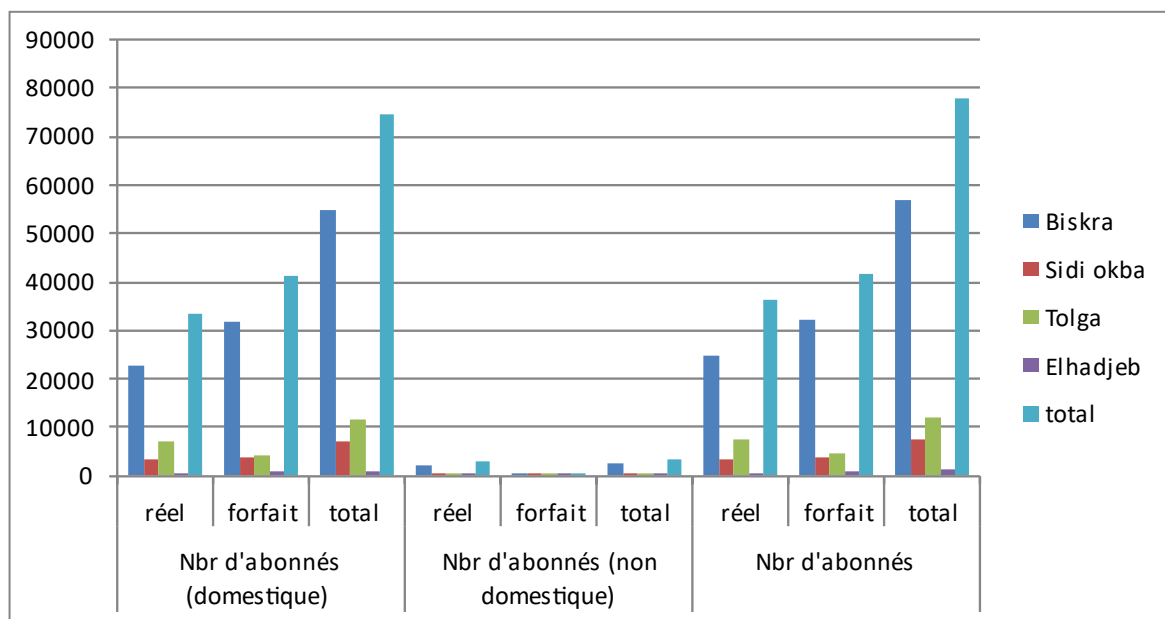


Figure 13 : Nombre d'habitants globale (avec et sans compteur)

La ville de Tolga affiche le taux le plus élevé, à 63 % avec compteur, ce qui est encourageant car cela signifie que notre étude sera plus précise concernant le système d'AEP en eau. Ainsi, nous pourrions le maintenir correctement et obtenir de meilleures données sur la production et la consommation d'eau. En revanche, El Hadjeb n'a que 10 % d'abonnés avec compteur, ce qui est préoccupant car cela signifie que toutes nos estimations seront approximatives et avec beaucoup d'incertitudes. Par contre, dans les villes de Biskra et Sidi Okba le taux de l'utilisation du comptage domestique se situe entre 44 % et 48 %, ce qui est considéré comme acceptable, mais nous espérons des améliorations futures dans le domaine de la généralisation du comptage.

Taux d'abonné avec compteur = Nbr abonnés réel / Nbr abonnés total

	Taux d'abonné
BISKRA	44%
SIDI OKBA	48%
TOLGA	63%
ELHADJEB	10%

Tableau 02 : Taux D'abonné avec compteur en 2023

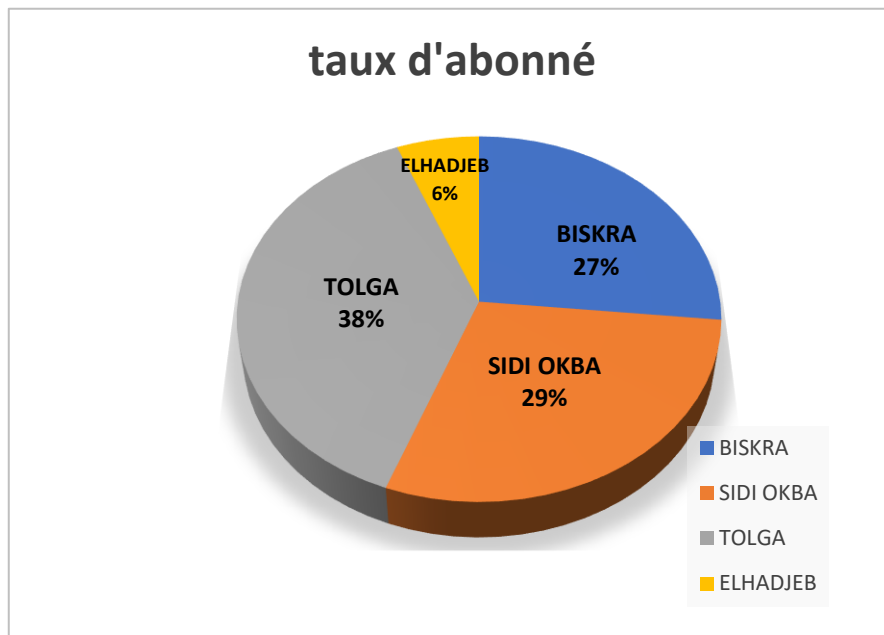


Figure 14 : Taux D'abonné avec compteur en 2023

III.3. Usagers d'eau potable :

Consommation domestique et non domestique :

La région souffre d'un manque généralisé de compteurs d'eau, entraînant des estimations peu fiables de la consommation. Cette lacune compromet la gestion efficace des ressources en eau et la planification des infrastructures. Certains endroits, comme Tolga, ont des pourcentages élevés de compteurs, offrant une meilleure représentation des données. En revanche, des municipalités comme El Hadjeb affichent des taux alarmants de non-abonnés, conduisant à une sous-représentation significative de la consommation réelle. Pour surmonter ces défis, des investissements dans l'installation de compteurs d'eau sont nécessaires pour collecter des données précises et promouvoir une gestion durable de l'eau.

Dans les tableaux 3, 4, 5 et les graphes on présente le bilan des différentes consommations facturées dans la ville de Biskra.

Année 2021

Commune	Volume facturé (Domestique)			Volume facturé (Non Domestique)			Volume facturé		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	2 295 480	5 810 183	8 105 663	1 428 584	1437158	2 865 742	3 724 064	7 247 341	10 971 405
SIDI OKBA	318 354	781 043	1 099 397	151 312	50966	202 278	469 666	832 009	1 301 675
TOLGA	718 397	828 747	1 547 144	142 239	222449	364 688	860 636	1 051 196	1 911 832
ELHADJEB	6 682	214 381	221 063	144 886	28889	173 775	151 568	243 270	394 838
Total	3 338 913	7 634 354	10 973 267	1 867 021	1 739 462	3 606 483	5 205 934	9 373 816	14 79750

Tableau 03 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2021

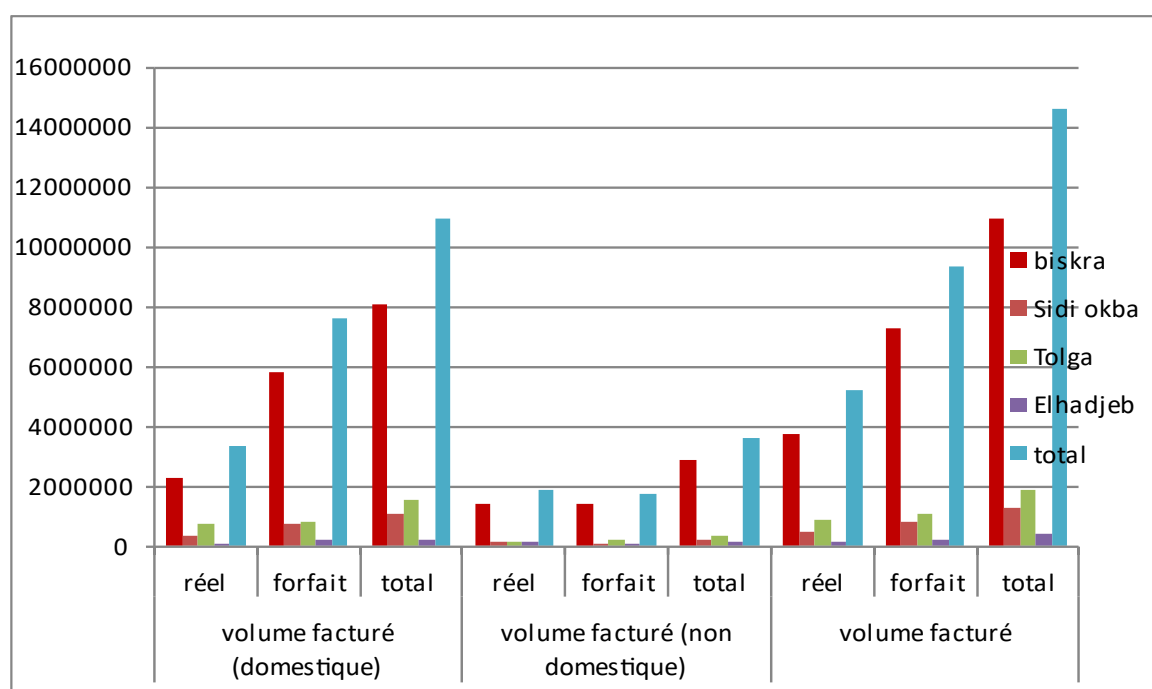


Figure 15 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2021

Année 2022

Commune	Volume facturé (Domestique)			Volume facturé (Non Domestique)			Volume facturé		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	2 146 195	6 477 599	8 623 794	1 618 430	1 209 138	2 827 568	3 764 625	7 686 737	11 451 362
SIDI OKBA	343 745	833 822	1 177 567	136 345	68 197	204 542	480 090	902 019	1 382 109
TOLGA	639 452	914 404	1 553 856	144 141	211 412	355 553	783 593	1 125 816	1 909 409
ELHADJEB	6 015	215 170	221 185	85 650	92 326	177 976	91 665	307 496	399 161
Total	3 135 407	8 440 995	11 576 402	1 984 566	1 581 073	3 565 639	5 119 973	10 022 068	15 142 041

Tableau 04 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2022

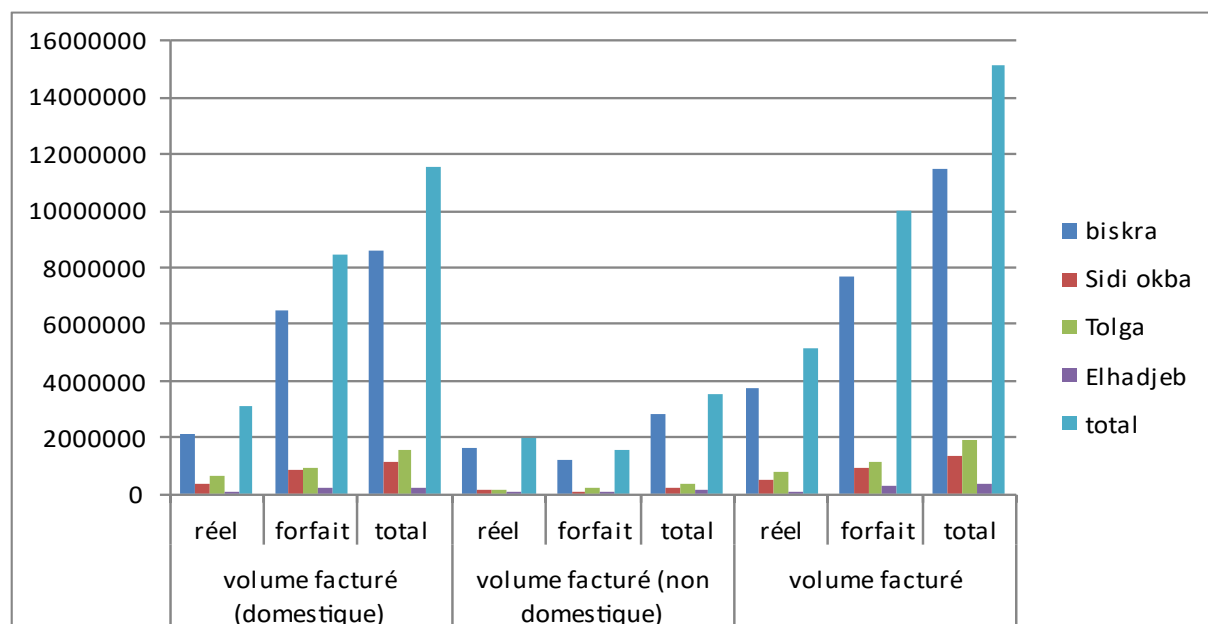


Figure 16 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2022

Année 2023

Commune	Volume facturé (Domestique)			Volume facturé (Non Domestique)			Volume facturé		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	1 957 561	7 951 832	9 909 393	1 414 895	1 097 524	2 512 419	3 372 456	9 049 356	12 421 812
SIDI OKBA	322 680	950 579	1 273 259	141 647	141 490	283 137	464 327	1 092 069	1 556 396
TOLGA	756 807	1 192 237	1 949 044	137 973	207 954	345 927	894 780	1 400 191	2 294 971
ELHADJEB	6 322	328 299	334 621	49 440	38 406	87 846	55 762	366 705	422 467
Total	3 043 370	10 422 947	13 466 317	1 743 955	1 485 374	3 229 329	4 787 325	11 908 321	16 695 646

Tableau 05 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2023

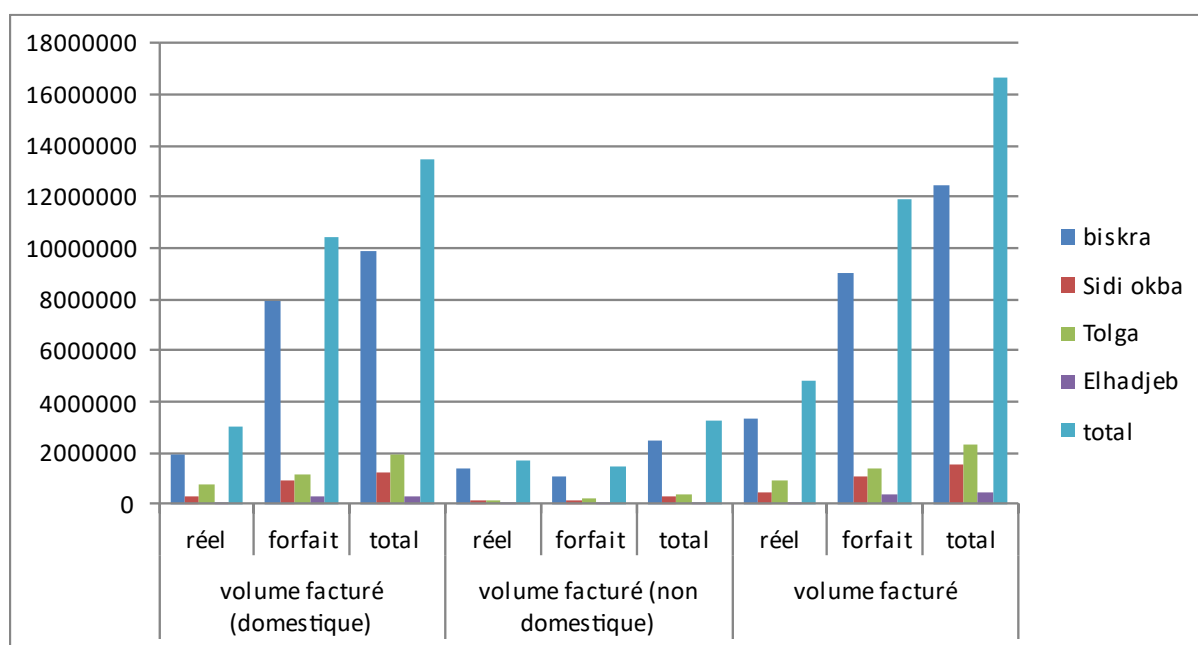


Figure 17 : Consommation domestique et non domestique (réel et forfait) en 2023

Calcul de la consommation domestique sans compteur

Une grande partie de la consommation domestique a été estimée par l'exploitant sur une base forfaitaire, ce qui est un processus peu fiable avec trop d'incertitudes. Cependant, nous sommes obligés d'extrapoler la consommation comptabilisée par le système de comptage à l'ensemble de la population. Concrètement, il s'agit de faire une extrapolation proportionnelle des quantités consommées par les abonnés équipés de compteurs à l'ensemble de la population

concernée. Cette démarche peut être considérée comme une alternative pour une bonne compensation de manque de données fournies par le service des eaux. Cette démarche a abouti aux résultats suivants :

Consommation par abonné = Volume FAC DOM réel / Nombre abonnées DOM réel

Volume total domestique = Consommation par abonné * Nombre total des abonnés

Commune	Consommation par abonné	Volume annuel de la consommation totale domestique (m3/an)
BISKRA	101	5 511 512
SIDI OKBA	95	688 055
TOLGA	101	1 156 613
ELHADJEB	80	84 480

Tableau 06 : Consommation domestique totale en 2021

Commune	Consommation par abonné	Volume annuel de la consommation totale domestique (m3/an)
BISKRA	86	4 925 746
SIDI OKBA	96	719 644
TOLGA	84	1 019 982
ELHADJEB	113	129 046

Tableau 07 : Consommation domestique totale en 2022

Commune	Consommation par abonné	Volume annuel de la consommation totale domestique (m3/an)
BISKRA	86	4 700 159
SIDI OKBA	96	697 405
TOLGA	106	1 218 453
ELHADJEB	75	79 928

Tableau 08 : Consommation domestique totale en 2023

III.4. Évaluation des pertes d'eau :

La production d'eaux à Biskra

La production d'eau par commune constitue une pièce maîtresse de l'infrastructure hydrique. Les chiffres présentés dans les tableaux 9, 10 et 11 fournissent un aperçu précieux de la capacité d'approvisionnement en eau de chaque zone, offrant ainsi des informations essentielles pour la planification et la gestion des ressources hydriques.

Année 2021

Commune	Volume produit (m3)			Volume distribué (m3)		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	20 962 665	3 511 587	24 474 252	12 660 583	9433888	22 094 471
SIDI OKBA	2 282 652	598 097	2 880 749	1 884 917	677966	2 562 883
TOLGA	3 263 450	765 081	4 028 531	2 282 925	1372804	3 655 729
ELHADJEB	824 196	51 287	875 483	696 656	94673	791 329
Total	27 332 963	4 926 052	32 259 015	17 525 081	11 579 331	29 104 412

Tableau 09 : Volumes produits et distribués (avec et sans compteur)

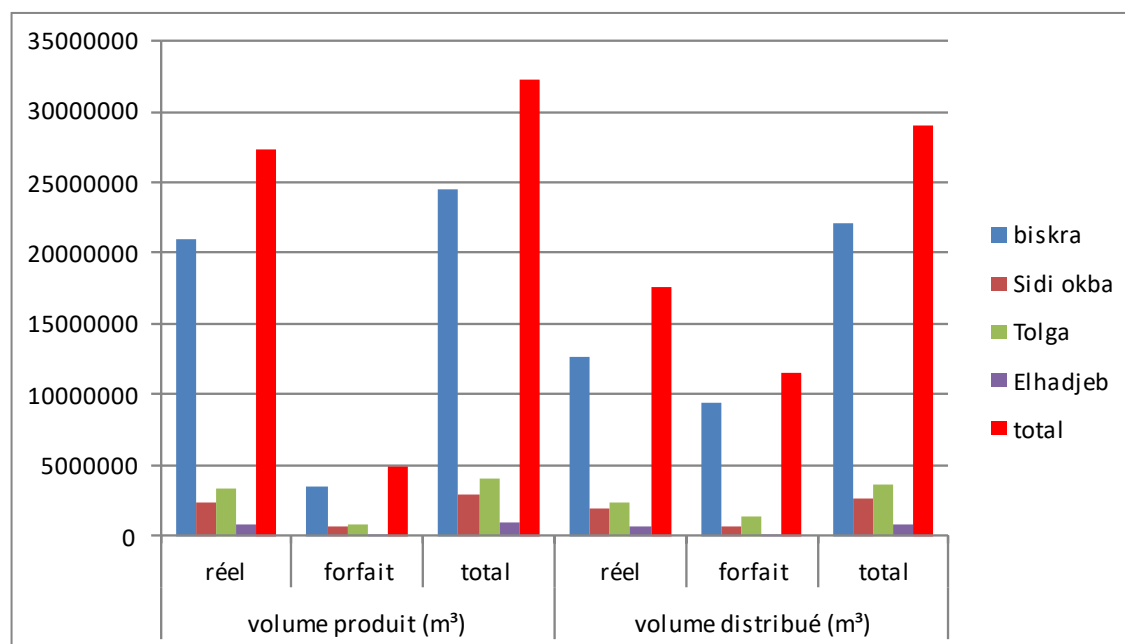


Figure 18 : Volumes produit et distribue (avec et sans compteur)
En 2021

Année 2022

Commune	Volume produit (m3)			Volume distribué (m3)		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	19 949 253	4 008 871	23 958 124	11 454 037	10294320	21 748 357
SIDI OKBA	2 124 294	1 027 993	3 152 287	2 244 173	575100	2 819 273
TOLGA	3 064 535	916 416	3 980 951	2 268 404	1354484	3 622 888
ELHADJEB	678 465	118 348	796 813	668 258	54595	722 853
Total	25 816 547	6 071 628	31 888 175	16 634 872	12 278 499	28 913 371

Tableau 10 : Volumes produit et distribue (avec et sans compteur)

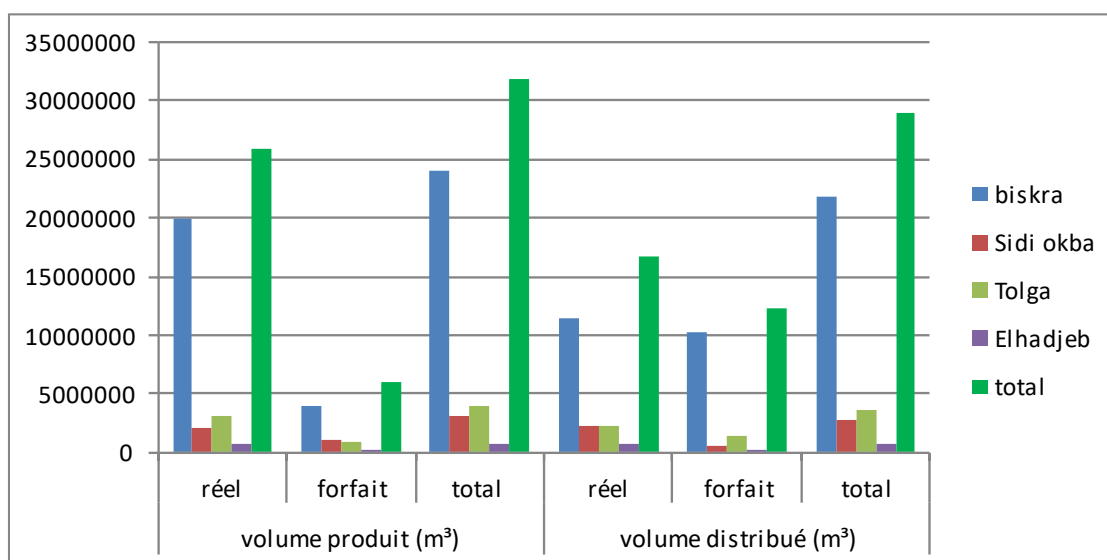
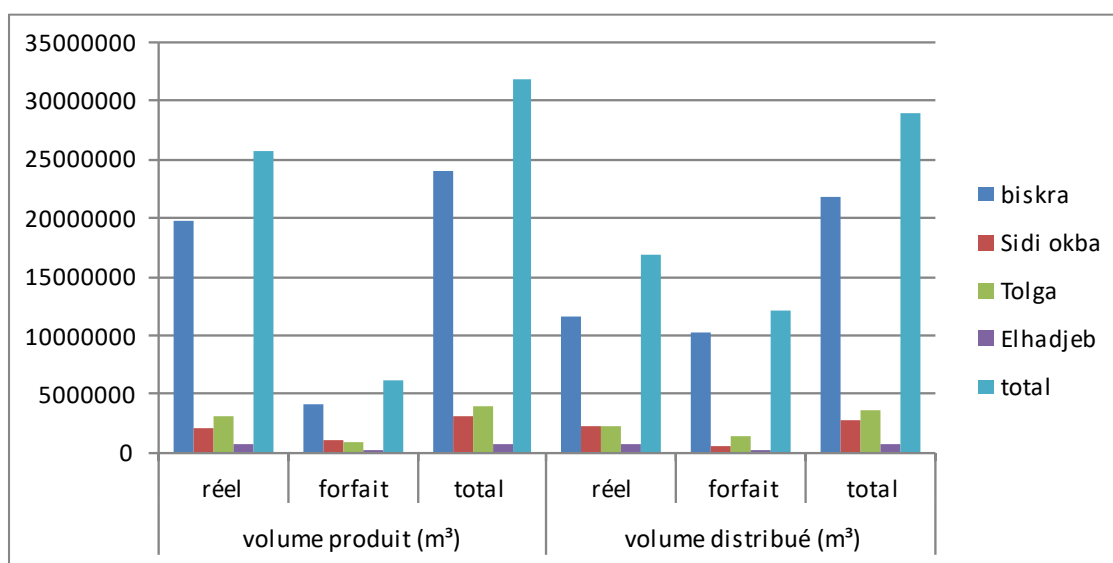


Figure 19 : Volumes produit et distribue (avec et sans compteur)
En 2022

Année 2023

Commune	Volume produit (m3)			Volume distribué (m3)		
	Réel	Forfait	Total	Réel	Forfait	Total
BISKRA	19 795 900	4 193 928	23 989 828	11 600 356	10180739	21 781 095
SIDI OKBA	2 142 064	1 015 030	3 157 094	2 262 125	561976	2 824 101
TOLGA	3 080 077	889 872	3 969 949	2 278 084	1332798	3 610 882
ELHADJEB	697 647	97 246	794 893	666 147	55694	721 841
Total	25 715 688	6 196 076	31 911 764	16 806 712	12 131 207	28 937 919

Tableau 11 : Volumes produit et distribue (avec et sans compteur)



**Figure 20 : Volumes produit et distribue (avec et sans compteur)
En 2023**

Estimation des volumes et des taux de pertes d'eau potable :

Le calcul des volumes de pertes se fait par la balance hydrique entre les volumes produits et les volumes consommés ou facturés. Les taux de pertes représentent le rapport entre les volumes de pertes et les volumes produits destinés à l'eau potable.

Volume des pertes = volume produit – Volume fact

Taux de pertes = volume des pertes / volume produit

Année 2021

Commune	Volume de perte (m3/ an)	Taux de perte %
Biskra	16 096 998	66%
Sidi okba	1 990 416	69%
Tolga	2 507 230	62%
Elhadjeb	617 228	71%

Tableau 12 : Volumes et taux de pertes d'eau en 2021

Année 2022

Commune	Volume de perte (m3/ an)	Taux de perte %
Biskra	16 204 810	68 %
Sidi okba	2 228 101	71%
Tolga	2 605 416	65%
Elhadjeb	489 791	61%

Tableau 13 : Volumes et taux de pertes d'eau en 2022

Année 2023

Commune	Volume de perte (m3/ an)	Taux de perte %
Biskra	16 777 250	70%
Sidi okba	2 176 552	69%
Tolga	2 405 569	60%
Elhadjeb	627 119	79%

Tableau 14 : Volumes et taux de pertes d'eau en 2023

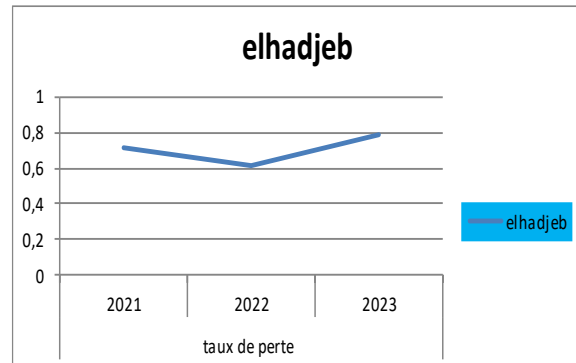
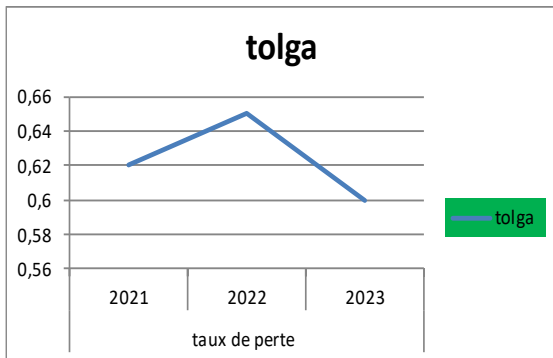
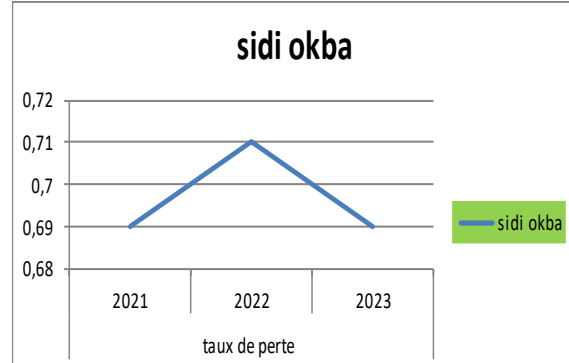
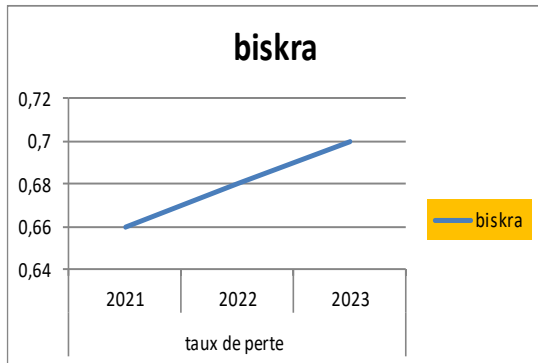


Figure 21 : Evolution des taux des pertes dans les quatre localités testées de la région de Biskra

- Les consommations excessives et la quantification forfaitaire des utilisateurs non équipés de compteurs sont à l'origine de l'estimation peu fiable du taux de perte. Les principales raisons de la surconsommation et du gaspillage d'eau et de l'augmentation des pertes sont :
 - ✓ La facturation au forfait applicable aux utilisateurs ne disposant pas de compteurs ;
 - ✓ Certains utilisateurs utilisent frauduleusement de l'eau potable pour l'irrigation de petites exploitations et palmeraies ;
 - ✓ Raccordements illégaux ;
 - ✓ Compteurs défectueux ou vieillissants ;

D'autres facteurs sont également responsables de ces pertes d'eau importantes. Il s'agit de en particulier :

- ✓ Taux de fuite élevé (joint, rupture, corrosion, mauvaise étanchéité du réservoir de stockage, Connexion, chez l'utilisateur) ;
- ✓ Mauvaise qualité des travaux de pose des canalisations ;
- ✓ Lieux publics non habités (écoles, mosquées, marché...) ;
- ✓ Augmentation des interruptions de service (stockage de grandes quantités d'eau Chez l'utilisateur) ;
- ✓ Poursuite de la dégradation des installations du réseau d'eau potable (vannes, poteaux électriques) Incendie...) et manque d'entretien ;

Conclusion

L'analyse d'un réseau de distribution d'eau potable est souvent réalisée tardivement afin de faire face à sa détérioration. Il est indispensable et doit être accompli de manière préventive, si cela est envisageable.

Cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance de la connaissance et de la maîtrise du fonctionnement des systèmes de distribution d'eau potable dans la région de Biskra. L'exploitation des données déduites des factures établies par la société des gestions des eaux présente trop d'incertitudes et peut ne pas refléter la réalité du système de distribution.

Cette incertitude nous a poussés à évaluer la demande et les pertes d'eau en nous appuyer, tout d'abord, sur les mesures de consommation à partir d'un panel d'abonnés domestiques, pour lesquels une évaluation de la demande en eau a été effectuée et ensuite extrapolée à l'ensemble de la population. Nous avons également utilisé les mesures des débits de nuit distribués dans la ville de Biskra.

D'après l'étude, il est également observé un taux de pertes dans les réseaux anormalement élevé et une surconsommation défailante, ce qui demande des recherches supplémentaires afin de repérer les tronçons où les fuites d'eau sont importantes. Il apparaît donc essentiel, à court terme, de rendre l'utilisation des compteurs plus généralisée et de procéder à une rénovation des réseaux. Les valeurs incomparables par rapport aux grandeurs de référence obligent l'exploitant à réduire le taux de pertes et à améliorer l'étanchéité des systèmes d'eau potable en :

- ✓ Installation d'un compteur à chaque abonné
- ✓ Installation des compteurs généraux ;
- ✓ Procéder à court terme à la détection des fuites sur le réseau ;
- ✓ Réparation des fuites et réhabilitation et rénovation du réseau ;
- ✓ Formation de personnel d'entretien et d'intervention ;
- ✓ Sensibiliser les usagers vis-à-vis du gaspillage de l'eau.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'eau est un bien commun précieux dont la préservation, l'amélioration et la valorisation sont d'une importance capitale pour le bien-être de tous. La protection et la restauration de sa qualité nécessitent une approche qui tienne compte de son cycle naturel. Seule une gestion équilibrée et durable de cette ressource permet de garantir la santé et le bien-être de chacun, tout en préservant notre environnement.

L'eau destiné à la consommation humaine s'appelle aussi l'eau potable ou l'eau douce, il possède des caractéristiques spécifiques diffère complètement des autres eaux, leur quantité dans la nature est très faible, cette condition de potabilité est nécessaire pour préserver la santé des personnes à risque des maladies et épidémies, la disponibilité de cette ressource avec ces propriétés est une opération plus ou moins complexe exige une attention particulière dans sa gestion.

Les efforts déployés visent à optimiser la distribution de l'eau potable, à améliorer son traitement pour tous les utilisateurs, à prévenir la dégradation de l'environnement et à sensibiliser la population à une utilisation responsable de l'eau. Pour atteindre ces objectifs, l'engagement de chacun est indispensable, et les dispositions réglementaires doivent nous aider à relever ces défis ensemble.

Les données montrent des pertes d'eau alarmantes dans les communes de Biskra, Sidi Okba, Tolga, et Elhadjeb, tant en volume qu'en pourcentage. Chaque commune fait face à des défis uniques :

- **Biskra** subit la plus grande perte en volume, ce qui pourrait gravement affecter son approvisionnement en eau.
- **Elhadjeb** affiche le taux de perte le plus élevé, signalant une inefficacité majeure dans son système de distribution.
- **Sidi Okba et Tolga** montrent également des pertes importantes, révélant des problèmes systémiques dans la gestion de l'eau.

Ces pertes d'eau massives ont des répercussions importantes sur la vie quotidienne, l'agriculture, et l'industrie. Elles entraînent des coûts élevés pour les communes et peuvent causer des pénuries d'eau pour les habitants.

Pour remédier à cette situation critique, il est impératif d'investir dans l'amélioration et la modernisation des infrastructures de distribution d'eau. Des mesures de conservation et une gestion efficace des ressources doivent être mises en place. De plus, une sensibilisation du public à l'utilisation rationnelle de l'eau est essentielle.

En mobilisant des ressources et en adoptant des solutions innovantes, ces communes peuvent réduire les pertes d'eau, assurer une distribution plus fiable, et préserver cette ressource vitale pour les générations futures.

Recommandations

Recommandations :

Pour garantir l'accès de l'eau potable aux tous les populations desservies dans Biskra à quantité suffisante et à qualité requise avec de réalisation de trois principes fondamentaux de développement durable, afin de d'amélioration d'opération de gestion de l'eau potable, nous pouvons mettre les propositions suivantes :

- Encourager l'application rigoureuse des textes applicatifs concertés concernant la qualité des eaux, le calcul des factures et la création d'établissements industriels et commerciaux ;
- Pour garantir la justice sociale entre tous les habitants, il est nécessaire de redistribuer équitablement l'eau potable en modifiant les programmes d'approvisionnement entre les communes et entre les quartiers dans la même commune ;
- L'exploitation des ressources en eau de manière optimale et raisonnable, sans gaspillages, en équilibrant les différentes utilisations et activités (eau potable, agriculture et industrie), en utilisant les autres ressources que la nappe albienne et les ressources superficielles pour fournir l'eau potable aux communes ;
- Encourager l'utilisation de nouveaux programmes et applications informatique notamment qui sont disponibles gratuitement à compagne de logiciel d'Epanet pour l'obtenu la meilleure maîtrise et gestion de ce secteur que les logiciels : WaterCAD, GHydraulics, proNET Water Network Analysis, Porteau, pour modéliser, étudier, l'analyse, dimensionnement et la gestion d'un réseau de distribution et adduction d'eau potable ;
- Équilibrer entre la sélection de la meilleure qualité et le coût approprié des matériaux utilisés pour fournir de l'eau potable aux communes ;
- Amélioration le rendement l'ADE de production, d'adduction, distribution, maintenance et surveillance selon les besoins avec bien déterminé des abonnés et leurs facturations ;
- Évaluation régulière de la qualité des eaux utilisées pour la consommation humaine (les eaux des robinets) à chaque étape de la production de l'eau potable, et création des stations de traitement plus précisés dans chaque commune en fonction de la nature physico-chimique et biologique des eaux brutes pour réduire d'utilisation des eaux citernes qui peuvent provoquer des risques à la santé humaine.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Jean-L.C, Jean C-C, 2005, Alimentation en eau potable, Cahier Technique N° 19, Office International De L'eau.
2. Louise Schriver-Mazzouli, 2014, la gestion durable de l'eau (Ressources, qualité, organisation), Edition Dunod malakoff (France).
3. Igor Blindu, 2004, Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle dysfonctionnements hydrauliques, mémoire doctorat en Sciences et Genie de l'environnement, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Université Jean Monnets.
4. Bernard Legube, 2015, Production de l'Eau Potable, (Filières et Procédés de Traitement), Edition Dunod malakoff (France).
5. Brémond B., (2004) :«Mesurer le vieillissement d'un réseau d'eau potable », journal courants.
6. Mémoire de master : Connaissance et analyse du comportement des réseaux de distribution d'eau potable à faible niveau de comptage (ville d'El-Oued)
7. Nesrine Badjadj, 2017, Analyse du système de production d'eau potable ainsi que sa gestion et son exploitation au niveau de la Wilaya de Bejaia, mémoire de mastère en hudraulique, Université Abderrahmane Mira de Bidjaia.
8. Mémoire de master : diagnostic du réseau d'alimentation en eau potable de ville Biskra (Université Mohamed Khider – Biskra) 2011.
9. Mémoire de master : diagnostic technique du système d'eau potable avec un faible niveau de comptage (Université Mohamed khider –Biskra)
10. Mémoire de master : Gestion de l'eau potable cas des communes Tolga, Bouchagroune, B.B.Azzouz, Lichana Wilaya de Biskra
11. Bemrah Hanane, 2013, Des stratégies de la gestion durable de l'eau potable,mémoire de master en hydraulique, Université Abou Bekr Belkaid, Telmcen.
12. Mémoire de master : Diagnostic du réseau Ben-Djerrah par le couplage Epanet-Arcgis avec la prise en considération de la problématique des fuites, Guelma
13. Mémoire de master : Méthode et technique de réduction des pertes physiques sur le réseau de distribution de la wilaya d'Alger.

14. Mémoire de master : Quantification et analyse de la Consommation domestique en eau potable dans la ville de Biskra
15. **CRSTRA** ; Journal mensuel Du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (Février 2002) : (RESSOURCES EN EAU ET DEVELOPPEMENT DURABLE Pour une gestion durable et économique de l'eau)
16. Guide technique : Les systèmes en eau potable évaluer leur vulnérabilité.
17. Loi n° 05-12 du 04 août 2005 relative à l'eau (GO n°60, 3p).
18. **ADE Biskra** : Algérienne des eaux Biskra
19. <http://fr.m.wikipedia.org>, consulté le 16 -02-2020.
20. <http://hmf.enseeiht.fr/traveau/estim.htm> , consulté le 01/03/2020).
21. <http://hydro-blog.com>.
22. <http://ouarsenis.com/vb> show.