

# LA MISE EN VALEUR HYDRO AGRICOLE ET L'EFFICIENCE DE L'UTILISATION DE L'EAU D'IRRIGATION

## Cas du périmètre de Guelma-Boucheouf, Algérie

Farès NINI<sup>1</sup> et Azeddine MEBARKI<sup>2</sup>

1 IG TU, Université S. Boubnider Constantine 3 et LASTERNE Univ. F. Mentouri Constantine.

2 Laboratoire LASTERNE, Université Frères Mentouri Constantine 1, Algérie.

Reçu le 19/09/2016 – Accepté le 07/03/2019

### Résumé

Cette contribution est une approche de la mise en valeur agricole et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'irrigation au niveau du grand périmètre de Guelma-Boucheouf dans l'Est algérien. Réalisé en 1996 et réhabilité en 2011, ce périmètre dispose d'un potentiel en sols irrigables de 10 388 ha et est doté d'un réseau de distribution sous pression alimentant cinq secteurs irrigués. La fourniture en eau est assurée par les lâchers du barrage de Hammam Debagh (oued Bouhamdane, affluent de la Seybouse).

L'analyse porte sur les effets des actions de valorisation du périmètre par l'application de l'indice d'efficacité d'utilisation de l'Eau d'irrigation (EUE), produit de l'indice d'efficacité des réseaux de transport et de distribution (E1) et de l'indice d'efficacité d'irrigation à la parcelle (E2).

L'analyse révèle que les volumes annuels des lâchers du barrage vers le périmètre pour la période 2006-2016 n'ont jamais atteint le volume alloué au début des campagnes d'irrigation. Les pertes d'adduction sont importantes, d'où une efficacité moyenne des réseaux de transport (E1) estimée à 69 %. Pour l'ensemble du périmètre, l'EUE se situe autour de 52 %. À l'échelle des secteurs irrigués, pour la campagne de l'année 2016, l'EUE se situe autour de 64%.

Des progrès en matière d'installation d'équipements plus économes en eau sont perceptibles. Aussi, des avancées sont enregistrées depuis 2005 (loi sur l'eau), en termes d'extension des superficies irriguées. La productivité agricole est désormais orientée vers des spéculations valorisant au mieux le mètre cube d'eau d'arrosage.

**Mots clés:** Périmètre irrigué, efficacité d'utilisation de l'eau, valorisation agricole, Guelma-Boucheouf, Algérie.

### Abstract

This contribution is an approach to the hydro-agricultural development and water use efficiency in the irrigation perimeter of Guelma-Boucheouf in Eastern Algeria. It entered service in 1996 and rehabilitated in 2011. This perimeter has a land area eligible for irrigation 10388 hectares it is equipped with a distribution network by pumping to provide water to the five sectors of the perimeter. Water supply is assured by launch water from dam Hammam Debagh in the river Seybouse.

The analysis focuses on the effects of the valuation actions of the perimeter by the application of the Efficiency Water Use of Irrigation (EWU). Product of the network efficiency index transport and distribution (E1) and the irrigation efficiency index at the plot parcel (E2). The analysis reveals that annual volumes of dam releases to the perimeter for the period 2006-2016 have never reached the volume allocated at the beginning of the irrigation campaigns

For the entire perimeter, the EWU is around 52%. At the scale of the irrigated sectors, for the campaign of the year 2016, the UES is around 64%. Progress in installing more water-efficient equipment is noticeable. Also, progress has been made since 2005 (water law), in terms of extension of irrigated areas. Agricultural productivity is now oriented towards speculations optimizing the cubic meter of irrigation water.

**Keywords:** water use efficiency WUE, agricultural valorization, encouraging progress, Great Irrigated Perimeter GuelmaBoucheouf, Algeria.

### المخلص.

يعتبر هذا العمل مقارنة للتنمية الهيدرو- زراعية وكفاءة استعمال المياه على مستوى محيط الري " قالمة بوشقوف في شرق الجزائر. بدأ الاشتغال هذا المحيط في عام 1996 و قد استفاد من إعادة التأهيل في 2011. إمكانيات المحيط من الأراضي مؤهلة للسقي تصل مساحتها 10388 هكتار، يقسم المحيط إلى خمس قطاعات مسقية مجهزة بشبكات ري متطورة تعمل عن طريق الضخ. تنزود بالمياه من سد حمام دباغ (سعة 200 هم3).

يرتكز التحليل على تقييم انعكاسات عمليات التحسينات الهيدروليكية التي تتعلق بتنمين استغلال مياه السقي في المحيطات الري الكبرى في الجزائر، ( منذ إجراءات قانون 2005)، وذلك بتطبيق مؤشرات تسمح بقياس كفاءة استخدام المياه (EWU) من خلال حساب كفاءة شبكات النقل والتوزيع المياه (E1) وأيضاً مؤشر كفاءة الري على مستوى الحقل (E2).

بينت نتائج البحث أن الأحجام السنوية من إمدادات السد للفترة 2006-2016 أنها لم تصل أبداً الحجم المخصص لري المحيط في بداية حملات الري الزراعي. بالإضافة إلى ذلك كفاءة استخدام المياه على مستوى المحيط EWU هي حوالي 52%، أما كفاءة استخدام المياه على مستوى القطاعات المروية من خلال السنة الزراعية لعام 2016 فهي تبلغ حوالي 64%، أما على مستوى الحقول فهي تسجل تحسن ملحوظ (75%) من خلال تركيب معدات أكثر كفاءة في استخدام المياه منذ عام 2005 (قانون المياه) مما أدى إلى توسع المساحات المسقية بالمحيط (5600 هكتار)، كما يتم توجيه حالياً الإنتاجية الزراعية نحو محاصيل التي تمتاز أكثر المتر المكعب من مياه الري.

**الكلمات المفتاحية:** محيط الري، كفاءة استخدام المياه، التنمين الزراعي، قالمة بوشقوف الجزائر.

## **I**ntroduction :

L'Algérie, au cours des dernières années, a réalisé d'importants projets d'aménagement et de rénovation des Grands Périmètres d'Irrigation (GPI). L'intervention sur les systèmes hydrauliques en vue d'augmenter leur performance est une des solutions indispensables et urgentes préconisées dans la politique de l'eau pour améliorer l'économie de la ressource.

La présente étude concerne le périmètre d'irrigation du Guelma-Bouchegouf aménagé en 1996 et réhabilité en 2011. Il est situé dans la wilaya de Guelma dans le Nord-Est algérien.

L'approche globale de la gestion de la ressource en eau de ce périmètre intègre trois niveaux : la gestion du barrage-réservoir, la gestion du réseau d'irrigation, la conduite de l'irrigation à la parcelle.

Dans cette étude, le diagnostic de fonctionnement et l'analyse des performances hydrauliques serviront à évaluer le niveau d'atteinte des objectifs de valorisation, d'économie d'eau et d'amélioration de l'efficacité d'utilisation de la ressource.

Les calculs d'efficacité ont porté sur les campagnes d'irrigation de la période décennale 2006-2016, établies à l'échelle de tout le périmètre ainsi qu'au niveau des secteurs irrigués pour la campagne particulière de 2016.

## **1. LA POLITIQUE DE GESTION DE L'EAU AGRICOLE EN ALGÉRIE :**

### **1.1. Brève présentation du secteur de l'eau agricole en Algérie :**

Au cours de ces deux dernières décennies, moins de 40 000 ha (à peine 10% de la surface irrigable) ont été irrigués dans les grands périmètres, parfois avec un volume d'eau très faible, dit « dose de survie ».

Les volumes distribués annuellement n'ont pas dépassé 200 millions de m<sup>3</sup> depuis 1984. Alors que les besoins des surfaces irrigables (100 000 ha selon Guemraoui M. et Chabacana, 2005) sont de l'ordre de 500 hm<sup>3</sup> pour une dose moyenne de 5000 m<sup>3</sup> par ha. Ainsi, seuls 40% des besoins sont satisfaits. L'efficacité des systèmes était de l'ordre de 50%. Il faudrait pouvoir mobiliser plus de 700 millions de m<sup>3</sup> pour une efficacité moyenne du système de 70%.

La sécheresse qui a sévi au cours de la dernière décennie explique partiellement le déficit des ressources en eau mobilisées et la limitation des superficies irriguées dans le pays.

D'autres facteurs externes au secteur hydro agricole (financement des investissements dans le secteur hydraulique) aggravent la situation d'après le rapport du Plan National de l'Eau (P.N.E., 2005).

Le manque de planification des ressources en eau nouvelles et la priorité pour les usages en eau potable et industrielle au détriment de l'eau agricole rendent la situation des périmètres irrigués difficile.

Des facteurs internes aux systèmes contribuent également à l'aggravation de ce phénomène : dégradation des infrastructures par manque d'entretien, pertes d'eau dans le réseau et gaspillage de l'eau à cause du prix trop bas.

### **1.2. Stratégie de réponse aux problèmes identifiés :**

Dès les années 2005, l'Algérie a adopté une nouvelle politique nationale de l'eau portant sur deux axes stratégiques majeurs : les réformes institutionnelles et le développement de l'infrastructure hydraulique dans le cadre des programmes nationaux d'investissement. Elle prend en compte les mutations nées aussi bien dans l'évolution des enjeux socio-économiques que dans la perception du coût réel de l'eau.

L'obligation d'une utilisation et d'une gestion économe des ressources en eau et la mise en œuvre de tous les moyens appropriés pour lutter contre les pertes et les gaspillages sont désormais nettement affirmées dans la loi sur l'eau de 2005, et en tout cas bien plus précisément que dans les législations précédentes. S'y ajoutent les mesures de maîtrise de la demande dans la gestion de l'eau (article 3).

La gestion de l'eau d'irrigation a été confiée à l'Office National de l'Irrigation et du Drainage (O.N.I.D) créé en 2005 en remplacement de l'A.G.I.D. C'est un organisme public qui doit reprendre la gestion directe des services d'eau de tous les Grands Périmètres d'Irrigation (G.P.I) du pays. Il est chargé de la planification, la gestion et le contrôle de l'allocation de la ressource en eau. Il est également chargé de la maintenance et le suivi des réseaux d'irrigation.

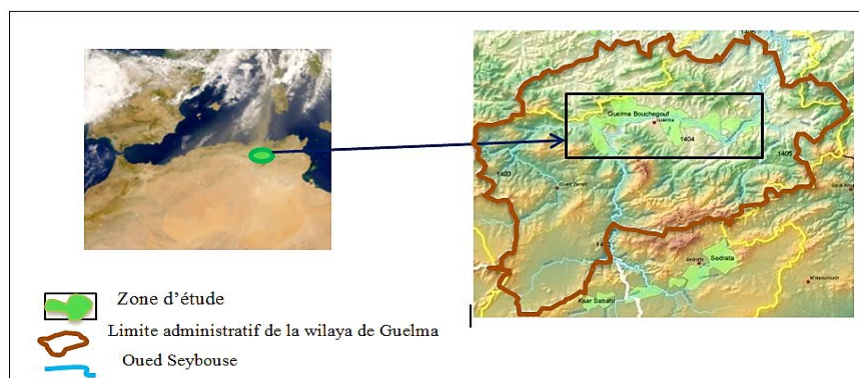
L'ONID perçoit les redevances auprès des irrigants et doit veiller à la protection, la conservation et la meilleure utilisation des ressources en eaux et en sols par un suivi et un contrôle permanent.

Des dépenses financières importantes ont été consacrées par l'État à l'exécution de divers programmes et projets de rénovation et renforcement des capacités des installations hydrauliques pour mieux gérer l'eau agricole.

Ces programmes visaient la rentabilité des lourds investissements consentis en matière d'aménagements hydroagricoles, ainsi que la rationalisation de la gestion des périmètres de la grande irrigation. En conséquence, de 1995 à 2004, la plus grande partie des dépenses a été consacrée aux infrastructures de mobilisation de l'eau, principalement par les barrages (Chih-Chibani A., 2010). Les aspects organisationnels et de management ont été mis en œuvre à travers des projets, en plus des investissements physiques.

## 2. LE CONTEXTE PHYSIQUE DU PÉRIMÈTRE DE GUELMA BOUCHEGOUF :

Le périmètre d'irrigation du Guelma-Boucheougouf est aménagé sur la plaine de Guelma et fait partie de la moyenne Seybouse (fig. 1) ; il a été mis en eau en 1996 à partir du barrage de Hammam-Debagh. Il couvre une superficie de l'ordre de 122 km<sup>2</sup> et s'étend sur une longueur de 25 km d'Est en Ouest et sur une largeur de 3 et 10 km le long de la moyenne Seybouse. L'altitude de la plaine varie entre 220 m à Medjez Amar (Ouest) et 120 m à Nador (Est).



**Figure 1.** Localisation du périmètre d'irrigation de Guelma-Boucheougouf

La région de Guelma et sa plaine s'inscrivent dans le Tell du Nord-Est algérien qui se caractérise par un climat méditerranéen, légèrement continental allant du subhumide au semi-aride.

Selon les données climatiques de la période 2000 -2014, la pluviométrie moyenne annuelle est de 609 mm (variant entre 350 et 880 mm). Les précipitations irrégulières et à dominante hivernale ne permettent les cultures en sec que pour quelques espèces végétales.

L'évaporation annuelle calculée par la méthode de Turc atteint 1 293 mm. Le déficit agricole s'élève à 778 mm par an, réparti sur sept mois (du mois d'avril au mois d'octobre), avec une valeur maximale de 228 mm en juillet. L'irrigation est nécessaire de mars à octobre.

Les nombreuses études agro-pédologiques menées dans la région par les services techniques de l'ANRH indiquent que les sols de la plaine de Guelma se classent parmi les sols les plus aptes à la mise en valeur hydroagricole. Les trois catégories de sols, à mettre en valeur prioritairement, couvrent une superficie totale de 10 388 ha. Les sols de la catégorie 4 sont à réserver à la mise en valeur en sec. Les sols de la catégorie 5 sont impropres à la mise en valeur. Les sols des catégories 1 à 3 présentent des aptitudes pour les cultures maraîchères, fourragères et céréalières, ainsi que pour les cultures industrielles (tomate, bettrave à sucre, coton, tournesol), et arbustives en irrigué (abricotiers, pêcher, pommier, cerisier).

La réserve facilement utilisable des sols (RFU) est de l'ordre de 70 à 90 mm pour une profondeur de sol de l'ordre de 80 cm. Par mesure de sécurité, il sera retenu

une RFU de 70 mm dans le rapport agropédologique (Tetrakty, 1981).

Le système de cultures pratiqué actuellement est basé essentiellement sur le maraîchage (60 %) et les cultures industrielles, avec prédominance de la tomate (27 %). Les vergers occupent 10% de la surface totale. Le reste est occupé par la céréaliculture. L'assolement pratiqué par les irrigants est biennal ou triennal.

## 3. DIAGNOSTIC DES RESSOURCES EN EAU ET INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

Les études d'aménagement du périmètre ont été réalisées avant 1984, entre temps, le barrage de Hammam-Debagh sur l'oued Bouhamdane a été réalisé et mis en eau en mars 1989. Le périmètre comporte cinq secteurs d'irrigation équipés d'un réseau de distribution sous pression, le mode d'arrosage dominant étant l'aspersion.

### 3.1. L'alimentation en eau : le barrage de Hammam Debagh

L'alimentation en eau du périmètre est assurée par le barrage de Hammam-Debagh sur l'oued Bouhamdane, doté d'un volume de stockage total de 220 hm<sup>3</sup> (volume utile de 200 hm<sup>3</sup>).

À l'échelle annuelle, le bassin de l'Oued Bouhamdane (1 105 km<sup>2</sup>) écoule selon la série de référence étudiée (1997-2016) en moyenne 155,4 hm<sup>3</sup>, avec une forte variabilité interannuelle des apports. L'apport varie entre 5,8 hm<sup>3</sup> en 2001/2002 (année la plus sèche) et 413,0 hm<sup>3</sup> (2004/2005 année la plus humide).

La réserve en eau du barrage a atteint 187,9 hm<sup>3</sup> en 2004, soit 85,5% de la capacité du barrage et le minimum a été enregistré en 2002 avec un volume de 61,4 hm<sup>3</sup>.

À l'échelle mensuelle, le remplissage du réservoir débute en septembre (parfois octobre) pour atteindre son maximum en mars (saison de printemps). À partir de ce mois, les stocks commencent à diminuer du fait de la fourniture de l'eau d'irrigation pour compenser la période du déficit en eau agricole. Ce déficit peut se prolonger jusqu'en décembre.

L'évaporation du plan d'eau représente une perte très importante surtout pendant la période au-delà de la saison des pluies. Le volume annuel moyen d'eau évaporé est estimé à 5 hm<sup>3</sup> par an, ce qui représente 6,3% de la capacité de la retenue. L'envasement ne semble pas être un problème majeur pour le barrage H. Debagh qui connaît une perte moyenne de 0,5% par an, l'une des plus faibles en Algérie.

### 3.2. Volumes d'eau mobilisés à l'irrigation

#### 3.2.1. Les variations interannuelles

Les volumes d'eau mobilisés au profit de l'irrigation du périmètre varient en fonction des années (figure 2).

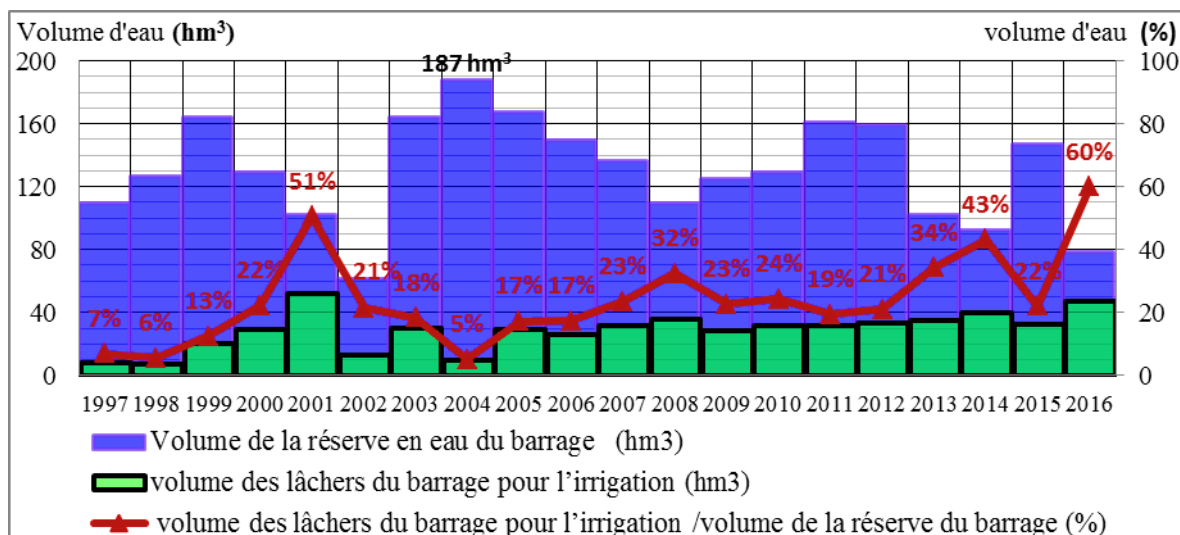


Figure 2. Évolution interannuelle de la réserve d'eau et des lâchers du barrage H. Debagh pour l'irrigation.

En année humide, le volume alloué à l'irrigation est très faible. En 2004, la réserve du barrage a été 187,940 hm<sup>3</sup> soit 85,5% de la capacité du barrage. Le volume affecté à l'irrigation a été faible, 9,755 hm<sup>3</sup> soit 5% de la réserve.

En revanche, pendant les deux années sèches (campagnes 2002 et 2016), la réserve du barrage a été très faible (respectivement 61,388 et 78,789 hm<sup>3</sup>), les volumes alloués à l'irrigation ont atteint respectivement 21% (13,114 hm<sup>3</sup>) et 60% (47,269 hm<sup>3</sup>) de la réserve.

La variation du volume alloué à l'irrigation s'explique par le niveau de la réserve dans le barrage (elle-même liée aux apports hydrologiques) et de la demande en eau (nombre de souscripteurs et surface souscrite à la campagne d'irrigation).

De manière générale, les apports des cours d'eau, régularisés par le barrage, sont affectés dans une faible proportion (soit 24 % en moyenne de la réserve) à l'alimentation des secteurs du périmètre d'irrigué de Guelma-Boucheougouf. Cette affectation varie d'une fourchette de 5% en année humide à 60% en année très sèche.

Les secteurs irrigués couvrent une superficie équipée d'environ 10 500 ha et connaissent sept mois de déficit agricole (d'avril à octobre) avec un total de déficit agricole théorique (Da) de 780 mm par an.

Il faut souligner l'augmentation très importante de l'adduction pour l'eau potable ces dernières années. Elle atteint 18,395 hm<sup>3</sup> en 2016. Ce prélèvement représenté 23% (78,79 hm<sup>3</sup>) de la réserve totale de la retenue durant cette année. En moyenne, le volume d'eau prélevé mensuellement est de l'ordre de 1,553 hm<sup>3</sup>.

Il faut signaler, que l'affectation des volumes d'eau d'irrigation à l'ONID, à partir du barrage de Hammam Debagh, se décide par une commission interministérielle qui met en priorité les besoins en AEP de la ville de Guelma. En fonction des volumes disponibles, le reliquat

est généralement réservé à L'ONID. Cette affectation est à réviser à plusieurs reprises dans l'année et ce, en fonction des apports d'eau de pluies au barrage durant une année normale.

### 3.2.2. Les prélèvements sur l'année :

En année moyenne de la période d'étude (1997 -2016), les lâchers d'eau au profit de l'irrigation totalisent un volume annuel 28,545 hm<sup>3</sup>/an et durant 8 mois dans l'année. La campagne d'irrigation commence en avril (1,250 hm<sup>3</sup>) et se prolonge jusqu'au mois de novembre (arrière-saison d'irrigation), où les volumes des lâchers commencent à diminuer et s'arrêtent au mois de décembre, début de la saison hivernale (figure 3).

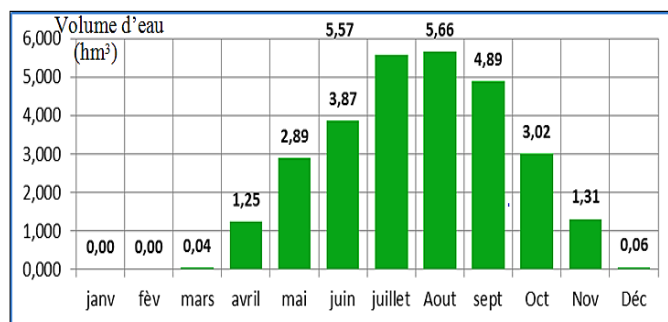


Figure 3. Volumes moyens mensuels des lâchers du barrage de HDebagh au profit de l'irrigation.

Ces lâchers d'eau sont ainsi maximaux durant les mois de juin (3,87 hm<sup>3</sup>), juillet, août et septembre (3,02 hm<sup>3</sup>). Le maximum (5,66 hm<sup>3</sup>) est atteint au mois d'août (période d'irrigation de pointe) (figure 3).

Les ressources en eau sont ainsi soumises à de très fortes variations saisonnières qui vont dans le sens inverse des besoins : ressource en excès en saison froide où les besoins sont relativement modérés, ressources déficitaires en saison chaude où les besoins agricoles, sont très élevés en raison des conditions bioclimatiques du bassin.



### 3.3. Le réseau hydraulique

Du barrage à la parcelle, on distingue un système mixte (installé et géré par l'ONID) : adduction gravitaire et

réseau de distribution sous pression ; le mode d'arrosage dominant est l'aspersion. Le périmètre comporte cinq secteurs organisés de l'amont à l'aval selon le schéma de la figure 4.

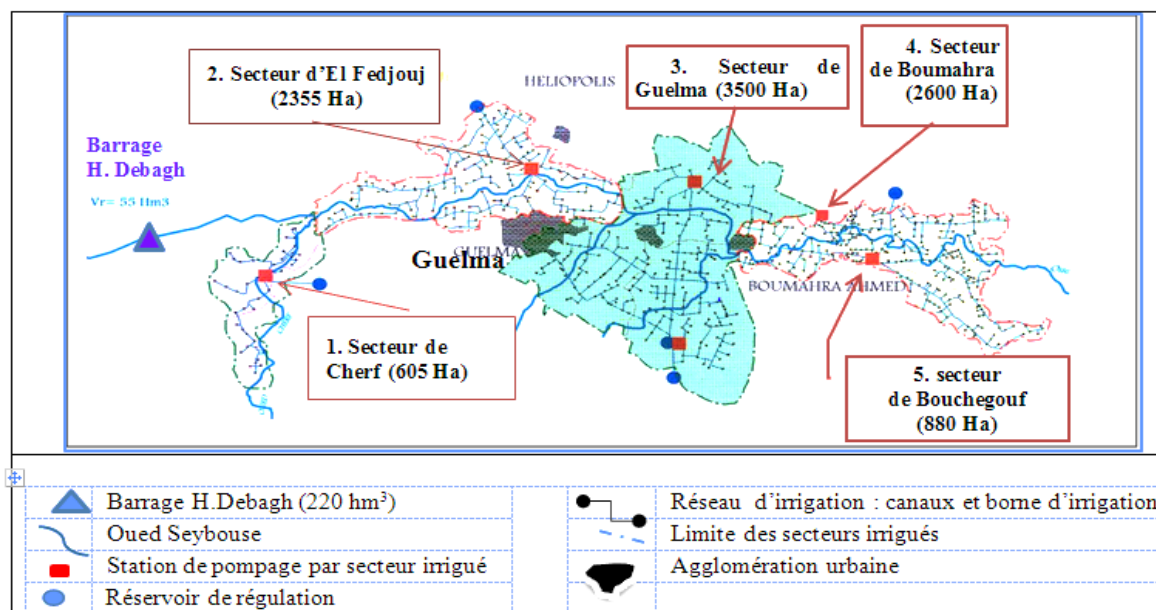


Figure 4. Réseau hydraulique des cinq secteurs du périmètre Guelma-Boucheougouf.

#### 3.3.1. Le système d'adduction

Le système d'adduction en entrée du périmètre est gravitaire, alimenté par les lâchers dans le lit de l'oued de la Seybouse.

Chacun des cinq secteurs (Cherf : 605 ha, El Fedjoudj : 2335ha, Guelma centre : 3500ha, Boumahra Ahmed : 2600 ha, Boucheougouf : 880 ha) reçoit de l'eau prélevé dans l'oued Seybouse par des pompes. Des seuils implantés sur le lit de l'oued permettent de relever de 2 mètres le plan d'eau, facilitant le pompage.

Au niveau des secteurs irrigués, la distribution est assurée à partir de réservoirs de régularisation et également par piquage sur la conduite de refoulement. Et au-delà vers le réseau de distribution à la parcelle (canaux principaux, secondaires et tertiaires).

#### 3.3.2. Prises d'irrigation

L'ensemble du réseau est doté de 955 bornes d'irrigation. La pression à la borne est de l'ordre de 4 bars, elle est suffisante pour garantir le fonctionnement des matériels d'irrigation mis en place sur les parcelles.

À l'échelle de la parcelle, les irrigations sont assurées par un système d'aspenseurs et rampes mobiles fonctionnant en période de pointe en 2 positions de 8 heures par jour (écartement : 12 x 12 m et 18 x 18 m). L'irrigation localisée, par le système du goutte à goutte, concerne les meilleurs vergers.

#### 3.3.3. État des équipements des secteurs

Cet état des lieux a été réalisé à la suite des enquêtes de terrain (questionnaire auprès des agriculteurs et gestionnaires) et l'exploitation de documents (ONID, 2011). Les équipements du périmètre ont plus de dix ans d'exploitation. Ils ont bénéficié d'une réhabilitation en 2011.

Les pompes d'exhaure (mises en service depuis 1996) présentent un degré d'usure très avancé influant négativement sur le débit pompé et par conséquent sur le débit des stations et au niveau des réseaux, perturbant fréquemment la distribution d'eau.

Le même problème a été constaté au niveau des stations de pompage de refoulement du secteur Guelma. Pour remédier à ce problème, les gestionnaires appliquent un programme de distribution d'eau restreint au niveau de ce secteur (tour d'eau de 48 heures par semaine).

Pour le secteur de Boumahra, le tour de distribution restreint d'eau s'établit à 72 heures par semaine. Des fuites d'eau, dues à des fissures au niveau des réservoirs, sont constatées dans le secteur de Boumahra.

En ce qui concerne le réseau de canalisations, un nombre important de fuites est observé au niveau des conduites en acier dues à la corrosion très avancée. Des déficits d'eau sont constatés dans certains canaux (tertiaires) en fin de réseau.

Plus de la moitié des bornes d'irrigation (soit 600 sur 957 du périmètre) sont dans un état de dégradation

très avancé, suite à leur usure par les eaux agressives et aussi à cause d'actes de vandalisme.

#### 4. ACTIONS MENÉES PAR LES GESTIONNAIRES POUR RÉNOVER LE RÉSEAU D'IRRIGATION :

En vue de l'amélioration des réseaux d'irrigation à la parcelle, des dépenses financières importantes ont été consacrées à l'exécution des divers programmes et projets de rénovation et renforcement des capacités des installations hydrauliques (ONID, 2013).

L'objectif essentiel est de diminuer les pertes à travers des travaux d'entretien et réparations de fuites au niveau des réseaux, ainsi que par un meilleur contrôle et suivi des volumes. Ces derniers sont réalisés à trois niveaux : le parcours entre le barrage et la tête du périmètre ; les réseaux de distribution d'eau d'irrigation ; enfin, les parcelles agricoles utilisant l'eau d'irrigation.

##### 4.1. Programme d'investissement Public (PIP)

À l'échelle nationale, le programme d'investissement public (PIP) du Ministère des Ressources en Eau (MRE) pour le renforcement de la maintenance et de la réhabilitation des infrastructures d'irrigation vise l'amélioration de la qualité du service de l'eau, la pérennité des équipements et la réduction des pertes d'eau dans les réseaux.

À l'échelle du périmètre Guelma-Boucheouf, des programmes similaires de réparation, de réhabilitation et de rénovation des systèmes et installations d'adduction et de distribution d'eau aux irrigants ont été conduits et réalisés par l'O.N.I D (plan d'action de 2011). Ainsi, 76% des financements ont été affectés aux réseaux d'irrigation, 21,5% aux stations de pompage et 2,5% aux réseaux d'assainissement. Ce même périmètre bénéficie d'un autre programme en cours de réalisation (455 390 960 DA pour la réhabilitation du réseau d'irrigation, 559 475 326,26 DA pour la réhabilitation des stations de pompage (d'après enquête auprès de ONID, 2016).

L'objectif principal étant la réhabilitation des stations de pompage de trois secteurs (Guelma Centre, Boumahra Ahmed et El-Fedjouj) et leur équipement par de nouvelles pompes d'exhaure.

Les dépenses de maintenance et d'entretien des périmètres sont passées de 200 Dinars algériens par hectare en 2006 à près de 1 000 Dinars algériens par hectare en 2012 augmentant les charges de gestion des périmètres (ONID, 2013).

##### 4.2. Introduction d'équipements plus économes en eau

Des subventions de l'État pour des équipements économes d'eau dans le cadre du programme national de développement agricole « appui à l'irrigation » ont bénéficié à la plupart des secteurs irrigués de Guelma-

Boucheouf pour le développement de l'aspersion (3529.5 ha soit 98,4 %) et le goutte-à-goutte (56,35 ha soit 1,6%) (figure 4).

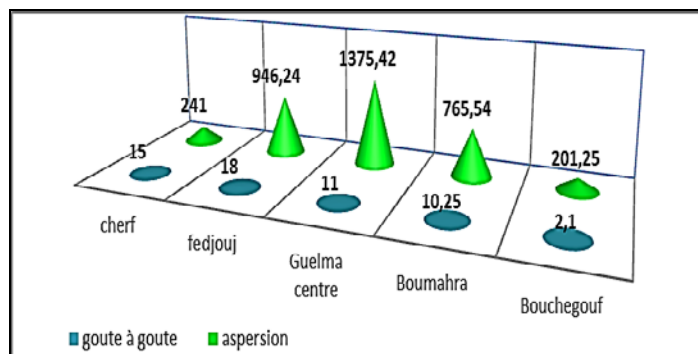


Figure 5. Surfaces équipées (en ha) en aspersion et en goutte à goutte à travers les secteurs du périmètre irrigué de Guelma-Boucheouf.

#### 5. L'EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'EAU

Pour suivre régulièrement les progrès réalisés dans les volumes d'eau utilisés, on fait appel à l'indice d'Efficiency d'Utilisation de l'Eau (EUE) d'irrigation par rapport à la ressource.

L'efficacité de l'eau d'irrigation dépend des méthodes et technologies d'irrigation à la parcelle, des solutions de distribution, de stockage et d'adduction prévues au niveau du périmètre d'irrigation.

Cet indice permet d'évaluer les efforts réalisés en termes d'économie d'eau par la gestion de la demande en diminuant les pertes et les gaspillages lors du transport et de l'utilisation de l'eau.

##### 5.1. Les méthodes d'estimation de l'efficacité d'utilisation eau :

Pour les hydrologues et les ingénieurs hydrauliciens, qui s'intéressent aux volumes et aux débits d'eau, l'efficacité mesure un rendement et des pertes entre deux points (entrée et sortie) le long du système d'irrigation. (Bouaziz A., Belabbes K., 2002). L'efficacité de l'eau d'irrigation est le produit de l'efficacité des réseaux de transport et de distribution (E1) par l'efficacité à la parcelle (E2). Cette méthode de calcul a été adoptée dans le cadre de la Stratégie Méditerranéenne pour le Développement Durable (SMDD) du Plan bleu (Benblidia M., 2009).

$$EUE = E1 \times E2$$

La démarche que nous avons utilisée s'appuie d'une part, sur l'évaluation du niveau de l'efficacité globale des réseaux de transport et de distribution (E1) (période 2006-2016) et d'autre part, sur l'efficacité d'irrigation à

la parcelle (E<sub>2</sub>), appliquée à la campagne d'irrigation de l'année 2016.

L'indice d'Efficiency d'Utilisation de l'Eau d'irrigation (EUE= E<sub>1</sub>\*E<sub>2</sub>), permet, au final, de suivre les efforts réalisés en termes d'économie d'eau.

**5.1.1. L'efficience globale des réseaux (E1) :**

L'efficience des réseaux de transport et de distribution de l'eau d'irrigation(E1), on amont des parcelles agricoles, est calculée par le rapport entre le volume d'eau effectivement distribué aux parcelles (Vd) et le volume total des lâchers (Vl) en amont des réseaux, incluant les pertes dans les réseaux (les pertes d'eau contrôlables et non contrôlables dans les différents composants de l'installation d'adduction, de distribution et dans la parcelle irriguée).

$$E1 = Vd/Vl$$

A noter que l'efficience E1 peut s'écrire comme le produit de Ea et Ed (Plan national de l'eau, PNE 1997). L'efficience d'adduction (ou de transport)(Ea) correspond aux pertes entre le barrage (ou d'une manière générale le point de prélèvement) et l'amont du périmètre irrigué ; l'efficience de distribution (Ed) est celle qui correspond aux pertes dans les réseaux du périmètre d'irrigation, dans les diverses sections des conduites et/ canaux de divers ordre.

**5.1.2. L'efficience de l'irrigation à la parcelle (E2) :**

La formule de calcul de l'efficience de l'irrigation à la parcelle (E2)s'écrit comme suit :

$$E2 = \frac{\sum_{1}^n S_m \times E_m}{S_t}$$

Avec :

**n** : nombre de méthodes d'irrigation utilisées ;**S<sub>m</sub>** : surface irriguée par la méthode d'irrigation m (irrigation de surface, aspersion, micro-irrigation, autres modes d'irrigation) ;**E<sub>m</sub>** : Efficience de l'eau dans les différentes méthodes d'irrigation m (une efficience moyenne théorique estimée à 40% pour le gravitaire, 70% pour l'aspersion et 90% pour l'irrigation localisée) ;**S<sub>t</sub>** : surface totale irriguée (en ha) dans le secteur selon l'ensemble des méthodes d'irrigation.

Entre l'eau consommée par la plante et l'eau délivrée au champ (en tête de parcelle), il y a une différence importante. En effet, une partie de l'eau apportée en tête de parcelle est perdue, soit parce qu'elle s'infiltre en profondeur dans le sol sans profit pour les plantes, soit encore parce qu'une partie s'évapore directement (période forte chaleur), soit ruisselle sur le sol et rejoint les fossés du réseau d'assainissement (PNE, 1997).

**5.2. Les données disponibles pour la mise en œuvre de ces méthodes :**

Nous disposons pour l'ensemble du périmètre d'étude de données sur l'évolution des volumes d'eau sur la période 2006 -2016 : volumes alloués, lâchés, distribués, mis en tête de réseau. Al'échelle des secteurs irrigués, les données sont disponibles pour la campagne 2016.

**5.2.1. Analyse des données à l'échelle du périmètre :**

La comparaison de l'évolution des volumes d'eau durant la période 2006 -2016 montre qu'il y a toujours des écarts, entre les lâchers et les volumes distribués, traduisant des pertes variables d'une année à l'autre (figure 6).

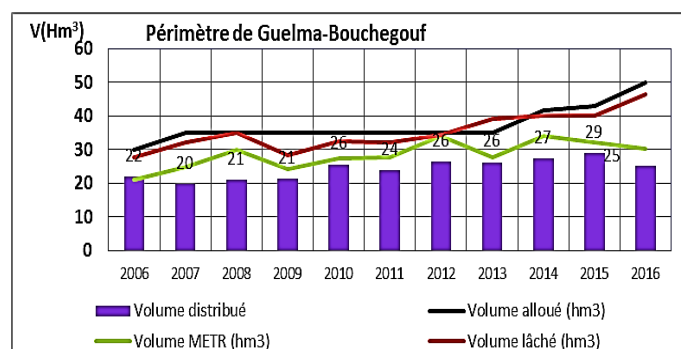


Figure 6. Évolution interannuelle des volumes d'eau au profit du périmètre Guelma-Boucheouf.

En valeur moyenne interannuelle, le volume d'eau alloué (barrage) fixé à 37,236hm<sup>3</sup>seréduit à 24,275 hm<sup>3</sup>à l'aval du réseau de distribution(bornes d'irrigation) (figure 7).

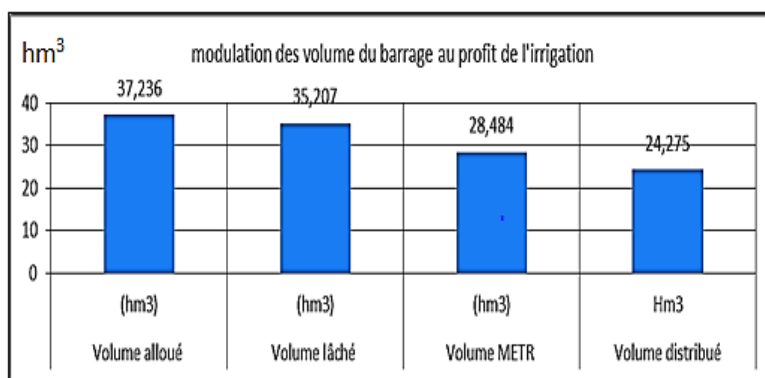


Figure 7. Périmètre Guelma-Boucheouf : volume alloué, lâché, mis en tête de réseau, distribué (2006-2016).

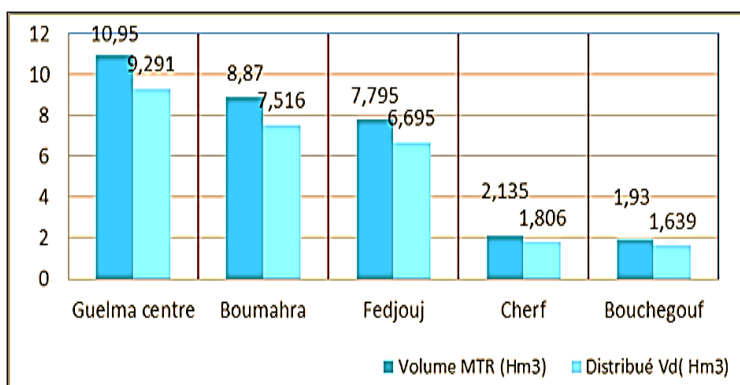
Le volume moyen interannuel des lâchers du barrage vers le périmètre (35,207 hm<sup>3</sup>) n'a jamais atteint le volume alloué au début des campagnes d'irrigation (37,236 hm<sup>3</sup>) alors que le volume mis en tête du réseau s'abaisse à 28,484 hm<sup>3</sup>.

**5.2.2. Analyse des données à l'échelle des secteurs irrigués (campagne 2016) :**

L'analyse de la campagne d'irrigation de 2016 sur les secteurs irrigués montre que le volume distribué (eau agricole) est de 26,947hm<sup>3</sup> sur un volume prélevé (volume en tête de réseau) de 31,680 hm<sup>3</sup>, soit une perte totale de 3, 533 hm<sup>3</sup>.

La figure 8 met en parallèle l'ensemble des volumes prélevés et distribués dans les cinq secteurs irrigués du périmètre. Les volumes prélevés diffèrent d'un secteur à l'autre suivant la taille des secteurs irrigués (en surface et en capacité de pompage installée).

**Figure 8.** Volumes d'eau prélevés (V MTR) et volumes distribués des secteurs irrigués.



**5.3. Résultats liés de l'efficience d'utilisation de l'eau agricole (EUE) :**

**5.3.1. L'efficience (EUE) moyenne à l'échelle du périmètre (période 2006 -2016)**

Le tableau 1 présente la modulation des volumes d'eau et les résultats de l'efficience d'utilisation de l'eau d'irrigation à l'échelle du périmètre.

**Tableau 1.** Modulation des volumes d'eau d'irrigation et efficience d'utilisation à l'échelle du périmètre.

Périmètre irrigué	Resources en eau	Volume alloué du barrage (hm <sup>3</sup> )	Volume des lâchers du barrage (hm <sup>3</sup> )	Volume mis en tête de réseau MTR (hm <sup>3</sup> )	Volume distribué (hm <sup>3</sup> )	Efficience des réseaux E1 (%)	Efficience à la parcelle E2 (%)	Efficience d'utilisation de l'eau EUE (%)
Guelma Boucheougouf	Barrage de Hammam Debagh	37,236	35,207	28,484	24,275	69%	75%	52 %

Au cours de la période de 2006 -2016, l'efficience moyenne des réseaux atteint 69% (soit 31% de pertes). Ces pertes de parcours (6,723hm<sup>3</sup>) sont largement imputables aux lâchers du barrage dans l'oued Seybouse, repris plus à l'aval par des stations de pompage qui desservent le périmètre (les pertes seraient négligeables si l'adduction était constituée par deux conduites en béton armé, solution proposée dans l'étude d'avant-projet, TETRAKTYS, 1981).

On notera cependant que ces pertes d'adduction, parfois importantes, ne sont pas totalement perdues, ou inutilisées : une partie est récupérée pour des installations d'irrigation sommaires le long des oueds et canaux, et une partie de l'écoulement contribue à la dilution des polluants le long de l'oued.

L'efficience à la parcelle (E2) calculée par l'ONID pour l'ensemble du périmètre est de 75%.

L'efficience totale d'utilisation de l'eau (EUE) du périmètre Guelma-Boucheougouf atteint 52%. Elle est supérieure à la moyenne de l'efficience totale d'utilisation de l'eau (46%) calculée pour l'ensemble des

périmètres irrigués du Nord-Est Algérien. (Nini F., Mebarkia., 2018).

Les pertes totales du réseau 10,932hm<sup>3</sup> (pertes de parcours : 61% et fuites dans les réseaux de distribution : 38%) sont considérables, ce qui réduit d'autant les volumes pour l'irrigation des secteurs irrigués.

**5.3.2. L'efficience (EUE) à l'échelle des secteurs (campagne 2016)**

Le tableau 2 présente la répartition des prélèvements d'eau des cinq secteurs irrigués ainsi que les résultats des efficacités durant la campagne d'irrigation 2016.



Tableau 2. Modulation des volumes d'eau dans les secteurs irrigués et efficacité d'utilisation (campagne 2016)

Secteur irrigué	Volume alloué du barrage ( hm <sup>3</sup> )	Volume des lachers du barrage (hm <sup>3</sup> )	Volume prélevé (mis en tête de réseau MTR (hm <sup>3</sup> ))	Efficience d'adduction E <sub>a</sub> (%)	Volume distribué (hm <sup>3</sup> )	Efficience de distribution E <sub>d</sub> (%)	Efficience globale des réseaux (E <sub>1</sub> = E <sub>a</sub> x E <sub>d</sub> )	Efficience à la parcelle E <sub>2</sub> (%)	Efficience d'utilisation de l'eau EUE (%)
Guelma centre			10,95	68,14 %	9,291	84,85	57,96 %	75,08	63,7
Boumahra			8,87		7,516	84,74		75,13	63,7
Fedjouj			7,795		6,695	85,89		75,19	64,6
Cherf			2,135		1,806	84,59		75,19	63,6
Boucheouf			1,93		1,639	84,92		75,10	63,8
<b>Total</b>	<b>50,00</b>	<b>46,490</b>	<b>31,68</b>		<b>26,947</b>	<b>85,06%</b>	<b>57,96 %</b>	<b>75 %</b> ,	<b>64%</b>

L'efficience des réseaux (E1) pour l'année 2016 se situe à hauteur de 57,96 % : les secteurs ont affiché des progrès notables en termes d'efficience de distribution, variant entre 84,59% (secteur Cherf) et 85,89% (secteur Fedjouj). En termes de volumes des pertes de distribution (3,533hm<sup>3</sup> au total), ils diffèrent d'un secteur à un autre : le secteur Guelma-centre enregistré les plus fortes pertes d'eau (1,659 hm<sup>3</sup>), suivi par Boumahra 1,354 hm<sup>3</sup> et Fedjouj 1,100 hm<sup>3</sup> (figure 10). Elles sont liées à un ensemble de contraintes techniques et de gestion, et augmentent proportionnellement au volume prélevé.

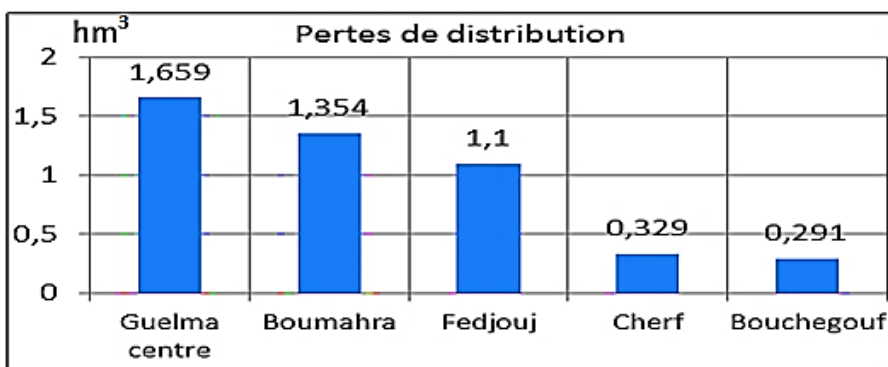


Figure 9 : volumes des pertes d'eau à l'échelle des secteurs irrigués (hm<sup>3</sup>)

Des progrès en matière d'équipement plus économes en eau ont été réalisés ces dernières années dans la plupart des secteurs. Ce qui a permis d'élever l'efficience parcellaire moyenne (E2) à 75 %, celle-ci variant de 75,08 (Guelma) à 75,2 % (Fedjouj) (Tableau 2).

L'importance de cette efficience d'arrosage se traduirait par une meilleure couverture des besoins en eau des plantations, le résultat global étant l'amélioration du rendement des cultures irriguées.

Au final, l'efficience de l'utilisation de l'eau d'irrigation (EUE) se situe autour de 64 %, variant entre 63,6 % à Cherf et 64,4% à Fedjouj (Tableau 2).

## 6. LES OBJECTIFS ATTEINTS EN TERMES D'ÉCONOMIE DE L'EAU :

De réels progrès ont été enregistrés depuis 2005, en termes de valorisation agricole de l'eau qui peut être appréciée à travers notamment l'extension des superficies irriguées et le développement des cultures à haut rendement.

### 6.1. L'extension des superficies irriguées :

Les superficies irriguées ont atteint un maximum de 5596 ha au cours de l'année 2013 (fig. 10); cette extension est à lier aux volumes d'eau distribués (28,484 Hm<sup>3</sup>) au niveau des cinq secteurs. Cependant, le taux d'utilisation des sols (53 % au maximum) paraît modeste, par rapport à l'utilisation optimale (de 65 à 75 %) des terres irrigables dans un périmètre doté d'un réseau de distribution sous pression à la demande (Kebiche A., 2007).

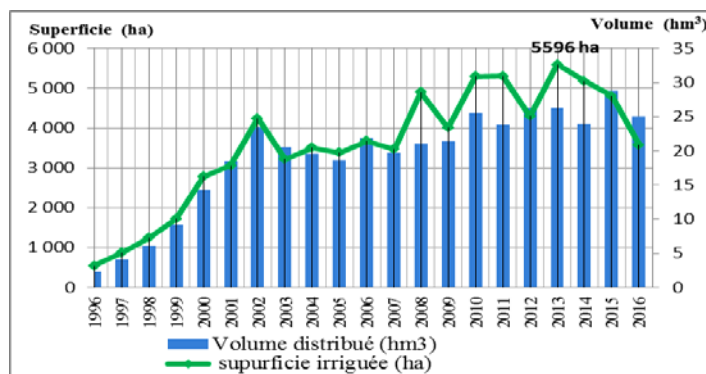


Figure 10. Variations annuelles des volumes distribués et des superficies irriguées dans le périmètre de Guelma-Boucheouf

Par ailleurs, l'amélioration de l'efficacité des réseaux de distribution (85%) dans les secteurs irrigués a permis d'atteindre des dotations acceptables par hectare, notamment pour les trois secteurs de Boumahra (6595 m<sup>3</sup>/ha), de Fedjoug (5551 m<sup>3</sup>/ha) et de Guelma-Centre (5518 m<sup>3</sup>/ha) (fig. 11). Elle dépasse la dotation nationale moyenne (5000 m<sup>3</sup>/ha).

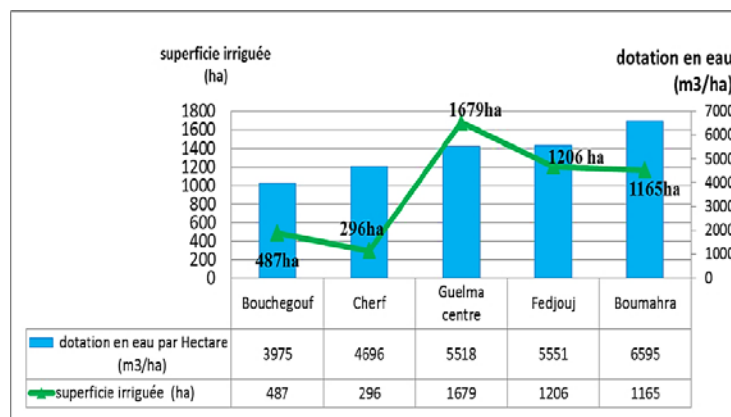


Figure 8. Dotation en eau (m<sup>3</sup>/ha) et superficie irriguée des secteurs irrigués (2016).

### 6.2. Développement de cultures irriguées à haut rendement :

En général, les productions végétales valorisent différemment le mètre d'eau d'irrigation. La tomate industrielle et la pomme de terre valorisent bien l'eau d'irrigation et présentent le rendement le plus élevé (Fegrouch S., 2008). Ceci encourage le développement de ces cultures, surtout dans les zones où la mobilisation de l'eau coûte chère (Amghara S., et. Jellal J., 2005).

Dans le périmètre de Guelma Bouchegouf, la tomate industrielle a atteint un niveau de valorisation très satisfaisant, par mètre cube d'eau consommé, et connaît une évolution positive en matière de production. Elle a atteint en 2016 des rendements moyens qui dépassent les 700 quintaux par hectare (1000 quintaux par hectare dans certaines exploitations agricoles dotées du mode d'irrigation (goutte à goutte) et, avec une production importante qui dépasse les 2,5 millions de quintaux dans le périmètre (figure 12).

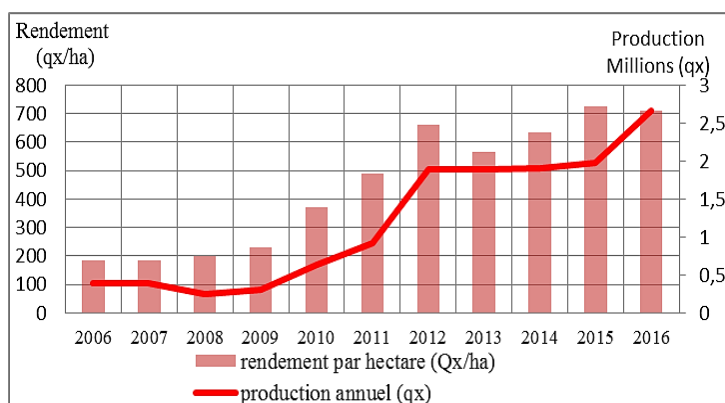


Figure 12. Évolution de production et rendement de la tomate industrielle (DSA, Guelma) 2016.

La pomme de terre d'arrière-saison occupe une place importante dans l'assolement pratiqué au niveau de la zone d'étude, bénéficiant elle aussi de l'effort déployé par l'ONID dans le cadre de la promotion des techniques d'économie d'eau à la parcelle notamment le goutte à goutte. Sa production a atteint 345 quintaux par hectare (figure 13).

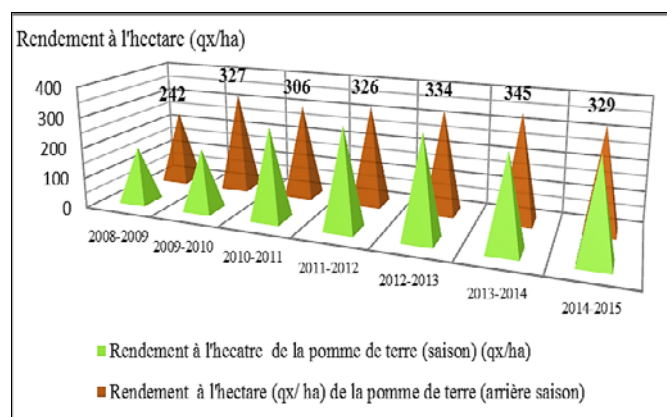


Figure 13. Évolution de production et rendement de la pomme de terre.

Il convient toutefois de noter que les améliorations dans la valorisation de l'eau d'irrigation ne se limitent pas uniquement à la maîtrise de la gestion économe de l'eau et au choix des meilleures spéculations, mais aussi par d'autres éléments notamment liés au marché (commercialisation des produits agricoles).

Ceci a été constaté pour les produits comme la tomate industrielle dont les prix de commercialisation sont encouragés par l'État et l'existence sur place d'unités industrielles de conservation et de transformation. En revanche, la culture de la pomme de terre dont les prix baissent durant certaines campagnes à des niveaux non rémunérateurs, souffre du manque d'infrastructures adéquates et accessibles à l'agriculteur pour le stockage.

### CONCLUSION

Dans le périmètre d'irrigation de Guelma-Bouchegouf, les programmes de maintenance successifs à la mise en œuvre de la loi sur l'eau de 2005, ont eu un impact sur l'amélioration de l'utilisation de l'eau. Ils traduisent la concrétisation de plusieurs projets de rénovation des réseaux d'irrigation et l'introduction de nouvelles techniques d'arrosage des cultures.

Malgré une amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'eau d'irrigation, les pertes d'eau restent importantes. Les surfaces réellement irriguées continuent à refléter la sous-utilisation des équipements en place qui soulève le problème de rentabilisation des investissements consentis.

Beaucoup de marges de progrès existent pour une gestion plus efficace de la demande, y compris un meilleur encadrement et sensibilisation des agriculteurs

(plus de 1000 irrigants inscrits lors de la campagne d'irrigation 2016 au périmètre Guelma-Boucheougouf).

## REFERENCES

- AMGHARI S., JELLALB J., 2005, La valorisation de l'eau d'irrigation par les productions végétales dans les périmètres irrigués de Doukkala, Ingénieries N°41 p.39 à 49, mars 2005.
- ANRH, 2001, Inventaire des ressources en sols d'Algérie (1962-2001) décembre 2001.
- BENBLIDIA M., 2009, Efficience d'utilisation de l'eau (EUE), Rapport de synthèse Préparé par « stratégie méditerranéenne pour le développement durable, Plan Bleu Centre d'Activités Régionales », Sophia Antipolis Mai 2009.
- BENBLIDIA M., 2011, « L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique, étude national, Algérie, plan bleu, Sophia Antipolis, Juin 2011
- BHOURI KHILA S., DOUH B., MGUIDICHE A., BOUJEBEN A., Synthèse des principaux indicateurs de performance des systèmes irrigués, larhyss journal, Issn 1112-3680, n°24, décembre 2015, pp.263-279.
- BOUAZIZ A., BELABBES K., 2002, Efficience productive de l'eau en irrigué au Maroc, Fao (l'IAV Hassan II, Rabat, Revue H.T.E. N°124 - Septembre / Décembre 2002. (Email : a.bouaziz@iav.ac.ma).
- CHIH-CHIBANI A., 2010, Le secteur public en Algérie à l'ère de la mondialisation, revue des réformes économiques et intégration en économie mondiale, ESC n°8/2010, école supérieure de commerce Alger.
- FEGROUCH S., 2008, « Appréciation des niveaux de valorisation économique de l'eau à usage agricole : périmètre irrigué du Loukkos au Maroc ». Revue HTE N°141 • Décembre 2008.
- GUEMRAOUI M., CHABACA M N, 2005, « Gestion des grands périmètres d'irrigation : l'expérience algérienne », acte de séminaire Euro méditerranéens, 21 et 22 novembre 2005, Sousse, Tunisie.
- JOURNAL OFFICIEL, Loi n° 05.12 du 28 JumadaEthani 1426 correspondant au 04 Aout 2005 relative à l'eau. publication journal officiel de la république algérienne N°60.
- KEBICHE A., 2007, Gestion rationnelle de l'eau d'irrigation au niveau d'un périmètre irrigué, enjeux et perspectives, cas du périmètre de Guelma-Boucheougouf. Magistère en science agronomiques, institut national agronomique d'El-Harrach, Alger.
- Larousse agricole, 2002. (<https://www.larousse.fr/archives/agricole/page/227>)
- MESSAHEL M., BENHAFID M., OULED HOCINE C., LAMADDALENA N., LEBDI F., 2003, L'efficience des systèmes irrigation en Algérie, CIHEAM option méditerranéennes : Séries B, études et recherché, n° 52 pages 61-78.
- MOUHOUCHE B, GUEMRAOUI M, 2004, Réhabilitation des grands périmètres d'irrigation en Algérie, projet INCO-WADEMED, acte de séminaire : modernisation de l'agriculture irriguée, Rebat Maghreb du 19 au 23avril 2004.
- NINI F., A MEBARKI A., 2018, Efficience d'utilisation de l'eau (EUE) dans les Grands Périmètres Irrigués (GPI) du Nord Est algérien, communication orale à la 3ème conférence internationale sur l'Hydrologie des grands bassins africain, Friends/IHP/UNESCO, École Supérieur National de l'Hydraulique, ENSH de Blida, 6 -8 mai 2018 à Sidi Fredj Alger.
- NINI F., MEBARKI A., 2017, Efficience de distribution de l'eau potable à l'échelle de quelques communes du Nord EST algérien, colloque international « Ressources en Eau & Changement Climatique Impacts Anthropiques et Climatiques sur la Variabilité des Ressources en Eau Eau-Société-Climat'2017 (ESC-2017) le 2, 3 et 4 Octobre 2017, Hammamet Tunisie.
- NINI F., MEBARKI A., 2015, communication orale aux 4 quatrième IV colloque internationale « eau et climat regard croisé Nord- Sud » à Constantine les 24 - 25 novembre 2015 autour du thème : Efficience technique d'utilisation de l'eau d'irrigation, cas du périmètre de Guelma -Boucheougouf Algérie.
- O.N.I.D- Office National De l'irrigation et du Drainage, rapport d'exploitation, 2011.
- ONID, 2013, Économie de l'eau dans les grands périmètres d'irrigation, direction de l'exploitation et de la maintenance des grands périmètres d'irrigation,ONID(présentation de Talaboulma R, octobre 2013).
- PLAN NATIONAL DE L'EAU (PNE), 1997, volet irrigation, rapport méthodologique, groupement BETURE/CARL/CES SALZGITTER, ministère de l'équipement et de l'aménagement du territoire.
- PLAN NATIONAL DE L'EAU (PNE), 2005, Étude d'Actualisation et de Finalisation Régions hydrographiques Centre et Est, Groupement BCEOM – BG – SOGREAH.
- TETRAKTYS, 1981, Étude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de Guelma-Boucheougouf,

rapport d'orientation et pré diagnostique des conditions d'utilisation des ressources en eau. Ministre d'hydraulique de la mise en valeur des terres et de l'environnement).

- ZELLA L., SMADHI D., 2006, Gestion de l'eau dans les pays arabes, Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 05, Juin 2006, pp.157-169 © 2006 Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface.